

3

DAS 3-LITER-HAUS



LUWOG
Das Wohnungsunternehmen der BASF
www.luwo.de

Zuhause fühlen ...



■ **BASF** Gruppe



> 2

**Innovationen in der Altbausanierung
sparen Kosten und Energie**

**Das 3-Liter-Haus im Ludwigshafener
Brunckviertel**

„Man kann nicht in die Zukunft schauen, aber man kann den Grund für etwas Zukünftiges legen – denn Zukunft kann man bauen“, sagte einst Antoine de Saint-Exupéry.



*Dr. Matthias Hensel
Vorsitzender der Geschäftsführung
LUWOGÉ – Das Wohnungs-
unternehmen der BASF*

Mit dem 3-Liter-Haus haben wir Zukunft gebaut – eine nachhaltige Zukunft: Der modernisierte Altbau verbindet wirtschaftlichen Erfolg mit einem verantwortungsvollen Umgang mit unseren natürlichen Ressourcen, er erhöht die Lebensqualität und macht uns zudem wettbewerbsfähiger. Der Erfolg gibt uns recht: Das 3-Liter-Haus ist europaweit zum Vorzeige- und Nachahmprojekt geworden. Die Mieter fühlen sich in dem sanierten Altbau rundum wohl, und die 3-Liter-Marke wurde zudem mit einem Schnitt von 2,6 Litern pro Quadratmeter und Jahr unterschritten. Damit haben wir bewiesen: Ein Altbau kann heute wirtschaftlich zum Niedrigenergiehaus modernisiert werden. Wir müssen diesen Weg weiterverfolgen und zusammen Neues gestalten – denn die Zukunft liegt in den Händen von uns allen. Lassen Sie uns die Zukunft gemeinsam bauen!

Einführung



Brunckviertel vor der Modernisierung

Die LUWOGÉ – Das Wohnungsunternehmen der BASF startete 2001 das Pilotprojekt 3-Liter-Haus im Brunckviertel im Ludwigshafener Stadtteil Friesenheim. Die Werte des Heizwärmebedarfs nach dreijähriger Messung haben die Erwartungen der LUWOGÉ sogar übertroffen: Der durchschnittliche Verbrauch im 3-Liter-Haus liegt mit 2,6 Litern pro Quadratmeter Wohnfläche und Jahr sogar unter der 3-Liter-Marke.



Modernisierungskonzept

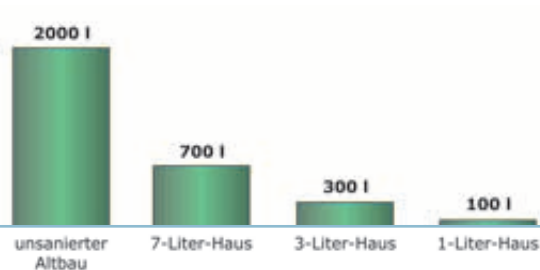


Modernisiertes
Brunckviertel

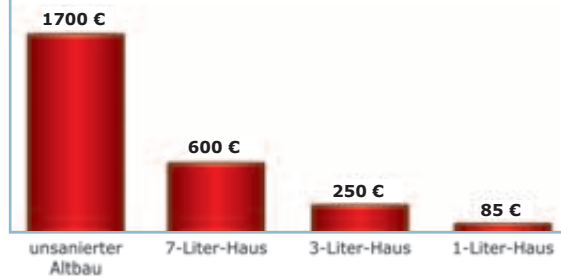
Und so hat alles begonnen: In den 90er Jahren zeigte sich, dass die Grundrisse der Wohnungen im Ludwigshafener Brunckviertel, der Werkssiedlung der BASF Aktiengesellschaft, nicht mehr zeitgemäß waren. Gemeinsam erarbeiteten die LUWOG, die Stadt Ludwigshafen und das Land Rheinland-Pfalz ein umfangreiches Modernisierungskonzept. Mit dem Konzept können 80 % des Heizwärmebedarfs im Brunckviertel eingespart werden. In die Planungen wurde die Modernisierung eines Altbaus zum 3-Liter-Haus aufgenommen, das bis heute weit über Ludwigshafen hinaus Anerkennung und Nachahmung erfährt. Hinter dem Erfolg des Hauses steckt ein ausgeklügeltes, modernes Energiekonzept, das zeigt, was mit innovativen Baustoffen in der Altbausanierung machbar ist. Mit einem Höchstverbrauch von umgerechnet nur drei Litern Heizöl pro Quadratmeter und Jahr sinkt dieser gegenüber einem nichtsanierten Altbau um das Sieben- bis Zehnfache. Die Heizkosten einer 100-Quadratmeter-Wohnung reduzieren sich so heute von etwa 1.400 € auf gut 200 € im Jahr.

