



BAUPRODUKTE: Schadstoffe und Gerüche bestimmen und vermeiden

Ergebnisse aus einem Forschungsprojekt

Impressum

Diese Broschüre ist ein Beitrag zum „Aktionsprogramm Umwelt und Gesundheit“ (APUG) und Teil der Öffentlichkeitsarbeit. Die Druckkosten wurden vom Umweltbundesamt getragen.

Herausgeber

Bundesanstalt für Materialforschung
und -prüfung
Unter den Eichen 87
12200 Berlin
Internet: www.bam.de

Technische Universität Berlin
Fachgebiet Heiz- und Raumluftechnik/
Hermann-Rietschel-Institut
Marchstr. 4
10587 Berlin
Internet: www.hermann-rietschel-institut.de

Umweltbundesamt

Postfach 1406
06813 Dessau
Internet: www.umweltbundesamt.de

Text und Redaktion

Dr. med. habil. Jutta Dürkop, ehemals Umweltbundesamt
unter Mitarbeit von Dr. Wolfgang Horn, Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung,
Dr. Norbert Englert und Dr. Wolfgang Plehn, beide Umweltbundesamt

Redaktionsschluss: November 2006

Gestaltung und Druck

KOMAG mbH, Berlin

Die Broschüre ist kostenlos zu beziehen

Anschrift: Umweltbundesamt
c/o GVP
Postfach 33 03 61
53183 Bonn

Service-Telefon: (01888) 3 05 33 55
Service-Fax: (01888) 3 05 33 56
E-Mail: uba@broschuerenversand.de

Sie kann auch im Internet unter www.umweltbundesamt.de und www.apug.de als PDF-Dokument gelesen und herunter geladen werden.

BAUPRODUKTE:

**Schadstoffe und Gerüche
bestimmen und vermeiden**

Ergebnisse aus einem Forschungsprojekt

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
VORWORT	5
1 WARUM SOLLEN BAUPRODUKTE UNTERSUCHT WERDEN?	7
▼ Organische Produkte sind Hauptemittenten	8
▼ Uncharakteristische und vielfältige gesundheitliche Wirkungen erschweren die Zuordnung zu bestimmten Schadstoffen	9
▼ Situation bislang unbefriedigend	10
2 WELCHE REGELUNGEN FÜR BAUPRODUKTE GIBT ES BEREITS?	12
▼ Europäische Bauproduktenrichtlinie und deutsches Bauproduktengesetz sind rechtliche Grundlagen	12
▼ Für „Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz“ gelten vorerst nationale Regelungen	13
▼ Welche Behörden, Einrichtungen und Gremien wirken in Deutschland an der Umsetzung der Bauproduktenrichtlinie mit?	15
3 IN DEUTSCHLAND GILT FÜR DIE BEURTEILUNG VON EMISSIONEN DAS AGBB-SCHEMA	19
▼ Welche Stoffe und Stoffgruppen sind zu bestimmen?	20
▼ Wann taugt ein Bauprodukt für den Innenraum?	21
4 WIE WERDEN EMISSIONSDATEN GEWONNEN?	25
▼ Mit dem Öffnen der Verpackung beginnt die Untersuchung	26
▼ Materialproben gasen in Prüfkammern aus	27
▼ Um welche chemischen Verbindungen handelt es sich?	28
▼ ... und riechen sie auch?	32
5 UND DAS SIND DIE ERGEBNISSE DER PRÜFKAMMERMESSUNGEN	36
▼ Die „bunte“ Palette der Lacke und Lasuren	38
▼ „Wandmalereien“ und Klebeaktionen	44
▼ Ebene Innenwände mit Kunstharzfertigputzen	45

▼ Kleber für Wand und Boden	50
▼ Mit Schritt und Tritt auf Laminat und Kork	51
▼ Dichte Fugen mit Acryl und Silikon	53
▼ Holzwerkstoffe und Gipskarton für Fußböden, Verkleidungen und Trennwände	56
▼ Möbel aus Buche und Kiefer	60
▼ „Künstliche Nase“ im Vormarsch	60
6 DIE KENNZEICHNUNG GESUNDHEITS- UND UMWELTVERTRÄGLICHER BAUPRODUKTE IST KEIN DEUTSCHER ALLEINGANG	64
▼ Was machen unsere europäischen Nachbarn?	64
▼ Verschiedene Öko-Label sind auf dem Markt	67
▼ Der Blaue Engel ist strenger als das AgBB-Schema	69
7 WIE GEHT ES WEITER?	72
▼ Internet-Datenbank über gefährliche Stoffe in Bauprodukten im Aufbau	74
▼ Expertengruppe für gefährliche Stoffe in Bauprodukten eingerichtet	74
▼ Normenarbeit wird de facto Gesetzgebung	75
▼ Die Verantwortung der Behörden wächst	76
▼ Sensorische Prüfungen in Entwicklung	78
▼ Der Blaue Engel gewinnt weiterhin an Fahrt	79
▼ Deutschland steht gut da	79

Anhänge

- 1 Wer wirkte an der Broschüre mit?
- 2 Bildnachweis
- 3 Glossar
- 4 Berichte, Broschüren, Faltblätter, Internetadressen

VORWORT

Liebe Leserin, lieber Leser,

im Mittelpunkt dieser Broschüre stehen wissenschaftliche Untersuchungen von Bauprodukten, die die Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung in Kooperation mit dem Hermann-Rietschel-Institut der Technischen Universität Berlin im Auftrag des Umweltbundesamtes durchführte. In dem Forschungsprojekt mit dem Titel „Umwelt- und Gesundheitsanforderungen an Bauprodukte – Ermittlung und Bewertung der VOC-Emissionen und geruchlichen Belastungen“ haben Wissenschaftler Bauprodukte unter die Lupe genommen, die Baufachleute ebenso wie Heimwerker beim Innenausbau und bei Renovierungen verwenden. Es zeigte sich, dass aus einigen Produkten Verbindungen ausgasen, die nicht nur die Qualität der Raumluft, sondern auch die Gesundheit und Wohlbefinden nachteilig beeinflussen können.

Weil wir uns in unseren Breiten den größten Teil des Tages – etwa 20 Stunden – in geschlossenen Räumen aufhalten, die meiste Zeit davon in den eigenen vier Wänden, ist eine gute Qualität der Innenraumluft von großer Bedeutung. Leider ist das keine Selbstverständlichkeit. Denn nicht nur Verhalten und Nutzungsgewohnheiten der Bewohnerinnen und Bewohner, sondern auch Materialien oder Produkte, mit denen das Gebäude errichtet wurde oder die Wohnung ausgestattet ist, können bedeutsame Quellen für Schadstoffe sein. Um diese Emissionsquellen geht es in der Broschüre.

Viele Bauprodukte, wie Innenputz oder Bodenbeläge, werden großflächig in den Raum eingebracht und können unter Umständen langfristig zur Belastung der Innenraumluft beitragen. Handelt es sich dabei um Ausgasungen geruchsintensiver Stoffe, ist das leicht feststellbar. Durch ausgiebiges Lüften – was allerdings mit einem höheren Energieverbrauch während der Heizperiode verbunden ist – können Bewohnerinnen und Bewohner vorübergehend Abhilfe schaffen. Viele Emissionen bleiben aber für unsere Nase unbemerkt und können dennoch mittel- oder langfristig nachteilig auf die Gesundheit wirken.

Mit Blick auf die Energieeinsparverordnung könnte sich dieses Problem verschärfen, da die geforderten Wärme dämmenden und Gebäude abdichtenden Maßnahmen zu einem geringeren natürlichen Luftwechsel in Gebäuden und damit zu einer Anreicherung unerwünschter Stoffe in der Raumluft führen. Potenziell gesundheitsschädliche Emissionen aus Bauprodukten zu vermindern, ist daher eine vordringliche Forderung auch des deutschen Aktionsprogramms Umwelt und Gesundheit. Diese Forderung hat das Umweltbundesamt auch in den Vergabegrundlagen für das Umweltzeichen

Blauer Engel aufgegriffen. In den letzten Jahren treten daher neben den ökologischen verstärkt gesundheitliche Kriterien in den Vordergrund.

Die Anstrengungen der Europäischen Union gehen in die gleiche Richtung, das Übel bei der Wurzel zu packen. Die gesetzliche Grundlage hierfür ist die europäische Bauproduktenrichtlinie, die Deutschland mit dem Bauproduktengesetz in deutsches Recht umsetzte. Neben den traditionellen Anforderungen, wie Standsicherheit und Brandverhalten, müssen Bauprodukte auch Anforderungen im Hinblick auf Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz erfüllen. Die Bauproduktenrichtlinie trägt dazu bei, dass europaweit zunehmend gesundheits- und umweltverträgliche Bauprodukte auf den Markt kommen. Allerdings sind – auch 17 Jahre nach Inkrafttreten der Bauproduktenrichtlinie – immer noch Aufgaben zu bewältigen. Diese Broschüre stellt einige dieser Aufgaben vor und berichtet über die Aktivitäten Deutschlands und bisherige Erfolge.

Vorerst gelten in den Mitgliedstaaten nationale Regelungen, die bei der Europäischen Kommission zu notifizieren sind. In Deutschland hat der Ausschuss für die gesundheitliche Bewertung von Bauprodukten ein Bewertungsschema, das so genannte AgBB-Schema, erarbeitet. Dieses Schema ist seit 2005 Bestandteil der „Grundsätze zur gesundheitlichen Bewertung von Bauprodukten in Innenräumen“, die das Deutsche Institut für Bautechnik bei der Zulassung von Bauprodukten anwendet. Danach sind flüchtige organische Verbindungen, die aus Bauprodukten emittieren, zu bestimmen und zu beurteilen. Vorgesehen ist auch eine sensorische, das heißt, geruchliche Prüfung. Sie wird aber derzeit nicht praktiziert, weil dafür noch kein allgemein anerkanntes abgestimmtes und damit allseits akzeptiertes Verfahren vorliegt.

Im Forschungsprojekt legten die Wissenschaftler für die Untersuchung der Bauprodukte das AgBB-Schema zugrunde. Zusätzlich entwickelten und erprobten sie auch Methoden zur sensorischen Prüfung und leisteten damit wichtige Vorarbeiten für eine künftige sensorische Prüfung.

Diese Broschüre enthält darüber hinaus interessante und sachdienliche Informationen für beabsichtigte Bau- oder Renovierungsmaßnahmen und über geltende gesetzliche Regelungen sowie Hinweise, worauf Sie beim Kauf achten sollten. Wir freuen uns, wenn wir damit dem Informationsbedarf bei Heimwerkern, Beschäftigten in Gesundheits-, Bauaufsichts- und Umweltbehörden und auch bei Architekten und Bauingenieuren entgegen kommen.

Für die fachliche Unterstützung danken wir allen Beteiligten. Ohne sie wäre die Broschüre nicht möglich gewesen.

Die Herausgeber, im November 2006

1 WARUM SOLLEN BAUPRODUKTE UNTERSUCHT WERDEN?

Den größten Teil des Tages – etwa 20 Stunden – halten wir uns in geschlossenen Räumen auf. Davon verbringen wir die meiste Zeit in den eigenen vier Wänden. Die Qualität der Innenraumluft in unserer Wohnung hat daher eine große Bedeutung für Gesundheit und Wohlbefinden.

Leider ist eine gute Luftqualität nicht selbstverständlich. Denn diese hängt nicht nur davon ab, wie und wie oft die Bewohner lüften, was sie in den Räumen tun, welche Haushaltschemikalien sie anwenden. Auch Emissionen, das heißt, Ausgasungen aus Materialien oder Produkten, mit denen die Wohnung ausgestattet oder das Gebäude errichtet wurde, können die Qualität der Raumluft nachteilig beeinflussen.

Aus den zahlreichen Untersuchungen, die Sachverständige wegen aufgetretener Probleme oder Wissenschaftler in Studien durchführten, ist bekannt, dass es sich bei den flüchtigen organischen Verbindungen in Innenräumen um Stoffgemische handelt, die zum einen sehr unterschiedlich zusammengesetzt sind und bei denen zum anderen große Schwankungen in den Konzentrationen einzelner Verbindungen auftreten können.

Für einige Innenraumschadstoffe gibt es Richtwerte, die eine Orientierung zur Beurteilung der Qualität der Innenraumluft geben. Gesetze – so wie zur Beurteilung der Qualität der Außenluft – existieren dagegen nicht. Zu den Gremien, die solche Richtwerte ableiten, gehört eine Arbeitsgruppe, die sich aus Mitgliedern der beim Umweltbundesamt angesiedelten Innenraumluft-hygiene-Kommission und der Arbeitsgemeinschaft der Obersten Landesgesundheitsbehörden zusammensetzt (siehe auch www.umweltbundesamt.de/uba-info-daten/daten/irk.htm). Die abgeleiteten Richtwerte sind zwar rechtlich nicht verbindlich, sie haben aber in der Praxis große Bedeutung. Bei Überschreitung besteht Handlungsbedarf. Eine weitere Orientierungshilfe ist der von der Innenraumluft-hygiene-Kommission herausgegebene „Leitfaden für die Innenraumluft-hygiene in Schulgebäuden“, der auch für Wohnungen Anwendung findet. Was jeder Einzelne selbst zu einer guten Raumluftqualität beitragen kann, ist in der Broschüre „Gesünder wohnen – aber wie? Praktische Tipps für den Alltag“ nachzulesen (siehe *Anhang 4 Berichte, Broschüren, Faltblätter, Internetadressen*).

Um eine gute Innenraumqualität zu erreichen, konzentrieren sich die Maßnahmen auf produktbezogene Regelungen (siehe auch *Kapitel 6 Die Kenn-*

zeichnung gesundheits- und umweltverträglicher Bauprodukte ist kein deutscher Alleingang). Bauprodukte verdienen hierbei eine besondere Beachtung, denn auf ihre Auswahl haben die Raumnutzer oft keinen Einfluss, und sie können später oft nur sehr aufwändig aus dem Gebäude entfernt werden.

Bei Bauprodukten handelt es sich definitionsgemäß um Produkte, die hergestellt werden, um dauerhaft in Bauwerken zu verbleiben (siehe auch *Kapitel 2 Welche Regelungen für Bauprodukte gibt es bereits?*). Entsprechend vielfältig sind die Produktgruppen und Produkte. Sie können aus natürlichen oder künstlichen Werkstoffen oder aus einer Kombination dieser beiden Arten bestehen (siehe Kasten 1).

Kasten 1

Woraus bestehen Bauprodukte?

Zu den natürlichen Werkstoffen gehören beispielsweise Sand, Kies, Naturstein, Holz und Kork, zu den künstlichen Bauprodukten anorganische Materialien, wie Zement, Beton, Glas und Keramik, sowie eine Vielzahl organischer synthetisch hergestellter Werkstoffe, insbesondere Kunststoffe und Kunstharze.

Eine Kombination liegt beispielsweise bei Holzwerkstoffen vor, die Holz und synthetische Kleber enthalten, oder auch bei Korkfertigparkett, das meist eine synthetische Beschichtung trägt. Sogar in auf den ersten Blick rein anorganischen Produkten können geringe Mengen organischer Hilfsstoffe sein. Beispielsweise kann Porenbeton organische Hydrophobierungsmittel zur Verbesserung der Feuchtebeständigkeit enthalten.

▼ Organische Produkte sind Hauptemittenten

Von den traditionellen Bauprodukten, wie Mauersteine, vollständig mineralische Mörtel, Stahl oder Glas, sind nach dem Einbau meist kaum oder nur unbedeutende Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen zu erwarten. Anders ist das bei synthetisch hergestellten und auch bei natürlichen organischen Materialien. Synthetische Materialien enthalten neben den chemischen Grundbestandteilen zur Verbesserung der Produkteigenschaften meist eine Vielzahl anorganischer und organischer Hilfsstoffe, beispielsweise Weichmacher oder Flammschutzmittel. Aber auch natürliche organische Produkte, wie Holz, Wachse und Öle, enthalten viele natürliche organische Verbindungen, wie Harze, Lösemittel und andere Inhaltsstoffe. „Natur pur“ bedeutet nicht, dass diese Produkte frei von unerwünschten Stoffen oder gar Schadstoffen sind.

Viele geruchsneutrale oder geruchlich wahrnehmbare Substanzen können schon bei Zimmertemperatur aus solchen Bauprodukten ausgasen und dadurch die Qualität der Innenraumluft beeinträchtigen. Zu den bekanntesten Problemstoffen gehören Formaldehyd, PCB (polychlorierte Biphenyle) und PCP (Pentachlorphenol). Sie hatten in der Vergangenheit weitreichende und finanziell gravierende Sanierungsmaßnahmen zur Folge. Zum Schutz von Umwelt und Gesundheit legte der Gesetzgeber daher Beschränkungen oder Verbote ihrer Anwendung fest.

Bei diesen Stoffen sind die maximal noch zulässigen Konzentrationen in Produkten geregelt, doch es kommen ständig neue Stoffe hinzu. Und das liegt nicht nur an der verbesserten Analytik, mit der immer mehr Stoffe in immer geringeren Konzentrationen nachweisbar sind. Zunehmend gehen Produzenten dazu über, auch die klassischen, rein mineralischen Baustoffe unter Verwendung von Hilfsstoffen herzustellen. Dies soll die Verarbeitung und den Einbau erleichtern, die Haltbarkeit verbessern, sie schwerer entflammbar machen und ihre Sicherheit dadurch erhöhen oder neue Anwendungen ermöglichen. Dies führt zu quantitativ und qualitativ veränderten Emissionen organischer und anorganischer Substanzen aus diesen Bauprodukten.

▼ **Uncharakteristische und vielfältige gesundheitliche Wirkungen erschweren die Zuordnung zu bestimmten Schadstoffen**

Die Wirkungen der im Innenraum nachgewiesenen flüchtigen organischen Verbindungen können schon nach relativ kurzer Zeit auftreten und sind sehr vielfältig. Sie reichen von Geruchsempfindungen oder Reizwirkungen auf die Augenbindehaut sowie auf die Schleimhaut von Nase und Rachen, die mit Rötung, Jucken und Niesreiz einhergehen können, über Wirkungen auf das Nervensystem, die sich in Kopfschmerzen, Schwindelgefühl und Müdigkeit äußern können. Zu möglichen Langzeitwirkungen können allergisierende oder allergieverstärkende Eigenschaften, besonders aber eine krebserzeugende (kanzerogene), erbgutverändernde (mutagene) oder fortpflanzungsgefährdende (reproduktionstoxische) Potenz führen (nähere Erläuterung der Begriffe siehe *Anhang 3 Glossar*). Dabei ist aber zu berücksichtigen, dass solche Wirkungen umso wahrscheinlicher werden, je höher die Konzentrationen der Luftverunreinigungen sind. Bei geringen Konzentrationen, und um solche handelt es sich meist, ist die Zuordnung – Symptom A kommt von Stoff B – oft nicht oder kaum möglich. Deshalb sind Aussagen über Wirkungen einzelner Stoffe immer gewissermaßen mit dem Zusatz „in höheren Konzentrationen“ zu verstehen.

Zwei Krankheitsbilder, die Umweltmediziner mit Luftverunreinigungen im Innenraum in Zusammenhang bringen und zuerst in den USA beschrieben wurden, stehen seit einiger Zeit auch in Deutschland in der öffentlichen Diskussion.

Beim Sick-Building-Syndrom, dem so genannten „Gebäude bezogenen Krankheitsbild“, handelt es sich stets um eine Gruppendiagnose. Typisch ist, dass mehrere Menschen, die in einem Haus leben oder arbeiten, über dieselben oben bereits erwähnten Symptome klagen. Dabei ist der Anteil derjenigen, die diese Symptome beschreiben, größer als in vergleichbaren anderen Gebäuden. Häufig können Fachleute keine Ursache für die Beschwerden finden. Nur eines ist auffällig: Sobald die Betroffenen dieses Gebäude verlassen, geht es ihnen besser. Das Krankheitsbild trat vor allem in den 1980er-Jahren auf, als die Lüftungsraten in Bürogebäuden als Reaktion auf die Energiekrise der 1970er-Jahre gesenkt wurden, um Energie zu sparen. Das führte zur Anreicherung von Schadstoffen in den Räumen.

Ob und in wie weit ein Zusammenhang mit der von betroffenen Personen selbst berichteten Chemikalienüberempfindlichkeit (Multiple Chemical Sensitivity, MCS), besteht, diskutieren Mediziner und andere Sachverständige gegenwärtig kontrovers.

▼ Situation bislang unbefriedigend

Meist ist wenig über das Emissionsverhalten der organischen Verbindungen und über ihre Wirkung auf Gesundheit und Umwelt bekannt, da systematische Untersuchungen fehlen. In einigen europäischen Ländern, darunter auch in Deutschland, versuchen Hersteller und Verbände mit Hilfe von Gütesiegeln den Anwendern und Verbrauchern Informationen über die Qualität von Bauprodukten zu geben (siehe *Kapitel 6 Die Kennzeichnung gesundheits- und umweltverträglicher Bauprodukte ist kein deutscher Alleingang*).

Um einzuschätzen, ob Emissionen aus Bauprodukten zu gesundheitlich nachteiligen Wirkungen führen können, ist es notwendig, die ausgasenden Substanzen zu identifizieren und deren Konzentration zu kennen. Eine offiziell eingeführte Vorgehensweise zur Bewertung aus gesundheitlicher Sicht fehlte jedoch bislang. Diese Situation wird sich künftig durch die weitere Umsetzung der europäischen Bauproduktenrichtlinie und des deutschen Bauproduktengesetzes verbessern (siehe *Kapitel 2 Welche Regelungen für Bauprodukte gibt es bereits?*).

Vor dem Hintergrund der europäischen Bauproduktenrichtlinie hat im Auftrag des Umweltbundesamtes die Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung in Kooperation mit dem Hermann-Rietschel-Institut der Technischen Universität Berlin das **Forschungsprojekt** „Umwelt- und Gesundheitsanforderungen an Bauprodukte – Ermittlung und Bewertung der VOC-Emissionen und geruchlichen Belastungen“ durchgeführt. Einige Untersuchungen aus dem Projekt werden in den folgenden Kapiteln der Broschüre vorgestellt. Es handelt sich hierbei um Bauprodukte, die Baufachleute ebenso wie Heimwerker beim Innenausbau und bei Renovierungsarbeiten verwenden. Ob mit den Emissionen gesundheitliche Risiken verbunden sein können, beurteilten die Wissenschaftler anhand des vom Ausschuss für die gesundheitliche Bewertung von Bauprodukten erarbeiteten Schemas (siehe *Kapitel 3 In Deutschland gilt für die Bewertung von Emissionen das AgBB-Schema*), das sie in diesem Zusammenhang zugleich auf seine Praxistauglichkeit testeten. Für die Prüfung geruchsintensiver Emissionen erarbeiteten die Fachleute in dem Projekt Vorschläge für die Vorgehensweise. Sie bilden die Grundlage für ein offiziell abgestimmtes Verfahren, da auch Geruchsprüfungen in dem Bewertungsschema vorgesehen sind.

2 WELCHE REGELUNGEN FÜR BAUPRODUKTE GIBT ES BEREITS?

Europaweit sind etwa 20.000 verschiedene Materialien und Produkte auf dem Markt, die für die Errichtung von Gebäuden verwendet werden. Dieser Markt ist nicht nur unübersichtlich, es fehlen auch nach wie vor systematische Untersuchungen von Bauprodukten und Angaben über nachteilige gesundheitliche und ökologische Wirkungen. Diese Situation soll sich verbessern, unter anderem auch durch das in dieser Broschüre beschriebene Forschungsprojekt.

▼ Europäische Bauproduktenrichtlinie und deutsches Bauproduktengesetz sind rechtliche Grundlagen

Die gesetzliche Grundlage ist die **europäische Bauproduktenrichtlinie**, deren ausführliche Bezeichnung „Richtlinie des Rates vom 21. Dezember 1988 zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften der Mitgliedstaaten über Bauprodukte (89/106/EWG)“ lautet. Sie gilt für Bauprodukte, die dazu bestimmt sind, dauerhaft in Bauwerken zu verbleiben.

Die Bauproduktenrichtlinie ist eine „Richtlinie des neuen Ansatzes“. Das bedeutet, es sind nur die Ziele vorgegeben, aber nicht, wie diese zu erreichen sind. Im Falle der Bauproduktenrichtlinie handelt es sich dabei um sechs wesentliche Anforderungen, die in Kasten 2 zusammengestellt sind. Die Um-

Kasten 2

Wesentliche Anforderungen an Bauprodukte ¹

Nr. 1 Mechanische Festigkeit und Standsicherheit

Nr. 2 Brandschutz

Nr. 3 Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz

Nr. 4 Nutzungssicherheit

Nr. 5 Schallschutz

Nr. 6 Energieeinsparung und Wärmeschutz

¹ Aus Anhang I der Bauproduktenrichtlinie 89/106/EWG

setzung der **Anforderung Nr. 3 „Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz“**, die erst jetzt allmählich vorankommt, stellt ein eigenes Unterkapitel etwas ausführlicher dar.

Harmonisierte europäische **Produktnormen** und **Zulassungen** (Spezifikationen) legen detailliert fest, welche Kriterien Bauprodukte einhalten müssen, um diese sechs wesentlichen Anforderungen zu erfüllen.

Erfüllt ein Bauprodukt diese Anforderungen und sind die Nachweise für alle relevanten EG-Richtlinien erbracht, so darf der Hersteller das Produkt mit **CE** (für Conformité Européenne, europäische Konformität) kennzeichnen (siehe Bild 1). Erst mit dieser Kennzeichnung darf er es dann in den Verkehr bringen. Die CE-Kennzeichnung wird daher häufig auch als „Reisepass“ für den europäischen Binnenmarkt bezeichnet.



Bild 1: CE ist die Abkürzung für Conformité Européenne (europäische Konformität). Mit der CE-Kennzeichnung bestätigt der Hersteller die Konformität des Produktes mit den zutreffenden EG-Richtlinien und die Einhaltung der darin festgelegten „wesentlichen Anforderungen“.

Insgesamt sind im Rahmen der Bauproduktenrichtlinie etwa 500 bis 800 Produktnormen und 200 Prüfnormen vorgesehen. Einige davon betreffen Produktgruppen, die kritische Auswirkungen auf die Innenraumluft sowie auf Boden und Grundwasser haben können. Zu solchen Produktgruppen gehören beispielsweise Boden- und Wandbeläge, Klebstoffe, Estriche, Wand- und Deckenverkleidungen, Holzwerkstoffe, Putze, Mauersteine, Abdichtungen, Wärmedämmstoffe, Zemente und Betone.

Das **Bauproduktengesetz** (BauPG) vom August 1992 setzte die europäische Bauproduktenrichtlinie in deutsches Recht um. So ist es bei allen Richtlinien der Europäischen Union: Sie sind von den Mitgliedstaaten mit einem eigenen Gesetz zu konkretisieren.

Nach mehreren Änderungen gilt nunmehr die Fassung vom Mai 2004. Dieses Gesetz bildet die rechtliche Grundlage zur Anwendung der Bauproduktenrichtlinie in Deutschland. Da in Deutschland das Baurecht im Hoheitsbereich der einzelnen Bundesländer liegt, änderte die Bauministerkonferenz die Musterbauordnung (MBO). Die Musterbauordnung ist die Vorlage für die einzelnen **Landesbauordnungen der Bundesländer**. Sie legt fest, wie die Verwendbarkeit der mit CE-Kennzeichnung in Verkehr gebrachten Bauprodukte sicherzustellen ist.

▼ Für „Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz“ gelten vorerst nationale Regelungen

Im Anhang I der Bauproduktenrichtlinie sind für die **Anforderung Nr. 3 „Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz“** mögliche Einwirkungen aus Bauwerken zusammengestellt, die Hygiene und Gesundheit nicht gefährden

dürfen (siehe Kasten 3). Darunter befindet sich – gleich an erster Stelle – die Freisetzung giftiger Gase.

Das, was die Europäische Kommission mit dem Erlass der Bauproduktenrichtlinie vor nunmehr fast 17 Jahren im Hinblick auf „Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz“ als Ziel formulierte, ist bei weitem noch nicht erreicht. Die bislang veröffentlichten europäischen Bauproduktnormen und -zulassungen berücksichtigen kaum Umwelt- und Gesundheitsaspekte.

Die Gründe für diese Probleme bei der Umsetzung der Bauproduktenrichtlinie sind vielschichtig. Teilweise steht die Entwicklung vorsorgender Mechanismen und produktspezifischer Regelungsansätze noch am Anfang. In vielen Bereichen erfassen die Beteiligten aus den Mitgliedsstaaten kritische Emissionen erst jetzt systematisch, für viele Altstoffe stehen die Bewertungen noch aus, erst in jüngster Zeit entwickeln Behörden in Zusammenarbeit mit den beteiligten Akteuren Bewertungsschemata für Bauprodukte (siehe auch *Kapitel 7 Wie geht es weiter?*).

Kasten 3

Welche gefährlichen Einwirkungen dürfen nicht von einem Bauwerk ausgehen? ¹

Freisetzung giftiger Gase

Vorhandensein gefährlicher Teilchen oder Gase in der Luft

Emission gefährlicher Strahlen

Wasser- oder Bodenverunreinigung oder -vergiftung

Unsatzgemäße Beseitigung von Abwasser, Rauch und festem oder flüssigem Abfall

Feuchtigkeitsansammlung in Bauteilen und auf Oberflächen von Bauteilen in Innenräumen

¹ Aus Anhang I der Bauproduktenrichtlinie 89/106/EWG, Anforderung Nr. 3

Um nun weitere Verzögerungen bei der Umsetzung der Bauproduktenrichtlinie zu vermeiden, beschloss die Europäische Kommission, die Konkretisierung von Umwelt- und Gesundheitsanforderungen auf die so genannte zweite Normengeneration zu verschieben. Zusätzlich zum CEN (Comité Européen de Normalisation, Europäisches Komitee für Normung) und zur EOTA (European Organisation for Technical Approvals, Europäische Organisation für Technische Zulassungen) richtete sie zwischenzeitlich eine Experten-

gruppe zu gefährlichen Stoffen in Bauprodukten ein und verabschiedete ein Mandat zur Entwicklung harmonisierter Prüfmethode für die wesentliche Anforderung Nr. 3. Die ersten Normen dieser zweiten Generation werden im Jahr 2006 erwartet, darunter für die Innenraum relevanten Produkte Gipskleber, Gipsbausteine und Wärmedämmstoffe aus verschiedenen Materialien. Doch zunächst fehlen auch weiterhin hinreichende Anforderungen an den Gesundheits- und Umweltschutz, da die Umsetzung des Mandates zur Entwicklung harmonisierter Prüfmethode noch einige Jahre dauert.

