



## Umweltgerecht Sanieren und Bauen



LfU-Fachtagung am 27. Oktober 2009

UmweltSpezial

## Impressum

Umweltgerecht Sanieren und Bauen  
Fachtagung des LfU am 27.10.2009

### Herausgeber:

Bayerisches Landesamt für Umwelt  
Bürgermeister-Ulrich-Straße 160  
86179 Augsburg  
Tel.: (08 21) 90 71-0  
Fax: (08 21) 90 71-55 56  
E-Mail: [poststelle@lfu.bayern.de](mailto:poststelle@lfu.bayern.de)  
Internet: [www.lfu.bayern.de](http://www.lfu.bayern.de)

### Redaktion:

LfU Referat 12

### Bildnachweis:

Bayerisches Landesamt für Umwelt / Autoren

### Druck:

Eigendruck Bayer. Landesamt für Umwelt

Gedruckt auf Papier aus 100 % Altpapier.

### Stand:

Oktober 2009

Diese Druckschrift wurde mit großer Sorgfalt zusammengestellt. Eine Gewähr für die Richtigkeit und Vollständigkeit kann dennoch nicht übernommen werden. Sofern in dieser Druckschrift auf Internetangebote Dritter hingewiesen wird, sind wir für deren Inhalte nicht verantwortlich.

---

## Inhaltsverzeichnis

<b>Effiziente Gebäude – Grundsätzliche Anforderungen und Stand der Technik</b>	<b>5</b>
Dr. Josef Hochhuber, LfU	
<b>Energetische Sanierung Wenn schon, denn schon, dann auch schön</b>	<b>14</b>
Dipl.-Ing. Prof. Helmut Krapmeier, Architekt, Energieinstitut Vorarlberg	
<b>Energieeffiziente Produkte und Techniken rund ums Haus - Informationskampagnen des LfU</b>	<b>17</b>
Michael Schneider, Michael Heidler, Dr. Anne Theenhaus, LfU	
<b>Bestandserfassung von Gebäudeschadstoffen bei Sanierung und Modernisierung</b>	<b>39</b>
Dipl.-Ing. Alfred Kratochwil, IGUTEC Ingenieurgemeinschaft für Umwelttechnologien GmbH	
<b>Biozide in Baumaterialien – Ein Problem für unsere Gewässer?</b>	<b>45</b>
Dr. Rudolf Stockerl, LfU	
<b>Radon in Häusern</b>	<b>49</b>
Elisabeth Albrecht, LfU	
<b>Fördermöglichkeiten für umweltgerechte Sanierungs- und Baumaßnahmen</b>	<b>63</b>
Dipl.-Ing. Oswald Silberhorn, Regionalbeauftragter der Bayer. Ingenieurkammer-Bau, IBOS-TGA Ing. Gesellschaft f. Techn.-Gebäude-Ausrüstung mbH	
<b>Markt der Möglichkeiten</b>	<b>69</b>
<b>Bauteilbörse Augsburg-Schwaben / <a href="http://www.bauteilboerse-augsburg.de">www.bauteilboerse-augsburg.de</a></b>	<b>69</b>
Dr. Pia Haertinger, Andreas Bucksch, Bauteilbörse Augsburg-Schwaben, SKM Augsburg, Katholischer Verband für soziale Dienste e.V.	
<b>Architektur und Abfallwirtschaft</b>	<b>70</b>
Dr. Ulrich Lottner, LfU	
<b>Tagungsleitung / Referenten</b>	<b>75</b>



# Effiziente Gebäude – Grundsätzliche Anforderungen und Stand der Technik

**Dr. Josef Hochhuber, LfU**

## Kurzfassung

Die Steigerung der Energieeffizienz ist typischerweise die wirtschaftlichste und umweltverträglichste Form des Klimaschutzes. Ein besonders großes Potenzial liegt im Gebäudesektor. Die Optimierung der Energieeffizienz in Büro- und Gewerbegebäuden ist wesentlich komplexer als bei Wohngebäuden. Insbesondere die weit verbreitete Glasbauweise von Gebäuden hat vielerorts den Energieverbrauch eher noch steigen als sinken lassen. Besonders die Bereiche Kühlung, Beleuchtung und Belüftung von Gebäuden haben sich bei vielen Bürogebäuden als die großen Schwachstellen herausgestellt.

Das Bayerische Landesamt für Umwelt hat deshalb zusammen mit der Obersten Baubehörde einen Planungsleitfaden erarbeiten lassen, der insbesondere die regelmäßig auftretenden Problemfelder beleuchtet. Der Leitfaden gibt einerseits dem Fachplaner wertvolle Hinweise zu technischen und bauphysikalischen Detailanforderungen an zukunftsfähige Gebäude, andererseits fasst er für Bauherren, Politiker und interessierte Laien die wichtigsten Aspekte zu den sogenannten „10 Geboten für energieeffiziente Bürogebäude“ zusammen. Die Empfehlungen gelten sowohl für Neubau wie für Gebäudesanierung.

## 1 Energieeffizienz als Grundlage zukunftsfähiger Energieversorgung

Basis der Überlegungen sollten die Anforderungen des Weltklimarates (IPCC) an die Reduzierung der weltweiten CO<sub>2</sub>-Emissionen sein. Um den globalen Temperaturanstieg auf zwei Grad zu begrenzen, sind Reduzierungen in den Industriestaaten von 85 % erforderlich. Weltweit dürfen pro Erdenbürger im Jahr 2050 nur noch etwa 1,5 t CO<sub>2</sub> pro Jahr ausgestoßen werden. Dieses Ziel kann nur durch eine an dem Langfristziel orientierte und volkswirtschaftlich und ökologisch optimierte Herangehensweise erreicht werden. Viele erneuerbare Energieträger sind nicht wirklich CO<sub>2</sub>-frei oder sind mit erheblichen negativen Umweltauswirkungen verbunden. Das Grundprinzip einer nachhaltigen Energieversorgung sollte daher lauten: Erst den Energieverbrauch minimieren und dann den Restbedarf mit erneuerbaren Energien decken.

Die Steigerung der Energieeffizienz ist in der Regel der kostengünstigste und umweltverträglichste Weg, die Emissionen von Treibhausgasen zu verringern. Es gilt, nicht nur nach neuen Energieträgern zu suchen, sondern die vorhandenen Energieträger besser auszunutzen. Wichtig ist, sich auf die Bereiche zu konzentrieren, in denen die größten Einsparpotenziale bestehen. Insbesondere Gebäude spielen hier eine zentrale Rolle. Einerseits gibt es durch die Entwicklung neuer Baustoffe und Bautechniken in den letzten Jahren ganz neue Möglichkeiten, den Energieverbrauch gegenüber herkömmlichen Gebäuden um etwa 80 % zu senken. Andererseits sind z. B. aufgrund der erwarteten heißeren Sommer bei gleichzeitig steigenden Anforderungen an den Nutzerkomfort neue Techniken zur energieeffizienten Gebäudekühlung erforderlich

## 2 Der Planungsleitfaden

Das Bayerische Landesamt für Umwelt (LfU) führt seit vielen Jahren im Auftrag des Bayerischen Staatsministeriums für Umwelt und Gesundheit Projekte durch, die die Möglichkeiten sparsamer und effizienter Energienutzung vor allem im Gewerbebereich aufzeigen. Die Oberste Baubehörde beschäftigt sich seit langem mit den Möglichkeiten, vor allem öffentliche Gebäude so zu konzipieren, dass sie bei höchstem Nutzwert möglichst wirtschaftlich hergestellt und betrieben werden können. Der vorliegende gemeinsame Planungsleitfaden fasst die Erfahrungen zusammen und ergänzt sie um die Erfahrungen aus dem vom Bundesforschungsministerium geförderten EnoB-Projekt zum Energieeffizienten Bauen und Sanieren von zukunftsfähigen Bürogebäuden.

Während bei Wohngebäuden vor allem der Aspekt der Gebäudebeheizung im Mittelpunkt steht, tritt dieser Aspekt bei vielen Bürogebäuden eher in den Hintergrund. In vielen Bürogebäuden muss heute bereits mehr Energie zur Kühlung im Sommer als zur Beheizung im Winter aufgewendet werden. Hinzu kommt der Energieverbrauch für Beleuchtung, Belüftung und den Betrieb der Bürogeräte. Während man bei neuen Wohngebäuden mit der Einhaltung des Passivhausstandards den Stand der Technik erfüllt, muss die Planung von Büro- und Gewerbegebäuden das komplexe Zusammenspiel der unterschiedlichen Bereiche berücksichtigen. Entscheidend ist daher eine Minimierung des Primärenergiebedarfs durch ein Gesamtkonzept, das der Detailplanung, insbesondere auch dem abschließenden architektonischen Entwurf vorausgeht. Ein maximaler jährlicher Primärenergiebedarf von 100 kWh pro m<sup>2</sup> Nettogrundfläche wird als Stand der Technik für zukunftsfähige Bürogebäude angesehen.

Der Planungsleitfaden bezieht sich sowohl auf Neubauten als auch auf Sanierungskonzepte, da das Ziel eines komfortablen, wirtschaftlichen, umweltverträglichen und architektonisch gelungenen Gebäudes in beiden Fällen identisch ist. Der Leitfaden zeigt die Anforderungen und Zusammenhänge auf, die bei Neubauten und Sanierungen von Bürogebäuden zu beachten sind. Aus den Erfahrungen bereits realisierter Projekte zeigt sich, dass das meiste gewonnen ist, wenn einige wenige zentrale Grundprinzipien bei der Planung eingehalten werden. Beispielsweise bedeutet eine vollflächige Fasadenglasung fast immer Einschränkungen bei Komfort, Wirtschaftlichkeit und Energieverbrauch. Die zentralen Anforderungen wurden daher zusammenfassend für Entscheidungsträger in Form von „10 Geboten“ herausgearbeitet.

Die im Leitfaden beschriebenen Anforderungen an die Planung von Bürogebäuden gelten grundsätzlich auch für andere Gebäude, wie Schulen, Veranstaltungsgebäude oder Schwimmhallen. Bei diesen Gebäuden muss der Planer aber noch individuelle zusätzliche Anforderungen beachten, wie z. B. erhöhte Anforderungen an den Luftwechsel in Schulgebäuden, den Brandschutz in Veranstaltungsgebäuden oder den Aspekt der hohen Luftfeuchte und der Hygiene in Schwimmbädern. Der Leitfaden kann keinen kompetenten Fachplaner ersetzen. Er soll aber Entscheidungsträger von staatlichen und privatwirtschaftlichen Nichtwohngebäuden dabei unterstützen, die Grundprinzipien zukunftsfähiger Gebäudekonzepte zu erkennen. Sie können dann als Grundlage der Planung vorgegeben werden.

Die Grundprinzipien und die grundsätzlichen Anforderungen an zukunftsfähige Gebäude lassen sich grundsätzlich auch auf Wohngebäude übertragen. Orientiert man sich bei Gebäuden an den künftigen Anforderungen, sind dort bereits heute im Neubaubereich der Passivhausstandard und bei Sanierungen der 3-Liter-Haus-Standard als Stand der Technik anzusehen. Beide Standards sind heute in zahlreichen Praxisbeispielen umgesetzt.

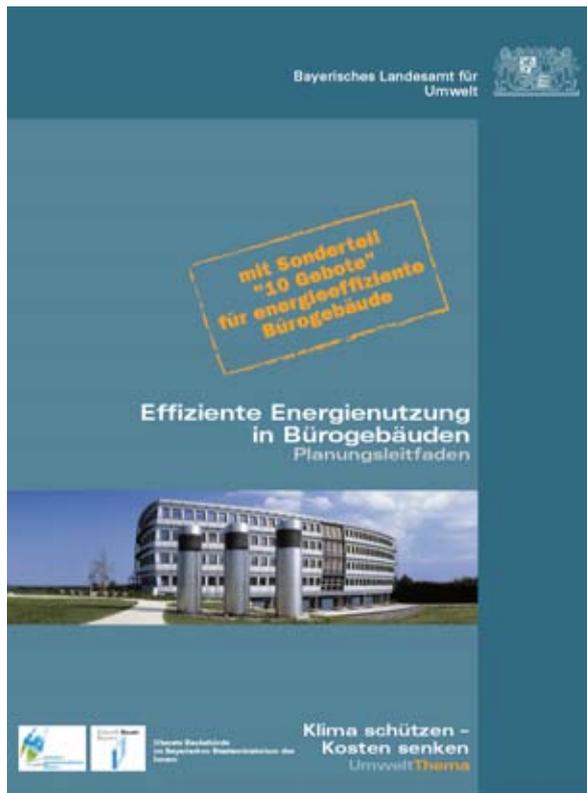


Abb. 1: Der Leitfaden –  
im Internet erhältlich unter:  
[http://www.bestellen.bayern.de/  
shoplink/lfu\\_klima\\_00053.htm](http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_klima_00053.htm)

### 3 Die 10 Gebote im Einzelnen

#### 3.1 Integrales Konzept zur Minimierung des Gesamtenergiebedarfs

Grundlage einer integrierten Planung ist die Festlegung eines Zielwertes für den Primärenergiebedarf des Gebäudes. In Fachkreisen wird heute ein Zielwert von 100 kWh/m<sup>2</sup>a als Stand der Technik angesehen. Dieser Wert konnte auch bereits bei einer Reihe von Beispielgebäuden umgesetzt werden.

#### 3.2 Kompakte Bauweise und sehr guter baulicher Wärmeschutz

Während die kompakte Bauweise vor allem bei kleinen Gebäuden relevant ist, spielt der gute bauliche Wärmeschutz bei allen Gebäuden eine zentrale Rolle. Eine am Passivhausstandard orientierte Dämmung bildet die Grundlage zur Erreichung des Zielwertes von 100 kWh/m<sup>2</sup>a PEV. Die hohen Anforderungen gelten für alle Bestandteile der Außenhülle inkl. Dach, Fenster und Bodenplatte. Eine gute Dämmung sorgt auch für ein Maximum an Behaglichkeit und Schutz der Bausubstanz.



Abb. 2: Hochwertige Fassadendämmung nach dem Passivhaus-Standard

### 3.3 Angepasste Glasflächen und Verglasungsqualitäten

Vollflächige Glasfassaden haben sich in den vergangenen zwei Jahrzehnten stark ausgebreitet mit allen Nachteilen und Problemen. Neben hohen Erstellungs- und Betriebskosten (Reinigung, Energiekosten) fallen vor allem die starke Auskühlung im Winter und die Überhitzung im Sommer ins Gewicht. Der Glasanteil der Fassade sollte möglichst nicht über 30 - 40 % liegen, auf der Südfassade ggf. auch höher. Empfehlenswert sind 3-Scheiben-Verglasungen und Rahmensysteme, die einen UW-Wert von  $< 0,8$  für die Fenster ermöglichen.



Abb. 3: Energiesparfenster mit 3-Scheiben-Verglasung

### 3.4 Integrale Lüftungsplanung

Eine integrale Lüftungsplanung beinhaltet alle Aspekte, die eine hohe Luftqualität bei minimalem Aufwand ermöglichen. Dazu gehören die Verwendung schadstoffarmer Materialien ebenso wie die widerstandsminimierte Luftführung und ein intelligentes Brandschutzkonzept.

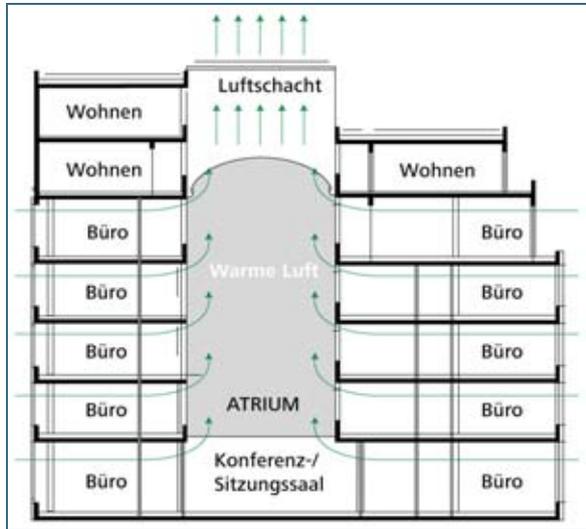


Abb. 4: Konzept zur Kühlung und Lüftung des Bürogebäudes „Ostarkaden“ der KfW in Frankfurt

### 3.5 Effiziente Lüftungsanlagen

Besser als Fensterlüftung und Abluftanlagen sind moderne Lüftungsanlagen mit Zu- und Ablufführung inkl. Wärmerückgewinnung. Bei höchstem Nutzerkomfort lassen sich bis zu 90 % der Abluftwärme zurückgewinnen (bei kleinen Anlagen auch mehr). Eine kontrollierte Lüftung setzt eine weitgehend luftdichte Hülle voraus, die ungewollte Luftströmungen minimiert.



Abb.5: Luftdichtheits-test zur Feststellung der Qualität der Bauausführung

### 3.6 Effizientes Raumklimakonzept und Minimierung innerer und äußerer Wärmelasten

Bei vielen Bürogebäuden übertrifft heute bereits der Energieverbrauch für die Kühlung den für die Beheizung der Gebäude. Im Idealfall kann man in Mitteleuropa ein Bürogebäude komfortabel ohne Klima- und Kälteanlage betreiben, wenn alle Möglichkeiten zur Vermeidung von Wärmeeintrag ausgeschöpft werden. Dazu gehören die Minimierung innerer Wärmelasten (energiesparende Anlagen, Geräte und Beleuchtung, Abschalten außerhalb Betriebszeiten) und die Vermeidung äußerer Lasten durch geeigneten Sonnenschutz.



Abb. 6: Verstellbarer außen liegender Sonnenschutz zur Vermeidung äußerer Lasten

### 3.7 Nutzung von Tageslicht mit angepasstem architektonischem Entwurf

Die richtig dosierte Zufuhr von Tageslicht steigert das Wohlbefinden, führt im Vergleich zu Kunstlicht zu wesentlich geringeren Wärmeeinträgen und spart den Lichtstrom. Neuere Außenjalousien lassen eine selektive Einstellung der Lamellen in verschiedenen Höhen zu und ermöglichen eine optimale Lichtdosierung. Optimale Himmelsrichtungen für Fenster sind Süden und Norden. West- und Ostfenster führen im Sommer wegen der auf den Scheiben senkrecht stehenden Sonne zu hohen Wärmeeinträgen.



Abb. 7: Optimierte Tageslichtnutzung im Berliner Reichstagsgebäude

### 3.8 Effiziente künstliche Beleuchtung

Neben optimierten Systemen von Leuchtstoffröhren mit Spiegelrasterleuchten und bedarfsabhängiger Steuerung kommen zunehmend innovative Lichtsysteme z. B. auf der Basis von LED Lampen zum Einsatz.

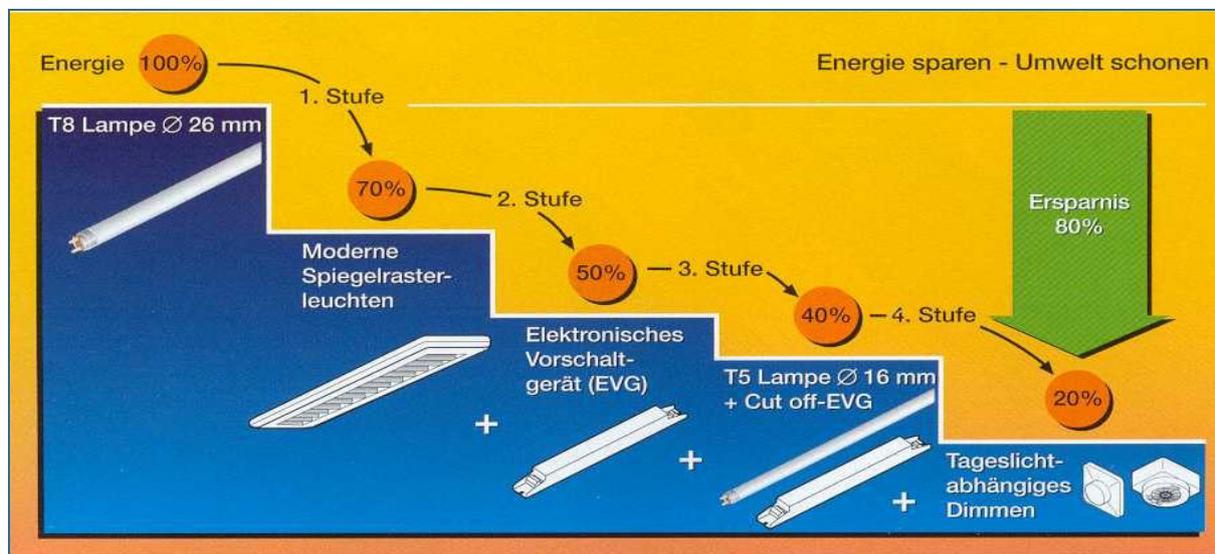


Abb. 8: Selbst bei vorhandenen Leuchtstofflampen, lassen sich noch bis zu 80 % Strom einsparen.

### 3.9 Wärme- und Kältebereitstellung mit minimalen Primärenergiekennwerten

Auf der Basis eines minimierten Kälte- und Wärmebedarfs kann der Restbedarf an Kälte und Wärme aus erneuerbaren Energiequellen gedeckt werden. Für die Beheizung kommen hier beispielsweise Geothermie und Wärmepumpen oder Biomassenutzung in Frage. Die Kältebereitstellung kann über Nutzung der Grundwasserkälte oder Kühlung der Frischluft in Erdkanälen erfolgen. Betonkernaktivierung bzw. allgemein Bauteilaktivierung sind im Neubau ein gutes System zur effizienten Wärme- und Kälteverteilung.



Abb. 9: Nutzung von Grundwasserkälte zur Gebäudekühlung mittels Betonkernaktivierung

### 3.10 Energie-Monitoring und Betriebsoptimierung

Praktisch jedes neue Gebäude braucht eine Einfahrphase, in der die Nutzer das Gebäude kennenlernen, die Anlagentechnik richtig eingestellt wird und Mängel beseitigt werden. Gut platzierte Energiezähler und Temperaturanzeiger helfen bei der Optimierung der Systeme. Typischerweise kann durch eine Optimierung in der Einfahrphase der Energieverbrauch um etwa 15 % gesenkt werden.