5 <

Heizenergiebedarf:



Heizkosten (85 Cent/l):



Energie- und Kostenvergleich am Beispiel einer ölbeheizten
100-m²-Wohnung – berechnet auf ein Jahr

Investitionen in die Zukunft



Energetische Sanierung im Bestand schafft Arbeit

Die Umwelt profitiert – CO₂-Reduktion

Das weithin anerkannte Sanierungspotenzial im Gebäudebestand beträgt alleine in Deutschland zirka 24 Millionen Wohneinheiten (WE). Jährlich werden davon etwa 600.000 WE (knapp 3 %) saniert, jedoch nur etwa 200.000 WE (knapp 1 %) davon auch energetisch. Die Modernisierungen beschränken sich meist auf einen neuen Anstrich der Fassade oder die Erneuerung des Daches. Obwohl Kosten für die Baustelleneinrichtung anfallen, wird auf eine energetische Sanierung der Gebäudehülle durch Wärmedämm-Maßnahmen verzichtet, die sich bereits nach wenigen Jahren für den Hausbesitzer amortisieren würde.

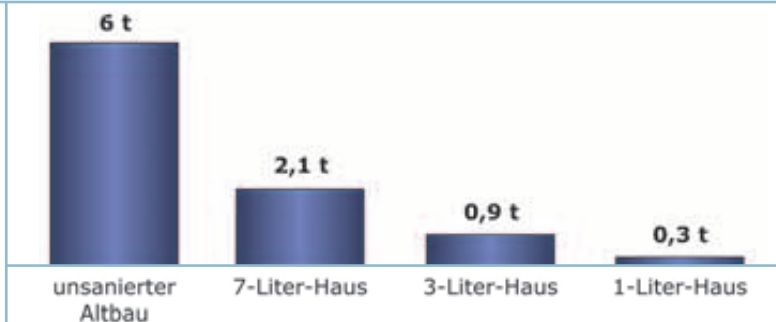
Wenn es durch geeignete Maßnahmen gelingt, die heute jährlich sanierten 600.000 WE auch energetisch auf den EnEV-Standard für Neubau – einem Heizenergiebedarf von zirka 7 Litern Heizöl pro Quadratmeter und Jahr – zu modernisieren, und somit die Sanierungsquote um rund 2 % anzuheben, könnten jährlich bei einem Heizölverbrauch im unsanierten Zustand von zirka 25 Litern pro Quadratmeter und Jahr die CO₂-Emissionen um etwa 14 Millionen Tonnen jährlich reduziert werden.

Ein Gewinn für den Arbeitsmarkt

7 <

Das Investitionsvolumen für die vollständige Modernisierung von 600.000 WE beträgt rund 30 Milliarden € pro Jahr. Der Arbeitmarkteffekt für die Gebäudesanierung beläuft sich auf zehn bis fünfzehn Arbeitsplätze pro eine Million € Investition. Durch die forcierte energetische Sanierung des Gebäudebestandes könnten danach im ausführenden Baugewerbe 300.000 bis 450.000 Arbeitsplätze gesichert bzw. neu geschaffen werden.

CO₂-Emission am Beispiel einer ölbeheizten 100-m²-Wohnung – berechnet auf ein Jahr



