

Innenwandgestaltung mit nachwachsenden Rohstoffen



Herausgeber

Fachagentur Nachhaltige Rohstoffe e.V. (FNR)
Hofplatz 1 • 18276 Gülzow
Tel.: 0 38 43/69 30-0 • Fax: 0 38 43/69 30-1 02
info@fnr.de • www.fnr.de

Fachberatung Bauen und Wohnen mit nachwachsenden Rohstoffen
Tel.: 0 38 43/69 30-1 80
info@natur-baustoffe.info • www.natur-baustoffe.info

Mit finanzieller Förderung des Bundesministeriums für
Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz.

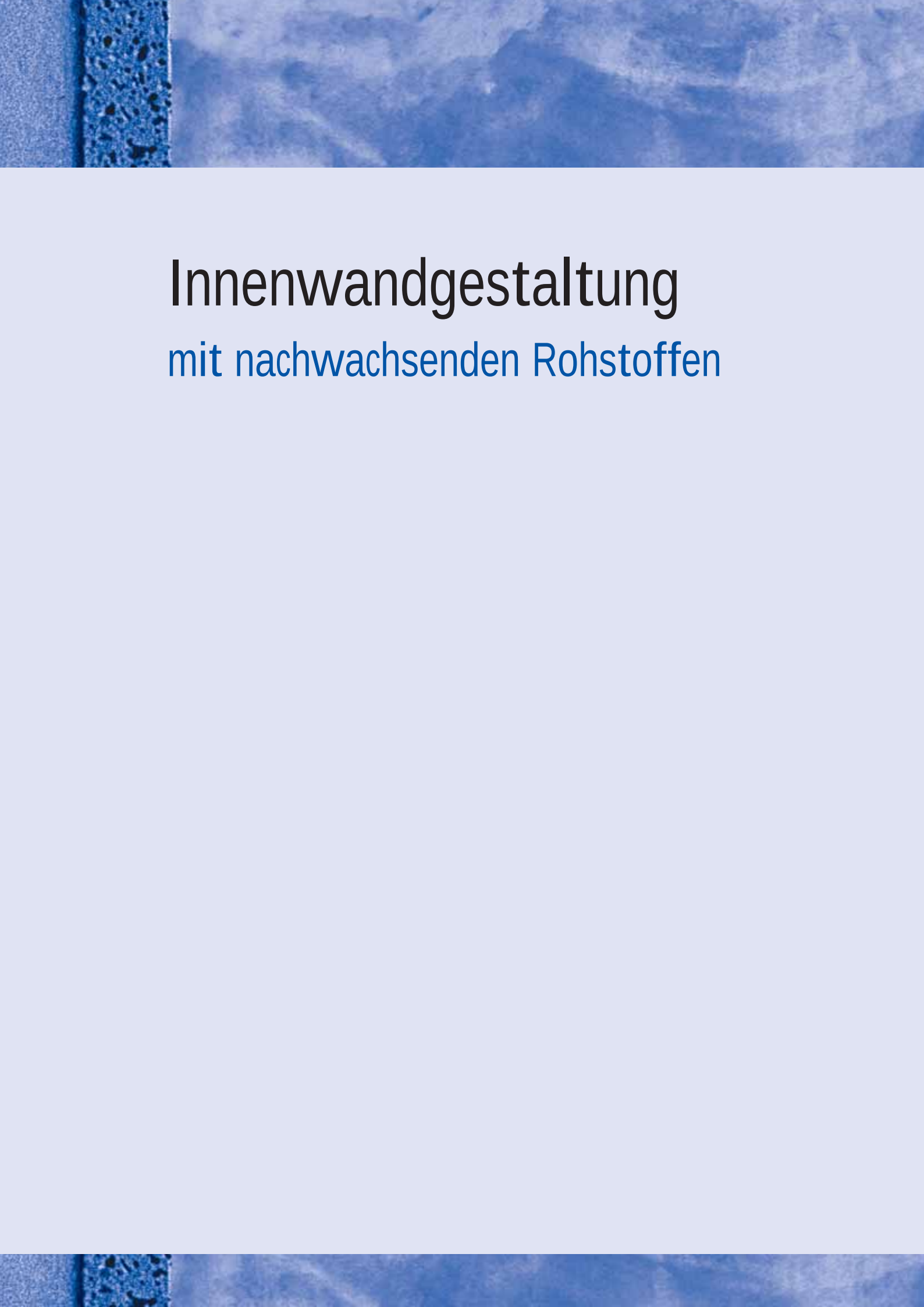
Gedruckt auf Papier aus Druckforstungsholz
mit Farben auf Leinölbasis.

FNR-Bestellnummer: 416



Bundesministerium für
Ernährung, Landwirtschaft
und Verbraucherschutz





Innenwandgestaltung

mit nachwachsenden Rohstoffen

Vorwort

Innenwandoberflächen gelten in Fachkreisen als maßgeblich für ein gesundes Innenraumklima. In den ersten ein bis drei cm der Innenwandbeschichtung findet ein ständiger Austausch von Wärme und Feuchtigkeit zwischen Wand und Raumluft statt. Da wir uns überwiegend in Innenräumen aufhalten, etwa in der Wohnung, in der Schule oder im Büro, kommt dem Gesundheitsschutz und der Förderung der Leistungsfähigkeit durch die Innenraumluft eine wichtige Bedeutung zu. Das gilt besonders für Risikogruppen wie Kleinkinder, chronisch Kranke und alte Menschen, die zum Teil über 90% des Tages in Innenräumen verbringen. Auch und insbesondere hier sollte auf die Qualität der Luft durch angemessene Lüftung und Wahl der Baustoffe, Einrichtungsgegenstände und Reinigungsmittel geachtet werden.

Innenwandoberflächen und Farben aus Naturbaustoffen können zu einem gesunden Innenraumklima im Schlaf- und Wohnumfeld, in Kindergärten, Krankenhäusern, Schulen und am Arbeitsplatz beitragen. Nachwachsende Rohstoffe bieten hier oft in Kombination mit mineralischen Naturbaustoffen, insbesondere Kalk und Lehm, ein überzeugendes Leistungsprofil. Oberflächen aus Kalk, Lehm, Holz oder Schafwolle haben sogar die Eigenschaft, Raumluftschadstoffe abzubauen. Die natürlichen Innenwandmaterialien sorgen nicht nur für ein gesundes Wohn-



umfeld, sondern schützen den Nutzer, den Verarbeiter und die Umwelt vor schädlichen Einflüssen in allen Lebensphasen eines Baustoffes (Gewinnung, Herstellung, Verarbeitung, Nutzung, Entsorgung). Daher sind diese Baustoffe besonders nachhaltig.

Die Gestaltungsmöglichkeiten von natürlichen Farben und Strukturen sind sehr vielfältig. Oft werden aber auch die materialeigenen Farbtöne sehr geschätzt. Sie sind oft von „zeitloser“ Qualität, denn Naturbaustoffe gründen in einer langen Bautradition, die durch moderne Bau- und Herstellungstechnik nachhaltig in die Zukunft weist.

Diese Broschüre gibt Ihnen einen Überblick über das vielfältige Angebot und die breiten Anwendungsmöglichkeiten von Innenwandgestaltungen mit nachwachsenden Rohstoffen. In diesem Sinne hoffe ich, dass das Heft Ihnen viel Wissenswertes vermittelt, und wünsche Ihnen bei der Planung oder bei der Ausstattung Ihres Zuhauses viel Erfolg.

Dr.-Ing. Andreas Schütte
Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.

Inhaltsverzeichnis



1	Innenwandgestaltung	8
	Behagliche Innenräume durch natürliche Oberflächen Energiesparmaßnahmen Einflussfaktoren für ein gutes Innenraumklima Innenwandgestaltung mit nachhaltigen Rohstoffen Der volkswirtschaftliche Nutzen natürlicher Oberflächensysteme	
2	Umweltverträglichkeit von Putzträgern und Putzen	14
	Vorschriften und Normen zu Oberflächen Testverfahren, Label und Produktzertifikate	
3	Rohstoffe und ihre Umwelt- und Gesundheitsverträglichkeit	17
	Hauptbestandteile von innenliegenden Dämmmaterialien Innendämmung, eine gute Kompromisslösung Hauptbestandteile von Putzen und Farben Herstellungsprozess von Putzen und Farben	
4	Baustoffkunde	20
	Die Inhaltsstoffgruppen Die Wirkung der Farben Farbmittel	
5	Das Raumklima	25
	Einflussfaktoren Klima, -Feuchte- und Geruchsregulierung Raumklima und Bauschadensvermeidung Feuchteausgleichswirkung von Raumbooberflächen	
6	Oberflächenmaterialien und ihre Verarbeitung	33
	Untergrundbewertung und Vorbehandlung Lehm Kalk Feinputze und Farben auf Silikatbasis Zellulose- und Baumwollfaserputze Farben, Streich- und Rollputz auf Naturharz- oder Kaseinbasis Wandfarben	

Farb- und Gestaltungsbeispiele – die Variationsmöglichkeiten sind vielfältig



7	Tapeten	46
	Papiertapeten Raufasertapeten Naturfasertapeten Textiltapeten Kunststofftapeten Sondertapeten Kleister, Voranstriche und Grundierungen	
8	Holzverkleidungen	50
	Verkleidungen aus Vollholz Verkleidungen aus Furnier- und Faserholz Holzschutzmittel Holzbeschichtungen Verkleidungen in Feuchträumen	
9	Innenraumgestaltung im Sanierungsfall	53
	Nachträgliche Absperrung von giftigen Holzschutzmitteln Fogging Feuchte- und Schimmelsanierung von Oberflächen Materialien zur Geruchsminderung Mineralputze mit absperrender Wirkung Schafwolle gegen Formaldehyd Abschirmputz /-farbe, Abschirmplatten, Abschirmgewebe Checkliste für eine nachhaltige Innenwandgestaltung	
10	Schlussbetrachtung	59
11	Anlagen	60
	Literatur, Infos Bildnachweis Infothek Tabellen	

1 Innenwandgestaltung

Die Verwendung von Dämmstoffen, Putzen und Farben auf Basis fossiler und mineralischer Rohstoffe in Verbindung mit dem übermäßigen Abdichten von Fenstern und Türen zur Einsparung von Heizenergie hat dazu geführt, dass in der Innenraumluft und im Hausstaub immer mehr Risikostoffe in Form von synthetischen Verbindungen, kleinteiligem Feinstaub sowie Schimmel und Bakterien beobachtet werden. Besonders Risikogruppen wie Kleinkinder, chronisch Kranke und alte Menschen halten sich zum Teil über 90% des Tages in Innenräumen auf. Hier ist besonders auf die Qualität der Luft durch ausreichende Lüftung und Auswahl der Baustoffe und Einrichtungsgegenstände zu achten.



Küche

Wand- und Deckenbeschichtungen haben einen großen Einfluss auf das Innenraumklima im Büro, in der Schule oder am Schlafplatz. Natürliche Materialien sind für ihre schönen und angenehmen Oberflächen, ihre Strapazierbarkeit, ihre Gesundheits- und Umweltverträglichkeit, ihre feuchteausgleichende Wirkung, ihre gute Entsorgbarkeit und geringen elektrostatischen Aufladungswerte bekannt.

Und dennoch werden nach wie vor Stoffe, deren Gesundheitsrisiko bekannt und wissenschaftlich belegt ist, verarbeitet. Die Auswirkungen haben sich zu



Ofen und Wand mit Kalkputz

einem volkswirtschaftlichen Sanierungsproblem hinsichtlich Mineralfasern, Asbest, Holzschutzmitteln, PCB-haltigen Dichtstoffen und Schimmel entwickelt. Diese Gefährdungen gilt es in Zukunft zu verringern und wir wollen aufzeigen, auf was man bei der Auswahl von Putzen und Farben achten sollte.



Schadstoffuntersuchungen / Schimmel auf Außenwand

Behagliche Innenräume durch natürliche Oberflächen

Wand- und Deckenoberflächen bilden die größte Umhüllungsfläche einer Mietwohnung, am Arbeitsplatz oder im Eigenheim. Daher tragen die dort verwendeten Materialien auch die größte Verantwortung für eine gesunde Raumluftqualität und ein behagliches Wohnklima. Von dieser Seite betrachtet ist es keinesfalls egal, wie und mit welchen Stoffen die Innenraumoberflächen gestaltet werden. Je mehr wir uns bei der Baustoffrezeptur von den natürlichen Eigenschaften bewährter Rohstoffe entfernen, umso unnatürlicher und schadstoffbelasteter wird das Raumklima.

Um Gerüche und Innenraumschadstoffe, schwarze Oberflächen nach Renovierungen (Fogging), Kondensatfeuchteschäden und Schimmel vermeiden zu können, muss man die Qualität aber auch die individuellen bauphysikalischen Erfordernisse und die Untergrundvorbereitung berücksichtigen. Von den verschiedenen Materialien die auf dem Markt angeboten werden, gibt es mehr oder weniger umwelt- bzw. gesundheitsverträgliche Produkte.

Man weiß heute immer noch wenig darüber, ob chemische Zusatzstoffe für eine bessere Verarbeitbarkeit von Bauprodukten auch von gesundheitlicher Bedeutung sind bzw. einen Einfluss auf wichtige



Untersuchungen – Fogging durch Schadstoffe

Dampfdiffusionsprozesse in Innenräumen haben. Dies gilt vor allem für die dampfbremsende Wirkung von Grund- oder Hilfsstoffen beispielsweise in Putzen oder Farben.



Lehmoberflächen – Feuchteausgleich / Küche

Bausachverständige messen in modernen Wohnungen im Winter Raumluftfeuchtwerte unterhalb 20% (bei ca. 21°C), was sich sehr nachteilig auf die Haut und Schleimhäute auswirkt. Dagegen kann man im Sommer häufig Werte über 70% bei ca. 26°C in Innenräumen messen. In vielen Fällen kann es bei diesen Werten dann zu Schwitzwasser- und Schimmelschäden kommen, weil dampfbremsende Bauteiloberflächen zu wenig Wasserdampf aus der Luft zwischenspeichern.

Energieeinsparmaßnahmen

Sitzt die Dämmung im Alt- oder Neubau schon auf der Außenseite der Steinkonstruktion oder in der Holzkonstruktion kann man mit Putz- und Farbsystemen, Putzträgerplatten oder Fertigelementen weiterarbeiten.



Unterschiedliche Wandaufbauten

Wird eine Innendämmvariante gewählt so sind Sicherheitsvorkehrungen zu beachten um Wärmebrücken, Schwitzwasserbildung und Schimmelschäden vorzubeugen. Die Gestaltungsmöglichkeiten im Innenwand- und Deckenbereich richten sich stark nach dem Untergrund. Es muss immer geprüft wer-



den ob beispielsweise ein Fachwerk oder eine Holzkonstruktion mit Zwischendämmung noch eine Dampfbremse benötigt, um eine Luftdichtheit zu gewährleisten.

Nicht nur im Kellergeschoss, auch hinter Einbauschränken auf der ungedämmten Außenwand kann Schwitzwasser (Tauwasserabschlag wegen zu hohen Temperaturdifferenzen) entstehen. Auf Grund einer wärmebrückengefährdeten Stein- oder Betonbauweise sollten dann die Innenwände und Decken gemäß bauphysikalischen Anforderungen mit einem Kalk-Perlit Dämmputz oder einer fachmännisch ausgeführten Dämm-Putzträgerplatte und Kalkputz aufgebaut werden.

Auch Wandheizungssysteme lassen sich ideal mit Naturdämmstoffen und Lehm- oder Kalkputzen ausführen.



Luftdichtheit



Wandheizung auf OSB mit Lehm verputzt

Einflussfaktoren für ein gutes Innenraumklima

Grundsätzlich werden die Einflussfaktoren für die Gesundheitsverträglichkeit und Behaglichkeit in Innenräumen in der DIN 15251 (Richtlinien für Raumklima, Energieeffizienz, Raumluftqualität, Temperatur, Licht und Akustik) im Wesentlichen abgehandelt.

Vornehmlich in den ersten 1 bis 3 cm der Innenraumschichten tauscht sich die Raumluft oder die Innenraumfeuchte mit dem Putz, der Farbe, der Tapete, einer Gipsverbundplatte oder der Holzverkleidung aus. Die Materialien und Oberflächenstrukturen können positive Raumeinflussfaktoren aufweisen, es können aber auch unsichtbare Schadstoffe oder diffusionshemmende Inhaltsstoffe verarbeitet worden sein, die zu schwerwiegenden Feuchte- und Bauschäden wie Schimmel oder mikrobakteriellem Befall führen können. Zudem beeinflussen die Innenraumoberflächen und die Inhaltsstoffe folgende raumklimatisch relevanten Faktoren:

- Das Raumklima (Luftfeuchte, Oberflächen- und Lufttemperatur, Luftbewegung)
- Das Elektroklima (elektrostatische Aufladung, elektrische und elektromagnetische Felder, Ionisation, elektrisches und magnetisches Gleichfeld)
- Die Licht- und Farbverhältnisse
- Die Zusammensetzung der Luft
- Der Geruch
- Die toxische Situation
- Das akustische und optische Raumgefühl
- Die Mikroorganismen

Ausschlaggebend für das Wohnklima ist die Zusammensetzung der Putze, Grundierungen und Farben. Putzmaterialien aus Lehm, Reinsilikat, Gips, Zement oder Kalk sind mehr oder weniger offenporig, diffusions- und sorptionsfähig. Durch Kunststoffzusätze im Putz oder in der Farbe wird dieses „Feuchteausgleichsverhalten“ eingeschränkt. Ebenso können kunststoffvergütete Grundierungen oder Anstriche auf Untergründen solch eine feuchtere regulierende Eigenschaft verschlechtern. Sie wirken dann möglicherweise dampfbremsend, so dass weniger Luftfeuchtigkeit aufgenommen wird und zwischengepuffert werden kann.



Kalkputz für guten Feuchteausgleich



Gefärbte Kalkoberfläche



Grubenlehm

Das optimale Putz- und Farbsystem muss also wasserdampfdurchlässig sein, so dass die Innenraumfeuchte reguliert wird. Ein reiner Kalkputz oder auch die Lehmputze sind für Wohnräume am besten geeignet, weil sie die Feuchte, bei Bedarf, auch schnell wieder an die Raumluft abgeben.

Nachhaltige, also „Grüne Produkte“ mit einem hohen Anteil an nachwachsenden und möglichst CO₂ neutralen Rohstoffen zeichnen sich vorbildlich durch ihre Umwelt- und Gesundheitsverträglichkeit aus.

„Green buildings“ (Grüne, d. h. nachhaltige Gebäude), ein weltweit anerkanntes Bewertungsverfahren, gewinnt zunehmend an Bedeutung. Es bilanziert die Ressourceneffizienz von Gebäuden mit seinen verwendeten Bauprodukten hinsichtlich Energie, Wasser und Material, gleichzeitig sollen die schädlichen Auswirkungen auf Gesundheit und Umwelt reduziert werden.



Rohstoffabbildungen zu Putzen

Innenwandgestaltung mit nachhaltigen Rohstoffen

Man erwartet von **nachwachsenden Rohstoffen (nR)**, wie **Holz oder Hanf**, oder **unbegrenzt verfügbaren mineralischen Rohstoffen (mR)** wie **Lehm, Sand oder Kalk**, dass sie unsere Umwelt und die Gesundheit schonen. Sie sollten ohne unnötigen Energieeinsatz gewonnen, verarbeitet und problemlos wieder in den Naturkreislauf zurückgeführt werden können.



Kalkoberfläche



Aufbringen von Lehmputz oder Lehmputz natur

Der volkswirtschaftliche Nutzen natürlicher Oberflächensysteme

Bei den Zehntausenden von Baustoffchemikalien, die in den letzten 100 Jahren entwickelt wurden, stellt sich oft erst nach Jahrzehnten die ganze Gefährlichkeit heraus. Es entstehen volkswirtschaftliche Verluste beispielsweise durch gesundheitlich erforderliche oder bauschadensbezogene Sanierungsarbeiten an Wohnungen, Schulen und Kindergärten aber auch durch Entsorgungskosten (Müllverbrennung, nachhaltige Luftverunreinigung) von Giftstoffen. Ebenso



Sanierung eines Dämmschadens mit rein mineralischen Dämmplatten

fallen Kosten für die Krankenversicherung in Folge von gefahrstoffbedingten Heilbehandlungen, Arbeitsausfällen oder Frührenten an.

Damit Gebäude erst gar nicht kostspielig von Schadstoffen und Altlasten befreit werden müssen, sollten im Neubau und bei Renovierungen Materialien verwendet werden, die einen positiven Einfluss auf das Innenraumklima besitzen und Schimmelbildung, Fogging und Raumluftschadstoffe vermeiden.

Hierzu ist eine Volldeklaration, wie sie die Hersteller von vorbildlich gekennzeichneten Grundierungen, Putzen, Farben, Klebern, Tapeten, Holzverkleidungen usw. anbieten, unbedingt anzufordern. Beispielsweise haben sich reine Lehm- und Kalkprodukte über Jahrhunderte hinweg bewährt und sorgen für ein harmonisches und gesundes Raumklima. Lehmprodukte werden seit Jahrtausenden eingesetzt und verfügen zudem über eine optimale Umweltverträglichkeit.

2 Umweltverträglichkeit von Putzträgern und Putzen

Umweltdaten von Bauprodukten sind zuverlässige und unabhängige Quellen für eine sachliche Auswertung der Umweltbelastungen, die durch Wand- oder Deckenbeschichtungen entstehen. Hierfür werden alle benötigten Rohstoffe, Energien und Abfälle ermittelt, die aus der Natur entnommen und an die Umwelt abgegeben werden.

Ein quantitatives Maß für den Verbrauch an fossilen oder regenerativen Energieträgern ist der addierte Primärenergieaufwand über alle Prozessketten vom Rohstoffabbau bis zum verkaufsfertigen Produkt ab Fabrikator.



Marmorfaserputz

Umweltbilanzen gewichten und analysieren alle Umwelteinflüsse über den ganzen Lebenszyklus von Bauprodukten – vom Einkauf der Rohstoffe bis hin zur Abfallbeseitigung. Ziel einer Umweltbilanz (engl. auch LCA – Life Cycle Assessment, siehe Infothek „Ökobilanz“) ist es zudem, die Einflüsse, beispielsweise auf die Klimaänderung, den Ozonschichtabbau, die Versauerung von Böden und Gewässern oder die Überdüngung zu analysieren. Die UBP (gesamte Umweltbelastungszahl) quantifiziert die Umweltbelastungen durch die Nutzung von Energieressourcen, von Land und Süßwasser, durch Emissionen in Luft, Gewässern und Boden sowie durch

die Beseitigung von Abfällen. Auf folgender Tabelle sind alle Umwelteinflüsse im UBP-Faktor zusammengefasst.

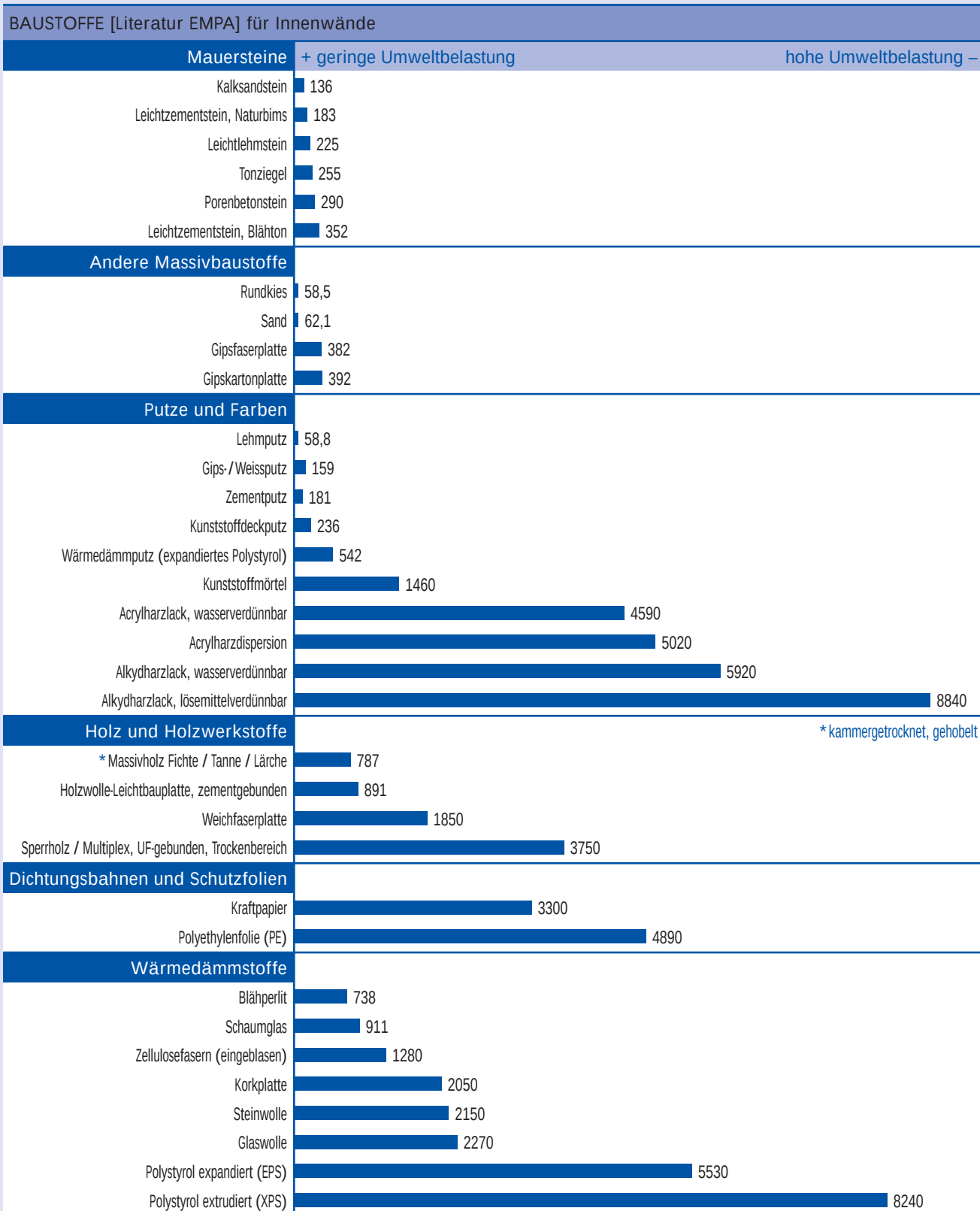
Für Innenwandmaterialien sind Umweltbilanzen sehr aufschlussreich, da sie umweltproblematische Auswirkungen wie einen hohen Energieverbrauch oder gefährlicher Innenraumemissionen, aber auch vermehrte Recyclerisiken aufzeigen. Fossile Rohstoffe bergen in der Regel mehr Problempotential als sortenreine Baustoffe aus nachwachsenden oder mineralischen Rohstoffen.