Abb. 10: ungewollte  
Schwerkraftzirkulation  
an einer Solarthermie-  
anlage

# Energetische Sanierung

## Wenn schon, denn schon, dann auch schön

**Dipl.-Ing. Prof. Helmut Krapmeier, Architekt, Energieinstitut Vorarlberg**

### Ausgangssituation

Dass fossile und nukleare Energieträger mittelfristig knapp und teuer werden, ist mittlerweile unbestritten. Dass außerdem die Verbrennung fossiler Energieträger zu einer Klimaerwärmung führen wird ist ebenfalls unbestritten. Dass in unseren zentraleuropäischen Ländern 40 % des gesamten Energieverbrauchs für den angenehmen Aufenthalt in Gebäuden verbraucht wird (und wenn man die „grauen“ Energiemengen für Errichtung, Renovierung und Abbruch richtigerweise dazu rechnet sind es mehr als 50 %) ist eine Tatsache. Dass dieser enorme Energieverbrauch sogar zu ¾ aus fossilen Energiequellen stammt, zeigen die trockenen Statistiken aus Österreich, das zu den Ländern mit dem höchsten Anteil an erneuerbaren Energieträgern zählt. Sanierungen werden in Österreich gefördert, wenn das Gebäude älter als 10 Jahre ist. Altbauten sind also Gebäude, die älter als 10 Jahre sind und das sind rund 90% des gesamten Gebäudebestands. Die Sanierungsrate beträgt derzeit rund 1 %, die jährliche Erneuerungsrate beträgt ebenfalls 1 %.

### Das Ziel

Die EU hat sich zum Ziel gesetzt die CO<sub>2</sub> Emissionen bis zum Jahr 2050 um 80 % und den Energieverbrauch insgesamt um 50 % zu senken. Wenn das nicht durch Stillstand von Autos und Maschinen und durch Frieren im Winter und Schwitzen im Sommer erreicht werden soll, müssen wir unsere Aktivitäten, Produkte und Gebäude höchst energieeffizient und nachhaltig gestalten, erzeugen, bauen und betreiben.

### Die Maßnahmen für den Gebäudebestand

Die für den Neubau entwickelten energieeffizienten und nachhaltigen Bauprodukte können natürlich auch bei der Sanierung und Erneuerung von alten Gebäuden eingesetzt werden. Zahlreiche Architekten konnten an gebauten/sanierten Beispielen beweisen, dass 80 % Energieeinsparungen bei gleichzeitig höherem thermischem Komfort auch kostengünstig gemacht werden können. Um die Ziele zu erreichen müssen die Sanierungsraten erhöht, aber zu allererst auf ein hohes energiespezifisches Niveau gebracht werden.

### Wenn schon, denn schon

Wenn ein Bauteil an einem alten Haus repariert wird, dann wird der Eigentümer meist an diesem Bauteil das nächste Jahrzehnt oder länger nicht abermals eine Verbesserungsmaßnahme durchführen. Die Eigentümerin würde z. B. die Dämmung der Außenwände, die sie vor 5 Jahren mit 10 cm hat durchführen lassen nicht auf 25 cm verstärken, weil die Energiepreise höher gestiegen sind als angenommen. Diese Maßnahme würde sich nicht rentieren, weil der erst kürzlich erneuerte Putz erst wieder in 20 Jahren erneuert werden muss und daher eine abermalige Sanierung sehr teuer wird. Aus diesem Grund gilt die Devise: „wenn schon, denn schon“. Das bedeutet zum jeweiligen Zeitpunkt, wenn eine Reparatur, eine soundso notwendige bauliche oder haustechnische Sanierung notwendig

ist, diese auch energietechnisch dem Stand des Wissens entsprechend durchzuführen. Dann und nur dann wird es uns gelingen, in 40 Jahren, also im Jahr 2050, 80 % weniger CO<sub>2</sub> in unsere Luft zu pusten. Die nachvollziehbaren Berechnungen dazu sind publiziert.

## Wenn schon, denn schon, dann aber auch schön

Mit Recht kritisieren ArchitektInnen das „Einpacken von Architektur“. Wenn thermischen Verbesserungsmaßnahmen planlos und ohne Feingefühl gemacht werden, dann werden vorher gut proportionierte und schön gegliederte Fassaden durch das Aufkleben von dicken Wärmedämmverbundsystemen ästhetisch hässlich. Fensterlaibungen verkommen dann zu finsternen, schießschartenartigen Löchern. Die ohnedies vernachlässigte Baukultur würde bis auf wenige Denkmäler und seltene Ausnahmen verschwinden und das wäre schade für unsere gebaute Umwelt, die mehr bieten sollte als nur ein Wetterschutz zu sein.

Dass wärmetechnische Verbesserungen auch schön sein können, beweisen zahlreiche Beispiele, z. B. auch jene, die vom österreichischen „Staatspreis für Architektur und Nachhaltigkeit“ prämiert wurden.

## Wirtschaftlichkeit und Ökonomie

Die größte Hürde für nachhaltiges Bauen und Sanieren sind die Forderungen nach „Wirtschaftlichkeit“ unter Randbedingungen, die kurzfristig, für eine nachhaltige Entwicklung unserer gebauten Umwelt kontraproduktiv und für die angespannte Arbeitsmarktsituation schädlich sind.

Diese falschen Randbedingungen sind:

- kurze Amortisationszeiten statt eines Vergleichs der Kostengleichheit über den gesamten Nutzungszeitraum.
- Fehlende Einrechnung der schon heute bekannten Folgewirkungen der CO<sub>2</sub> Emissionen, die so genannten externalisierten Kosten.
- Fehlende Monetarisierung des messbar höheren Komforts
- Fehlende Monetarisierung der höheren Ausführungsqualität bei entsprechendem Nachweis
- Verwendung der Energiepreise fossiler und nuklearer Energieträger, weil diese weder unbegrenzt verfügbar, noch für den Menschen unschädlich sind. Stattdessen sollten die Kosten für unbegrenzt verfügbare Energieträger zur Berechnung von Wirtschaftlichkeitsberechnungen herangezogen werden.

## Vorbild öffentliche Bauten

Einige Länder und Gemeinden haben bewiesen, dass es hilfreich ist Grundsatzbeschlüsse zu fassen:

z. B. haben die Städte Frankfurt und Wels, haben einige Gemeinden in Vorarlberg schriftliche Beschlüsse gefasst sämtliche Neubauten nur mehr in Passivhausqualität und sämtliche Sanierung in adäquater Weise zum Neubau planen und durchführen zu lassen,

z. B. hat der Vorarlberger Landtag einstimmig das Ziel der Energieautonomie Vorarlbergs beschlossen,

z. B. hat der größte gemeinnützige Vorarlberger Wohnbauträger beschlossen, Sanierungen nur noch mit Passivhauskomponenten durchzuführen.

Diese Liste ließe sich bei entsprechender Recherche noch lange fortsetzen, zeigt damit aber, dass der richtige Weg darin besteht, sich Ziele zu setzen und sie konsequent zu verfolgen.

## Fazit für die Umsetzung energieeffizienter, nachhaltiger Sanierungen

Das Wünschenswerte ist möglich. Das Mögliche ist gebaut. Die Forderung nach entsprechenden Verankerungen in Ausbildung, Weiterbildung, Fortbildung, Förderung, Normung, Richtlinien und Gesetzen ist berechtigt und notwendig.

### Literaturhinweise

Energetische Gebäudesanierung mit Faktor 10, Abschlussbericht, DBU-Projekt AZ 19208, Deutsche Bundesstiftung Umwelt, An der Bornau 2, 49090 Osnabrück, Dr. Burkhard Schulze Darup (Hrsg.)

Querschnittsstudie des IWU zur Energieeinsparung im Gebäudebestand; Hrsg: VdW südwest, [daniela.shumate@vdwsuedwest.de](mailto:daniela.shumate@vdwsuedwest.de); Tel.: +49/69/97065101

Abschlussbericht Faktor 10 Sanierungsprojekte; Hrsg.: Energieinstitut Vorarlberg; Kurt Hämmerle

Tagungsband ökosan 09, AEE Institut für nachhaltige Technologien, A 8900 Gleisdorf

### Internethinweise

[www.staatspreis.klimaaktiv.at](http://www.staatspreis.klimaaktiv.at) | [www.klimaaktivhaus.at](http://www.klimaaktivhaus.at) | <http://www.deutschlandenergieautark.de> | [www.tesenergyfacade.com](http://www.tesenergyfacade.com) |

### Sonstiges

Faktor 10 Film, Sanierungsprojekte; Dokumentation; Hrsg.: Energieinstitut Vorarlberg, Kurt Hämmerle

## Energieeffiziente Produkte und Techniken rund ums Haus - Informationskampagnen des LfU

**Michael Schneider, Michael Heidler, Dr. Anne Theenhaus, LfU**

Das Bayerische Landesamt für Umwelt führt im Auftrag des Bayerischen Staatsministeriums für Umwelt und Gesundheit Kampagnen für energieeffiziente Techniken durch. Es gibt viele energieeffiziente Produkte auf dem Markt, die vom Verbraucher nur wenig beachtet werden, weil über deren Vorteile zu wenig bekannt ist. Mit Informationsmaterial (z. B. Flyer), einem Internetauftritt ([www.lfu.bayern.de/energieeffizienz](http://www.lfu.bayern.de/energieeffizienz)), einem Informationsstand auf Messen, und Aktionen mit Kooperationspartnern informieren wir über ausgewählte hocheffiziente Techniken. Wir haben die Erfahrung gemacht, dass die Verbraucherinnen und Verbraucher oft sehr dankbar sind, wenn sie neutrale Informationen über Produkte erhalten, mit denen sie ihre Energiekosten senken können.

Im Folgenden stellen wir hocheffiziente Produkte kurz vor.



Abb. 1: Exponate der Kampagnen für energieeffiziente Techniken

## Hocheffiziente Heizungsumwälzpumpen

Die Heizungsumwälzpumpe pumpt während der Heizperiode ununterbrochen das erwärmte Heizungswasser vom Heizkessel zu den Heizkörpern und hält so den Wasserkreislauf in Betrieb. Vielen Verbrauchern ist nicht bewusst, dass die Heizungsumwälzpumpe der größte Stromverbraucher im Haus sein kann. Sie verbraucht oft mehr Strom als der Elektroherd oder das Gefriergerät. Seit einigen Jahren gibt es hocheffiziente Heizungsumwälzpumpen auf dem Markt, die das Energielabel mit der Effizienzklasse A tragen (das Label ist z. B. von Waschmaschinen bekannt). Diese Pumpen haben einen Permanentmagnetmotor, der im Vergleich zu den herkömmlichen Pumpen (Asynchronmotor) einen viel höheren Wirkungsgrad erreicht. Hocheffizienzpumpen erzielen den gleichen Effekt mit bis zu 70 % weniger Strom. Zusätzlich können die hocheffizienten Pumpen ihre Leistungsaufnahme dem tatsächlichen Bedarf anpassen. Wenn die Ventile der Heizkörper zuge dreht werden, arbeitet die Hocheffizienzpumpe langsamer und verbraucht dadurch weniger Energie. Die Folge sind weniger als 18 € Stromkosten pro Jahr. Da lohnt sich oft schon ein Pumpentausch, auch wenn die alte Pumpe noch nicht kaputt ist. Seit dem 1. April 2009 vergibt die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) einen Zuschuss für den Austausch von alten unregulierten Heizungspumpen gegen Hocheffizienzpumpen. Der Zuschuss beträgt 25 % der Kosten für die durchgeführte Maßnahme. Liegen die Kosten unter 400 €, beträgt der Zuschuss 100 €. Bei so viel staatlicher Unterstützung haben Sie die Kosten für den Pumpentausch nach zwei bis drei Jahren wieder eingespart.

## Energieeffiziente Beleuchtung

Strom bei der Beleuchtung zu sparen ist einfacher als man denkt. Ziel dieser Kampagne ist zu verdeutlichen, in welchem Umfang und in welchen Situationen bestimmte Lampen geeignet sind, und was dadurch zusätzlich für die Umwelt geleistet werden kann.

Die Glühbirne muss niemandem fehlen, denn es gibt eine Vielzahl energieeffizienter Alternativen, mit denen die Stromkosten deutlich sinken. Diese Alternativen haben eine vielfach gesteigerte Lichtausbeute gegenüber Glühlampen oder veralteten Leuchtstofflampen.

Kompaktleuchtstofflampen sparen fast 80 % an Energie. Auch in der gesamten Energiebilanz, einschließlich Herstellungsenergie, sind sie der Glühbirne voraus. In vielen kontrovers diskutierten Bereichen wie Quecksilbergehalt, elektromagnetische Strahlung und UV-Strahlung ist sie weitaus besser als ihr Ruf.

Die energiesparende LED-Beleuchtung hat eine unschlagbare Lebensdauer und ist erschütterungs fest. Auch gibt es keine Energie- oder Lampenverluste beim Einschalten und kein unerwünschtes Flackern. Da die LED mit einem gerichteten Lichtstrom leuchtet, kann mit effizientem Einsatz die Lichtausbeute für definierte Bereiche sogar um einiges höher sein als die der Leuchtstofflampen.

Im Bereich der Allgemeinbeleuchtung stellen T5-Leuchtstofflampen mit reflektierendem Gehäuse den Stand der Technik dar. Sie übertreffen LEDs in der Lichtausbeute und sind für Keller-, Büro- und Industriebereiche hervorragend geeignet. Natrium- und Halogenmetaldampflampen haben die momentan höchste Lichtausbeute und finden Verwendung in der städtischen und industriellen Außenbeleuchtung.

## Energiesparfenster mit 3-Scheiben-Verglasung

Im Hinblick auf die Wärmeverluste sind Fenster eine der wesentlichen Schwachstellen eines Gebäudes, denn Fenster haben deutlich schlechtere Wärmedämmwerte als andere Gebäudeelemente (Außenwände, Decke bzw. Dach, Kellerdecke bzw. Erdgeschoss-Fußboden). So können bei einem Haus 25-30% der Wärme über die Fenster verloren gehen.

Durch den technischen Fortschritt konnten die Wärmeverluste von Fenstern in den letzten 30 Jahren um bis zu 90% verringert werden. Den besten Schutz vor Wärmeverlusten bieten heute Energiesparfenster mit 3-Scheiben-Verglasung.

Zum Vergleich:

Der jährliche Wärmeverlust bei einem einfachverglasten Fenster fordert den Energieaufwand von ungefähr 67 Litern Heizöl pro m<sup>2</sup> Fensterfläche (was einer CO<sub>2</sub>-Emission von ca. 210 kg entspricht). Demgegenüber reduziert sich der jährliche Energieverlust bei einem Energiesparfenster mit 3-Scheiben-Verglasung auf bis zu 7 Liter Heizöl pro m<sup>2</sup> (dies entspricht einer CO<sub>2</sub>-Emission von ca. 22 kg).

Aber Energiesparfenster mit 3-Scheiben-Verglasung entlasten nicht nur den Geldbeutel und tragen zum Klimaschutz bei. Auch in Bezug auf Wohnkomfort und Behaglichkeitsempfinden bieten sie zahlreiche Vorteile und machen damit unangenehme Komforteinbußen wie Zugerscheinungen, „Kältestrahlung“ oder Tauwasserbildung am Fenster vergessen. Verantwortlich für den deutlichen Komfortgewinn durch die 3-Scheiben-Verglasung ist die höhere Oberflächentemperatur der raumseitigen Glasscheibe, die für eine ausgezeichnete Behaglichkeit im Wohnraum sorgt.

Energiesparfenster mit 3-Scheiben-Verglasung sind High-Tech-Produkte und in allen Materialien (Holz, Holz-Aluminium, Kunststoff, Kunststoff-Aluminium, Aluminium) auf dem Markt verfügbar. Die Mehrkosten sind inzwischen überschaubar - darüber hinaus sollte aus wirtschaftlicher Sicht gerade beim Fensterkauf über die kurzfristig zu tätige Investition hinaus gedacht werden. Fenster sind ein vergleichsweise langlebiges Produkt (die durchschnittliche Fensterlebensdauer liegt bei etwa 30 Jahren), bei dem sich die Investitionen auf einen langen Zeitraum verteilen. Und angesichts der zu erwartenden Energiepreisstörungen in den nächsten Jahren und Jahrzehnten wird sich die Investition in moderne Fenster mit 3-Scheiben-Verglasung immer schneller auszahlen. Da alle neuen Fenster dicht sind, sollte zur Schimmelbildung an den Wänden der Fenstertausch mit einer Fassadendämmung verbunden werden.

## Energiespararmaturen

Bei Einhebelmischern befindet sich der Wasserhebel meist in der Mittelstellung. Dies ist eine Energiefalle, denn auf Mittelstellung wird auch warmes Wasser angefordert. Wenn Sie sich nur kurz die Hände waschen, erhalten Sie lediglich kaltes Wasser und bis das warme Wasser bei Ihnen angekommen ist, haben Sie das Wasser schon wieder ausgestellt. Das angeforderte warme Wasser bleibt ungenutzt in der Leitung und kühlt langsam wieder aus. Das führt zu einem Wärmeverlust! Was können Sie dagegen tun? Entweder, Sie stellen den Hebel bewusst nach rechts, oder Sie bauen Energiespararmaturen ein. Diese fordern auf Mittelstellung kaltes Wasser an. Erst, wenn der Hebel nach links gestellt ist, wird warmes Wasser angefordert. Besonders geeignet sind die Energiespararmaturen bei Waschbecken, die häufig frequentiert sind, z.B. in Gaststätten oder Bürogebäuden.

Link zu den Kampagnen: [www.lfu.bayern.de/energieeffizienz](http://www.lfu.bayern.de/energieeffizienz).

Folgende Flyer können Sie kostenlos über das Landesamt für Umwelt bestellen:

- Mit hocheffizienten Heizungspumpen Stromkosten sparen!
- Durch Energiesparfenster mit 3-Scheiben-Verglasung Heizkosten sparen!
- Fenster mit sehr gutem Schall- und Wärmeschutz
- Warmwasser sparen mit Energiespar-Armaturen
- Stromkosten sparen mit energieeffizienter Beleuchtung!

Kampagnen für Energieeffizienz Bayerisches Landesamt für Umwelt 

## Viele energieeffiziente Produkte finden zu wenig Absatz!

**Ursachen:**

- **Die Produkte sind wenig bekannt**
  - ⊗ Geringe Präsenz solcher Produkte im Handel
- **Der Verbraucher ist verunsichert**
  - ⊗ Mangel an Informationen von neutraler Seite
  - ⊗ Gerüchte und Fehlinformationen (z. B. Thema „Glühbirnenverbot/ Energiesparlampen“)
- **Die Produkte sind dem Verbraucher zu teuer**
  - ⊗ Oftmals entscheidet alleine der Anschaffungspreis (Gesamtkosten spielen keine Rolle)
  - ⊗ Geringe Nachfrage → niedrige Stückzahlen → höhere Produktionskosten → höherer Preis



2 © LfU / Referat 22 / 27.10.2009

Kampagnen für Energieeffizienz Bayerisches Landesamt für Umwelt 

## Ziele der Kampagnen:

- **Bekanntmachung energieeffizienter Produkte**
  - Zusammenarbeit mit Handwerk für offensive Vermarktung
  - Handel muss auf verstärkte Nachfrage reagieren
- **Aufklärung des Verbrauchers**
  - Objektive Informationen von unabhängiger Stelle
  - Ausräumen von Vorurteilen und falschen Darstellungen
- **Günstigere Preise und andere Kostenbetrachtung**
  - Amortisationsrechnung, Berücksichtigung der Gesamtkosten bei der Anschaffung
  - Nachfrage steigt → höhere Stückzahlen → Produktionskosten sinken → geringere Preise



3 © LfU / Referat 22 / 27.10.2009

## LfU-Kampagnen schaffen win-win-win-Situation

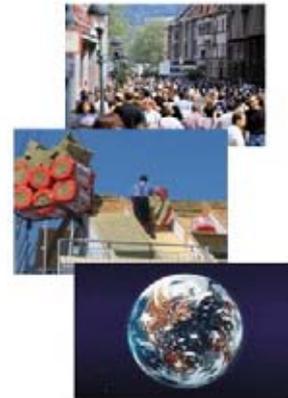
### ☺ Vorteile für den Verbraucher

- Geringere Energiekosten (vor dem Hintergrund steigender Energiepreise)
- Bei vielen Techniken: Komfortgewinn (zumindest aber kein Komfortverlust)
- Bei Wohneigentum: Steigerung des Immobilienwertes