In der Zwischenzeit gelten weiter die **nationalen Regelungen**, auf die die europäischen harmonisierten Normen und Zulassungsleitlinien hinsichtlich der Anforderungen an „Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz“ verweisen. In Deutschland erfolgt die halbjährliche Bekanntmachung zusätzlich geltender nationaler Regelungen über die Bauregelliste und die Liste der technischen Baubestimmungen durch das Deutsche Institut für Bautechnik. Beide Listen leitet das Institut zur **Notifizierung** (Anmeldung, Bekanntgabe) an die Europäische Kommission weiter. Denn nur nach einer Notifizierung lassen sich nationale Regelungen auch rechtlich durchsetzen. Hervorzuheben ist, dass die Bauproduktenrichtlinie die Beibehaltung bestehender unterschiedlicher Schutzniveaus in den Mitgliedstaaten ermöglicht.

▼ Welche Behörden, Einrichtungen und Gremien wirken in Deutschland an der Umsetzung der Bauproduktenrichtlinie mit?

In Deutschland hat das **Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung** die „Federführung“ bei der Umsetzung der Bauproduktenrichtlinie. Das **Deutsche Institut für Bautechnik** – eine gemeinsame Einrichtung des Bundes und der Länder – ist per Gesetz beauftragt, europäische technische Zulassungen und allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen zu erteilen sowie die bereits erwähnte Bauregelliste im Einvernehmen mit den obersten Bauaufsichtsbehörden der Länder aufzustellen.

Die Bauregelliste enthält die gesetzlichen Anforderungen in Form von technischen Regeln für Bauprodukte, die nach den Landesbauordnungen für alle Bundesländer einheitlich zu beachten sind. Die Bauregelliste B beinhaltet beispielsweise solche Bauprodukte, die Hersteller und Vertreiber nach Vorschriften der Mitgliedstaaten der Europäischen Union – einschließlich deutscher Vorschriften – und der Vertragsstaaten des Abkommens über den Europäischen Wirtschaftsraum zur Umsetzung von Richtlinien der Europäischen Union in Verkehr bringen und handeln dürfen und die die CE-Kennzeichnung tragen. Das Deutsche Institut für Bautechnik wirkt an der Ausar-

beitung von Normen mit und erlässt baubezogene Verwaltungsakte. Es arbeitet ebenso wie die **Arbeitsgemeinschaft** der für das **Bau-, Wohnungs- und Siedlungswesen** zuständigen Minister der Länder **ARGEBAU** zur Wahrung des Bauordnungsrechts an einzelnen Normprojekten mit.

Die Umsetzung der wesentlichen Anforderung Nr. 3 „Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz“ nimmt in wissenschaftlicher Hinsicht das **Umweltbundesamt** wahr. Das Umweltbundesamt arbeitet im Bereich der Normung von Bauprodukten in verschiedenen nationalen und europäischen Gremien mit und ist damit in Deutschland neben dem Deutschen Institut für Bautechnik derzeit die einzige wissenschaftliche Fachbehörde, die die Belange des Schutzes von Umwelt und Gesundheit systematisch vertritt.

Um die Beurteilungskriterien zu vereinheitlichen und eine verbindliche öffentlich-rechtliche Grundlage für die Bewertung von Emissionen aus Bauprodukten zu schaffen, hat die Länderarbeitsgruppe Umweltbezogener Gesundheitsschutz (LAUG) der Arbeitsgemeinschaft der Obersten Landesgesundheitsbehörden (AOLG) 1997 den Ausschuss für die **gesundheitliche Bewertung von Bauprodukten AgBB** gegründet, dessen Geschäftsstelle beim Umweltbundesamt angesiedelt ist. Ende 2000 veröffentlichte der AgBB das Schema „Vorgehensweise bei der gesundheitlichen Bewertung von flüchtigen organischen Verbindungen (VOC) aus Bauprodukten“ mit dem Ziel, diese Vorgaben in die Normung und in die bauaufsichtliche Zulassung einfließen zu lassen. Damit fordert der AgBB, die technischen Regeln zur Umsetzung der Bauproduktenrichtlinie zunächst national, später in der ganzen Europäischen Union, um den Nachweis der gesundheitlichen Unbedenklichkeit zu ergänzen.

Dem AgBB-Schema ist in dieser Broschüre das *Kapitel 3 In Deutschland gilt für die Beurteilung von Emissionen das AgBB-Schema* gewidmet. Denn das AgBB-Schema war nicht nur die Grundlage für die Untersuchungen in dem weiter unten aufgeführten Forschungsprojekt. Ein Auftrag des Umweltbundesamtes war auch, die Prüfmethode dieses Schemas weiter zu entwickeln.

Das AgBB-Schema ist Bestandteil der **Grundsätze für die gesundheitliche Bewertung von Bauprodukten in Innenräumen**, die die Grundlage für die Zulassung von Bauprodukten durch das dafür zuständige Deutsche Institut für Bautechnik sind. Nach diesen Grundsätzen sollen die Prüflabore aber nicht nur flüchtige organische Verbindungen erfassen und bewerten, sondern alle Inhaltsstoffe des zuzulassenden Bauprodukts.

Im Rahmen dieser Zulassungsgrundsätze erfolgte die **Notifizierung** des AgBB-Schemas im Jahr 2005, und zwar ohne Beanstandungen durch die

Europäische Kommission. Das bedeutet zum Beispiel auch, dass die Kommission keine unverhältnismäßigen Handelshemmnisse auf dem europäischen Binnenmarkt durch dieses Bewertungsschema sieht. Handelshemmnisse sind ausschließlich dann erlaubt, wenn sie notwendig sind, um Umwelt und Gesundheit zu schützen. Im Jahr 2006 gab das Deutsche Institut für Bautechnik auch die „Grundsätze zur Bewertung der Auswirkungen von Bauprodukten auf Boden und Grundwasser“ der Europäischen Kommission bekannt. Die Notifizierung ist derzeit noch nicht abgeschlossen (Stand November 2006). Auch diese Grundsätze verwendet das Deutsche Institut für Bautechnik künftig als Beurteilungsgrundlage für die Bewertung der Umweltverträglichkeit von Bauprodukten bei der Erteilung allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassungen.

Wissenschaftliche Grundlagen werden mit Mitteln aus dem **Umweltforschungsplan** des Bundesumweltministeriums im Auftrag des Umweltbundesamtes erarbeitet. Zu einem der aktuellen Projekte gehört die im Mai 2005 vom Deutschen Institut für Bautechnik vorgelegte Studie „Gesundheits- und Umweltkriterien bei der Umsetzung der EG-Bauproduktenrichtlinie“. Sie verknüpft erstmals den Stand des Wissens zu ausgewählten Bauprodukten, gefährlichen Inhaltsstoffen, Emissionen, Prüf- und Bewertungsmethoden, gesetzlichen und freiwilligen Regelungen zu einem europaweiten Referenzwerk. Die Studie kann der bereits erwähnten neuen Expertengruppe der Europäischen Kommission zu Gefahrstoffen in Bauprodukten als Hilfe dienen und in den Europäischen Normungsgremien Anwendung finden. Bei der zweiten im Jahr 2006 abgeschlossenen Studie, handelt es sich um das in dieser Broschüre vorgestellte Forschungsprojekt „Umwelt- und Gesundheitsanforderungen an Bauprodukte – Ermittlung und Bewertung der VOC-Emissionen und geruchlichen Belastungen“, welches die Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung in Kooperation mit dem Hermann-Rietschel-Institut der Technischen Universität Berlin durchführte. Hervorzuheben sind in dieser Studie vor allem die methodischen Untersuchungen zum Emissionsverhalten unterschiedlicher Bauprodukte und deren Auswertung nach dem AgBB-Schema in Verbindung mit der geruchlichen Bewertung der Emissionen nach einem neu entwickelten Verfahren. Das Umweltbundesamt beabsichtigt, die erarbeiteten Vorschläge für Geruchsmessungen als Grundlage für ein abgestimmtes und allgemein anerkanntes Verfahren zur Geruchsbeurteilung im AgBB-Schema zu verwenden, denn sensorische Prüfungen sind von Anfang an vorgesehen (siehe *Kapitel 3 In Deutschland gilt für die Beurteilung von Emissionen das AgBB-Schema*).

Das **Deutsche Institut für Normung e.V.** (DIN) ist auf der Grundlage des Vertrages mit der Bundesrepublik Deutschland die für die Normungsarbeit

zuständige Institution in Deutschland und vertritt die deutschen Interessen in den weltweiten und europäischen Normungsorganisationen. Das Institut ist quasi der „runde Tisch“ all derjenigen, die ein Interesse an der Normung haben, um den Stand der Technik zu ermitteln und unter Berücksichtigung vorliegender Erkenntnisse in Deutschen Normen niederzuschreiben. Zu den Beteiligten gehören Hersteller, Handel, Verbraucher, Handwerk, Dienstleistungsunternehmen ebenso wie Wissenschaft, technische Überwachung und Behörden. Im Jahr 2003 hat das Deutsche Institut für Normung den **DIN-Fachbericht 127 Beurteilung von Bauprodukten unter Hygiene-, Gesundheits- und Umweltaspekten** unter Federführung des Koordinierungsausschusses „Umwelt und Gesundheit“ des Normenausschusses Bauwesen im DIN herausgebracht. Den in Deutschland an der Normung Beteiligten steht damit ein umfassender Leitfaden zu formalen Fragen, gesetzlichen Grundlagen und Stand des Wissens und der Technik zur Umsetzung der wesentlichen Anforderung „Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz“ zur Verfügung.

3 IN DEUTSCHLAND GILT FÜR DIE BEURTEILUNG VON EMISSIONEN DAS AGBB-SCHEMA

Als Folge der europäischen Bauproduktenrichtlinie richtete die European Collaborative Action (ECA) „Indoor Air Quality and Its Impact on Man“ (Innenraumluftqualität und ihre Auswirkungen auf den Menschen) im Jahr 1992 eine Arbeitsgruppe ein. Diese Arbeitsgruppe entwickelte ein Konzept zur Bewertung der Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen aus Bauprodukten am Beispiel von Fußbodenbelägen und veröffentlichte diese 1997 in dem Bericht Nr. 18 unter dem Titel „Evaluation of VOC Emissions from Building Products“. Dieser Bericht war gewissermaßen der Startschuss für die Entwicklung eines Bewertungsschemas auf nationaler Ebene.



Bild 2: Logo des Ausschusses für die gesundheitliche Bewertung von Bauprodukten

In Deutschland gründeten die Umwelt- und Gesundheitsbehörden gemeinsam mit den Baubehörden im Jahr 1997 den „Ausschuss für die gesundheitliche Bewertung von Bauprodukten“, kurz AgBB (Logo siehe Bild 2). Auf der Grundlage des erwähnten Berichtes Nr. 18 entwickelte der AgBB das Schema zur gesundheitlichen Bewertung flüchtiger organischer Verbindungen aus Bauprodukten, die in Innenräumen Verwendung finden, weiter. Ausdrücklich ist dabei auf alle bei der Prüfung und Bewertung

zu berücksichtigenden deutschen (DIN) und europäischen (EN) beziehungsweise internationalen Normen (ISO) hingewiesen. Das AgBB-Schema ermöglicht eine einheitliche und vor allem nachvollziehbare und objektivierbare Bewertung von Bauprodukten (mehr dazu unter www.umweltbundesamt.de/bauprodukte/agbb.htm). Der AgBB geht davon aus, dass bei Einhaltung der im Schema vorgegebenen Prüfwerte die Mindestanforderungen der Bauordnungen zum Schutz der Gesundheit im Hinblick auf die Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen erfüllt sind.

In einer Testphase von 2002 bis 2004 haben Hersteller verschiedener Bauprodukte freiwillig die Emissionen bei ihren Erzeugnissen gemessen. Denn dazu gab es in dieser Zeit im Rahmen der Zulassung noch keine Verpflichtung. Die Ergebnisse stellten sie in der Anhörung der Hersteller auf dem **2. Fachgespräch zur Vorgehensweise bei der gesundheitlichen Bewertung der Emissionen von flüchtigen organischen Verbindungen (VOC) aus Bauprodukten** im November 2004 vor. Resultat ist: Das AgBB-Schema

hat sich insgesamt bewährt (Tagungsband siehe *Anhang 4 Berichte, Broschüren, Faltblätter, Internetadressen*).

Daraufhin erfolgte die Notifizierung des AgBB-Schemas im Rahmen der „Grundsätze zur gesundheitlichen Bewertung von Bauprodukten in Innenräumen“ des Deutschen Instituts für Bautechnik im Jahr 2005 (*siehe Kapitel 2 Welche Regelungen für Bauprodukte gibt es bereits?*). Damit war der Weg frei und Deutschland hat eine Grundlage für die gesundheitliche Bewertung von Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen bei Zulassungen von Bauprodukten durch das Deutsche Institut für Bautechnik, die auch die anderen Mitgliedstaaten der Europäischen Union akzeptieren müssen.

▼ Welche Stoffe und Stoffgruppen sind zu bestimmen?

Für die gesundheitliche Bewertung von Stoffen, die aus Bauprodukten ausgasen, zog der AgBB bereits verfügbare Informationen heran, die im günstigsten Fall Kenntnisse von Dosis-Wirkungs-Beziehungen enthalten. Daraus lassen sich Konzentrationsniveaus ermitteln, unterhalb derer keine nachteiligen Wirkungen für die menschliche Gesundheit zu befürchten sind.

Das umfangreichste Bewertungssystem sind die für den Arbeitsplatz geltenden Maximalen Arbeitsplatz-Konzentrationen (MAK-Werte), die die Senatskommission zur Prüfung Gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe der Deutschen Forschungsgemeinschaft, auch als MAK-Kommission bezeichnet, festlegt. Die MAK-Werte sind eine der Grundlagen für die Festlegung von Arbeitsplatzgrenzwerten nach den Technischen Regeln für Gefahrstoffe (TRGS) 900. Hält ein Gefahrstoff in der Luft am Arbeitsplatz diesen Wert ein, so sind für die Beschäftigten, die betriebsbedingt damit umgehen, bei einer wöchentlichen Arbeitszeit von 40 Stunden im Allgemeinen keine nachteiligen gesundheitlichen Wirkungen und unangemessene Belästigungen zu befürchten.

So ohne weiteres sind MAK-Werte (oder vergleichbare Arbeitsplatz-Werte) aber nicht auf bewohnte Innenräume zu übertragen. Die Konzentrationen von unerwünschten Stoffen sind an Arbeitsplätzen im Allgemeinen höher und die tägliche Exposition der Beschäftigten ist mit durchschnittlich acht Stunden weitaus kürzer als die von Nutzerinnen und Nutzern einer Wohnung. Diese und weitere Gesichtspunkte (siehe Kasten 4) hat der AgBB bei der Übertragung auf Innenräume, wie Wohnungen, Schulen und Kindergärten, einbezogen und bei der Festlegung von **NIK-Werten** (NIK steht für die **N**iedrigste **I**nteressierende **K**onzentration) Sicherheitsfaktoren, meist 100, angewandt. Der AgBB hat bisher für 170 Substanzen NIK-Werte festgelegt

(Stand September 2005) und in einer Liste zusammengestellt. Darunter befinden sich auch Stoffe mit mutagener oder reproduktionstoxischer Wirkung oder mit Verdacht auf solche Wirkungen (Erläuterung der Begriffe und Abkürzungen: siehe *Anhang 3 Glossar*).

Kasten 4

Kriterien	Bedingungen in der Wohnung	Bedingungen am Arbeitsplatz
Aufenthaltszeit/Exposition	„Dauer“-Exposition	Wechselnde und regelmäßig unterbrochene Arbeitsplatzbelastung
Risikogruppen	Kinder und alte Menschen	Kommen am Arbeitsplatz entweder gar nicht vor oder werden besonders geschützt, wie Schwangere und Allergiker
Messtechnische und medizinische Überwachung	Fehlt, prinzipiell undefinierte Gesamtexposition	Vorhanden

Einzelstoffbetrachtungen vermitteln allerdings nur ein unvollständiges Bild, da Menschen in Gebäuden immer einer Vielzahl flüchtiger Substanzen ausgesetzt sind. Der AgBB greift diesen Sachverhalt mit dem **Summenparameter** TVOC auf (siehe Kasten 5). Er betont, dass dieser TVOC-Wert wegen der schwankenden Zusammensetzung des in der Innenraumluft auftretenden Gemisches keine toxikologische Basis haben kann. Die Erfahrung zeigt aber, dass mit steigender TVOC-Konzentration die Wahrscheinlichkeit für gesundheitliche Beschwerden und Störungen zunimmt.

Wegen möglicher von flüchtigen organischen Verbindungen hervorgerufener **Geruchsempfindungen** hat der AgBB auch die sensorische Prüfung als wichtiges Element in das Bewertungsschema aufgenommen. Einschränkend ist hierzu allerdings zu bemerken, dass noch kein abgestimmtes und allgemein anerkanntes Verfahren zur Geruchsbewertung zur Verfügung steht. Grundlegende Arbeiten hierzu leisteten die Wissenschaftler in dem in dieser Broschüre vorgestellten Forschungsprojekt.

▼ Wann taugt ein Bauprodukt für den Innenraum?

Das AgBB-Schema sieht für die Erfassung und Bewertung von Emissionen ein schrittweises Vorgehen vor (siehe Bild 3).

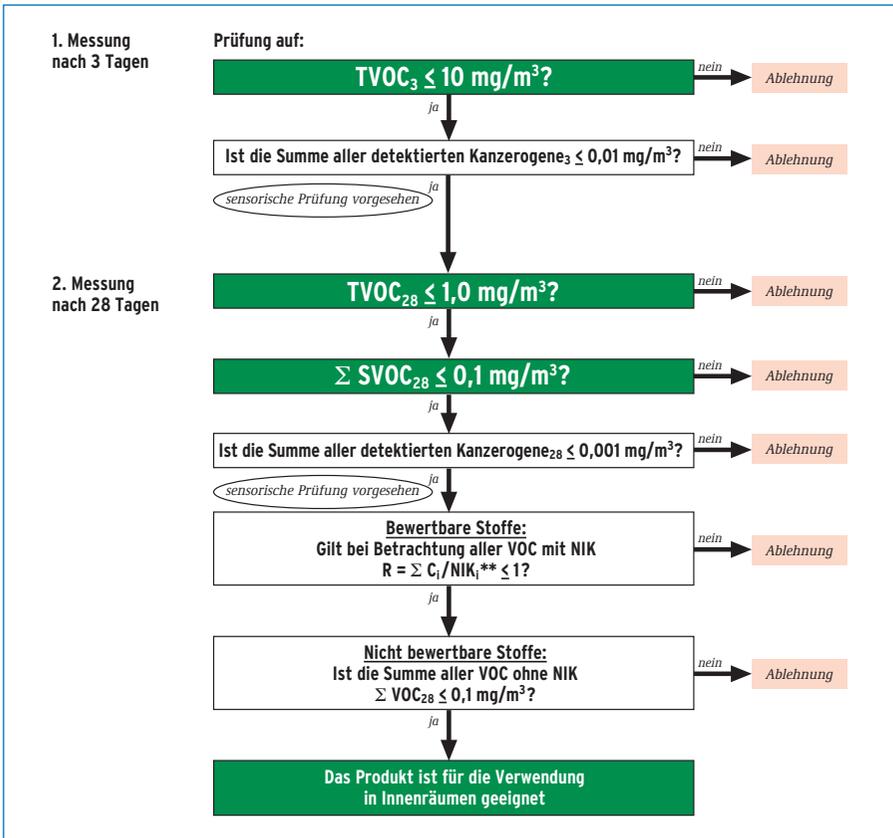


Bild 3: Schema zur gesundheitlichen Bewertung von VOC- und SVOC-Emissionen aus Bauprodukten (Stand September 2005)

Zur Feststellung von Emissionen untersucht das Prüfinstitut die Bauprodukte in Prüfkammern nach vorgegebenen Vorschriften (mehr dazu in *Kapitel 4 Wie werden Emissionsdaten gewonnen?*). Dabei sind bestehende Normen (DIN, ISO, EN) zu beachten. Zu den vorgeschriebenen Prüfbedingungen gehört, dass 3 und 28 Tage nach Versuchsbeginn die Kammerluft auf flüchtige organische Verbindungen, die aus den Materialproben der Bauprodukte ausgasen, zu untersuchen ist. Dabei ist die Konzentration der Verbindungen nach den in Kasten 5 aufgeführten Klassen flüchtiger organischer Verbindungen zu bestimmen. Die Klassierung richtet sich nach der Anzahl der Kohlenstoff-Atome (C), die als Index angegeben ist. Überschreitet eine Verbindung eine bestimmte Konzentration, so identifiziert das Prüfinstitut diese und bestimmt deren Konzentration (*siehe auch Kapitel 4 Wie werden Emissionsdaten aus Bauprodukten gewonnen?*).

Kasten 5

Klassen der flüchtigen organischen Verbindungen, die nach dem AgBB-Schema zu bestimmen sind		
VOC	Volatile Organic Compounds	Alle Einzelstoffe flüchtiger organischer Verbindungen im Bereich C ₆ bis C ₁₆
TVOC	Total Volatile Organic Compounds	Summe aller Einzelstoffe von VOC mit Konzentrationen $\geq 5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ² im Bereich C ₆ bis C ₁₆
SVOC	Semi-Volatile Organic Compounds	Alle Einzelstoffe schwerflüchtiger organischer Verbindungen im Bereich $> C_{16}$ bis C ₂₂
ΣSVOC	Summe der Semi-Volatile Organic Compounds	Summe aller Einzelstoffe von SVOC mit Konzentrationen $\geq 5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Bereich $> C_{16}$ bis C ₂₂

¹ Retentionsbereiche nach DIN ISO 16000-6;
² Angaben in Mikrogramm pro Kubikmeter; 1 μg ist ein millionstel Gramm

Erfüllt ein Bauprodukt die Anforderungen des AgBB-Schemas (siehe Kasten 6), entstehen nach heutigem Stand des Wissens bei Verwendung dieses Bauproduktes keine gesundheitlich bedenklichen Raumluftbelastungen.

Kasten 6

Wann ist ein Bauprodukt für die Verwendung im Innenraum geeignet?	
Erste Messung am 3. Tag	<ul style="list-style-type: none"> ▶ TVOC $\leq 10 \text{ mg}/\text{m}^3$ ▶ Summe aller detektierbaren Kanzerogene $\leq 0,01 \text{ mg}/\text{m}^3$ ▶ Sensorische Prüfung²
Zweite Messung am 28. Tag	<ul style="list-style-type: none"> ▶ TVOC $\leq 1,0 \text{ mg}/\text{m}^3$ ▶ Σ SVOC $\leq 0,1 \text{ mg}/\text{m}^3$ ▶ Summe aller detektierbaren Kanzerogene $\leq 0,001 \text{ mg}/\text{m}^3$ ▶ Bewertbare Stoffe: alle VOC mit NIK: $R \leq 1$¹ ▶ Nicht bewertbare Stoffe: Summe aller VOC ohne NIK: $\leq 0,1 \text{ mg}/\text{m}^3$ ▶ Sensorische Prüfung²

¹ R ist eine Verhältniszahl, gebildet aus gemessener VOC-Konzentration zu NIK,
² Vorsorglich aufgenommen, bisher steht noch kein abgestimmtes Verfahren zur Verfügung
 1 mg ist ein tausendstel Gramm

Das AgBB-Schema ist ebenso wie weitere Prüfkriterien, zu denen beispielsweise Rezepturangaben und der Ausschluss bestimmter gefährlicher Stoffe gehören, Bestandteil der **Grundsätze zur gesundheitlichen Bewertung von Bauprodukten in Innenräumen**, die dem Deutschen Institut für Bau-technik als Beurteilungsgrundlage für die Erteilung allgemeiner bauauf-sichtlicher Zulassungen dienen (siehe *Kapitel 2 Welche Regelungen für Baupro- dukte gibt es bereits?*). Bauprodukte mit allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung kennzeichnet das Übereinstimmungszeichen (Ü-Zeichen, siehe Bild 4).

An dem zusätzlichen Hinweis „Emissionsgeprüft nach DIBt-Grundsätzen“ ist zu erkennen, dass eine Untersuchung gemäß AgBB-Schema erfolgt ist. Das erste Bauprodukt, welches das dafür zuständige Deutsche Institut für Bau-technik im Jahr 2005 zuließ, war ein textiler Bodenbelag. Inzwischen hat das Institut mit Emissionsprüfung Kaut- schuk-, PVC- und Linoleum-Bodenbeläge so- wie Laminatböden zugelassen.

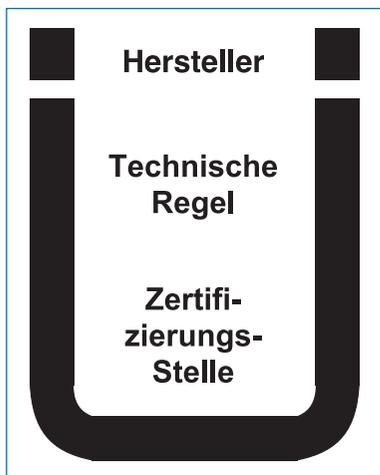


Bild 4: Übereinstimmungszeichen für Bauprodukte

Weitere Bauprodukte sollen und werden folgen. Der Hersteller muss bei seinen Pro- dukten im Falle der erteilten Zulassung das Ü-Zeichen mit dem Hinweis „Emissionsge- prüft nach DIBt-Grundsätzen“ entweder auf dem Produkt, der Verpackung oder dem Beipackzettel anbringen. Die zugelassenen Bauprodukte sind auf den Internetseiten unter www.dibt.de veröffentlicht. Die Re- cherche nach einzelnen Bauprodukten und deren Zulassungskriterien, zum Beispiel, ob sie auch emissionsgeprüft sind, ist aller- dings kostenpflichtig.

4 WIE WERDEN EMISSIONSDATEN GEWONNEN?

Ob flüchtige organische Verbindungen aus Bauprodukten zu nachteiligen gesundheitlichen Wirkungen führen können, ist nur dann zu beurteilen, wenn die emittierten Substanzen und deren Konzentration bekannt sind. Hierzu sind Messungen in einem aufwändigen Untersuchungsprogramm, dem das AgBB-Schema zugrunde liegt, erforderlich (siehe *Kapitel 3 In Deutschland gilt für die Beurteilung von Emissionen das AgBB-Schema*).

In dem hier vorgestellten Forschungsprojekt teilten sich die Laboratorien der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung und des Hermann-Rietschel-Instituts diese Aufgabe. Sie kauften im Handel gängige Bauprodukte, die auch Verbraucherinnen und Verbraucher kaufen können. Kasten 7 informiert über die einzelnen Produktgruppen und die Zahl der jeweils untersuchten Produkte. Die Produktauswahl hat orientierenden Charakter und ist keineswegs repräsentativ.

Kasten 7

Bauprodukte	Produktgruppen	Anzahl der untersuchten Produkte
Flüssige und pastöse Produkte	Lacke, Lasuren	
	Dispersionswandfarben	12
	Kunsthartzertigputze	6
	Kleber	4
	Acryldichtungsmassen	7
Feste Produkte	Silikondichtungsmassen	6
	Glasfaservlies	1
	Laminatboden	1
	Korkbodenbeläge	2
	Holzwerkstoffe	8
	Gipskartonplatte	1
	Massivholz	2

Die Wissenschaftler untersuchten die Proben dieser Produkte unter gleichbleibenden Versuchsbedingungen. Das gewährleistete vergleichbare und reproduzierbare Ergebnisse. Sie analysierten und bewerteten die Luftproben

aus der Prüfkammer nach einer Verweildauer der Materialprobe von einem, drei, zehn und 28 Tagen.

Die folgende Darstellung der Untersuchungen vermittelt einen Eindruck von den einzelnen Arbeitsschritten. Diese reichten von der Probenahme und Probenvorbereitung, über die Gewinnung von Luftproben mit den freigesetzten flüchtigen organischen Verbindungen in speziellen Emissionskammern, die chemische Analytik der Emissionen mittels moderner hochauflösender Geräte sowie die geruchliche Beurteilung mittels Probandenkollektiv und einer „künstlichen Nase“ (Multigasensor) bis hin zur IT-gestützten Auswertung der Ergebnisse. Nähere Einzelheiten sind im Abschlussbericht des Forschungsprojektes nachzulesen (siehe auch *Anhang 4 Berichte, Broschüren, Faltblätter, Internetadressen*).

▼ Mit dem Öffnen der Verpackung beginnt die Untersuchung

Bei **flüssigen und pastösen Produkten** entnehmen die Wissenschaftler aus den original verschlossenen Gebinden (Tuben, Dosen, Eimer) Proben in definierter Menge und trugen sie in der Regel auf geruchsneutrale und nicht saugfähige Trägermaterialien auf. Die jeweilige Schichtdicke richtete sich nach den vom Hersteller empfohlenen Angaben. Nach einer Trocknungszeit von ein bis zwei Stunden brachten sie jede Probe einzeln in eine Prüfkammer ein.



Bild 5: Einbringen einer Dichtungsmasse in eine Aluminium-U-Profilsschiene

Die Wissenschaftler drückten die Dichtungsmassen in eine U-Profil-Schiene aus Aluminium (Bild 5), während sie Kunstharzfertigputze (Bild 6), Kleber, Dispersions- und Latex-Wandfarben sowie Lacke und Lasuren mit Spachtel, Rakel oder Pinsel in der Regel auf Glasplatten, Tiefengrund auf Gipskarton (Bild 7) und Fußbodenlack auf eine Estrichprobe auftrugen.

Bei **festen Produkten**, wie Holzwerkstoffplatten (Spanplatten und OSB), Laminat- und Korkbodenbeläge, Gipskartonplatten und Massivholz, nahmen die Wissenschaftler die Proben aus der Mitte des Stapels oder der Verpackung, um Einflüsse durch längeres offenes



Bild 6: Auf eine Glasplatte aufgetragener Kunstharzfertigputz

Lagern zu vermindern. Sie schnitten Proben in einer festgelegten Größe heraus und verschlossen bei allen festen Produkten die Flächen der Schnittkanten mit selbstklebender Aluminiumfolie, um nur Emissionen aus der Nutzfläche des Produktes zu erhalten (Bild 7).