Vorschriften und Normen zu Oberflächen

Es gelten nationale Normungen und Vorschriften für öffentliche Gebäude. (z.B. medizinischer Bereich, Sanitärbereich, Lebensmittelbereich etc.). Diese sind zu prüfen, da dort eine hohe Abriebfestigkeit und Wischbeständigkeit gefordert wird. Man muss jedoch gleichzeitig bedenken, dass man von solchen Oberflächen keine optimierten raumklimatischen Eigenschaften mehr erwarten kann. Deshalb raten wir dringend auch in Krankenhäusern, Schulen oder Kindergärten die Oberflächen, die nicht zwingend mit wischfesten Farben gestrichen werden müssen, nur mit solchen Farb- und Putzsystemen auszustatten, die nachhaltig das Raumklima verbessern. Beispielsweise benötigen reine Kalkfarben keine problematischen Flammschutz- oder Konservierungsmittel, weil sie als nicht brennbar eingestuft sind und wegen der hohen Alkalität nicht verkeimen können.

Testverfahren, Label und Produktzertifikate

Prüfverfahren wie der „Blaue Engel“, ÖKO-TEST, Stiftung Warentest oder das natureplus-Label sind Prüf- und Bewertungszeichen und helfen dem Verbraucher, sich grob auf dem Markt zu orientieren. Zusätzliche Produktinformationen über Rohstoff-



Baustoffe und ihre Umweltbelastungszahlen – UPB (IQUH – Aus: Koordinationskonferenz der Bau- und Liegenschaftsorgane der öffentlichen Bauherren KBOB – Ökobilanzwerte)



Kinderzimmer

herkunft, feuchteregulierende Eigenschaften oder zu in Tests nicht aufgeführten Risikostoffanteilen sind beispielsweise für die Gestaltung eines Kinderzimmers hilfreich. Eine Kaufentscheidung zugunsten einer unbedenklichen Wandfarbe sollte, vor allem bei Allergikern, auch von den genauen und vollständigen Inhaltsstoffangaben des Herstellers abhängig gemacht werden.

Vollständige Inhaltsstoffangaben der Hersteller sind Wegweiser für Konsumenten, die umwelt- und gesundheitsverträglicher einkaufen möchten. Die Umweltbilanzdaten von Produkten für die Innenwandkonstruktionen sind entweder aus mineralischen, synthetischen und / oder nachwachsenden Rohstoffen unter Berücksichtigung der internationalen Normen (DIN EN ISO 14040 ff) für Qualitätsmanagement. Nur mit allen Inhaltsstoffangaben lassen sich Umweltbilanzen für Bauprodukte erstellen oder deren Energieverbrauch bei der Herstellung errechnen. Mit Hilfe dieser Informationen über alle Inhaltsstoffe können selbst Allergiker besser ihren Wunschbelag auswählen. Zudem sind diese Informationen wichtig für die HAUSBAUAKTE, ein Archivierungssystem für Gebäudeeigentümer (weitere Informationen zum Zertifizierungssystem des BMVBS, zur Leitmarktinitiative der EU und zu Umweltdeklarationen für Bauprodukte – siehe Infothek)

3 Rohstoffe und ihre Umwelt- und Gesundheitsverträglichkeit

Nur bei sorgfältiger Auswahl der Produkte und nach gewissenhafter Einhaltung physikalischer Erfordernisse bleiben Innenwandbeschichtungen für eine lange Nutzungszeit erhalten, belasten nicht die Gesundheit sondern wirken zudem noch präventiv gegen Schimmel- und Feuchteschäden.

Hauptbestandteile von innenliegenden Dämmmaterialien

Auf Grund der vielen Feuchte- und Schimmelschadensfälle in den vergangenen Jahren ist man zu der Erkenntnis gelangt, dass das schnelle und preiswerte Bauen und Renovieren nicht immer die langfristig gute Entscheidung ist. Im Innenbereich wurden die letzten Jahrzehnte oftmals Gipskartonplatten oder



Lehmoberflächen

Tab. 1: Bewertungsschema für Dämmstoffe innen (IQUH)

Innendämmungen und Putzträgerplatten	Inhaltsstoffbasis nR = nachwachsende / tierische Rohstoffe mR = mineralisch / metallische Rohstoffe fR = fossile Rohstoffe	Bewertung: Umwelt- u. Gesundheitsverträglichkeit +++ = vorbildliches Dämmstoffsystem ++ = befriedigendes Dämmstoffsystem + = dämmender, preisgünstiger aber problematischer Baustoff
Lehmbauplatten	Lehm mR, Pflanzenfasern nR	+++
Holzwoleleichtbauplatten	Zement mR, Holzspäne nR	+++
Calcium Silikatplatten	Kalk mR, Silikat, mR	+++
Kalkdämmputz	Kalk mR, Perlite mR	+++
Korkplatten	Kork, nR	++
Holzweichfaserplatten	Holzfasern nR, organische Bindemittel nR+fR	++
Schilfrohrplatten geschraubt	Schilf nR, Metallgeflecht mR	+++
Mineralfaserplatten	Glas- u. Mineralfasern mR, organische Bindemittel fR	++ (mit Kalkbeschichtung) + (mit Gips- oder Kunstharzbeschichtung)
Styroporplatten	Kunststoff fR	+ (mit Gips- oder Kunstharzbeschichtung)
Gipskartonplatten mit Styropor	Kunststoff fR, Gips mR, Papier nR	+ (mit Gips- oder Kunstharzbeschichtung)
Tapeten mit Styropor	Papier nR, Kunststoff fR	+

Tapeten mit unterschiedlich starken Dämmunterlagen aus Styropor auf den Außenwänden innenseitig verarbeitet.

Es gibt von fast allen gängigen Dämmaufbausystemen für Innen auch Varianten aus mineralischen oder nachwachsenden Rohstoffen mit guten Schall-, Wärme-, Umwelt- und Gesundheitsschutzeigenschaften und einem hervorragenden Feuchteausgleichsverhalten.

Innendämmung – eine gute Kompromisslösung

Innendämmungen werden weniger im Neubaubereich, sondern vor allem im Altbau- oder Sanierungsbereich durchgeführt.

Auf Grund schwitzender Betonwände im Kellerbereich sind Kalkdämmputze auf den Innenseiten der Außenwände klimaregulierend und sie entziehen Verkeimungsschäden die Wachstumsgrundlage.



Lehmputzträgerplatte auf OSB im Holzbau



Dämmbau Kalkleichtputz

Innendämmungen stellen einen Kompromiss zum Vollwärmeschutz auf der Außenseite dar. Diese Variante ist nicht die optimale Lösung, ist manchmal aber nicht zu umgehen, z.B. wenn die Außenfassade denkmalgeschützt ist oder wenn aus finanziellen Gründen eine weniger aufwändige Dämmung gewünscht wird. Reine Kalk- oder Lehmleichtputze mit Perlite oder Blähglasgranulat sind hierfür gut geeignet. Ein ungemütliches Klima oder Zugluft durch Wärmebrücken kann damit vermieden werden.

Hauptbestandteile von Putzen und Farben

Die Bestandteile, aus denen Farben, Putze und Dämmstoffe hergestellt werden, lassen sich grob in folgende Gruppen einteilen:

- nachwachsende Rohstoffe (z. B. Holz, Papier, Naturfasern, tierische Rohstoffe)
- fossile Rohstoffe (z. B. Kunstharz, Kunststoff, Woll- u. Flammenschutzmittel, Bindemittel)
- mineralische / metallische Rohstoffe (z. B. mineralische Füllstoffe, Trockner, Farbpigmente)

Oberflächenbehandlungen mit diffusionshemmenden Lacken und Farben (auch Ölfarben, Dispersionsfarben) oder das Ankleben von Tapeten mit Kunstharzleim würde die Hygroskopizität der Wände und Decken mindern. Ein besonders gutes Feuchteausgleichsverhalten haben anorganische und alkalische Kalkoberflächen.

Grund- u. Oberputze	Inhaltsstoffbasis > 1 % nR = nachwachsende / tierische Rohstoffe mR = mineralisch / metallische Rohstoffe fR = fossile Rohstoffe	Feuchte- und Schimmelprävention +++ = sehr gutes Feuchteaustgleichsverhalten ++ = durchschnittliches Feuchteaustgleichsverhalten + = geringes Feuchteaustgleichsverhalten
Kalk- und Sumpfkalk	Rein mineralisch	+++
Lehm	Rein mineralisch	+++
Silikat o. Dispersion	Rein mineralisch	+++
Silikat mit Dispersion	mR, kunststoffvergütet+Hilfsstoffe	++
Kalk / Zement	mR, kunststoffvergütet+Hilfsstoffe	++
Kalk / Gips	mR, kunststoffvergütet+Hilfsstoffe	++
Kunstharzputze	fR / mR, kunststoffvergütet+Hilfsstoffe	+

Tab. 2: Feuchteaustgleichsverhalten Innenputze (IQUH)

Herstellungsprozess von Putzen und Farben

Die Herstellung von natürlichen Putzen und Farben basiert beispielsweise auf nachwachsenden Rohstoffen wie Holz / Papier, Papier, Kork, Naturlatex oder Naturfasern wie Baumwolle oder Hanf und mineralischen Mehlen aus Kaolin, Kalk, Silikaten, Gesteinsmehlen, Mineralpigmenten oder Kreide. Die Herstellung umfasst im Wesentlichen einfache mechanische Prozesse wie Mahlen, Sieben, Reinigen oder Erhitzen. Komplizierter ist die Herstellung von Hilfsstoffen. Diese sind oft Stoffgemische und können teilweise aus fossilen Rohstoffen (Erdöl) stammen und bergen Risiken sowohl bei der Herstellung der Rohstoffe (Kunststoffe, Kunstharze, Kunstfasern) als auch bei der Verarbeitung, Nutzung, Renovierung oder Entsorgung. Zudem ist Erdöl endlich und wird daher immer kostbarer. Wo möglich, sollte es zukünftig ersetzt werden.

Zur Austrocknung neu verputzter Wände genügt das Heizen des gesamten Hauses alleine nicht; es muss zugleich gründlich durchlüftet werden, besonders dann, wenn Baumaterialien mit hohem Wassergehalt verwendet wurden. Es ist sinnvoll, Thermometer und Hygrometer zu Hilfe zu nehmen. Empfehlenswert ist es, einen Neubau in Massivbauweise wenigstens einen Winter lang austrocknen zu lassen (heizen und lüften), bevor man einzieht. Andernfalls ist der Einsatz von Trocknungsgeräten zu empfehlen.



Sumpfkalk-Becken

4 Baustoffkunde

Die Inhaltsstoffgruppen

Durch die Verwendung von Hilfsstoffen sollen die technischen Eigenschaften, wie Wischbeständigkeit und Abriebfestigkeit, verbessert werden oder sie sollen die Verarbeitung erleichtern.

Grundsätzlich können immer Zuschlagstoffe oder Hilfsstoffe in allen Farb- und Putzsystemen und Grundierungen vorhanden sein. Die Auswirkungen von Zuschlagstoffen in Höhe von ca. 0,5% und mehr können gravierend sein, da sie dann großflächig auf

Innenraumwänden- und Decken aufgebracht werden und deshalb für die Schadstoffbelastung in der Raumluft oder eine feuchtebremsende Wirkung bedeutend sind.

Tab. 3: Hilfs- und Zusatzstoffe und ihre Verwendung (IQUH)

Rohstoffe in Putzen und Farben nach der Funktion	Stoffbasis nR = nachwachsende / tierische Rohstoffe mR = mineralisch / metallische Rohstoffe fR = fossile Rohstoffe	Bewertung +++ = vorbildliche Eigenschaften ++ = gute Eigenschaften + = gute technische Eigenschaft, problematische Auswirkung
Bindemittel Sie gewährleisten die Haftung und Abriebbeständigkeit.	– Kasein nR aus Pflanzenstärke – Kasein nR aus Milcheiweiß – Naturharz nR aus Flachslein, Baumharz, Pflanzen – Leim aus Tierabfällen nR – Leim aus Holz / Zellulose nR – Kalk mR aus Gestein – Silikat mR aus Sand – Kunstharze fR aus Erdöl	++ ++ ++ ++ ++ +++ +++ +
Zuschlagsstoffe Sie bilden in den Putzen selbst den größten Bestandteil.	– Gekörnte natürliche Steine u. Sande mR – Künstliche organischen. Anteile fR – Kunststoffgranulate fR – Granulierter Kork nR – Perlite mR	+++ + + +++ +++
Füllstoffe Sie verbessern die Plastizität und damit die Verarbeitbarkeit und Anhaftung der Mörtel und Beschichtungsstoffe. Sie verdichten die Struktur durch Ausfüllen der Hohlräume zwischen größeren Zuschlagstoffen.	Quarzmehl, Kieselerde, Glimmer, Schiefermehl, Kalksteinmehl, Marmormehl, Leichtspatmehl aus mR.	+++
Zusatzstoffe Dazu gehören alle Stoffe, die ein dichteres Gefüge, erhöhte Haft-, Zug- und Schwingfestigkeit und Färbungsverbesserung bewirken.	– Erdpigmente mR – Farbstoffe mR / fR – Tier-, Textil oder Pflanzenfasern nR (Holz-, Kokos- und Sisalfasern, Riedgras, Schilf und Stroh) – Kunststoffe fR. – Glas / Schlacke / Gesteinsfasern mR	+++ + ++ + ++

▼ Fortsetzung Tabelle 3

Rohstoffe in Putzen und Farben nach der Funktion	Stoffbasis nR = nachwachsende / tierische Rohstoffe mR = mineralisch / metallische Rohstoffe fR = fossile Rohstoffe	Bewertung +++ = vorbildliche Eigenschaften ++ = gute Eigenschaften + = gute technische Eigenschaft, problematische Auswirkung
Zusatzmittel / technische Additive Sie beeinflussen durch chemische oder / und physikalische Wirkung die Eigenschaften des Mörtels, z. B. den Luftporenraum, die Erstarrungszeit und die Frostbeständigkeit, oder die des Putzes, z. B. die Wasserabweisung oder Wasserundurchlässigkeit.	Erstarrungsbeschleuniger handelt es sich meist um Chloride oder um Eisensulfat und Natriumcarbonat-Soda. Verzögerer sind z. B. Kupfersulfat, Kupferchlorid, Borax und Phosphorsäure.) Frostschutzmittel (zugesetzt werden z. B. Calciumchlorid- oder Natriumchloridlösungen, Glycerin oder Glykol. Vorsicht: Chloride können Ausblühungen verursachen). Luftporenbildner sollen eine erhöhte Wärmedämmfähigkeit und Frostbeständigkeit bewirken. Dichtungsmittel erhöhen durch porendichte oder wasserabweisende Wirkung den Widerstand des Putzes gegen das Eindringen von Wasser. Zusatz von 1 bis 2 % Leinöl oder Schmierseife nR oder von 2 bis 3 % des alkalibeständigen Acrylat-Dispersionsbindemittels fR, Metallstearaten und Fluoriden besteht.	++ ++ + + +
Anmachwasser	Geeignet ist jedes Wasser mit Trinkwasserqualität.	–
Putznachbehandlung Durch Fluatieren können Salze von Wasserflecken gebunden, alkalisch reagierende Putzoberflächen neutralisiert und Schimmelpilze abgetötet werden.	Kalkwasser, Barytwasser, Kaliumwasserglas, saure Fluatlösungen, z. B. Magnesiumsulfat, bilden mit Calciumhydroxid oder / und Calciumcarbonat kalkhaltiger Putze chemisch resistente Fluoride und Kieselgel.	+++
Sonstige Hilfsstoffe	Glutinleimlösung (Knochen- oder Hautleim nR), verdünnt mit einem Zusatz von etwa 5 % Alaunlösung, die den Leim irreversibel aushärtet, Kieselsäureester werden am häufigsten zur Putzfestigung eingesetzt. Es sind Verbindungen der Kieselsäure mit Alkoholen, die nach dem Einlassen in die Putzhohlräume durch Hydrolyse und Kondensationsreaktionen unter Abspaltung von Alkohol hochmolekulares Siliciumdioxid bilden. Polymerisatharze, hauptsächlich Lösungen der Acrylharze, dienen oft als Einlassgrund bzw. Grundanstrich für mineralische Putze, die Dispersionsfarbenanstriche oder einen Kunstharzputz erhalten sollen. Silikon-Bautenschutzmittel wie siliziumorganische Verbindungen dienen der Wasserabspernung. (Siliconharze, Silane und Siloxane) Harzlösungen, z. B. Acryl- und Epoxidharz, Silikonkautschuk- und für Gipsputz Schellacklösungen verwendet man zur wasserundurchlässigen Beschichtung (Versiegelung) von Putzen, die durch aggressives Spritzwasser beansprucht werden.	++ + + + +

Die Wirkung der Farben

Neben der Wirkung von Baustoffen auf die Umwelt und die Gesundheit haben gefärbte Wandfarben auch eine feinstoffliche, optische und seelische Wirkung und können Gefühle konditionieren oder anregen. Auch sonstige optische Wahrnehmungen wie Struktur (Licht-Schatten-Wirkungen), Glanz, Rauigkeit erzeugen eine Wirkung beim Betrachten von verschiedenen Oberflächen. Deshalb sollte man die Farbgestaltung für Räume, in denen man sich häufig aufhält, genau überlegen, damit sie auch zum Bewohner passt.



Färbemittel

Tab. 4: Farbstoffe (IQUH-Schulungstabelle)

Farbstoffe und Pigmente

nR = nachwachsende / tierische Rohstoffe

mR = mineralisch / metallische Rohstoffe

fR = fossile Rohstoffe

Organische Farbstoffe aus Pflanzen oder Tieren

Farbstoffe sind chemische Verbindungen, die beispielsweise von Tieren produziert werden, wie Purpur aus der Purpurschnecke und Karmin aus der Cochenille-Schildlaus. Farbstoffe können auch von Pflanzen produziert werden wie beispielsweise Indigo, Chlorophyll, Crocetin aus Krokussen (Safran) oder Carotin aus der Karotte. Im Mittelalter begann man in Europa, Färberpflanzen auf Feldern anzubauen. Die wichtigsten Pflanzen waren dabei Färberwaid für Blau, Färberkrapp für Rot und Färberesede für Gelb. Nur wenige genügen den heutigen Anforderungen bezüglich Wirtschaftlichkeit, Qualität (zum Beispiel Waschechtheit, Lichtechtheit), biologischer Verfügbarkeit und färbetechnischem Verhalten. Insgesamt sind etwa 150 Pflanzenarten bekannt, die dem Menschen Farbstoffe liefern. Seit dem 19. Jahrhundert gelang es, Farbstoffe synthetisch herzustellen. Dadurch wurden pflanzliche Farbstoffe zum Färben von Geweben aus Naturfasern zurückgedrängt.

Organische Farbstoffe aus fossilen Rohstoffen wurden anfangs wegen des aus Steinkohlenteer gewonnen Anilins auch Teerfarbstoffe genannt. Die größte Gruppe sind die Azofarbstoffe. Zusätzlich gibt es aus Erdöl die Säurefarbstoffe, Beizenfarbstoffe mit Metallsalzen, Dispersionsfarbstoffe, Kupplungsfarbstoffe, basische Farbstoffe, Küppenfarbstoffe, Metallkomplexfarbstoffe, Pigmentfarbstoffe u. a..

Seit ca. 100 Jahren werden aus fossilen Rohstoffen Farbstoffe hergestellt, mit guter Lichtbeständigkeit und einer intensiven Farbigkeit. Sie sind in allen Bindemitteln einsetzbar.

Natürliche Pigmente

Pigmente sind schwer- oder unlösliche Mineralien oder Metalle. Natürliche Pigmente werden aus der Natur und ohne weitere chemische Umstrukturierung verwendet. Hinsichtlich chemisch veränderter organischer Pigmente gilt, dass sie aufgrund ihrer schweren Löslichkeit ein erhöhtes Risiko für Mensch und Umwelt darstellen.

Gesundheitliche Bedenken ergeben sich vornehmlich aus ihrem Staubcharakter (Feinstaub). Schon seit den steinzeitlichen Höhlenmalereien sind metallisch / mineralische Pigmente bekannt, die bis heute im Gebrauch sind. Sie sind höchst lichtecht und in Kalk, Zement, Silikat, Acryl, Kasein und Öl anwendbar.

Synthetisierte Pigmente

Organische Pigmente gelten als biologisch praktisch nicht abbaubar. Da Pigmente im Zwischen- oder Endprodukt unter Verwendung von Dispergiermitteln, Bindemitteln, Lösemitteln und / oder dergleichen eingesetzt werden, sind gegebenenfalls toxikologische Emissionen aus diesen Stoffen zu berücksichtigen.

Industriell hergestellte metallisch / mineralische Pigmente sind höchst lichtecht und in allen gebräuchlichen Bindemitteln einsetzbar.

Farbwahrnehmung

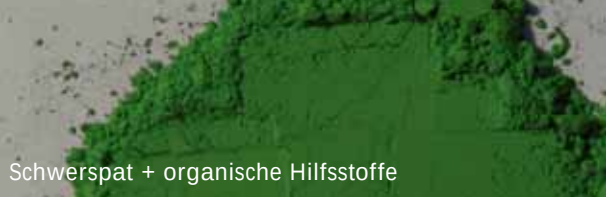
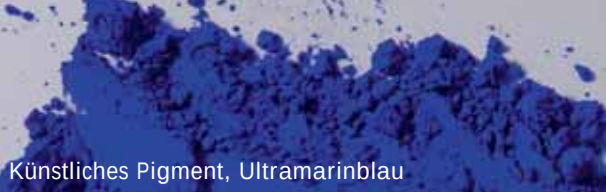
Farbeindrücke entstehen durch den visuellen Reiz in Farbrezeptoren, so wie der mechanische Reiz durch Druck oder Rauheit hervorgerufen wird. Farbe ist nicht die Eigenschaft des gesehenen Lichtes (Farbreiz), sondern das subjektive Empfinden der elektromagnetischen Wellen zwischen 380 und 780 nm. Das entspricht der Farbenergie zwischen 385 und 800 THz.

Psychologische und therapeutische Wirkung

Reizt Licht eines bestimmten Lichtspektrums das Auge, hat das außer der einfachen Sinnesempfindung komplexere und farbspezifische psychologische Wir-

kungen im Zentralnervensystem. Bei Menschen desselben Kulturkreises bestehen durch Tradition und Erziehung viele Gemeinsamkeiten, aber es bestehen auch individuelle Unterschiede. Solche seelischen Wirkungen der Farbwahrnehmung werden für Effekte bei der künstlerischen Gestaltung von Gebäuden und Räumen genutzt. Dabei helfen psychologische Farbtests eine angestrebte Wirkung zu erreichen. Farbpfindung wirkt genauso wie andere Reize auf die Psyche ein.

Farben wirken auf vielfältige Weise. Farben sind Schwingungen, die sowohl auf den Körper als auch auf die Psyche wirken. Sie haben somit einen großen Einfluß auf unser Wohlbefinden und unser Lebensgefühl.

Färbepflanzen und Pigmentherkunft	Nachhaltigkeit, Umwelt- und Gesundheitsschutz +++ = vorbildlicher Rohstoff ++ = befriedigende Eigenschaften + = problematisch aber technisch hochwertig
 Saflorpflanze für Farbstoff	+++ Pflanzenanbau ohne Monokulturen schont die Umwelt und hilft CO₂ abzubauen. Mit Färbepflanzen hergestellte Teppiche oder Korkeinfärbungen sind vorbildlich in der gesundheitlichen Verträglichkeit.
 Schwerspat + organische Hilfsstoffe	+ Unbekannte Hilfsstoffe wie kanzerogene Amine, Anthrachinone, Dioxazine, Indigoide, Nitrosäuren, Phthalocyanine, Naphthaline / -Anthrazene / -Schwefel, Triphenylmethanfarbstoffe möglich.
 Odenwälder Rotocker, Pigment	+++ Oberflächenfärbungen mit natürlichen Mineral- und Metallpigmenten aus dem Erdreich und chemisch unverändert angewendet schonen die Gesundheit und die Umwelt. Geprüft auf Verunreinigungen wie schädliche Schwermetalle etc.
 Künstliches Pigment, Ultramarinblau	++ Oft unbekannte Zusammensetzung, geprüft auf Verunreinigungen wie schädliche Schwermetalle etc.. Chemische Hilfsstoffe und Bindemittel sind zu beachten.