### ☺ Vorteile für das Handwerk

- Auftragszahlen steigen
- Stärkung der Betriebe im Wettbewerb

### ☺ ... und ganz besonders freut sich das Klima



4

© LfU / Referat 22 / 27.10.2009

## LfU-Kampagnen für folgende Techniken:

### Hocheffiziente Heizungsumwälzpumpen



### Energieeffiziente Beleuchtung



### Energiesparfenster mit 3-Scheiben-Verglasung



### Energiespar-Armaturen



5

© LfU / Referat 22 / 27.10.2009

## Produkt 1:

### Hocheffiziente Heizungsumwälzpumpen



6

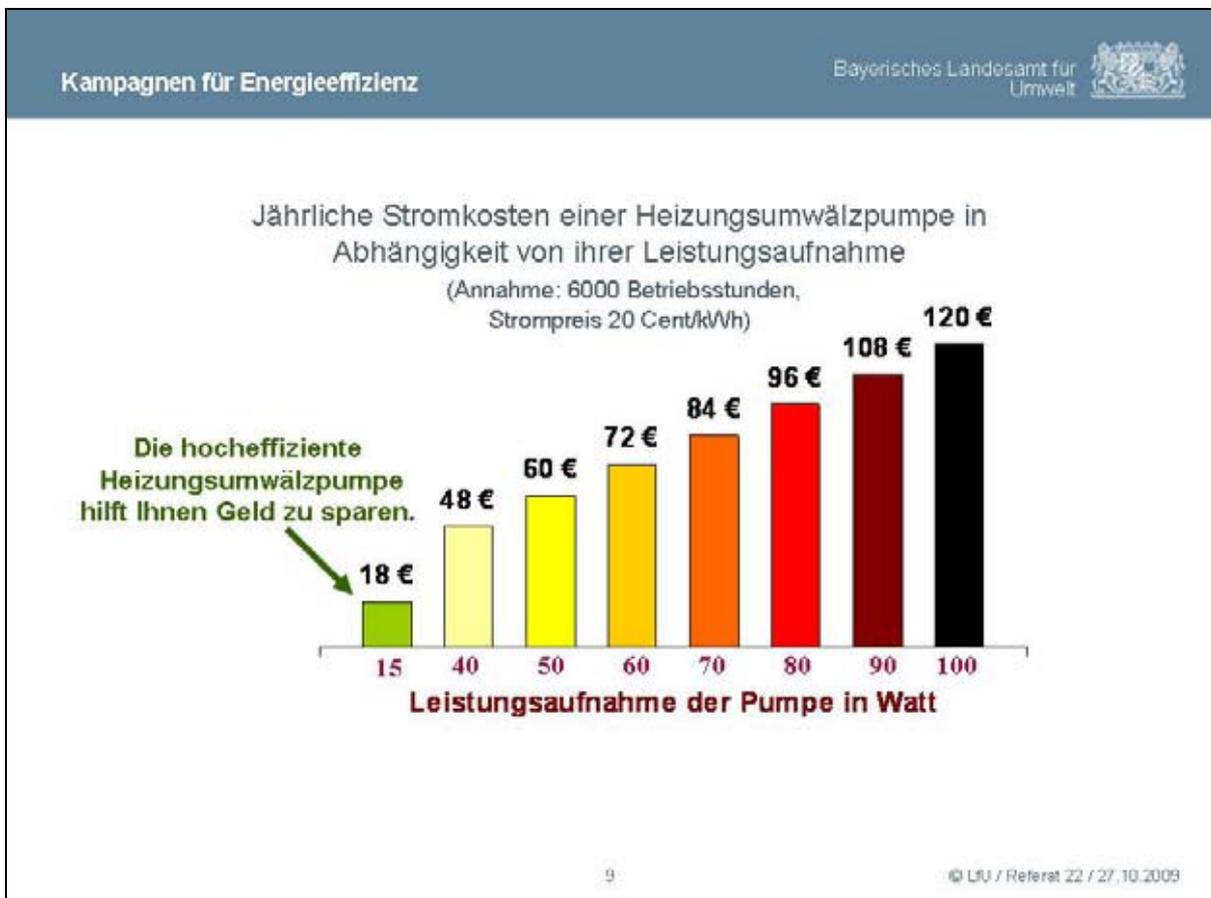
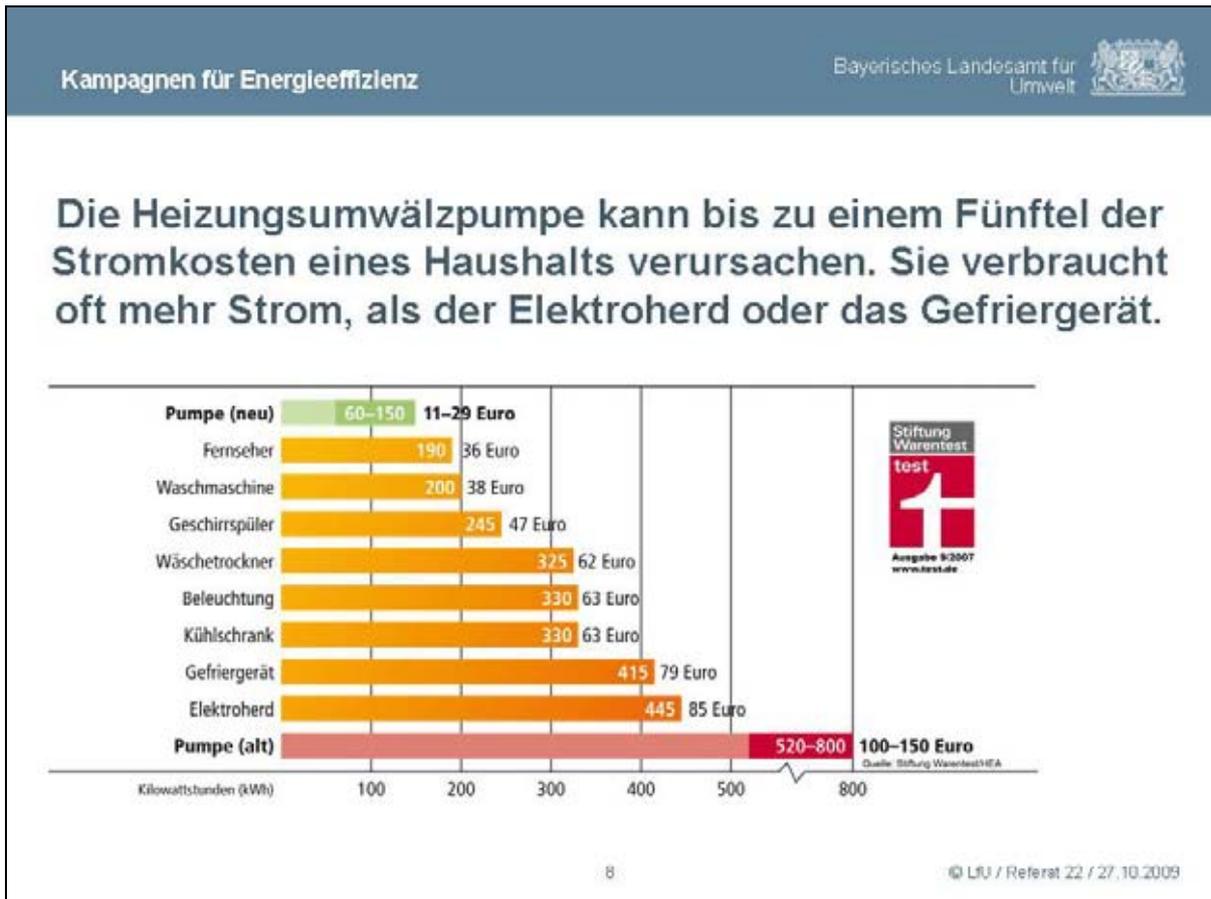
© LfU / Referat 22 / 27.10.2009

Stellen Sie sich vor, Sie fahren immer mit Vollgas und regeln die Geschwindigkeit nur mit der Bremse.

Genau so arbeiten herkömmliche Pumpen. Hocheffiziente Heizungsumwälzpumpen hingegen verringern im Teillastbetrieb ihre Pumpleistung, indem sie die Drehzahl reduzieren und kommen dabei mit viel weniger elektrischer Energie aus.

7

© LfU / Referat 22 / 27.10.2009



Kampagnen für Energieeffizienz Bayerisches Landesamt für Umwelt 

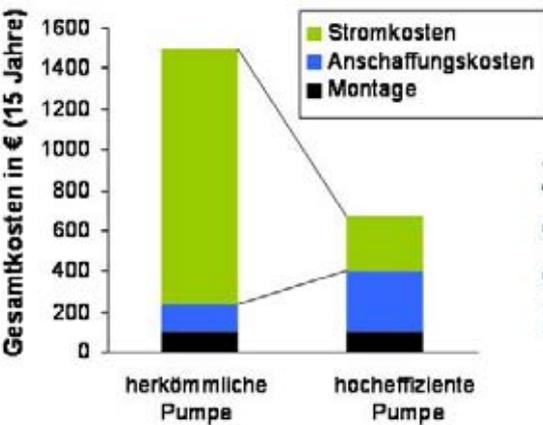
## Neue EU-Verordnung zu Umwälzpumpen im Rahmen der Ökodesign-Richtlinie (27.03.2009):

- Ab 01.01.2013 – Externe Umwälzpumpen müssen die Energieeffizienzklasse A tragen (genauer:  $EEI \leq 0,27$ ).
- Ab 01.08.2015 – In neue Produkte integrierte Umwälzpumpen müssen die Energieeffizienzklasse A tragen ( $EEI \leq 0,23$ ).
- Ab 01.01.2020 – In bestehende Produkte integrierte Umwälzpumpen müssen die Energieeffizienzklasse A tragen.

10 © LfU / Referat 22 / 27.10.2009

Kampagnen für Energieeffizienz Bayerisches Landesamt für Umwelt 

## Kosten eines Pumpenaustausches



Kostenart	herkömmliche Pumpe	hocheffiziente Pumpe
Stromkosten	~1250	~250
Anschaffungskosten	~150	~250
Montage	~100	~100
<b>Gesamt</b>	<b>~1500</b>	<b>~600</b>

Zwischen 300 € und 400 € inkl. einer halben Arbeitsstunde eines Handwerkers für die Montage (plus Anfahrtskosten)

Der Austausch einer älteren Heizungsumwälzpumpe gegen eine neue Hocheffizienzpumpe (Klasse A) amortisiert sich schon nach wenigen Jahren!

11 © LfU / Referat 22 / 27.10.2009

**Die Bundesregierung bezuschusst seit dem 1. April 2009 über die KfW-Förderbank den Austausch alter Heizungspumpen gegen Hocheffizienzpumpen der Energieeffizienzklasse A:**

Kosten ab 400 € → 25 % Zuschuss

Kosten 100 – 400 € → 100 € Zuschuss

Produkt 2:

**Energieeffiziente Beleuchtung**



**Kampagnen für Energieeffizienz** Bayerisches Landesamt für Umwelt 

**Der Anteil der Beleuchtung am deutschlandweiten Stromverbrauch beträgt mehr als 10 % !!!**

1. Anteil im Haushalt ca. 10 %
2. Anteil in Bürogebäuden: ca. 40 % (in Einzelfällen bis zu 75 % !!!)
3. In Industrie und Gewerbe ist der Beleuchtungsanteil durchschnittlich sehr gering.
4. Dazu kommt die Straßenbeleuchtung (etwa 1 % des gesamtdeutschen Stromverbrauchs)

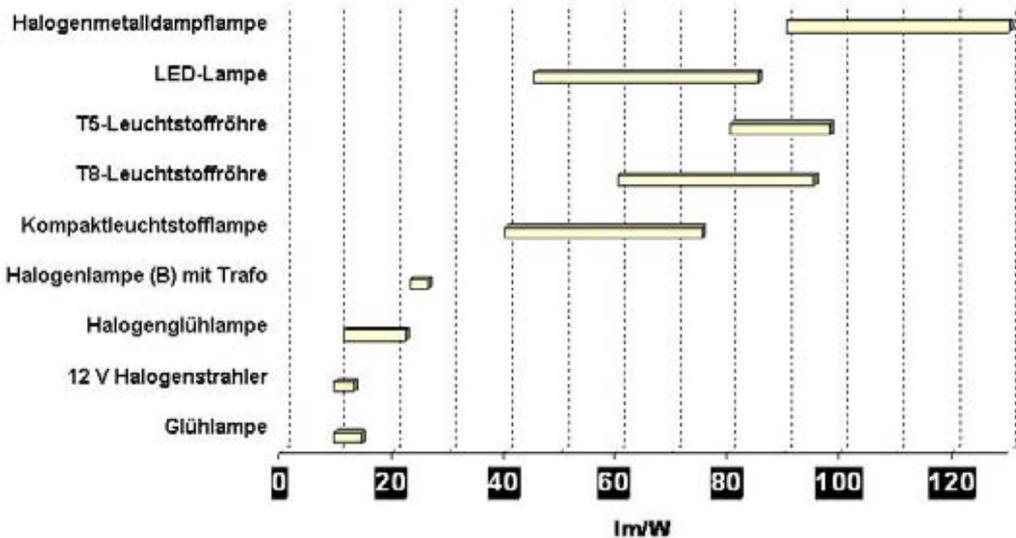
Mögliche Einsparung: ca. 80 %  
Wirtschaftliche Einsparung: ca. 50 %




14 © LfU / Referat 22 / 27.10.2009

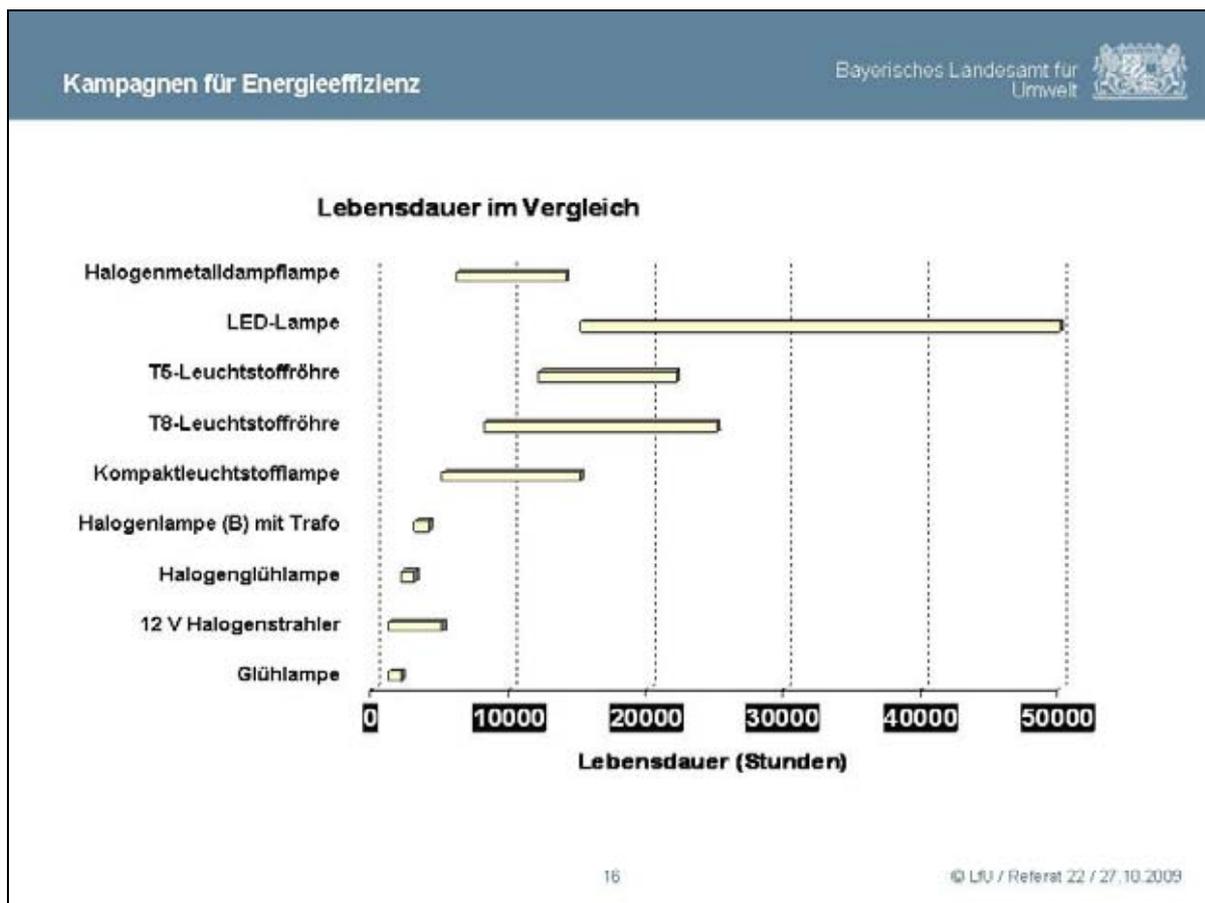
**Kampagnen für Energieeffizienz** Bayerisches Landesamt für Umwelt 

**Energieeffizienz im Vergleich**



Leuchte	lm/W (approx.)
Halogenmetaldampf Lampe	90 - 130
LED-Lampe	45 - 85
T5-Leuchtstoffröhre	80 - 100
T8-Leuchtstoffröhre	60 - 95
Kompaktleuchtstofflampe	40 - 75
Halogenlampe (B) mit Trafo	25 - 30
Halogenglühlampe	15 - 25
12 V Halogenstrahler	10 - 15
Glühlampe	10 - 15

15 © LfU / Referat 22 / 27.10.2009



Kampagnen für Energieeffizienz

Bayarisches Landesamt für Umwelt 

### Beleuchtung im Vergleich

Beleuchtung	Lichtausbeute (Lumen pro Watt)	Lebensdauer	Anmerkungen
Glühbirnen	--- 9–14 lm/W	--- ca. 1.000 h	Viel Wärme wird energieaufwändig erzeugt, sehr schlechte CO <sub>2</sub> -Bilanz, eine schlechte Kostenbilanz trotz geringer Anschaffungskosten
Halogenglühlampen	-- 11–22 lm/W	-- ca. 2.000 h	
Halogenstrahler	--- 9–14 lm/W	- ca. 3.000 h	
IRC-Halogenglühbirnen mit Trafo	- ca. 25 lm/W	- ca. 3.000 h	
Kompaktleuchtstofflampen	+ 40–75 lm/W	+ ca. 10.000 h	Viele Sorten sind erhältlich: mit langer Lebensdauer, guter Farbwiedergabe, schnell hell werdend, schaltfest o. dimmbar
T8-Leuchtstoffröhren	++ 60–95 lm/W	++ ca. 18.000 h	
T5-Leuchtstoffröhren	++ 80–88 lm/W	++ ca. 16.000 h	
LED-Lampen	+ 45–85 lm/W	+++ ca. 30.000 h	schalt- u. erschütterungsfest, flackerfrei, kälteresistent, sofort hell
Halogenmetaldampflampen	+++ 90–120 lm/W	+ ca. 8.000 h	Sehr gute Farbwiedergabe, schaltempfindlich, langsam hell
Hochdruck-Natriumdampflampen	+++ ca. 140 lm/W	+ ca. 8.000 h	Schlechte FarbwG, langsam hell, schaltempfindlich, insektenfreundlich
Niederdruck-Natriumdampflampen	+++ ca. 180 lm/W	+ ca. 10.000 h	Sehr schlechte FarbwG, langsam hell, insektenfreundlich

17 © LfU / Referat 22 / 27.10.2009

**Kampagnen für Energieeffizienz** Bayerisches Landesamt für Umwelt 

### Ersatz veralteter Beleuchtung im Haushalt

<p>Glühlampen (E)</p> <p>Halogenglühlampen (E, D, C)</p> <p>Halogenstrahler (E, D)</p> <p>Alte Kompaktleuchtstofflampen (B)</p>	}	<p>LED-Lampen</p> <p>Sehr effiziente Halogenglühbirnen</p> <p>Kompaktleuchtstofflampen</p> <p>LED-Strahler</p> <p>Leuchtstofflampenstrahler</p> <p>T5-Leuchtstofflampen</p>
---	---	---





18 © LfU / Referat 22 / 27.10.2009

**Kampagnen für Energieeffizienz** Bayerisches Landesamt für Umwelt 

### Ersatz veralteter Beleuchtung in Büro- und Gewerbegebäuden

<p>Alte T8-Leuchtstoffröhren</p> <p>T8-Lichtleisten mit Lampenschale</p> <p>Konventionelle Vorschaltgeräte</p> <p>Alte Kompaktleuchtstofflampen</p> <p>Halogenstrahler</p>	}	<p>T5- oder T8-Lampen mit Adapter</p> <p>Spiegelrasterleuchte mit T5-Lampe</p> <p>Elektronische Vorschaltgeräte</p> <p>Moderne Kompaktleuchtstofflampen</p> <p>LED-Strahler</p> <p>LED-Lichtleisten</p> <p>Halogenmetaldampflampen</p>
--	---	--




19 © LfU / Referat 22 / 27.10.2009

## Ersatz veralteter Beleuchtung im Verkehrsbereich

Quecksilberdampf Lampen

Alte Leuchtstoffröhren

Herkömmliche Ampeln

Halogenmetall dampflampen

Hochdruck-Natriumdampflampen

Niederdruck-Natriumdampflampen

LED-Laternen

LED-Ampeln

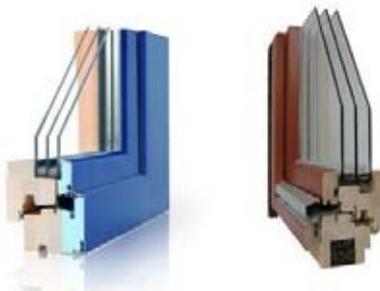


20

© LfU / Referat 22 / 27.10.2009

## Produkt 3:

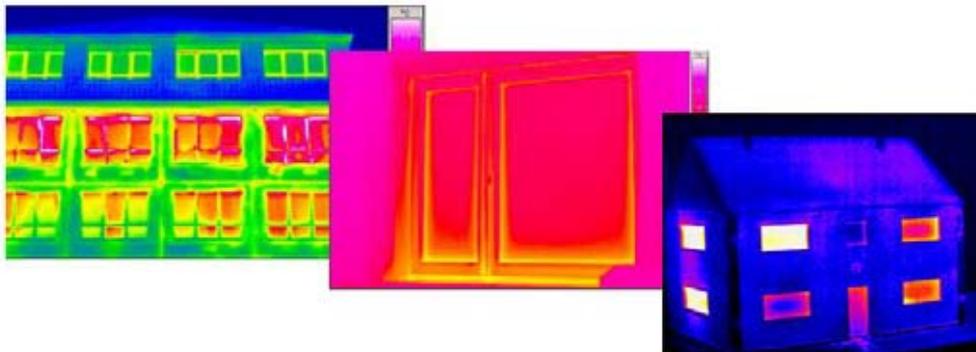
### Energiesparfenster mit 3-Scheiben-Verglasung



21

© LfU / Referat 22 / 27.10.2009

## 25 - 30 % der Wärme können bei einem Haus über die Fenster verloren gehen



➔ Der Wärmeschutz von Fenstern hat auf die Höhe der Heizkosten großen Einfluss – insbesondere bei steigenden Energiepreisen

22

© LfU / Referat 22 / 27.10.2009

## Undichte und schlecht gedämmte Fenster mindern Wohnkomfort und Behaglichkeit

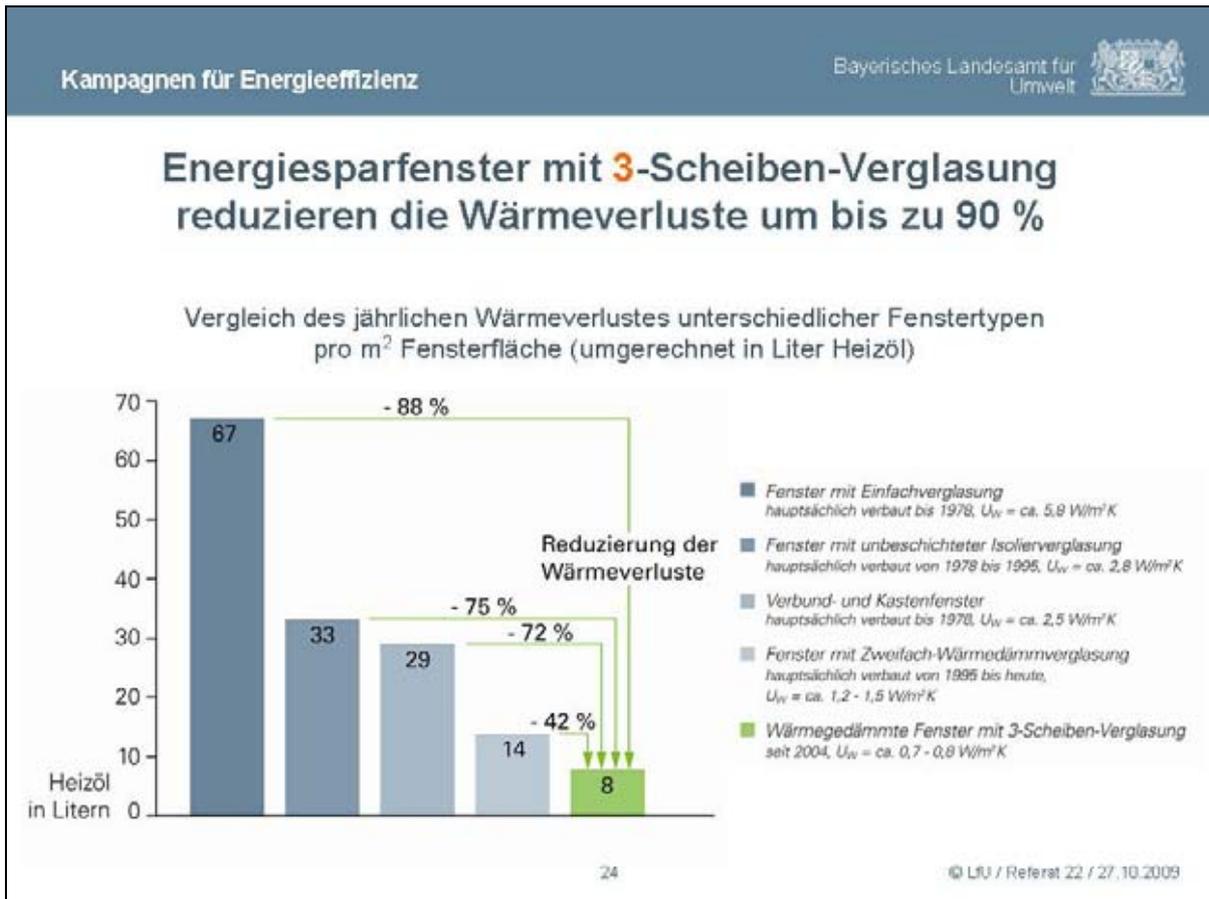
- Schweißwasser
- Zugluft
- „Kältestrahlung“ vom Fenster her
- Schimmelbildung