Bild 7: Pinselauftrag von Tiefengrund auf Gipskarton, die Schnittkanten der Gipskartonprobe wurden mit selbstklebender Aluminiumfolie verschlossen.

▼ **Materialproben gasen in Prüfkammern aus**

Kernstück des Untersuchungsprogramms ist die Emissions- oder Prüfkammer, in der die Materialproben nach den Vorgaben des AgBB-Schemas für 28 Tage verweilen. Die Wissenschaftler betrieben die Prüfkammern unter konstanten Bedingungen vor allem hinsichtlich

Temperatur, relativer Luftfeuchtigkeit und Luftwechselrate, da diese Parameter das Emissionsverhalten entscheidend beeinflussen.

Sie verwendeten zwei verschiedene Prüfkammern, die nach dem gleichen Prinzip arbeiten: Über eine Zuleitung gelangt kontinuierlich gereinigte Luft in die Kammer, in der sich das zu untersuchende Material befindet und seine Emissionen abgibt. Die so verunreinigte Luft steht dann für chemische und sensorische Untersuchungen zur Verfügung. Dazu gewinnen die Fachleute die Luftproben über Entnahmestutzen. Die nicht für die Messung



Bild 8: Emissionskammer (Exsikkator) mit der Materialprobe einer Holzspanplatte, das Fassungsvermögen beträgt 20 Liter.

benötigte verunreinigte Luft führt das System als Abluft ab.

Die Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung untersuchte alle Bauprodukte in einer Kammer, die auf einem weiterentwickelten **Exsikkator** basiert (Bild 8).

Zur Qualitätssicherung der Geruchsbewertung verwendete das Hermann-Rietschel-Institut zusätzlich die Emissionskammer **CLIMPAQ** (Chamber for Laboratory Investigations of Materials, Pollution and Air Quality, Bild 9).

Mit der CLIMPAQ untersuchten die Wissenschaftler Duplikate einiger auf dem Untersuchungsprogramm stehender Bauprodukte. Sie betrieben die Kammer unter den gleichen konstanten Bedingungen, wie die

von der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung eingesetzte Emissionskammer. Aber ein wesentlicher Unterschied bestand darin, dass bei der CLIMPAQ die zugeführte Luft nicht einen so hohen Reinheitsgrad aufwies, wie in der anderen Emissionskammer. Denn im Gegensatz zu den Luftproben für die chemischen Analysen ist für sensorische Bewertungen lediglich darauf zu achten, dass die Luft geruchsneutral und kaum belastet ist. Einflüsse durch kleine Mengen an Substanzen in der Luft wirken sich kaum aus, wenn sie erst bei höherer Konzentration geruchlich wahrnehmbar sind.



Bild 9: Ansicht der Emissionskammer CLIMPAQ, die ein Fassungsvermögen von etwa 35 Litern hat. Der Raum, der für die Materialprobe vorgesehen ist, ist jeweils auf der Seite der Luftzuführung und der Luftabführung durch eine Drahtgaze abgetrennt. Sie bewirkt, dass der Luftstrom laminar über die Materialprobe hinwegstreicht.

▼ Um welche chemischen Verbindungen handelt es sich?

Die aus den Prüfkammern gewonnenen Luftproben untersuchten die Wissenschaftler auf VVOC, VOC und SVOC (siehe Kasten 8). VVOC und VOC

gasen bei Zimmertemperatur schneller und in höherer Konzentration aus als SVOC. Das liegt an deren Siedepunkt, der mit wachsendem Molekulargewicht steigt. Die Analytik nutzt das unterschiedliche Siedeverhalten.

Das Analysensystem ist modular aufgebaut. Die einzelnen Geräte sind teilweise aneinandergesekoppelt.

Kasten 8

Verbindungen	Englische Abkürzung	Siedebereiche		
Leichtflüchtige organische Verbindungen	VVOC	< 0 °C	bis	50–100 °C
Flüchtige organische Verbindungen	VOC	50–100 °C	bis	240–260 °C
Schwerflüchtige organische Verbindungen	SVOC	240–260 °C	bis	280–400 °C

In Abhängigkeit von der zu identifizierenden flüchtigen organischen Verbindung kamen unterschiedliche **Sammelverfahren** zum Einsatz, mit denen die Wissenschaftler für die einzelnen Analysen zwischen 0,2 und 30 Liter Luft entnahmen. Hierzu verwendeten sie Sammelröhrchen oder -kartuschen, die sie an die Emissionskammer anschlossen. Mit Hilfe einer Pumpe durchströmte die zu untersuchende Luftprobe kontinuierlich den Sammler. An der in den Sammlern befindlichen Festphase lagern sich die in der Luftprobe enthaltenen flüchtigen organischen Stoffe an. Für den Nachweis von VVOC dienten als Festphasen Carbotrap und Carboxen, das sind Polymere auf Kohlenstoffbasis. Für die Bestimmung von VOC diente als Adsorbens Tenax TA (Bild 10), ebenfalls ein Polymer, für SVOC zusätzlich Polyurethanschaum (Bild 11).

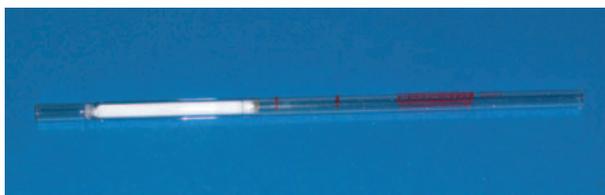


Bild 10: Komerzielles selbst befülltes Tenax-TA-Sammelröhrchen für die Adsorption von VOC

Anschließend wurden die an die Trägermaterialien der Sammelröhrchen angelagerten VOC-Gemische durch **Desorption** für die weitere Analytik freigesetzt. Dies geschah im Falle der

Carbotrap/Carboxen- und Tenax-TA-Röhrchen durch so genannte Thermodesorption unter kontrollierter Hitzeeinwirkung. Der Polyurethanschaum



Bild 11: Ein mit Polyurethanschäum selbst bestücktes Sammelröhrchen (weiß im Bild) für die Adsorption von SVOC, hier während der Probenahme.

wurde demgegenüber mit Aceton im Ultraschallbad desorbiert und das Eluat im Rotationsverdampfer eingengt. Für die Auftrennung des komplexen Stoffgemisches in einzelne Verbindungen kam davon eine Probe anschließend in den **Gaschromatografen** (siehe Kasten 9).

Kasten 9

So funktioniert der Gaschromatograf (GC)

Die Probe wird mit einem geeigneten System (Spritze oder thermische Desorption) auf die Trennsäule, die sich in einem temperaturgeregelten Säulenofen befindet, aufgetragen. Sie besteht in der Regel aus einer 30 bis 60 m langen, spiralförmig aufgewickelten Quarzkapillare. In der Trennsäule befindet sich die stationäre Phase. Die mobile Phase, häufig dient hierfür das Gas Helium, transportiert die Verbindungen durch die Säule. Die Auftrennung des Stoffgemisches in einzelne Verbindungen erfolgt durch unterschiedlich starke Wechselwirkungen mit der stationären Phase. Je niedriger die Temperatur und je stärker die Wechselwirkungen mit der stationären Phase sind, umso langsamer wandern die Substanzen durch die Säule.

Wenn eine Substanz – in Abhängigkeit von der Retentionszeit – die Säule verlässt, erzeugt das im nachgeschalteten Detektorsystem ein elektronisches Signal. Als Detektorsystem dient ein Flammenionisationsdetektor oder – wie im Forschungsprojekt – ein Massenspektrometer (siehe Kasten 10).

Die Registrierung der Signale erfolgt rechnergestützt. Vom Computer aufgezeichnet und verarbeitet, kann der Forscher sie am Monitor verfolgen und für eine Auswertung speichern.

Das resultierende **Chromatogramm** zeigt die Detektorsignale als Peaks in Abhängigkeit von den Retentionszeiten. Die Peakfläche ist ein Maß für die Konzentration der jeweiligen Einzelverbindung in der Luftprobe. Die Anzahl der Peaks gibt Aufschluss über die Anzahl der im Gemisch enthaltenen Einzelverbindungen.

Die Identifizierung und Quantifizierung der Einzelverbindungen erfolgte in Kombination des Gaschromatografen mit angekoppeltem **Massenspektrometer** (siehe Kasten 10).

Kasten 10

So funktioniert das Massenspektrometer (MS)

Ein Massenspektrometer besteht aus einer Ionenquelle, die die gasförmigen Moleküle aus der Probe durch Elektronenbeschuss in typischer Weise fragmentiert und ionisiert, einem Massenanalysator, der die Ionen hinsichtlich ihres Masse/Ladungszahl-Verhältnisses auftrennt, und einem Detektor, der die Intensität der auftreffenden Ionen misst. So entsteht ein für jede Verbindung charakteristisches Massenspektrum mit mehreren Massenpeaks unterschiedlicher Intensität, gewissermaßen als „Fingerabdruck“.

Die Identifizierung erfolgt im Laboratorium über den Vergleich mit bekannten Substanzen, deren Massenspektren und Retentionszeiten charakteristisch sind. Liegen keine Vergleichssubstanzen vor, so kann ein Vergleich mit einer Massenspektren-Bibliothek erfolgen, die eine Datenbank der Anwendersoftware ist. Mit dieser Software lassen sich im Gaschromatogramm zu den Peaks dreidimensional auch die jeweiligen Massenspektren darstellen. Durch Kalibrierung des Systems mit Standards ist auch eine quantitative Bestimmung der Einzelverbindungen möglich.

Unter den flüchtigen organischen Verbindungen lassen sich Aldehyde und Ketone sehr empfindlich durch die Reaktion dieser VOC mit dem Stoff DNP (2,4-Dinitrophenylhydrazin) nachweisen. Für die Entnahme der Luftproben verwendeten die Wissenschaftler daher eine Sammelkartusche (Bild 12), deren

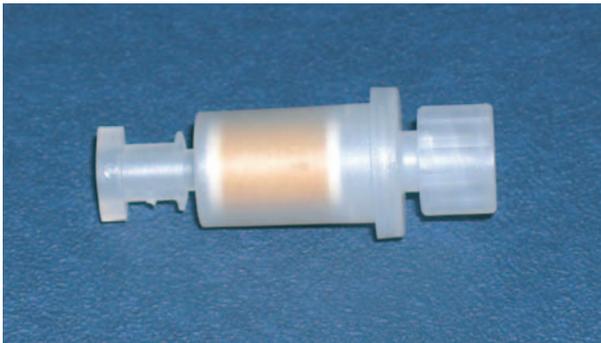


Bild 12: Kommerzielle Sammelkartusche, die DNP auf einem Kieselgelträger enthält, für die Adsorption von Aldehyden und Ketonen.

ren Kieselgelträger mit DNP beschichtet war. Durch anschließende Elution extrahierten sie das resultierende Reaktionsprodukt und trennten es im **Hochdruckflüssigchromatografen** in die Einzelverbindungen auf, nachdem sie es mittels Injektor auf die Trennsäule aufgetragen hatten (siehe Kasten 11).

So funktioniert ein Hochdruckflüssigchromatograf (HPLC)

Die Probe wird auf die Trennsäule über eine Probenschleife aufgetragen. Im Unterschied zum GC (Kasten 9) besteht beim HPLC die mobile Phase aus einer Flüssigkeit – meist ein organisches Lösungsmittel, oft auch Wasser. Sie transportiert mit hohem Druck die Probe durch die Säule. Das Stoffgemisch trennt sich in Abhängigkeit von der Stärke der Wechselwirkungen mit der stationären Phase in einzelne Verbindungen auf. Die Einzelsubstanzen treten dann zu jeweils charakteristischen Retentionszeiten am Ende der Trennsäule aus, wo sie mit einem geeigneten Detektor nachgewiesen werden.

Häufig findet hierfür – wie im Forschungsprojekt – ein so genannter Diodenarraydetektor Verwendung. Dieser Detektor erzeugt kontinuierlich ein Spektrum im UV-Wellenlängenbereich. Die durch eine Durchflussmesszelle strömenden Substanzen absorbieren spezifisch einzelne Wellenlängenbereiche. Daraus ergeben sich substanzspezifische UV-Absorptionsspektren. Ein Computer zeichnet die Signale auf, woraus Chromatogramme resultieren. Er ist in der Lage, zu jedem Peak auch das entsprechende UV-Spektrum dreidimensional abzubilden.

Kapitel 5 erläutert die Ergebnisse der Prüfkammermessungen beispielhaft anhand einiger Chromatogramme von Emissionen aus Bauprodukten.

Als **Analysenergebnis** wird für das untersuchte Bauprodukt die Konzentration der identifizierten Verbindung in der Kammerluftprobe in Milligramm – also einem tausendstel Gramm – pro Kubikmeter Luft (mg/m^3) angegeben. Um eine gesundheitliche Bewertung nach dem AgBB-Schema vornehmen zu können, berechneten die Wissenschaftler außerdem die jeweilige Summe der VOC und SVOC (TVOC, TSVOC) sowie den dimensionslosen R-Wert (mehr dazu siehe *Kapitel 3 In Deutschland gilt für die Beurteilung von Emissionen das AgBB-Schema*).

▼ ... und riechen sie auch?

Trotz der immer besser werdenden analytischen Verfahren und der Entwicklung künstlicher Nasen gelingt es bis heute nicht, die **menschliche Nase** bei der Bestimmung der empfundenen Luftqualität zu ersetzen. Denn die Nase kann einige Substanzen in Konzentrationen wahrnehmen,

die unterhalb der Nachweisgrenzen der Messtechnik liegen, wohingegen sie für andere Substanzen unempfindlich sein kann. Die vom Menschen empfundenen Geruchsstärken lassen sich bisher zuverlässig nur ermitteln, wenn mehrere Personen die Proben bewerten. Die für den Riechvorgang erforderliche Luftmenge ist bei weitem größer als für die chemische Ana-



Bild 13: Probenahme- und Probendarbietungsgerät Air Probe. An der rechten Seite ist ein Bewertungstrichter aus Glas erkennbar. Für die Geruchsmessung der gleichmäßig ausströmenden Luftprobe hält der Proband seine Nase über den Trichter.



Bild 14: Vergleichsproben für die Prüfung der Geruchsintensität. Die Vergleichsproben entsprechen Konzentrationen zwischen 0 und 15 pi. 1 pi entspricht der Geruchsschwelle, bei der der Vergleichsstoff gerade wahrnehmbar ist. Je intensiver der Proband den Geruch empfindet, umso größer ist der Wert pi. Im Forschungsprojekt reichte die Skala bis 30. Den Probanden steht es frei, Geruchsintensitäten zu extrapolieren

lytik, da sie zur Erhöhung der Messgenauigkeit für ein Kollektiv von zehn Probanden reichen muss; das sind – dem Atemzugvolumen einer Person Rechnung tragend – insgesamt etwa 300 Liter.

Für die Entnahme und Darbietung der Luftprobe aus den im Forschungsprojekt eingesetzten Prüfkammern verwendete das Hermann-Rietschel-Institut das selbst entwickelte Gerät Air Probe (Bild 13).

Eine trainierte **Probandengruppe** bewertete zunächst die empfundene Geruchsintensität (Maßeinheit II, pi) der Probe durch den Vergleich mit mehreren anderen Proben, die einen Vergleichsstoff – meist Aceton, wie im Forschungsprojekt – in linear abgestufter Konzentration enthielten (siehe Bild 14).

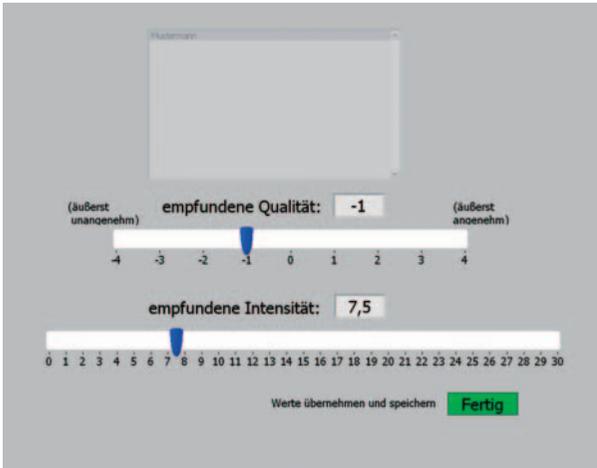


Bild 15: Datenerfassungssoftware für die sensorische Bewertung der Luftprobe

intensität wird, wie bereits erwähnt, in der Maßeinheit pi angegeben, während die hedonische Bewertung dimensionslos ist. Aus den subjektiv angegebenen Skalenwerten berechneten die Wissenschaftler jeweils Mittelwerte und Standardabweichungen und setzten sie mit der an den jeweiligen Untersuchungstagen gemessenen Konzentration von TVOC oder identifizierten Einzelverbindungen grafisch in Beziehung.

Anschließend beurteilten die Probanden die als „Hedonik“ bezeichnete empfundene Qualität auf einer Neun-Punkte-Skala zwischen „äußerst unangenehm“ (- 4) und „äußerst angenehm“ (+ 4). Für die IT-gestützte Auswertung trugen die Wissenschaftler die Angaben am Computer in eine Maske ein (Bild 15).

Das **Ergebnis** der Beurteilung der Geruchs-



Bild 16: Die im Forschungszentrum Karlsruhe entwickelte künstliche Nase Kamina beim Messvorgang über einem Bewertungstrichter

Bei einigen Bauprodukten verglichen die Wissenschaftler die Bewertung der Emissionen durch Probanden zeitgleich mit der durch **Multigassensoren**, auch als **künstliche Nasen** bezeichnet. Sie verwendeten hierfür die Luftproben aus der bereits erwähnten CLIMPAQ. An dem Trichter erfolgten die subjektiven Bewertungen der empfundenen Ge-

ruchsintensität durch die Probandengruppe und die Messung der Substanzen in der Probenluft mit dem Multigassensensorsystem.

Die künstliche Nase basiert auf einer Kombination verschiedener Sensoren in einem Messkopf, der für die Untersuchung von einem Liter der Luftprobe umspült wird (Bild 16).

Die Sensoren des verwendeten Systems bestehen aus Metalloxid, an das sich sowohl geruchsaktive als auch geruchlose organische Verbindungen anlagern und dadurch den elektrischen Widerstand, gemessen in Ohm, erhöhen. Das **Ergebnis** ist ein Signalmuster, das sich aus der Summe der Signale ergibt. Die IT-gestützte Verarbeitung der Signale macht qualitative und quantitative Aussagen über die Stärke der Geruchsintensität möglich.

Einschränkend ist hinzuzufügen, dass sich die Beurteilung von Emissionen aus Bauprodukten mit der künstlichen Nase noch in der Entwicklung befindet. Die Forscher prüften daher, inwieweit die künstliche Nase durch die heute verfügbare Technik im Vergleich zur menschlichen Nase Ähnliches leisten kann und welche Entwicklungsarbeiten noch erforderlich sind.

5 UND DAS SIND DIE ERGEBNISSE DER PRÜFKAMMERMESSUNGEN

In dem in dieser Broschüre vorgestellten Forschungsprojekt prüften und bewerteten die Wissenschaftler nach gesundheitlichen Kriterien 50 verschiedene flüssige, pastöse und feste Bauprodukte auf die Emission flüchtiger organischer Verbindungen durch Vergleich mit den Vorgaben des AgBB-Schemas (siehe *Kapitel 3 In Deutschland gilt für die Beurteilung von Emissionen das AgBB-Schema*). Zum untersuchten Spektrum gehörten Lacke und Lasuren, Wandfarben, Kunstharzfertigputze, Kleber, Bodenbeläge, Glasfaservlies, Fugendichtungsmassen, Holzwerkstoffe und Gipskarton sowie geleimte Massivholzplatten. Diese Produktauswahl hat orientierenden Charakter und ist keineswegs repräsentativ. Einige Produkte untersuchten die Wissenschaftler zusätzlich in verschiedenen Kombinationen. So trugen sie für den Kammerversuch beispielsweise Anstrichmittel nicht nur auf „neutrale“ Glasplatten, sondern auch auf andere Bauprodukte, wie Gipskarton oder Holz, auf. Sie wiesen nach, dass die Kombination verschiedener Bauprodukte miteinander die Emissionen beschleunigen oder behindern kann.

Die wichtigsten Ergebnisse: Von den getesteten 50 Produkten hielten 36 die Prüfwerte des AgBB-Schemas ein. Das heißt, diese Produkte haben im Hinblick auf die Emission flüchtiger organischer Verbindungen die Mindestanforderungen der Bauordnungen zum Schutz der Gesundheit erfüllt. Tabelle 1 enthält die flüchtigen organischen Verbindungen, die bei den Produkten zu Beanstandungen führten. Vierzehn Produkte, vorwiegend Dichtungsmassen und Kunstharzfertigputze, überschritten die Vorgaben. Die Ergebnisse im Einzelnen sind in den folgenden Unterkapiteln bei den jeweiligen Produktgruppen dargestellt. Abkürzungen und Fachausdrücke, die beim Vergleich der Prüfergebnisse mit den Vorgaben des AgBB-Schemas benutzt werden, sind im Kapitel 3 *In Deutschland gilt für die Beurteilung von Emissionen das AgBB-Schema* sowie im *Anhang 3 Glossar* erläutert.

Bei den Emissionen handelte es sich um flüchtige organische Verbindungen, die bei höheren Konzentrationen vor allem zu Haut- und Schleimhautreizungen führen können. In einem Produkt wiesen die Wissenschaftler auch das Humankarzinogen Benzol und in zwei weiteren Produkten das reproduktionstoxische Dipropylenglykol nach.

Eines zeigte sich deutlich: Produkte von verschiedenen Herstellern – auch wenn sie einer Produktgruppe angehören – schnitten unterschiedlich ab und waren teilweise zu beanstanden. Daraus folgt: Jedes Produkt mit einer

Tabelle 1: Flüchtige organische Verbindungen, die nach dem AgBB-Schema zu Beanstandungen führten¹

Flüchtige organische Verbindungen	Nachgewiesen in den Produkten¹
Gemische von n- und iso-Alkanen C ₇ – C ₁₆ oder C ₁₄ – C ₁₈	Kunstharzfertigputz Silikondichtungsmasse
Benzol	Silikondichtungsmasse
Dipropylenglykol	Acryldichtungsmasse Kunstharzfertigputz
Gemisch verschiedener Ester	Fußbodenlack, Kunstharzfertigputz
Essigsäure	Holzspanplatte
Ethandiol	Acryldichtungsmasse Kunstharzfertigputz
Methylisothiazolinon	Kunstharzfertigputz
Propandiol	Fußbodenlack
Siloxane	Silikondichtungsmasse

¹ R-Wert >1 und/oder Hauptkomponente bei der Überschreitung der Konzentration von TVOC oder SVOC und/oder der Kanzerogene am dritten und/oder 28. Tag

eigenen Rezeptur ist als Einzelfall zu betrachten und zu prüfen. Erfreulich ist, dass es in fast allen untersuchten Produktgruppen auf dem Markt schadstoff- und emissionsarme Erzeugnisse gibt, die mit dem Umweltzeichen Blauer Engel gekennzeichnet sind. Kasten 12 informiert darüber. Diese Produkte sind eindeutig die bessere Wahl (siehe auch *Kapitel 6 Die Kennzeichnung gesundheits- und umweltverträglicher Bauprodukte ist kein deutscher Alleingang, Unterkapitel Der Blaue Engel ist strenger als das AgBB-Schema*).

Ein weiterer Schwerpunkt des Forschungsprojektes war es, die flüchtigen organischen Verbindungen, die in die Prüfkammer ausgasen, nicht nur chemisch zu bestimmen und zu identifizieren, sondern auch einer sensorischen, das heißt, geruchlichen Prüfung zu unterziehen. Die sensorische Prüfung ist derzeit noch ein „Merkposten“ im AgBB-Schema. Wegen fehlender Voraussetzungen für die Bewertung können Prüfinstitute sie noch nicht in der Routine durchführen. Das Forschungsprojekt liefert mit seinen Ergebnissen wichtige Vorarbeiten, damit sich dies ändert.

Die sensorische Bewertung von Geruchsintensität und Geruchsqualität durch eine Probandengruppe brachte zusätzliche Informationen. Die Pro-

Kasten 12

Im Forschungsprojekt untersuchte Produktgruppen, für die auch das Umweltzeichen Blauer Engel vergeben wird	
Lacke, Lasuren, Grundierungen	Schadstoffarme Lacke RAL-UZ 12a
Wandfarben	Emissionsarme Wandfarben RAL-UZ 102
Fußbodenkleber	Emissionsarme Bodenbelagsklebstoffe und andere Verlegewerkstoffe RAL-UZ 113
Laminatboden und Korkfertigparkett	Emissionsarme Produkte aus Holz und Holzwerkstoffen RAL-UZ 38
Korkbodenbelag	Elastische Fußbodenbeläge RAL-UZ 120
Fugendichtungsmassen	Emissionsarme Dichtstoffe für den Innenraum RAL-UZ 123
Spanplatten und OSB	Emissionsarme Holzwerkstoffplatten RAL-UZ 76
Möbelplatten aus Holz	Emissionsarme Produkte aus Holz und Holzwerkstoffen RAL-UZ 38

banden beurteilen die Emissionen aller untersuchten Bauprodukte teilweise bis zur Prüfung nach 28 Tagen mehr oder weniger intensiv und meist – von wenigen Ausnahmen abgesehen – als unangenehm. Die zeitgleich dazu bestimmten flüchtigen organischen Verbindungen ergaben für diese Beurteilung kaum Anhaltspunkte, welche Substanzen die unangenehmen Eindrücke hervorrufen. Die folgenden Unterkapitel stellen ausgewählte Ergebnisse vor und beschreiben, wie weit es in diesem Zusammenhang mit dem Einsatz einer elektronischen „Künstlichen Nase“ bestellt ist, die die Wissenschaftler in diesem Projekt auch untersuchten.

▼ Die „bunte“ Palette der Lacke und Lasuren

Der Anstrich mit Lacken und anderen Beschichtungsmitteln (siehe Kasten 13) soll nicht nur das Aussehen verbessern, sondern auch die Oberfläche schützen. Die Anstrichmittel können glatt, strukturiert, durchscheinend, glänzend, matt, wasserfest oder abwischbar oder zur Versiegelung von Dielen oder Parkett besonders schmutz- und kratzfest sein – um nur einige Eigenschaften zu nennen. Farben und Lacke werden umgangssprachlich in einen Topf geworfen. Eigentlich ist der Begriff Farbe der Sinnesempfindung des Auges vorbehalten. Aber man benutzt ihn zusammengesetzt bei Dispersionswandfarben (siehe *Unterkapitel „Wandmaleien“ und Klebeaktionen*).

Was sind Lacke und Lasuren?

Bei Deck- oder Buntlacken ist der Anteil der Pigmente sehr hoch und deckt dadurch die Oberflächenstruktur des Untergrundes ab. Klarlacke und viele Grundierungen haben keine Pigmente.

Bei Lasuren ist der Anteil der Pigmente gering, sodass die Oberflächenstruktur durchscheint. Da häufig auch der Anteil an Bindemitteln gering ist, entstehen dünne, wenig schützende Schichten. Lasuren gibt es vor allem für Holz.

Tiefengrund besteht aus einem geringen Anteil an Bindemitteln, die in Lösemitteln (einschließlich Wasser) fein dispers verteilt sind.

Die Produktpalette ist sehr vielfältig. Aber grundsätzlich bestehen diese Produkte aus Lösemitteln (oder Verdünnungsmitteln), Bindemitteln, Pigmenten, Füllstoffen und Zusatzstoffen oder Hilfsstoffen.

Lösemittel halten die Bindemittel und Pigmente flüssig. Sie verdunsten nach dem Verarbeiten, so dass der Anstrich trocknet, sich verfestigt und einen Film bildet. Die Lösemittel können entweder Wasser oder organische Lösemittel sein. Die meist farblosen Bindemittel haben „klebende“ Eigenschaften und verbinden das Pigment mit dem jeweiligen Untergrund. Es gibt anorganische Bindemittel, wie Kalk und Zement, und organische aus Natur- und Kunstharzen. Hierzu gehören Acrylate und Polyvinylacetate. In Wasser sind die Harzteilchen nicht löslich, sondern fein verteilt und bilden Dispersionen. Das Pigment verleiht der gestrichenen Fläche die gewünschte Farbigkeit. Auch hier gibt es anorganische und organische sowie jeweils natürliche und synthetische Pigmente. Zu natürlichen anorganischen Pigmenten gehören beispielsweise Kreide, die auch als Füllstoff verwendet wird, und zu synthetischen anorganischen Titanweiß und Kobaltblau. Zu natürlichen organischen Pigmenten zählen Indigo und Chlorophyll. Aus „reiner Chemie“ sind synthetische organische Pigmente, wie das blaue Phthalocyanin. Diverse Hilfsmittel verleihen dem Lack weitere Eigenschaften: Sie konservieren, sorgen für Filmbildung oder eine bestimmte Elastizität oder Weichheit, verhindern „Hautbildung“ im Gebinde und bewirken eine bestimmte Viskosität, die das Anstrichmittel tropffrei machen. Konservierungsmittel sind biozide Stoffe, die verhindern sollen, dass der Anstrichstoff im Gebinde durch Mikroorganismen – hauptsächlich Pilze – unbrauchbar wird. Meist verwenden Hersteller Formaldehydabspalter oder Isothiazolinone.