Einfärben

Für die Tatsache, daß Farben als Energiestrahlung vom menschlichen Körper deutlich wahrgenommen werden, erbrachte der Begründer der Lichttherapie, Professor Nils Finsen, den Beweis. Für seine Forschungsarbeit über Licht und Farben erhielt er 1903 den Nobelpreis für Medizin. Er hatte nachgewiesen, daß Farben selbständige Kräfte sind. Seine Versuche haben bewiesen, daß Farbschwingungen, die auf den menschlichen Körper treffen, diesen zu positiven oder negativen Reaktionen veranlassen.

Farbmittel

Farbmittel sind nach DIN 55943 die Sammelbezeichnung für alle farbgebenden Stoffe. Farbmittel werden einerseits nach ihrer chemischen Struktur in anorganische (mineralisch / metallisch) und organische (fossil oder pflanzlich / tierisch) Farbmittel eingeteilt.

In beiden Gruppen kann nach der Herkunft in natürliche und synthetische oder, nach der Farbqualität in weiße, bunte und schwarze Farbmittel, sowie in Effekt- und Leuchtfarbmittel gegliedert werden. Anorganische Farbmittel sind mineralische Pigmente aber auch mit organischen Hilfsstoffen gemischt. Die organischen Farbmittel werden nach ihrer Löslichkeit im jeweiligen Anwendungsmedium in unlösliche Pigmente oder lösliche Farbstoffe unterteilt.

Pigmente sind im Anwendungsmedium unlösliche Farbmittel. Es wird mit hochechten Pigmenten eingefärbt, wenn eine hohe Beständigkeit gefordert wird. Aufgrund des Vorliegens als Partikel besitzen Pigmente eine höhere Stabilität als Farbstoffe.

Farbstoffe sind in Wasser oder organischen Lösungsmitteln löslich. Der Einsatzzweck der genutzten Lösungsmittel ist dabei entscheidend.

5 Das Raumklima

Einflussfaktoren

- Temperaturschwankungen zwischen innen und außen,
- Schadstoff- und CO₂ Anteil, Ozon, Gerüche von Außen,
- Witterungseinfluss beim Lüften (Jahreszeitbedingte Trockenheit oder Feuchte),
- Kapillare Feuchtepufferung und eine optimale Raumluftfeuchte zwischen 40–60 %,
- Raumluftbewegung oder Luftzug im Treppenhaus,
- Strahlungswärme (Sonne, Ofen) und Heizungsart (Wand- oder Fußbodenheizung),
- Undichtigkeiten (Ventilation, Diffusion, Fensterlüftung) der Gebäudehülle,
- feuchtebremsende Oberflächenmaterialien und
- elektrostatische Aufladungen.

Materialien wie der Sumpfkalk als Schlussbeschichtung bieten eine mehrfache und hohe Sicherheit.

1. Alle am Wandaufbau beteiligten Steine, Hölzer, Dämmstoffe, Grundierungen, Putze und Farben oder Tapeten dürfen Wasserdampf keinen Widerstand entgegensetzen.
2. Jede einzelne Schicht muss porös genug sein, um Wasserdampf bis zum Erreichen der Ausgleichsfeuchte aufzunehmen, in Form von Wasser zu speichern und schnell wieder abzugeben.
3. Die Porenstruktur muss so aufgebaut sein, dass hohe Raumluftfeuchtwerte (> 70 % rel. Luftfeuchte bei ca. 20 °C) im realen Nutzungsverhalten nur kurzzeitig erreicht werden. Die oberste Holz-, Farb- oder Putzschicht muss Wassermoleküle feuchtevariabel in jede Richtung bis in hintere Schichten weiterleiten.
4. Die Saugkraft (Kapillarkräfte) aller Oberflächenschichten muss so stark sein, dass innerhalb des Wandaufbaus keine Staunässe entstehen kann. Sumpfkalk kann ähnlich wie Holz bei einer Putz-

Tab. 5: Messwerte für Baustoffe
(IQUH-Schulungstabelle, www.wecobis.de)

Rohstoffart Dämmstoffe für Innendämmung nR = nachwachsende / tierische Rohstoffe mR = mineralisch / metallische Rohstoffe fR = fossile Rohstoffe	Mittlerer Feuchtebereich volumenbezogen, Speicherverhalten in Masse % bei unterschiedlichen Raumluftfeuchtwerten
Zellulosedämmstoffe	5,0–12,0
Schafwolle	5,0–33,0
Holzfaser, schwer	2,5–7,0
Holzfaser, leicht	10,0–28,0
Pflanzenfasern, Flachs, Hanf	15
Kunststoffdämmung, Styropor etc.	0,3–0,7
Mineralfaserdämmung	0,5–1,0
Korkdämmung	ca. 10,0
Gipsputze inkl. Hilfsstoffen	2,0–7,0
Kalk-Gips inkl. Hilfsstoffen	3,0–8,5
Kalk-Zement inkl. Hilfsstoffen	3,0–8,0
Holzpaneelen, massiv und unbehandelt	5,0–12,0
Baumwolle- und Zellulosefaserputze	5,0–24,0

stärke von nur 3 mm ca. 1 Liter Wasser je m² kapillar aufnehmen.

5. Sumpfkalkanstriche besitzen einen pH Wert von ca. 12,6 ein unwirtliches Milieu für Schimmelpilze oder Bakterien, die ein saures bis neutrales Milieu von ca. 5–7 bevorzugen.
6. Schimmelpilze können auch auf alkalischen Kalk- oder Zementoberflächen wachsen, wenn genügend Wasser und Hausstaub vorhanden ist. Durch die sehr große innere Oberfläche bei Lehm, Holz oder Kalk entsteht eine kurze Rücktrocknungszeit und somit wird den Schimmelsporen das notwendige Wasser zum Wachsen auf der Wandoberfläche entzogen.
7. Rein anorganische mineralische Oberflächen bieten materialtechnisch dem Schimmel keine Nahrung, organische Materialien fossiler oder nachwachsender Herkunft hingegen schon.

Die Zahlenwerte in der Tabelle 5 sind inhaltsstoff-, nutzer- und innenraumabhängig und lassen bereits erkennen, wie wichtig die feuchtereulierenden Eigenschaften der einzelnen Baustoffe sind. Gerade bei Holz und Holzwerkstoffen ohne hohe Bindemittel-

anteile oder feuchtebremsende Beschichtungen sind sehr hohe Zwischenpufferungskapazitäten bei Feuchteüberschüssen zu erwarten. Auch Reinkalk- und Lehmprodukte haben diese positiven Schutzzeigenschaften. Diese Baustoffe sollten daher auf keinen Fall feuchteabbremende Hilfsstoffe beinhalten, die den freien Feuchtetransport in den Kapillaren behindern würden.

Die Werte in der Tabelle 6 zeigen die Eigenschaften unterschiedlicher Materialien bei Feuchteproblemen und wie das Material bei Bauschäden (Kapillarsättigung, Porenfasersättigung oder vollständige Sättigung) oder bei hohem Feuchteaufkommen (80 % r.L. z.B. beim Duschen) Wasserdampf zwischenpuffert. Nach der vollständigen Sättigung einer Oberfläche kann die Feuchte aus natürlichen Materialien über die Kapillargänge oder Faserstrukturen schnell wieder abgegeben werden. Wichtig für ein optimales Raumklima ist ebenso das Verhalten der Materialien bei 50 % r.L und bei 80 % r.L. Hierbei zeigt sich Holz oder ein Naturputz von seiner besten Seite und nimmt problemlos hohe Mengen überschüssiger Luftfeuchte auf.

Tab. 6: Feuchtegehalt von Baustoffen, Angaben in kg/m³
(IQUH-Schulungstabelle – Aus: Dipl.-Ing. U. Gronau, Simulationsgestützte Feuchteuntersuchungen)

Bezeichnung	Zustand	Ziegel	Kalkputz kg H ₂ O/m ³	Gipsputz kg H ₂ O/m ³	Eiche kg H ₂ O/m ³
Vollständige Sättigung	Ursache für eine Übersättigung durch die Einwirkung von Wasser im Zeitraum von mehreren Tagen oder Wochen.	240	300	305	730
Poren / -fasersättigung	Ursache für eine kapillaren Sättigung ist hier eine direkte Befeuchtung mit Wasser oder einer extremen und langanhaltenden Luftfeuchte > 90 % an der Oberfläche	190	250	264	600
Kapillarsättigung	Erhöhte Materialfeuchte Ursache kann eine kurzzeitige direkte Befeuchtung mit Wasser oder einer Raumlufftfeuchte < 90 % r.L. an der Bauteiloberfläche	60	100	3,5	100
Ausgleichsfeuchte bei 80 % r.L.	Erhöhte Raumlufftfeuchte < 80 % r.L. an der Bauteiloberfläche	18	30	1,8	30
Ausgleichsfeuchte bei 50 % r.L.	Raumlufftfeuchte ca. 50 % r.L. an der Bauteiloberfläche (r.L.= relative Luftfeuchte)	5	20	1	20

Klima-, Feuchte- und Geruchsregulierung

Der gesamte Komplex „Diffusion – Hygroskopizität – Sorption – Regeneration – Geruch – Risikostoffe in der Luft“ steht in enger Beziehung miteinander und wird geprägt von den Roh- und Ausgangsstoffen und seinen Hilfsstoffen in Innenwandbeschichtungen.

Von der Erforschung der komplexen physikalischen Zusammenhänge in Verbindung mit den gebäudebedingten Schimmel-, Geruchs- und Schadstoffbelastungen und deren Auswirkung auf unsere Gesundheit werden umfangreiche fachliche Auseinandersetzungen um die Umwelt- und Gesundheitsverträglichkeit von Bauprodukten erwartet. Sehr wichtig sind dabei die Zusammenhänge von Hygroskopizität, Raumluftheuchte und Tauwasserbildung. Natur-

Tab. 7: Vor- und Nachteile von Beschichtungstechniken (IQUH-Schulungstabelle, www.wecobis.de)

Beschichtungsarten für Innenwände wie – Reinstoffe, oder – Materialien mit Hilfs- stoffen und Vergütungen, (Additive für die bessere Verarbeitbarkeit, schnelleren Trocknung, besseren UV Schutz, höhere Ab- riebfestigkeit etc.)	Alkalität > 7,0 = basische Wirkung gegen Pilze und Bakterien mit möglichst geringen Anteil an organischen Hilfs- stoffen. pH-Schätzwert pH < 7 saure Wirkung pH = 7 neutraler Stoff pH > 7 basische Wirkung	Diffu- sions- wider- stand μ	Bewertung $\mu < 100$ hohe Wasserdampfdurchlässigkeit $\mu = 100 - 1000$ mittlere Wasserdampfdurchlässigkeit $\mu = 1000 - 10000$ geringe Wasserdampfdurchlässigkeit $\mu > 10000$ sehr geringe Wasserdampfdurchlässigkeit +++ = vorbildliche Raumklimaeigenschaften, sehr pilzhemmend ++ = befriedigende Raumklimaeigenschaften + = ausreichende bis kritische Raumklimaeigenschaften
Reinkalk	9–12	10–15	+++ Reinkalkputze mit einer Kalk- oder Sumpfkalkbeschichtung verfügen über optimales Feuchteausgleichsverhalten in Innenräumen. Der pH Wert ist optimal und erhöht sich wieder bei Feuchteaufnahme. Ohne organische Bestandteile.
Reinkalk mit Kunststoffanteilen	< 12	> 15	++ Je höher der Anteil an Zusatzstoffen, desto eher kann sich der pH Wert verringern und das Feuchteausgleichsverhalten verschlechtern. Risikostoffe können durch Feuchte austausch in die Raumlufte gelangen.
Naturharzfarben	7–8	< 100	++ Bei organischen Bestandteilen kann sich der pH Wert verringern und das Feuchteausgleichsverhalten verschlechtern. Organische Stoffe können durch Feuchte austausch in die Raumlufte gelangen.
Kunsthazfarben, Grundierungen	7–8	200–5000	+ Bei organischen Bestandteilen kann sich der pH Wert verringern und das Feuchteausgleichsverhalten verschlechtern. Risikostoffe können durch Feuchte austausch in die Raumlufte gelangen und sind teilweise sehr stabil..
Reingips mit Kunststoffanteilen	7	< 10	+ Je nach der Menge an organischen Bestandteilen kann sich der pH Wert verringern und das Feuchteausgleichsverhalten verschlechtern. Risikostoffe können durch Feuchte austausch in die Raumlufte gelangen und sind teilweise sehr stabil.
Zementputz mit Kunststoffanteilen	< 12	15–35	++ Je nach der Menge an organischen Bestandteilen kann sich der pH Wert verringern und das Feuchteausgleichsverhalten verschlechtern. Risikostoffe können durch Feuchte austausch in die Raumlufte gelangen.

▼ Fortsetzung der Tabelle 7

Lehm o. Hilfsstoffe	6–7	< 10	+++ Reine Lehmputze mit einer Lehm-, Kalk- oder Sumpfkalkbeschichtung verfügen über ein optimales Feuchteaustauschverhalten in Innenräumen. Der pH Wert ist normal oder erhöht. Keine organische Bestandteile.
Lehm mit Kunststoffanteilen	6–7	> 10	++ Je nach der Menge an organischen Bestandteilen kann sich der pH Wert verringern und das Feuchteaustauschverhalten verschlechtern. Risikostoffe können durch Feuchteaustausch in die Raumluft gelangen.
Calcium-Silikatplatten		3–6	
Reinsilikat, 2-komponentig	10–12	< 150	+++ Eine Reinsilikatbeschichtung verfügt über ein gutes Feuchteaustauschverhalten in Innenräumen. Der pH Wert nimmt mit der Zeit etwas ab. Keine organischen Bestandteile.
Reinsilikat mit Kunststoffanteilen	9–12	> 150	++ Je nach der Menge an organischen Bestandteilen kann sich der pH Wert verringern und das Feuchteaustauschverhalten verschlechtern. Risikostoffe können durch Feuchteaustausch in die Raumluft gelangen.
Papiertapeten	ca. 7	> 0,1	++ Je nach der Menge an organischen Bestandteilen kann sich das Feuchteaustauschverhalten verschlechtern. Risikostoffe können durch Feuchteaustausch in die Raumluft gelangen.
Kunststofftapeten	ca. 7	> 4,0	+ Je nach der Menge an organischen Bestandteilen kann sich das Feuchteaustauschverhalten verschlechtern. Risikostoffe können durch Feuchteaustausch in die Raumluft gelangen und sind teilweise sehr stabil..
Massivholzverkleidung, Fichte	5–7	< 20	+++ Naturholz verfügt über ein optimales Feuchteaustauschverhalten in Innenräumen. Keine feuchtesperrenden Bestandteile.
Massivholzpaneele mit kunststoffhaltigem Anstrich	5–7	< 1.800	++ Je nach der Menge an organischen Bestandteilen kann sich der pH Wert verringern und das Feuchteaustauschverhalten verschlechtern. Risikostoffe können durch Feuchteaustausch in die Raumluft gelangen.
Massivholzpaneele mit Naturharzanstrich	5–7	100– 220 (Wert f. Lasur)	+++ Je nach der Menge an organischen Bestandteilen das Feuchteaustauschverhalten verschlechtern.
Laminatpaneele mit Kunststoffbeschichtung	5–7	> 1.000 (Wert f. Lack)	+ Je nach der Menge an organischen Bestandteilen kann sich das Feuchteaustauschverhalten verschlechtern. Risikostoffe können durch Feuchteaustausch in die Raumluft gelangen und sind teilweise sehr stabil..

Material und Rohstoffbasis nR = nachwachsende / tierische Rohstoffe mR = mineralisch / metallische Rohstoffe fR = fossile Rohstoffe	Kapillare Geruchsminderung +++ große Innenfläche ++ mittlere Innenfläche + geringe Innenfläche	Material und Rohstoffbasis nR = nachwachsende / tierische Rohstoffe mR = mineralisch / metallische Rohstoffe fR = fossile Rohstoffe	Kapillare Geruchsminderung +++ große Innenfläche ++ mittlere Innenfläche + geringe Innenfläche
Holz, unbeschichtet, nR	+++	Kalkputz + Kalkanstrich, mR	+++
Holz, kunststoffbeschichtet, nR+fR	+	Lehmputz + Lehm / Kalkanstrich, mR	+++
Tapete, unbeschichtet, nR	+++	Zellulose- und Bauwollfaserputz, nR	+++
Tapete, kunststoffbeschichtet, nR+fR	+	Lehm u. Kalk + Dispersionswandfarbe fR	+

Tab. 8: Eigenschaften von Materialien hinsichtlich der Geruchsminderung (IQUH)

stoffe mit hohem Porenanteil (die „innere Oberfläche“ von Holz beträgt ca. $200 \text{ m}^2 / \text{g}$!) nehmen bis zur Fasersättigung die Feuchtigkeit dampfförmig auf. Bei den verschiedenen Holzarten liegt der Fasersättigungsbereich etwa zwischen 25–30 % Holzfeuchte. Das bedeutet, dass z.B. 1 m^3 Holz maximal ca. 150 kg Wasser dampfförmig absorbieren kann. Dabei mindert sich die Wärmedämmung des Holzes nur geringfügig – im Unterschied zu hygroskopisch schlechten Stoffen. Holz kann auch Wasser in flüssiger Form (z.B. Spritz- oder Tauwasser) aufnehmen.

Aufgrund günstiger Austrocknungseigenschaften wird es wieder rasch an die umgebende Luft abgegeben, sofern keine Behinderungen durch dampfsperrende Anstriche und dergleichen bestehen.

Raumklima und Bauschadensvermeidung

Baustoffe, welche schnell in der Lage sind, viel Feuchtigkeit zu absorbieren, tragen zur Vermeidung von Tauwasser, Schimmelbildung, „Fogging auf Innenwänden“ und letztendlich zur Verminderung von Bauschäden bei. Maßgebend für die kurzfristig ausgleichende Wirkung auf die Raumfeuchte sind vor allem die ersten 1 bis 3 cm eines Bauteils. Besondere Aufmerksamkeit sollte man deshalb dem Putz, Verkleidungen und Fußböden widmen. Besonders in Räumen, wo häufig hohe Luftfeuchtwerte erreicht werden, z.B. Küche, Bad, Waschküche, Wintergarten, sollten zur Vermeidung von Tauwasser und Feuchtigkeitsschäden hygroskopische und alkalische Materialien eingesetzt werden.

Lehmputze, Lehmausfachungen und Lehmdecken sind schon immer dafür bekannt, dass sie sehr viel aber auch schnell die anstehende Feuchtigkeit aufnehmen können ohne Schaden zu erleiden. Die an-



Lehmputz auf Poroton – keine feuchtesperrende Beschichtung

liegenden Holzbalken und Holzfachwerke werden dadurch vor Feuchteschäden, Pilzen und Schädlingen geschützt und so existieren Lehm und Holz schon seit Jahrhunderten in gesunder und beständiger Gemeinschaft.

Die Gerüche und Ausdünstungen aus fossilen Baustoffen, haben nicht nur einen unangenehmen und langanhaltenden Geruch, sie sind teilweise auch gesundheitsschädlich. Natürliche Oberflächen wie Kalk, Schafwolle, Holz oder Lehm haben die Eigenschaft Raumluftschadstoffe sogar abzubauen. Auf

Grund neuerlicher Untersuchungen in Innenräumen kommt es auch in neu errichteten Häusern aus Holz, immer wieder zu Richtwert überschreitenden Raumluftbelastungen durch Bauprodukte. Die Richtwerte vom Umweltbundesamt werden teilweise um das mehrfache überschritten.

Da auch natürliche Ausdünstungen aus Holz, Naturharzanstrichen oder Dämmstoffen austreten und in Verbindung mit mangelnder Lüftungstätigkeit zu einer Richtwertüberschreitung führen können, ist es ratsam, alle Innenraummaterialien sorgfältig auszuwählen und zu verarbeiten.

Idealerweise sollte in Wohn- und Arbeitsräumen eine ähnliche Luftqualität vorherrschen, wie in der freien Natur. Diffusionsfähige Oberflächen aus Sumpfkalk eignen sich mit ihrem großen inneren Kapillarsystem aus mehreren Gründen für gesundheitsverträgliche Innenraumkonzepte.

Deren große innere Oberfläche lagert nicht nur Wasserdampf ein, sondern auch andere Stoffe wie Schadstoffe, Säuren, Dämpfe und Mikrostaub, entweder in Form einer Adsorption (hier: Einlagerung durch Einbindung) oder einer Absorption (hier: kapillare Aufnahme). Durch die hohe Alkalität und das CO₂ Aufnahmevermögen wirkt Kalk sehr gut gegen Gerüche, wie Tabak, Kleberausdünstungen und andere flüchtige organische Verbindungen aus Baustoffen, Reini-



Klimabox



Messstudie: Schadstoffmessung in der Klimabox



Naturkalk-Technik

Hausbeschreibung Holzständerbauweise, Brettstapeldecke, mit Anhydritestrich+Styropordämmung, Fußbodenheizung	Messung 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 07.09.2007 OG – Schlafzimmer	Sumpfkalkbeschich- tung 1,5 mm	Messung 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 27.09.2007 OG – Schlafzimmer
Holzständer-Wandaufbau – 1,5 cm Außenputz – 8 cm Holzweichfaserplatte – 16 cm Holzständer m. Dämmung – 2,2 cm OSB-Platte – 4 cm Installationsebene m. Dämmung – 2x1,25 cm Gipskartonplatten – Malervlies – Quarzgrund – 1,5 mm Sumpfkalkputz	2.718		189
Richtwerte:	Baubiol. Optimaler Wert < 100	Seifert (BGA) <300	Umweltbundesamt Richtwert < 1.000

Tab. 9: Praxisstudie 2007–2009 (IQUH, Projektpartner Fa. WellWall, Mannheim, Fa. Competenza, Nürnberg)

gern oder bakteriellen Verkeimungsschäden. Der Effekt tritt nicht nur bei der Materialtrocknung und durch die Aufnahme von CO_2 (Carbonatisierung) direkt nach der Verarbeitung auf, sondern auch später mittels einer optimalen Wasserdampfregulierung (Pufferwirkung) und einer ständigen CO_2 - und Schadstoffaufnahme bei neuerlichem Feuchtwechsel in Kalkoberflächen.

Das Ergebnis der Studie zu Innenraummessungen mit und ohne Sumpfkalkbeschichtung in einem Holzständerhaus sieht man in der Tabelle 9.

Die schadstoffreduzierende Eigenschaft von Sumpfkalk um **93 %** konnte in dieser Praxisstudie mit Raumluftmesswerten hinsichtlich der leichtflüchtigen organischen Verbindungen und Aldehyden belegt werden.

Feuchteausgleichswirkung von Raumbooberflächen

Darunter versteht man die Fähigkeit eines Stoffes, überschüssige Raumfeuchte (Kochen, Baden, Lüftungsmangel) aufzunehmen und wieder an die Raumluft abzugeben. Vereinfacht kann diese Fähigkeit mit der Funktionsweise eines Schwamms verglichen werden.

Für das Raumklima ist es wichtig, dass genügend große Flächen aus feuchtepuffernden Materialien vorhanden sind, gleichzeitig dürfen sie aber das Wasser nicht zu lange zurückhalten, was wiederum die Gefahr einer Schimmelbildung erhöhen würde. Solche Oberflächen sorgen für eine ausgeglichene Luftfeuchte auch bei massivem Auftreten von Wasserdampf nach dem Duschen.

Feuchtequellen	Verdunstungsmengen g/Zeit
Wohnung wischen	1.000–3.000 g/Tag
Aquarium	40 g/h/m ²
Kochen, Backen	600–1.500 g/Tag
Duschen 1 malig	600–800 g
Vollbad 1 malig	1.000–1.500 g
Wäsche waschen ca. 5 kg, schleudern	50–200 g
Wäsche trocknen	50–1.250 g
Blumen/Topfpflanzen	5–20 g/h
Mensch in Ruhe	40 g/h
Mensch aktiv	40–300 g/h
Kleidung von außen, Winter- kleidung	200–700 g/Tag

Tab. 10: Feuchtequellen in Innenräumen (IQUH)



Lehmoberflächen im Bad

Die Tatsache, dass in vielen neueren Gebäuden eine viel zu niedrige Luftfeuchte (ca. 20–30%) herrscht, ist neben der Art der Lüftung und der Heizung mit der üblichen Überwärmung nicht zuletzt auf zu geringe Feuchtepufferung in Wänden und Decken, Fußböden und Möbeln zurückzuführen.

Vorsicht! Auch natürliche Putze oder Farben können mit unerwünschten oder gesundheitsgefährdenden Hilfsstoffen ausgerüstet sein. Immer beliebter werden Kunststoff- und Nanohilfsstoffe, die zwar die Verarbeitung und die Oberflächenhärte verbessern können, aber gleichzeitig die Dampfdurchlässigkeit verringern.



Sehr feuchteausgleichend sind in erster Linie off-porig beschichtete oder unbehandelte Oberflächenmaterialien aus

- Holz
- Kalk- oder Sumpfkalk
- Lehm,
- Naturstein oder Terracotta,
- Papier- oder Raufasertapeten (Raufasertapeten müssen überstrichen werden),
- Naturfaser-, Zellulose- oder Baumwollputze

6 Oberflächenmaterialien und ihre Verarbeitung

Untergrundbewertung und Vorbehandlung

Vor dem Aufbringen eines Putzes, einer Farbe oder von Tapeten ist der Untergrund zu prüfen. Bei porösen, stark saugenden oder schlecht haftenden Untergründen muss der Untergrund entsprechend vorbehandelt werden.