➔ Meist wird versucht, diese Komforteinbußen durch zusätzliches Heizen zu vermindern, was zu einer weiteren Steigerung der Heizkosten führt

23

© LfU / Referat 22 / 27.10.2009



Kampagnen für Energieeffizienz Bayerisches Landesamt für Umwelt 

## Energiesparfenster mit 3-Scheiben-Verglasung sorgen für höheren Wohnkomfort und mehr Behaglichkeit

Oberflächentemperaturen der Glasinnenseite bei 20 ° C Raumtemperatur				
Oberflächentemperatur	Einfachglas	Unbeschichtetes Isolierglas	Zweifach-Wärmedämmglas	3-fach-Wärmedämmglas
außen - 5 °C	2 °C	11 °C	16 °C	<b>18 ° C</b>
außen - 15 °C	- 4 °C	7 °C	15 °C	<b>17 ° C</b>

➔ Bei 3-fach-Wärmedämmglas sinkt die Oberflächentemperatur der raumseitigen Glasscheibe selbst bei strengem Frost am Tag oder in kalten Nächten nicht unter 17° C und liegt somit nicht mehr als **2 ° C** bzw. **3 ° C** unter der Raumtemperatur

Voraussetzung für hohe „thermische Behaglichkeit“

➔ Keine „Kältestrahlung“ vom Fenster her, keine Zugluft, kein Schwitzwasser, Verminderung der Gefahr von Schimmelbildung

25 © LfU / Referat 22 / 27.10.2009

Bayerisches Landesamt für Umwelt 

## Kampagnen für Energieeffizienz

# Energiesparfenster mit 3-Scheiben-Verglasung machen sich bezahlt

- Aufpreis für 3-Scheiben-Glas gegenüber 2-Scheiben-Glas je nach Ausführung: 15 - 70 € pro m<sup>2</sup>
- Hinzu kommen ggf. die Mehrkosten für den wärmedämmten Rahmen
- Oftmals Sonderaktionen für 3-Scheiben-Verglasung (vor allem im Winterhalbjahr)
- Preise differieren stark, da z. B. auch abhängig von der Auftragslage des Fensterbaubetriebes





26 © LfU / Referat 22 / 27, 10.2009

Bayerisches Landesamt für Umwelt 

## Kampagnen für Energieeffizienz

# Energiesparfenster mit 3-Scheiben-Verglasung machen sich bezahlt

### Rechenbeispiel

**„Einsparungen einer 3-Scheiben-Verglasung gegenüber einer 2-Scheiben-Verglasung“**

Grundlagen für die Berechnung:  
 Einfamilienhaus mit einer Fensterfläche von 30 m<sup>2</sup>  
 Heizölpreis (zur Vereinfachung als konstant angenommen): 0,85 €  
 Mehrpreis 3-fach-Verglasung gegenüber 2-fach-Verglasung: 30 €/m<sup>2</sup>  
 Gleicher Fensterahmen bei 2-Scheiben- und 3-Scheiben-Verglasung  
 Durchschnittliche Fensterlebensdauer: 30 Jahre

Einsparungen	Heizöl (Liter)	Heizkosten (€)	CO <sub>2</sub> -Ausstoß (kg)
pro Jahr	209	178	654
nach 30 Jahren	6.270	5.340	19.625

**Amortisation = Mehrkosten 3-Scheiben-Verglasung/ Einsparung „Heizkosten pro Jahr“  
 (30 €/m<sup>2</sup> x 30 m<sup>2</sup>) / 178 € = 900 € / 178 € = ca. 5 Jahre**

27 © LfU / Referat 22 / 27, 10.2009

**Kampagnen für Energieeffizienz** Bayerisches Landesamt für Umwelt 

## Energiesparfenster mit 3-Scheiben-Verglasung – worauf man achten muss

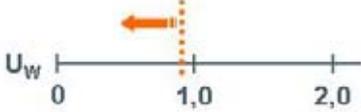
**Fachgerechter Einbau („RAL-Montage“)**



**3-Scheiben-Verglasung**



**Wärmedurchgangskoeffizient  $U_w$**   
 $U_w$ -Wert  $\leq 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$



**Thermisch verbesserte Abstandhalter („Warme Kante“)**



**Wärmedämmter Rahmen**

**Hoher Energiedurchlass der Verglasung (Nutzung der Sonnenenergie im Winter)**  
g-Wert  $\geq 0,5$



28 © LfU / Referat 22 / 27, 10.2009

**Kampagnen für Energieeffizienz** Bayerisches Landesamt für Umwelt 

## Wichtig in Verbindung mit dem Thema „Fenster“

**Lüften und Lüftung bei neuen Fenstern**



**Luftdichtheit und Wärmedämmung bei Rollladenkästen**



**Das energetische Gesamtkonzept**



**Schallschutz bei starkem Außenlärm**



**Außen liegender Sonnenschutz (Vermeidung von Überhitzung im Sommer)**



29 © LfU / Referat 22 / 27, 10.2009

Kampagnen für Energieeffizienz

Bayarisches Landesamt für Umwelt 

## Energiesparfenster mit 3-Scheiben-Verglasung – die Vorteile im Überblick:

- Mehr Wohnkomfort und Behaglichkeit**  

- Beitrag zum Klimaschutz**  

- Geringere Heizkosten**  

- Wertsteigerung der Immobilie**  




30

© LfU / Referat 22 / 27.10.2009

Kampagnen für Energieeffizienz

Bayarisches Landesamt für Umwelt 

## Produkt 4:

### Energiespar-Armaturen



31

© LfU / Referat 22 / 27.10.2009

## Haben Sie gewusst ...

... dass Sie beim Händewaschen oft warmes Wasser verbrauchen,  
auch wenn Sie Ihre Hände nur mit kaltem Wasser waschen?



Einhebelmischer in Mittelstellung

32

© LfU / Referat 22 / 27.10.2009

## Einhebelmischer – das Problem mit der Mittelstellung

Herkömmliche Einhebelmischer:

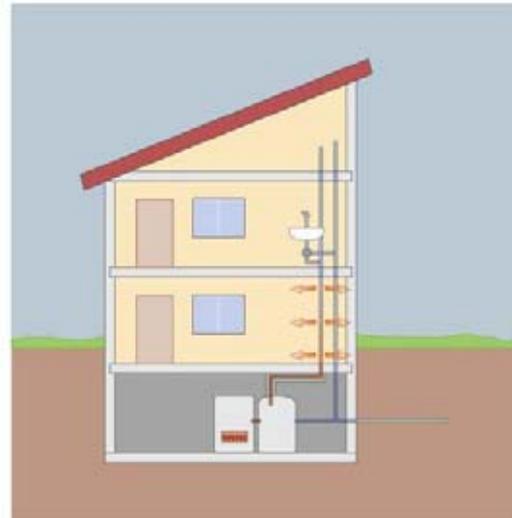
- Der Hebel befindet sich meist in Mittelstellung. In dieser Position fließt Kalt- **und** Warmwasser als Mischwasser aus dem Hahn.
- Rein kaltes Wasser fließt nur im rechten Anschlag.
- Nutzer und Reinigungspersonal neigen dazu, den Hebel des Wasserhahns mittig nach vorne zu stellen.

33

© LfU / Referat 22 / 27.10.2009

## Jeder Warmwassergebrauch führt zu einem Wärmeverlust

- Kalt- und Warmwasserleitungen ziehen sich durch das ganze Haus. Jeder Warmwassergebrauch führt zu einem Wärmeverlust.
- Zunächst kommt nur kaltes Wasser, weil das Wasser in der Warmwasserleitung abgekühlt ist.
- Während Sie die Hände kalt waschen, füllt sich die Warmwasserleitung mit Warmwasser.
- Bis es zu Ihnen gelangt, sind Sie evtl. mit dem Händewaschen schon fertig.
- Die Folge: Es steht ungenutztes Warmwasser in der Leitung, das nun abkühlt – bis zum nächsten Händewaschen.



34

© LfU / Referat 22 / 27.10.2009

## Die Energiespar-Armatur

- Energiespar-Armaturen berücksichtigen, dass Nutzer und Reinigungspersonal den Hebel des Wasserhahns meist mittig nach vorne stellen.
- Warmes Wasser fließt nur links der Mittelstellung.
- Energiespar-Armaturen sind äußerlich nicht von anderen Armaturen zu unterscheiden.
- Sie können überall eingesetzt werden, lohnen sich aber besonders bei häufiger Benutzung (heißes Wasser kühlt in den Leitungen ständig ab) und/ oder kurzzeitiger Benutzung (geförderte Wärme kommt nie am Wasserhahn an).

35

© LfU / Referat 22 / 27.10.2009

Kampagnen für Energieeffizienz Bayerisches Landesamt für Umwelt 

## Besonders geeignete Einsatzbereiche für Energiespar-Armaturen

Sportanlagen	←		→	Krankenhäuser
Gaststätten	←		→	Schulen
Bürogebäude	←		→	Öffentliche Toiletten

**Pro Armatur können hier jährlich über 30 Euro gespart werden!**

36 © LfU / Referat 22 / 27.10.2009

Kampagnen für Energieeffizienz Bayerisches Landesamt für Umwelt 

## Weitere Einsparmöglichkeiten zur Wasser- und Energieeinsparung bei Armaturen

-  **Strahlregler/ Perlatores** reichern den Wasserstrahl mit Luftbläschen an. Dadurch reduzieren Sie die Wassermenge bei gleicher Wasserverteilung. Achten Sie auf die **Durchflussklasse A!**
-  Bei **Thermostatarmaturen** kann die gewünschte Temperatur mit einem Thermostat vorab eingestellt werden.
-  **Eckventile** unter dem Waschbecken können den Warmwasserdurchfluss begrenzen.
-  Überlegen Sie sich, ob Sie in den Toilettenräumen wirklich einen **Warmwasseranschluss** benötigen.

37 © LfU / Referat 22 / 27.10.2009

Kampagnen für Energieeffizienz Bayerisches Landesamt für Umwelt 

## Informationsangebote des LfU

### Flyer

**Hocheffiziente Heizungswälzpumpen**



**Energieeffiziente Beleuchtung**



**Energiespar-Armaturen**



**Energiesparfenster mit 3 Scheiben Verglasung**



**Fenster mit sehr gutem Schall- und Wärmeschutz**



38 © LfU / Referat 22 / 27.10.2009

Kampagnen für Energieeffizienz Bayerisches Landesamt für Umwelt 

## Informationsangebote des LfU

Im Internet unter: [www.lfu.bayern.de/energieeffizienz](http://www.lfu.bayern.de/energieeffizienz)

**Kampagne Energieeffizienz** Bayerisches Landesamt für Umwelt 

Startseite | Wie | Kontakt | Impressum | LfU Hauptangebot

Hocheffiziente Heizungswälzpumpen  
Energiesparfenster



**Geld sparen und Klima schützen - mit effizienter Technik**  
Ob bei der jährlichen Stromrechnung oder bei den Heizkosten - die hohen Preise für Energie schlagen sich in allen Lebensbereichen nieder.

Wer jetzt handelt, kann viel Energie sparen und dazu beitragen, zukünftigen Generationen eine intakte Erde zu übergeben.

**Effiziente Technik bietet viele Vorteile:**

- Strom- und Heizkosten sinken deutlich
- geringerer Ausstoß des Klimagases CO<sub>2</sub>
- verbesserter Wohnkomfort
- steigender Immobilienwert

\*  
Link zu dieser Seite versenden  
Seite drucken

© Bayerisches Landesamt für Umwelt 2009

39 © LfU / Referat 22 / 27.10.2009

# Bestandserfassung von Gebäudeschadstoffen bei Sanierung und Modernisierung

Dipl.-Ing. Alfred Kratochwil, IGUTEC Ingenieurgemeinschaft für Umwelttechnologien GmbH

## Inhaltsverzeichnis

- Der **Bauherr** ist für die **Bestandserfassung** verantwortlich.
- Die **Gefahrstoffverordnung** definiert den Umfang der **Bestandserfassung**.
- Der **Bauherr** kann an der **Bestandserfassung** aktiv mitarbeiten.
- Die **Mitwirkung des Bauherrn** bei der Optimierung der **Bestandserfassung**.
- **Energetische Sanierung – Praxisbeispiele**
- **Zielsetzung und Konsequenzen**

## Gebäudeschadstoffe / Baurecht

**BayBO, Art. 3 Allgemeine Anforderungen:**

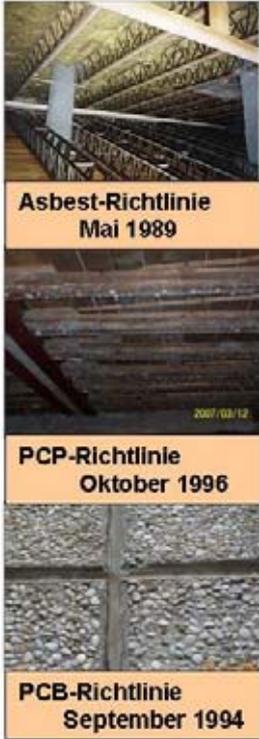
(1) <sup>1</sup>Bauliche Anlagen ... sind so anzuordnen, zu errichten, zu ändern und instand zu halten, dass die öffentliche Sicherheit und Ordnung, insbesondere Leben oder Gesundheit, ... nicht gefährdet werden.

(1) Die vom Staatsministerium des Innern .....

(2) ..... als **Technische Baubestimmungen** .....

(3) eingeführten technischen Regeln sind zu beachten.

Alle Gebäude, die dem Bauordnungsrecht unterliegen, müssten auf ASBEST / PCB / PCP untersucht worden sein.



**Asbest-Richtlinie**  
Mai 1989

**PCP-Richtlinie**  
Oktober 1996

**PCB-Richtlinie**  
September 1994

Stand Oktober 2009  
© IGUTEC GmbH

Seite 3



## Arbeitsschutzrecht / Gefahrstoffverordnung

**§ 17 Zusammenarbeit verschiedener Firmen**

**Absatz 4: Vor dem Beginn von Abbruch-, Sanierungs- und Instandhaltungstätigkeiten** muss der Arbeitgeber bei der Informationsermittlung für die Gefährdungsbeurteilung Angaben, insbesondere vom **Auftraggeber oder Bauherrn, Gefahrstoffe nach Anhang IV** darüber einholen, ob vorhanden sind.

Die Ermittlungspflicht des Bauherrn

keine Arbeiten vor der Untersuchung!

Stand Oktober 2009  
© IGUTEC GmbH

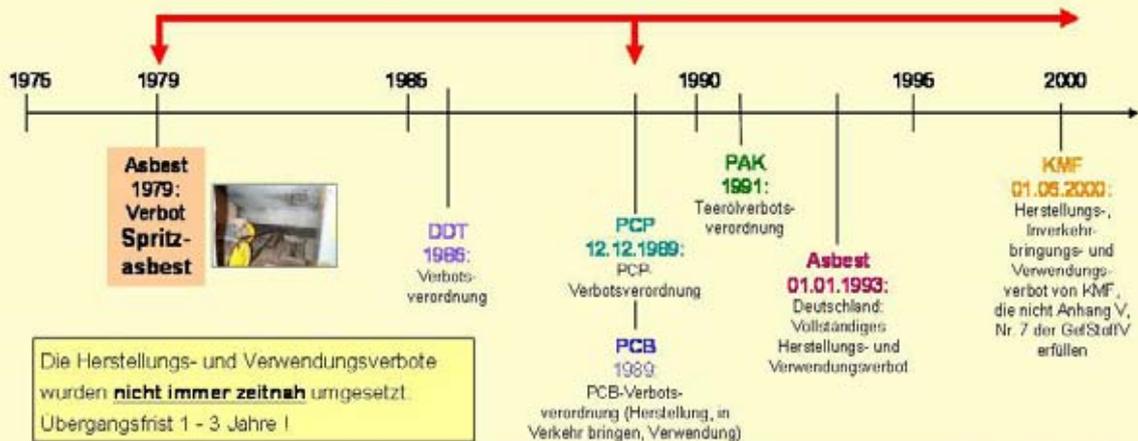
Seite 4



## Die Gefahrstoffverordnung definiert den Umfang der Bestandserfassung

### Zeitpunkte der Herstellungs- und Verwendungsverbote der GefStoffV

#### Wann liegt Verdacht vor?



Stand Oktober 2009  
© IGUTEC GmbH

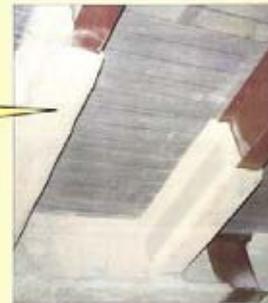
Seite 5

**IGUTEC**  
INSTITUT FÜR  
UMWELTTECHNISCHE GABE

## Der Bauherr kann an der Bestandserfassung aktiv mitarbeiten

### Fragenkatalog

Spritz - KMF an Stahlträger



1. Baujahr des Gebäudes?
2. Baujahr von technischen Anlagen?
3. Umbauzeiträume und Umfang?
4. Nutzungsänderungen?
5. Wurde das Wissen von ehemaligen technischen Mitarbeitern abgefragt?
6. Haben früher Sanierungsmaßnahmen stattgefunden?
7. Gibt es alte Untersuchungsberichte?
8. Gibt es alte Bestandsunterlagen?
9. Gibt es aktuelle Bestandsprüfungen von Fachplanern und Gutachtern?
10. Ist die Historie des Gebäudes bekannt?
11. Gibt es Sekundärbelastungen durch Nutzungs- / Produktionsprozesse?

Stand Oktober 2009  
© IGUTEC GmbH

Seite 6

**IGUTEC**  
INSTITUT FÜR  
UMWELTTECHNISCHE GABE

## Die Mitwirkung des Bauherrn bei der Optimierung der Bestandserfassung

Ergebnisoptimierung

Erstbegehung

Verdachtskatalog

Ergänzende Untersuchungen nach Abstimmung mit den fachlich Beteiligten

**Ziel:**  
Optimiertes Verhältnis von Beprobungsaufwand und Planungssicherheit

**Zielsetzung des Bauherrn:**  
Baurechtlicher Handlungsbedarf oder Schadstofffreiheit



Stand Oktober 2009  
© IGUTE C GmbH

Seite 7



## Gebäudeschadstoffe / Energetische Sanierung



Textauszug Leitfaden des Bayer. Landesamt für Umwelt 2008:  
Effiziente Energienutzung in Bürogebäuden:  
Zehn Gebote für die Planung energieeffizienter Bürogebäude

2. Kompakte Bauweise und sehr guter baulicher Wärmeschutz

Eine hohe Wirtschaftlichkeit erreichen **Dämmmaßnahmen an großflächigen Primärbauteilen** und eine kompakte Bauweise. 

### Praxisbeispiele

1. Wärmedämmung und Fassadeninstandsetzung
2. Verklebte Mineralwolle und Fassadenerneuerung
3. Fassadensanierung Innen und Außen



Stand Oktober 2009  
© IGUTE C GmbH

Seite 8



## Gebäudeschadstoffe - Zielwerte setzen



Was ist Ihre Entscheidungsgrundlage ?

*Modernisierung*

Was wollen Sie erreichen ?

*Brandschutzsanierung*

Welche Konsequenzen ergeben sich für Sie ?

*Generalisierung*

*Instandsetzung*

*Energetische Sanierung*

Stand Oktober 2009  
© IGUTEC GmbH

Seite 9

**IGUTEC**  
INSTITUT FÜR  
UMWELTTECHNOLOGIEN GMBH

## Was wollen Sie erreichen ?



- Energetische Sanierung – Brandschutzinstandsetzung - Allgemeine Modernisierung
- Sanierung von Gebäudeschadstoffen in Zusammenhang mit:
  - oben beschriebenen Maßnahmen
  - Beeinträchtigungen der Nutzung oder Wartung
  - einem baurechtlichen Handlungsbedarf
- oder Sanierung aller Gebäudeschadstoffe mit dem Ziel nach Abschluss aller Baumaßnahmen ein schadstofffreies Gebäude vorzufinden.

## Mitteilung der Untersuchungsergebnisse → Konsequenzen



### - Baurechtlicher Handlungsbedarf

- Einhaltung der baurechtlichen Vorschriften, wie z. B.:
  - Neubewertung
  - Sofortmaßnahmen
  - vorläufige Maßnahmen

### - Arbeitsschutzrechtlicher Handlungsbedarf

- Keine Tätigkeiten an schadstoffhaltigen Produkten ohne Schutzmaßnahmen der einschlägigen Vorschriften

Stand Oktober 2009  
© IGUTEC GmbH

Seite 10

**IGUTEC**  
INSTITUT FÜR  
UMWELTTECHNOLOGIEN GMBH



## Biozide in Baumaterialien – Ein Problem für unsere Gewässer?

**Dr. Rudolf Stockerl, LfU**

Jedem ist wohl schon eine Häuserfassade aufgefallen, die unschöne grüne bis schwärzliche Verfärbungen zeigt, meist in Form von senkrechten mehr oder weniger streifenartigen Strukturen (Abb. 1). Dabei handelt es sich um mikroskopische Algen sowie Pilze, deren Wachstum durch Feuchtigkeit, wie sie vor allem auf wärmedämmten Fassaden auftreten kann, stark begünstigt wird. Da Wärmedämmbeschichtungen in der Regel hoch hydrophob ausgerüstet sein müssen, um vor dem Eindringen von Feuchtigkeit schützen zu können, kommt es zur Bildung eines Films aus feinen Tauwassertröpfchen an der Fassadenoberfläche, der nur langsam abtrocknet und den Algen und Pilzen ideale Wachstumsvoraussetzungen liefert.