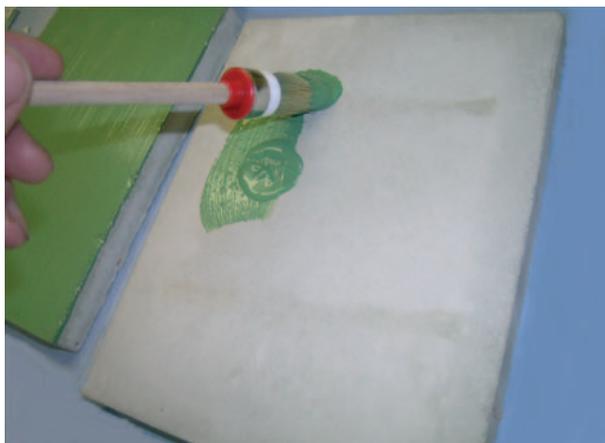


Bild 17: Pinselauftrag von Acrylat-Fußbodenlack auf Estrich zur Vorbereitung der Prüfkammermessung

Die Forscher untersuchten sechs verschiedene Lacke, darunter eine Lasur. Einen **Acrylat-Fußbodenlack**, der besonders zur Versiegelung von Beton geeignet ist, prüften sie auf Glas und auf Estrich (siehe Bild 17). Er ist der einzige Lack, der in beiden Fällen nicht den gesundheitlichen Anforderungen des AgBB-Schemas genügte. Noch am 28. Tag waren zu hohe Emis-

sionen flüchtiger organischer Verbindungen – vor allem nicht näher identifizierbare Ester – festzustellen. Beim Farbauftrag auf Estrich führte die zu hohe Emission von Propylenglykol außerdem noch zur Überschreitung des R-Wertes. Auf Glas war die Emission dieser Verbindung nur am ersten und dritten Tag sehr hoch und fiel danach stark ab. Auf Estrich war demgegenüber die anfängliche Konzentration nicht so hoch, hielt sich dann aber bis zum 28. Tag in einer zu beanstandenden Höhe.

Die Ursache dafür ist in dem Trägermaterial zu sehen. Estrich ist porös, so dass Lackbestandteile in dieses Material zunächst eindringen und dann verzögert emittieren. Dem Propylenglykol, das Hersteller als Lösungsmittel einsetzen, schreiben Toxikologen eine schwach sensibilisierende Wirkung beim Menschen zu.

Alle anderen geprüften Produkte, wie ein **Alkydharz-Fußbodenlack** und die anderen acrylbasierten mit Wasser verdünnbaren Anstrichmittel **Holzlasur**, **Parkettsiegellack** auf Buchenholz und deckender **Buntlack** auf Kiefernholz waren nicht zu beanstanden. Bei dem Buchen- und Kiefernholz handelte es sich um geleimtes Massivholz. Beide Hölzer erfüllten für sich alleine geprüft ebenfalls die Anforderungen des AgBB-Schemas (siehe *Unterkapitel Möbel aus Buche und Kiefer*). Bemerkenswert ist, dass aus dem Kiefernholz durch den Lackauftrag die Terpen-Emissionen gegen Ende des Prüfkammerversuches anstiegen, was Wissenschaftler in dieser Form bisher noch nicht beobachteten. Die Konzentrationen waren aber nicht so hoch, dass sie zur Beanstandung geführt hätten.

Bei beiden **Fußbodenlacken** boten die Konzentrationen von TVOC oder der identifizierten geruchsaktiven Substanzen, wie Propandiol, Benzylalkohol oder Essigsäure, keine Anhaltspunkte für die wahrgenommene Geruchsintensität. Die Probanden beurteilten die Geruchsemissionen als ähnlich intensiv und in der hedonischen Wirkung vergleichbar unangenehm.

Bei der **Kiefernholzplatte ohne** und **mit Lackauftrag** beurteilten in beiden Fällen die Probanden den Geruch als ähnlich intensiv (siehe Abbildung 1). Interessant ist, dass sich der unangenehme Eindruck bei der Kiefernholzplatte mit Farbauftrag abschwächte und in Richtung angenehm verschob. Dieser Verlauf stimmt sehr gut mit der steigenden Emission der Terpene überein, während es wiederum keine Korrelation zum Verlauf der TVOC Emissionen gibt.

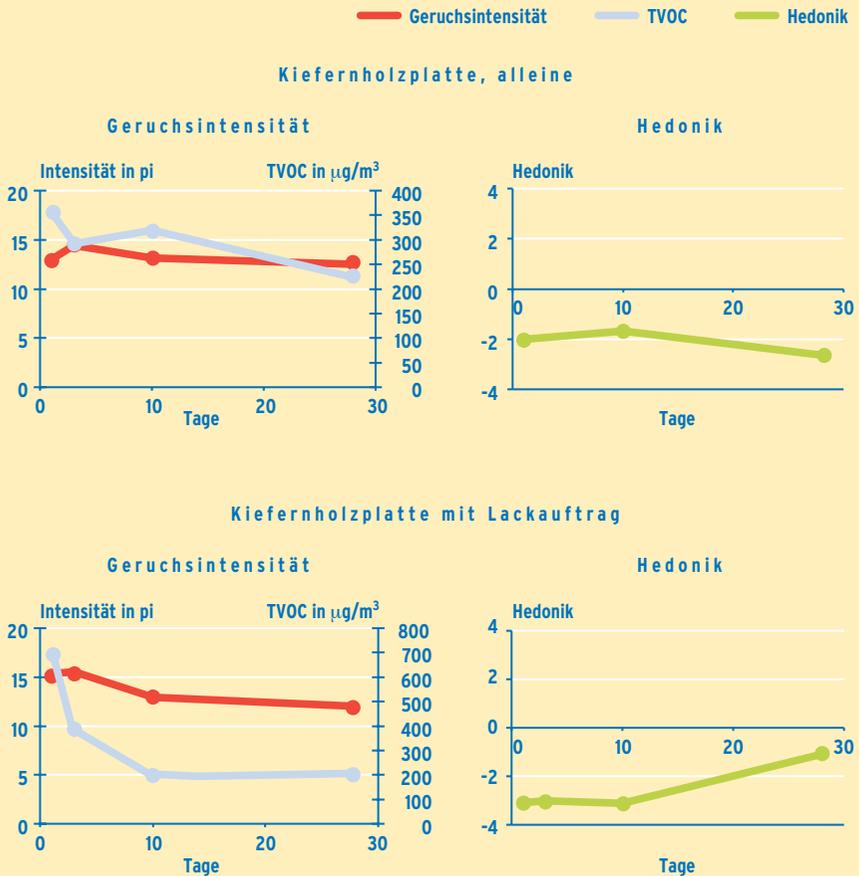
Mit dem **Tiefengrund**, der – allein geprüft – ebenfalls die gesundheitliche Bewertung bestanden hat, behandelten die Wissenschaftler eine Gipskartonplatte (siehe auch *Unterkapitel Holzwerkstoffe und Gipskarton für Fußboden, Verkleidungen und Trennwände*). Die Grundierung wirkte wie eine Sperrschicht und verminderte die wenn auch geringe Formaldehydemission aus dem Gipskarton. Dies ist auf das besonders fein dispers verteilte Bindemittel im Tiefengrund zurückzuführen, das die Poren des saugfähigen Materials verschließt.

Diese Sperrwirkung beobachteten die Probanden auch bei der sensorischen Prüfung. Sie nahmen die Emissionen der mit Tiefengrund behandelten Gipskartonplatte weniger intensiv wahr als die der unbehandelten (siehe Abbildung 2).

Im Großen und Ganzen sind die Ergebnisse der Prüfkammermessungen zufrieden stellend. Hervorzuheben ist, dass bei den Fußbodenlacken hinsichtlich der Emissionen der organische Lösungsmittel enthaltende Alkydharzlack die Anforderungen des AgBB-Schemas erfüllte und der wasserbasierte Acrylatlack nicht. Das zeigt, dass die Wasserlöslichkeit allein kein Kriterium für die Gesundheits- oder Umweltverträglichkeit ist, sondern auch eine Prüfung nach dem AgBB-Schema erfolgen muss. Aus anderen Untersuchungen ist bekannt, dass wasserbasierte Acrylatlacke üblicherweise die Prüfwerte des AgBB-Schemas einhalten. Alkydharzlacke besitzen einen hohen Anteil an Lösemitteln. Unstrittig ist, dass diese während der Verarbeitung und bei der Trocknung verdampfen und dadurch nicht nur schädigend auf die Gesundheit wirken können, sondern auch zur Entstehung von Sommersmog beitragen.

Ein Vergleich der Emissionsdaten mit den Anforderungen der Vergabegrundlage des Blauen Engels ist im Falle der Lacke und Lasuren nicht mög-

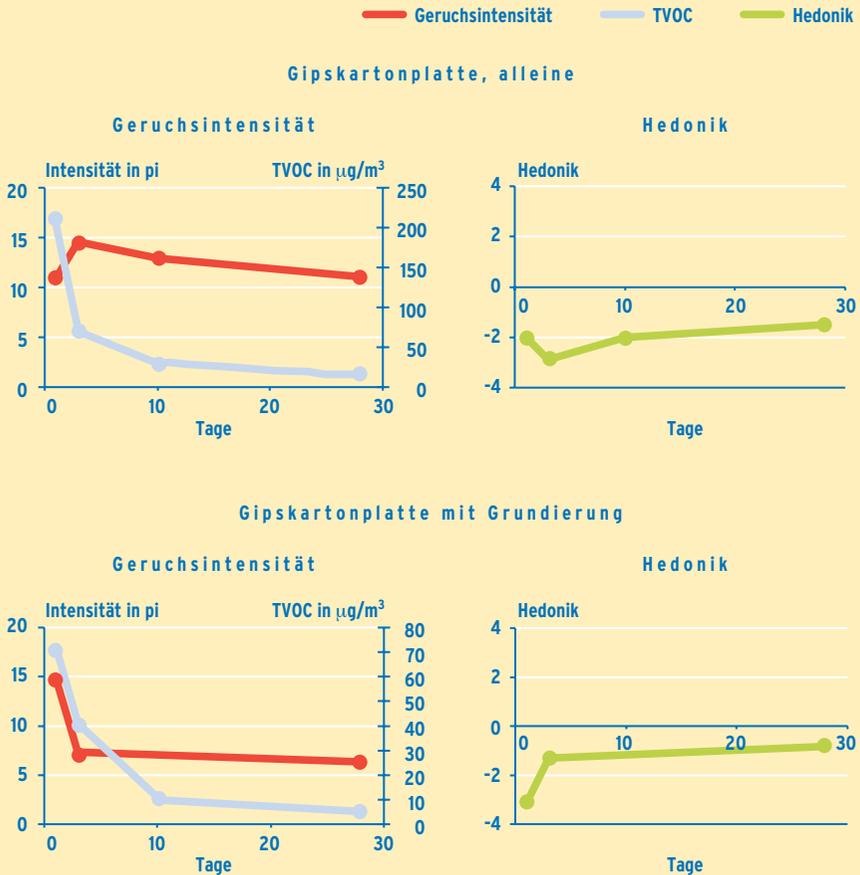
Abbildung 1



Vergleich der sensorischen Prüfung der Emissionen aus der Kiefernholzplatte ohne (oben) und mit Lackauftrag (unten)

In den linken Grafiken ist das Ergebnis der wahrgenommenen Geruchsintensität und der Konzentrationsverlauf von TVOC dargestellt. Auf der linken Ordinate befindet sich die Skaleneinteilung für die Geruchsintensität in pi, die in diesem Falle von 0 bis 20 reicht; hierbei entspricht 1 pi der Geruchsschwelle. Auf der rechten Ordinate sind die Konzentrationen der TVOC in μg pro m^3 aufgetragen.

Die rechten Grafiken zeigen das Ergebnis der hedonischen Beurteilung. Die Skaleneinteilung reicht von -4 „äußerst unangenehm“ bis +4 „äußerst angenehm“. Auf der Abszisse sind jeweils die Untersuchungstage aufgetragen (Erläuterung zur Abbildung im Text).



Vergleich der sensorischen Prüfung der Emissionen aus der unbehandelten (oben) und der mit Tiefengrund behandelten Gipskartonplatte (unten)

Beide Proben haben die gesundheitliche Bewertung nach dem AgBB-Schema bestanden. Auch am Verlauf der Geruchsintensität ist der Sperreffekt durch den Auftrag von Tiefengrund deutlich zu erkennen und die Probanden empfinden den Geruch als nicht mehr so unangenehm (Erklärung der Koordinaten siehe Abbildung 1).

lich, da diese auf einer Rezepturbewertung basiert. Gegenwärtig untersucht eine vom Umweltbundesamt in Auftrag gegebene Machbarkeitsstudie bei schadstoffarmen Lacken die Möglichkeiten zur Überarbeitung der Kriterien für das Umweltzeichen Blauer Engel (siehe Kapitel 7 Wie geht es weiter?).

▼ „Wandmalereien“ und Klebeaktionen

Für die Gestaltung der Innenwände im Wohnbereich gibt es verschiedene Möglichkeiten, die von einem alleinigen Farbanstrich auf der verputzten Wand bis hin zu farbigen, bedruckten, strukturierten und überstreichbaren Tapeten sowie verschiedenen Vliesen reichen.

Zu den gebräuchlichsten Anstrichmitteln zählen die Dispersionswandfarben. Sie bestehen typischerweise aus einer Dispersion von Kunstharz als Bindemittel in Wasser (als Lösungsmittel), Pigmenten, Füllstoffen, wie Kalziumkarbonat oder Quarzmehl und weiteren Hilfsmitteln, zu denen Konservierungsmittel – so genannte Topfkonservierer – ebenso gehören wie Verdickungsmittel, Entschäumer usw. (siehe auch *Unterkapitel Die „bunte“ Palette der Lacke und Lasuren*). Der Handel bietet Dispersionsfarben meist in weiß an. Sie enthalten Titanweiß. Mit Vollton- oder Abtönpasten lassen sie sich einfärben.

Alle Dispersionswandfarben sind nach dem Trocknen wischfest. Dispersionsfarben für Feuchtbereiche haben eine besonders hohe Wasserfestigkeit. Sie enthalten einen erhöhten Anteil von Bindemittel und werden häufig auch als „Latexfarben“ bezeichnet.

Im Forschungsprojekt untersuchten die Wissenschaftler vier **Dispersionswandfarben** und zwei **Latexfarben**. Das erfreuliche Ergebnis: Sie erfüllten alle die Vorgaben des AgBB-Schemas. Die Emissionen waren insgesamt sehr niedrig. Das gilt auch für Formaldehyd und Methylisothiazolinon, die beide als Topfkonservierer enthalten waren.

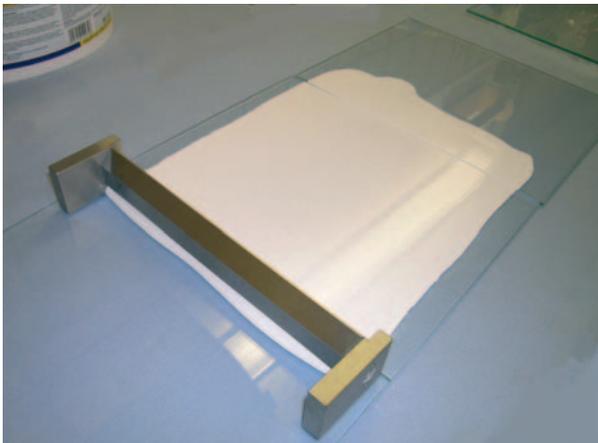


Bild 18: Auftrag einer Dispersionswandfarbe mit RakeI auf eine Glasplatte zur Vorbereitung der Prüfkammermessung

Zum Untersuchungsprogramm gehörte auch **Glasfaservlies**, das für stark strapazierte Wände und Räume wie Küchen, Flure oder Keller ein geeigneter Wandbelag mit textiler Optik ist. Das Vlies besteht aus Glasfasern, die mit einem Bindemittel auf Kunstharzbasis miteinander vernetzt sind.

Wegen seiner hohen Zugfestigkeit verwenden Handwerker Vlies auch zur Überbrückung von Rissen in der Putzfläche, zur Verfestigung und Egalisierung von kritischen Untergründen oder auch als Basis für weitere Aufbauten beim Trocken- und Innenausbau. Das Glasfaservlies ist relativ schwer und benötigt einen speziellen Kleber. Der Anwender kann es unmittelbar von der Rolle trocken auf die mit dem Kleber eingestrichene Wand aufbringen und an der Wand passend abschneiden. Eine Einweichzeit entfällt.

Für die Untersuchung in der Prüfkammer fixierten die Wissenschaftler das Glasfaservlies **mit Vlieskleber** auf einer Glasplatte. Diese Kombination erfüllte – wie auch der Kleber allein – die Anforderungen des AgBB-Schemas (siehe auch *Unterkapitel Kleber für Wand und Boden*). Essigsäure und Formaldehyd emittierten allerdings am ersten Tag etwas stärker als aus dem Kleber allein. Zusätzlich kam noch Ethandiol dazu, das an allen Messungen nachweisbar war und vermutlich aus dem Vlies stammte. Für die anderen Verbindungen war aber in der Regel bereits am dritten Tag ein deutlicher Rückgang der Konzentrationen zu beobachten.

Bestrichen die Wissenschaftler das mit Vlieskleber auf der Glasplatte befestigte Vlies **zusätzlich mit Dispersionswandfarbe**, war eine weitere Sperrwirkung die Folge. Sie war bereits am ersten Tag zu erkennen. Auch bei der grundierten Gipskartonplatte verstärkte der zusätzlich Anstrich mit Dispersionswandfarbe diese Wirkung (siehe *Unterkapitel Die „bunte“ Palette der Lacke und Lasuren*).

Die sensorische Prüfung bestätigte die Sperrwirkung ebenfalls. Auch der anfänglich unangenehme Geruchseindruck schwächte sich bis zum 28. Tag immer weiter ab. Allerdings gab es weder mit dem zeitlichen Verlauf der Konzentrationen von TVOC, noch mit dem der identifizierten Verbindungen eine Übereinstimmung. Es deutete sich allenfalls an, dass die wahrgenommene Geruchsintensität hinter dem Rückgang der gemessenen TVOC-Konzentrationen hinterher „hinkte“.

▼ Ebene Innenwände mit Kunstharzfertigputzen

Kunstharzfertigputze haben eine pastöse Beschaffenheit und werden wie mineralische Putze an Wänden und Decken aufgetragen, um eine ebene Fläche zu erhalten. Sie bestehen aus Kunststoff-Dispersionen (Acrylate, Styrol-Acrylate), Zuschlag (Sand), Verdickern, eventuell noch anderen Hilfsstoffen und oft auch Lösemitteln. Zu den Hilfsstoffen gehören Topfkonservierer.

Das sind biozide Zusätze, die Hersteller besonders wässrigen Systemen zusetzen, um einen Befall des Anstrichstoffs während der Produktion und der Aufbewahrung im Gebinde (Topf) durch Mikroorganismen – meist Pilze – zu verhindern.

Im Vergleich zu mineralischen Putzen lassen sie sich leichter verarbeiten, härten schneller aus und bieten vielfältige Gestaltungsmöglichkeiten (Struktur, Farbe, Zuschläge). Sie bilden rissfreie, zäh-elastische Schichten.

In dem Forschungsprojekt untersuchten die Wissenschaftler sechs verschiedene vorkonfektionierte pastöse Kunstharzfertigputze. Bild 19 zeigt eine für die Prüfkammermessung vorbereitete Kunstharzfertigputz-Probe, aufgetragen auf eine Glasplatte.



Bild 19: Für die Prüfkammermessung vorbereitete Kunstharzfertigputz-Probe auf einer Glasplatte in der vom Hersteller empfohlenen Schichtdicke: Hier eine Gewichtskontrolle der beschichteten Glasplatte

Die Messungen fielen nicht so günstig aus: Nur zwei von sechs Produkten haben die gesundheitliche Bewertung nach dem AgBB-Schema bestanden. Abbildung 3 zeigt das Chromatogramm der Emissionen am 28. Tag von einem nicht zu beanstandenden Produkt. Im Vergleich dazu sieht das von einem nicht akzeptierten Putz in Abbildung 4 dargestellte Chromatogramm ganz anders

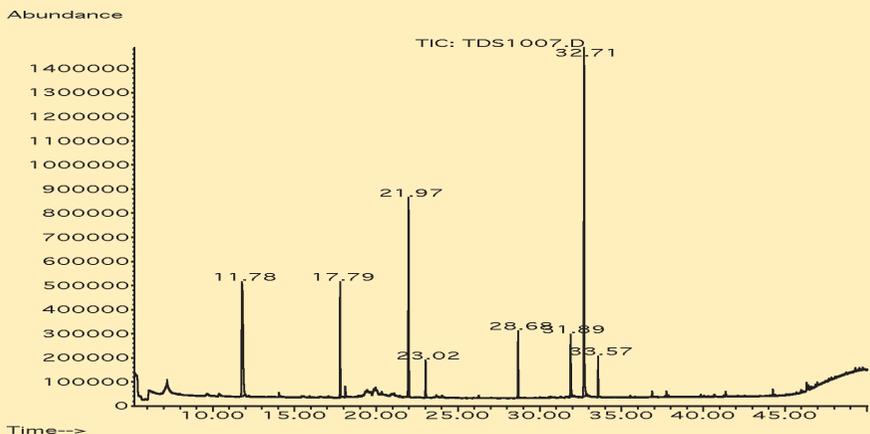
aus. Bei den beanstandeten Putzen waren die TVOC-Konzentrationen vor allem am 28. Tag deutlich erhöht. Es handelte sich im Wesentlichen um Glykole oder Ester, Alkane und Aromaten (Siedebereich C_9 bis C_{12}), die sich nicht näher identifizieren ließen (siehe auch *Kapitel 4 Wie werden Emissionsdaten gewonnen? Unterkapitel Um welche chemischen Verbindungen handelt es sich?*). In einem der Produkte waren am dritten Tag Kanzerogene – aber noch innerhalb des Begrenzungsbereiches – nachweisbar, darunter das Humankanzerogen Benzol, das beim Menschen Leukämie, eine bösartige Blutkrankheit, verursachen kann. Und in einem weiteren Fertigputz war Di-propylenglykol mit seinem R-Wert auffällig. Eine Verbindung, die auch bei

einer der Acryldichtungsmassen zur Beanstandung führte. Dipropylenglykol besitzt für den Menschen in höherer Konzentration ein reproduktionstoxisches Potenzial. Die höchste Konzentration haben die Wissenschaftler in der Prüfkammer am zehnten Tag mit $1,8 \text{ mg/m}^3$ gemessen. Sie lag damit noch weit unter dem MAK-Wert von 200 mg/m^3 (einatembare Fraktion). Halten Betriebe diesen Wert am Arbeitsplatz zum Beispiel beim Umgang mit Kühlschmierstoffen ein, so geht die Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe der Deutschen Forschungsgemeinschaft davon aus, dass bei Schwangeren keine fruchtschädigende Wirkung zu befürchten ist.

Drei Kunstharzfertigputze enthielten das Biozid Methylisothiazolinon. In einem Produkt führte Methylisothiazolinon am 28. Tag zu einer Überschreitung des Wertes solcher VOC, für die noch kein NIK-Wert existiert. Methylisothiazolinon kann zu Hautreizungen und -sensibilisierungen führen. In fünf Putzen wiesen die Wissenschaftler Formaldehyd nach, das ebenfalls als

Quelle: BAM 2006

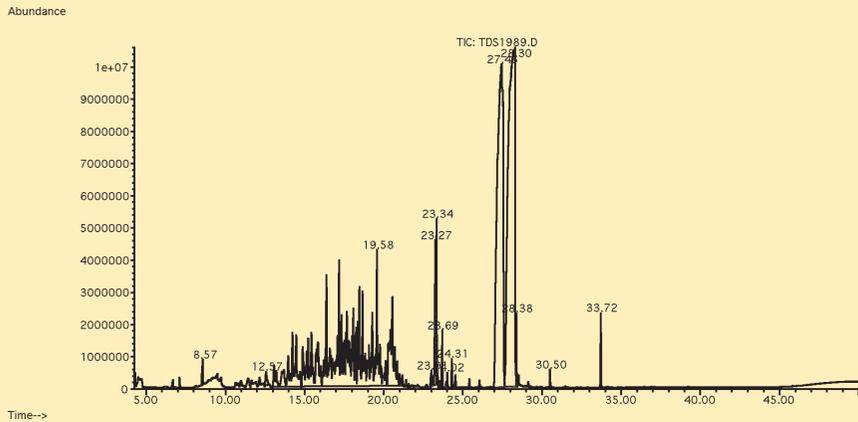
Abbildung 3



GC/MS-Chromatogramm der Emissionen eines Kunstharzfertigputzes am 28. Tag, der die gesundheitliche Bewertung nach dem AgBB-Schema bestanden hat

Auf der Abszisse ist die Retentionszeit in Minuten und auf der Ordinate die im Detektor gemessene Signal-Intensität aufgetragen. Die Zahl der Peaks spiegelt die Anzahl der detektierten Verbindungen wider. Die Peakfläche ist ein Maß für die Konzentration der jeweiligen Einzelverbindung in der Luftprobe. Bei diesem Produkt gibt es nur wenige Peaks, das heißt, die Zahl der verschiedenen flüchtigen organischen Verbindungen ist gering und ebenso die Konzentration – gemessen an der Peakfläche und -höhe.

Abbildung 4



GC/MS-Chromatogramm der Emissionen eines Kunstharzfertigputzes am 28. Tag, typisch für ein Produkt, das nicht die gesundheitliche Bewertung nach dem AgBB-Schema bestanden hat

Auffallend ist die Höhe/Fläche der Peaks, speziell bei einer Retentionszeit von 27,45 und 28,30 Minuten (max. Signalintensität auf der Ordinate ca. 10 Mio.) und die Vielzahl der Substanzen zwischen 12 und 25 Minuten (Erklärung der Koordinaten siehe Abbildung 3).

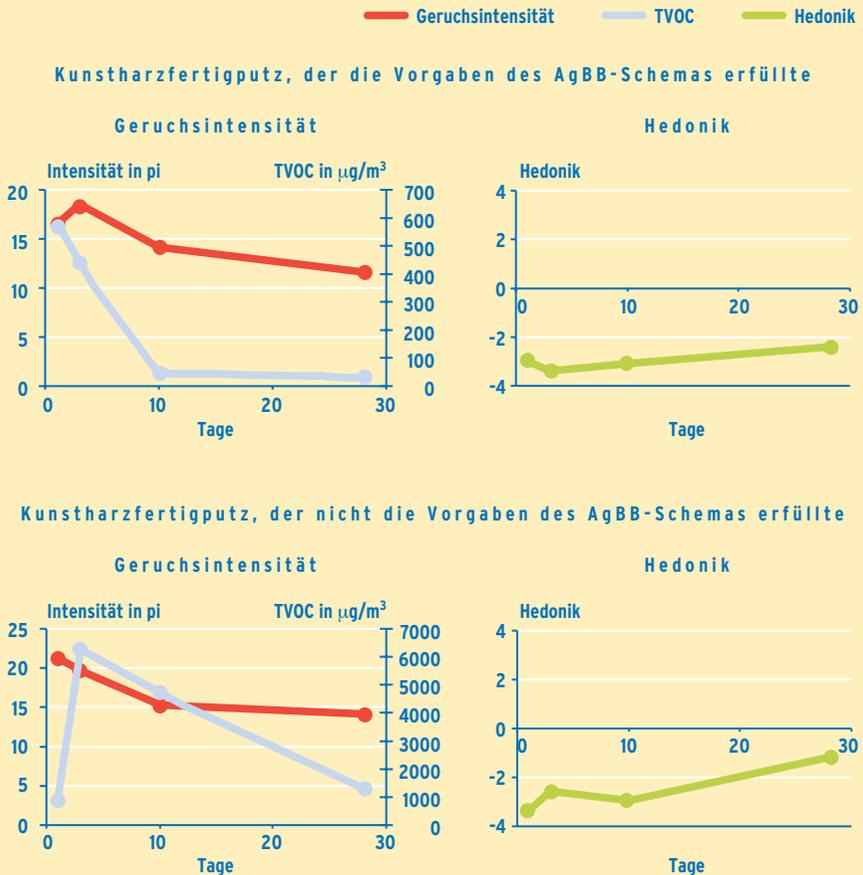
Topfkonservierer Verwendung findet, in einem Produkt sogar mit auffallend hoher Konzentration. Der niedrigste Wert betrug, gemessen am 28. Tag, noch $160 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Das AgBB-Schema enthält derzeit noch keine Prüfwerte für leicht flüchtige organische Verbindungen (VOC), zu denen Formaldehyd gehört. Formaldehyd ist ein „alter Bekannter“. Er reizt die Schleimhäute, hat allergisierende Wirkung sowie ein krebserzeugendes Potenzial. Gegenwärtig prüfen die wissenschaftlichen Gremien bei der Europäischen Kommission die Einstufung als Humankarzinogen. Das Bundesinstitut für Risikobewertung geht davon aus, dass eine krebserzeugende Wirkung nicht mehr zu erwarten ist, wenn der Raumluftwert unter $124 \mu\text{g}/\text{m}^3$ liegt (Stand Mai 2006).

Die Geruchsemissionen aus jenem Putz, der die Anforderungen nach dem AgBB-Schema erfüllte und von dem auch das Chromatogramm in Abbildung 3 stammt, nahmen die Probanden anfangs auch etwas weniger intensiv wahr als aus einem anderen Putz, der nicht den Anforderungen entsprach (siehe Abbildung 5). Aber am 28. Tag beurteilten sie die Geruchsemissionen aus dem beanstandeten Putz als weniger unangenehm als zu

Anfang und als die Emissionen aus dem Putz, der die Anforderungen erfüllte. Ein Zusammenhang mit der Konzentration von TVOC oder einer identifizierten Einzelsubstanz war nicht festzustellen.

Quelle: BAM 2006

Abbildung 5



Vergleich der sensorischen Prüfung der Emissionen aus zwei Kunsthartzertigputzen, von denen der eine (oben) die Anforderungen des AgBB-Schemas erfüllte, der andere (unten) dagegen nicht

Auffällig ist, dass die Probanden den von dem „durchgefallenen“ Putz ausgehenden Geruch vergleichsweise etwas angenehmer empfinden (Erklärung der Koordinaten siehe Abbildung 1).

▼ Kleber für Wand und Boden

Klebstoffe finden in Innenräumen auf Fußböden und/oder Wänden zur großflächigen Fixierung von textilen und Kunststoffbelägen, von Korkplatten und Glasvlies Verwendung. Dabei können sich die Bestandteile aus Klebern und Belägen (und Untergrund) gegenseitig beeinflussen. Fußbodenbeläge behindern häufig die Emissionen aus dem Kleber, so dass es zu einer verzögerten Freisetzung – und damit längeren Exposition der Menschen, die sich in dem Raum aufhalten – kommen kann.