Besonders umwelt- und gesundheitsverträglich sind ökologische Grundierungen und Haftbrücken aus nahezu 100 % mineralischen und nachwachsenden Rohstoffen.

- Der Untergrund sollte planeben, sauber, rissfrei, homogen, fettfrei und fest sein
- Die Raumluftfeuchte muss den Herstellerangaben entsprechen
- Die Untergrund-, Material- und Raumtemperatur muss ausreichend hoch sein
- Die Aufbauhöhe des Untergrundes muss plangemäß korrekt sein
- Die Untergründe dürfen keine Ausblühungen und / oder Frost aufweisen

Für schwierige, feuchteverdächtige und unkonkrete Material- und Wandaufbauten sollte ein Fachberater hinzugezogen werden, damit er die alten Untergründe bestimmen, die Haftbrücken und die darauf geeigneten Materialien festlegen kann.

Lehm

Während rund 30 % der Weltbevölkerung vornehmlich in der Dritten Welt in Gebäuden aus Lehm wohnen, erfährt der Baustoff Lehm in der westlichen Welt und in Deutschland eine Renaissance. Gerade wegen der energiesparenden Gewinnung, der Verfügbarkeit und der positiven Umwelt- und Gesundheitsverträglichkeit (wärme- und schalldämmend, feuchteregulierend, schadstoffaufnehmend und recyclingfähig) steigt das Interesse an Lehmbaustoffen.

Der Baustoff aus der Vergangenheit für die Zukunft

Ausgrabungen zeugen von Lehmbauten, die teilweise um 8000 v.Chr. entstanden sind. Zudem gibt es viele Kulturdenkmäler, die nur aus Lehm bestehen, wie der Totentempel Ramses II. (ca. 3200 Jahre alt, Gournah, Ägypten), die Moschee in Kashan (Iran) und viele andere mehr. Selbst in Deutschland gibt es mehrere Tausend Lehmbauten – das älteste noch bewohnte stammt aus dem 18. Jahrhundert. Auch heute noch ist ein Großteil der historischen Fachwerkbauten zum größten Teil mit Lehm ausgefacht.

Lehm übertrifft die industriell gefertigten Baustoffe in manchen Eigenschaften bei weitem obwohl er eigentlich nur aus Ton, Schluff (Feinsand) und Sand besteht.

Lehm ist ein sehr schwerer Baustoff, deshalb kann er auch gut Wärme speichern. Das ist besonders vorteilhaft im Winter, wenn die tiefstehende Winter Sonne tagsüber durch das Fenster scheint und die aus Lehmsteinen bestehenden oder mit Lehm verputzten Zwischenwände bescheint. Diese erwärmen sich und geben später die Wärme langsam wieder ab. Somit hilft Lehm beim Energiesparen durch passive Nutzung der Sonnenenergie.



Zuschnitt Lehmwandelement

Lehm- bzw. Lehmsteine benötigen zur Herstellung weit weniger Energie als Mauerziegel und schonen so die Umwelt und die Energiereserven.

Lehm, der in Kontakt mit Holz steht, entzieht dem Holz Feuchtigkeit. Das hat zur Folge, dass tierische Schädlinge (die mindestens 14–18 % Holzfeuchte brauchen) und Pilze (die mindestens 20 % Feuchtigkeit benötigen) dem Holz nichts anhaben können. Aus diesem Grund werden Fachwerkgebäude traditionell mit Lehm ausgefacht.

Ungebrannter reiner Lehm ist jederzeit und unbegrenzt wiederverwendbar. Trockenem Lehm braucht man nur zu zerkleinern und mit Wasser wieder anrühren, schon kann er wiederverwendet werden. Auch als Bauschutt belastet er nicht die Umwelt. Das Reinigen der Werkzeuge ist einfach und spart Energie und Wasser.

Lehm kann Feuchtigkeit enorm schnell und in enormen Mengen aufnehmen. So kann ein ungebrannter Lehmziegel etwa 30-mal soviel davon aufnehmen wie ein gebrannter Ziegel. Mit Lehmputz im Bad kann man beispielsweise feststellen, dass der Spiegel nach dem Duschen nicht mehr anläuft! Bei Bedarf (also trockener Raumluft) gibt der Lehm die Feuchtigkeit wieder ab, so dass sich die Raumluft konstant bei ca. 50 % Luftfeuchtigkeit einstellt. So wird ein unvergleichlich angenehmes Wohnklima geschaffen, das zugleich optimal für die Gesundheit ist. Denn bei konstanter ca. 50 prozentiger Luftfeuchtigkeit wird das Austrocknen der Schleimhäute verhindert.

Wandheizungen mit Lehmputz sorgen für eine optimale Wärmeverteilung im Raum und vermeiden

- Schleimhautreizungen durch erhöhte Staubverwirbelung,
- Schweißwasserneigung durch zu hohe Luftfeuchte,
- schlechte Akustik durch hohe Schallweitergabe,
- Wärmebrücken und unbehagliche Luftbewegungen (mit Wandheizung).

Lehmputze sind in der Regel ohne chemisch synthetische Inhaltsstoffe und aus natürlichen Rohstoffen hergestellt. Lehme sind mechanisch entstandene mineralische Sedimente. Der Anteil an Sand bzw. größeren Körnern ist in „mageren“ Lehmen hoch, in



Strohballenhaus mit Lehm verputzt

„fetten“ Lehmen gering oder gar nicht vorhanden. Als Putzmörtel kann er als Lehm-, Lehm / Kalk- oder Lehm / Gipsmörtel eingesetzt werden. Bei Lehm-mörtel können zur Putzbewehrung bis 5 Vol.-% kurzgeschnittene pflanzliche Fasermaterialien oder Rinderhaare zugesetzt werden. Ebenso verbessert Molke an Stelle von Wasser oder ein Zusatz bis zu 5 Vol.-% Quark, Silikat- oder Kalkzugaben die Verarbeitbarkeit des Mörtels und die Putzfestigkeit.

Lehm-Unterputz

Lehmputze sind für alle Innenwände geeignet, außer für dauerhaft stark beanspruchte (z.B. Duschräume in Schwimmbädern) Nassräume und Flächen. Sie lassen sich auf Dämmkork (Vorsicht: Innen keinen Backkork verwenden!), Weichfaser-, Gipskarton-, Gipsfaser- und Holzwoolleleichtbauplatten, Schilfrohmatten, Ziegelgewebe, Sandsteinen, KS-Stein, Ziegel, Porenbeton und saugenden Untergründen verarbeiten. Ist der Untergrund eben genug, reicht ein einschichtiger Auftrag.

Lehm-Oberputz

Diese Putzqualität wird einlagig im Innenbereich angewendet. Der Lehm-Oberputz-Auftrag erfolgt auf Unterputz, ebenem Mauerwerk, anderen Massivbaustoffen oder auf Lehmbauplatten. Die Zusammensetzung entspricht der des Unterputzes, nur das Stroh fällt mit 10 mm Schnittlänge feiner aus. Auch die Putzauftragsstärke ist mit 10 mm deutlich geringer.

Lehm-Feinputz

Lehmfeinputz wird ebenso einlagig auf Lehm-Unterputz, Lehmbauplatten, Gips- oder Gipsfaserplatten oder anderen Trockenbauplatten verarbeitet. Der Sand hat beim Lehm-Feinputz eine Körnung bis zu 0,8 mm. Die pflanzlichen Kleinfasern messen bis zu 1,0 mm. Die Weiterbehandlung mit ökologischen Anstrichsystemen ist mit Kalkkaseinfarben, Dispersi-

ons-Silikatfarben und unter Umständen mit Naturharzfarben möglich. Lasur-, Glätte- und Tadelakt-techniken kommen ebenfalls in Betracht.

Farbiger Feinputz für innen

Sehr schön und strapazierfähig sind farbige Lehmfertigputze als Dünnlagen-Feinputz. Sie bestehen aus Lehm, natürlichen Sanden, Stroh, Hanf- und Zellulosefasern plus farbigen Tonerden, wobei basierend auf diversen Grundfarben weitere Farbnuancen gemischt werden können.

Die Zugabe gemahlener Perlmutter-Muschelschalen führt zu dezenten Glitzereffekten. Der Lehmputz wird 2–3 mm stark aufgetragen, geglättet und ggf. mit einer Kaseinlösung endbehandelt, um die Abriebfestigkeit zu erhöhen. Leichte Beschädigungen oder Verschmutzungen der Wandfläche können später durch einfaches Abreiben mit einem Schwamm

Gestaltungsmöglichkeiten auf Lehm



beseitigt werden. Die Putze eignen sich für Lehmwände, aber auch für alle anderen mineralischen Untergründe wie Lehmgrundputz, Lehmputz, Gipsplatten, Beton oder mineralische Deckputze, die sauber, stabil, trocken und ausblühungsfrei sein müssen. Der Lehmputz absorbiert Schadstoffe, ionisiert die Raumluft und verbessert das elektrostatische Raumklima. Ferner besitzt er eine günstige Wärmeabstrahlung und erhöht somit die Einsparung von Heizenergie.

Lehmputzhaftgrund

Je nach Produkt ist gegebenenfalls ein Haftgrund erforderlich. Dieser dient als Haftbrücke für Lehmputze im Trockenbau, auf Gipskarton-, Gipsfaser-, Hart- u. Weichfaserplatten, OSB-Platten, Beton (ohne Schalöl), alten Putzen und allen glatten mineralischen Untergründen. Die Inhaltsstoffe sind Marmormehl, Essigsäureester, Methylzellulose, Phosphat, Natriumsalz, evtl. synthetische Konservierungsmittel und Wasser. Die körnige Struktur ermöglicht dem Lehm eine gute mechanische Haftung, verfestigt sandende mineralische Untergründe und gleicht unterschiedliche Saugfähigkeiten des Untergrundes aus. Wird der Haftgrund aus natürlichen, ungiftigen Rohstoffen und frei von Konservierungsstoffen hergestellt, sind die Reste kompostierbar.



Kalksteinbruch

Vor der Verarbeitung sollte immer eine Anstrichprobe angelegt werden. Die fertig angerührte Lehmputzgrundierung sollte innerhalb eines Tages verarbeitet werden. Gefahrenklasse entfällt. Ist der Untergrund sehr sandend, sollte zuerst eine Fixierung mit Farbenwasserglas (Silikatvoranstrich) durchgeführt werden. Die Verarbeitungstemperatur sollte mehr als +10°C betragen. Der Verarbeiter sollte dabei eine Schutzbrille tragen, Farbspritzer und Überstreichungen anderer Bauteile sind zu vermeiden bzw. sofort zu entfernen. Dasselbe gilt für Haut und Bekleidung.

Kalk

Der Name „Kalk“ leitet sich vom lateinischen „calx“ ab. Der Begriff wird vielfältig verwendet. Im weitesten Sinne versteht man unter Kalk die natürlichen Gesteinsvorkommen Kalkstein, Marmor und Kreide sowie den Dolomitstein. Kalk ist einer der bedeutendsten Rohstoffe des Menschen. Bereits vor 14.000 Jahren wurde Kalk als Mörtel eingesetzt, und bis heute hat seine Bedeutung stetig zugenommen. In der Eisen- und Stahlindustrie, in der Bau- oder Landwirtschaft oder im Hygiene- und Umweltschutz ist Kalk ein unverzichtbarer Wirk- und Werkstoff.

Im engeren Sinne versteht man heute unter Kalk: Branntkalk, Löschkalk, Sumpfkalk und Kalkhydrat, die industriell gewonnen werden.

Branntkalk (Calciumoxid) entsteht wenn Kalkstein gebrannt wird. Dabei wird dem Kalkstein (Calciumcarbonat) das kristallin eingebundene Wasser entzogen und das CO₂ freigesetzt. Branntkalk hat noch keine Bindekraft. Zum Bindemittel wird Kalk erst, wenn er gelöscht ist. Branntkalk wird auf 2 Arten gelöscht. Zum Einen wird er im so genannten Trockenlöschverfahren mit Wasser besprüht oder mit Wasserdampf beschlagen bis aus Calciumoxid das Calciumhydroxid wird. Dann wird der Löschvorgang abgebrochen und das Calciumhydroxid liegt in Pulverform vor. Das so hergestellte Calciumhydroxid wird als Kalkhydrat bezeichnet. Kalkhydrat wird zur Herstellung von Trockenmörtel verwendet. Außer

der Trockenlöschung wird Branntkalk auch mittels Wasserüberschuss gelöscht. Dabei entsteht Löschkalk bzw. Sumpfkalk. Das so entstandene Calciumhydroxid liegt als Kalkteig vor. Der Löschvorgang wird nicht abgebrochen. So kann sich das entstandene Calciumhydroxid immer feinteiliger ausbilden. Es entsteht ein hochwertiges Bindemittel mit großer innerer Oberfläche, das eine höhere Plastizität und Elastizität aufweist als Calciumhydroxid das im Trockenlöschverfahren hergestellt wurde.

Das Calciumhydroxid nimmt in Putzen und Oberflächenbeschichtungen auf Wänden und Decken das CO_2 aus der Luft auf (Carbonatisierung). So entwickelt sich der Kalk in seinen Ursprungszustand nämlich zu Calciumcarbonat bzw. zu Kalkstein. Der Kreislauf schließt sich. Dies geschieht in perfekter Weise, wenn keine anderen Bindemittel und Zusatzstoffe den Carbonatisierungsvorgang stören.

Die Kalkputze wurden schon immer gerne in Kellergeschossen, Küchen und Feuchträumen verwendet, da sie ein hohes Feuchteaufkommen sehr gut vertragen. Für die Wohnräume gibt es Grundputze mit mineralischen Dämmstoffen wie Perlite oder Blähglas, die als Leichtputze über hohe Dämm- und Entfeuchtungseigenschaften verfügen. Die hohe Alkalität macht diese Unterputze nahezu pilzresistent. Handelsübliche Grund-, Ober- und Feinputzarten aus Kalk kommen meist ohne die problematischen Inhaltsstoffe aus fossilen Rohstoffen aus. Sie bestehen aus wetterfesten, reinen weißen Kalksand, Weißkalkhydrat, Weißzement, Gips sowie künstlichen und natürlichen Farben, Zuschlagstoffen und Verzögerern.

Hochwertigere Farben, Grund- und Oberputze aus Kalk enthalten keine organischen Bindemittel, Zement oder Gips. Reine Kalktrockenmörtel bestehen aus natürlichem hydraulischem Kalk (NHL). Durch seine Eigenschaft, nicht nur über die Aufnahme von CO_2 zu carbonatisieren, sondern auch hydraulisch abzubinden, können reine Kalkputze hergestellt werden, die ohne oben genannte Zusätze die erforderliche Druckfestigkeit erreichen. Aufgrund besonderer mineralischer Siebungen sind die Qualitäten aus Reinkalk daueralkalisch, nahezu abriebfest und höchst geruchsabsorbierend. In der Anwendung eignen sie sich beispielsweise, für Innenwände bei Neu-



Gestalten mit Kalkfilzputz

und Altbauten im Wohnungsbau, Büros, Schulen aber auch Hotels.

Der Kalkputz für Wohnräume

Wenn hier von den Vorteilen der Kalksysteme die Rede ist, sind nur reine Kalksysteme gemeint. Fast jede Beimischung schränkt die hier beschriebenen Funktionen ein.

Seit den Römern profitieren wir in Mitteleuropa von den Erfahrungen die unsere Vorfahren mit Sumpfkalkputzen und -anstrichen gemacht haben. Die Eignung von Sumpfkalk für eine Restaurierung historischer Bausubstanzen wie Schlösser und Kirchen steht deshalb außer Frage. Darüber hinaus bietet Kalk auch Lösungen für die Schimmelprobleme in unseren modernen Wohnräumen.

Warum gerade Sumpfkalk als oberster Putz- oder Farbauftrag? Sumpfkalk ist ein mineralisches Bindemittel, welches sich bildet, wenn gebrannter Kalkstein (Calciumcarbonat) gelöscht wird und zu Calciumhydroxid, einer pastösen Masse wird. Der Verarbeitungsvorteil liegt in seinem hohen Haftvermögen auch bei dünnem Auftragen und in der sehr hohen inneren und feinverteilten Porenstruktur bis in den Nanobereich. Selbst bei geringen Auftragsstärken besitzt Sumpfkalk eine hohe Feuchteausgleichswirkung gegenüber überschüssigem Wasser in der Raumluft.



Die innere Oberfläche von Sumpfkalk/Porenweite

Bild 46 zeigt eine Aufnahme von Sumpfkalkputz durch ein **RasterElektronenMikroskope**. (deutlich sieht man die Porenweite und erhält einen Einblick in die innere Oberfläche des Putzes).

Die hohe Porosität von Sumpfkalkputzen und -anstrichen sorgt für schnellste Wasseraufnahme und -abgabe. Da sich Schimmel nur im feuchten Milieu entwickeln kann, steht ihm die wichtigste Lebensgrundlage nicht zur Verfügung. Durch die rein an-

Naturkalk-Farbkreis



organischen (mineralischen) Inhaltsstoffe bietet die Sumpfkalkoberfläche den Schimmelpilzen keine Nahrung an.

Organische Beimengungen wie Zellulose und Kunststoffverbindungen würden nicht nur eine schnelle Rücktrocknung verhindern, sondern sie würden auch die Nahrungsgrundlage für viele Keime darstellen. Die hohe innere Oberfläche (Kapillarstruktur) und die Alkalität von Sumpfkalk ($\text{pH} > 12$) sind weitere Vorteile. Von den vielen Luftgängen zwischen den Kalkkristallen und deren schalldämmenden Wirkung profitiert die gute Raumakustik. Kalk hat eine sehr gute Ökobilanz und kann problemlos entsorgt werden.

Sumpfkalk als Feinputz

Gebrauchsfertiger Deck- und Strukturputz eignet sich für fast alle Untergründe und besteht aus weißem Kalksand, Sumpfkalk und natürlichem Verzögerer. Er verbindet sich auf ganz natürliche Art und Weise mit dem Untergrund und ist hochatmungsaktiv, feuchtigkeitsregulierend und geruchsabsorbierend! Sumpfkalkputze sind in verschiedenen Körnungen (Korngrößen 1,5; 2,0; 3,0 mm) lieferbar.

Stuccospachtel und Tadelakt – Glanzputz

Stuccolustro und Tadelakt sind Beispiele für die Wiederbelebung alter Handwerkstechniken.

Stuccolustro ist eine Feinputztechnik mit einer Kalkglätte aus Kalkhydrat (Luftkalk). Tadelakt hat seinen Ursprung in den Ländern Nordafrikas und wird aus natürlich hydraulischem Kalk hergestellt. Die mineralischen feinen Kalkputze enthalten Zuschläge wie Marmor, Kalksteinmehl, Sand und weitere hochwertige Zuschlagstoffe. Sie garantieren ein sehr gutes Raumklima und sollten ohne künstliche Hilfsstoffe und Kunstharze hergestellt sein.

Das Auftragen dieser Kalkputze ist sehr arbeitsintensiv und sie werden im Innenbereich überall dort eingesetzt, wo hochwertige und gestalterische Anforderungen an die Innenwandbeschichtung gestellt werden. Sie können nach einer Grundbeschichtung als Spachteltechnik auf Kalkputz und vielen anderen Putzarten, die stabil, trocken, tragfähig und sauber sein müssen, verarbeitet werden. Durch zusätzliches Beschichten mit natürlichem Heißwachs oder pflanzlichen Glätteseifen wird die Oberfläche wasserfest.

Kalk-Glättetechnik



Bad Tadelakt

Feinputze und Farben auf Silikatbasis

Als Farbenwasserglas wird die Schmelze erstarrter, glasartiger und wasserlöslicher Kaliumsilikate oder ihrer wässrigen Lösungen bezeichnet. Zur Herstellung werden, nicht wie beim Kalk das Kalkgestein sondern ein Gemenge aus Quarzsand und Kaliumcarbonat (für Kaliwasserglas) unter CO_2 -Entwicklung bei 1100°C bis 1200°C verschmolzen. Einkomponentige fertige Farben auf Silikatbasis enthalten in der Regel Zusätze in Form von Kunststoffdispersionen. Zweikomponentige Farben sind frei von künstlichen Hilfsstoffen und müssen erst angerührt werden und benötigen mehr fachliches Geschick und sind eher zur Anwendung für Handwerker gedacht.

Die Körnung dieser Putze ist sehr fein und liegt bei $0,08\text{--}0,2\text{ mm}$. (DIN 18363/TeilC2.4.1) Sie wirkt desinfizierend durch die produkteigene Alkalität. Die Silikat-Feinputze eignen sich für Feuchträume und ha-



Wohnzimmer mit Silikatbeschichtung

ben eine gute Fülleigenschaft von Haarrissen. Sie bestehen aus Wasserglas, Quarzsand, Kreide, Glimmer, Titandioxid, Reinacrylat, Polysaccharid, organischen Ammoniumverbindungen, Natriumphosphonat und Fettsäure-Polyetherderivat. Für diese besonderen Feinputze benötigt man ein spezielles Abtönkonzentrat auf Silikatbasis. Hinsichtlich der Oberflächenoptik unterscheiden sie sich kaum von den anderen Streich- und Rollputzen, jedoch verkieseln sie stärker mit dem Untergrund und brauchen deshalb weniger Bindemittel als Naturharz- oder Kaseinprodukte.

Reines Wasserglas wird ohne Kunststoffanteile hergestellt und ist daher besonders für die Verfestigung der meisten Untergründe zu empfehlen. Silikatische Mineralputzgrundierung besteht aus Fixativ und Farbpulver. Das als Fixativ bezeichnete Bindemittel besteht aus Kaliwasserglas. Fixativ wird auch zum Verdünnen der Silikatfarben verwendet. Das Farbpulver enthält wasserglasbeständige Pigmente und verkieselungsfördernde Füllstoffe. Diese Grundsubstanzen werden ohne Acrylate verarbeitet.

Zellulose- und Baumwollfaserputze

Textile Wandputze sind als Alternative zur Tapete für Innenwände empfehlenswert. Es handelt sich dabei um Pflanzenfasern, vermischt mit farbigen Zuschlägen. Sie werden in Tapetenkleistern eingeweicht und mit einer Glättkelle oder einem Sprühgerät auf die Oberflächen aufgebracht. Sie brauchen keine Additive aus fossilen Rohstoffen. Naturfaserputze sind sehr diffusionsoffen und laden sich nicht elektrostatisch auf. Zudem sind sie fühlbar weich, haben deshalb auch eine wärmedämmende und schalldämpfende Eigenschaft sind aber nicht abriebfest.

Der Textilfaserputz ist, wie der aus Zellulose, frei von Lösemitteln und chemischen Zusatzstoffen. Er gleicht Feuchteschwankungen in der Raumluft sehr gut aus. Die nahtlosen Übergänge lassen sich bei Reparaturen problemlos überarbeiten. Verschmutzte Stellen können nach dem Anfeuchten entfernt und erneuert werden. Die Entsorgung ist problemlos, da er ausschließlich aus Baumwolle, Leinen, Jute, Zellstoffen und Viskose besteht. Die besonders guten atmungsaktiven Eigenschaften und die Diffusionsfreudigkeit setzen einen dauerhaft trockenen, sauberen und festen Untergrund voraus, der nicht durchschlägt, also keine alten Schimmelflecken, Schalungstrennmittel, Wasserflecken, Salzausblühungen, Fettkondensate oder Nikotin- und Rußflecken aufweist. Auch ein ökologischer Absperrgrund sollte wegen der feuchteabweisenden Wirkung nur in Ausnahmefällen verwendet werden und immer auf nachwachsenden und natürlichen Rohstoffen, wie Schelllack- und Naturharzinhaltsstoffen basieren.



Faserputze aus Baumwolle, Glättetechnik



Faserputze aus Baumwolle, Spritztechnik

Zellulose Spritzputz ist ein naturweißer, biologisch konzipierter Putz zum Aufsprühen. Er ist lösungsmittelfrei und besteht aus folgenden rein natürlichen Rohstoffen: Kalksteinmehl, Buchenholz-Cellulosefasern, Buchenholz-Cellulosepulver, Leitungswasser, Kreidemehl, Kasein, Naturharz, Leinöl-Standöl, Pflanzenstärke, Tonerde, Borax, Talkum. Er verbessert ebenso aktiv das Raumklima und ist einfach und schnell zu verarbeiten. Diese dekorative Decken- und Wandbeschichtung haftet auf allen tragfähigen, sauberen, stabilen und glatten Untergründen, ist aber

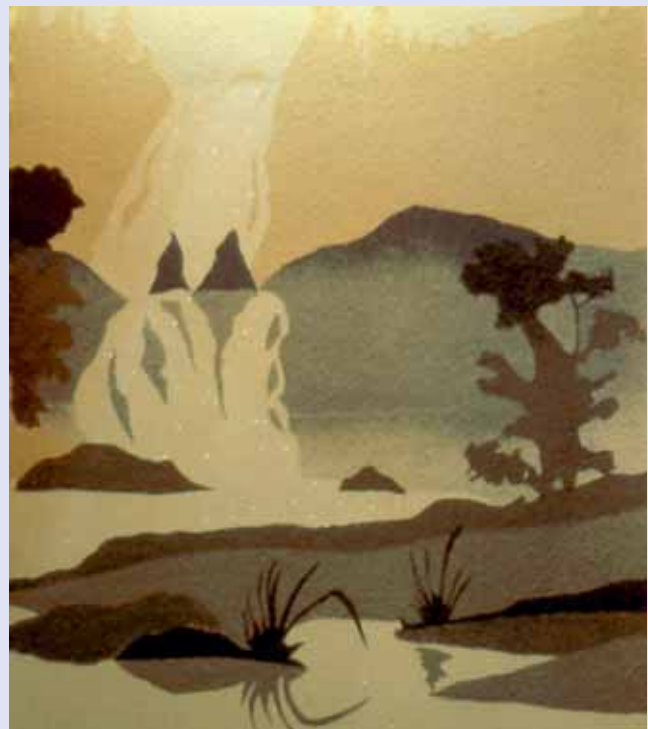
nicht geeignet auf kunstharzbeschichteten Platten. Sie kann mit Pigmenten eingefärbt werden.