Abb. 1: Befall mit Algen und Pilzen

Gegen das Algen- und Pilzwachstum setzt man in kunstharzgebundenen Fassadenanstrichen bzw. -beschichtungen eine Reihe von bioziden Wirkstoffen ein (Abb. 2), von denen einige wie Diuron, Terbutryn oder auch Carbendazim eher als Pflanzenschutzmittel für die Landwirtschaft bekannt sind bzw. waren, andere wiederum wie die Isothiazolinone OIT und DCOIT oder auch das Zinkpyrithion als Konservierungsstoffe in der Kosmetikindustrie. Darüber hinaus ist davon auszugehen, dass mittlerweile auch hochaktives nanopartikuläres Silber in Bauprodukten eingesetzt wird, das bisher bereits als Anti-„Geruchsstoff“ in Socken bekannt ist. Am intensivsten scheint der Stoff Terbutryn Verwendung zu finden, der demgegenüber als Pestizid in der Landwirtschaft in der EU seit Juli 2003 nicht mehr zugelassen ist. Ein Fassadenanstrich enthält in der Regel auch noch ein oder mehrere Biozide zur sog. Topfkonservierung, die den Anstrich vom Zeitpunkt seiner Herstellung bis zum Verbrauch vor Befall durch Mikroorganismen schützen sollen. Nicht selten sind es zusammen bis zu 5 Biozide, die in einem Anstrich enthalten sind.

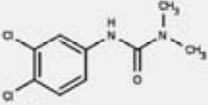
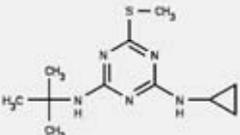
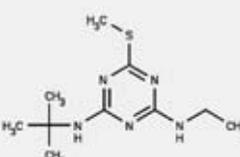
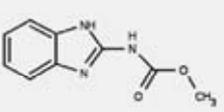
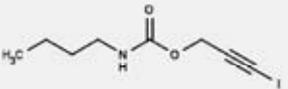
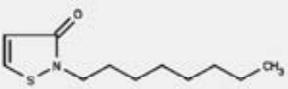
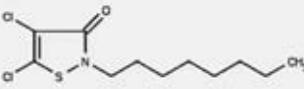
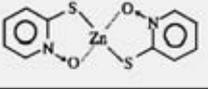
	CAS-Nr.	Strukturformel	Wasserlöslichkeit (mg/L)	Wirkung	Produktarten*	Pestizid
Diuron	330-54-1		42	Algizid	6, 7, 10	Ja
Cybutryn (Irgarol® 1051)	28159-98-0		7	Algizid	7, 9, 10, 21	–
Terbutryn	886-50-0		22	Algizid	7, 9, 10	seit Juli 2003 in der EU nicht mehr zugelassen
Carbendazim	10605-21-7		8	Fungizid	6, 7, 9, 10, 11, 12, 13	Ja
IPBC	55406-53-6		168	Fungizid	6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 18	–
OIT	26530-20-1		500	Fungizid, Algizid	6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13	–
DCOIT	64359-81-5		14	Fungizid, Algizid	6, 7, 9, 10, 11, 12, 21	–
Zinkpyrithion	13463-41-7		8	Fungizid, Algizid	6, 7, 9, 10, 13, 21	–

Abb. 2: Typische Biozide in Fassadenfarben und –putzen (nach: Burkhardt M. et al.; UWSF, 2009, 21, S. 36-47)  
\*Produktarten nach Anhang V, EU-Biozid-Richtlinie 98/8/EG

Die Verwendung von Bioziden wird in der Europäischen Union durch die „Richtlinie 98/8/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Februar 1998 über das Inverkehrbringen von Biozid-Produkten“ geregelt, die in Deutschland mit einer Novelle des Chemikaliengesetzes (ChemG) umgesetzt wurde. Gemäß § 3b Abs. 1 Nr. 1 und 2 ChemG sind Biozid-Wirkstoffe definiert als „Stoffe mit allgemeiner oder spezifischer Wirkung auf oder gegen Schadorganismen, die zur Verwendung als Wirkstoff in Biozid-Produkten bestimmt sind“. Ein solcher Wirkstoff darf nur eingesetzt werden, wenn er in der Liste zulässiger Wirkstoffe in Anhang I bzw. IA der Richtlinie, häufig als „Positivliste“ bezeichnet, erscheint. Für Wirkstoffe, die sich bereits vor dem 14. Mai 2000 auf dem Markt befanden, existiert allerdings eine Ausnahme- bzw. Übergangsregelung (sog. Review-Programm). Ein solches „altes Biozid“ darf in Biozid-Produkten weiter vermarktet werden, wenn der Hersteller bis spätestens 14. Dezember 2003 offiziell sein ernsthaftes Interesse für eine Zulassung bekundet („Notifizierung“) oder den Stoff zumindest gemeldet hat („Identifizierung“). Alle in dieser ersten Review-Phase erfassten Substanzen wurden in zwei Verordnungen (EG) Nr. 2032/2003 und Nr. 1451/2007 veröffentlicht. In der momentan laufenden zweiten Review-Phase werden sie ähnlich wie die „Neustoffe“ bewertet und wird über ihre Aufnahme in die „Positivliste“ entschieden. Nach dem vorgesehenen Zeitplan soll diese Phase spätestens am 13. Mai 2010 bereits abgeschlossen sein, da die Ausnahmeregelung nur bis zu diesem Zeitpunkt gilt.

Wie aktuelle Untersuchungen einer Forschergruppe um M. Burkhardt am Schweizer Wasserforschungsinstitut EAWAG zeigen, können die Biozide aus den Fassaden vor allem bei Schlagregenereignissen in nicht unerheblichem Maße ausgewaschen werden und in der Folge über das Entwässerungssystem in die Oberflächengewässer gelangen. Abb. 3 zeigt das Ergebnis eines Laborversuchs, mit dem die Auswaschung durch ein Schlagregenereignis unter Berücksichtigung der Regenmenge sowie der UV-Bestrahlung simuliert wurde. Die Konzentration in den Abflussproben ist zu Beginn je nach Wirkstoff vergleichsweise hoch bis sehr hoch, sinkt dann aber relativ rasch wieder deutlich und asymptotisch ab. Dasselbe Auswaschverhalten, allerdings auf deutlichem niedrigerem Konzentrationsniveau, zeigt sich auch noch nach der 61. Beregnung, wobei jeweils 50 - 60 % der Biozidfracht eines Beregnungsereignisses bereits in den ersten 5 - 10 Minuten abgewaschen werden.

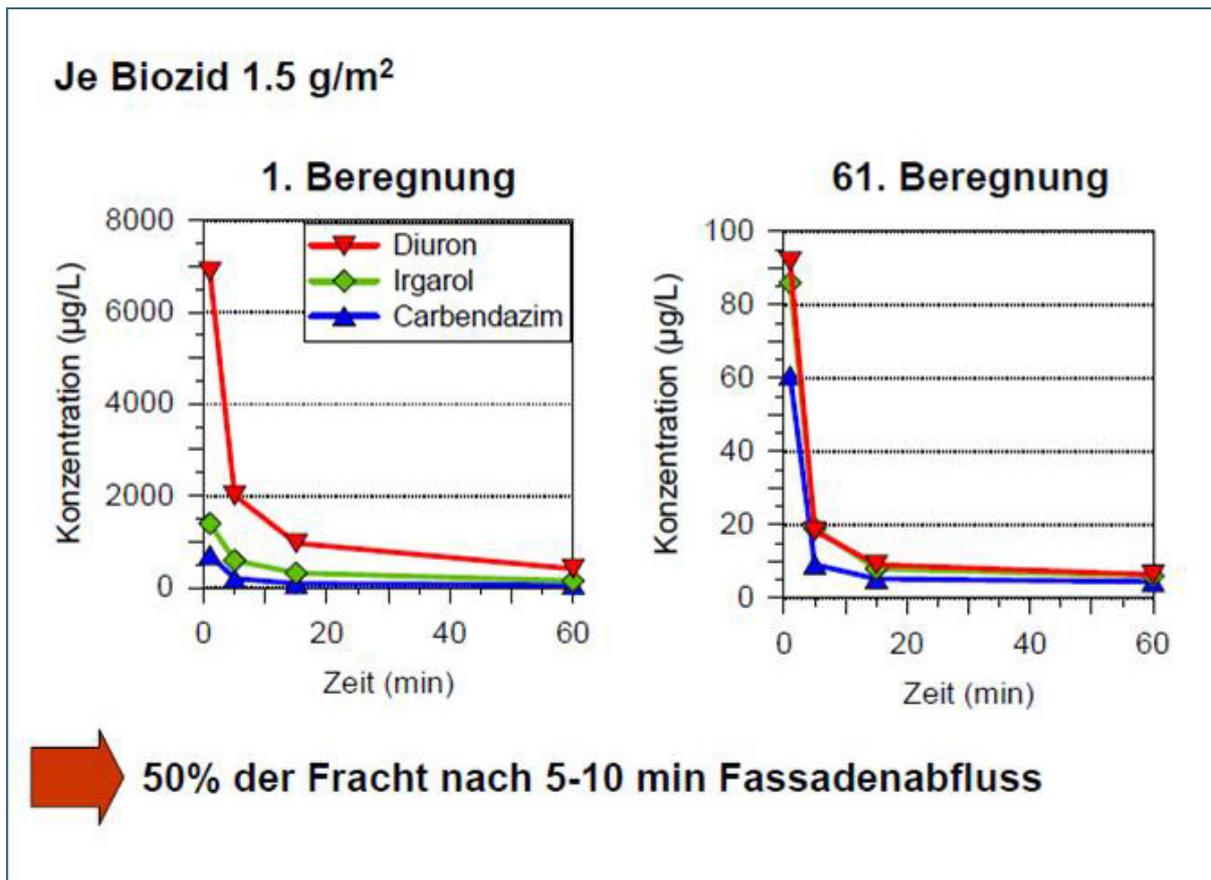


Abb. 3: Auswaschung bei Schlagregenereignis (nach: Burkhardt M., eawag CH-Dübendorf, 2009)

Was bedeutet dies nun für die Gewässer? Abb. 4 zeigt drei Entwässerungsszenarien, die Regenwasserversickerung über den Boden in das Grundwasser, die übliche Mischkanalisation und die Trennkanalisation, bei der zur Verminderung der hydraulischen Belastung der Kläranlage das Regenwasser aus der Siedlungsentwässerung getrennt erfasst und direkt in den Vorfluter eingeleitet wird. Während Biozide, die über eine Mischkanalisation in die Kläranlage gelangen, potentiell abgebaut bzw. zumindest erheblich verdünnt werden können, fehlt diese Eliminierungsmöglichkeit bei der Trennkanalisation weitgehend. In einem konkreten Fall in Unterfranken wurden in einem Bach vor der Mündung in den Main über die Sommermonate sehr hohe Konzentrationen an Terbutryn von bis zu 8 µg/l festgestellt. Wie sich herausstellte, war dafür die Regenwasserkanalisation aus einem Siedlungsgebiet ursächlich. Im Auslauf des Regenwasserkanals war die Terbutryn-Konzentration mit bis zu ca. 100 µg/l nochmals um einen Faktor von mehr als 10 höher. Als Verursacher ließ sich schließlich ein Schwimmbadneubau ausmachen, wobei in diesem Fall das Terbutryn nicht aus der Fassade stammte, sondern offensichtlich aus Dichtstoffen, die für den Bau des Flachdaches verwendet wurden.



Abb. 4: Regenwasserbeseitigung in Siedlungsgebieten (nach: Burkhardt M., eawag CH-Dübendorf, 2009)

Um dem Ausmaß der möglichen Gewässergefährdung durch Biozide in Baumaterialien für Bayern nachzugehen, plant das Bayer. Landesamt für Umwelt in Zusammenarbeit mit den Wasserwirtschaftsämtern ein orientierendes Monitoringprogramm an einigen ausgewählten und im Hinblick auf die Problematik geeigneten Standorten (Neubausiedlung, Trennkanalisation). Bezüglich der zu untersuchenden Parameter sollen dabei nicht nur Fassadenbaustoffe, sondern auch weitere potentiell biozidhaltige Baustoffe, die der Witterung ausgesetzt sind, wie Dachabdichtungen und Holzbauten, berücksichtigt werden.

Was die Vermeidung von Bioziden in Baustoffen betrifft, gibt es mittlerweile bei Fassadenanstrichen interessante Ansätze, die das Ziel verfolgen, die Tauwasserbildung auf Fassaden zu verhindern bzw. eine schnelle Abtrocknung der Fassadenoberfläche zu erreichen, um so die entscheidende Wachstumsvoraussetzung für Mikroorganismen von vornherein zu unterbinden.

## Literatur und Links

M. Burkhardt et al.: Biozide in Gebäudefassaden – ökotoxikologische Effekte, Auswaschung und Belastungsabschätzung für Gewässer; Umweltwiss Schadst Forsch (2009) 21, 36-47

[www.eawag.ch/urbic](http://www.eawag.ch/urbic)

[http://www.baua.de/de/Chemikaliengesetz-Biozidverfahren/Biozid-Meldeverordnung-elektronisches-Meldeformular/Biozide.html?\\_nnn=true](http://www.baua.de/de/Chemikaliengesetz-Biozidverfahren/Biozid-Meldeverordnung-elektronisches-Meldeformular/Biozide.html?_nnn=true)

<http://www.aquapuravision.de>

# Radon in Häusern

Elisabeth Albrecht, LfU

## 1 Radon – Eigenschaften und Verbreitung

Radon ist ein natürlich vorkommendes radioaktives Edelgas, das farb-, geruch- und geschmacklos ist. Radon-222, das wichtigste Radonisotop, entsteht als Zerfallsprodukt des in Böden und Gesteinen natürlich vorkommenden radioaktiven Schwermetalls Uran. Es zerfällt seinerseits in kurzlebige Folgeprodukte (Polonium-218, Blei-214, Wismut-214, Polonium-214).

Radon kann aus Gesteinen und Böden relativ leicht entweichen und breitet sich dann über die Bodenluft oder gelöst in Wasser aus. Die Ausbreitung wird dabei wesentlich von der Durchlässigkeit von Gesteinen und Böden beeinflusst.

Radon kommt vor allem in Gebieten mit erhöhten Urangehalten in Gesteinen und Böden vor. Das sind in Bayern vor allem die Mittelgebirge mit Granitgesteinen: das Fichtelgebirge, der Oberpfälzer Wald und der Bayerische Wald – hier finden sich erhöhte Konzentrationen von Radon in der Bodenluft. Aber auch in Bereichen nördlich von München sowie im Alpenvorland sind erhöhte Radonkonzentrationen in der Bodenluft zu finden.

## 2 Gesundheitliche Bedeutung von Radon

Das mit der Luft eingeatmete Radon wird zum größten Teil gleich wieder ausgeatmet. Von größerer Bedeutung sind die kurzlebigen Folgeprodukte des Radon (Pb-214, Bi-214, Po-214). Diese lagern sich an Aerosole an, mit denen sie eingeatmet werden und verbleiben dann meist in der Lunge. Bei ihrem weiteren Zerfall wird das Lungengewebe geschädigt. Als Folge kann Lungenkrebs auftreten.

## 3 Beurteilungswerte für Radon in der Innenraumluft

Für Radon gibt es in Deutschland noch keinen verbindlichen Grenzwert. Verschiedene Institutionen haben allerdings Empfehlungen für verschiedene Richtwerte für Wohnhäuser ausgesprochen (Tab. 1).

Institution	Radon im Jahresmittel [Bq/m <sup>3</sup> ]	Empfehlungen
Europäische Kommission (1990)	200	Für Neubauten
	400	Bei bestehenden Gebäuden
Deutsche Strahlenschutz-Kommission (2006)	Bis 250	Bei Maßnahmen berücksichtigen
	250-1000	Einfache Maßnahmen
	Über 1000	Sanierung empfohlen
Weltgesundheitsorganisation (2009)	100	In Ausnahmefällen bis 300 Bq/m <sup>3</sup>

Die mittlere Radonkonzentration in deutschen Wohnungen beträgt 50 Bq/m<sup>3</sup>.

## 4 Messung von Radon

Die Messung von Radon erfolgt in der Regel mit sogenannten passiven Radonexposimetern. Diese Exposimeter sind klein, die Durchführung der Messungen einfach. Mit diesen Exposimetern kann der Mittelwert der Radonkonzentration über einen bestimmten Zeitraum ermittelt werden. Eine Liste der Messstellen, bei denen Radonexposimeter erhältlich sind findet sich unter

[http://www.lfu.bayern.de/strahlung/fachinformationen/radon\\_in\\_gebaeuden/messungen/index.htm](http://www.lfu.bayern.de/strahlung/fachinformationen/radon_in_gebaeuden/messungen/index.htm)

Mit aktiven Messgeräten lassen sich dagegen Messungen durchführen, mit denen der zeitliche Verlauf der Radonkonzentrationen dargestellt werden kann (sogenannte zeitaufgelöste Messungen).

## 5 Radon bei (Um)Baumaßnahmen

### 5.1 Gebäudeabdichtungsmaßnahmen und Radon

Im Rahmen der energetischen Gebäudesanierung werden eine Reihe von Maßnahmen durchgeführt, die zur Wärmedämmung des Gebäudes beitragen, z. B.

- Einbau dicht schließender Fenster und Türen
- Fassadendämmung
- Dämmung im Bereich des Daches.

Untersuchungen haben gezeigt, dass sich nach Gebäudeabdichtungsmaßnahmen durch die daraus resultierende Senkung der Luftaustausches die Radonkonzentration in Innenräumen erhöhen kann

([http://www.aknds.de/fileadmin/pdf/servicedb/203-radonprobleme\\_durch\\_energetische\\_gebaeudesanierung.pdf](http://www.aknds.de/fileadmin/pdf/servicedb/203-radonprobleme_durch_energetische_gebaeudesanierung.pdf);  
[http://www.dbu.de/projekt\\_17349/db\\_1036.html](http://www.dbu.de/projekt_17349/db_1036.html)).

Eine Erhöhung der Radonkonzentration in Innenräumen nach solchen Baumaßnahmen ist jedoch nicht immer die Folge. In einem Projekt, bei dem für 252 Wohnungen Radonuntersuchungen vor und nach Baumaßnahmen vorlagen, wurden für insgesamt 28 % der Wohnungen eine Erhöhung der Radonkonzentration (bei Einbeziehung aller Umbaumaßnahmen 40 %), für 47 % gleichbleibende und für 25 % fallende Radonkonzentrationen festgestellt ([http://www.dbu.de/projekt\\_17349/db\\_1036.html](http://www.dbu.de/projekt_17349/db_1036.html)).

### 5.2 Gebäudesubstanz und Radon

Wesentlichen Einfluss auf die Radonkonzentration in einem Gebäude und auf die Entwicklung der Radonkonzentration nach Dichtungsmaßnahmen hat, neben dem Radonpotential in einer bestimmten Region und der Bodendurchlässigkeit, vor allem der Zustand der Gebäudesubstanz im Fundamentbereich.

Risse und Fugen im Fundamentbereich, schlecht abgedichtete Rohr- bzw. Leitungsdurchführungen und Gullies sowie Naturfußböden in Kellern sind ideale Eintrittspfade für Radon. Bei Temperaturunterschieden im Gebäude kann sich Radon durch den dadurch entstehenden „Kamineffekt“ in höhere Stockwerke ausbreiten. Dazu tragen vor allem vom Keller in die oberen Geschosse durchgängige Treppenhäuser, Kamine und Leitungen bei.

### 5.3 Altbauten – Berücksichtigung von Radon bei Umbaumaßnahmen

Bei geplanten Gebäudeabdichtungsmaßnahmen sollten, unabhängig vom Radonpotential des Untergrundes Radonmessungen in mindestens zwei Räumen (Keller, Erdgeschoss) durchgeführt werden,

es sei denn, das Gebäude verfügt über effektiven Nässeschutz (weiße Wanne, o. ä.) im Fundamentbereich.

Radonmessungen sollten unbedingt durchgeführt werden, wenn

- im Kellerbereich Probleme mit Nässe oder
- Risse und Spalten, Wartungsschächte oder Gullies oder
- ein Naturfußboden (außer Lehm) vorhanden sind.

#### 5.4 Neubauten – Berücksichtigung von Radon bei der Planung

Durch die unterschiedlichen Konstruktionsweisen bei Neubauten ist es nicht möglich, die Radongaskonzentration in einem Neubau vorauszusagen. Schutzmassnahmen bei Neubauten sind jedoch billiger als nachträgliche Sanierungen. Gemäß Radonhandbuch Deutschland sollten bei der Planung folgende Fragen berücksichtigt werden:

- liegt das Bauland in einer Region mit hohem Radonpotential. Eine erste landkreisbezogene Einschätzung liefert <http://www.radon-info.de/shtml/bauherren.shtml>. Genauere Aussagen können Radon-Bodenluftmessungen ergeben (einfache Schutzmaßnahmen können z. T. günstiger sein).
- Gibt es Radonprobleme in der Nachbarschaft? Informationen dazu können, wegen der anderen baulichen Situation von Nachbarhäusern, lediglich als Anhaltspunkt dienen.
- In welchem Untergrund wird die Baugrube angelegt? Zerklüftete oder gut durchlässige Baugründe (z. B. stark zerklüfteter Fels, Kies, Sand, lockere Aufschüttung) bergen, soweit es sich nicht um Standorte mit besonders niedriger Radonbelastung handelt, ein erhöhtes Risiko. Dauerhaft feuchte oder bindige Böden bieten dagegen gute Voraussetzungen für geringe Radonkonzentrationen.