Kleber haben eine pastöse Beschaffenheit und sind heutzutage meist Dispersionen, bei denen die Klebstoffteilchen – vorwiegend Kunstharze (beispielsweise Acrylate), aber auch Naturharze (wie Naturlatex) – in Wasser fein verteilt sind. Sie enthalten teilweise noch organische Lösemittel, deren Anteil im Vergleich zu früher aber heute weitaus geringer ist, sowie Füllstoffe oder Weichmacher. Sie härten durch Verdunsten von Wasser oder eines Lösemittels aus. Daneben gibt es noch Reaktionskleber, die durch eine chemische Reaktion aushärten. Hierbei sind Zwei-Komponenten-Systeme am gebräuchlichsten.

Im Forschungsprojekt untersuchten die Wissenschaftler vier verschiedene Dispersionskleber auf Kunstharzbasis: zwei **Bodenbelags**-, einen **Kork**- und einen **Vlieskleber**. Ein erfreuliches Ergebnis ist, dass alle vier Produkte die gesundheitliche Bewertung nach dem AgBB-Schema bestanden. Mehr noch: Die Emissionen waren insgesamt so gering, dass die getesteten Fußbodenkleber auch die schärferen Anforderungen für die Vergabe des Umweltzeichens Blauer Engel für emissionsarme Bodenbelagsklebstoffe (RAL-UZ 113) erfüllen würden (siehe auch *Kapitel 6 Die Kennzeichnung gesundheits- und umweltverträglicher Bauprodukte ist kein deutscher Alleingang*).

Die sensorische Bewertung eines der Fußbodenkleber ergab allerdings keine guten Noten. Die Probanden nahmen die eher als unangenehm beurteilten Geruchsemissionen sehr intensiv wahr. Die Intensität nahm zwar allmählich ab, der Geruch war aber nach 28 Tagen noch sehr deutlich wahrnehmbar.

Kork- und Vlieskleber enthielten als Topfkonservierer Formaldehydabspalter, so dass die Wissenschaftler Formaldehyd – allerdings in geringen Mengen – in der Prüfkammer nachweisen konnten. Aus dem Vlieskleber emittierten etwas höhere Konzentrationen. Zieht man für die Beurteilung von Formaldehyd die Vergabegrundlagen des Blauen Engels für Fußbodenkleber (RAL-UZ 113) (siehe auch *Kapitel 6 Die Kennzeichnung gesundheits- und umweltverträglicher Bauprodukte ist kein deutscher Alleingang*) hinzu, so würden diese beiden Kleber im Ergebnis ebenfalls die Anforderungen des Umweltzeichens erfüllen.

In einem weiteren Untersuchungsgang prüften die Wissenschaftler die **Kombinationen** Vlies mit Vlieskleber und zusätzlichem Anstrich mit Dispersionsfarbe. Die sich daraus für die Emissionen ergebenden Sperrwirkungen sind im *Unterkapitel „Wandmalereien“ und Klebeaktionen* dargestellt.

Die Geruchsintensität der Emissionen aus dem Vlieskleber war anfangs niedrig, stieg am dritten Tag stark an und blieb dann nahezu unverändert. Aber im Vergleich zum Fußbodenkleber waren die Geruchsemissionen nicht so intensiv wahrnehmbar und der Vlieskleber schnitt dadurch etwas besser ab (Abbildung 6). In Kombination mit dem aufgelegten Vlies empfanden die Probanden die Geruchsintensität demgegenüber anfangs stärker und danach etwas schwächer. Allerdings ist auch hierbei keine Übereinstimmung des Geruchseindrucks mit dem Verlauf der Konzentration flüchtiger organischer Verbindungen zu erkennen. Auffallend ist bei beiden Klebern die andauernde unangenehme Geruchswahrnehmung.

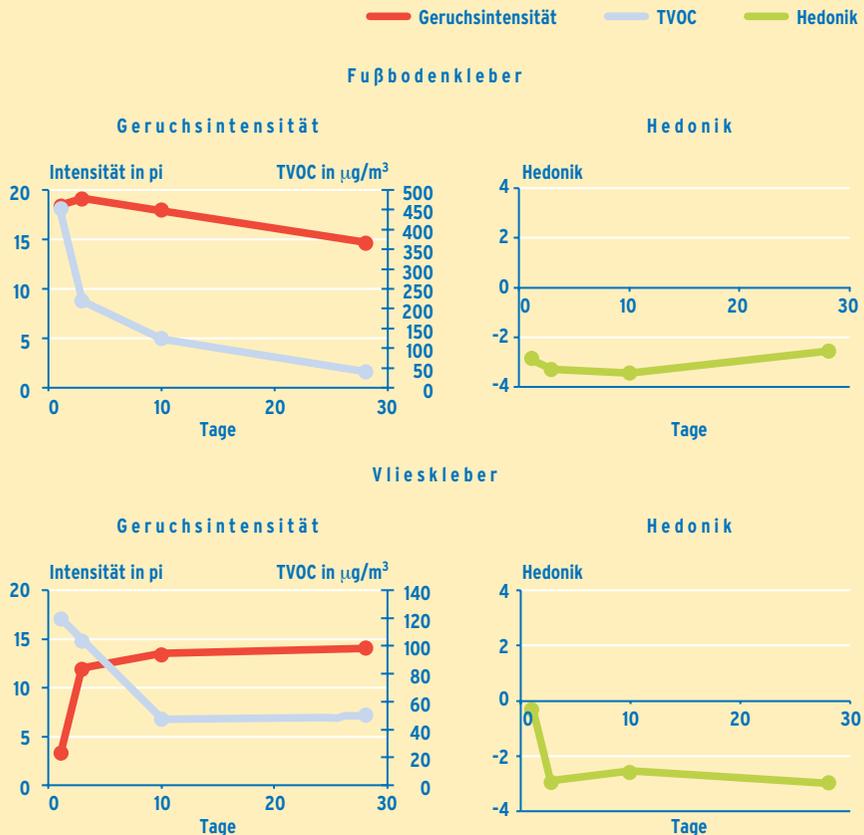
▼ Mit Schritt und Tritt auf Laminat und Kork

Der Bodenbelag ist die oberste Nutzschrift des Fußbodens. Es gibt ihn in verschiedenen Qualitäten und Eigenschaften. Das Spektrum reicht von textilen Bodenbelägen in verklebter, loser oder verspannter Verarbeitung, Kunststoff- und Linoleumbelägen, Fliesen und Steinböden bis hin zu Laminat und Böden aus Holz und Kork mit versiegelter oder unversiegelter Oberfläche. Im Forschungsprojekt nahmen die Wissenschaftler einen Laminatboden sowie jeweils ein Korkfertigparkett und eine Korkplatte für Fußböden unter die Lupe. Beide Korkbodenbeläge boten die Hersteller versiegelt an.

Das Grundgerüst des **Laminatbodens** ist eine Trägerplatte aus einem Holzwerkstoff, die Nut und Feder besitzt. Auf der Oberseite befindet sich das Dekor (meist Holz-, Stein- oder Marmorimitat). Zum Schutz vor Verschleiß und Feuchtigkeit sind Ober- und Unterseite mit einem durchsichtigen Kunstharzüberzug versiegelt. Gegenüber Holzparkett ist Laminat vergleichsweise billig, die Lebensdauer des Laminats aber kürzer.

Korkbeläge werden aus der Rinde der Korkeiche hergestellt, die im Mittelmeerraum beheimatet ist. Die Rinde wird geschrotet und unter Hitzeeinwirkung zu Platten verpresst. Dabei verkleben die in der Korkeiche enthaltenen Harze. Für die strapazierfähigen Bodenbeläge aus Kork fügt man Kunstharze (zum Teil Phenol-Formaldehydharz) hinzu. Um eine höhere Beständigkeit gegenüber Feuchtigkeit oder mechanischen Einflüssen – wie etwa durch Sandkörnchen beim Laufen oder durch Stühlerücken am Esstisch – zu ge-

Abbildung 6



Vergleich der sensorischen Prüfung der Emissionen aus dem Fußboden- (oben) und dem Vlieskleber (unten)

Beide Kleber erfüllen die Anforderungen des AgBB-Schemas. Die Probanden benoten den Vlieskleber in der Geruchsintensität anfangs deutlich besser als den Fußbodenkleber, aber nach 28 Tagen liegt die Intensität bei beiden fast auf gleicher Höhe (Erklärung der Koordinaten siehe Abbildung 1).

währleisten, versiegeln Hersteller die Nutzseite mit Wachsen, Kunstharz- oder Naturharzlacken oder mit einer Kunststoffschicht. Im Handel gibt es Korkplatten für Fußböden, die vollflächig auf dem Untergrund zu verkleben sind, und das einfacher zu verlegende Korkfertigparkett. Dieses hat eine etwas dünnere Korkschicht, die sich – wie beim Laminat – auf einem Träger aus einem Holzwerkstoff mit Nut und Feder befindet.



Bild 20: Für die Prüfkammermessung vorbereitete Probe von einer Korkbodenplatte

Korkböden haben eine fußwarme Oberfläche und eine sehr gute Trittschalldämmung, sind aber anfällig für mechanische Beanspruchung.

Alle drei von den Wissenschaftlern untersuchten Produkte Laminatboden, Korkplatte für Fußboden und Korkfertigparkett haben die Bewertung nach dem AgBB-Schema bestanden. Aber bei beiden versiegelten Korkbodenbelägen – besonders bei der Korkplatte – fiel die Emission von Benzophenon auf, die innerhalb des Beobachtungszeitraumes von 28 Tagen auch nur wenig abnahm. Benzophenon ist ein

Bestandteil des Versiegelungslackes und startet die UV-Härtung. Diese Substanz steht im Verdacht, bei höherer Konzentration hormonähnliche Wirkungen zu besitzen. Das „unverbrauchte“ Benzophenon, das der saugfähige Kork beim Lackieren aufnahm, diffundierte offenbar langsam aus dem Kork durch die Lackschicht und gaste aus. Die geringe Konzentration führte nicht zur Beanstandung.

Die Emissionen aus den drei untersuchten Bodenbelägen waren sehr gering und würden auch die Anforderungen des Blauen Engels erfüllen. Der Laminatboden und das Korkfertigparkett fallen in den Geltungsbereich des Blauen Engels für Emissionsarme Produkte aus Holz und Holzwerkstoffen RAL-UZ 38 und Korkplatten für Fußböden in den des Umweltzeichens Elastische Fußbodenbeläge RAL-UZ 120 (siehe auch Kasten 12).

Die Geruchsemissionen aus der Korkplatte empfanden die Probanden intensiver als die aus dem Korkfertigparkett. Ein Zusammenhang mit der Konzentration des geruchsaktiven Benzophenon ließ sich dabei aber nicht erkennen.

▼ Dichte Fugen mit Acryl und Silikon

Fugendichtungsmassen füllen Risse, Löcher, Nahtstellen und Fugen aus. Sie haften gut, sind witterungsbeständig und auch bei niedrigen Temperaturen flexibel. Je nach Art der Fuge, Ausmaß der Belastung und Forderung nach Überstreichbarkeit setzt der Fachmann verschiedene Dichtungsmassen ein, am häufigsten solche aus Acryl und Silikon, die auch die Projektbearbeiter untersuchten.

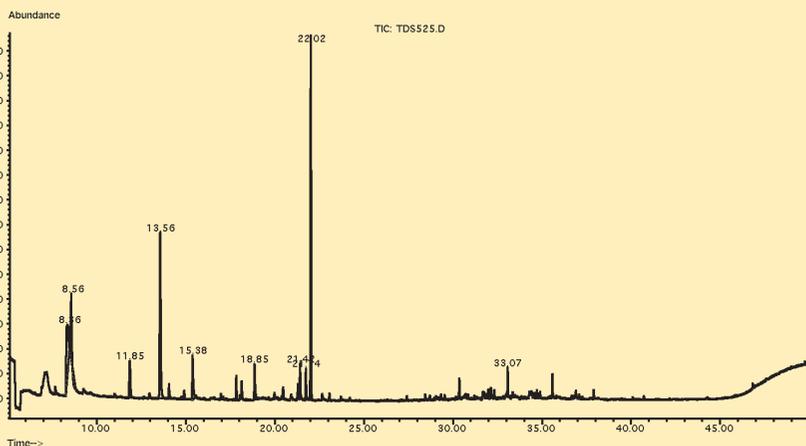
Die überstreichbaren **Acryldichtungsmassen** härteten durch Verdampfen von Wasser und Lösungsvermittlern zu einer flexiblen Masse aus. Lösungsvermittler bewirken die Wasserlöslichkeit der Acrylatpolymerpartikel. Durch den Verlust von Wasser schrumpft die Dichtungsmasse bis zu 25 Prozent. Als Lösungsvermittler verwenden Hersteller häufig Glykole, die dann auch als Hauptkomponenten aus den Dichtungsmassen emittieren.

Sieben verschiedene Produkte untersuchten die Wissenschaftler in den Prüfkammern. Zwei davon erfüllten wegen ihrer Emissionen am 28. Tag nicht die Anforderungen des AgBB-Schemas. Das lag vor allem an der Überschreitung der R-Werte der Glykole Dipropylenglykol oder Ethandiol. Dipropylenglykol, das auch in einem der Kunstharzfertigputze nachweisbar war (siehe *Unterkapitel Ebene Innenwände mit Kunstharzfertigputzen*), besitzt ein reproduktionstoxisches Potenzial. Die höchste Konzentration bestimmten sie am ersten Tag mit $6,9 \text{ mg/m}^3$. Sie lag damit – ebenso wie beim Kunstharzfertigputz – deutlich unterhalb des MAK-Wertes.

Eines dieser „durchgefallenen“ Produkte, von dem auch das Chromatogramm in Abbildung 7 dargestellt ist, verblieb 570 Tage in der Prüfkammer.

Abbildung 7

Quelle: BAM 2006



GC/MS-Chromatogramm der Emissionen einer Acryldichtungsmasse am 28. Tag, die nicht die gesundheitliche Bewertung nach dem AgBB-Schema bestanden hat

(Erklärung der Koordinaten siehe Abbildung 3).

Das Ergebnis ist: Ethandiol, das zu den etwas leichter flüchtigen Glykolen gehört, emittierte während dieser gesamten Zeit.

Die Geruchsemissionen aus einer der Acryldichtungsmassen, die die gesundheitliche Bewertung nach dem AgBB-Schema bestanden hatte, nahmen die Probanden im Vergleich zu dem Produkt, das durchgefallen war, als nicht so intensiv und eher angenehm war. Bei dem geruchsintensiveren Produkt stimmte der Verlauf der Geruchsintensität noch am besten mit dem Konzentrationsverlauf des in höheren Konzentrationen geruchlich wahrnehmbaren Propylenglykol überein.

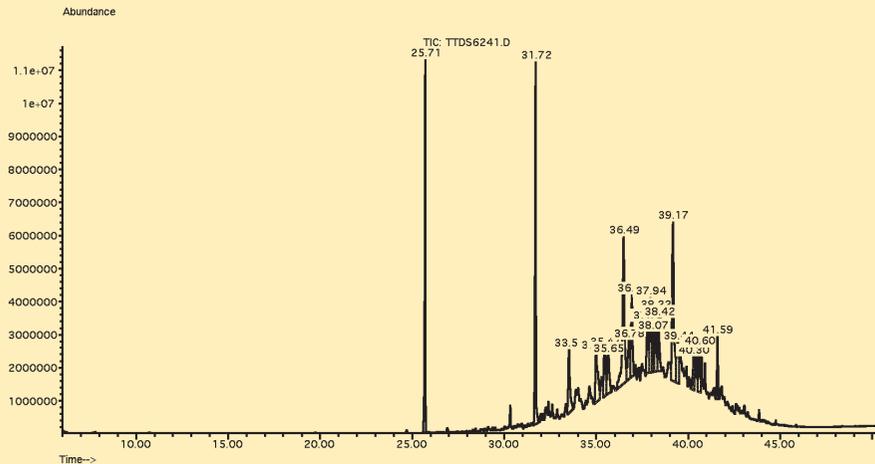
Silikondichtungsmassen setzt der Fachmann vor allem im Sanitärbereich ein, weil es dort auf eine gute Widerstandsfähigkeit gegenüber Wasser ankommt. Sie vernetzen bei Luftzutritt zu einem flexiblen, nicht überstreichbaren Material. Die vollständige Aushärtung dauert meist einige Tage. Während dieser Zeit gasen – in Abhängigkeit vom Vernetzungssystem in der Masse – verschiedene Stoffe aus.

Im Forschungsprojekt kamen sechs verschiedene Produkte in das Untersuchungsprogramm, vier davon waren sauer und zwei neutral vernetzend. Abbildung 8 zeigt das Chromatogramm der Emissionen einer sauer vernetzenden Silikondichtungsmasse am 28. Tag.

Das Ergebnis der Prüfkammermessung fiel durchweg ungünstig aus: Alle sechs Produkte bestanden nicht die gesundheitliche Bewertung nach dem AgBB-Schema. Hauptgrund waren die am 28. Tag festgestellten zu hohen Konzentrationen von VOC und in einigen Fällen auch von SVOC. Auffällig waren verschiedene zyklische Siloxane, die eine herstellungsbedingte Verunreinigung des Silikons sind. Sie verdampfen langsam, sind geruchlos und haben keine Reizwirkungen. Einen NIK-Wert legte der Ausschuss für die gesundheitliche Bewertung von Bauprodukten bisher noch nicht fest. In einem der Produkte trugen Alkane ($C_{14} - C_{18}$) erheblich zur Gesamtemission bei, und in einem weiteren Produkt führte am dritten Tag zusätzlich das kanzerogene Benzol zur Beanstandung. Möglicherweise handelt es sich in diesem Fall um eine herstellungsbedingte Verunreinigung, da in dieser Probe noch andere aromatische Kohlenwasserstoffe vorkamen. Alkane können in höheren Konzentrationen zu Schleimhautreizungen, Kopfschmerzen, Übelkeit und Schwindel führen.

Die beiden neutralvernetzenden Silikondichtungsmassen unterschieden sich in ihren Emissionen sehr deutlich voneinander, aber der Geruch war ähnlich intensiv. TVOC oder Einzelsubstanzen gaben also auch bei diesen Pro-

Abbildung 8



GC/MS-Chromatogramm einer sauer vernetzenden Silikondichtungsmasse am 28. Tag, die nicht die gesundheitliche Bewertung nach dem AgBB-Schema bestanden hat

Bei den Peaks fällt ein „Berg“ auf, der durch ein Gemisch vieler – im Hinblick auf die Retentionszeit dicht beieinander liegender – SVOC bedingt ist (Erklärung der Koordinaten siehe Abbildung 3).

dukten keinerlei Anhaltspunkte für das Ergebnis der sensorischen Bewertung. Im Gegenteil, trotz des weiteren Konzentrationsabfalls stuften die Probanden eine der Dichtungsmassen am zehnten Tag sogar als noch unangenehmer ein als zu Beginn.

▼ Holzwerkstoffe und Gipskarton für Fußboden, Verkleidungen und Trennwände

Holzwerkstoffe zeichnen sich im Vergleich zum Massivholz durch höhere Formbeständigkeit aus – und sind zudem auch preisgünstiger. Die Hersteller verarbeiten sie zu Platten, die sich gut beim Innenausbau einsetzen lassen: für Verkleidungen, Trennwände und Fußbodenplatten unter der eigentlichen Nutzschicht. Aus ihnen lassen sich auch Möbel herstellen.

Holzwerkstoffe bestehen aus größeren bis kleinsten Holzteilchen, beispielsweise aus Resten der Holzindustrie. Die Holzteilchen werden mit natürlichen oder synthetischen Bindemitteln heiß verpresst und dadurch verleimt.

Je nach Druck bei der Herstellung entstehen poröse Holzwerkstoffe mit geringer Festigkeit oder dichte Werkstoffe mit hoher Festigkeit. Im Forschungsprojekt kamen Spanplatten und OSB (Abkürzung für **O**riented **S**trand **B**oard, Platte aus ausgerichteten Spänen) für den Einsatz als Fußbodenverlegetplatten auf den Prüfstand.

Spanplatten bestehen aus Holzspänen, meist von Nadelholz. Als Bindemittel kommen verschiedene Kombinationen von Harnstoff-, Melamin-, Phenol-Formaldehyd-Klebstoffen und polymeren Di-Isocyanat-Harzen zum Einsatz. Sie zeichnen sich besonders durch unterschiedliche Festigkeitseigenschaften sowie Wasser- und Heißwasserbeständigkeit aus und bestimmen damit Anwendungsbereich und Lebensdauer der Spanplattenprodukte.

Die im Forschungsprojekt untersuchte Spanplatte erfüllte nicht die Anforderungen des AgBB-Schemas und fiel durch. Der Grund ist die hohe Emission von Essigsäure, die unter anderem aus einem höheren Anteil von Spänen aus Laubhölzern resultiert. Essigsäuredämpfe können zu Reizungen der Augenbindehaut und der Schleimhaut der Atemwege führen.

Bei der sensorischen Prüfung empfanden die Probanden den Geruch über den gesamten Untersuchungszeitraum als unangenehm und sehr intensiv. Der Verlauf der Geruchsintensität lehnt sich an die Konzentrationen der emittierten Essigsäure an.

OSB sind Mehrschichtplatten, die aus etwa zehn Zentimeter langen und ein Zentimeter breiten Spänen (strands) hergestellt werden. Die großen flachen Späne verleihen diesem Holzwerkstoff eine typische „holzige“ OSB-Struktur (siehe Bild 21), die auch als dekoratives Element genutzt wird. Die Biegefestigkeit ist durch die



Bild 21: Für die Prüfkammermessung vorbereitete OSB-Proben

langen und schlanken Späne größer als bei normalen Spanplatten. Zur Verklebung verwenden die Hersteller Melamin-Harnstoff-Phenol-Formaldehyd- und Polymer-Isocyanat-Klebstoffe.

Hier war das Ergebnis der Prüfkammermessungen günstig: Alle

sieben untersuchten Produkte waren nach dem AgBB-Schema nicht zu beanstanden. Zu den Emissionen gehörten unter anderem die Terpene Alpha-Pinen und Delta-3-Caren, die typisch für Kiefernholz sind. Insgesamt waren die Konzentrationen dieser Verbindungen so gering, dass keine nachteiligen gesundheitlichen Wirkungen zu erwarten sind.

Erfreulich ist auch, dass Formaldehydemissionen aus heutigen Holzwerkstoffen wesentlich geringer sind als noch in den 1970er- und 1980er-Jahren. An Formaldehyd reiche Bindemittel kamen seinerzeit in größerem Umfang für die Herstellung von Spanplatten zum Einsatz. Das war damals ein Auslöser von Diskussionen über Schadstoffe im Innenraum.

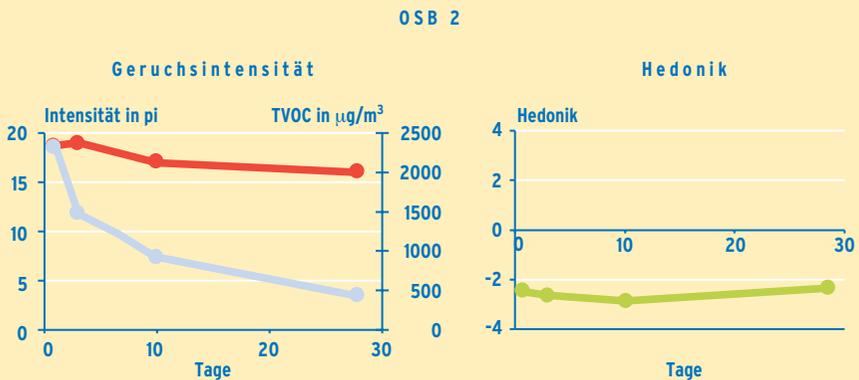
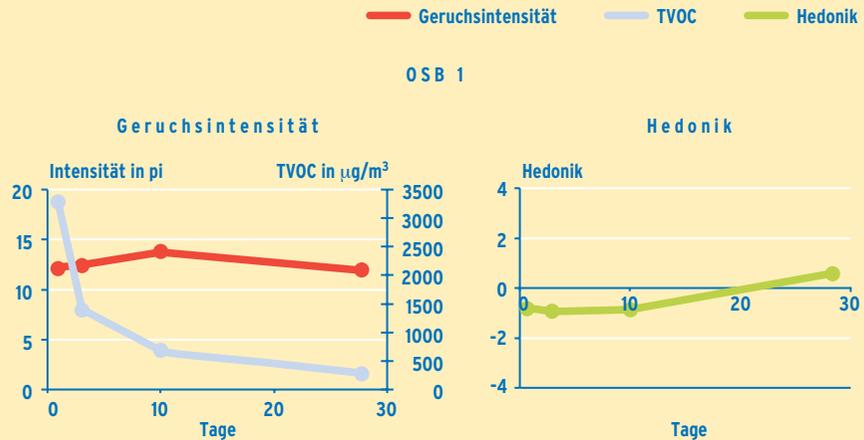
Bei zwei OSB mit vergleichbaren TVOC-Konzentrationen ergab die sensorische Prüfung, die in Abbildung 9 dargestellt ist, Unterschiede in der wahrgenommenen Geruchsintensität: Den Geruch der Emissionen der oben abgebildeten OSB 1 beurteilten die Probanden im Vergleich zur OSB 2 als etwas schwächer und bewerteten ihn sogar bei Versuchsende noch als angenehm. In diesen Bauprodukten gibt es eine Vielzahl geruchlich aktiver Verbindungen, wie Aldehyde und Carbonsäuren. Aber keine der nachgewiesenen Verbindungen bot einen Anhaltspunkt für die wahrgenommene Geruchsintensität oder hedonische Beurteilung.

Gipskartonplatten nutzt der Fachmann im Innenbereich besonders häufig. Mit ihnen errichtet er Trennwände, die später relativ problemlos heraus zu nehmen oder zu verändern sind. Als „Trockenputz“ können sie beispielsweise auch auf dem rohen Mauerwerk – entweder mit Ansatzbinder oder über eine Unterkonstruktion – befestigt werden.

Sie bestehen aus einem Gipskern, der beidseitig mit einem Karton beklebt ist. Dies verleiht der Gipsplatte Stabilität, und sie lässt sich problemlos verarbeiten. Ein Nachteil ist, dass sie empfindlich gegenüber Feuchtigkeit ist und man ohne Grundierung viel Farbe braucht. Zur Verarbeitung in Küche oder Bad gibt es daher Feuchtraum-Gipskarton, bei dem die Platte imprägniert ist. Dadurch kann Feuchtigkeit nur schwer eindringen. Eine Grundierung mit so genanntem Tiefengrund dient der Abdichtung und Verfestigung dieses sehr saugfähigen Baumaterials an der Oberfläche.

Die im Forschungsprojekt untersuchte Feuchtraum-Gipskartonplatte erfüllte die Anforderungen des AgBB-Schemas. Die geringfügigen Formaldehydemissionen stammten wahrscheinlich aus der Kartonomhüllung. Die Behandlung der **Gipskartonplatte mit Tiefengrund** wirkte sich wie eine Sperrschicht aus, so dass Formaldehyd kaum nachzuweisen war. Die Sperrwir-

Abbildung 9



Vergleich der sensorischen Prüfung der Emissionen aus zwei verschiedenen OSB, die beide die gesundheitliche Bewertung nach dem AgBB-Schema bestanden haben

OSB 1 und OSB 2 haben beide die gesundheitliche Bewertung nach dem AgBB-Schema erfüllt. Der Verlauf der TVOC-Konzentration ist zwar ähnlich, aber in der geruchlichen Wahrnehmung unterscheiden sie sich (Erklärung der Koordinaten siehe Abbildung 1).

kung ließ sich auch bei der sensorischen Prüfung bestätigen, denn die Geruchsintensität beurteilten die Probanden bei weitem schwächer als bei dem unbehandelten Gipskarton (siehe auch *Unterkapitel Die „bunte“ Palette der Lacke und Lasuren*).

▼ Möbel aus Buche und Kiefer

Leimholz ist ein hochwertiger Verbund mehrerer Holzschichten zu einer starken Holzplatte. Die einzelnen Massivholzplatten sind dabei oft nicht nur verklebt, sondern auch mit einer Zahnung oder Profilen versehen, um die Stabilität zu erhöhen.

Im Forschungsprojekt untersuchten die Wissenschaftler unversiegelte Regalböden aus stabverleimtem **Buchen-** und **Kiefernholz**. Beide Massivhölzer haben die gesundheitliche Bewertung nach dem AgBB-Schema bestanden. Wegen ihrer geringen Emissionen würden sie auch die Anforderungen des Blauen Engels für Emissionsarme Produkte aus Holz und Holzwerkstoffen RAL-UZ 38 erfüllen.



Bild 22: Pinselauftrag von acrylbasiertem Lack auf eine geleimte Massivholzplatte zur Vorbereitung der Prüfkammermessung

Die sensorische Prüfung ergab im Hinblick auf die wahrgenommene Geruchsintensität bei beiden Holzproben ähnliche Ergebnisse. Aber die Emissionen aus der Kiefernholzplatte bewerteten die Probanden als unangenehmer.

Im Anschluss an diese Untersuchungen lackierten die Wissenschaftler beide Massivholzplatten (Bild 22)

und brachten sie erneut in die Prüfkammer ein. Die Ergebnisse sind im *Unterkapitel Die „bunte“ Palette der Lacke und Lasuren* dargestellt.

▼ „Künstliche Nase“ im Vormarsch

Seit einiger Zeit gibt es Bestrebungen, für die sensorische Bewertung von Emissionen oder Immissionen nicht mehr Personen einzusetzen, sondern Messgeräte, so genannte Multigassensoren – auch als „elektronische“ oder „künstliche Nase“ bezeichnet (siehe auch *Kapitel 4 Wie werden Emissionsdaten gewonnen? Unterkapitel ...und riechen sie auch?*).

Der Name „elektronische“ oder „künstliche Nase“ resultiert aus dem Wunsch, die Funktion der menschlichen Nase nachzuahmen. Aber das direkte Erkennen eines einzelnen Stoffes und die Beurteilung der Akzeptanz sind derzeit nicht möglich. Denn das Riechen ist ein sehr komplexer physiologischer Vorgang. Eingeatmete geruchsaktive flüchtige Substanzen lösen an den vielen unterschiedlichen Geruchsrezeptoren in der oberen Nasenhöhle einen Reiz aus, den die Nervenbahnen ins Gehirn weiterleiten. Erst dort entsteht aus den vielen Signalen ein Geruchseindruck, der von der Wahrnehmung des Geruchs in Intensität und Hedonik, das heißt, ob der Mensch einen Geruch angenehm oder unangenehm wahrnimmt, bis hin zur möglichen Wiedererkennung des Geruchsmusters reicht.