Sollten Verschmutzungen durchschlagen, muss auch hier mit einem Naturharz (Schellack) Absperrgrund vorgearbeitet werden.

Farben, Streich- und Rollputz auf Naturharz- oder Kaseinbasis

Wie alle natürlichen Oberflächen sorgen auch diese Dünnpütze und Farben auf pflanzlicher, mineralischer oder tierischer Basis für ein angenehmes Raumklima. Sie sind atmungsaktiv und lassen sich durch Bürsten, Streichen oder Rollen sehr einfach und schnell verarbeiten. Sie unterscheiden sich durch den Bindemittelzusatz wie Baum- oder Pflanzenharze und durch die verwendeten Grundsubstanzen. Eine Einfärbung geschieht in der Regel durch fertig gemischte Farbkonzentrate oder durch das Einbringen von angerührten trockenen Farbpigmenten. Durch die Bindemittel haften sie auf den meisten Oberflächen sehr gut und sind deshalb auch vom Laien leicht zu verarbeiten.

Gestaltungsbeispiele



Wandfarben

Für die Wandgestaltung steht eine große Palette an Naturprodukten zur Verfügung, geeignet für verschiedene Oberflächen wie Putze, Tapeten oder Plattenwerkstoffe z.B. aus Gipskarton- oder Faserplatten. Selbst für die Außenfassade gibt es spezielle, besonders haltbare Produkte auf mineralischer Basis.

Grundsätzlich sollte auf folgendes geachtet werden: Bei Wandfarben lassen sich anhand verschiedener Kürzel auf Etiketten bzw. technischen Merkblättern die technischen Eigenschaften und Leistungsfähigkeiten erkennen. Die Wichtigste davon ist die Gebrauchstauglichkeit bzw. Abriebfestigkeit. Sie wird nach DIN EN 13300 festgestellt (früher: DIN 53778). Darin wird die „Naßabriebfestigkeit“ – in fünf Klassen eingeteilt.

- Höchste Einstufung: Klasse 1
- Klasse 2 (= früher: „scheuerbeständig“)
- Klasse 3 (= früher: „waschbeständig“)
- Klasse 4 (= früher: „wischfest“)
- Klasse 5 mit der schlechtesten Abriebfestigkeit

Für gering beanspruchte Flächen bzw. bei Räumen mit untergeordneter Nutzung wie Keller, Ställe etc. reicht als Wandfarbe eine einfache Kalkfarbe aus. Sie erreicht zwar höchstens die „Naßabriebfestigkeits“-Klasse 4 (ein mechanischer Abrieb liegt also vor), enthält aber auch kein Titandioxid als Weißpigment, was letztlich ein ökologischer Vorteil ist. Wegen des Kalkhydrat-Gehaltes sind sie zudem alkalisch und wirken daher desinfizierend und schimmelwidrig.

Auch Leimfarben, die für gering beanspruchte Flächen im Innenbereich vorgesehen sind, lassen sich auf Dauer abreiben („wischfest“). Auch können sie bei Renovierungsarbeiten nur wieder mit Leimfarben (ca. 2–3-mal), nicht aber mit anderen Produkten überstrichen werden, weil sich der alte Anstrich löst und zusammen mit der neuen Schicht oft flächig abblättert. Daher müssen sie mit Wasser oder Seifenlauge abgewaschen werden. Ihre Vorteile:

- *technisch*: sie sind sehr dampfdiffusionsfähig (ausgeglichenes Raumklima), und
- *ökologisch*: ihre Rezeptur ist vergleichsweise einfach (unter Verzicht auf Titanweiß).

Generell sind die Verarbeitungsempfehlungen der Naturfarbenhersteller genau zu lesen, denn hier werden detaillierte und hilfreiche Empfehlungen, wie z.B. über den Einsatz des richtigen Werkzeuges um eine gute Ausführungsqualität zu erreichen, gegeben.

Naturfarben erscheinen – pro Gebinde bzw. pro Liter – zunächst als deutlich teurer als konventionelle Produkte. Dies gilt aber nur vordergründig. Abgesehen davon, dass der Käufer damit etwas für die Gesundheit und für die Umwelt tut, sind Naturfarben wegen der hohen Ergiebigkeit umgerechnet auf den Quadratmeter gestrichene Fläche in vielen Fällen sogar billiger.

Ein weiterer Vorteil ist die Volldeklaration, denn Hersteller von Naturfarben schreiben aufs Etikett, was drin ist.

Untergründe Tapeten

Im Vergleich zur Behandlung von Metall oder Holz (vor allem außen) sind Anstriche auf Tapeten – weil nur Innenanwendung – im Prinzip einfach auszuführen. Dies verführt oft auch ungeübte Heimwerker zur Eigenleistung. Grundsätzlich werden Tapeten nur mit Dispersionsfarben und ähnlich typischen, wasserverdünnbaren Produkten (wie Kreide- oder Kalkkaseinfarben) behandelt. (Öl-Harz-)Lasuren oder gar Lacke haben auf Tapeten nichts zu suchen. Zudem führen sie zu einer relativ starken Einschränkung der Diffusion, während naturharzgebundene Dispersionsfarben „offenporig“ und diffusionsoffen bleiben und die Putzflächen nicht „versiegeln“. Das in der Rezeptur verwendete natürliche Bindemittel (wie z.B. Leim, Kalk, Kasein, Harz etc.; das übrigens meist auch den Produktnamen prägt) führt zu unterschiedlichen Qualitäten von Natur-Wandfarben. So kann je nach Beanspruchung der Oberfläche oder Anspruch der Nutzer an den Raum das richtige Produkt ausgewählt werden. Dabei sind Pulverprodukte, die mit Wasser selbst anzurühren sind, üblicherweise für die einfachen Benutzungsgewohnheiten

geeignet, während streichfertig hergestellte Dispersionsfarben höheren Ansprüchen genügen. Raufasertapeten und ähnlich einfache Tapeten benötigen im Allgemeinen keine besondere Vorbehandlung. Die Anzahl der Arbeitsgänge richtet sich nach der erzielten Deckkraft der aufgetragenen Anstrichschicht. Bei gut deckenden Beschichtungen kann ein einmaliger Anstrich bereits ausreichend sein. Soll mehrmals gestrichen werden, empfiehlt sich für den ersten Arbeitsgang eine Verdünnung mit max. ca. 20 % Wasser. Gipskartonplatten, Glasfasergewebe, textile Wandbeläge, Stoffbespannungen oder ähnliches müssen wegen ihrer großen Saugfähigkeit immer vorbehandelt werden. Hierzu kann ein verdünnter (ca. 20 – 30 % Wasser zugeben) Deckanstrich verwendet werden. Es ist aber auch die Anwendung einer speziellen Natur-Tiefengrundierung oder eines weißen Streichgrundes möglich.

Mineralische Untergründe

Diese Untergründe sind grundsätzlich saugfähiger als Tapeten. Daher muss in der Regel vorbehandelt werden. Grundieren kann man prinzipiell mit verdünntem (ca. 20 % Wasser) Deckanstrich. Die Art der verwendeten Grundierung kann aber auch nach der Bindemittelart des Deckanstrichs ausgewählt werden, so sind Kalkanstriche anders vorzubehandeln als Naturharz-Dispersionen.

- Leimfarben sind grundsätzlich mit verdünnten Leimfarben vorzubehandeln,
- Kalkkasein-Wandfarben: mit Natur-Kasein-Grundierung,
- Kalkfarben innen mit verdünnter Kalkfarbe und außen mit Silikatgrundierung,
- Naturharz-Dispersionen mit Naturharz-Tiefengrund oder weißem Naturharz-Streichgrund,
- Silikatfarben mit Silikatgrundierung oder mit 20 % Silikatbinder.

Wandfarben aus natürlichen Rohstoffen

Kalkfarben

Diese Produkte werden ohne jeglichen synthetischen Zusatz aus rein mineralischen Rohstoffen und ausgewähltem Sumpfkalk hergestellt. Wer den klassischen Kalkanstrich bevorzugt, kommt um die Kalkfarben nicht herum. Sie sind vor allem auf mineralischen Untergründen wie Kalksandstein, Kalk- und Zementputzen, Beton oder auch Lehmputzen (hier nur innen) und daher besonders für die Sanierung historischer und denkmalgeschützter Bauten geeignet.

In Feuchträumen wirken sie wegen des Kalkhydrat-Gehaltes sogar schimmelwidrig. Die Kalkfarbe wird mit Wasser angerührt. Die Anstriche sind hochdiffusionsoffen, wischbeständig und sogar geruchsabsorbierend. Kalkfarben wurden früher meist weiß angewendet, können heute – im Innenbereich – aber auch kräftig abgetönt verwendet werden. Da der Farbton des Anstrichs im nassen Zustand noch lassierend wirkt, sollte er erst nach Trocknung bewertet werden. Im Außenbereich sind mindestens zwei Arbeitsgänge notwendig und auf leichtes Auskreiben sollte möglichst geachtet werden.

Kalkkasein-Wandfarben

sind einfache Pulverprodukte ohne ätherische Öle, die zur Anwendung mit Wasser zum gebrauchsfertigen Anstrich angerührt werden. Diese traditionelle Innenfarbe besteht aus Sumpfkalk in Pulverform, welche mit Milchkasein und Celluloseäther gebunden ist. Teilweise wird auch ein Kalkspat-Kreide-Gemisch mit Kalkmilch verwendet. Die Farbe ist wischfest und wird meist weiß verarbeitet, kann aber auch abgetönt werden. Sie eignet sich für weniger stark beanspruchte Flächen im Innenbereich und auch in der Denkmalpflege. Ihre Deckfähigkeit ist besser als bei den Naturkreide-Leimfarben, da sie neben der Kreide auch Weißkalkhydrat und weitere natürliche Pigmente enthalten.

Leimfarben

waren früher für lange Zeit die gebräuchlichsten Innenraumfarben. Als preiswerte Alternative für weniger stark strapazierte Bereiche wie z.B. Keller und Abstellräume gibt es die Naturkreide-Leimfarben zum Selbstanrühren. Der Anstrich ist wischfest und passabel deckend; muss aber beim Überstreichen mit „Nicht-Leimfarbe“ wieder abgewaschen werden (Wasser), da die neue Farbe ansonsten abblättert. Durch den Zusatz von Leinöl- oder Kräuterfirnis (ca. 5%) kann der Anstrich wischfester gemacht werden. Darunter leidet aber die Abwaschbarkeit. Sie sind sehr gut dampfdiffusionsfähig und daher z. B. für Stuckarbeiten besonders geeignet. Leimfarben sind nicht ganz so wasch- und scheuerbeständig wie Naturharz Dispersionsfarben. Die Grundfarbe ist weiß und über hinzugefügte Pigmente kann eine farbige Gestaltung erfolgen.

Naturharz-Dispersionsfarben

sind die gebräuchlichsten Naturwandfarben. Einsetzbar auf allen mineralischen Untergründen und Tapeten im Innenbereich sowie als Fassadenfarbe im Außenbereich. Sie zählen zu den sogenannten Dispersionsfarben, sind also in Wasser dispergierte - besonders fein verteilte Rohstoffbestandteile. Ihre Beliebtheit rührt daher, dass man sie streichfertig kaufen kann und dass sie sehr leicht zu verarbeiten sind. Diese Naturwandfarben stehen den konventionellen Produkten nicht nach. Je nach Qualitätsanspruch (hochdeckend, waschfest) und mit höherem Harzöl-Anteil sogar scheuerfest gibt es mehrere Produkte zur Auswahl. Vom einfachen „Raumweiß“ über die „Wandfarbe“ bis hin zur besonders gut deckenden und strapazierfähigen „Objektfarbe“. Der Standardfall des deckenden und strapazierfähigen Anstrichs im normal beanspruchten Innenbereich ist die Verwendung von „Raumweiß“, eine Naturharz-Dispersion ohne spezielles Weißpigment. Die (Weiß-)Deckkraft ist für die Praxis gut genug und die Abtönbarkeit sogar hervorragend. Für einen weißen Anstrich mit höherem Weißgrad und höherer Abriebfestigkeit in stärker strapazierten Bereichen – und

dort, wo aus technischen Gründen ein hochwertiger und aus ästhetischen Gründen ein weißer Anstrich benötigt wird – wird der Klassiker unter den Naturfarben gewählt - die „Wandfarbe“. Sie ist eine Naturharzdispersion mit höherem Harz- und Pigmentanteil. Oft reicht schon ein Anstrich aus, um das gewünschte Ergebnis zu erzielen. Einen reinweißen, sehr gut deckenden Anstrich mit hoher Strapazierfähigkeit (scheuerbeständig nach DIN) erhält man mit der „Objektfarbe“. Diese Naturharz-Dispersion genügt höchsten Ansprüchen und wird in der Regel bei größeren Objekten verwendet. Mit weiteren, farbigen Natur-Abtönfarben steht eine große Farbpalette zur Auswahl, die zartes, pastellartiges Abtönen zulässt, aber auch äußerst kräftige und „leuchtende“ Farbtöne ermöglicht.

Silikatfarben (Wasserglasfarben)

Die besondere Zusammensetzung von Silikatfarben verleiht ihnen besondere Eigenschaften. Zur Herstellung wird Quarzsand (Silikat) mit Pottasche (Kaliumcarbonat) unter Hitze geschmolzen und zu einer wässrigen Silikatschmelze verarbeitet, dem sogenannten Kali-Wasserglas, welches als Bindemittel verwendet wird. Ein Anstrich bildet daher nicht wie andere Anstriche eine Schicht, sondern verbindet sich, unter dem Einfluss des Kohlendioxids der Luft, durch Verkieselung unlösbar mit dem Untergrund. Zum Abbinden setzen Silikatfarben also einen siliziumhaltigen Grund voraus. So eignen sie sich auf vielen mineralischen Untergründen wie Kalkmörtel, Putzen aus Kalk oder Kalkzement, Beton, Natursteine nicht aber auf Gips. Durch die Verkieselung werden Silikatfarben insgesamt sehr „hart“, wasserfest, witterungs- und säurebeständig und wirken auf diese Weise sogar fungizid und antibakteriell. Die Silikatfarben werden „nass-in-nass“ aufgetragen und ansatzfrei verarbeitet. Bei mehreren Schichten ist eine längere Zwischentrocknung unbedingt anzuraten (min. 12-18 h, bei feuchter und kühler Witterung mehr). Silikatfarben sollten nicht bei Sonne oder Wind, starker Beheizung oder Zugluft verarbeitet werden. Zu schneller Wasserentzug beeinträchtigt die Verkieselung.

Wandlasur-Pflanzenfarben

Eine ganz eigene lebendige Optik entsteht durch das Über-,malen“ einer weißen Fläche mit transparenten Wandlasur-Pflanzenfarben. Der Untergrund muss reinweiß vorbehandelt werden mit weißem Streichgrund, Raumweiß, Naturharz-Wandfarbe oder Objektfarbe. Durch mehrere aufeinander folgende Wandlasur-Farbaufträge lassen sich ausdrucksvolle Nuancierungen und Farbwechsel erzielen. Die Arbeiten können in verschiedenen Techniken ausgeführt werden:

- einfache Streichtechnik,
- Stupftechnik („stupfen“ mit einem Schwamm),
- Wickeltechnik (wobei ein feuchtes, fusselfreies Baumwoll- oder Leinentuch mit Lasurfarbe benetzt und über die Wand gerollt wird),
- Schablonen- / Spritztechnik (mit Papp-Schablonen und Schablonierpinsel bzw. auch Airbrush-Pistole).

Die Wandlasur-Pflanzenfarben eignen sich sehr gut für die farbige Gestaltung von Innenräumen. Diese außergewöhnliche Farbgestaltung mit Farbtönen wie Reseda-Gelb, Krapp-Rot, Cochenille-Rot, Blattgrün, Indigo-Blau, Indigo-Rotviolett führt zu ganz eigentümlichen Farbwirkungen in wunderbar lasierenden Farbtönen, vielfältigen Schattierungen und Nuancierungen.

7 Tapeten

Die Römer bezeichneten ihre Wandteppiche als Tapetum. Heute weisen Tapeten stets eine Papierunterlage auf. Die Oberfläche der Tapeten kann unbeschichtetes oder bedrucktes Papier sein. Zum Teil ist die Oberfläche auch mit Holz, anderen Naturwerkstoffen, Kunststoffen, oder Metallen beschichtet. Tapeten aus nachwachsenden Rohstoffen teilen sich auf in Raufaser-, Textil-, Naturell (Papier- und Leiminhaltstoffe) -, Fond-, Präge-, Kettfaden-, Naturwerkstoff-(Gräser, Baumblätter), Echtholzfurnier-, Kork- und Gewebetapeten.

Da die Inhaltsstoffe (z.B. Klebstoffe und chemische Ausrüstungen) der einzelnen Tapetenarten oft nicht vollständig angegeben werden, wird empfohlen beim Kauf sämtliche Inhaltsstoffe der Tapete, des Klebers und des Voranstrichs zu erfragen. Im ÖKO-TEST von 2008 zu Papier- und Vliestapeten mussten alle Produkte beanstandet werden und keines erhielt „sehr gut“ oder „gut“.

Um mit Tapeten ein gutes Raumklima erzielen zu können, sollten auch bei dieser Produktgruppe der Anteil an nachwachsenden Rohstoffen möglichst 100 % sein.

Bei allen handelsüblichen Decken- und Wandbelägen besteht die Gefahr, dass Natur- und Synthetikstoffe vermengt werden. Mit synthetischen Zuschlägen oder chemischen Dispersionsfarben werden sie licht-, wasch- und scheuerbeständig und strapazierfähig eingestellt. Sie müssen mechanische und verarbeitungstechnische Anforderungen erfüllen. Die besseren technischen Eigenschaften gehen zu Lasten der raumklimatischen und gesundheitlichen Anforderungen. Tapeten zählen zu den wichtigsten Wandbeschichtungen. In den meisten Wohnungen bedecken sie große Wand- (und oft auch Decken-)flächen. Bei der Auswahl von Tapeten hat man daher viele Möglichkeiten, positiv auf das Raumklima einzuwirken. Ein natürlicher Wandbelag muss in der Lage sein, durch seine Offenporigkeit überhöhte Luftfeuchtigkeit aufzunehmen und diese zum Putzuntergrund durchzulassen. Die Feuchtigkeit wird auf diese Weise gespeichert und anschließend, wenn die Luftfeuchtigkeit im Raum abnimmt, wieder nach in-

nen abgegeben. Haben Tapeten feuchtesperrende Oberflächen oder Kleber, kann die Diffusion behindert werden. Die anfallende Feuchte kann hinter Tapeten ganze Wandflächen befallen und so ein idealer Nährboden für Schimmel und Bakterien sein.



Fototapete

Papiertapeten

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

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

Die Tapetenoberfläche kann unbedruckt oder mit Farbe auf Kunststoffdispersionsbasis bedruckt sein. Ebenso können Papiertapeten mit einer Kunststoffbeschichtung ausgerüstet sein, was zu einer Beein-



trächtigung der Wasserdampfdiffusionsfähigkeit der Wand und damit zu einer Verschlechterung des Raumklimas führen kann. Grundsätzlich haben unbedruckte, einschichtige Papiertapeten ohne Kunststoffbeschichtung die geringsten schädlichen Emissionen. Gebrauchte und gestrichene Papiertapeten dürfen nicht als Altpapier entsorgt werden, sie gehören in den Restmüll.

Raufasertapeten

Raufasertapeten werden durch Einarbeiten von Holzfasern und -spänen zwischen zwei Papierschichten strukturiert. Sie enthalten in der Regel 50 % Altpapier und oftmals Kunstharze, um die Reißfestigkeit zu verbessern.

Raufasertapeten mit einem Altpapieranteil von mindestens 80 % können mit dem RAL-Umweltzeichen 35 (Blauer Engel) gekennzeichnet werden. Raufasertapeten sind teilweise bereits vorgestrichen, so dass ein einziger deckender Anstrich genügt. Als Anstrichmittel eignen sich Naturharz-Dispersionfarben, Kasein-, oder Mineralfarben.

Generell gilt: Je öfter die Oberfläche gestrichen wird, desto mehr wird die Wasserdampfdiffusionsfähigkeit der Wand eingeschränkt. Aus ökologischer Sicht sind einschichtige Raufasertapeten, die frei von Kunstharzen sind, am umwelt- und gesundheitsverträglichsten. Gestrichene Raufasertapeten dürfen nicht als Altpapier entsorgt werden.

Papiertapeten und Raufasertapeten können mit einem Methylzelluloseleim (Kleister) ohne weitere chemische Zusätze verklebt werden.

Das mittelschwere Papier enthält Holzfaserzusätze, Holzspäne, chlorfreien Zellstoff, Stärke, Kreide und Naturharzleim. Je nach Form und Größe der Holzfasern lassen sich Raufasertapeten mit unterschiedlichen Strukturen herstellen (Grob-, Mittel- und Feinkorn). Unbeschichtete Raufasertapeten können nach dem Verkleben mit volldeklarierten Naturfarben gestrichen werden.

Im ÖKO TEST von 2008 schnitten alle 12 geprüften Raufasertapeten mit „sehr gut“ ab. Geprüft wurde auf einige Schadstoffemissionen und die Verarbeitbarkeit.

Naturfasertapeten

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

Man sollte beim Kauf darauf achten, dass die Naturfasern aus naturbelassenen Materialien bestehen und nicht mit toxischen Fungiziden behandelt wurden. Bei Korktapeten ist darauf zu achten, dass der Kork nicht mit Kunstharzen, sondern mit seinen eigenen Harzen gebunden ist. Für das Verkleben von Tapeten die aus Naturholz bestehen sollten, empfiehlt sich Methylzelluloseleim ohne chemische Zusätze. In Schlafzimmern sollte man Tapeten mit möglichst glatter Oberfläche verwenden, damit die Staubaussammlung an der Wandoberfläche auf ein Minimum reduziert wird.

Textiltapeten

Textiltapeten bestehen aus auf Tapetenpapier aufgeklebten (kaschierten) Natur- oder Synthefasern. Als Synthefaser wird hauptsächlich Polyacrylnitril verwendet. Bei den Naturfasern handelt es sich um Wolle, Seide, Sisal, Baumwolle, Leinen oder Jute. Um eine höhere Reißfestigkeit zu erreichen, werden bei einigen Produkten Urethanharze eingesetzt. Bei diesen Tapeten besteht die Gefahr, dass Isocyanate in die Raumluft abgespalten werden. Wollfasern können mit Formaldehyd als Faserschutz versehen sein, z.T. werden die Textilien auch mit Fungiziden behandelt. Gewebe- und Kettfadentapeten gehören zu der Gruppe der Textiltapeten. Als textiles Material werden für beide Gruppen Natur- und Kunstfasern eingesetzt. In Tapeten verwendete Naturfaserstoffe sind Pflanzenfasern (Baumwolle, Flachs), Tierfasern (Wolle, Seide) und anorganische Fasern (Metall- und Glasfa-

sern). Da die Gewebetapeten in der Regel mit Dispersionskleber verklebt oder durch Einbetten in geschmolzenes Polyethylen hergestellt werden, gelten sie als gesundheitlich bedenklich und verschlechtern durch diffusionshemmende Klebschichten das Raumklima.

Kunststofftapeten

Vinyl-Kunststofftapeten werden auf verschiedene Art und Weise, nämlich zusammen mit Papierträger, Damast, Gewebe, Glasfaser und Kunststoffanteilen hergestellt.

Vinyltapeten sind Kunststofftapeten aus Polyvinylchlorid- (PVC) oder Polyurethan- (PU) Weichschäumen. Als Trägermaterial werden Tapetenpapier oder textile Gewebe verwendet. Vinyltapeten besitzen

schlechte elektrostatische Eigenschaften (Staubfänger), sind kaum diffusionsfähig und verhindern die Wärmespeicherung der Wand. Schließlich sind noch Fototapeten mit Papier- und Kunststoffdrucken auf dem Markt.

Laut Herstellerempfehlung sollen Vinyltapeten mit einem fungizidhaltigen (pilztötenden) Kleister geklebt werden. Aus den stark weichmacherhaltigen Kunststoffbeschichtungen können über einen längeren Zeitraum Weichmacher und Flammschutzmittel freigesetzt werden. Bei eingefärbten Vinyltapeten wurden Lösemittelbestandteile der Farben nachgewiesen. Im Brandfall entstehen bei Vinyltapeten aus Polyvinylchlorid (PVC) stark ätzende Gase (Salzsäure) sowie Dioxine und Furane. Vinyltapeten sind wegen ihrer umweltfeindlichen Produktlebenslinie und dem negativen Einfluss auf das Raumklima sehr problematisch und müssen getrennt vom Hausmüll entsorgt werden.