#### 5.5 Schutz- und Sanierungsmaßnahmen bei erhöhter Radonkonzentration

Eine umfassende Beschreibung von Schutz- und Sanierungsmaßnahmen findet sich in den im Literaturverzeichnis genannten Quellen. Im Folgenden einige Beispiele:

Einfachere Schutz- und Sanierungsmaßnahmen:

- Nutzungsänderung (Verlegung von vielgenutzten Räumen in Bereiche mit geringerer Radonkonzentration)
- Häufigeres Lüften
- Abdichten von Rissen und Fugen im Keller
- Einbau dicht schließender Türen zwischen Keller und oberen Stockwerken

Aufwändigere Maßnahmen

- Nachbetonieren des Kellerbodens in Verbindung mit Einbau einer (absaugbaren) Zwischenschicht
- Einbau eines Unterdrucksystems im Untergrund
- Bodenentlüftung durch einen Sammelschacht
- Be- oder Entlüftungsmaßnahmen

In die Entscheidung, welche Schutz- oder Sanierungsmaßnahmen durchgeführt werden, sollten vor allem folgende Aspekte einfließen:

- Höhe der erwarteten oder gemessenen Radonkonzentration
- Bestandsaufnahme bei bestehenden Gebäuden im Hinblick auf Bauzustand, Baumaterial, Isolierung, innere Gebäudestruktur bzw. Überprüfung der Gebäudeplanung.
- Umfeldfaktoren wie Durchlässigkeit des Baugrunds und Grundwasserstand.

## Literatur

### *Allgemeine Hinweise zu Radon*

Informationen des Bayer. Landesamts für Umwelt zu Radon

- Faltblatt „Radon in Häusern“
- Broschüre „Einfluss von Gebäudeabdichtungsmaßnahmen auf die Radonkonzentration in Innenräumen“
- Liste Radonmessstellen

[http://www.lfu.bayern.de/strahlung/fachinformationen/radon\\_in\\_gebaeuden/index.htm](http://www.lfu.bayern.de/strahlung/fachinformationen/radon_in_gebaeuden/index.htm)

Informationen des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

- Broschüre „Radon ein Edelgas belastet das Wohnen“  
<http://www.bmu.de/strahlenschutz/downloads/doc/6656.php>

Radonseiten des Bundesamtes für Strahlenschutz (BfS)

- <http://www.bfs.de/de/ion/radon>

Informationsseite zum Thema Radon

- [www.radon-info.de](http://www.radon-info.de)

Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft (SMUL)

- Interaktive Radonpräsentation  
<http://www.landwirtschaft.sachsen.de/umwelt/strahlenschutz/5222.htm>

### *Schutz- und Sanierungsmaßnahmen*

Informationen des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

- Radon-Merkblätter zur Senkung der Radonkonzentration in Wohnräumen  
<http://www.bmu.de/strahlenschutz/downloads/doc/6657.php>

Radonseiten des Bundesamtes für Strahlenschutz (BfS)

- <http://www.bfs.de/de/ion/radon>

Radonhandbuch Deutschland; Hrsg. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit; Zu beziehen für 10 € bei: Wirtschaftsverlag NW, Postfach 101110, 27511 Bremerhaven, Fax: 0471-945 44-88, Mail: [NW-Verlag@t-online.de](mailto:NW-Verlag@t-online.de)

Schweizer Bundesamt für Gesundheit:

Radon – Technische Information (Radonhandbuch Schweiz)

<http://www.bag.admin.ch/themen/strahlung/00046/01641/index.html?lang=de>

Hinweise der Südtiroler Umweltagentur

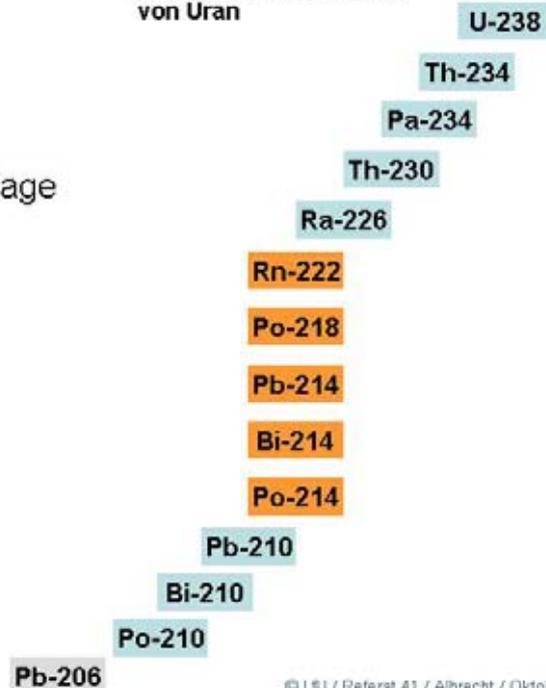
<http://www.provinz.bz.it/umweltagentur/strahlungen/gegenmassnahmen.asp>



## Was ist Radon?

- Radioaktives Edelgas
- langlebigstes Radon-Isotop ist Radon-222 ; Halbwertszeit 3,8 Tage
- Rn-222 entsteht in der Uran-Radium-Zerfallsreihe
- zerfällt in Wismut-214, Blei-214 und Polonium-214
- Radon ist farb- und geruchlos

### Natürliche Zerfallsreihe von Uran



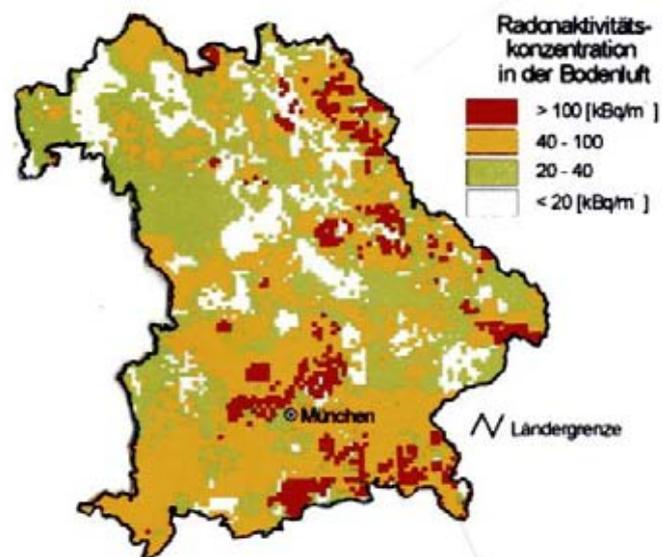
© LfU / Referat 41 / Albrecht / Oktober 2009



## Vorkommen von Radon

- Radon kommt vermehrt in Gebieten mit erhöhten Urangehalten im Untergrund vor,
- in Bayern hauptsächlich in den Mittelgebirgen aus Granitgesteinen und in einigen Sandstein- und Moorgebieten

Die Karte zeigt die Radon-Aktivitätskonzentrationen in der Bodenluft.



Kernski &amp; Partner 2007

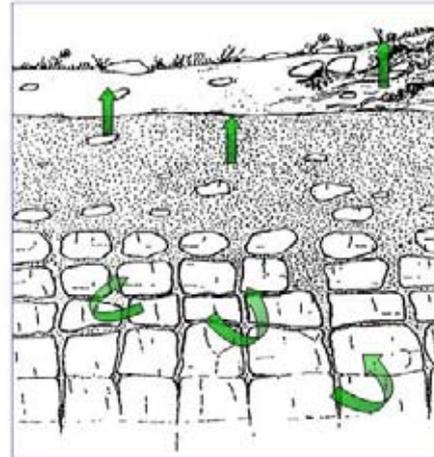
3

© LfU / Referat 41 / Albrecht / Oktober 2009



## Einflüsse auf die Ausbreitung von Radon

- Radon entweicht aus Gesteinen und Böden und breitet sich über die Bodenluft oder gelöst in Wasser aus.
- Die Ausbreitung von Radon im Boden erfolgt durch Diffusion und Konvektion.
- Sie wird beeinflusst durch die Durchlässigkeit von Gesteinen bzw. Bodenhorizonten und durch Witterungseinflüsse.



4

© LfU / Referat 41 / Albrecht / Oktober 2009



## Gesundheitliche Bedeutung von Radon

- Radon wird mit der Luft eingeatmet und größtenteils wieder ausgeatmet.
- Es zerfällt in der Luft in kurzlebige Folgeprodukte: Blei-214, Wismut-214 und Polonium-214
- Die Folgeprodukte binden sich an Aerosole, die in der Lunge abgelagert werden.
- Durch den weiteren radioaktiven Zerfall der Folgeprodukte wird das Lungengewebe geschädigt. Als Folge kann Lungenkrebs auftreten.

5

© LfU / Referat 41 / Albrecht / Oktober 2009



## Richtwerte für Radon-Konzentrationen in der Innenraumluft

Institution	Radon im Jahresmittel [Bq/m <sup>3</sup> ]	Empfehlungen
Europäische Kommission (1990)	200	für Neubauten
	400	für bestehende Gebäude
Deutsche Strahlen- Schutzkommission (2006)	bis 250 250 – 1000 über 1000	Bei Maßnahmen berücksichtigen Einfache Maßnahmen Sanierung empfohlen
WHO (2009)	100	In Ausnahmefällen bis 300 Bq/m <sup>3</sup>

Jahresmittelwert im Durchschnitt: 50 Bq/m<sup>3</sup> Deutschland West  
75 Bq/m<sup>3</sup> Deutschland Ost

6

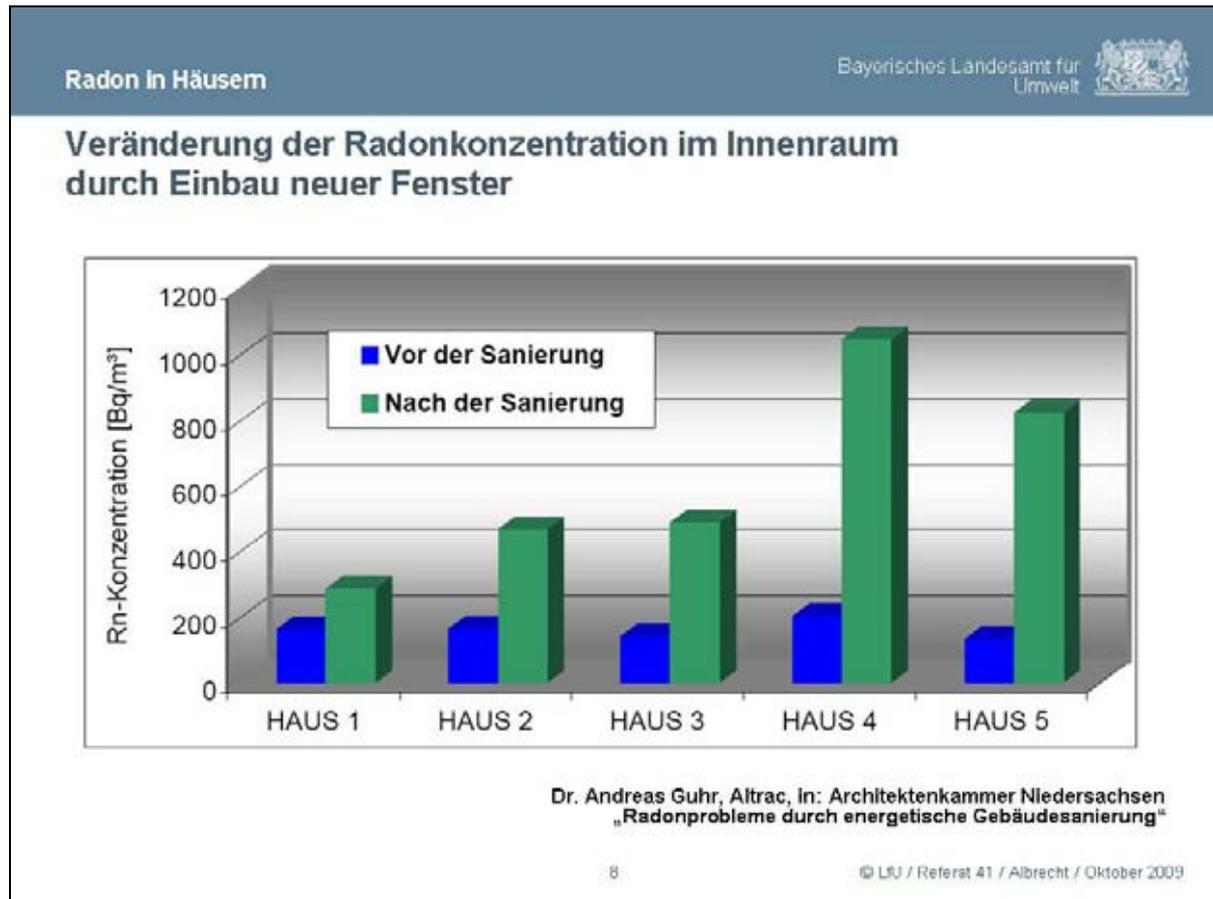
© LfU / Referat 41 / Albrecht / Oktober 2009



# Radon und umweltgerechtes Sanieren und Bauen ?

7

© LfU / Referat 41 / Albrecht / Oktober 2009



Radon in Häusern

Bayerisches Landesamt für Umwelt

### Veränderung der Radonkonzentration nach Umbaumaßnahmen

Faktoren, die z.B. zur Erhöhung der Radonkonzentration in Gebäuden führen können:

- Einbau neuer dichter Fenster
- Einbau dicht schließender Türen
- Einbau einer neuen Heizung
- Aufbringen Fassadendämmung

Projekt der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (2001 – 2004):

- in 28 % der Wohnungen steigt Rn nach energetischer Sanierung (40 % wenn frühere Sanierungsmaßnahmen mit einbezogen werden)
- bei den übrigen Wohnungen bleibt Rn-Konzentration gleich oder sie sinkt sogar.

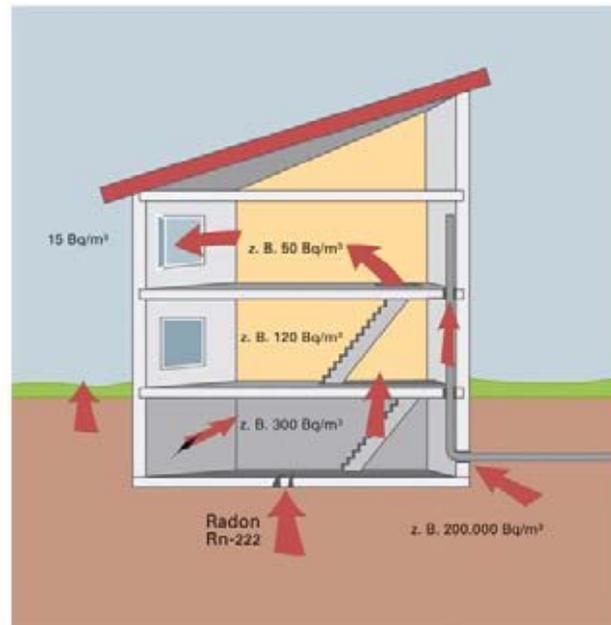
D.h. Gebäudeabdichtungsmaßnahmen müssen nicht zwangsläufig zu einer Erhöhung der Radonkonzentration im Gebäudeinnern führen.

9 © LfU / Referat 41 / Albrecht / Oktober 2009



## Radon und Gebäudezustand I

- Radoneintrittspfade :
  - Spalten und Risse im Mauerwerk (v.a. im Fundament)
  - undichte Kabel- und Rohrdurchführungen
  - ungenügend gedichtete Gullies/offene Kellerböden
- Temperatur- und Druckgradienten können die Ausbreitung von Radon im Gebäude unterstützen
- Lüftungs- und Nutzungsverhalten beeinflussen Radonkonzentration



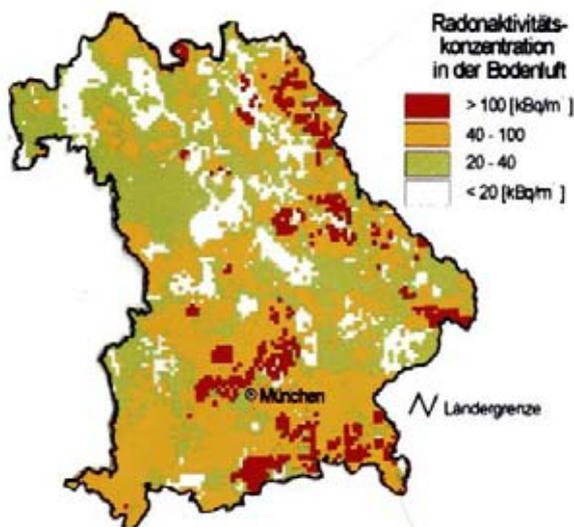
10

© LfU / Referat 41 / Albrecht / Oktober 2009



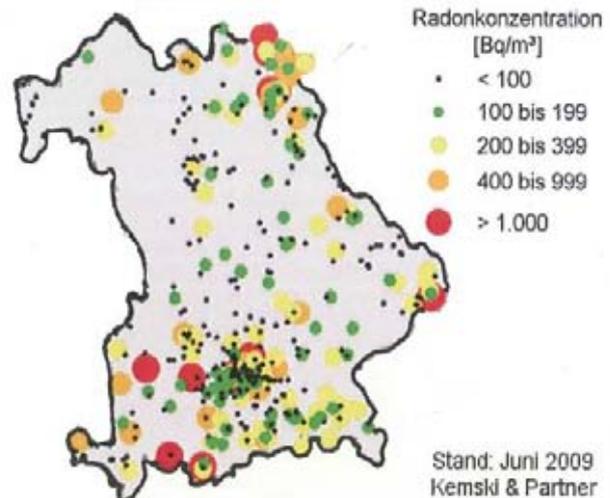
## Radon und Gebäudezustand II

Bodenluft



Kemski &amp; Partner 2007

Gebäude

Unter: [www.radon-info.de](http://www.radon-info.de)

11

© LfU / Referat 41 / Albrecht / Oktober 2009

Radon in Häusern Bayerisches Landesamt für Umwelt 

## Berücksichtigung von Radon bei Baumaßnahmen

<p><b>Bestehende Gebäude</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>➤ Messungen</li><li>➤ ggf. Maßnahmen</li></ul>	<p><b>Geplante Gebäude</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>➤ Abschätzung Radonpotential</li><li>➤ präventive Maßnahmen</li><li>➤ Messungen n. Fertigstellung</li></ul>
---	--



12 © LfU / Referat 41 / Albrecht / Oktober 2009

Radon in Häusern Bayerisches Landesamt für Umwelt 

## Messung der Radonkonzentration

<p>Radonexposimeter</p> 	<p>Radon-Scout</p> 
---	---

Ermittelt Radonkonzentration als Mittelwert über einen bestimmten Messzeitraum.

Kontinuierliche, zeitauflösende Radonmessung

13 © LfU / Referat 41 / Albrecht / Oktober 2009

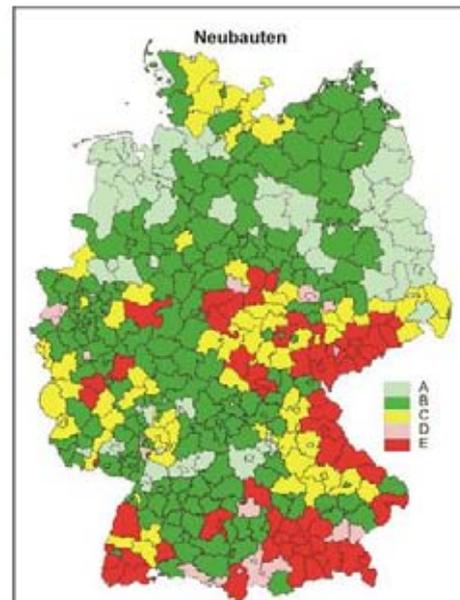
## Abschätzung Radon-Potential - Neubauten

<http://www.radon-info.de/shtml/bauherren.shtml>

Einstufung der Landkreise nach Dringlichkeit mit der Radonschutz-Maßnahmen in Betracht gezogen werden sollten.

von Kategorie A: Untersuchungen nur in Einzelfällen  
bis  
Kategorie E: Untersuchungen unbedingt erforderlich

**Keine Gefährdungskarte!**



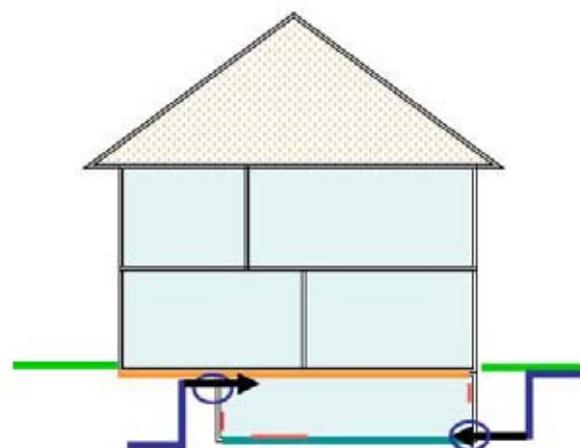
Bitte erläuternden Text beachten!

Die Kategorien spiegeln die Dringlichkeit wider, mit der Radonschutzmaßnahmen in Betracht gezogen werden sollen. Es handelt sich nicht um eine Gefährdungskarte!

14

## Maßnahmen zur Minderung der Radon-Konzentration

- Abdichten Risse und Fugen im Kellerbereich
- Nachbetonieren Kellerboden in Verbindung mit Einbau einer Zwischenschicht
- Abdichten Rohrdurchführungen
- Abdichten Übergang Keller/Erdgeschoss bzw. Fundamentplatte



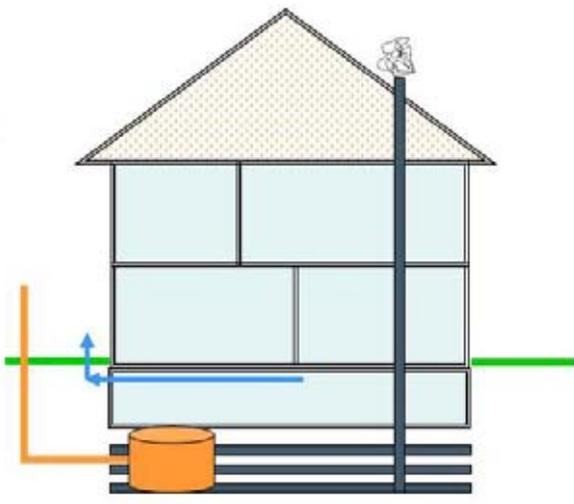
15

© LfU / Referat 41 / Albrecht / Oktober 2009

Radon in Häusern Bayerisches Landesamt für Umwelt 

## Entlüftungsmaßnahmen im Untergrund Belüftungsmaßnahme (Beispiele)

- Unterdrucksystem im Untergrund
- Bodenentlüftung durch Sammelschacht
- Luftabsaugung Keller



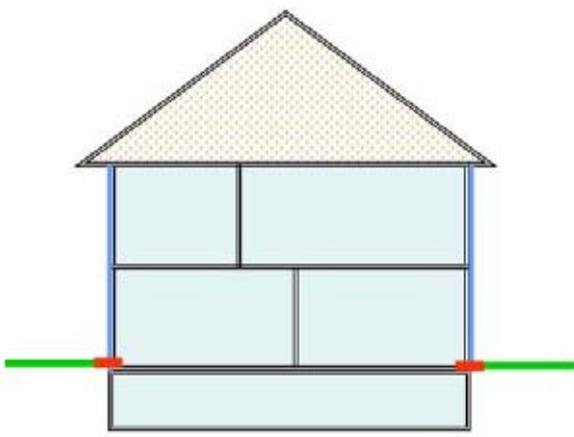
16 © LfU / Referat 41 / Albrecht / Oktober 2009

Radon in Häusern Bayerisches Landesamt für Umwelt 

## Bei Dämmmaßnahmen zu beachten

- Außenisolation von Alt- und Neubauten:  
bei Isolationsmantel mit Bodenkontakt, kann Radongas über Zwischenräume der Isolation in obere Stockwerke gelangen.