In einigen Bereichen, wie etwa in der Lebensmittelindustrie oder bei der Weinverkostung, haben künstliche Nasen auch bereits Einzug gehalten. Denn hierbei geht es meist darum, festzustellen, ob in der zu untersuchenden Probe das für das Produkt typische Signalmuster, das eine bestimmte Qualität charakterisiert, vorhanden ist.

Der Einsatz von Probanden, also der menschlichen Nase, ist im Vergleich zur künstlichen Nase nicht nur sehr zeitaufwändig. Die sensorische Beurteilung ist mit individuellen, subjektiven Schwankungen verbunden und dadurch schlecht reproduzierbar. Um das auszugleichen, zieht man üblicherweise immer mehrere Personen für die sensorische Beurteilung einer Probe heran.

Aus den vorangegangenen Unterkapiteln geht hervor, dass der Vergleich der chemischen Analyseergebnisse mit den Ergebnissen der geruchlichen Bewertung keine Gesetzmäßigkeiten erkennen ließ. So konnte beispielsweise die menschliche Nase selbst dann noch Gerüche wahrnehmen, wenn mit der chemischen Analytik schon längst keine flüchtigen organischen Verbindungen mehr nachweisbar waren. Auch gab deren gemessene Konzentration meist keine Hinweise auf das Ergebnis der geruchlichen Bewertung. Und im Falle von Kunstharzfertigputz haben die Probanden den Geruch des Produktes, das die gesundheitliche Bewertung des AgBB-Schemas nicht bestanden hatte, vergleichsweise sogar angenehmer eingestuft als von dem Produkt, das die Anforderungen erfüllte.

In dem in dieser Broschüre vorgestellten Forschungsprojekt prüften die Wissenschaftler an einigen Bauprodukten, ob und in wie weit die künstliche Nase auch für die sensorische Bewertung von Emissionen geeignet ist – auch vor dem Hintergrund, dass unter diesen Emissionen gesundheitsschädliche Verbindungen sein können, denen die Probanden während des Riechvorganges ausgesetzt sind. Im Vergleich zu den bisherigen Anwendungsmög-

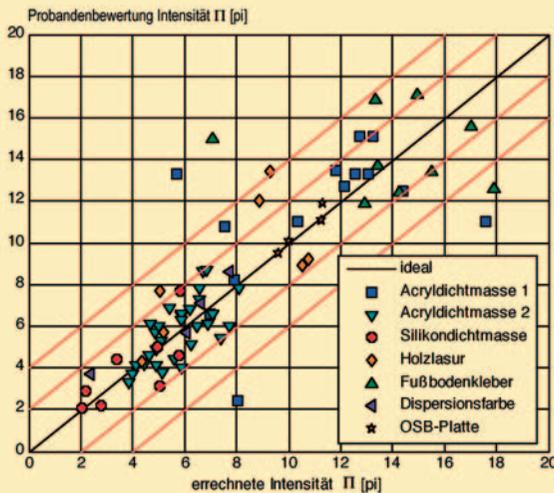
lichkeiten erwarten die Wissenschaftler von der künstlichen Nase, bei der sensorischen Prüfung der Emissionen eines Bauproduktes, nicht nur Signalmuster zu erkennen. Neben der Geruchsintensität sollte es auch möglich sein, die hedonische Qualität des wahrgenommenen Geruchs zu beurteilen.

Sieben Bauprodukte kamen in die engere Wahl für diese zusätzlichen Untersuchungen, darunter fünf Produkte, die dem AgBB-Schema genügten, wie eine Holzlasur, eine Dispersionswandfarbe, eine OSB, ein Fußbodenkleber und eine Acryldichtungsmasse, sowie zwei Produkte, die durchgefallen waren. Zu diesen gehörten eine weitere Acryl- sowie eine Silikondichtungsmasse.

In Abbildung 10 ist zu erkennen, dass die mit der künstlichen Nase bestimmte Geruchsintensität recht gut mit der durch die Probandengruppe beurteilten Geruchsintensität – von einigen Ausreißern abgesehen – übereinstimmt.

Abbildung 10

Quelle: BAM 2006



Vergleich der durch die Probanden und durch die künstliche Nase ermittelten Geruchsintensitäten

Auf der Ordinate befindet sich die Skala für die von den Probanden ermittelten Geruchsintensitäten und auf der Abszisse die der künstlichen Nase. Dargestellt ist das Ergebnis einer mathematisch-statistischen Regressionsanalyse, welche die Messergebnisse aller Messstage berücksichtigt. Bei einer Übereinstimmung der Werte liegen die Messpunkte auf der Diagonalen durch den Nullpunkt. Zusätzlich sind die Abweichungen von $\pm 2 \pi$ und $\pm 4 \pi$ rot eingezeichnet. Die meisten Messpunkte liegen erfreulicherweise innerhalb von $\pm 2 \pi$.

einstimmt. Die Experten erwarten, dass sich durch die Entwicklung von Sensoren und Sensorsystemen mit höherer Empfindlichkeit und durch die Erfassung eines breiteren Spektrums an flüchtigen Substanzen in den kommenden Jahren die Genauigkeit der Ermittlung der Geruchsintensitäten von Bauprodukten verbessert. Das Ergebnis ist – trotz der genannten Einschränkungen dieser Messtechnik – erfreulich, zumal von der künstlichen Nase im Unterschied zur menschlichen Nase auch geruchlose Verbindungen oder solche, bei denen die Geruchsschwelle der menschlichen Nase höher anzusetzen ist, registrierbar sind.

Mit der vergleichbaren Erfassung der Geruchsintensität konnten die Wissenschaftler mit der künstlichen Nase einen ersten Schritt machen, der in zukünftige Arbeiten einfließt. Zusätzlich kommt es darauf an, die künstliche Nase auch in ihrer hedonischen Bewertung weiter zu entwickeln und zu trainieren – gegebenenfalls mit Unterstützung weiterer statistischer Verfahren.

6 DIE KENNZEICHNUNG GESUNDHEITS- UND UMWELTVERTRÄGLICHER BAUPRODUKTE IST KEIN DEUTSCHER ALLEINGANG

Deutschland ist ein Land mit hohem Umweltbewusstsein und strengen Umwelt- und Gesundheitsanforderungen. Aber diese sind bei weitem nicht alle deutsche Erfindungen – auch nicht, wenn es um Bauprodukte geht.

Die europäische Bauproduktenrichtlinie schreibt allen Mitgliedstaaten der Europäischen Union vor, die Anforderung Nr. 3 „Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz“ einzuhalten. Da bislang harmonisierte europäische Vorschriften fehlen, gelten bis auf weiteres nationale Regelungen (siehe auch *Kapitel 2 Welche Regelungen für Bauprodukte gibt es bereits?*).

Die gesetzlich vorgeschriebene CE-Kennzeichnung und Hinweise auf erfüllte DIN-Normen an Produkten sind nur begrenzt Gütesiegel für gesundheitliche und ökologische Belange. Das Deutsche Institut für Bautechnik und das Umweltbundesamt kritisieren diesen Sachverhalt und sehen die Notwendigkeit für eine Überarbeitung der Normen der ersten Generation in der weiteren Umsetzung der Bauproduktenrichtlinie. Das ist das Ergebnis der im Auftrag des Umweltbundesamtes vorgelegten Studie „Gesundheits- und Umweltkriterien bei der Umsetzung der EG-Bauproduktenrichtlinie“. Am Beispiel der Bodenbeläge unterbreiten die Autoren der Studie Überarbeitungsvorschläge, um auch tatsächlich die Anforderung Nr. 3 „Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz“ künftig zu erfüllen. So kann beispielsweise in der CE-Kennzeichnung noch die Formaldehydklasse E1 oder E2 enthalten sein. Das Deutsche Institut für Bautechnik und das Umweltbundesamt beanstanden, dass die Regelung zu Formaldehyd der deutschen Gesetzgebung widerspricht. Denn Holzwerkstoffe der Formaldehydklasse E2 dürfen Hersteller und Vertreiber in Deutschland beispielsweise schon lange nicht mehr in Verkehr bringen.

▼ Was machen unsere europäischen Nachbarn?

Nicht nur in Deutschland, sondern auch in einigen europäischen Nachbarländern existieren Bewertungssysteme zur Kennzeichnung emissionsarmer Bauprodukte. Sie beruhen meist auf einer freiwilligen Vereinbarung und sind daher vor allem für die Entwicklung des eigenen Binnenmarktes förderlich. Bedingt durch unterschiedliche Schutzniveaus führte das allerdings zu Handelsbarrieren auf dem europäischen Markt. Diese gilt es nunmehr

durch Harmonisierung, das heißt, durch einheitlich in den Mitgliedstaaten geltende Regelungen, abzubauen.



Bild 23: Logo der European Collaborative Action „Urban Air, Indoor Environment and Human Exposure“

Einer der Schritte in diese Richtung ist der im Jahr 2005 veröffentlichte Bericht Nr. 24 mit dem Titel **Harmonisation of Indoor Material Emissions Labelling Systems in the EU. Inventory of Existing Schemes.**

Diesen erarbeitete eine Arbeitsgruppe der European Collaborative Action „Urban Air, Indoor Environment and Human Exposure“ (siehe Bild 23). Die Arbeitsgruppe, der als Vertreter aus Deutschland zwei Experten des Umweltbundesamtes angehörten, bewertete die in den einzelnen Mitgliedstaaten praktizierten Kennzeichnungen.

Unter anderem prüfte die Arbeitsgruppe, ob es sich bei den Kennzeichnungen um ein freiwilliges (privates) industrielles Label handelt, ob der Staat es unterstützt oder ob es an gesetzliche Anforderungen gebunden ist. Das Ergebnis ist – ohne Anspruch auf Vollständigkeit – in Tabelle 2 zusammengefasst. Aufgeführt sind nur die mit staatlicher Unterstützung vergebenen Kennzeichnungen.

Darüber hinaus beurteilte die Arbeitsgruppe weitere Label, die auf private Initiative zurückgehen und die verschiedene Hersteller Länder übergreifend nutzen. Dazu gehören „natureplus“ von natureplus e.V. für diverse Bauprodukte, „GUT“ der Gemeinschaft umweltfreundlicher Teppichboden e.V., „EMICODE EC 1“ der Gemeinschaft Emissionskontrollierte Verlegewerkstoffe e.V. und die „Scandinavian Trade Standards“.

Die Arbeitsgruppe stellte fest, dass den meisten Kennzeichnungssystemen eine ähnliche Methodologie zugrunde liegt und die Prüfinstitute die Emissionen nach EN- oder ISO-Normen oder verwandten Methoden bestimmen. Sie gelangte auch zu der Einschätzung, dass einige Bewertungsschemata eine gute Diskussionsgrundlage für ein harmonisiertes Bewertungssystem sind, und führte hierzu beispielgebend das AgBB-Schema sowie das GUT-Verfahren für bestimmte Produktgruppen auf.

Einige Kennzeichnungssysteme berücksichtigen auch sensorische Prüfungen. Doch sind die Methoden sehr unterschiedlich; auch fehlt ihnen eine Dokumentation über Reliabilität (Zuverlässigkeit) und Reproduzierbarkeit.

Tabelle 2: Bewertung von Emissionen aus Bauprodukten für Innenräume in Deutschland und in anderen Mitgliedstaaten der EU¹

Mitgliedsstaat	Kennzeichnungssystem	Legaler Status
Dänemark und Norwegen	Indoor Climate Label	Auf freiwilliger Basis, Unterstützung durch die Regierung
Deutschland	AgBB-Schema ²	An gesetzliche Anforderungen gebunden ² Zulassung durch staatliche Einrichtung
	Blauer Engel	Auf freiwilliger Basis, Unterstützung durch Bundesumweltministerium und Umweltbundesamt
Finnland	M 1-Emission Classification of Building Materials (Klassifizierung der Emissionen aus Baumaterialien)	Auf freiwilliger Basis, Unterstützung durch die für Umwelt und Land- und Forstwirtschaft zuständigen Ministerien
Frankreich	CESAT-Schema (Bewertung von Umwelt- und Gesundheitsaspekten bei Bauprodukten)	Auf freiwilliger Basis, Unterstützung durch die für Umwelt, Gesundheit, Bauwesen und Arbeit zuständigen Ministerien
Österreich	Österreichisches Umweltzeichen	Auf freiwilliger Basis, Kennzeichnung durch das Lebensministerium
Portugal	LQAI-Schema (Bewertung durch das Laboratório da Qualidade do Ar Interior)	Auf freiwilliger Basis, Unterstützung durch öffentliche Einrichtungen und private Organisationen

¹ Nach dem Bericht Nr. 24 „Harmonisation of Indoor Material Emissions Labelling Systems in the EU. Inventory of Existing Schemes“

² Bestandteil der „Grundsätze für die gesundheitliche Bewertung von Bauprodukten in Innenräumen“ für die Zulassung von Bauprodukten durch das Deutsche Institut für Bautechnik, die rechtliche Grundlage sind die Landesbauordnungen. Die Prüfung nach AgBB-Schema ist derzeit nur für Bodenbeläge verbindlich.

Auf diesem Gebiet sind noch viele Arbeiten erforderlich. Hier ist es wieder möglich, eine Brücke zum in dieser Broschüre vorgestellten Forschungsprojekt zu schlagen: Denn es stellt für die sensorische Prüfung hinsichtlich der Geruchsintensität einen Erfolg versprechenden Ansatz vor, der eine Ausgangsbasis für weiterführende Untersuchungen ist (siehe Kapitel 4 *Wie werden Emissionsdaten gewonnen?* und Kapitel 5 *Und das sind die Ergebnisse der Prüfkammeruntersuchungen*).

▼ Verschiedene Öko-Label sind auf dem Markt

Mittlerweile gibt es eine Vielzahl von Zeichen und Werbeaussagen zu gesundheits- und umweltverträglichen Bauprodukten, die im Innenraum zur Anwendung kommen. „Doch ist darauf wirklich immer Verlass?“ fragen sich Verbraucherinnen und Verbraucher und entscheiden sich dann bei fehlender Glaubwürdigkeit eher doch für ein Produkt, das bei angemessenem Kaufpreis gut zu gebrauchen, aber möglicherweise weniger gesundheits- und umweltverträglich ist.



Bild 24: Euroblume, das Umweltzeichen der Europäischen Kommission. Das Kennzeichen berücksichtigt den gesamten Lebenszyklus eines Produktes (Herstellung, Anwendung/Verbrauch und Entsorgung). Mit der Euroblume gekennzeichnet gibt es Lacke und Lasuren, Wandfarben und Bodenfliesen.

Heutzutage sind Gesundheits- und Umweltschutz für einen großen Teil der Bevölkerung wichtig. Das geht aus den regelmäßig im Auftrag des Umweltbundesamtes geführten und mit Mitteln aus dem Umweltforschungsplan des Bundesumweltministeriums geförderten repräsentativen Bevölkerungsumfragen „Umweltbewusstsein in Deutschland“ hervor. Viele Menschen wollen durch ihr persönliches Konsumverhalten einen Beitrag dazu leisten. Doch sind sie oftmals wenig darüber informiert, welche Möglichkeiten sie haben.

So ergab die Umfrage 2004, dass einer großen Mehrheit (83 Prozent) das Umweltzeichen Blauer Engel (siehe Bild 26) bekannt ist und die Hälfte beim Einkaufen auf dieses Zeichen achtet. Leider ist der Trend 2006 etwas rückläufig. Andere Zeichen, wie die „Euroblume“, das europäische Umweltzeichen (siehe Bild 24), kannten 2004 dagegen nur knapp ein Fünftel der Befragten. Fazit: Es bestehen nach wie vor Informationsdefizite.

Umweltzeichen, auch als Öko-Label bezeichnet, vergeben Lizenz- und Zeichengeber auf Antrag des Herstellers, also auf freiwilliger Basis nach den jeweiligen Richtlinien, die sich durch unterschiedliche Anforderungen voneinander unterscheiden. Die Palette der bisher gekennzeichneten Produkte ist sehr umfangreich. Dazu gehören Lacke und Lasuren, Wandfarben, Tapeten, Bodenverlegewerkstoffe (Kleber), Bodenbeläge, Holz und Holzwerkstoffe, Dichtstoffe und Folien, Dämmstoffe sowie mineralische Baustoffe, wie Ze-

mente, Putze, Mörtel, Mauer- und Dachsteine. Ebenso umfangreich ist die Palette der Öko-Label, so dass es innerhalb einzelner Produktgruppen oftmals mehrere Umweltzeichen gibt.



Bild 25: Titelseite der NRW-Broschüre, mehr dazu im Anhang 4 Berichte, Broschüren, Faltblätter, Internetadressen

Die vielen Labels und Siegel erschweren die Vergleichbarkeit und verunsichern Verbraucherinnen und Verbraucher sowie Bauherren gleichermaßen. Daher kommt es darauf an, nicht nur die einzelnen Umweltzeichen bekannt zu machen, sondern auch die Vergabe der Zeichen transparent zu machen.

Das ist in Nordrhein-Westfalen mit einer sehr übersichtlichen Broschüre in hervorragender Weise gelungen. Koordiniert vom Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz brachte das Land sie 2004 mit dem Titel **Aktionsprogramm Umwelt und Gesundheit Nordrhein-Westfalen. Umweltzeichen für Bauprodukte. Bauprodukte gezielt auswählen – eine Entscheidungshilfe** (Bild 25) heraus (siehe *Anhang 4 Berichte, Broschüren, Faltblätter, Internetadressen*).

In dieser etwa 80 Seiten umfassenden Dokumentation sind fünfzehn Öko-Labels bei Bauprodukten auf spezifische Qualitäts-, Umwelt- und Gesundheitskriterien auf der Grundlage einer Befragung der Lizenz- und Zeichengeber umfassend dargestellt. Die Herausgeber kommen zu dem Schluss, dass innerhalb einer Produktgruppe oftmals nur wenige Umweltzeichen tatsächlich miteinander konkurrieren. Verbraucherinnen und Verbraucher können nun entscheiden, welche Kriterien ihnen wichtig sind und welche Umweltzeichen diese berücksichtigen. Neben den inhaltlichen Kriterien prüften die Herausgeber, ob die jeweilige Vergabegrundlage öffentlich zugänglich und damit transparent sowie die Zeichenvergabe befristet ist. Auch dieses Kriterium war für sie wichtig, denn nur so ist eine kontinuierliche Entwicklung der Produkthanforderungen zu gewährleisten. Kauftipps am Ende eines jeden Kapitels erleichtern die Entscheidung für ein Produkt nach persönlichem Anspruch.

Seit 2005 gibt es eine weitere Kennzeichnung von Bauprodukten, die nach den „Grundsätzen für die gesundheitliche Bewertung von Bauprodukten in

Innenräumen“ durch das dafür zuständige Deutsche Institut für Bautechnik gesetzlich zugelassen sind. Sie sind an dem **Ü-Zeichen mit dem zusätzlichen Hinweis „Emissionsgeprüft nach DIBt-Grundsätzen“** zu erkennen. Dieser Hinweis besagt, dass eine Untersuchung gemäß AgBB-Schema erfolgte (siehe *Kapitel 2 Welche Regelungen für Bauprodukte gibt es bereits?* und *Kapitel 3 In Deutschland gilt für die Beurteilung von Emissionen das AgBB-Schema*). Textile Bodenbeläge, Kautschuk-, PVC- und Linoleum-Bodenbeläge sowie Laminatböden müssen inzwischen diese Kennzeichnung tragen. Im Gegensatz zu einem Öko-Label ist diese Kennzeichnung nicht freiwillig, sondern gesetzlich vorgeschrieben (siehe auch Tabelle 2).

▼ **Der Blaue Engel ist strenger als das AgBB-Schema**

Unter den in der Broschüre aus Nordrhein-Westfalen bewerteten Öko-Labels ist auch der Blaue Engel aus Deutschland – das älteste Umweltzeichen der Welt. Es wurde 1977 von den für Umweltschutz zuständigen Ministern des Bundes und der Länder eingeführt. 1978 verabschiedete die aus Vertretern verschiedener gesellschaftlicher Gruppen zusammengesetzte Jury Umweltzeichen die ersten sechs Vergabegrundlagen. Heute tragen rund 3.700 Produkte und Dienstleistungen in 80 Produktkategorien den Blauen Engel; mehr dazu im Internet unter www.blauer-engel.de.

Die Jury Umweltzeichen zeichnet Produkte mit dem Blauen Engel aus, die in ihrer ganzheitlichen Betrachtung umweltfreundlich sind und zugleich hohe Ansprüche an den Gesundheits- und Arbeitsschutz sowie die Gebrauchstauglichkeit erfüllen. Sparsamer Einsatz von Rohstoffen, Herstellung, Lebensdauer und Entsorgung sind dabei ebenso wichtig.

Zeicheninhaber des Umweltzeichens Blauer Engel ist das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Mit der Vergabe des Blauen Engels ist das Deutsche Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung e.V. (RAL) betraut. Beteiligt sind die unabhängige Jury Umweltzeichen, die die technischen Anforderungen beschließt, das Bundesland, in dem der Hersteller oder Anbieter seinen Sitz hat, und das Umweltbundesamt. Dieses ist unter anderem für die Entwicklung von Anforderungen für die Vergabe des Blauen Engels verantwortlich, und hier ist auch die Geschäftsstelle der Jury Umweltzeichen angesiedelt.

Für die Erfassung der Emissionen nach den Vergabegrundlagen des Blauen Engels gelten die von der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung und anderen Institutionen erarbeiteten Prüfverfahren. Die Emis-



Bild 26: Logo für Emissionsarme Bodenbelagsklebstoffe und andere Verlegewerkstoffe RAL-UZ 113

sionsprüfungen für den Blauen Engel akzeptiert das Deutsche Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung nur, wenn sie ein von der Bundesanstalt anerkanntes Prüfinstitut vornimmt. Das gewährleistet, dass diese Institute das Messverfahren beherrschen und zu vergleichbaren Ergebnissen kommen.

Die unterschiedlichen Anforderungen des Blauen Engels und des AgBB-Schemas im Hinblick auf die Emissionsbegrenzung flüchtiger organischer Verbindungen lassen sich am Beispiel von Fußbodenklebern, für die es das Umweltzeichen RAL-UZ 113 gibt (siehe Bild 26), veranschaulichen, da die Prüfung in enger Anlehnung an das AgBB-Schema erfolgt (Einzelheiten findet man

unter www.blauer-engel.de/deutsch/navigation/body_blauer_engel.htm).

Das Umweltzeichen RAL-UZ 113 bekommen emissionsarme und lösemittelfreie Fußbodenkleber nur, falls sie keine giftigen, krebserzeugenden, erbgutverändernden oder reproduktionstoxischen Stoffe und als Topfkonservierer nur bestimmte Biozide in sehr geringen Mengen enthalten. Letztere sind dann auch auf dem Gebinde zu benennen, einschließlich der Telefonnummer, unter welcher Allergiker Informationen erhalten können.

Im Vergleich zum AgBB-Schema sind die Vorgaben bei dem als Beispiel gewählten RAL-UZ 113 für die Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen strenger, das heißt, die Verlegewerkstoffe müssen deutlich niedrigere Konzentrationen der Prüfwerte einhalten (siehe Tabelle 3). Hinzu kommt, dass Formaldehyd und Acetaldehyd, die im AgBB-Schema noch nicht berücksichtigt sind, bei der Messung am dritten Tag in der Prüfkammer den Wert von 0,05 ppm nicht überschreiten dürfen.

Alles in allem erfüllen Bauprodukte, die die gesundheitliche Bewertung nach dem AgBB-Schema bestanden haben, die gesetzlichen Mindestanforderungen. Im Jahr 2005 hat das Deutsche Institut für Bautechnik zunächst mit der Bewertung von Bodenbelägen begonnen; weitere Produkte sollen folgen (siehe *Unterkapitel Verschiedene Öko-Label sind auf dem Markt*). Wer aber nicht so lange warten möchte und mehr für Gesundheit und Umwelt tun will, ist mit den Blaue-Engel-Produkten gut beraten. Man findet sie im Internet un-

ter www.blauer-engel.de/deutsch/navigation/body_blauer_engel.htm, Produkte&Zeichenanwender, Menüpunkt „→ nach Produkten suchen“.

Tabelle 3: Anforderungen an die Emissionen flüchtiger und schwerflüchtiger organischer Verbindungen bei Fußbodenklebern

Substanzen ¹	3. Tag in der Prüfkammer		28. Tag in der Prüfkammer	
	Blauer Engel ²	AgBB-Schema	Blauer Engel ²	AgBB-Schema
TVOC (C ₆ – C ₁₆)	≤ 1 mg/m ³	≤ 10 mg/m ³	≤ 0,1 mg/m ³	≤ 1,0 mg/m ³
TSVOC (>C ₁₆ – C ₂₂)	Entfällt	Entfällt	≤ 0,05 mg/m ³	≤ 0,1 mg/m ³
Kanzerogene	≤ 0,01 mg/m ³ Summe	≤ 0,01 mg/m ³ Summe	≤ 0,001 mg/m ³ je Einzelwert	≤ 0,001 mg/m ³ Summe
Summe VOC ohne NIK	Entfällt	Entfällt	≤ 0,04 mg/m ³	≤ 0,1 mg/m ³
R-Wert	Entfällt	Entfällt	≤ 1	≤ 1

¹ Erläuterungen siehe Kapitel 3 In Deutschland gilt für die Beurteilung von Emissionen das AgBB-Schema

² Zur besseren Vergleichbarkeit sind die Konzentrationsangaben in mg/m³ umgerechnet

7 WIE GEHT ES WEITER?

Bauprodukte können flüchtige organische Verbindungen emittieren, die die Qualität der Innenraumluft vermindern. Einige von ihnen sind geruchlos und können so „unbemerkt“ nachteilig auf die Gesundheit wirken, andere sind mehr oder weniger „zu riechen“ und können zumindest das Wohlbefinden beeinträchtigen.

Die Ergebnisse aus dem auf den vorangegangenen Seiten dargestellten Forschungsprojekt bestätigen, dass auch 17 Jahre nach Inkrafttreten der europäischen Bauproduktenrichtlinie dieses Problem nach wie vor aktuell ist. Immer noch gilt als Richtschnur für Bauherren sowie Verbraucherinnen und Verbraucher, dass sie Bauprodukte im Innenraum nicht „unbesehen“ verarbeiten sollen.

Daher ist es verständlich, dass Experten aus Politik und Wissenschaft nunmehr mit hoher Priorität Anstrengungen unternehmen, um die durch Bauprodukte verursachten Belastungen der Innenraumluft in den Griff zu bekommen. Das ist vor allem erforderlich, weil durch die 2002 in Kraft getretene Energieeinsparverordnung im Zuge von Sanierungs- und Rekonstruktionsmaßnahmen Gebäude zunehmend abgedichtet werden. Der „natürliche Luftwechsel“ über undichte Fenster und Türen ist immer weniger gegeben. Dadurch können sich unerwünschte Stoffe in der Raumluft anreichern.

In der europäischen Bauproduktenrichtlinie, die eine Richtlinie des neuen Ansatzes ist, sind die wesentlichen Anforderungen, darunter auch die zum Gesundheits- und Umweltschutz, als Zielvorgaben formuliert, während die Europäische Kommission die konkrete Umsetzung und die Festlegung technischer Details an das Normungs- und Zulassungswesen delegiert. Die Kommission bedient sich hierbei zwei verschiedener Ansätze, die es miteinander zu verbinden gilt (siehe hierzu auch *Unterkapitel Die Verantwortung der Behörden wächst*). Während das Normungswesen eine privatrechtliche Organisationsform besitzt und auf Freiwilligkeit beruht (siehe Kasten 14), liegt das Zulassungswesen in staatlicher Hand (siehe auch Kasten 15) und benutzt im Falle der Bauprodukte Normen als Bestandteil der Zulassungsgrundlagen.

Bisher gibt es keine übergreifende quantitative und qualitative Erfassung der Gefahrstoffeinträge aus Bauprodukten in die Umwelt. Die bislang veröffentlichten europäischen Bauproduktennormen und -zulassungen berücksichtigen kaum Umwelt- und Gesundheitsaspekte. Das hat verschiedene Gründe. Teilweise steht die Entwicklung vorsorgender Mechanismen und produkt-

Kasten 14

Das CEN (Comité Européen de Normalisation – Europäisches Komitee für Normung) ist eine der drei großen offiziell anerkannten Normungsorganisationen in Europa.

1961 gründeten die nationalen Normungsgremien der Mitgliedstaaten von EWG und EFTA (European Free Trade Association, Europäische Freihandelszone) das CEN mit Sitz in Brüssel.

Die 29 CEN-Mitglieder arbeiten zusammen, um freiwillige Europäische Normen (EN) in verschiedenen Industrie- und Dienstleistungsbereichen zu entwickeln. Ziel ist, den freien Handel, Produktsicherheit, Arbeits- und Konsumentenschutz, Interoperabilität von Netzwerken, Umweltschutz, Nutzung von Forschungsergebnissen zu unterstützen. An der Arbeit des CEN beteiligen sich Experten und Industrieverbände, Konsumenten und andere gesellschaftliche Interessengruppen.

Das Deutsche Institut für Normung e.V. (DIN) vertritt Deutschland im CEN.

Kasten 15

Die EOTA (European Organisation for Technical Approvals – Europäische Organisation für Technische Zulassungen) ist die Dachorganisation, in der die in den EU-Mitglieds- und EFTA-Staaten benannten zuständigen Stellen für die Erteilung von europäischen technischen Zulassungen vertreten sind. Sie ist ein gemeinnütziger Verein.

Die EOTA wurde 1990 auf der Grundlage der Bauproduktenrichtlinie eingerichtet und hat ihren Sitz in Brüssel.

Hauptaufgabe ist es, Leitlinien für die europäische technische Zulassung (European Technical Approval Guideline – ETAG) und die Koordinierung bei der Erteilung von europäischen technischen Zulassungen zu erarbeiten. Sie arbeitet eng mit den Diensten der Europäischen Kommission, EFTA, CEN, Europäischen Handelsvertretungen und Industrieverbänden zusammen.

Das Deutsche Institut für Bautechnik ist für Deutschland Mitglied in der EOTA.

spezifischer Regelungsansätze noch am Anfang. In vielen Bereichen erfassen Prüfinstitute erst jetzt systematisch kritische Emissionen und für viele Altstoffe stehen die Bewertungen noch aus. Erst in jüngster Zeit entwickeln die Mitgliedstaaten Bewertungsschemata für Bauprodukte.