Tab. 11: Tapetenauswahl (IQUH)

Produktgruppe Tapeten und Zubehör	Inhaltsstoffe	Statische Aufladung	Dampfdiffusionswiderstand
Papiertapete mit geringem Kunststoffanteil	Papier + Farbstoffe + Hilfsstoffe	gering	gering
Papiertapete mit hohem Kunststoffanteil	Papier + Farbstoffe + Hilfsstoffe + Kunstharze	hoch	hoch
Raufasertapete mit geringem Kunststoffanteil	Papier + Hilfsstoffe	gering	mittel
Raufasertapete mit hohem Kunststoffanteil	Papier + Hilfsstoffe + Kunstharze	hoch	hoch
Kunststofftapeten	Kunstharze + Polymere + Papier + Hilfsstoffe	hoch	hoch
Flüssigtapeten (Naturfasern)	Baumwolle (Zellulose) + Methylzellulose	gering	gering
Grundierungen, mR / nR	Silikat, Kalk, Naturharze	–	gering
Grundierungen, kunstharzbasierend mR / fR	Kunststoffpolymere	–	hoch
Standard-Zellleim	Holzfaser-Zellulose und Weizen- oder Roggenstärke.	–	gering
Fertigkleister	künstlich hergestellter Methylzellulose und chemischen Hilfsstoffen.	–	mittel
Tapetenkleber für schwere Tapeten	Zellulose oder Kunstharzen, Methylzellulose, Polyvinylacetat.	–	hoch

Sondertapeten

In diese Kategorie fallen Abschirmtapeten mit eingearbeiteten Metallgitterstrukturen, was einen gewissen Schutz vor künstlich erzeugten Störfeldern garantiert. Ebenfalls zu den Sondertapeten zählen die Abschirmtapeten gegen Schadstoffe, welche aus Baumaterialien ausgasen (Formaldehyd, Holzschutzmittel usw.). Sie sind entweder mit Pflanzen-Aktivkohle oder Alu-Absperffolie ausgestattet.

Dämmtapeten bestehen aus der optischen Vorderansicht aus den unterschiedlichsten Materialien und Farben und einem Styropor Dämmschichtaufbau auf dem Rücken.

Kleister, Voranstriche und Grundierungen

Die Tapetenkleister der Naturfarbenhersteller basieren auf modifizierter Kartoffelstärke und Kaolin. Sie sind zum Verkleben von Raufaser- und Papiertapeten geeignet. Für Textil-, Glasfaser-, Foto- und andere schwere Tapeten können sie nicht verwendet werden. Da dieser Naturkleister keine Konservierungsstoffe enthält, muss er noch am gleichen Tag verarbeitet werden. Er kann laut den Angaben der Hersteller im Hausmüll entsorgt werden und ist für die Umwelt und die Gebäudenutzer unproblematisch. Für schwere Tapeten gibt es keinen spezifizierten Tapeten- und Belagskleber aus nachwachsenden Rohstoffen, der mit gesundheitlich unbedenklichen Inhaltsstoffen hergestellt wird. Als Alternative bieten sich Kasein- oder Naturharzkleber an.

Grundierungen und Voranstriche sind teilweise hoch kunststoffvergütet und schränken daher die Feuchteausgleichswirkung innerhalb den Wandaufbauschichten ein. Des Weiteren muss man mit Ausdünstungen rechnen die in die Raumluft abgegeben werden können.

Empfehlung: Der Handel bietet verschiedene Qualitäten an, wobei von Tapeten in der Regel keine Volldeklarationen vorliegen. Deshalb sollten Verbraucher den Qualitäten mit möglichst wenig Kunststoffanteilen und mit vorbildlich deklarierten Inhaltsstoffen den Vorzug geben. Bei einer Tapete, die noch gestri-

chen werden muss, sollte man auch bei der Wandfarbe auf die Inhaltsstoffe achten. Im Falle einer Renovierung gilt es zu bedenken, dass Außenwände keine Wärmebrücken aufweisen dürfen, da sich hinter Tapeten oder Klebern und Grundierungen, die einen hohen Dampf Widerstand aufweisen, Schwitzwasser (Kondensat durch Tauwasserausfall) bilden kann. Auf solchen Außenwänden sollte man vorsichtshalber keine Tapeten verwenden, da sie bei Restfeuchten in oder auf Wänden ein optimaler Nährboden für Schimmelpilze und Bakterien sind.



Die Gütegemeinschaft Tapete e. V. hat in Zusammenarbeit mit dem Deutschen Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung e. V. ein Qualitätsverfahren für die Tapetenproduktion erstellt. Dieses kann Verbrauchern zur Vororientierung dienen. Gütekontrollen wachen über die Einhaltung von Schadstoff-Grenzwerten und garantieren ein Mindestmaß an ökologisch orientierter Auswahl der Materialien, Farben und Zusatzstoffe, die bei der Tapetenherstellung eingesetzt werden.



Schimmelbefall unter Tapete

8 Holzverkleidungen

Holz besteht, wie alle Pflanzen aus organischen Stoffen (nR) und hat einen sehr guten Einfluss auf das Raumklima. Bei der Anwendung von Holz im Innenbereich ist nach einer fachgerechten Verarbeitung weder mit einem Befall von Insekten und Pilze noch mit einer Schadstoffbelastung zu rechnen. Im Gegenteil, beim Einsatz der optimalen Holzart kann eine Holzverschalung sogar Schadstoffe abbauen. Über die Sorptionseigenschaften von unbehandeltem Holz wurden am Österreichischen Holzforschungsinstitut Wien Versuche u.a. mit Formaldehyd durchgeführt. In einem Raum von 3 x 4 x 2,5 m ist eine Deckenver-

kleidung aus Holz (Fichte) in der Lage, eine Formaldehydkonzentration von 1,2 ppm innerhalb 3 Stunden auf 0,1 ppm abzubauen.

Kleber in Holzwerkstoffen oder dicht schließende Anstrichmittel behindern diese positiven Eigenschaften.

Verkleidungen aus Vollholz

Vollholz verändert sein Volumen und seine Form beim Trocknen und beim Quellen. Es gehört zu den porösen Werkstoffen und hat, wie Putze und Farben auch, sogenannte Kapillaren, die Wasserdampf inklusive darin befindliche Raumluftschadstoffe aufnehmen und weitertransportieren oder in die Zellstruktur aufnehmen können. Die unterschiedliche Saugkraft der verschiedenen Holz- und Schnittarten muss bei der Anstrichausführung beachtet werden. Holzverkleidungen müssen im Innenbereich nicht behandelt werden. Soll es aus optischen Gründen aufgehellert oder farblich gestaltet werden, sollte man auf wasserlösliche natürliche Farben zurückgreifen.

Tanne, Ahorn oder Buche sind nahezu geruchsneutral. Einige Holzarten, dazu zählen Lärche oder Douglasie, können am Anfang unverhältnismäßig hohe holzeigene Ausdünstungen an die Raumluft abgeben und können bei manchen Menschen, vor allem bei geringen Lüftungsintervallen, zu einer Anreicherung in der Atemluft und beispielsweise zu Reizungen der Schleimhäute führen.

Holzverkleidungen aus Massivholz sind aus nachwachsenden Rohstoffen und schaffen ein rundum positives Raumklima, wenn das Holz nicht stark riecht (ätherische Öle) oder mit chemischen gesundheitsgefährdenden Mitteln behandelt wurde. Es ist antistatisch und vermindert so das Staubaufkommen in Innenräumen. Echtholz auf Raumbooberflächen reguliert das Raumklima besser als verklebte Furnierware. Es bewirkt eine optimale, relativ konstante Raumluftfeuchte von 40–60 %, indem es Feuchtigkeit aus der Luft aufnimmt und gegebenenfalls wieder an sie abgibt.

Farbgestaltung von Holzoberflächen



Holz ist sehr gesundheitsverträglich und teilweise durch seine Anteile an ätherischen Ölen in Maßen für manche Menschen auch gesundheitsförderlich. In der Allergologie und in der Umwelt- und Arbeitsmedizin werden Körperreaktionen und Befindlichkeitsstörungen gegenüber Beschichtungen mit Naturharzen beschrieben. Bei Allergikern kann zur Sicherheit ein Hautempfindlichkeitstest bezüglich holzeigenen, natürlichen Inhaltsstoffen durchgeführt werden. Bei der Bearbeitung von Holz und vor allem beim Umgang mit den feinsten Stäuben aus Eichen- und Buchenholz müssen besondere Vorschriften beachtet werden.

Holzverkleidungen sind wegen der Möglichkeit einer Nachbearbeitung (schleifen, neu ölen oder wachsen), der langen Haltbarkeit und der einfachen Recycle- und Verwertungsfähigkeit ökologisch sinnvoll. Eine Behandlung des Holzes mit problematischen Inhaltsstoffen würde sowohl die Gesundheits- als auch die Umweltverträglichkeit und eine umweltgerechte Entsorgung von Holzbauteilen in Frage stellen.

Verkleidungen aus Furnier- und Faserholz

Wenn die Holzdecken-Verkleidung nicht aus Massivholz besteht, sondern aus einem mehrschichtigen Aufbau, muss man in der Regel mit synthetischen Klebstoffen rechnen. Man unterscheidet in Schichtholz-, Furnierholz- und Massivholzverkleidungen, deren technische Eigenschaften wie Festigkeit, Widerstandsfähigkeit gegen Witterung und Schädlinge, Biegefestigkeit, mechanische Beanspruchung, Formbeständigkeit usw. verbessert wurden.

Furnierte Holzspanplatten werden durch eine Verklebung von Holzspänen hergestellt. Es gibt sie als Flachpressplatten mit geschliffener und ungeschliffener Oberfläche oder als unbeschichtete oder mit speziellen Klebstoffen beschichtete Strangpressplatten. Holzfaserplatten (gem. DIN 68 750) nennt man Pressplatten aus verholzten Fasern mit oder ohne Füllstoffe und mit Bindemittel. Die neue Generation der tanningebundenen Flachpressplatten (Tannin =

Baumharz als Bindemittel) sind großteils mit nachwachsenden und zusätzlich mit synthetischen Kleberanteilen hergestellt. Hartfaserplatten haben eine glatte und eine raue Oberfläche und werden oftmals im Dekorations- und Wandverkleidungsbereich verwendet.

Im Innenbereich werden vornehmlich Massivholzverkleidungen empfohlen um gesundheitsschädliche Ausdünstungen zu minimieren. Vor allem im Schlafbereich sind offenporige Massivholzverkleidungen optimal.



Holzschutzmittel

Holzschutzmittel

Holzschutz in Innenräumen ist unter normalen Umständen nicht nötig und aus gesundheitlichen und ökologischen Gesichtspunkten auch nicht ratsam. Giftstoffe gegen Mikroorganismen und Schädlinge, die in Imprägnierungen und Holzanstrichen für den Innenbereich enthalten sein können, gehören zu den fragwürdigsten Anwendungsvorschriften der Vergangenheit und werden teilweise auch heute noch verwendet.

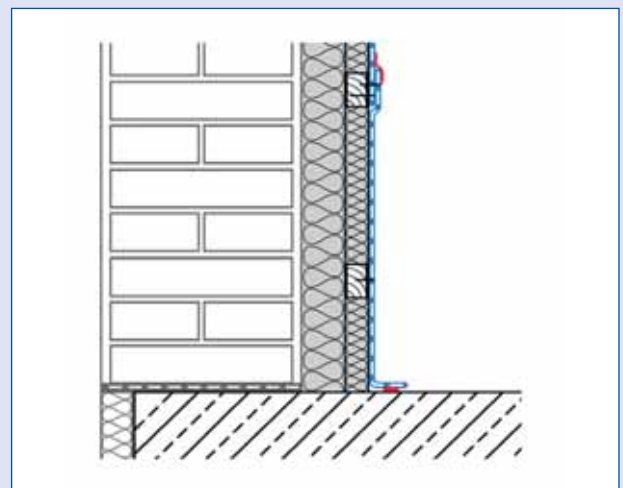
Fungizide (pilzwidrige Giftstoffe) und Insektizide (insektenvorbeugende oder -bekämpfende Giftstof-

Holzbeschichtungen

Holzlasuren werden in vielen verschiedenen Qualitäten und Farbtönen, mit und ohne Wachszusatz, als Dick- oder Dünnschichtsysteme angeboten. Produkte mit hohen Kunststoffanteilen oder Nanopartikeln sollte man vermeiden. In einer neuen Studie weist das Umweltbundesamt (UBA) aktuell auf die möglichen Gesundheitsgefahren von Produkten hin, die mit Hilfe von Nanotechnologie hergestellt wurden. (UBA: Pressemeldung vom 21.10. 2009)

Verkleidungen in Feuchträumen

In Feuchträumen und im Badbereich sollte außerdem eine Hinterlüftung durch den Einbau einer Schattenfuge im Wandbereich (ca. 2–5 cm Abstand der Holzdecke zur Wand) vorgesehen werden. Diese sorgt für die nötige Belüftung hinter der Verkleidung.



52

9 Innenraumgestaltung im Sanierungsfall

Viele durch Gebäude hervorgerufene gesundheitliche Beschwerden könnten durch eine Innenwandgestaltung mit beispielsweise diffusionsfördernden und gesundheitlich unbedenklichen Naturharz-, Kalk-, Silikat- oder Lehmputzen oder Holzoberflächen verhindert werden. Auch die oftmals verwendeten, technisch begründeten, synthetischen Zusatzstoffe sollten auf den Prüfstand, wenn zukünftig umwelt- und gesundheitsverträglichere Innenwände erstellt werden sollen.

Der interessierte Verbraucher will heutzutage genaue Inhaltsstoffdaten von Bauprodukten, um dann eine risikoärmere Auswahl treffen zu können.

Mit speziellen Wandbeschichtungen kann man

- Schadstoffe in Materialien absperren,
- Raumluftschadstoffe abbauen,
- künstliche Strahlung abschirmen,
- Brandschutz verbessern und
- Schall absorbieren.

Nachträgliche Absperrung von giftigen Holzschutzmitteln

Im Altbau- und Sanierungsbereich sind Schelllackprodukte auf dem Markt, die gefährliche Altlasten im Holz absperren können. Dieses funktioniert jedoch nur ausreichend, wenn man alle Seiten des gesundheitsbelastenden Holzes bearbeiten kann. Wenn



PCP Absperrung

das nicht möglich ist hilft nur noch das Entfernen oder das komplette Absperren eines Bauteils mit einer dampfdichten Alufolie.

Fogging

Bei diesem sogenannten Phänomen treten plötzlich rußähnliche Staubablagerungen in Wohnungen auf. „Die Ablagerungen waren in der Regel innerhalb weniger Wochen, in Extremfällen auch innerhalb weniger Tage entstanden und traten zum Teil massiv in mehreren Räumen der Wohnung auf. Vom Aussehen her ähnelten sie rußartigen Stäuben, weshalb in vielen Fällen zunächst an undichte Schornsteine, defekte Heizungsanlagen oder rußende Verbrennungsvorgänge in der Wohnung als mögliche Ursache und Eintragsquelle dieser Stäube gedacht wurde“, schreibt H.-J. Moriske.

Foggingablagerungen sind immer „schwarz-grau“ und fühlen sich ölig-schmierig an, oder sind schon hart und wischfest. Sie setzten sich gerne oberhalb von Wandheizkörpern als Schwarzsuffahnen ab, an Sockelleisten von Teppichböden, weißen Tapeten, gefliesten Wänden, kalten oder diffusionsdichten Oberflächen (Kunststoff-Fenster, Steckdosen, Lichtschalter, Küchen- und Badmöbel mit kunststoffhaltigen Oberflächen) ab.

Wenn Ablagerungen vom Ofenfeuer, Kochen, Baden oder natürlichen Kerzen stammen, sind sie unproblematisch und unter Zusatz von einfachen Tensiden zu entfernen. Gibt es bei der Analyse der Schwarzsuffablagerungen keine Hinweise auf natürliche Ausdünstungen oder Verbrennungsrückstände (Ruß, PAKs), sondern findet man statt dessen schwerflüchtige organische Verbindungen, insbesondere Weichmacher, langkettige Alkane, Alkohole und Karbonsäuren in den Ablagerungen, kann man diese nur mit hochprozentigen Reinigungsmitteln wieder entfernen.

Schaden	Ursachen	Schadensbefund	Sanierung	Geeignete Sanierungsprodukte
Fogging durch natürliche (organische) Verbindungen	Kochen, Baden / Duschen, glatte und wenig poröse Oberflächenmaterialien, Wärmebrücken, Feuer, Kerzen, geringe Lüftungsintervalle	Bräunlich schwarze Fahnen auf weißen Oberflächen, oft über Heizkörper und auf Außenwänden, leicht abwischbar	Lüftungsintervalle erhöhen vor allem beim Duschen, Kochen und Wäsche trocknen ausreichend stoßlüften.	Kalk- und Lehmoberflächen, weil mineralische Oberflächen Raumluftsäuren reduzieren können.
Fogging durch künstliche (organische) Renovierungsprodukte und natürliche organische Verbindungen	Natürliche Ausdünstungen, neue Kleber, Farben, Tapeten, Möbel, Putzmittel etc.	Schwarze Fahnen auf weißen Oberflächen, oft über Heizkörper und auf Außenwänden, schwer abwischbar	Lüftungsintervalle erhöhen, atmungsaktive, poröse und mehr mineralische Oberflächenanteile vorsehen, Reinigungs- und Pflegemittel wechseln	Kalk- und Lehmoberflächen, weil anorganische Materialien, natürliche Reiniger und Pflegemittel verwenden. (siehe Herstellerliste)

Tab. 12: Fogging (IQUH)

Nach derzeitigem Erkenntnisstand (WENSING et al. 1998; MORISKE 1999 u. 2000b; MORISKE et al. 2000) kommen vielerlei Einflussfaktoren für das Entstehen der Ablagerungen in Betracht. Bei der Errichtung oder Renovierung der Wohnungen wurden Produkte eingesetzt, die verstärkt schwerflüchtige (höher-siedende) organische Verbindungen in die Raumluft abgeben. Gemäß der Analyse von Proben handelt es sich dabei vor allem um Weichmacherverbindungen (Phthalate) sowie träge und langkettige Alkohole, die meist aus den Oberflächen der neuen Möbel, Fußbodenbeläge oder Wandfarben entstammen.

Man weiß heute durch Untersuchungen von Baumaterialien, Raumluft- oder Hausstaubmessungen, dass das Austreten dieser Verbindungen noch Monate nach der Anwendung der Produkte andauern kann und durch Umgebungseinflüsse, wie z.B. erhöhte Temperatur- und Raumluftfeuchtwechsel im Material oder Raum, beeinflusst wird.

Ursachen für wischfesten Foggingbelag:

- Wärmebrücken,
- diffusionsbremsende Oberflächen,
- auffallend viele und sehr beständige mittel- bis schwerflüchtige Schadstoffe aus Möbeln und Bauprodukten mit fossilen Rohstoffinhalten,
- Verwendung von Putzmitteln, Öllampen, Kerzen aus fossiler Herkunft und das
- Lüftungs- aber möglicherweise auch das Heizverhalten.

Viele der vermeintlich umweltfreundlichen und lösemittelfreien Produkte sind nicht frei von Risikostoffen, Kunststoffen oder foggingfördernden Substanzen. Um Fogging sicher zu erkennen und zu vermeiden, sollte man einen erfahrenen Bauexperten zu Rate ziehen, damit dieser die richtige Strategie bezüglich der Baustoffauswahl, des Wärmeschutzes und des Lüftungsverhaltens vorschlägt.



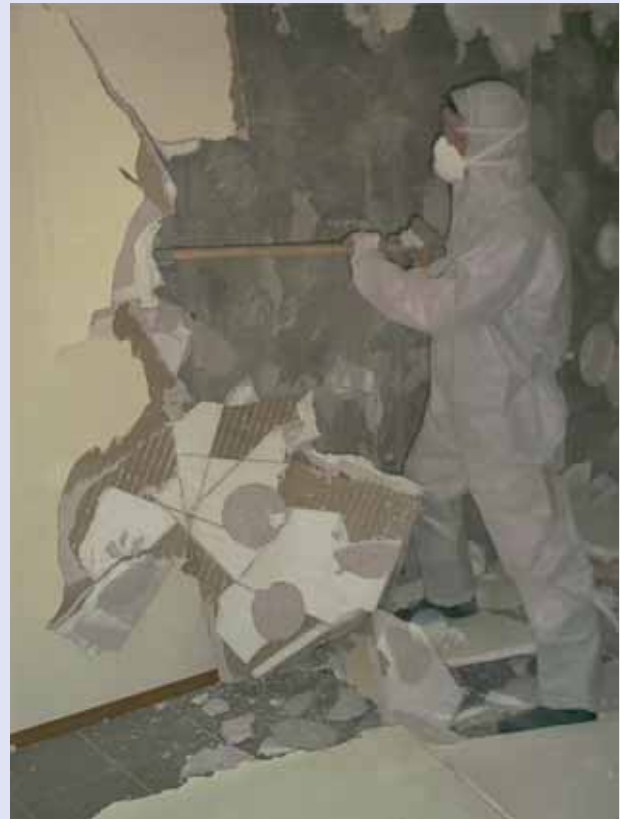
Kalkdämmputz nach Sanierung

Feuchte- und Schimmelsanierung von Oberflächen

Bei der Bekämpfung, Sanierung und Prävention von Schimmelflecken sollte man auf keinen Fall den „Teufel mit dem Belzebub austreiben“. Erdölbasierte fungizide Anstriche töten zwar Mikroorganismen ab, da sie aber abiotisch sind, sind sie auch schädlich für uns Menschen. Das damit verbundene Risiko einer Atemluft- und Hausstaubbelastung oder einer chronischen Belastung der Hausbewohner durch unverwüsthliche chemische Verbindungen ist unbestritten.

Soll der Schimmelbefall neben der Ursachenbeseitigung auch tiefenwirksam behandelt werden, kann dies gleichermaßen ohne erdölbasierte Wirkstoffe bewerkstelligt werden, nämlich entweder mit Wasserstoffperoxid (welches sich mit Wasser wieder sehr schnell verdünnen lässt), oder mit reinem Alkohol (> 70% Ethylalkohol aus Pflanzen). Aber Vorsicht! Hierbei ist unbedingt auf geeignete Arbeitsschutzmaßnahmen zu achten.

Bakterien und Schimmelpilze befinden sich bevorzugt auf feuchten oder schlecht gedämmten Außenwandinnenseiten. Später findet man sie auch im Hausstaub, sie produzieren mikroskopisch kleine Sporen. Als Nährböden dienen organische natürliche Materialien, wie Tapeten und Anstriche, aber auch



Arbeitsschutz bei Schimmelsanierung – Dämmschaden mit Gipskartonplatten auf Betonkellerwand

Tab. 13: Schimmel – Ursachen, Befund, Sanierungsprodukte (IQUH)

Schaden	Ursachen	Schadensbefund	Sanierung	Geeignete Sanierungsprodukte
Schimmel sichtbar	Hohe Raumfeuchte, Materialfeuchte, organische Oberflächen, schlechte Be- u. Entlüftung, Wärmebrücken	Optisch wahrnehmbar, Thermographie, Feuchtemessprotokoll, geruchlich wahrnehmbar	Entfernung gemäß Richtlinien, Ursachen beseitigen, Feinreinigung	Kalkprodukte, Alkohol, Wasserstoffperoxid
Schimmel unsichtbar	Kellerwand mit Wasserschaden, feuchte Wände und Estriche, Wärmebrücken	Geruchlich wahrnehmbar, Hausstaubmessung, Raumluftmessung, Schimmelhund	Bauteil öffnen, Entfernung gemäß Richtlinien, Ursachen beseitigen, Feinreinigung	Kalkprodukte, Alkohol, Wasserstoffperoxid
Verkeimung unsichtbar	Alter Feuchte- oder Schimmelschaden, keine Feuchte mehr messbar, Geruchsbildung auch unter Estrichen, hinter Tapeten oder Verkleidungen	Geruchlich wahrnehmbar, Raumluftmessung, Schimmelhund	Bauteil öffnen, verkeimtes Material austauschen, Ursachen beseitigen	Weißkalk, Wasserstoffperoxid

Kunststoffe. Pilze wachsen bei über 70–80 % relativer Luftfeuchte und Oberflächenfeuchte auf kalten Wänden mit Taupunktproblemen. Sie verursachen Pilzerkrankungen (Mykosen und Allergien), geben Riech- bzw. Schadpartikel an die Umgebungsluft ab und produzieren gefährliche organische Verbindungen (Mykotoxine).

Die mikrobiellen leichtflüchtigen organischen Gase (MVOCs) können sowohl sichtbar als auch hinter Bauteilen (Estriche, Innendämmungen und Unterkonstruktionen), manchmal sogar unerkannt entstehen. Sie verursachen, ähnlich wie synthetische VOCs (petrochemische organische Gase), Schleimhautreizungen, Kopfschmerzen, Müdigkeit, Asthma sowie chronische Beschwerdebilder. Da Pilzinfektionen drastisch zunehmen, ist dringend auf eine geregelte Luftfeuchte und gezieltes Lüften zu achten. Zudem müssen Wand- und Oberflächenkältebrücken vermieden werden (Gefahr der Wasserdampf-Kondensation).

Materialien zur Geruchsminderung

Geruchs-, Schadstoff- oder Schimmelbelastungen, die immer öfter in Innenräumen zu finden sind, lassen sich heute auch mit Hilfe spezieller Blut-, Stuhl- und Urinanalysen (Humanbiomonitoring) im Menschen nachweisen.

Sie stehen immer öfter im Verdacht, dass sie selbst im niedrigdosierten Bereich zu chronischen Belastungen, Allergien oder zur Schwächung des Immun-

systems und dem „Sick Building Syndrome“ (gebäudebedingte Erkrankung) führen können.