Abhilfe: Isolationsschicht über dem Erdboden an einer Stelle entweder unterbrechen oder vollkommen abdichten.



17 © LfU / Referat 41 / Albrecht / Oktober 2009



## Präventive Maßnahmen - Neubau

- Maßnahmen, die dem Schutz vor Bodenfeuchte dienen, bieten auch einen Schutz vor Radon; Beispiele: „Weiße Wanne“, Folien
- Durchgehende Betonfundamente sind Streifen- oder Einzelfundamenten vorzuziehen.
- Kanal- und Rohrleitungen sehr sorgfältig abdichten oder überirdisch ins Haus führen; das gleiche gilt für Grundwasser-Wärmepumpen.
- Achtung auch bei unterirdisch in das Haus geführten Lüftungsrohren.
- Im Haus: Treppenhäuser, Lifte, Schächte, Kamine so planen, dass kein Radon vom Keller in höhere Geschosse steigen kann.



## Vertiefende Literatur zu Schutz- und Sanierungsmaßnahmen

Radon-Handbuch Deutschland

Hrsg. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

Bundesamt für Strahlenschutz

Bundesamt für Gesundheit, Schweiz: Radon – Technische Information

<http://www.bag.admin.ch/themen/strahlung/00046/01641/index.html?lang=de>

Hinweise der Südtiroler Umweltagentur

<http://www.provinz.bz.it/umweltagentur/strahlungen/gegenmassnahmen.asp>

## LfU-Projekt: Radon und Gebäudeabdichtung

- „Einfluss von Gebäudeabdichtungsmaßnahmen auf die Radonkonzentration in Innenräumen“
- Laufzeit: September 2009 bis August 2011
- Projektziele:
  - Untersuchung von öffentlichen Gebäuden vor, während und nach einer energetischen Sanierung
  - Publikation der Ergebnisse in einem Informationsblatt
- Ansprechpartner: Herr Michael Loch, LfU-Referat 41, 0821-9071-5333

Für das Projekt suchen wir:  
ca. 25 Bauherren, die bereit sind, vor, während und nach Gebäudeabdichtungsmaßnahmen Radon zu messen, mit Angaben zu den Baumaßnahmen. Die erforderlichen Radonexposimeter werden von uns kostenlos zur Verfügung gestellt.

# Fördermöglichkeiten für umweltgerechte Sanierungs- und Baumaßnahmen

**Dipl.-Ing. Oswald Silberhorn, Regionalbeauftragter der Bayer. Ingenieurkammer-Bau, IBOS-TGA Ing. Gesellschaft f. Techn.-Gebäude-Ausrüstung mbH**

## Hintergrund

Die Bundesregierung hat es sich zum Ziel gesetzt, bis 2020 den CO<sub>2</sub>-Ausstoß um 40 Prozent gegenüber 1990 zu senken. Das größte Potential zur Zielerreichung liegt im Wärmebereich des Wohnungsmarktes. Zahlreiche Förderprogramme bieten Bürgern, Kommunen und Unternehmen finanzielle Anreize, in die Energieeinsparung zu investieren.

## Effizienzstandards

### KfW-Förderbank

Die KfW Bankengruppe hat die Anpassung ihrer Förderprogramme an die am 01.10.2009 in Kraft tretende **Energieeinsparverordnung** (EnEV 2009) bekannt gegeben. Sowohl die Struktur als auch die Programme selbst bleiben weitgehend unverändert, es kommen aber einige **neue Förderstufen** hinzu. Nach der EnEV richten sich die energetischen Vorgaben für Neubauten und umfassende Sanierungen. Sie ist die rechtliche Grundlage der KfW-Programme für Energieeffizientes Bauen und Sanieren.

Auch nach dem 1. Oktober 2009 ist das "KfW-Effizienzhaus" der einheitliche Förderstandard für Neubau und Sanierung. Die KfW überträgt die bekannten, an der EnEV 2007 ausgerichteten, Förderstufen KfW-Effizienzhaus 100, KfW-Effizienzhaus 70 und KfW-Effizienzhaus 55 in neue entsprechende Standards auf Basis der EnEV 2009. Dabei bleiben die energetischen Anforderungen weitgehend gleich: Ein KfW-Effizienzhaus 70 darf zum Beispiel höchstens 70 Prozent des Energiebedarfs eines nach den Vorgaben der EnEV errichteten entsprechenden Neubaus benötigen.

Die derzeitigen energetischen Förderniveaus werden auch nach dem 1. Oktober 2009 zu den heutigen Sätzen gefördert. Ein Beispiel: Das KfW-Effizienzhaus 70 (EnEV 2007) wird nun zum KfW-Effizienzhaus 100 (EnEV 2009) und weiterhin in der Kreditvariante mit einem Tilgungszuschuss von 12,5 Prozent gefördert oder alternativ mit einem Zuschuss von 17,5 Prozent.

Mit dem **Jahresprimärenergiebedarf** und dem spezifischen **Transmissionswärmeverlust** (Anforderung an die Gebäudehülle) des Gebäudes ist wie bisher anhand von nur zwei Kriterien auf den ersten Blick erkennbar, welchen energetischen Standard ein gefördertes Gebäude erfüllt.

Insgesamt werden zukünftig **sechs KfW-Effizienzhausstandards** gefördert. Die Förderstufen KfW-Effizienzhaus 130 in der Sanierung und KfW-Effizienzhaus 85 im Neubau werden in einer **Übergangsphase zeitlich befristet** angeboten, voraussichtlich bis zum 30. Juni 2010.

## Zukünftige KfW-Effizienzhausstandards

(Angaben in % eines vergleichbaren Neubaus nach EnEV 2009):

Förderstufe KfW-Effizienzhaus	KfW-130 (*1)	KfW-115 (*1)	KfW-100 (*1)	KfW-85 (*1) (*2)	KfW-70 (*2)	KfW-55 (*2)
Jahresprimärenergiebedarf (QP)	130 %	115 %	100 %	85 %	70 %	55 %
Transmissionswärmeverlust (HT')	145 %	130 %	115 %	100 %	85 %	70 %

\*1 - Energieeffizient Sanieren

\*2 - Energieeffizient Bauen

Anfang 2010 wird die neue Förderstufe Effizienzhaus 55 für Neubauten eingeführt. Während einer dreimonatigen Übergangszeit bis zum 30.12.2009 sind Anträge sowohl nach den bisherigen als auch nach den neuen Standards uneingeschränkt möglich. Damit ist eine weitgehende Planungssicherheit für die Investoren gewährleistet.

## Bestandsanalyse

### Energieberatung vor Ort:

An die Eigentümer von älteren Häusern und Wohnungen ( vor Baujahr 1995 ) richtet sich das Förderprogramm "**Vor-Ort-Beratung**" der BAFA: Von einem anbieterunabhängigen und besonders qualifizierten Energieberater (BAFA –Zulassung) wird ein umfassender Bericht erstellt und erläutert, mit welchen Maßnahmen am Gebäude sich die meiste Energie einsparen lässt und ob diese Maßnahmen wirtschaftlich sind. Eine Vor-Ort-Beratung wird mit bis zu 300 Euro (höchstens aber 50 Prozent der Beratungskosten) gefördert. Bei Einbezug einer zusätzlichen Stromberatung erhöht sich der Zuschuss um 50 Euro. Es können auch wahlweise thermografische Untersuchungsergebnisse oder Luftdichtigkeitsprüfungen (sog. Blower-Door-Tests) in die Vor-Ort-Beratung integriert und mit bis zu 100 Euro gefördert werden.

Zugelassene Berater und weitere Einzelheiten finden Sie unter [www.bafa.de/bafa/de/energie](http://www.bafa.de/bafa/de/energie).

### Maßnahmenförderung:

Mithilfe von Krediten und Zuschüssen fördert die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) das energetische Bauen und Sanieren von Wohngebäuden. Dafür stehen zwei Programme zur Verfügung. Je höher die Energieeffizienz eines Gebäudes, umso attraktiver ist die Förderung. Als Standard, an dem sich die Förderung orientiert, dient das sogenannte KfW-Effizienzhaus. Mit diesem Label werden Häuser ausgezeichnet, deren Energieeffizienz besser ist, als der Gesetzgeber in der Energieeinsparverordnung (EnEV) vorschreibt.

### Programm 1: Energieeffizient Bauen

Mit diesem Programm wird der Bau oder der Ersterwerb eines Niedrigenergie- oder Passivhauses durch zinsverbilligte Darlehen unterstützt. Gefördert werden Gebäude, die entweder dem Standard KfW Effizienzhaus 55 oder KfW Effizienzhaus 70 entsprechen. Diese zeichnen sich unter anderem dadurch aus, dass ihr jährlicher Bedarf an Primärenergie und ihre Wärmeverluste über die Gebäudehülle maximal 55 Prozent beziehungsweise 70 Prozent der Werte betragen, die nach der EnEV für Neubauten erlaubt sind.

## Programm 2: Energieeffizient Sanieren

Dieses Programm fördert

- den Ersterwerb eines sanierten Gebäudes
- alle Maßnahmen, die zur Erreichung eines KfW Effizienzhauses beitragen
- Einzelmaßnahmen beziehungsweise -kombinationen, die den technischen Mindestanforderungen entsprechen

Die finanzielle Unterstützung erfolgt in Form von Krediten und Zuschüssen.

### Kredit:

- maximal 75.000 Euro pro Wohneinheit bei Sanierung zum KfW-Effizienzhaus und Tilgungszuschuss von 5 Prozent oder 12,5 Prozent;
- maximal 50.000 Euro pro Wohneinheit bei Einzelmaßnahmen oder -kombinationen;

### Zuschuss:

- für ein KfW-Effizienzhaus gibt es 17,5 Prozent (maximal 13.125 Euro) oder 10 Prozent (maximal 7.500 Euro) Zuschuss zu den Investitionskosten pro Wohneinheit - je nach erreichtem Niveau
- 5 Prozent (maximal 2.500 Euro) Zuschuss zu den Investitionskosten pro Wohneinheit bei Einzelmaßnahmen oder -kombinationen

Detailinformationen finden Sie bei der KfW (Programm 153, 154 Darlehen, Programm 430 Zuschuss).

## Programm 3: Wohnraum Modernisieren - Standard und Altersgerecht Umbauen

Im Programmteil „Standard“ werden Modernisierungs- und Instandsetzungsmaßnahmen an bestehenden Wohngebäuden sowie Verbesserungen der Außenanlagen bei Mehrfamilienhäusern (3 oder mehr Wohneinheiten) finanziert.

Detailinformationen finden Sie bei der KfW (Programm Nr. 141).

Mit dem Programmteil Altersgerecht Umbauen werden Maßnahmen zur Reduzierung oder Beseitigung von Barrieren im Wohnungsbestand gefördert. Ziel des Programms ist es, insbesondere älteren Menschen innerhalb der angestammten Wohnung und des gewohnten sozialen Umfeldes eine weitgehend barrierefreie, zumindest jedoch barriere reduzierte Nutzung zu ermöglichen. Die geförderten Maßnahmen müssen daher bestimmten technischen Mindestanforderungen genügen.

Detailinformationen finden Sie bei der KfW (Programm Nr. 155).

## Programm 4: Baubegleitung von Energieeffizienz-Maßnahmen

Ein zusätzlicher Zuschuss kann in Anspruch genommen werden, wenn ein Sachverständiger die Sanierungsmaßnahmen begleitet.

Detailinformationen finden Sie bei der KfW (Programm Nr. 431).

### Sonderprogramm:

#### Sonderfonds Energieeffizienz in kleinen und mittleren Unternehmen (KMU)

Seit Februar 2008 gibt es das Förderprogramm der KfW "**Sonderfonds Energieeffizienz in KMU**". Eine Energieeffizienzberatung in KMU wird mit Zuschüssen von bis zu 80 % der Beratungskosten gefördert. Durch sie sollen nicht nur ungenutzte Einsparpotenziale identifiziert werden, sondern daraus auch konkrete Vorschläge für wirtschaftlich sinnvolle Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz hervorgehen. Zur Umsetzung der erfassten Energieeinsparpotenziale stellt die KfW aus ERP-Mitteln zinsgünstige Darlehen für energieeinsparende Investitionen bereit, die noch zusätzlich aus dem Bundeshaushalt verbilligt werden.

## Erneuerbare Energien – Marktanreizprogramm MAP

Das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) fördert Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Rahmen des Marktanreizprogramms des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit.

Das Ziel der Förderung ist, den Absatz von Technologien der erneuerbaren Energien im Markt durch Investitionsanreize zu stärken und deren Wirtschaftlichkeit zu verbessern.

Über das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) sind förderfähig:

Die Errichtung und Erweiterung von

- Solarkollektoranlagen bis 40 m<sup>2</sup> Bruttokollektorfläche,
- Solarkollektoranlagen mit mehr als 40 m<sup>2</sup> Bruttokollektorfläche auf Ein- und Zweifamilienhäusern mit hohen Pufferspeichervolumina,
- automatisch beschickten Anlagen zur Verbrennung von fester Biomasse für die thermische Nutzung bis einschließlich 100 kW Nennwärmeleistung,
- handbeschickten Anlagen zur Verbrennung von fester Biomasse für die thermische Nutzung von 15 bis 50 kW Nennwärmeleistung (Scheitholzvergaserkessel),
- effizienten Wärmepumpen,
- besonders innovativen Technologien zur Wärme- und Kälteerzeugung aus erneuerbaren Energien nach Maßgabe dieser Richtlinien:
  - Große Solarkollektoranlagen von 20 bis 40 m<sup>2</sup> Bruttokollektorfläche,
  - Sekundärmaßnahmen zur Emissionsminderung und Effizienzsteigerung bei Anlagen zur Verfeuerung fester Biomasse bis einschließlich 100 kW Nennwärmeleistung
  - besonders effiziente Wärmepumpen.

Neben den eben beschriebenen Fördertatbeständen gibt es ein Bonussystem, das für deutlich höhere Förderbeträge sorgen kann. Wer z. B. Solarkollektoren und Biomassekessel besonders energieeffizient einsetzt oder erneuerbare Energien miteinander kombiniert, wird zusätzlich mit einem Bonus belohnt. Eine Übersicht über die verschiedenen Fördermöglichkeiten kann zusammen mit den Antragsformularen heruntergeladen werden.

[http://www.bafa.de/bafa/de/energie/erneuerbare\\_energien/index.html](http://www.bafa.de/bafa/de/energie/erneuerbare_energien/index.html)

## Investitionsoffensive Infrastruktur

Zum 01.04.2009 wurde auch die „Investitionsoffensive Infrastruktur für strukturschwache Regionen“ gestartet. Mit zinsgünstigen mittel- und langfristigen Darlehen können finanzschwache Kommunen Investitionsmaßnahmen in die kommunale und soziale Infrastruktur finanzieren. Hierfür wird ein Darlehensvolumen von bis zu 3 Milliarden Euro zur Verfügung gestellt, was zu einem Investitionsvolumen von bis zu 4,5 Mrd. Euro führen kann.

Mit dem „**Kommunalkredit**“ werden **Direktkredite** für Kommunen angeboten, mit „**Kommunal Investieren**“ für kommunale Unternehmen, mit „Sozial Investieren“ für gemeinnützige Organisationen.

Weitere Informationen erhalten interessierte Investoren unter [www.kfw.de](http://www.kfw.de) oder über das Infocenter der KfW Bankengruppe unter der Telefonnummer **01801 / 33 55 77**.

Den Kommunen kommt beim Klimaschutz eine herausragende Rolle zu. Die Kommunen tragen aufgrund der räumlichen Konzentration unterschiedlicher Nutzungen (Wohnen, Gewerbe und Industrie, Verkehr, Freizeit) einen großen Teil zum Anfall von Treibhausgasen, die zum Klimawandel führen, bei.

Der Klimaschutz in Kommunen betrifft Bereiche wie Energieeinsparung, Energieerzeugung, Bauformen, Raum- und Siedlungsentwicklungen und daraus resultierende Mobilitäts- und Transporterfordernisse.

Um dem Klimawandel in den Städten und Stadtregionen Einhalt zu bieten, ist die Erarbeitung von Strategien erforderlich:

1. Entwicklung neuer Technologien, Verfahren und Strategien, mit denen eine deutliche Emissionsminderung klimarelevanter Gase erreicht werden kann
2. Anpassung durch alternative Energiequellen und Lösungsstrategien
3. fairem Konsens zwischen den Interessen der heutigen und der künftigen Stadtmenschen unter Einbezug sozialer, wirtschaftlicher, ökologischer Anforderungen sowie dem verantwortlichen Umgang mit den vorhandenen Ressourcen

Notwendig sind integrierte Ansätze, die über die bereits weit verbreiteten Bemühungen der Kommunen zur energetischen Sanierung ihrer Liegenschaften und fallweisen Nutzung erneuerbarer Energien hinausgehen.

Klimaschutzkonzepte für Kommunen sind die wesentlichen Herausforderungen für die Zukunft!

## Kommunaler Klimaschutz

### Teil 1: Klimaschutzkonzepte

- Förderung der Erstellung
  - Gefördert wird die Erstellung von umfassenden Klimaschutzkonzepten und von Teilkonzepten, wie zum Beispiel integrierte Wärmenutzungskonzepte oder Klimaschutzkonzepte für Liegenschaften. Diese Konzepte sollen Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanzen, Potenzialanalysen zur Minderung von Treibhausgasen, Maßnahmenkataloge sowie Zeitpläne zur Umsetzung umfassen.
  - In der Regel werden Zuschüsse in Höhe von bis 80% gewährt.
- Förderung der beratenden Begleitung bei der Umsetzung
  - Gefördert wird die begleitende Beratung bei der Umsetzung von Klimaschutzkonzepten oder Teilkonzepten. Förderfähig sind Sach- und Personalkosten bis zu 3 Jahren.

### Teil 2: Anwendung von Klimaschutztechnologien bei der Stromnutzung

- Förderung von
  - a) Einbau innovativer Beleuchtungs-, Steuer- und Regelungstechnik
  - b) Einbau hocheffizienter Pumpen und Ventilatoren

Nicht rückzahlbare Zuwendungen in Höhe von 25 % der zuwendungsfähigen Kosten

### Teil 3: Modellprojekte zum Klimaschutz

- Förderung von
  - a) Modellregionen mit dem Leitbild CO<sub>2</sub>-Neutralität
  - b) Umsetzung von Einzelvorhaben

Nicht rückzahlbare Zuwendungen in Höhe von

- a) 80% der zuwendungsfähigen Kosten
- b) 60 % der nachgewiesenen Mehrkosten für den Klimaschutz

#### **Auskunft zum Förderprogramm über:**

Servicestelle und Auskunft DIFU

([www.difu.de](http://www.difu.de), Tel. 0221/340308-15)

#### **Träger des Förderprogramms:**

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

#### **Anträge zum Förderprogramm an:**

Projektträger Jülich (PtJ)

([www.fz-juelich.de/ptj](http://www.fz-juelich.de/ptj), Tel. 02461/61-3172)

## Markt der Möglichkeiten

### Bauteilbörse Augsburg-Schwaben / [www.bauteilboerse-augsburg.de](http://www.bauteilboerse-augsburg.de)

**Dr. Pia Haertinger, Andreas Bucksch, Bauteilbörse Augsburg-Schwaben, SKM Augsburg, Katholischer Verband für soziale Dienste e.V.**

Am 15. November 2007 wurde die erste Bauteilbörse in Süddeutschland – die Bauteilbörse Augsburg-Schwaben als ein Arbeitsprojekt des SKM Augsburg gegründet.

Die BTB Augsburg Schwaben ist Mitglied im bauteilnetz Deutschland ([www.bauteilnetz.de](http://www.bauteilnetz.de)). Diese überregionale Plattform bewirbt bundesweit das Anliegen, Bauteile in den Kreislauf zurückzuführen, unterstützt Neugründungen und berät die bereits bestehenden Bauteilbörsen.

#### Arbeitsprojekt des SKM Augsburg für Menschen in sozialen Schwierigkeiten

Ob Sanitäreinrichtungen, Lampen oder gut erhaltene Türen: Mit der neuen Börse sollen Gebäude in Augsburg und Umgebung künftig verstärkt auch mit gebrauchten Bauteilen saniert oder umgebaut werden. Organisiert wird die Wiederverwendung der gebrauchten Bauteile, die bei Abriss oder Umbau anfallen, vom SKM Augsburg, Kath. Verband für soziale Dienste e.V.

Da das Arbeitsprojekt des SKM Augsburg Langzeitarbeitslose und Klienten des SKM Augsburg beschäftigt und qualifiziert, wird es von der ARGE für Beschäftigung der Stadt Augsburg gefördert.

#### Ausbau, Lagerhaltung und Verkauf

Mitarbeiter der Bauteilbörse holen aus Gebäuden, die abgerissen oder umgebaut werden sollen, Bauteile wie z. B. Innentüren, Fenster, Fliesen, Waschbecken, Treppen, Badewannen, Dachziegel etc., säubern, reparieren und lagern die Bauteile, um sie dann zum Verkauf in einer angemieteten Lagerhalle mit ca. 400 m<sup>2</sup> in der Eberlestr. 74, in 86157 Augsburg anzubieten.

#### Die Bauteilbörse leistet aktiven Umweltschutz

Die Wiederverwendung der dabei anfallenden Bauteile spart wertvolle Rohstoffe und Energie und ist damit ein aktiver Beitrag zum Klimaschutz. Zudem wird der Baustoffmarkt regionalisiert und so die mit dem oft weiten Transportwegen verbundenen Kosten und Umweltbelastungen verringert. Ein wichtiges Ziel der Abfallwirtschaft ist die Abfallvermeidung. Die Wiederverwendung von gebrauchten Bauteilen ist ein Signal gegen die Wegwerfmentalität.