Aber es fehlten auch eindeutige Arbeitsaufträge der Europäischen Kommission an CEN und EOTA. Um diese Defizite abzubauen, erarbeitete Deutsch-

land 2001 einen Vorschlag für ein „Mandat Gefahrstoffe“, der die Ergänzung der bestehenden Produktmandate an CEN und EOTA um Prüfmethoden für gefährliche Stoffe für die Normen der zweiten Generation vorsah. Das führte dazu, dass die Europäische Kommission begann, eine Internet-Datenbank über gefährliche Stoffe aufzubauen, eine Expertengruppe einberief und das Mandat M/366 an CEN erteilte. Ohne Anspruch auf Vollständigkeit stellt die Broschüre hier einige Aktivitäten vor.

▼ **Internet-Datenbank über gefährliche Stoffe in Bauprodukten im Aufbau**

Da der Europäischen Kommission keine vollständigen Informationen darüber vorlagen, welche Vorgaben in den Mitgliedstaaten zur Umsetzung der Anforderung Nr. 3 „Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz“ bestehen und welche Prüf- und Konformitätsbescheinigungen sie verlangen, begann die Kommission mit dem Aufbau der Datenbank „Legislation on Dangerous Substances in the Field of Construction Products“ (Arbeitstitel). Diese Datenbank soll alle nationalen notifizierten Regelungen mit umwelt- und gesundheitsrelevanten Aspekten zu Bauprodukten enthalten. Sie ist im Referat „Construction“ in der Generaldirektion Unternehmen der Europäischen Kommission angesiedelt.

Das Umweltbundesamt hat 2001 in Abstimmung mit dem Deutschen Institut für Bautechnik den deutschen Beitrag erstellt – es war einer der ersten. In der Zwischenzeit änderte sich die Konzeption der Datenbank. Nunmehr können Anwender neben Substanzen auch Produkte als Suchbegriff eingeben. Dadurch erweitert sich der Nutzerkreis. Die Datenbank unterstützt nicht nur Entwickler von Produktnormen, indem sie sich beispielsweise über die aktuell verwendeten Prüfmethoden informieren können, auch Hersteller können leichter überprüfen, unter welche Regelungen ihre Produkte fallen. Künftig soll eine Datenbankrecherche auch Verbraucherinnen und Verbrauchern möglich sein. Doch zurzeit befindet sich die überarbeitete Version im Probelauf und ist nur registrierten Nutzern zugänglich (Stand November 2006). Sicher ist, die Datenbank bringt die Arbeiten zur Harmonisierung voran.

▼ **Expertengruppe für gefährliche Stoffe in Bauprodukten eingerichtet**

Die Europäische Kommission richtete Ende 2004 die Sachverständigengruppe zu gefährlichen Stoffen in Bauprodukten ein, deren offizielle Bezeichnung „Commission Expert Group on Dangerous Substances in the Field of

Construction Products“ lautet und die aus einer im Jahr 2002 gebildeten Ad-hoc-Gruppe hervorgegangen ist. Ihr gehören Vertreter verschiedener EU-Mitglied- und EFTA-Staaten, aus Industrieverbänden, CEN und EOTA an. In dieser Sachverständigengruppe arbeiten auch Experten aus Deutschland mit: das Umweltbundesamt vertritt Deutschland und das Deutsche Institut für Bautechnik die EOTA. Der Sachverstand dieser Expertengruppe soll bei Bedarf auch den technischen Komitees des CEN und der EOTA zur Verfügung stehen.

Die Expertengruppe entwickelt derzeit ein Konzept, um Bauprodukte ohne großen Prüfaufwand einstufen zu können. Dieses unterscheidet zwischen Produkten, bei denen die Auswirkungen auf Umwelt und Gesundheit ohne Prüfung (without testing, wt) und ohne weitere Prüfung (without further testing, wft) als unbedenklich zu bewerten sind. Außerdem bereitet die Expertengruppe einen Leitfaden für die Verfasser technischer Spezifikationen (formaler Produktbeschreibungen) vor.

▼ **Normenarbeit wird de facto Gesetzgebungsarbeit**

Die Europäische Kommission beauftragte CEN (siehe Kasten 14), Normen zu erarbeiten, die beim Nachweis der Übereinstimmung von Produkten mit den wesentlichen Anforderungen der relevanten europäischen Richtlinien helfen. Im besonderen Fall der Bauproduktenrichtlinie allerdings sind diese harmonisierten Normen nicht nur mögliches Hilfsmittel, sondern sie sind nach einer Übergangszeit verbindlich anzuwenden.

So erarbeitete beispielsweise das CEN Technical Committee (TC) 264 „Luftbeschaffenheit“ ISO-Normen für Prüfkammermessungen, die auch das AgBB-Schema berücksichtigt. An der Erarbeitung dieser Normen beteiligten sich unter anderem Experten aus der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung und dem Umweltbundesamt.

Im April 2005 erhielt CEN das Mandat M/366 (Mandat ist die Bezeichnung für einen Normierungsauftrag), Prüfmethode für die Freisetzung von gefährlichen Substanzen aus Bauprodukten zu entwickeln. Das Mandat umfasst die Freisetzung gefährlicher Stoffe in die Innenraumluft, in den Boden sowie in das Grundwasser. Im April 2006 konstituierte sich für die Bearbeitung dieses Mandates im CEN das Technical Committee (TC) 351 „Bewertung der Freisetzung gefährlicher Stoffe aus Bauprodukten“, wobei die Working Group (WG) 2 „Emissionen aus Bauprodukten in die Innenraumluft“ die Innenraumluftproblematik wahrnimmt. Es ist davon auszugehen, dass

das TC 351 die Erfahrungen des TC 264 im Hinblick auf die Erarbeitung von Prüfmethoden zur Emissionsmessung nutzen wird.

Die deutschen Belange im TC 351 und in der WG 1 sowie in der WG 2 vertreten unter anderem Fachleute aus dem Umweltbundesamt. Diese Behörde kann dadurch direkt auf die Normenentwürfe im Hinblick auf die Berücksichtigung gesundheitlicher Aspekte Einfluss nehmen. Wichtige Arbeitsgrundlagen für diese Gremien sind beispielsweise das AgBB-Schema, der DIN-Fachbericht 127 „Beurteilung von Bauprodukten unter Hygiene-, Gesundheits- und Umweltaspekten“ sowie die Berichte über die beiden im Auftrag des Umweltbundesamtes durchgeführten Studien „Gesundheits- und Umweltkriterien bei der Umsetzung der EG-Bauproduktenrichtlinie (BPR) (Bauprodukte)“, die das Deutsche Institut für Bautechnik im Jahr 2005 vorlegte, und „Umwelt- und Gesundheitsanforderungen an Bauprodukte – Ermittlung und Bewertung der VOC-Emissionen und geruchlichen Belastungen“, die 2006 federführend die Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung erarbeitete.

Es ist abzusehen, dass die Zeit nicht ausreicht, um gesundheitliche und ökologische Belange in den Normen der zweiten Generation zur Umsetzung der Bauproduktenrichtlinie, die ab dem Jahr 2006 anstehen, zu berücksichtigen. Die Ziele kann das CEN nur ansatzweise erreichen. Für die nächsten Überarbeitungen der harmonisierten Bauproduktennormen, die in der Regel spätestens nach weiteren fünf Jahren erfolgt, sind die fehlenden fachlichen und regulativen Vorgaben zu schaffen. Das bedeutet, dass so lange die nationalen Regelungen weiter gelten.

▼ Die Verantwortung der Behörden wächst

Nach dem neuen Ansatz der Bauproduktenrichtlinie sollen privatrechtliche Normungsinstitute auch öffentliche Belange wie Umwelt- und Gesundheitsschutz in den Details definieren. Diese Belange gehören allerdings zu den eigentlichen Aufgaben der Behörden. Daher ist eine Beteiligung der Behörden an der Erarbeitung der Normen unerlässlich. Sie ist auch ausdrücklich vorgesehen und basiert auf dem Vertrag zwischen der Bundesrepublik Deutschland und dem Deutschen Institut für Normung e.V., dem Grünbuch zum Ausbau der europäischen Normung und dem Bericht der Kommission über die Normung im Rahmen des Neuen Ansatzes.

Auf diese neuen Rahmenbedingungen müssen sich die verantwortlichen Behörden einstellen. Das Umweltbundesamt baute daher im Jahr 2000 die

Implementierung des Umwelt- und Gesundheitsschutzes im europäischen Baunormungsprozess als Arbeitsschwerpunkt aus. Die Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung, zuständig für den Aufgabenverbund „Material – Chemie – Umwelt – Sicherheit“, wirkt in zahlreichen Fachgremien, gesetzlichen Körperschaften und Normen setzenden Institutionen an der Aufstellung von technischen Regeln und Sicherheitsbestimmungen mit und vertritt Deutschland ebenso in nationalen und supranationalen Einrichtungen.

Normung basiert auf dem Konsensprinzip aller betroffenen gesellschaftlichen Kreise, ist aber in der Praxis stark von den Interessen der Hersteller geprägt. Dies ist auch deshalb so, weil die Bauproduktenindustrie mittlerweile fast durchgehend europäisch organisiert ist und ihre Interessen konzentriert auf europäischer Ebene einbringt.

Auch die nationalen Zulassungsbehörden haben sich auf europäischer Ebene in der EOTA (siehe Kasten 15) organisiert und Gruppen analog zu CEN gebildet. Diese Gruppen formulieren für die Zulassungen Anforderungen hinsichtlich des Gesundheits- und Umweltschutzes. Das Deutsche Institut für Bautechnik, dessen Arbeitsschwerpunkt im Zulassungsbereich liegt, unterstützt die Aktivitäten auf europäischer Ebene und arbeitet in den zahlreichen durch CEN und EOTA gegründeten Arbeitsgremien mit, um den Gesundheits- und Umweltschutz auch auf europäischer Ebene voranzubringen.

Demgegenüber handeln die Umweltschutzbehörden noch vorwiegend national. Um gemeinsame Strategien entwickeln zu können, müssen die europäischen Umweltbehörden enger zusammenarbeiten.

Nur durch eine konzentrierte Aktion auch der Umweltbehörden lässt sich vermeiden, dass in europäischen Normen nur der „kleinste gemeinsame Nenner“ formuliert ist und hinsichtlich des Umwelt- und Gesundheitsschutzes keine Anforderungen enthalten sind.

Das Umweltbundesamt knüpfte deshalb erste Kontakte zu den mit der Bauproduktenrichtlinie befassten Umweltbehörden in Nachbarländern. Über das so genannte EPA-Netzwerk, das die nationalen Umweltbehörden 2003 auf Anregung der Europäischen Umweltagentur gründeten, verbessert sich die Zusammenarbeit der nationalen Umweltbehörden in Europa weiter (EPA ist die englische Abkürzung von **Environmental Protection Agency** und bedeutet Umweltschutzbehörde). Derzeit beteiligen sich daran die nationalen Umweltbehörden aus 28 Ländern – darunter auch das Umweltbundesamt – und die Europäische Umweltagentur. Neben den 25 Mitgliedstaaten der Eu-

ropäischen Union sind auch Island, Norwegen und Kroatien vertreten. Das Netzwerk verfolgt das Ziel, den Meinungs- und Erfahrungsaustausch in Fragen von gemeinsamem Interesse bei der praktischen Umsetzung von Umweltpolitik zu fördern.

▼ Sensorische Prüfungen in Entwicklung

Die geruchliche Wirkung flüchtiger organischer Verbindungen ist eine nicht zu vernachlässigende Qualität eines Bauproduktes. Deshalb hat der AgBB die sensorische Prüfung auch vorsorglich in das AgBB-Schema aufgenommen. Zur Erfassung und Bewertung fehlen allerdings anerkannte standardisierte Verfahren, so dass diese Prüfungen derzeit noch nicht im Rahmen der Zulassung nach den Grundsätzen für die gesundheitliche Bewertung von Bauprodukten in Innenräumen durch das dafür zuständige Deutsche Institut für Bautechnik erfolgen. Die Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung und das Hermann-Rietschel-Institut der Technischen Universität Berlin arbeiten auf diesem Gebiet eng zusammen, damit die Verfahren zur sensorischen Prüfung vorankommen. In dem in dieser Broschüre vorgestellten Forschungsprojekt entwickelten und erprobten sie auf der Basis vorliegender nationaler und internationaler Erfahrungen erfolgreich eine Methode, um die Geruchsintensität von Bauprodukten mit einer Gruppe von Probanden zu bewerten. Die Ergebnisse zeigen, dass zurzeit eine sensorische Bewertung der Emissionen nicht durch die Analytik ersetzbar ist, da in den meisten Fällen die geruchliche Bewertung eines Bauprodukts nicht mit den Messungen der Emissionen der flüchtigen organischen Verbindungen korreliert.

Weiterführend entwickelten die Wissenschaftler einen Erfolg versprechenden Ansatz, eine künstliche Nase als technisches Messgerät parallel zur menschlichen Nase einzusetzen. In wie weit bei der sensorischen Prüfung von Bauprodukten auch eine hedonische Beurteilung – wie im Forschungsprojekt durchgeführt – erfolgen sollte, bedarf in Fachkreisen noch einer weitergehenden Diskussion.

Neue Erkenntnisse erwartet die Fachwelt aus dem Projekt mit dem Titel „Innovative Sensor System for Measuring Perceived Air Quality and Brand Specific Odours“. Sie liegen voraussichtlich Ende 2009 vor. Dieses Projekt, in welchem es auch um die Weiterentwicklung der künstlichen Nase geht, hat im September 2006 unter Federführung des Hermann-Rietschel-Instituts im Rahmen des 6. Forschungsprogramms der Europäischen Kommission begonnen. An diesem Projekt beteiligten sich neun weitere namhafte Einrichtun-

gen aus fünf europäischen Ländern, darunter auch die Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung.

▼ **Der Blaue Engel gewinnt weiterhin an Fahrt**

Die Vergabegrundlage des Blauen Engels für das Umweltzeichen RAL-UZ 12a „Schadstoffarme Lacke“ ist in der jetzigen Fassung seit 1998 in Kraft und beruht ausschließlich auf einer Rezepturbewertung, in welche das Umweltbundesamt im Laufe der Jahre auch die Vorprodukte – wie etwa Pigmente – einbezogen hat. Diese Vorgehensweise ist sehr komplex und stößt mittlerweile an ihre Grenzen. Die Jury Umweltzeichen hält es für notwendig, die Konzeption der Bewertung zu ändern.

Möglichkeiten einer neuen Konzeption untersucht das Fraunhofer-Institut für Holzforschung Wilhelm-Klauditz-Institut, Braunschweig, im Auftrag des Umweltbundesamtes gegenwärtig in einem experimentell ausgelegten Forschungsprojekt mit dem Titel „Machbarkeitsstudien für neue Umweltzeichen: Blauer-Engel – Überarbeitung der Kriterien für Schadstoffarme Lacke“ mit Mitteln aus dem Umweltforschungsplan des Bundesumweltministeriums (Förderkennzeichen 205 95 357 – 2). Die Vorschläge sollen Ende 2007 vorliegen. Die Forscher berücksichtigen dabei die Erkenntnisse aus dem in dieser Broschüre vorgestellten Projekt (siehe *Kapitel 5 Und das sind die Ergebnisse der Prüfkammermessungen, Unterkapitel Die „bunte“ Palette der Lacke und Lasuren*).

▼ **Deutschland steht gut da**

Deutschland hat einiges getan, um die Qualität der Innenraumluft zu verbessern. Neben gesundheits- und umweltverträglichen Produkten, die vor allem mit dem Blauen Engel gekennzeichnet und schon sehr lange auf dem Markt sind, gibt es erstmalig auch Bodenbeläge, bei denen eine gesundheitliche Bewertung von Emissionen als Bestandteil der Zulassung erfolgte. Derzeit gelten in Deutschland zur Zulassung von Bauprodukten für den Innenraum nationale Regelungen, die ein hohes Schutzniveau für die menschliche Gesundheit garantieren.

Künftig lösen harmonisierte europäische Normen die nationalen Regelungen ab. Viele umwelt- und gesundheitsbezogene Aspekte lassen sich dabei nur über europäische Mehrheiten im Ständigen Ausschuss für das Bauwesen, der eine beratende Funktion hat und auf der Grundlage der Baupro-

duktenrichtlinie gebildet wurde, sowie im CEN durchsetzen. Die Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung, das Umweltbundesamt und das Deutsche Institut für Bautechnik unterbreiten daher in den Gremien, in denen sie auf europäischer Ebene mitarbeiten, nicht nur fundierte Vorschläge für ein anspruchsvolles Schutzniveau, sondern setzen sich auch für deren Umsetzung ein. Harmonisierte Verfahren, die auch der wesentlichen Anforderung Nr. 3 entsprechen, sind letztlich auch der Garant dafür, einer weiteren Forderung aus der Bauproduktenrichtlinie nachzukommen, Handelshemmnisse abzubauen.

ANHANG 1

▼ Wer arbeitete an der Broschüre mit?

Frank Bitter,
Hermann-Rietschel-Institut der
Technischen Universität Berlin

Simone Brandt,
Umweltbundesamt

Christine Däumling,
Umweltbundesamt

Nicole Dommaschk,
Deutsches Institut für Bautechnik

Dr. Jutta Dürkop,
ehemals Umweltbundesamt

Dr. Norbert Englert,
Umweltbundesamt

Dr. Wolfgang Horn,
Bundesanstalt für
Materialforschung und -prüfung

Outi Ilvonen,
Umweltbundesamt

Dr.-Ing. Oliver Jann,
Bundesanstalt für
Materialforschung und -prüfung

Johannes Kasche,
Hermann-Rietschel-Institut der
Technischen Universität Berlin

Karsten Klenner,
Umweltbundesamt

Prof. Dr.-Ing. Dirk Müller,
Hermann-Rietschel-Institut der
Technische Universität Berlin

Wolfgang Misch,
Deutsches Institut für Bautechnik

Constance Noack,
Umweltbundesamt

Dr. Wolfgang Plehn,
Umweltbundesamt

Dr. Hedi Schreiber,
Umweltbundesamt

Dr. Bernd Seifert,
Umweltbundesamt

Dr. Detlef Ullrich,
Umweltbundesamt

Dr. Olaf Wilke,
Bundesanstalt für
Materialforschung und -prüfung

ANHANG 2

▼ Bildnachweis

Zur Illustration der Broschüre stellten die genannten Personen freundlicherweise kostenlos Fotografien zur Verfügung

Bitter, Frank, HRI: *Bild 16*

Horn, Wolfgang, BAM: *Titelbild, Bild 5 bis 8, 10 bis 12, 17 bis 22*

Kasche, Johannes, HRI: *Bild 9, 13 bis 15*

ANHANG 3

▼ Glossar

AgBB	Ausschuss für die gesundheitliche Bewertung von Bauprodukten; 1997 von der Länderarbeitsgruppe Umweltbezogener Gesundheitsschutz (LAUG) der Arbeitsgemeinschaft der Obersten Landesgesundheitsbehörden (AOLG) gegründet; Geschäftsstelle beim → UBA
AgBB-Schema	Die ausführliche Bezeichnung lautet: „Vorgehensweise bei der gesundheitlichen Bewertung von flüchtigen organischen Verbindungen (VOC) aus Bauprodukten“; die → Notifizierung erfolgte im Jahr 2005; es ist Bestandteil der „Grundsätze für die gesundheitliche Bewertung von Bauprodukten in Innenräumen“, die die Basis für die Zulassung von Bauprodukten durch das dafür zuständige → DIBt sind; zugelassene Produkte erhalten das → Ü-Zeichen mit dem zusätzlichen Hinweis „Emissionsgeprüft nach DIBt-Grundsätzen“
APUG	Aktionsprogramm Umwelt und Gesundheit; Geschäftsstelle im → UBA; → BMU und → BMG stellten das APUG 1999 der Öffentlichkeit vor; seit 2002 wirkt auch das → BMELV mit; die beteiligten Bundesoberbehörden sind das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS), das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR), das Robert Koch-Institut (RKI) und das → UBA
BAM	Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung; Bundeseinrichtung im Geschäftsbereich des → BMWi
BMELV	Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
BMVBW	Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie

CE-Kennzeichnung	CE bedeutet Communauté Européenne (französisch für Europäische Gemeinschaft); der Hersteller bestätigt mit der CE-Kennzeichnung die Konformität des Produktes mit den zutreffenden EG-Richtlinien und die Einhaltung der darin festgelegten „wesentlichen Anforderungen“; die Europäische Kommission hat die CE-Kennzeichnung vorrangig geschaffen, um den freien Warenverkehr mit für den Endverbraucher sicheren Produkten innerhalb des Europäischen Wirtschaftsraums (EWR) und der darin befindlichen Europäischen Gemeinschaft (EG) zu gewährleisten
CEN	Comité Européen de Normalisation (französisch für Europäisches Komitee für Normung); 1961 von den nationalen Normungsgremien der Mitgliedstaaten von EWG und EFTA (European Free Trade Association, Europäische Freihandelszone) mit Sitz in Brüssel gegründet
DIBt	Deutsches Institut für Bautechnik; ist eine gemeinsame Einrichtung des Bundes und der Länder zur einheitlichen Erfüllung bautechnischer Aufgaben auf dem Gebiet des öffentlichen Rechts
DIN	Deutsches Institut für Normung e.V.; auf der Grundlage des Vertrages mit der Bundesrepublik Deutschland die für die Normungsarbeit zuständige Institution in Deutschland, die deutsche Interessen auch in den weltweiten und europäischen Normungsorganisationen vertritt
Emission	Ablassen oder Freisetzen fester, flüssiger, gasförmiger Stoffe oder von Geräuschen aus stationären oder mobilen Anlagen, die auch als Emittenten bezeichnet werden; Emissionen belasten oder verunreinigen Luft, Wasser oder Boden
EOTA	European Organisation for Technical Approvals (englisch für Europäische Organisation für Technische Zulassungen); Dachorganisation, in der die in den EU-Mitglieds- und EFTA-Staaten benannten zuständigen Stellen für die Erteilung von europäischen technischen Zulassungen vertreten sind; 1990 mit Sitz in Brüssel eingerichtet
Exposition	Ausgesetztsein des Organismus oder von Sachgütern gegenüber in Häufigkeit und Intensität unterschiedlichen krankheitsfördernden/schädigenden → Noxen (Schadstoffe, Lärm, Krankheitserreger, Strahlen)

EG	Europäische Gemeinschaft; EG hat den Begriff EWG (Europäische Wirtschaftsgemeinschaft) abgelöst
EU	Europäische Union
Gesundheit	Zustand vollständigen und geistig-seelischen Wohlbefindens und nicht nur die Abwesenheit von Krankheit und Gebrechen (nach der Definition aus der Gründungserklärung der → WHO im Jahr 1948)
Grenzwert	Rechtlich bindend; in Gesetzen und Verordnungen festgelegter Wert für die Konzentration oder Dosis einer Noxe zum Beispiel in Luft, Trinkwasser oder Lebensmittel, der nicht überschritten werden darf; der Gesetzgeber legt einen Grenzwert auf der Grundlage wissenschaftlicher Erkenntnisse unter Einbeziehung gesellschaftlicher Aspekte fest; zu den neuen Anforderungen gehört, dass am Gesamtprozess der Risikoregulierung (Risikoabschätzung, -bewertung, -management) die Öffentlichkeit zu beteiligen ist
Hedonik	Bezeichnung der Geruchsqualität; Gerüche werden gefühlsspezifisch auf einer neunstelligen Bewertungsskala zwischen „angenehm“ und „unangenehm“ erfasst; angenehme Gerüche wirken stimulierend und verbessern das Lebensgefühl, unangenehme und fremdartige Gerüche führen zu schlechter Stimmung, Aggressivität, Nervosität oder wecken den Fluchtinstinkt
Kanzerogenität	Krebserzeugende Eigenschaft eines Stoffes; es gibt verschiedene Gremien, die Einstufungen vornehmen; der → AgBB richtet sich nach der europäischen → Richtlinie 67/548/EWG, die drei Kategorien unterscheidet (stark gekürzte Definitionen): Stoffe der Kategorie 1 wirken beim Menschen bekanntermaßen krebserzeugend Stoffe der Kategorie 2 sollten für den Menschen als krebserzeugend angesehen werden, da hinreichende Anhaltspunkte aus geeigneten Tierversuchen und sonstigen relevanten Informationen bestehen Stoffe der Kategorie 3 geben wegen möglicher krebserzeugender Wirkung beim Menschen Anlass zur Besorgnis; aus geeigneten Tierversuchen liegen einige Anhaltspunkte vor, die jedoch nicht ausreichen, um den Stoff in Kategorie 2 einzustufen

Kontamination	Verunreinigung von Luft, Lebensmitteln oder Trinkwasser, Boden, Oberflächen- und Grundwasser mit unerwünschten Stoffen
MAK-Werte	Maximale Arbeitsplatz-Konzentration; die Konzentration eines Stoffes als Gas, Dampf oder Schwebstoff in der (Atem-)Luft am Arbeitsplatz, bei der keine gesundheitlichen Störungen zu erwarten sind, auch wenn der Beschäftigte der Konzentration in der Regel 8 Stunden täglich, maximal 40 (42) Stunden wöchentlich ausgesetzt ist (Schichtbetrieb); MAK-Werte gelten für Personen, die gesund und im erwerbsfähigen Alter sind; die Senatskommission zur Prüfung Gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe der Deutschen Forschungsgemeinschaft überprüft jährlich die MAK-Werte, passt sie bei Vorliegen neuer Erkenntnisse an und veröffentlicht sie; MAK-Werte sind die Grundlage für die Festlegung von Arbeitsplatzgrenzwerten im Sinne der → TRGS 900
Mutagenität	<p>Erbgutverändernde Eigenschaft eines Stoffes; er kann zu vererbaren genetischen Schäden führen; es gibt verschiedene Gremien, die Einstufungen vornehmen; der → AgBB richtet sich nach der europäischen → Richtlinie 67/548/EWG, die drei Kategorien unterscheidet (stark gekürzte Definitionen):</p> <p>Stoffe der Kategorie 1 wirken beim Menschen bekanntermaßen erbgutverändernd</p> <p>Stoffe der Kategorie 2 sollten für den Menschen als erbgutverändernd angesehen werden, da hinreichende Anhaltspunkte aus geeigneten Tierversuchen und sonstigen relevanten Informationen bestehen</p> <p>Stoffe der Kategorie 3 geben wegen möglicher erbgutverändernder Wirkung auf den Menschen Anlass zur Besorgnis; aus geeigneten Mutagenitätsversuchen liegen einige Anhaltspunkte vor, die jedoch nicht ausreichen, um den Stoff in Kategorie 2 einzustufen</p>
Notifizierung	Bekanntmachung; notifizierte Vorschriften sind von den Mitgliedstaaten an die Europäische Kommission im Rahmen der Richtlinie 98/34/EG oder nach Artikel 95 EG-Vertrag mitgeteilte Vorschriften, die die EU-Kommission gebilligt hat
Noxe	Krankheits- oder Schädigungsursache, die biologischer/mikrobiologischer, chemischer oder physikalischer Natur sein kann

OSB	Englische Abkürzung für Oriented Strand Board, zu deutsch Platte aus ausgerichteten Spänen; verwendet als Bauplatten beim Hausbau, im Innenausbau und Möbelbau
Reproduktions- toxizität	<p>Fortpflanzungsgefährdende Eigenschaft eines Stoffes; es gibt verschiedene Gremien, die Einstufungen vornehmen; der → AgBB richtet sich nach der europäischen → Richtlinie 67/548/EWG, die drei Kategorien unterscheidet (stark gekürzte Definitionen):</p> <p>Stoffe der Kategorie 1 beeinträchtigen beim Menschen bekanntermaßen die Fortpflanzungsfähigkeit (Fruchtbarkeit) oder sie wirken beim Menschen bekanntermaßen fruchtschädigend (entwicklungsschädigend)</p> <p>Stoffe der Kategorie 2 sollten als beeinträchtigend für die Fortpflanzungsfähigkeit des Menschen oder fruchtschädigend für den Menschen angesehen werden, da hinreichende Anhaltspunkte aus eindeutigen tierexperimentellen Nachweisen oder sonstigen relevanten Informationen bestehen</p> <p>Stoffe der Kategorie 3 geben wegen möglicher Beeinträchtigung der Fortpflanzungsfähigkeit des Menschen oder wegen möglicher fruchtschädigender Wirkungen beim Menschen Anlass zu Besorgnis, da jeweils hinreichende Anhaltspunkte für den starken Verdacht aus geeigneten Tierversuchen oder sonstigen relevanten Informationen bestehen; die Befunde reichen nicht für eine Einstufung des Stoffes in Kategorie 2 aus</p>
Richtlinie 67/548/EWG	Europäische Richtlinie zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften für die Einstufung, Verpackung und Kennzeichnung gefährlicher Stoffe vom 27. Juni 1967; inzwischen gibt es mehrere Änderungen und Anpassungen; die derzeit aktuellen Einstufungen sind veröffentlicht in der Richtlinie 2004/73/EG der Kommission vom 29. April 2004 zur neunundzwanzigsten Anpassung der Richtlinie 67/548/EWG des Rates zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften für die Einstufung, Verpackung und Kennzeichnung gefährlicher Stoffe an den technischen Fortschritt
Richtwerte	Haben im Unterschied zu → Grenzwerten orientierenden Charakter; die Richtwerte für Schadstoffe in der Innenraumluft sind im Rahmen von Einzelstoffbetrachtungen toxikologisch begründet; die Ad-hoc-Arbeitsgruppe aus Mitgliedern der Innenraumluftthygiene-Kommission (IRK) des → UBA und der Arbeitsge-

meinschaft der Obersten Gesundheitsbehörden der Länder (AOLG) erarbeitet diese Werte:

Erreichen oder überschreiten Schadstoffe den Richtwert II (RW II), besteht unverzüglicher Handlungsbedarf – zum Beispiel im Hinblick auf Sanierungsentscheidungen zur Verringerung der → Exposition, da diese Konzentration für empfindliche Personen bei Daueraufenthalt in den Räumen eine gesundheitliche Gefährdung darstellt

Der Richtwert I (RW I) gibt die Konzentration eines Stoffes an, bei der nach gegenwärtigem Kenntnisstand auch bei lebenslanger Exposition keine gesundheitliche Beeinträchtigung zu erwarten ist; eine Überschreitung ist mit einer über das übliche Maß hinausgehenden, hygienisch unerwünschten Belastung verbunden; aus → Vorsorgegründen besteht auch im Konzentrationsbereich zwischen RW I und RW II Handlungsbedarf; der RW I wird vom RW II durch Einführen eines zusätzlichen Faktors (in der Regel 10) abgeleitet; dieser Faktor ist eine Konvention; RW I kann als Sanierungszielwert dienen, er soll nicht ausgeschöpft, sondern nach Möglichkeit unterschritten werden

Risiko Eintrittswahrscheinlichkeit eines Ereignisses, beispielsweise einer Erkrankung; oft angegeben als Anzahl der Erkrankungen auf 10.000 oder 100.000 Einwohner; um gesundheitliche Risiken aus der Umwelt zu minimieren, gibt es unter anderem → Grenzwerte, → Richtwerte und Anwendungsbeschränkungen

SVOC Englische Abkürzung für Semi-Volatile Organic Compounds, zu deutsch schwerflüchtige organische Verbindungen; der Siedebereich liegt zwischen 240 – 260 °C und 280 – 400 °C; bei Zimmertemperatur können Bauprodukte und Einrichtungsgegenstände SVOC, zum Beispiel Weichmacher, in geringen Konzentrationen über einen längeren Zeitraum freisetzen; es gibt auch → VVOC und → VOC

TRGS 900 Technische Regeln für Gefahrstoffe; Arbeitsplatzgrenzwerte, die den Stand der Technik, Arbeitsmedizin und Arbeitshygiene sowie sonstige gesicherte wissenschaftliche Erkenntnisse für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen, einschließlich deren Einstufung und Kennzeichnung, wiedergeben; vom Ausschuss für Gefahrstoffe aufgestellt und von ihm der Entwicklung entsprechend angepasst; der Bundesminister für Arbeit und Soziales gibt die TRGS im Bundesarbeitsblatt (BARbBl.) bekannt; Grundlage für die Fest-

	legung der Arbeitsplatzgrenzwerte sind unter anderem → MAK-Werte
TSVOC	Summe der Konzentrationen aller erfassten → SVOC in einem Gemisch
TVOC	Summe der Konzentrationen aller erfassten → VOC in einem Gemisch
UBA	Umweltbundesamt; Bundesoberbehörde im Geschäftsbereich des → BMU
Ü-Zeichen	Übereinstimmungszeichen; mit dem Ü-Zeichen bestätigt der Hersteller bei von ihm gefertigten genormten Bauprodukten die Übereinstimmung mit den technischen Regeln oder Verwendbarkeitsnachweisen; Bauprodukte mit allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung durch das → DIBt muss der Hersteller mit dem Ü-Zeichen kennzeichnen; an dem zusätzlichen Hinweis „Emissionsgeprüft nach DIBt-Grundsätzen“ ist zu erkennen, dass eine Untersuchung gemäß AgBB-Schema erfolgt ist
VOC	Englische Abkürzung für Volatile Organic Compounds, zu deutsch flüchtige organische Verbindungen; die Abkürzung hat sich inzwischen eingebürgert; ihr Siedebereich liegt zwischen 50 – 100 °C und 240 – 260 °C; ein Vertreter ist Benzol; VOC gasen aus Bauprodukten und Einrichtungsgegenständen bei Raumtemperatur in geringeren Konzentrationen als → VVOC und in höheren Konzentrationen als → SVOC aus
Vorsorgeprinzip	Grundsatz der Umweltpolitik, wonach umweltpolitische Maßnahmen so zu treffen sind, dass Umweltbelastungen grundsätzlich vermieden oder zumindest so weit vermindert werden, wie es nach dem Stand der Technik unter Wahrung der Verhältnismäßigkeit möglich ist
VVOC	Englische Abkürzung für Very Volatile Organic Compounds, zu deutsch leichtflüchtige organische Verbindungen; ihr Siedebereich liegt zwischen < 0 °C und 50 – 100 °C; ein Vertreter ist Formaldehyd; es gibt auch → VOC und → SVOC
WHO	World Health Organization, englische Bezeichnung für Weltgesundheitsorganisation

ANHANG 4

▼ **Berichte, Broschüren, Faltblätter, Internetadressen**

Die Materialien sind ohne Anspruch auf Vollständigkeit zusammengestellt.