Mineralputzsysteme mit absperrender Wirkung

Neben den konventionellen Kunststoffanstrichen oder Metallfolien haben sich bei sehr vielen Sanierungsfällen rein mineralische Dickbeschichtungen bewährt. Der Vorteil liegt in der fugendichten Verarbeitung zu den angrenzenden Wand-, Boden und Deckenbauteilen.

Will man aus bauphysikalischen und baubiologischen Erwägungen keine Absperr- oder Metallfolien oder diffusionssperrenden Anstriche auf Erdölbasis verwenden, bietet sich ein reiner Kalk- oder Silikatputz an. Je leichtflüchtiger und wasserlöslicher die abzusperrenden Schadstoffe sind, desto höher sollte die Schichtdicke sein. Sind Wärmebrücken vorhanden, empfiehlt sich ansonsten auch ein Kalk- und Perlitedämmputz.

Schafwolle gegen Formaldehyd

In zahlreichen Veröffentlichungen wird die Schafwolle als ein Mittel gegen Schadstoffe in der Raumluft vorgestellt. Vliese aus Schafwolle sollen Formaldehyd und andere häufig vorkommende Luftschad-

Tab. 14: Absperrputze (IQUH)

Belastung in Bauteilen, Putzen und Farben	Ursachen	Geeignete Beschichtungen je nach Untergrund- und Belastungsart
Brandgase und Schadstoffe in massiv gebauten Gebäuden	Zigarettenrauch, Zimmerbrand auch bei Geruchsübertragung durch Sekundärkontaminationen	1–3 cm Kalk- oder Silikatputz auf Putz- oder Farbuntergrund, Tapeten immer entfernen
Chemische Schadstoffe, Fertighausgeruch	Formaldehyd, Lösungsmittel, Reiniger, Pflegemittel, Spanplatten / -möbel, Teppiche, Farben und Lacke	1–3 cm Kalk- oder Silikatputz Bei Span- oder Gipsplattenwänden vorher Putzgewebe oder mineralische Putzträgerplatte aufbringen.
Gerüche	Verkeimungs- und Verwesungsgerüche (Schimmel, Bakterien und Hefen)	1–3 cm Kalk- oder Silikatputz auf Putz- oder Farbuntergrund, Tapeten immer entfernen



Schafwolldämmung

stoffe wie Zigarettenrauch oder Lösungsmittel binden können. Darüber hinaus soll Schafwolle auch gegen andere schlechte Gerüche in Innenräumen wirken – die sogenannten Raumluftsäuren.

Offensichtlich haben sich die Schafwoll-Vliese in der Praxis bereits vielfach bewährt. Nach Untersuchungen des Deutschen Wollforschungsinstituts in Aachen ist Wolle in der Lage, selbst hohe Schadstoffkonzentrationen deutlich zu senken. Der Abbaumechanismus ist ein einfacher chemischer Vorgang. Das Wollvlies besteht zum größten Teil aus Eiweißen, den Keratinen. Wenn Raumluft in die Faser eindringt, verbinden sich die Keratine mit den Schadstoffen und werden fest eingebunden. Der Prozess funktioniert über längere Zeit, ohne dass die Wolle die giftigen Rückstände wieder an die Raumluft abgibt.

Wer eine erhöhte Schadstoffbelastung der Raumluft festgestellt hat, dem bietet sich mit dem Wollvlies eine einfache Reduzierungsmaßnahme an. Da damit nur eine Reduzierung der Belastungen erreicht werden kann, sollte immer auch der Ursache auf den Grund gegangen werden. Mit Sumpfkalkanstrichen könnte man zusätzlich die restlichen Schadstoffe reduzieren, die sich noch in der Raumluft aufhalten.



Abschirmputz / -farbe, Abschirmplatten, Abschirmgewebe

Konzepte gegen Stress durch Strom oder Funkwellen

Wegen der immer massiver auftretenden elektrischen Störfelder die durch Haushaltsgeräte, Hausstrom, Mobilfunksender, tragbare Telefone, Babyphone und die Medien- und Kommunikationstechnik hervorgerufen werden, steigt der Wunsch der Bauherren, in einen stressreduzierten Schlafplatz zu investieren um ruhig durchschlafen zu können. Vor allem bei Kindern stellt man immer öfter Konzentrationsstörungen oder Verhaltensauffälligkeiten fest, die durch künstliche hochfrequente oder niederfrequente elektrische Felder am Schlafplatz hervorgerufen wurden, und die Störungen nach der Stromabschaltung wieder weg waren.

Neben einem speziellen Putz-Armierungsgewebe zur Abschirmung von Elektro-Smog und einer Abschirmplatte auf Gipsbasis gibt es auch Farb- und Putzsysteme mit Karbonfasern. Sie sind korrosionsbeständig und leitfähig. Anwendung finden Abschirmmaterialien dort, wo Antistatik oder Abschirmung elektrischer und elektromagnetischer Felder gefordert werden.

Im 50 Hz Niederfrequenz-Hausstrombereich beträgt die Schirmdämpfung des elektrischen Feldes mehr als 90%. Im Hochfrequenz-Bereich von 20 kHz bis 10 GHz beträgt die Dämpfung des elektromagnetischen Feldes nahezu an die 100%. Das heißt, selbst Funk- und Radarwellen werden durch Reflektion bis zu 99% abgeschirmt.

Abschirmmaterialien können im Neubau, z.B. auf Maschinenputzen, ebenso wie nachträglich bei der Altbaurenovierung verwendet werden und lassen sich auf Kalk- und Lehmputzen, Ausbauplatten, Gipsputzen, Kalkzementputzen oder Beton innen und außen auftragen. Abschirmputze kann man problemlos überstreichen, tapezieren oder mit Dekorputzen versehen. Generell ist bei allen Anwendungen zu empfehlen, dass ein Elektrofachmann die Abschirmung an ein ausreichend ableitungsfähiges Erdpotential anschließt, welches schriftlich zu belegen ist. Zuletzt sollte auch die Abschirmwirkung gemessen und protokolliert werden.



Abschirmfarbe

Checkliste für eine nachhaltige Innenwandgestaltung

- ☒ Putze, Farben oder Lasuren auswählen, die keine oder nur wenige Emissionen abgeben.
- ☒ Auf umwelt- und gesundheitsverträgliche, langlebige und pflegearme Produkte zurückgreifen.
- ☒ Allergiker sollten die Inhaltsstoffe der angebotenen Produkte prüfen und einen Haut- bzw. Geruchstest durchführen.
- ☒ Untergründe genau prüfen. Auf Ebenheit, Materialart, Festigkeit, Feuchte, Gefahrstofffreiheit bei Plattenwerkstoffen, dunklen Tapeten oder alten Holzverkleidungen (Formaldehyd, Holzschutzmittel, Schimmel etc.) achten.
- ☒ Bei der Verwendung von Tapeten auf die Inhaltsstoffe und den Untergrund achten. Da Tapeten auf organischen Inhaltsstoffen basieren, muss auf Wärmebrücken- oder Feuchtegefahren geachtet werden.
- ☒ Gute Verarbeitbarkeit, Anwendungsbereiche, Langlebigkeit und optimales Preis-Leistungsverhältnis prüfen.
- ☒ Bei schwierigen Untergründen, Schadstoffverdacht oder Feuchteproblemen sollte ein Bauberater oder Handwerker hinzugezogen werden.
- ☒ Möglichst sortenreine Putze und Farben, Tapeten, Holz- und Dämmbauteile verwenden. Auf lösemittelfreie / -arme Kleber und auf einen hohen Anteil an nR oder mR – auch bei erforderlichen Haftbrücken, Spachtelungen und Grundierungen – achten.
- ☒ Einheimische Produktion oder Rohstoffgewinnung mit Herkunftszeugnis bevorzugen.
- ☒ Umweltschutzkriterien bei der Rohstoffgewinnung, dem Transport, der Herstellung, der Verarbeitung, der Nutzung, der Renovierung und der Entsorgung oder Wiederverwendung beachten.

fR = fossiler Rohstoff / z.B. Erdöl, mR = mineralischer / metallischer Rohstoff / z.B. Sand, Eisen, nR = pflanzlicher / tierischer Rohstoff / z.B. Holz, Schafwolle

Tab. 15: Checkliste für Wand- und Deckenbeschichtungen (IQUH)

Belastungsart	Ursachen	Geeignete Sanierungsprodukte
Hausstrom	Stromleitungen am Schlafplatz, Haushaltsgeräte, Unterhaltungstechnik	Netzfreischaltung und Putzgewebe, Abschirmputz / -farbe, Abschirmplatten gegen elektrische Wechselfelder
Strom von außen	Bahnstrom, Überlandleitungen etc.	Abstand halten
Mobilfunk	Mobilfunksender, Radar, Funk, Mobiltelefone, WLAN, Handys etc.	Putzgewebe, Abschirmputz / -farbe, Abschirmplatten
Elektrostatik	Metall- oder kunststoffhaltige Oberflächen	Reine Holz-, Stein-, Naturharz-, Mineral- und Naturfaserprodukte verwenden

Tab. 16: Elektrosmog (IQUH)

10 Schlussbetrachtung

Die Innenwandbeschichtung gilt in Fachkreisen als eine der Hauptfaktoren für ein gesundes (oder krankmachendes) Innenraumklima. Durch die Diffusionsprozesse in Raumbooberflächen können gesundheitsgefährdende chemische Inhaltsstoffe in die Atemluft oder später in den Hausstaub gelangen.

Diffusionshemmende Schichtaufbauten der Innenwände können Schimmelpilzbildungen, mikrobielle Belastungen oder Fogging verursachen. Putzsysteme und Farben aus nachhaltigen Rohstoffen tragen zu einem gesunden Klima im Schlaf- und Wohnumfeld, in Kindergärten, Krankenhäusern, Schulen und am Arbeitsplatz bei.

Des Weiteren sollten Verbraucher vom Staat finanziell angeregt werden, beim Baustoffeinkauf vermehrt nachwachsende Rohstoffe wie Holz zu konsumieren. Pflanzenwachstum bindet CO₂ und beugt so den globalen Klimaveränderungen vor. Mineralische Reinstoffe, wie Kalk- und Lehmputze ohne künstliche Zusatzstoffe sorgen für ein optimales Raumklima. Kalk bindet CO₂, wirkt auf der Oberfläche alkalisch (= basisch, verringert so Gerüche und

Raumluftsäuren) und kann Raumluftschadstoffe beim Trocknungsprozess einbinden. Bei extremem Feuchtwechsel beugt die Alkalität einem Schimmelbefall auf Wänden vor. Durch den Verzicht auf fossile Rohstoffe und die Verwendung von nachwachsenden oder mineralischen Rohstoffen können Risikostoffe in der Atemluft oder im Hausstaub verringert werden.

Die natürlichen Innenwandmaterialien sorgen mit ihren nachwachsenden Rohstoffanteilen nicht nur für ein gesundes Wohnumfeld, sondern schützen den Nutzer, den Verarbeiter und die Umwelt vor schädlichen Einflüssen in allen Lebensphasen eines Baustoffes (Gewinnung, Herstellung, Verarbeitung, Nutzung, Entsorgung). Außerdem trägt die Verwendung von natürlichen Innenwandmaterialien dazu bei, die wertvollen Erdölvorräte zu schonen.

Aus dem Blickwinkel der Nachhaltigkeit sind daher die natürlichen Innenwandbeschichtungen aus vorwiegend nachwachsenden und mineralischen Rohstoffen den fossilen synthetischen Angeboten überlegen.

11 Anlagen

Literatur, Infos

Verbände, Adressen	Thema, Literatur
Arbeitsgemeinschaft kontrollierte deklarierte Rohstoffe www.positivlisten.info	Mehr Transparenz mit der geregelten Volldeklaration – das ist das zentrale Anliegen der ARGE kdR mit der Hersteller, Anwender und Verbraucher die Informationen zu den Inhaltsstoffen von Produkten erhalten.
Bablick und Federl	Das Fachwissen für den Maler und Lackierer, 2. Auflage, München, S. 417 ff
Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) · Referat Öffentlichkeitsarbeit 11055 Berlin service@bmu.bund.de · www.bmu.de	UMWELT UND GESUNDHEIT Lern-Materialien für Bildung und Information für Grundschulen
Bundesverband Bauberater – kdR, Sonthofen www.bauberater-kdr.de	Bundesweites Netzwerk für praxisbezogene Bauberatungen. Die Mitglieder setzen sich aus Architekten, Handwerkern und Sachverständigen zusammen.
Dachverband Lehm e.V. Volhard, Franz; Röhlen, Ulrich	Lehmbauregeln, 120 Seiten mit Abbildungen Vieweg+Teubner Verlag, 3. überarbeitete Auflage 2009, ISBN 978-3-8348-0189-0
Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen, Stuttgart www.dgnb.de	Verein für Gebäudezertifizierungen. Als Grundlage für die Kriterien des DGNB-Zertifikats dienen die Ergebnisse des Runden Tisches Nachhaltiges Bauen am Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS). Darüber hinaus werden aktuelle Normungsarbeiten zur Nachhaltigkeit, Qualitäts- und Gütezertifizierungen für Bauprodukte sowie Umweltdeklarationen auf Basis der internationalen Norm ISO 14025 einbezogen.
Deutscher Naturschutzring www.dnr.de	Deutscher Naturschutz-Ring: Frau Dr. Eva Schmincke leitet die europäische Arbeitsgruppe beim europäischen Normungsinstitut CEN, in der die Anforderungen an europäische EPDs für Bauprodukte harmonisiert werden.
DGfH, Informationsdienst Holz, Arge Bau · www.dgfh.de	Wohngesundheit im Holzbau, Arge Bau, 1998
DIN EN 15251: 2005 – 07	Bewertungskriterien für den Innenraum einschließlich Temperatur, Raumluftqualität, Licht und Lärm (Norm Entwurf); Deutsche Fassung prEN 15251: 2005.
Eckermann, W., Ziegert, C.	Auswirkungen von Lehmbaumstoffen auf die Raumluftfeuchte; Calytec, Seminar Skript, 2006.
Fachverband der Stuckateure für Ausbau und Fassade Baden-Württemberg Wollgrasweg 23, 70599 Stuttgart www.stuck-verband.de	Ausbildung und Qualifizierung für Stuckateure im Fachverband der Stuckateure für Ausbau und Fassade (BMBF zertifiziert)
FNR e.V. Gülzow www.fnr.de	Infos, Veranstaltungen und Broschüren über nachwachsende Rohstoffe. Unabhängige Beratung zum Thema Bauen und Wohnen mit nachwachsenden Rohstoffen
Holl, H.-G., Ziegert, C.	Vergleichende Untersuchungen zum Sorptionsverhalten von Werk trockenmörteln., Moderner Lehm bau 2002, Tagungsband, in: Stuttgart; Fraunhofer IRB Verlag, 2002
Informationsportal Nachhaltiges Bauen, www.nachhaltigesbauen.de	Internetplattform des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, auf der breit gefächert Informationen zum Nachhaltigen Bauen zur Verfügung gestellt werden.

▼ Fortsetzung Literatur, Infos

Institut Bauen und Umwelt e.V. Rheinufer 108 53639 Königswinter, IBU www.bau-umwelt.de	Das IBU. bietet als Herstellervereinigung Umwelt-Produktdeklarationen (EPD) Ökolabel Typ III gemäß ISO- und CEN-Normung über Herstellungsverfahren, Energieverbrauch oder Umwelt- und CO ₂ Belastungsfaktoren „Von der Wiege bis zum Grab“.
Institut für Qualitätsmanagement und Umfeldhygiene Deutschordenstraße 6 97990 Weikersheim www.iqum.de • www.eco-code.de (Produktdatenbank)	Anbieter von Produkt- und Gebäudezertifizierungen, Innenraumuntersuchungen, Bauseminare zum „Bauen mit Nachwachsenden Rohstoffen“ und berufliche Sachkunde- und Weiterbildungsmaßnahmen.
Int. Verband Naturbaustoffhersteller e.V. (i.G.) www.in-ve-na.de	Zusammenschluss von Naturbaustoffhersteller die überwiegend nachwachsende oder mineralische Rohstoffe verwenden. Ziel ist die Offenlegung der Inhaltsstoffe gegenüber dem Verbraucher und Verarbeiter.
Kalkmanufaktur, Landzungenstr. 8, 68159 Mannheim www.kalkmanufaktur.de	Ausbildung und Seminare zum Thema Kalkverarbeitung
Künzel, Helmut	Bauphysik und Denkmalpflege, 2009, 2., erw. Aufl., 148 Seiten, mit zahlreichen farbigen Abbildungen, 127 Schwarz-Weiß-Abbildungen, Fraunhofer IRB Verlag, ISBN-10: 3816780474, ISBN-13: 9783816780472
Minke, Gernot	Das neue Lehmhaus – Handbuch; ökobuch Verlag, Staufen bei Freiburg, 6. Auflage 2004.
Ministerium für Umwelt, Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz NRW www.apug.nrw.de/pdf/leitfaden.pdf	Leitfaden: Gesundheitsbewusst modernisieren, 2., überarbeitete Auflage 2007
ÖKO+ Fachhandelsverband, Frankfurt www.oekoplus.de	Fachhändler für Baustoffe aus ökologischen und nachwachsenden Rohstoffen wie Dämmstoffe, Bodenbeläge, Farben und Putze etc.
Oster, N., Bredemeyer, J., Schmidt, T.	Nutzereinfluss auf Schäden an Gebäuden; Fraunhofer IRB Verlag, 2007.
Radünz Armin	Bauprodukte und gebäudebedingte Erkrankungen, Bonn 1998
UmweltBundesAmt(UBA) www.uba.de	Umweltbewusstsein und Nachhaltiger Konsum“, 2009 Produktökobilanzen und ihre Anwendungsmöglichkeiten im Baubereich, UBA-Texte 69/98
WECOBIS Baustoffdatenbank www.wecobis.de	WECOBIS ist ein Forschungsprojekt der Bayerischen Architektenkammer im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Bau- und Stadtentwicklung (BMVBS).
Ziegert Christof und Eckermann Wulf	Auswirkung von Lehmstoffen auf die Raumluftfeuchte“, Stand 6-2006 http://www.claytec.de/pdf/de/lehmputz_raumklima.pdf
Zwiener Gerd, Mötzl Hildegund	Ökologisches Baustoff-Lexikon, 560 Seiten C.F. Müller Verlag – April 2006, ISBN: 978-3-7880-7686-3
Stiftung Warentest, gemeinnütziger Verein www.test.de	Als unabhängige Stiftung bürgerlichen Rechts Prüfung von Produkten und Dienstleistungen nach wissenschaftlichen Methoden in unabhängigen Instituten europaweit, kaum für Verbraucher einsehbare Volldeklarationen
ÖKO-Test privater Verlag, Frankfurt www.oekotest.de	Prüfung auf Umwelt-, Sozial- oder Gesundheitsverträglichkeit hinsichtlich einiger Gefahr- und Risikostoffe. Messfehler oder Fehlinterpretationen führten in der Vergangenheit zu Rechtsproblemen.

▼ Fortsetzung Literatur, Infos

NATUREPLUS, e.V. www.natureplus.de	Prüfzeichen für hohe Qualität bezüglich Gesundheit, Umwelt und Funktion, strenge Emissionsuntersuchungen nach Richtwerten, Mindestanteil an nachwachsenden oder mineralischen Rohstoffen, Volldeklarationen einsehbar.
IBU Institut Bauen und Umwelt e.V. www.bau-umwelt.de	Verein für eine geschlossene Außendarstellung von Umwelt-Produktdeklarationen (EPD) durch Herstellervereinigung aus den Bereichen Kunststoffbeläge, Holzwerkstoffe, mineralische Baustoffe und Metalle, unabhängige Überprüfung hinsichtlich Produktion, Qualität, Nachhaltiges Bauen, Inhaltsstoffe, Bilanzierung technischer Werte, Gesundheits- und Umweltschutz gemäß gesetzlicher Vorschriften.

Bildnachweis

Hersteller / Quellennachweis	Seitenzahl
Auro	14, 22, 44
casanatura24.de	4, 20, 33 ,37
Claytec	30
Doscha-Wolle	51
Fasermix	38, 39
FNR	3
Haga	Titel, 5, 6, 9, 28, 36, 38
Homatherm	8
Institut für Qualitätsmanagement und Umfeldhygiene, Weinisch & Partner	21
IQUH	6, 7, 28, 45, 47
Kalkakademie Mannheim	34
Kreidezeit	Titel, 12, 37
Lesando	7, 15
Livos	6, 21
Methner, Klaus: Sachverständigenbüro	11, 43, 49
Naujox Klimasan	48
Pilosith	8, 10, 11, 16, 27, 31, 32
ProClima	8, 46
Wellwall	Titel, 10, 16, 17, 35, 36
YSHIELD EMR-Protection	52
Zipse	40

Infothek für Innenwandgestaltung

Absorption	Absorption bezeichnet einen Gleichgewichtsprozess der Einlagerung und Auslagerung des Sorptivs aus einer Phase in das Volumen einer anderen Phase. So stellt sich beispielsweise zwischen Luft (eine Gasphase) und Wasser (eine flüssige Phase) ein Gleichgewicht z. B. bezüglich des Sauerstoffgehaltes beider Phasen ein.
Adsorption	Adsorption ist die An- und Ablagerung eines Stoffes aus einer Phase an die Oberfläche einer anderen Phase. Das innere Volumen des Sorbent bleibt ? im Gegensatz zur Absorption? unbeteiligt und kann eine feste oder flüssige Phase sein. Wichtige chromatografische Verfahren (Adsorptionschromatografie), sowie viele Gasfilter (Atemschutzfilter) beruhen auf Adsorption.
Empfindungstemperatur	Für die Behaglichkeit ist die Empfindungstemperatur relevant, sie entspricht näherungsweise dem Mittelwert aus Lufttemperatur und der mittleren Oberflächentemperatur des Raumes. Sie wird auch Operative Temperatur genannt.
Diffusionswiderstand/Einzelschicht	Farben, Grundierungen oder Voranstriche zur besseren technischen Verarbeitung können das Feuchteaufnahmeverhalten eines Putzes oder der Holzverkleidung stark herabsetzen.
Diffusionswiderstand/Oberflächenbauteil	Bei der Baukonstruktion muss zum Feuchteschutz die Wasserdampfdiffusion berücksichtigt werden, um unzulässig große Tauwasserkondensation zu vermeiden. An der Oberfläche der Innenwand ist es gewünscht, dass Materialien möglichst viel Wasserdampf kapillar zwischenzupuffern können.
EPD's (Environmental product declaration)	Umwelt-Produktdeklarationen bilden die Datengrundlage für die ökologische Gebäudebewertung. Dies wird aktuell in dem neuen europäischen Normungsprojekt „Nachhaltigkeit von Bauwerken“ festgelegt. Die Produktdeklarationen basieren auf ISO-Normen und sind deshalb international abgestimmt. Sie sind als Nachweis für Umweltansprüche in der öffentlichen Beschaffung geeignet. Umwelt-Produktdeklarationen bieten die relevante Datengrundlage um Umwelteigenschaften eines Produktes im Marketing oder Verkauf darzustellen.
Geometrie und Konstruktion	Dazu gehören die Raumabmessungen (Breite, Tiefe, Höhe), die Aufbauten von Fußboden, Decke, Wänden und Fenstern. Die Bauweise – massiv gebaut ist einem Leichtbau vorzuziehen – beeinflusst die Oberflächentemperaturen, den sommerlichen Wärmeschutz, das Speichervermögen, das Sorptionsverhalten und andere relevante Kennwerte. Bei den Außenwänden spielen solare Erträge eine Rolle, bei den Geschossdecken (bzw. der Sohle, bei nicht unterkellerten Gebäuden) muss eine ausreichende Wärmedämmung vorhanden sein. Die Beschaffenheit der Wandoberflächen spielt eine Rolle für die Pufferung von Feuchtespitzen (Adsorption) sowie für den Wärmeübergang und die Emission. Hinsichtlich der Fenster sind deren Flächenanteil sowie die Fugenbeiwerte interessant.
Heizsysteme	Konvektions- und Strahlungsheizung. Am weitesten verbreitet ist die Konvektionsheizung, jeder kennt Radiatoren und Plattenheizkörper. Konvektion ist eine Form des Wärmetransportes, die an Luft gebunden ist und mittels Wärmeabgabe und stofflicher Vermischung funktioniert. Das Prinzip ist leicht zu verstehen: die Raumluft erwärmt sich am Heizkörper, steigt auf, bewegt sich an der Decke entlang, vermischt sich mit der anderen Raumluft, kühlt dabei ab, fällt wieder herunter und strömt wieder in Richtung Heiz-

körper. Daraus resultieren: ungleichmäßige Temperaturverteilungen, Luftbewegung, Transport von Staub.

Hüllflächen- temperatur

Die Hüllflächen sind die Oberflächen von Fußboden, Decke und Wänden (Innen- und Außenwände). Beim Wärmeschutz spricht man von den zulässigen Oberflächentemperaturen. Es sollen sowohl Unterkühlung (z.B. Außenwand / Wärmebrücke) als auch unzureichende Erwärmung (z.B. Fußbodenheizung) vermieden werden.

Kapillarität

Kapillareffekt (lat. capillaris, das Haar betreffend) ist das Verhalten von Flüssigkeiten, das sie bei Kontakt mit Kapillaren, z.B. engen Röhren, Spalten oder Hohlräumen, in Feststoffen zeigen. Im Putz oder Wandbelag kann sehr viel Wasserdampf oder Feuchte aufgenommen und zwischengelagert werden, wenn sie nicht mit wasserabweisenden Stoffen gefüllt sind.