#### Kontakt:

Bauteilbörse Augsburg-Schwaben / Eberlestr. 74 / 86157 Augsburg

Tel.: 0821-2428147 oder Geschäftsleitung Christiane Schmid Tel.: 0151-14474339

Email: [bauteilboerse@skm-augsburg.de](mailto:bauteilboerse@skm-augsburg.de) // Webseite: [www.bauteilboerse-augsburg.de](http://www.bauteilboerse-augsburg.de)

Öffnungszeiten: Mo - Fr. 9:00 - 17:00 Uhr; Sa 9:00 - 13:00 Uhr

# Architektur und Abfallwirtschaft

**Dr. Ulrich Lottner, LfU**

## Zusammenfassung

Bau- und Abbruchabfälle sind der mengenmäßig größte Strom in der Abfallwirtschaft. So erscheinen Maßnahmen zur Vermeidung derartiger Abfälle nach Menge und Schadstoffgehalt und zur hochwertigen stofflichen Verwertung entsprechend der EU-Richtlinie über Abfälle dringend geboten. Architekten und Bauingenieure tragen eine entsprechende Verantwortung. Bei Baumaßnahmen sollte jeweils geprüft werden, ob nicht Produkte Verwendung finden können, die aus Bauabfällen hergestellt worden sind, sofern sie für den jeweiligen Einsatzzweck geeignet sind. Im Beitrag werden Möglichkeiten zur Vermeidung von Bauabfällen genannt, unter anderem auch das sich formierende Bauteilnetz Deutschland.

## Produktverantwortung

Wer Erzeugnisse entwickelt, herstellt, be- und verarbeitet oder vertreibt, trägt zur Erfüllung der Ziele der Kreislaufwirtschaft die Produktverantwortung (§ 22 KrW-/AbfG), unter Berücksichtigung der Verhältnismäßigkeit der Anforderungen. Zur Erfüllung der Produktverantwortung sind Erzeugnisse (hier: Bauten) möglichst so zu gestalten, dass bei deren Herstellung und Gebrauch das Entstehen von Abfällen vermindert wird und die umweltverträgliche Verwertung oder notfalls auch Beseitigung der nach deren Gebrauch entstandenen Abfälle sichergestellt sind.

Die Produktverantwortung umfasst insbesondere

- die Entwicklung, Herstellung und das Inverkehrbringen von Erzeugnissen, die mehrfach verwendbar, technisch langlebig und nach Gebrauch zur ordnungsgemäßen und schadlosen Verwertung und, falls nicht verwertbar, zur umweltverträglichen Beseitigung geeignet sind,
- den vorrangigen Einsatz von verwertbaren Abfällen oder sekundären Rohstoffen bei der Herstellung von Erzeugnissen.

Auch der Architekt und der leitende Bauingenieur in Hoch- und Tiefbau haben diese Produktverantwortung. Sie sind maßgeblich aufgerufen, die genannten Grundsätze bereits in ihren Planungen für den ressourcenoptimierten Bau, Betrieb und späteren Abriss eines zukünftigen Gebäudes zu berücksichtigen und zu kontrollieren. Dabei sind in erster Linie ungeeignete und schadstoffhaltige Baustoffe zu vermeiden. Die Gleichwertigkeit sekundärer Rohstoffe zu den primären muss selbstverständlich für den jeweiligen Einsatzzweck vorliegen.

## Vorbildfunktion der Öffentlichen Hand

Wegen der Vorbildfunktion soll die öffentliche Hand bei Baumaßnahmen Produkte einsetzen, die aus Bauabfällen hergestellt worden sind, sofern sie für den jeweiligen Einsatzzweck geeignet sind (Teil III, Abs. 1.2.6 BayAbfPV) und der entsprechende Qualitätsnachweis seitens des Herstellers geführt werden kann.

Der Freistaat Bayern wirkt im Rahmen seiner Zuständigkeiten – unter anderem bei Bauvorhaben der öffentlichen Hand – darauf hin, dass

- abfall- und schadstoffarme Produktionstechniken und -verfahren entwickelt und eingesetzt werden,
- Stoff- und Produktionskreisläufe entwickelt und eingesetzt werden,
- die Produktverantwortung durchgesetzt wird,
- Güter und Erzeugnisse (hier: Bauten) möglichst so gestaltet werden, dass bei der Herstellung, dem Gebrauch und der Entsorgung möglichst wenig Abfälle entstehen und
- die Wieder- und Weiterverwendung gesteigert werden (Teil II, Abs. 1.3 BayAbfPV).

Bei umweltbedeutsamen öffentlichen Aufträgen über Bauleistungen hat die Vergabestelle zu ermitteln, welche umweltfreundlichen und energieeffizienten Lösungen angeboten werden. Es sind möglichst Erzeugnisse zu berücksichtigen, die sich durch Langlebigkeit, Reparaturfreundlichkeit und Wiederverwendbarkeit oder Verwertbarkeit auszeichnen, im Vergleich zu anderen Erzeugnissen zu weniger oder zu entsorgungsfreundlicheren Abfällen führen und aus Reststoffen oder Abfällen hergestellt worden sind. Finanzielle Mehrbelastungen und eventuelle Minderungen der Gebrauchstauglichkeit sind dabei in angemessenem Umfang hinzunehmen.

In der Leistungsbeschreibung sind diese Gesichtspunkte vorzugeben (BayöAUMWR).

Nach Art. 2 Abs. 1 BayAbfG haben Staat, Gemeinden, Landkreise, Bezirke und die sonstigen juristischen Personen des öffentlichen Rechts vorbildhaft dazu beizutragen, dass diese Grundsätze ebenso wie diejenigen der Wirtschaftlichkeit und Sparsamkeit bei der Vergabe öffentlicher Aufträge berücksichtigt werden.

Hochwertige und baugeschichtlich interessante Gebäude sollten grundsätzlich vor dem Abriss bewahrt und damit auch als Abfall vermieden werden (s. auch Beispiel aus WELT ONLINE 2007).

## **Abfall ist Wertstoff – Wertstoffe werden kostbarer**

Durch die Bereitstellung von Sekundärrohstoffen (einschließlich der Baustoffe) wurden der deutschen Volkswirtschaft jährlich bis 2006 nach einer Studie des Instituts der Deutschen Wirtschaft (IW), Köln, bereits 20 % der Kosten für den Import von Metallen und 3 % für den Import von Energie, insgesamt knapp 4 Milliarden € eingespart (Urban Mining). Zudem wurden 60.000 Arbeitsplätze geschaffen (BDE 2006). Urban Mining verringert die Abhängigkeiten von steigenden Rohstoffpreisen und von Importen (Schreiter 2008). Wirtschaftliches Handeln wird nach der derzeitigen Rezession wieder zunehmend von steigenden Rohstoffpreisen bestimmt werden. Auch die Qualität eines Produktes bzw. Bauwerks dürfte künftig mit vom Ansatz eines ökoeffizienten und nachhaltigen sowie umwelt- und klimaschonenden Vorgehens bestimmt und danach beurteilt werden (Benchmarking, Auszeichnungen etc.).

Die Europäische Union setzt in ihrer „Richtlinie über Abfälle“ zur verstärkten Ressourcenschonung die Abfallvermeidung bei der Produktion, die Wieder- und Weiterverwendung sowie die Vorbereitung zur Wiederverwendung vor die stoffliche und diese vor die energetische Verwertung. Das Europäische Parlament und der Rat sehen die Europäische Union als zukünftige Recyclinggesellschaft mit einem hohen Maß an Effizienz bei der Ressourcennutzung.

## Abfallmengen und Schadstoffcharakter der Bau- und Abbruchabfälle

Bau- und Abbruchabfälle sind sowohl unter den nicht-gefährlichen (s. Abb.) als auch den gefährlichen Abfällen der seit Jahren mengenmäßig größte Strom in der Abfallwirtschaft. So sind Maßnahmen zur Vermeidung derartiger Abfälle nach Menge und Schadstoffgehalt und zur Separierung entstandener Abfälle in verschiedene Fraktionen (gezielter Rückbau, siehe hierzu den Schadstoffratgeber Gebäude-rückbau des LfU) mit dem Ziel einer hochwertigen Verwertung besonders wirksam und hilfreich, Restabfälle zur Ablagerung zu reduzieren.

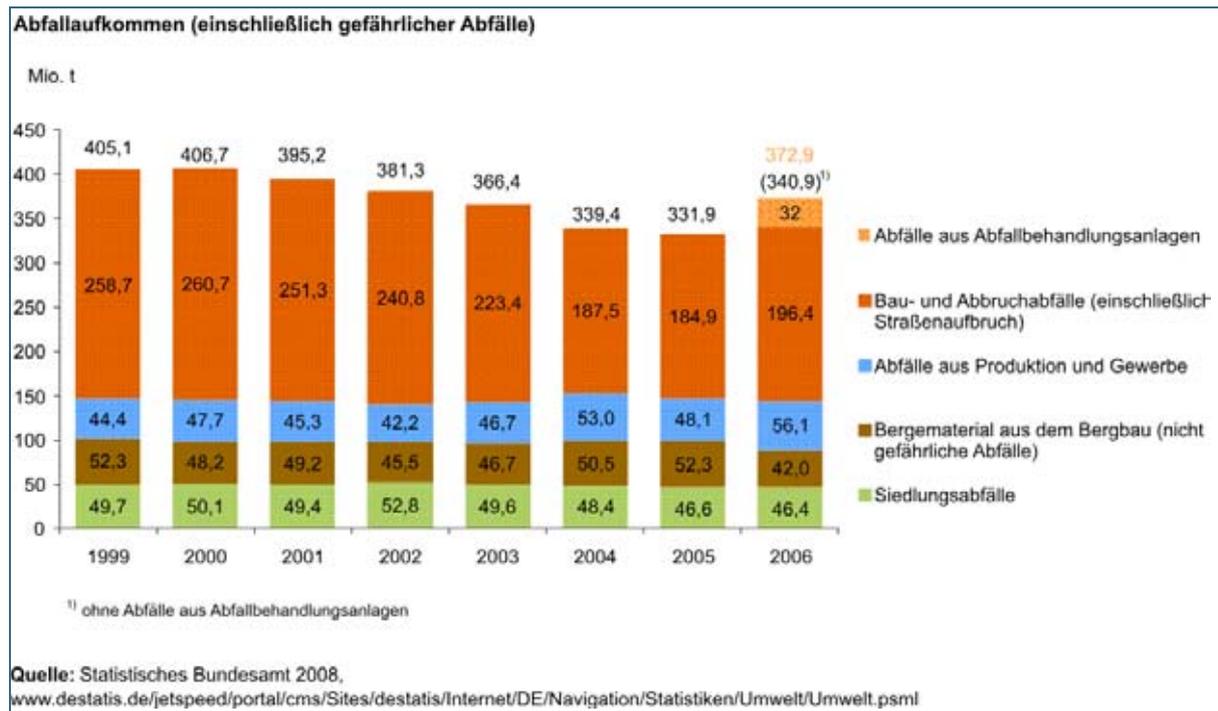


Abb.: Entwicklung des Gesamtabfallaufkommens in Deutschland 1999 bis 2006 in Mio. t (UBA: Daten zur Umwelt – Daten aus Deutschland, 2009)

Zu Massenströmen, Aufbereitungsverfahren und der Qualität von Bau- und Abbruchabfällen gibt ein Bericht des Ökoinstituts im Auftrage des Umweltbundesamtes Auskunft (Ökoinstitut 2007).

## Vermeidung von Bauabfällen

- Weichenstellungen bei der Planung größerer Bauvorhaben und von Gebäuden, um Abfälle nach Menge, Auswirkungen auf die Umwelt und Schadstoffgehalt vermeiden zu können:
  - Nachhaltigkeit von Baustoffen und Konstruktionen
  - Anforderungen an Vermeidung und Getrennthaltung von Abfällen als Teil der Ausschreibungsunterlagen,
  - frühzeitige Kontaktaufnahme zu Abfallbörsen für den Bodenaushub (z. B. Lehm, Ton, Sand, Kies, Boden), ggf. Prüfung der Möglichkeiten zur Zwischenlagerung wertvollen Bodenmaterials zur späteren Wiederverwendung,
  - Ermittlung und Veranlassung zur Nutzung möglicher Rücknahmesysteme für übrig gebliebene Baustoffe,

- möglichst keine Verwendung schadstoffhaltiger Materialien, ggf. Eintrag in die Planunterlagen,
- Bewahrung wertvoller Altbauten oder von Teilen hieraus (Bauteilnetz Deutschland, derzeitiger Aufbau von Bauteilbörsen auch in Bayern).
- Maßnahmen beim Bau:
  - Minimierung von Bauschäden durch Vorbeugen und erhöhte Qualitätskontrolle,
  - Nutzung bestehender Rücknahmesysteme für übrig gebliebene Baustoffe (z. B. Gipsplattenverschnitt).

## Einsatz von Sekundärbaustoffen

- Einsatz von Bauteilen (Produkten), die aus Bauabfällen hergestellt worden sind, sofern sie für den jeweiligen Einsatzzweck geeignet sind (Nachweis).

## Getrennthaltung und Recycling von Bauabfällen

- Rückbaukonzept bzw. recyclinggerechtes Konstruieren und Bauen (unter Berücksichtigung des LfU-Schadstoffratgebers Gebäuderückbau
- FCKW-haltige Kälte- und Klimaanlage müssen beim Gebäuderückbau oder einer Sanierung gesondert berücksichtigt, ausgebaut und entsorgt werden (mit Absaugung etc.).
- Bauabfälle sind zur möglichst hochwertigen Verwertung und, um die Ökoeffizienz zu nutzen, getrennt zu halten und soweit irgend möglich stofflich zu verwerten.

Die genannten Beispiele erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

Im Verbundprojekt „Stoffflussmanagement Bauwerke“ des bayerischen Staatsministeriums für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz wurden 2006 auch die genannten Themen „Recyclinggerechtes Konstruieren und Bauen“, „Nachhaltigkeit von Baustoffen und Konstruktionen“ und „Bauschäden und Schadensvorbeugung“ behandelt (CBM 2006).

## Quellen

- 1) Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz - KrW-/AbfG) vom 27. September 1994 (BGBl. I S. 2705), zuletzt geändert durch Art. 5 Gesetz vom 22. Dezember 2008 (BGBl. I S. 2998)
- 2) Abfallwirtschaftsplan Bayern (AbfPV) vom 5. Dezember 2006 (GVBl S. 1028), berichtigt am 2. Februar 2007 (GVBl S. 189)
- 3) BayUmweltrichtlinien Öffentliches Auftragswesen – öAUmwR vom 28. April 2009
- 4) Gesetz zur Vermeidung, Verwertung und sonstigen Entsorgung von Abfällen in Bayern (Bayerisches Abfallwirtschaftsgesetz - BayAbfG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 9. August 1996 (GVBl 1996, S. 449), zuletzt geändert durch § 2 Gesetz vom 5. April 2006 (GVBl. S. 179)
- 5) WELT ONLINE: „[Wenn aus Städten urbane Dörfer werden](http://www.abfallratgeber-bayern.de/webstat/wstatabinfos.nsf/LinkCounter?OpenAgent&X=abfallvermeidung&L=http://www.abfallratgeber-bayern.de/arba/abfallinfo.nsf/WebTexte/3DAF26767DDBEC5BC1256D49004B42E0/$file/urbane_doerfer.pdf)“ (http://www.abfallratgeber-bayern.de/webstat/wstatabinfos.nsf/LinkCounter?OpenAgent&X=abfallvermeidung&L=http://www.abfallratgeber-bayern.de/arba/abfallinfo.nsf/WebTexte/3DAF26767DDBEC5BC1256D49004B42E0/\$file/urbane\_doerfer.pdf), Beitrag, Berlin 2007

- 6) Bundesverband der Deutschen Entsorgungswirtschaft e.V.: „Urban Mining gegen Rohstoffknappheit“, Pressemitteilung 3. Juli 2006: [http://www.bde-berlin.org/wp-content/pialt/310\\_pm.pdf](http://www.bde-berlin.org/wp-content/pialt/310_pm.pdf), Berlin 2006
- 7) Schreiter, St.: „[Urban Mining: Die größten Rohstoffschätze schlummern in unseren Städten](#)“ ([http://www.abfallratgeber-bayern.de/webstat/wstatabinfos.nsf/LinkCounter?OpenAgent&X=Abfallvermeidung&L=http://www.abfallratgeber-bayern.de/arpa/abfallinfo.nsf/WebTexte/A00510C1D3124A7EC1256D49004A8340/\\$file/urban\\_mining.pdf](http://www.abfallratgeber-bayern.de/webstat/wstatabinfos.nsf/LinkCounter?OpenAgent&X=Abfallvermeidung&L=http://www.abfallratgeber-bayern.de/arpa/abfallinfo.nsf/WebTexte/A00510C1D3124A7EC1256D49004A8340/$file/urban_mining.pdf)), Beitrag in „Welt ONLINE“, Berlin 2008
- 8) Umweltbundesamt: Daten zur Umwelt – [Daten aus Deutschland, 2009](#) (<http://www.umweltbundesamt-umwelt-deutschland.de/umweltdaten/public/theme.do?nodeId=2320>)
- 9) Ökoinstitut: „[Aufkommen, Qualität und Verbleib mineralischer Abfälle](#)“ (<http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3418.pdf>), Bericht, Freiburg, Darmstadt, Berlin 2007
- 10) BayLfU: Schadstoffratgeber Gebäuderückbau unter [www.lfu.bayern.de](http://www.lfu.bayern.de) Abfall > Fachinformationen
- 11) CBM Centrum Baustoffe und Materialprüfung der TU München (Hrsg.): „[Stoffflussmanagement Bauwerke](#)“ (<http://www.sfm-bauwerke.de/leitfaden/index.html>), Verbundprojekt, München 2006

## Tagungsleitung / Referenten

Dr. Richard Fackler  
Vizepräsident  
Bayer. Landesamt für Umwelt  
Dienststelle Hof  
Hans-Högn-Str. 12  
95030 Hof  
Tel.: (0 92 81) 18 00–45 00  
E-Mail: [Richard.Fackler@lfu.bayern.de](mailto:Richard.Fackler@lfu.bayern.de)

Peter Miehle  
Bayer. Landesamt für Umwelt  
Bürgermeister-Ulrich-Straße 160  
86179 Augsburg  
Tel.: (08 21) 90 71–55 09  
E-Mail: [Peter.Miehle@lfu.bayern.de](mailto:Peter.Miehle@lfu.bayern.de)

Carolin Himmelhan  
Bayer. Landesamt für Umwelt  
Bürgermeister-Ulrich-Straße 160  
86179 Augsburg  
Tel.: (08 21) 90 71–51 97  
E-Mail: [Carolin.Himmelhan@lfu.bayern.de](mailto:Carolin.Himmelhan@lfu.bayern.de)

---

Elisabeth Albrecht  
Bayer. Landesamt für Umwelt  
Bürgermeister-Ulrich-Straße 160  
86179 Augsburg  
Tel.: (08 21) 90 71–53 84  
E-Mail: [Elisabeth.Albrecht@lfu.bayern.de](mailto:Elisabeth.Albrecht@lfu.bayern.de)

Dr. Josef Hochhuber  
Bayer. Landesamt für Umwelt  
Bürgermeister-Ulrich-Straße 160  
86179 Augsburg  
Tel.: (08 21) 90 71–52 39  
E-Mail: [Josef.Hochhuber@lfu.bayern.de](mailto:Josef.Hochhuber@lfu.bayern.de)

Andreas Bucksch  
Dr. Pia Haertinger  
Bauteilbörse Augsburg-Schwaben  
SKM Augsburg  
Katholischer Verband für soziale Dienste e.V.  
Eberlestraße 74  
86157 Augsburg  
Tel.: (08 21) 2 42 81 47  
E-Mail: [info@bauteilboerse-augsburg.de](mailto:info@bauteilboerse-augsburg.de)

Dr. Josef Hochhuber  
Bayer. Landesamt für Umwelt  
Bürgermeister-Ulrich-Straße 160  
86179 Augsburg  
Tel.: (08 21) 90 71–52 39  
E-Mail: [Josef.Hochhuber@lfu.bayern.de](mailto:Josef.Hochhuber@lfu.bayern.de)

Helmut Krapmeier  
Energieinstitut Vorarlberg  
Stadtstrasse 33 / CCD  
A - 6850 Dornbirn  
Tel.: +43 (0)55 72 / 3 12 02-61  
E-Mail: [Helmut.Krapmeier@energieinstitut.at](mailto:Helmut.Krapmeier@energieinstitut.at)

Dipl.-Ing. Alfred Kratochwil  
IGUTEC Ingenieurgesellschaft für Umwelttech-  
nologie GmbH  
Ahornstraße 122  
84030 Ergolding  
Tel.: (08 71) 9 73 19-0  
E-Mail: [info@igutec.de](mailto:info@igutec.de)

Dr. Ulrich Lottner  
Bayer. Landesamt für Umwelt  
Bürgermeister-Ulrich-Straße 160  
86179 Augsburg  
Tel.: (08 21) 90 71– 53 87  
E-Mail: [Ulrich.Lottner@lfu.bayern.de](mailto:Ulrich.Lottner@lfu.bayern.de)

Michael Schneider  
Bayer. Landesamt für Umwelt  
Bürgermeister-Ulrich-Straße 160  
86179 Augsburg  
Tel.: (08 21) 90 71–54 70  
E-Mail: [Michael.Schneider@lfu.bayern.de](mailto:Michael.Schneider@lfu.bayern.de)

Dipl.-Ing. Oswald Silberhorn  
Regionalbeauftragter der  
Bayerischen Ingenieurekammer-Bau  
für den Regierungsbezirk Schwaben  
IBOS-TGA Ing. Gesellschaft f. Techn.-Gebäude-  
Ausrüstung mbH  
Wolframstr.19 a, 86161 Augsburg  
Tel.: (08 21) 4 54 05 50  
E-Mail: [O.Silberhorn@ibos-tga.de](mailto:O.Silberhorn@ibos-tga.de)

Dr. Rudolf Stockerl  
Bayer. Landesamt für Umwelt  
Dienststelle München  
Lazarettstraße 67  
80636 München  
Tel.: (0 89) 92 14–12 04  
E-Mail: [Rudolf.Stockerl@lfu.bayern.de](mailto:Rudolf.Stockerl@lfu.bayern.de)

Dr. Anne Theenhaus  
Bayer. Landesamt für Umwelt  
Bürgermeister-Ulrich-Straße 160  
86179 Augsburg  
Tel.: (08 21) 90 71–52 40  
E-Mail: [Anne.Theenhaus@lfu.bayern.de](mailto:Anne.Theenhaus@lfu.bayern.de)

Stefan Zoller  
Bayer. Landesamt für Umwelt  
Bürgermeister-Ulrich-Straße 160  
86179 Augsburg  
Tel.: (08 21) 90 71–51 21  
E-Mail: [Stefan.Zoller@lfu.bayern.de](mailto:Stefan.Zoller@lfu.bayern.de)