Forschungsbericht: Grundlage für die Broschüre

Horn, W., O. Jann (Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung), J. Kasche, F. Bitter, D. Müller (Hermann-Rietschel-Institut der Technischen Universität Berlin): Umwelt- und Gesundheitsanforderungen an Bauprodukte – Ermittlung und Bewertung der VOC-Emissionen und geruchlichen Belastungen. Abschlussbericht zu einem Forschungsprojekt, das im Auftrag des Umweltbundesamtes durchgeführt und mit Mitteln aus dem Umweltforschungsplan des Bundesumweltministeriums gefördert wurde. Förderkennzeichen 202 62 320. Berlin, 2006

Aus der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung

Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung,
Präsidiale Stabstelle
Unternehmenskommunikation, Pressestelle
Unter den Eichen 87
12205 Berlin
Internet: www.bam.de
E-Mail: info@bam.de
Telefon: (030) 8104-1013
Fax: (030) 8104-3037

- ▶ Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung, Abteilung VII: Bauwerksicherheit (Faltblatt), März 2006
- ▶ Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung, Abteilung IV: Biologie im Umwelt- und Materialschutz (Faltblatt), Mai 2006
- ▶ Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung, Abteilung IV: Umweltrelevante Material- und Produkteigenschaften (Faltblatt), Juni 2006
- ▶ Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung, Abteilung IV: Material und Umwelt (Faltblatt), September 2006
- ▶ Jann, O., O. Wilke, D. Brödner (Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung): Entwicklung eines Prüfverfahrens zur Ermittlung der Emission flüchtiger organischer Verbindungen aus beschichteten Holzwerkstoffen und Möbeln. Abschlussbericht zu einem Forschungsprojekt, das im Auftrag

des Umweltbundesamtes durchgeführt und mit Mitteln aus dem Umweltforschungsplan des Bundesumweltministeriums gefördert wurde. Förderkennzeichen 295 44 512/02. Berlin, 1999. Erschienen in Umweltbundesamt (Hrsg.): Texte Nr. 74/99. ISSN 0722-186X.

- ▶ Kemmlin, S., O. Hahn, O. Jann (Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung): Emission von Flammenschutzmitteln aus Bauprodukten und Konsumgütern. Abschlussbericht zu einem Forschungsprojekt, das im Auftrag des Umweltbundesamtes durchgeführt und mit Mitteln aus dem Umweltforschungsplan des Bundesumweltministeriums gefördert wurde. Förderkennzeichen 295 44 512/02. Berlin, 2003. Erschienen in Umweltbundesamt (Hrsg.): Texte Nr. 74/99. ISSN 0722-186X.
- ▶ Wilke, O., O. Jann, D. Brödner (Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung): Untersuchung und Ermittlung emissionsarmer Klebstoffe und Bodenbeläge. Abschlussbericht zu einem Forschungsprojekt, das im Auftrag des Umweltbundesamtes durchgeführt und mit Mitteln aus dem Umweltforschungsplan des Bundesumweltministeriums gefördert wurde. Förderkennzeichen 298 95 308. Berlin, 2003. Erschienen in Umweltbundesamt (Hrsg.): Texte Nr. 27/03. ISSN 0722-186X.

Weitere Veröffentlichungen zu angrenzenden fachlichen Gebieten findet man in der Literaturdatenbank der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) unter www.bam.de/php/publica/publ.php. Diese Datenbank, die alle Berichte und Veröffentlichungen von Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der BAM enthält, können Anwender nach Stichworten durchsuchen.

Aus dem Hermann-Rietschel-Institut

Technische Universität Berlin
Fachgebiet Heiz- und Raumluftechnik/
Hermann-Rietschel-Institut
Marchstr. 4
10587 Berlin
Internet: www.hermann-rietschel-institut.de

Die aufgeführten Beiträge sind teilweise als Download unter www.hermann-rietschel-institut.de/html/publikationen/ verfügbar.

- ▶ Müller, B.: Entwicklung eines Gerätes zur Entnahme und Darbietung von Luftproben zur Bestimmung der empfundenen Luftqualität. Dissertation TU Berlin. Oktober 2002

- ▶ Böttcher, O.: Experimentelle Untersuchungen zur Berechnung der empfundenen Luftqualität. Dissertation TU Berlin. Februar 2003
- ▶ Yoon, Yong-Sang: Statistische Untersuchungen zu Ermittlungsmethoden der empfundenen Luftqualität, Dissertation TU-Berlin, Mai 2004
- ▶ Kasche, J., A. Dahms, B. Müller, D. Müller, W. Horn, O. Jann: Olfaktorische Bewertung von Baumaterialien. 7. Workshop „Geruch und Emissionen aus Kunststoffen“, Kassel 2005
- ▶ Bitter, F., D. Müller: Bewertungsverfahren zur Bestimmung der Geruchsstoffabgabe von Baumaterialien mit Sensorsystemen. *gi Gesundheitsingenieur* 126 (8), 2005, 173–179. Oldenbourg Industrieverlag, München
- ▶ Bitter, F., D. Müller: Measurement of the perceived odour intensity of building materials with multi gas-sensor systems. *Indoor Air 2005*, 10th International Conference on Indoor Air Quality and Climate, Sep. 4–9, 2005 in Beijing, China
- ▶ Müller, B., D. Müller, W. Horn, O. Jann: The use of gas sampling bags for evaluating the odours of building materials. *Indoor Air 2005*, 10th International Conference on Indoor Air Quality and Climate, Sep. 4–9, 2005 in Beijing, China
- ▶ Kasche, J., A. Dahms, B. Müller, D. Müller, W. Horn, O. Jann: Emission and odour measurement of construction products. CERTECH, Emissions and Odours from Materials Conference 2005 in Brüssel
- ▶ Bitter, F., D. Müller: Messung der empfundenen Geruchsintensität von Baumaterialien mit Multigas-Sensorsystemen. DKV-Jahrestagung 2005 in Würzburg
- ▶ Kasche, J., A. Dahms, D. Müller, W. Horn, O. Jann: Olfaktorische Bewertung von Baumaterialien. DKV-Jahrestagung 2005 in Würzburg

Aus dem Umweltbundesamt

Umweltbundesamt
 Zentraler Antwortdienst ZAD
 Wörlitzer Platz 1
 06844 Dessau
 Internet: www.umweltbundesamt.de
 E-Mail: info@umweltbundesamt.de
 Telefon: (0340) 2103- 2689
 Telefax: (0340) 2104- 2285

- ▶ Ausschuss für die gesundheitliche Bewertung von Bauprodukten: Vorgehensweise bei der gesundheitlichen Bewertung der Emissionen von flüchtigen organischen Verbindungen (VOC und SVOC) aus Bauprodukten. Stand September 2005. Download unter www.umweltbundesamt.de/bauprodukte/dokumente/AgBB-Bewertungsschema2005.pdf

- ▶ Ausschuss für die gesundheitliche Bewertung von Bauprodukten, Deutsches Institut für Bautechnik und Umweltbundesamt (Hrsg.) 2. Fachgespräch zur Vorgehensweise bei der gesundheitlichen Bewertung der Emissionen von flüchtigen organischen Verbindungen (VOC) aus Bauprodukten. 25. November 2004. Verfügbar als Download unter www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/2898.pdf
- ▶ Bundesamt für Strahlenschutz, Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit, Bundesinstitut für Risikobewertung, Robert Koch-Institut und Umweltbundesamt (Hrsg.): Umwelt und Gesundheit in Deutschland. Beispiele aus dem täglichen Leben. Ausgabe 2005. Berlin, Oktober 2005
- ▶ Bundesamt für Strahlenschutz, Bundesinstitut für Risikobewertung und Umweltbundesamt (Hrsg.): Gesünder wohnen – aber wie? Praktische Tipps für den Alltag. Berlin, März 2005
- ▶ Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Bundesverband der Deutschen Industrie e.V. und Umweltbundesamt (Hrsg.): Umweltinformationen für Produkte und Dienstleistungen. Anforderungen, Instrumente, Beispiele. Bonn und Berlin, 2004
- ▶ Ehrnsperger, R. und W. Misch (Deutsches Institut für Bautechnik): Gesundheits- und Umweltkriterien bei der Umsetzung der EG-Bauproduktenrichtlinie (BPR). Abschlussbericht zu einem Forschungsprojekt, das im Auftrag des Umweltbundesamtes durchgeführt und mit Mitteln aus dem Umweltforschungsplan des Bundesumweltministeriums gefördert wurde. Förderkennzeichen 200 62 311. Berlin, 2005. Erschienen in Umweltbundesamt (Hrsg.): Texte Nr. 06/05. ISSN 0722-186X. Ausschließlich als Download unter www.umweltbundesamt.de verfügbar
- ▶ Innenraumhygiene-Kommission des Umweltbundesamtes (Hrsg.) Leitfaden für die Innenraumhygiene in Schulgebäuden. Berlin, 2000
- ▶ Umweltbundesamt (Hrsg.): Klebstoffe. Tipps und Informationen zum richtigen Umgang mit Klebstoffen. Berlin
- ▶ Umweltbundesamt (Hrsg.): Farben und Lacke. Tipps und Informationen zum Umgang mit Anstrichstoffen. Berlin 2001
- ▶ Umweltbundesamt, Fachgebiet „Umweltaufklärung“ (Hrsg.): Holzschutz. Tipps und Informationen zum richtigen Umgang mit Holzschutzmitteln. Berlin, 2001
- ▶ Umweltbundesamt, Fachgebiet „Stoffbezogene Produktfragen“ (Hrsg.): Möbel für gesundes Wohnen? Wie denn? – Wo denn? – Was denn? Berlin 2002
- ▶ Umweltbundesamt (Hrsg.): Der Blaue Engel hat viele Gesichter. Die Jury Umweltzeichen. Berlin, 2003
- ▶ Umweltbundesamt, Fachgebiet „Rationelle Energieerzeugung und -nutzung“ (Hrsg.): Das Energie-Sparschwein. Informationen zum Wärmeschutz und zur Heizenergieeinsparung für Eigenheimbesitzer und Bauherren. Berlin, 2003

- ▶ Umweltbundesamt und RAL Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung e.V. (Hrsg.): Ratgeber Blauer Engel – Gesund wohnen. Stand November 2005
- ▶ Umweltbundesamt und RAL Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung e.V. (Hrsg.): Ratgeber Blauer Engel – Umweltbewusster Haushalt. Stand November 2005
- ▶ Umweltbundesamt und RAL Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung e.V. (Hrsg.): Ratgeber Blauer Engel – Umweltfreundlich bauen. Stand November 2005
- ▶ Umweltbundesamt (Hrsg.): Attacke des schwarzen Staubes. Das Phänomen „Schwarze Wohnungen“ Ursachen – Wirkungen – Abhilfe. Einschließlich Broschüre Hilfe! Schimmel im Haus. Ursachen – Wirkungen – Abhilfe. Berlin, 2004
- ▶ Umweltbundesamt (Hrsg. der deutschsprachigen Ausgabe) und Europäische Umweltagentur (Hrsg. der englischsprachigen Ausgabe): Späte Lehren aus frühen Warnungen: Das Vorsorgeprinzip 1896–2000. Berlin, 2004
- ▶ Umweltbundesamt (Hrsg.): REACH. REACH für Anwender. Dessau, 2005

Weitere Materialien anderer Herausgeber

- ▶ Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitsschutz (Hrsg.): BGIA-Report 1/2006: Gefahrstoffliste 2006. Gefahrstoffe am Arbeitsplatz. Die Liste enthält unter anderem die vorgeschriebenen Einstufungen und Kennzeichnungen von Stoffen und Zubereitungen gemäß der Richtlinie 67/548/EWG (einschließlich 29. Anpassung) sowie die in der TRGS 905 „Verzeichnis krebserzeugender, erbgutverändernder oder fortpflanzungsgefährdender Stoffe“ aufgeführten Stoffe. Weiterhin enthält die Liste die Luftgrenzwerte (TRGS 900 „Arbeitsplatzgrenzwerte“) und die Biologischen Arbeitsplatztoleranzwerte – BAT (TRGS 903). Verfügbar unter www.hvbg.de/d/bia/pub/rep/rep05/bgia0106.html
- ▶ Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.): Konzeption der Bundesregierung zur Verbesserung der Luftqualität in Innenräumen. Bonn, September 1992
- ▶ Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit: Verbesserung der Luftqualität in Innenräumen. Ausgewählte Handlungsschwerpunkte aus Sicht des BMU. Bonn, 2005. Verfügbar als Download unter www.bmu.de/chemikalien/downloads/doc/35141.php
- ▶ Deutsches Institut für Bautechnik (Hrsg.): „DIBt Mitteilungen“. ISSN 1438-7778. Das Deutsche Institut für Bautechnik veröffentlicht hier seine Arbeiten und informiert über aktuelle technische bauaufsichtliche Regelwerke für

Planungs- und Ausführungssicherheit aller am Bau Beteiligten. Die Zeitschrift erscheint beim Verlag Ernst & Sohn, Berlin, A Wiley Company, und ist kostenpflichtig online verfügbar unter http://www.wiley-vch.de/ernst-sohn/zeitschriften/dibt/dibt_info.html

- ▶ Deutsches Institut für Bautechnik: Zulassungsgrundsätze zur gesundheitlichen Bewertung von Bauprodukten in Innenräumen, DIBT-Mitteilungen, 35 (2004) 119–141
- ▶ European Collaborative Action „Indoor Air Quality and Its Impact on Man“: Report No 18 Evaluation of VOC emissions from building products. Solid flooring materials. EUR 17334 EN. ISBN 92-828-0384-8. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg, 2005. Download unter www.jrc.cec.eu.int/pce/eca_reports/ECA_Report18.pdf
- ▶ European Collaborative Action „Urban Air, Indoor Environment and Human Exposure“: Report No. 24. Harmonisation of indoor material emissions labeling systems in the EU. Inventory of existing schemes. EUR 21891 EN. ISBN 92-79-01043-3. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg, 2005 (www.jrc.cec.eu.int/pce/eca_reports/ECA_Report24.pdf)
- ▶ European Commission: What's the Eco-label? Download unter http://ec.europa.eu/environment/ecolabel/index_en.htm
- ▶ Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen, Ministerium für Bauen und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen und Institut für Landes- und Stadtentwicklungsforschung und Bauwesen des Landes Nordrhein-Westfalen (Hrsg.): Aktionsprogramm Umwelt und Gesundheit Nordrhein-Westfalen. Häuser und Wohnungen. Gesundheitsbewusst modernisieren
- ▶ Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen, Ministerium für Städtebau und Wohnen, Kultur und Sport des Landes Nordrhein-Westfalen und Institut für Landes- und Stadtentwicklungsforschung und Bauwesen des Landes Nordrhein-Westfalen (Hrsg.): Aktionsprogramm Umwelt und Gesundheit Nordrhein-Westfalen. Leitfaden Gesundheitsbewusst modernisieren. Wohngebäude von 1950 bis 1975. Oktober 2004
- ▶ Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen, Ministerium für Städtebau und Wohnen, Kultur und Sport des Landes Nordrhein-Westfalen und Institut für Landes- und Stadtentwicklungsforschung und Bauwesen des Landes Nordrhein-Westfalen (Hrsg.): Aktionsprogramm Umwelt und Gesundheit Nordrhein-Westfalen. Bauprodukte gezielt auswählen – eine Entscheidungshilfe. Oktober 2004

Ausgewählte Internetadressen

▶ **Aktionsprogramm Umwelt und Gesundheit, APUG**

unter www.apug.de

Bundesumweltministerium (BMU) und Bundesgesundheitsministerium (BMG) stellten der Öffentlichkeit das APUG 1999 vor. Seit 2002 wirkt auch das Bundesverbraucherschutzministerium (BMELV) mit. Die beteiligten Bundesoberbehörden sind das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS), das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR), das Robert Koch-Institut (RKI) und das Umweltbundesamt (UBA). Das Aktionsprogramm leistet einen Beitrag zur Vernetzung der Politikbereiche Umwelt-, Gesundheits- und Verbraucherschutz auf der Ebene der beteiligten Bundesministerien und Bundesoberbehörden. Die Botschaft des Aktionsprogramms ist: Umwelt und Gesundheit gehören zusammen.

▶ **Arbeitsgemeinschaft der für Städtebau, Bau- und Wohnungswesen zuständigen Minister und Senatoren, ARGEBAU**

unter www.is-argebau.de

Die Bauministerkonferenz ist die ARGEBAU, die einmal im Jahr tagt und an der auch regelmäßig der für das Bauwesen zuständige Bundesminister teilnimmt. Sie nimmt Berichte von Arbeitsgremien entgegen, richtet Vorschläge an die Bundesregierung und fasst Beschlüsse, die für die Entwicklung des Städtebaus, des Bau- und des Wohnungswesens in den Bundesländern von Bedeutung sind. Die Bauministerkonferenz stimmt sich zum Beispiel über eine Musterbauordnung ab, welche die Grundlage für die in der Gesetzgebungskompetenz der Länder liegenden Landesbauordnungen ist. Die Umsetzung der europäischen Bauproduktenrichtlinie (89/106/EWG) vom 21. Dezember 1988 in nationales Recht erforderte die Novellierung sämtlicher Landesbauordnungen und der Musterbauordnung sowie die Schaffung des Instruments der Bauregelliste.

▶ **Ausschuss für die gesundheitliche Bewertung von Bauprodukten, AgBB**

unter www.umweltbundesamt.de/bauprodukte/agbb.htm

Die Länderarbeitsgruppe „Umweltbezogener Gesundheitsschutz“ (LAUG) der Arbeitsgemeinschaft der Obersten Landesgesundheitsbehörden (AOLG) rief 1997 den AgBB ins Leben. Vertreten sind im AgBB neben den Landesgesundheitsbehörden auch das Umweltbundesamt (UBA), das Deutsche Institut für Bautechnik (DIBt), die Konferenz der für Städtebau, Bau- und Wohnungswesen zuständigen Minister und Senatoren der Länder (ARGEBAU), die Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM), das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) und der Koordinierungsausschuss 03 für Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz des Normenausschusses Bauwesen im DIN (DIN-KOA 03). Die Geschäftsstelle des AgBB ist im Umweltbundesamt angesiedelt.

▶ **Blauer Engel**

unter www.blauer-engel.de

Der Blaue Engel ist das älteste Umweltzeichen der Welt. Die für Umweltschutz zuständigen Minister des Bundes und der Länder führten dieses Zeichen ein, und es wird auf freiwilliger Basis vergeben. Mit diesem Umweltzeichen können Industrie, Handel und Handwerk ihre Umweltkompetenz für alle sichtbar unter Beweis zu stellen. Der Blaue Engel ist damit eine praktische Orientierungshilfe für Verbraucherinnen und Verbraucher. Heute tragen rund 3.700 Produkte und Dienstleistungen in 80 Produktkategorien den Blauen Engel.

▶ **Deutsches Institut für Bautechnik, DIBt**

unter www.dibt.de

Das DIBt, mit Sitz in Berlin, ist eine gemeinsame Einrichtung des Bundes und der Länder zur einheitlichen Erfüllung bautechnischer Aufgaben auf dem Gebiet des öffentlichen Rechts. Dies sind vor allem: die Erteilung europäischer technischer Zulassungen für Bauprodukte und -systeme, die Erteilung allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassungen für Bauprodukte und Bauarten, die Anerkennung von Prüf-, Überwachungs- und Zertifizierungsstellen für Aufgaben im Rahmen des Ü-Zeichens und der CE-Kennzeichnung von Bauprodukten, die Bekanntmachung der Bauregellisten A und B und der Liste C für Bauprodukte.

▶ **Deutsches Institut für Normung e.V., DIN e.V.**

unter www2.din.de

Das DIN, mit Sitz in Berlin, ist die für die Normungsarbeit zuständige Institution in Deutschland. Es vertritt die deutschen Interessen in den weltweiten und europäischen Normungsorganisationen. Diesen Status erkannte die Bundesrepublik Deutschland am 5. Juni 1975 in einem gemeinsamen Vertrag an. Das DIN ist der runde Tisch, an dem sich Hersteller, Handel, Verbraucher, Handwerk, Dienstleistungsunternehmen, Wissenschaft, technische Überwachung, Staat zusammensetzen, das heißt alle, die ein Interesse an der Normung haben, um den Stand der Technik zu ermitteln und unter Berücksichtigung neuer Erkenntnisse in Deutschen Normen niederzuschreiben.

▶ **Innenraumluftgieneskommission, IRK**

unter www.umweltbundesamt.de/uba-info-daten/daten/irk.htm

Die IRK ist eine Kommission des Umweltbundesamtes (UBA), die das damalige Bundesgesundheitsamt 1984 einrichtete und die nach dessen Auflösung 1994 das UBA fortführte. Die Mitglieder kommen überwiegend aus wissenschaftlichen Einrichtungen in Deutschland und fachlich zuständigen Landesbehörden. Die Kommission berät über Fragen und Probleme der Innen-

raumlufthygiene und gibt Empfehlungen und Stellungnahmen ab. Diese sind ebenso wie die erarbeiteten Richtwerte für die Innenraumluft auf den Internetseiten der IRK abrufbar.

► **Netzwerk für umweltverträgliche Baustoffe und Bauprodukte, UBB**

unter www.umweltbaustoffe.nrw.de.

Das Ministerium für Städtebau und Wohnen, Kultur und Sport des Landes Nordrhein-Westfalen initiierte das Netzwerk, um die Akzeptanz für umweltverträgliche Bauprodukte zu erhöhen. Ihm gehören verschiedene Verbände, Organisationen, Institutionen und Unternehmen der Bauwirtschaft aus den Bereichen Produktion, Handel, Planung, Ausführung und Nutzung an.

► **Umweltbundesamt, UBA**

unter www.umweltbundesamt.de/bauprodukte/

Das UBA erarbeitet wissenschaftliche Grundlagen für die Umsetzung der wesentlichen Anforderung Nr. 3 „Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz“ der europäischen Bauproduktenrichtlinie und ist an der Normung von Bauprodukten in verschiedenen nationalen und internationalen Gremien beteiligt. Interessierte finden unter anderem folgende Publikationen, die als kostenloser Download zur Verfügung stehen: „Positionspapier zur Umweltdeklaration von Bauprodukten“ (Stand September 2005) unter www.umweltbundesamt.de/bauprodukte/umweltdeklaration.htm und „Umwelt- und gesundheitsgefährdende Stoffe in Bauprodukten“ (Stand November 2006) unter www.umweltbundesamt.de/bauprodukte/index.htm.

Für Notizen

Für Notizen

Die Broschüre „Bauprodukte: Schadstoffe und Gerüche bestimmen und vermeiden. Ergebnisse aus einem Forschungsprojekt“ entstand auf der Grundlage der Untersuchungen zum Forschungsprojekt

Umwelt- und Gesundheitsanforderungen an Bauprodukte – Ermittlung und Bewertung der VOC-Emissionen und geruchlichen Belastungen

Das Projekt führte die Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) in enger Kooperation mit dem Hermann-Rietschel-Institut (HRI) der Technischen Universität Berlin im Auftrag des Umweltbundesamtes (UBA) mit Mitteln aus dem Umweltforschungsplan des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit durch.

Der Abschlussbericht wurde von Dr. Wolfgang Horn, Dr.-Ing. Oliver Jann (BAM), Johannes Kasche, Frank Bitter und Prof. Dr.-Ing. Dirk Müller (HRI) im November 2006 erarbeitet. Interessierte können den Bericht von der UBA-Homepage herunterladen oder kostenlos unter Angabe des Förderkennzeichens 202 62 320 aus der Bibliothek des UBA ausleihen.

Ein Expertenkreis begleitete das Projekt. Diesem gehörten das Projektteam und folgende Personen in alphabetischer Reihenfolge an

Karsten Aehlig, *Institut für Holztechnologie gGmbH, Dresden*; Peter Braun, *ALAB GmbH, Berlin*; Simone Brandt, *UBA*; Dr. Jürgen Bremer, *Industrie- und Umweltlaboratorium Vorpommern GmbH, Greifswald*; Doris Brödner, *BAM*; Martina Bröge, *Institut für Holztechnologie gGmbH, Dresden*; Arne Dahms, *HRI*; Christine Däumling, *UBA*; Nicole Dommaschk, *Deutsches Institut für Bautechnik, Berlin*; Dr. Oliver Hahn, *BAM*; Dr. Frank Jungnickel, *LGA QualiTest GmbH, Nürnberg*; Eivetheria Juritsch, *BAM*; Sabine Kalus, *BAM*; Dr. Frank Kuebart, *eco-Umweltinstitut GmbH, Köln*; Werner Lindenmüller, *TÜV Süd AG, München*; Dr. Bernd Maciej, *LGA QualiTest GmbH, Nürnberg*; Dr. Birgit Müller, *HRI*; Dr. Olaf Paulus, *Industrie- und Umweltlaboratorium Vorpommern GmbH, Greifswald*; Dr. Wolfgang Plehn, *UBA*; Christian Scherer, *Fraunhofer-Institut für Bauphysik, Holzkirchen*; Nicole Schulz, *Fraunhofer-Institut für Holzforchung/Wilhelm-Klauditz-Institut, Braunschweig*; Wilfried Schwampe, *TÜV Nord GmbH, Hamburg*; Dr. Erik Uhde *Fraunhofer-Institut für Holzforchung/Wilhelm-Klauditz-Institut, Braunschweig*; Dr. Detlev Ullrich, *UBA*; Dr. Michael Wensing, *Fraunhofer-Institut für Holzforchung/Wilhelm-Klauditz-Institut, Braunschweig*, und Dr. Olaf Wilke, *BAM*.

Kontakt:
Umweltbundesamt
Postfach 1406
06813 Dessau
Internet: www.umweltbundesamt.de
E-Mail: info@umweltbundesamt.de
Gedruckt auf 100 % Recyclingpapier

**Umwelt
Bundes
Amt** 
Für Mensch und Umwelt

Die Broschüre ist Teil der
Öffentlichkeitsarbeit zum Aktionsprogramm
Umwelt und Gesundheit.
Sie wird kostenlos abgegeben und ist nicht
zum Verkauf bestimmt. Der Druck erfolgte
auf Recyclingpapier.



Aktionsprogramm
Umwelt und Gesundheit
(APUG)