Lebenszyklus- betrachtung

Gebäude werden üblicherweise über sehr lange Zeiträume genutzt. Daher kann erst die Betrachtung über den gesamten Lebenszyklus „von der Wiege bis zur Bahre“ Aufschluss über die tatsächliche Qualität eines Gebäudes geben. Alle Lebensphasen eines Bauwerks müssen im Hinblick auf die unterschiedlichen Aspekte der Nachhaltigkeit analysiert und in ihrem Zusammenwirken optimiert werden. Ziel ist das Erreichen einer hohen Gebäudequalität mit möglichst geringen Auswirkungen auf die Umwelt. Die Beurteilungs- bzw. Bewertungsmaßstäbe für die aus den drei Dimensionen der Nachhaltigkeit abgeleiteten Schutzziele müssen sich also stets an diesen Zeiträumen orientieren. Hinsichtlich der Baustoff- bzw. Bauproduktebene gliedert sich die Lebenszyklusbetrachtung eines Gebäudes in folgende Einzelphasen:

Rohstoffgewinnung, Produktherstellung, Errichtung, Nutzung, Instandhaltung, Modernisierung, Rückbau und Recycling. Die Einschätzung der Lebens- bzw. Nutzungsdauer eines Gebäudes, der Bauteile und der Bauteilschichten ist bei der Bewertung der Nachhaltigkeit von besonderer Bedeutung.

Leitfaden Nach- haltiges Bauen

Leitfäden des Bundes dienen als Arbeitshilfe für Bauvorhaben des Bundes im Bereich der Planung, des Bauens, der Bauunterhaltung, des Betriebs und der Nutzung von Gebäuden und Liegenschaften. Es handelt sich hierbei nicht um Gesetzesvorlagen, sondern um zu beachtende Richtlinien für Bundesbaumaßnahmen, die verbindlich gem. RBBau anzuwenden sind. Derzeit befindet sich der Leitfaden Nachhaltiges Bauen in der Überarbeitung und wird nach seiner Aktualisierung und Fortschreibung für den Gebäudebestand neu erscheinen.

Leitmarktinitiati- ve der EU

Im Dezember 2007 rief die EU Kommission eine Leitmarktinitiative für Europa aus. Mit dieser Initiative sollen Märkte gestärkt werden, die das Potenzial haben, ihr Wirtschaftsvolumen bis 2020 mehr als zu verdoppeln und zusammen eine Million Arbeitsplätze zu schaffen. Die EU Kommission hat sechs erste Leitmärkte benannt.

Ziel der Initiative ist es, innovationsfreundliche Märkte gezielt zu entwickeln und die Vermarktung von Innovationen zu erleichtern.

Die Bedeutung des Marktes Nachhaltiges Bauen liegt nach Meinung der Europäischen Kommission vor allem darin, dass der höchste Anteil des Endenergieverbrauchs der EU (42%) auf Gebäude entfällt. Durch Gebäude entstehen auch ca. 35% aller Treibhausgasemissionen. Das Nachhaltige Bauen stellt einen äußerst umfassenden Marktbereich dar, bei dem Umweltschutzaspekte (effiziente Elektrogeräte und Heizanlagen), Gesundheitsfragen (z.B. Luftqualität in Gebäuden) und der Komfort der Nutzer (z.B. Bewegungs-

freiheit älterer Menschen) eine Rolle spielen. Auf europäischer und nationaler Ebene sind die Vorschriften für die Bauwirtschaft unzureichend aufeinander abgestimmt, was zu beträchtlichen Verwaltungslasten und einer starken Fragmentierung des Marktes für das Nachhaltige Bauen führt. Die vom derzeitigen rechtlichen Rahmen für das öffentliche Auftragswesen gebotenen Möglichkeiten, welche die Nachfrage nach innovativen Lösungen anregen könnten, sind zum Teil zu wenig bekannt. Ein vorausschauender Ansatz im Bereich der Regulierung und den Vergabeentscheidungen soll verfolgt werden.

Luftbewegung

Zugluft wird als unangenehm empfunden, man fröstelt auch wenn es nicht richtig kalt ist. Im Nacken und an den Fußgelenken ist der Mensch am empfindlichsten. In einem Aufenthaltsraum mit 22 °C soll die Zugluftgeschwindigkeit den Wert von 0,2 m / s nicht überschreiten.

Luftwechselzahl

Aus hygienischen Gründen ist die Mindestluftwechsel mit dem 0,5-fachen Raumvolumen pro Stunde festgelegt. Das bedeutet, in 2 Stunden wird die gesamte Raumluft einmal ausgetauscht. Es gab Zeiten, da sorgte der Fuganteil der Fenster nach DIN 18055 für eine Permanentlüftung, heutzutage sorgen Renovierungen für hermetisch dichte Fenster.

Lüftungssystem

Das einfachste Lüftungssystem ist die natürliche Lüftung, man erzielt durch das Öffnen von Fenstern einen Luftaustausch. Dadurch wird Raumfeuchte weggelüftet und frische Luft mit einem geringeren Kohlendioxidgehalt wird herein gelassen. Die dabei weg gelüftete Wärmemenge ist relativ klein, wenn ausreichend vorhandene Speichermassen die Heizenergie speichern – sie kühlen beim häufigen kurzzeitigen Lüften nicht aus. Mechanische Lüftungssysteme sollen nicht für einen Luftzug sorgen, was der Behaglichkeit abträglich sein würde. Außerdem müssen diese Anlagen permanent verkeimungstechnisch geprüft und gewartet werden.

Nutzerverhalten, Lüftung+Heizung

Übertriebene Sparsamkeit ist genauso fehl am Platz wie Dauerlüftung durch Kippstellung, periodisches Heizen, leicht bekleidet in der überheizten Wohnung aufhalten. Es ist regelmäßige Stoßlüftung undenkbar, wenn die Bewohner einer Wohnung 10 Stunden abwesend sind, weil sie arbeiten gehen. Bei allen Konzepten sollte man als Eigentümer, Vermieter oder Planer auch diese Variante in Betracht ziehen und vorsorglich Materialien oder technische Lüftungsanlagen einsetzen um extremen Innenraumverhältnissen entgegenzuwirken.

Oberfläche, äußere

Die Größe der äußeren Oberfläche beeinflusst beispielsweise den Luftschall in einem Raum und das Lichtspiel.

Oberfläche, innere

Die innere Oberfläche von porösen oder körnigen Feststoffen wie Putzen und Farben umfasst die Gesamtheit aller darin enthaltenen Oberflächen, also auch jene, die sich zwischen den einzelnen Körnern bzw. durch die Porenwände ergeben. Von ihr hängt auch die Feuchtespeicherung, Wärmedämmung, Lichtreflexion ab.

Ökobilanz

Unter einer Ökobilanz (engl. auch LCA – Life Cycle Assessment) versteht man eine systematische Analyse der Umweltwirkungen von Produkten während des gesamten Lebensweges. Dazu gehören sämtliche Umweltwirkungen während der Produktion, der Nutzungsphase und der Entsorgung des Produktes, sowie die damit verbundenen vor- und nachgeschalteten Prozesse (z.B. Herstellung der Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe). Zu den Umweltwirkungen zählt man sämtliche umweltrelevanten Entnahmen aus der

Umwelt (z.B. Erze, Rohöl) sowie die Emissionen in die Umwelt (z.B. Abfälle, Kohlendioxidemissionen).

Der Begriff der Bilanz wird bei der Ökobilanz im Sinne von einer Gegenüberstellung verwendet, sie ist nicht mit der Bilanz innerhalb der Buchhaltung zu verwechseln. Allgemein unterscheidet man zwischen einer Ökobilanz, die den Umweltaspekt eines einzelnen Produkts berücksichtigt, einer vergleichenden Ökobilanz, die eine Gegenüberstellung mehrerer Produkte verfolgt sowie einer ganzheitlichen Bilanzierung, die wirtschaftliche, technische und / oder soziale Aspekte mit einbezieht. Eine Ökobilanz der Baustoffherstellung ist erforderlich, um die zentralen Kerninformationen für eine EPD wie Ressourcenverbrauch, emissionsbedingte Umweltwirkungen, der Beitrag zum Treibhauseffekt, entstehende Abfälle oder aber auch für Innenraumemissionen oder gebäudebedingte Erkrankungen und den Arbeitsschutz zu gewinnen.

Raumluftfeuchte

Sie wird angegeben in % und kennzeichnet den Wert, wie stark die Raumlucht zur aktuellen Temperatur mit Wasser in Dampfform gesättigt ist, mehr als 100% geht nicht und warme Luft nimmt mehr Wasser auf als kalte. Die ideale relative Raumluftfeuchte beträgt 45...55%. Auf zu trockene Luft reagiert die Haut ebenso wie auf zu feuchte, das Wärmeempfinden wird beeinflusst. Eine erhöhte Raumluftfeuchte bedeutet aber auch einen erhöhten Heizenergiebedarf, denn feuchtere Raumlucht ist mehr Energie zuzuführen, um die gewünschte Temperatur zu erreichen bzw. zu halten. Ab dauerhaft 70% muss man mit der Entstehung von Schimmelpilzen rechnen.

Schallmindernde Oberflächen

Poröse Oberflächensysteme im Innenraum mit einer hohen inneren Oberfläche haben ein sehr gutes Luftschallminderungsverhalten. Unter Luftschall versteht man Schallwellen, die sich über die Luft ausbreiten. Luftschall besteht im Gegensatz zum Körperschall aus reinen Longitudinalwellen. Im engeren Sinn wird der Begriff „Luftschall“ auf den Frequenzbereich des menschlichen Gehörs beschränkt verwendet, der bei etwa 16 Hz beginnt und je nach Alter bei höchstens 20 kHz endet. Luftschall wird von Menschen, Tieren, Installationen oder Maschinen erzeugt und breitet sich in der Luft aus. Massive und offenporige Bauteile dämmen Luftschall ein, glatte und harte Oberflächen reflektieren sie. Man unterscheidet beim Luftschall den Nutzschall, wie die Musik oder die Stimme beim Gespräch, und dagegen den Störschall, wie den Baustellen- oder Verkehrslärm.

Schwitzwasser, Kondensat auf Oberflächen

Oberflächenkondensat entsteht, wenn die Temperatur der Wandoberfläche unter der Taupunkttemperatur liegt.

Sorption von Wasserdampf

Sorption ist ein Gleichgewichtsprozess zwischen Aufnahme und Abgabe (Desorption) von z.B. Wasser.

Strahlungsheizung

Die Strahlungsheizung gibt Wärmestrahlung und Infrarote Strahlung ab. Da der Wärmetransport mittels Strahlung an kein Medium gebunden ist und weil eine hohe Gleichmäßigkeit erreicht wird, genügen – im Vergleich zur Konvektionsheizung – weniger hohe Raumtemperaturen zur Erzielung der Behaglichkeit. Mit einer Absenkung um 1 °C sind Energieeinsparungen um die 6 % möglich. Die auf den Raumoberflächen auftreffende Strahlung wird absorbiert, aber auch remittiert. Bei der Platzierung der Strahlflächen können gestalterische Belange vorgezogen werden. Strahlungsheizungen sind: Flächenheizungen (z.B. Fußbodenheizung), Heizleistenheizungen, Marmorheizungen, Temperierungsheizungen.

Treibhauseffekt	(GWP100): Der Beitrag der von Baustoffen ausgehenden Gasen zum Treibhauseffekt, bezogen auf 100 Jahre in kg CO ₂ - Äquivalent. Kohlendioxid dient als Bezugsgröße. Es gibt einen natürlichen Treibhauseffekt durch Brände oder Vulkanaktivitäten und einen industriell- oder menschenverursachten Effekt.
Wärmequellen	Mit einem guten Wärmeschutz kann man jedoch nicht die Nachteile einer Konvektionsheizung (normale Durchströmungsheizkörper) kompensieren. Unter Aspekten der Wirtschaftlichkeit sollte man bedenken, dass eine Strahlungsheizung (Wandheizung, Platten- u. Röhrenheizkörper mit niedrigen Temperaturen) mehr Einsparung bewirken kann als konventionelle Wärmeschutz-Maßnahmen.
Wärmeschutz, effizient	Der Kennwert für den Wärmeschutz von Außenbauteilen ist der U-Wert, er ist aber eine veränderliche Größe und man muss mit U _{eff} rechnen, dem effektiven U-Wert. Der relevante Faktor für die Energiebilanz eines Außenbauteils ist die Feuchte, die sich sowohl auf das Speicherverhalten als auch auf den U-Wert auswirkt. Neben der Ausgleichsfeuchte spielen die Sorptionsprozesse eine wichtige Rolle. Mittels Entfeuchtung kann man eine Verbesserung des U _{eff} erzielen und somit Heizkosten einsparen.
Wärmestrahlung	Wärmestrahlung ist elektromagnetische Strahlung im Wellenlängenbereich 1 cm bis 1 nm bzw. die infrarote Strahlung (IR) im Bereich 1 mm bis 750 nm. Der Mensch strahlt im Durchschnitt 80 W ab. Es genügen bereits ganz normale Einfach-Fensterscheiben (3 mm Float) zum Reflektieren der Strahlung zurück ins Rauminnere (so funktionieren auch Gewächshäuser im Winter).
Wärmeschutz im Sommer	Der sommerliche Wärmeschutz dient dazu, die durch Sonneneinstrahlung verursachte Aufheizung von Räumen, die auf eine Einstrahlung durch die Fenster, Aufheizung von Außenwand- und Dachflächen zurückzuführen ist, so weit zu begrenzen, dass ein behagliches Raumklima gewährleistet wird.
Wärmeschutz im Winter	Der winterliche Wärmeschutz hat den Zweck, während der Heizperiode an den Innenoberflächen der Bauteile eine ausreichend hohe Oberflächentemperatur zu gewährleisten und damit Oberflächenkondensat bei in Wohnräumen üblichem Raumklima auszuschließen.
Wohnqualität, Wohngesundheit	Mit Wohnung verknüpft man ein „zufrieden sein“. Wohnqualität schließt das soziale, geistige und körperliche Wohlbefinden ein. Lärm, Schadstoffe, elektrische Störfelder, Gerüche, Feuchte und übertriebene Trockenheit, Schädlinge oder Schimmelbefall, Vibrationen oder unnatürliche Lichtverhältnisse sollten in Wohnräumen möglichst nicht vorhanden sein.

Tabellen

Sorptionswerte verschiedener Materialien

Material	Absorption/Desorption im Mittel ca. [g/m ²]
Beton B25	20
Gipsputz	20
Kalk-Gips-Putz	20
Kalk-Gips-Putz	23
Lehmputz	30–60
Lehmputz mit diffusionsoffenem Anstrich	25–40
Kalk-Gips-Putz mit Raufasertapete und zweimaligem Dispersionsanstrich	15
Gipskartonplatte, gespachtelt	13
Gipskartonplatte mit Kunststoffrollputz, 3 mm und Dispersionsfarbanstrich	5
Kiefernholz, geschliffen und unbehandelt	26
Kiefernholz, geölt	21
Kiefernholz, geölt und gewachst	13
Kiefernholz, lackiert	6

Tab. 17: Sorptionswerte verschiedener Materialien (Dr. Figgemeier Holl, H.-G., Ziegert, C.: Vergleichende Untersuchungen zum Sorptionsverhalten von Werk trockenmörteln., Moderner Lehm bau 2002, Tagungsband, in: Stuttgart; Fraunhofer IRB Verlag, 2002)

Putz- und Farbsysteme

Putz- und Farbsysteme	Einsatz und Untergrundvorbereitung	Abriebfestigkeit
mR		
Lehm	Evtl. Haftvermittler, Unterputz, Ober- oder Feinputz, Farbanstrich	
Kalk	Evtl. Haftvermittler, Unterputz, Ober- oder Feinputz, Farbanstrich	
Kalk mit Additive	Wie oben, mit Kunststoffanteilen, Hilfsstoffe	
Kalk-Perlite	Evtl. Haftvermittler, Unterputz	
Kalk-Zement (Mischprodukte)	Evtl. Haftvermittler, Unterputz, Ober- oder Feinputz, Farbanstrich	
Gips (Mischprodukte)	Evtl. Haftvermittler, Unterputz, Ober- oder Feinputz, Farbanstrich	
Kalk-Gips (Mischprodukte)	Evtl. Haftvermittler, Unterputz, Ober- oder Feinputz, Farbanstrich	
Sumpfkalk	Ober- oder Feinputz, Farbanstrich	
Silikat – 1 komponentik	Ober- oder Feinputz, Farbanstrich	
Silikat – 2 komponentik	Ober- oder Feinputz, Farbanstrich, mit Kunststoffanteilen, Hilfsstoffe	
nR		
Baumwolle, Zellulose	Oberputz, Sprüh- oder Spachtelfeinputz, Naturharz- oder Silikatvo- ranstrich	
Naturharzfarben	Roll- und Streichputz, Naturharz- oder Silikatvoranstrich	
Leimfarbe	Farbanstrich, verdünnter Voranstrich	
Kaseinfarbe	Farbanstrich, verdünnter Voranstrich	
Lasuren, wassergelöst	Farbendanstrich	
Farbkonzentrate, nR	Farbendanstrich	
fR, mR		
Siliconharzfarbe	Farbendanstrich	
Dispersion- Synthetik	Farbendanstrich	
Alkydharzfarben	Farbendanstrich	
Polymerisatharzfarbe	Farbendanstrich	
Epoxidharzfarbe	Farbendanstrich	
Farbkonzentrate, fR+mR.	Farbendanstrich	
Farbpigmente, mR.	Farbendanstrich	
Farbpigmente, fR	Farbendanstrich	

Tab. 18: Farbanstriche und Putze (IQUH, www.wecobis.de)

Ökobilanzen

Verbreitete Dämmstoffe für eine Vorsatzschale innen	Inhaltsstoff-Basis nR = nachwachsende / tierische Rohstoffe mR = mineralisch / metallische Rohstoffe fR = fossile Rohstoffe	Wärmeleitfähigkeit W/mK Je kleiner die Wärmeleitfähigkeit, desto besser ist die Wärmedämmeigenschaft (ohne Berücksichtigung der Beschichtungsart).	Global warming kg CO ₂ eq. Treibhauspotential (s. Infothek)
Flachs	nR	0,04	-8,96 bis -17,93
Hanf	nR	0,04	3,19
Zellulose	nR	0,040 bis 0,045	k.A.
Holzfaser	nR	0,041	k.A.
Schafwolle	nR	0,040	k.A.
Kork	nR	0,045 bis 0,060	k.A.
Perlite	mR	0,052 bis 0,070	k.A.
Mineralwolle	mR	0,035 bis 0,040	ca. 125
Styropor	fR	0,035 bis 0,045	27 bis 80
Dampfbremse	nR / fR		
Vielverwendete Putzträger für die Innenwandgestaltung	Inhaltsstoff-Basis nR = nachwachsende / tierische Rohstoffe mR = mineralisch / metallische Rohstoffe fR = fossile Rohstoffe	Wärmeleitfähigkeit W/mK Je kleiner die Wärmeleitfähigkeit, desto besser ist die Wärmedämmeigenschaft (ohne Berücksichtigung der Beschichtungsart).	Global warming kg CO ₂ eq. Treibhauspotential (s. Infothek)
Weichfaserplatten			
Lehmbauplatten			
Zement / Holzleichtbauplatten			
Calcium-Silikatplatten			
Zementbauplatten			
Gipskarton		0,25	
Gipsfaser, greenline		0,29 bis 0,44	
Putze/Farben für die Beschichtung der Putzträger oder Wandbauteile	Inhaltsstoff-Basis nR = nachwachsende / tierische Rohstoffe mR = mineralisch / metallische Rohstoffe fR = fossile Rohstoffe	Wärmeleitfähigkeit W/mK Je kleiner die Wärmeleitfähigkeit, desto besser ist die Wärmedämmeigenschaft (ohne Berücksichtigung der Beschichtungsart).	Global warming kg CO ₂ eq. Treibhauspotential (s. Infothek)
Kalk	mR		
Lehm	mR		
Silikat	mR		
Naturfaserputze	nR		
Naturharzdispersion	nR		
Kasein	nR		
Zelluloseleim	nR		
Kunstharzdispersion	fR		

Tab. 19: Ökobilanzwerte (IQUH, www.wecobis.de)

Baustoffrecycling

Für Bauherren und Bauunternehmen wird es zukünftig schwieriger sein, Bauschutt mit kritischen oder unbekannten Inhaltsstoffen zu entsorgen. Sortenreine Baustoffe mit nur mineralischen und / oder

nachwachsenden Rohstoffen sind im Sinne des Kreislaufabfallgesetzes einfacher in den Naturstoffkreislauf zurückzuführen. Auch die Verbrennung von Baumaterialien mit künstlichen und fossilen Rohstoffen ist für die Umwelt problematischer.

Bauteil	Hauptbestandteile nR = nachwachsende / tierische Rohstoffe mR = mineralisch / metallische Rohstoffe fR = fossile Rohstoffe	Recyclefähigkeit +++ = vorbildliches Recycling ++ = befriedigendes Recycling + = problematisches Recycling problematisch = unbekannt oder für die Umwelt schwer abbaubar. (z.B. Metalle, fossile Rohstoffe)
Tapeten mit Kunstharzanstrich	nR+fR	+ (problematisch bei unbekannten Inhaltsstoffen)
Reinkalkputz mit Sumpfkalkanstrich oder Perlite	mR	+++
Calcium-Silikatplatten	mR	+++
Gipskartonplatten mit Naturharzanstrich	mR+nR	+++
Gipskartonplatten mit Vinyltapete und Latexanstrich	mR+fR	+ (problematisch bei unbekannten Inhaltsstoffen)
Gipskartonplatten mit Flexkleber und Fliesen	mR+fR	+ (problematisch bei unbekannten Inhaltsstoffen)
Naturholz unbehandelt	nR	+++
Naturholz, behandelt	nR+fR	+ (problematisch bei unbekannten Inhaltsstoffen)
Laminat, kunststoffbeschichtete Paneele	nR+fR	+ (problematisch bei unbekannten Inhaltsstoffen)
Spanplatten, Gipskartonplatten, Vinyltapete	mR+nR+fR	+ (problematisch bei unbekannten Inhaltsstoffen)

Tab. 20: Abfallregelung für Bauschutt (IQUH)

Wohlfühltemperaturen

Die Wohlfühltemperatur muss jeder für sich selbst festlegen, dafür gibt es keine Norm und auch keine Empfehlung, denn sie hängt stark von der Tätigkeitsart im Gebäude und von angenehm hohen Oberflächentemperaturen aller Raumseiten ab.

Tab. 21: Wohlfühltemperatur (IQUH)

Ort	Temperaturbereich
Treppen & Flure	12–14 °C
Diele, Flur beheizt	15 °C
WC	16 °C
Schlafen	16–18 °C
Küche	18 °C
Kinder	20–22 °C
Essen & Wohnen	20 °C
Bad	23–24 °C

Materialart	Elektrostatische Oberflächenspannung V (je nach rel. Luftfeuchte)	Materialart	Elektrostatische Oberflächenspannung V (je nach rel. Luftfeuchte)
Polystyrol	> -30.000	Naturfaser, Baumwolle	< +20 V
Latex, synth.	> -20.000	Schafwolle	< +200
PVC Boden	> -3.000	Holz, natur gewachst	< +100
Kunststoffoberflächen	-500 bis -8.000	Papieroberflächen	ca. + 100-200
Raumart	Elektrische Feldstärke V/m	Raumart	Elektrische Feldstärke V/m
Außenbereich / Tal	<+50	Außenbereich / Wald	< +10
Außenbereich / Föhn	> +5.000	Außenbereich / Gewitter	> +10.000
Wohnraum mit überwiegend kunststoffvergüteten Mate- rialien	>-7.000 (je nach rel. Luftfeuchte)	Wohnraum mit überwiegend natürlichen Materialien	> +50

Tab. 22: Elektrostatik (IQUH)

Material und Rohstoffbasis nR = nachwachsende / tierische Rohstoffe mR = mineralisch / metallische Rohstoffe fR = fossile Rohstoffe	Kapillare Schallminderung +++ große Innenfläche ++ mittlere Innenfläche + geringe Innenfläche	Material und Rohstoffbasis nR = nachwachsende / tierische Rohstoffe mR = mineralisch / metallische Rohstoffe fR = fossile Rohstoffe	Kapillare Schallminderung +++ große Innenfläche ++ mittlere Innenfläche + geringe Innenfläche
Holz, unbeschichtet, nR	+++	Kalkputz + Kalkanstrich, mR	+++
Holz, kunststoffbeschichtet, nR+fR	+	Lehmputz + Lehm / Kalkanstrich, mR	+++
Tapete, unbeschichtet, nR	+++	Zellulose- und Bauwollfaserputz, nR	+++
Tapete, kunststoffbeschichtet, nR+fR	+	Lehm u. Kalk + Dispersions- wandfarbe fR	+

Tab. 23: Schallschutz (IQUH)

Herausgeber

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR)
Hofplatz 1 • 18276 Gülzow
Tel.: 03843/6930-0 • Fax: 03843/6930-102
info@fnr.de • www.fnr.de
www.nachwachsende-rohstoffe.de

Mit finanzieller Förderung des Bundesministeriums für
Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz.

Text

Karl-Heinz Weinisch (IQUH)
Die Verantwortung für den Inhalt liegt allein bei den Autoren.

Endredaktion

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR)
Abt. Öffentlichkeitsarbeit

Bilder

Siehe Anhang.

Gestaltung, Satz und Herstellung

nova-Institut GmbH • 50354 Hürth
www.nova-institut.de/nr

Druck und Verarbeitung

Media Cologne Kommunikationsmedien GmbH • 50354 Hürth
www.mediacologne.de

1. Auflage

FNR 2010