Das Energiekonzept

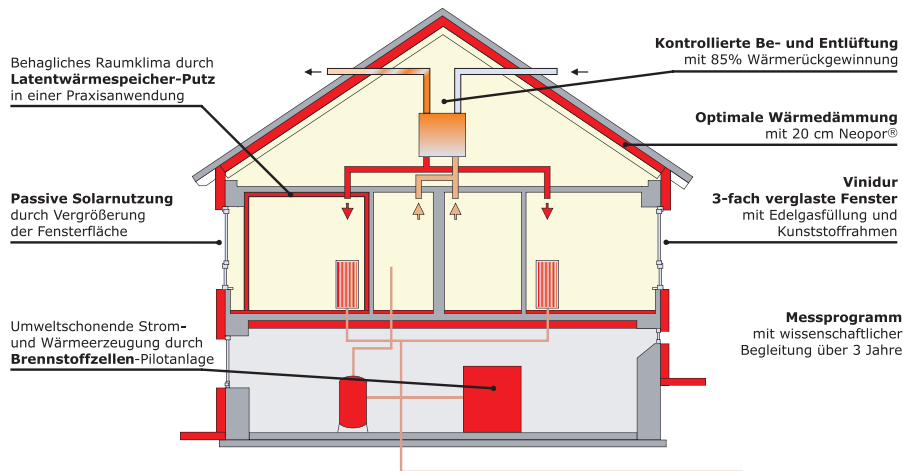


Stets saubere und gesunde Luft durch eine kontrollierte Lüftung mit Wärmerückgewinnung

Die Energieeinsparungen und die damit verbundene Reduktion des CO₂-Ausstoßes beim 3-Liter-Haus wurden in erster Linie durch spezielle Wärmedämmung erreicht.

Der Altbau ist mit mindestens 20 Zentimeter dicken Neopor-Platten isoliert. Gegenüber herkömmlichen Dämmstoffen hat Neopor® ein deutlich besseres Wärmedämmvermögen. Neben der guten Dämmung wurde Wert darauf gelegt, Wärmebrücken zu vermeiden, an denen Wärme durch Bauteile verstärkt nach draußen dringt. Um beispielsweise Wärmebrücken bei den Balkonen zu umgehen, wurden diese abgesägt und durch eine vorgestellte Konstruktion ersetzt.

> 8



Innovative Bausteine beim 3-Liter-Haus

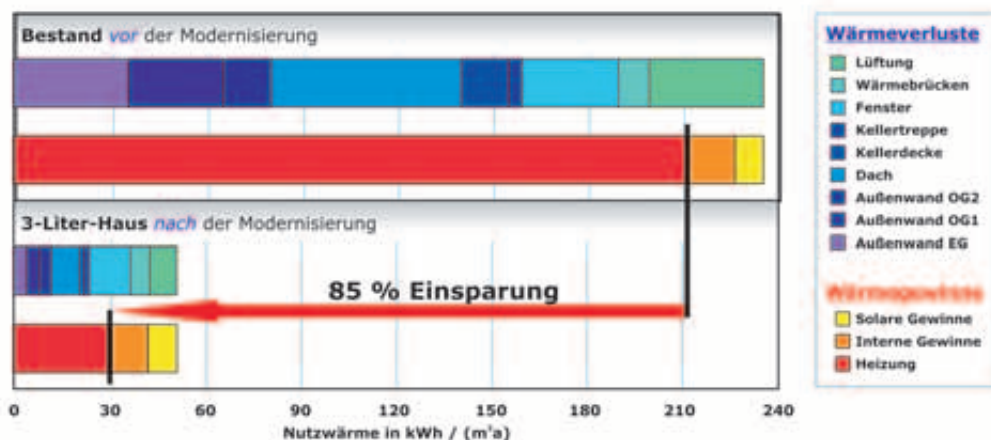


Für Frischluft sorgt jetzt eine Lüftungsanlage. Alle Räume werden durch die kontrollierte Lüftung optimal be- und entlüftet. Sie saugt die verbrauchte Wohnungsluft aus Küche und Bad ab und führt sie über einen Wärmetauscher. Dieser überträgt bis zu 85 % der Wärme auf die Frischluft, die dann wohltemperiert und gefiltert in Wohn- und Schlafzimmer strömt. Vorteil: 85 % der Abluftwärme verbleiben im Haus, gesunde Raumluft wird kontinuierlich frisch und gefiltert zugeführt und Schadstoffe beständig abgeführt.

9 <

Die Fenster im 3-Liter-Haus sind dreifach verglast und haben einen U-Wert von 0,8 W/m²K. Die Vinidur-Kunststoffrahmen sind mit einem Polyurethan-Dämmkern ausgestattet. Für zusätzlichen Wärmeschutz sorgt die Edelgasfüllung zwischen den Scheiben. Zum Vergleich: Durch ein einfach verglastes Fenster entweicht rund die siebenfache Menge an Wärme. Zusätzlich wurden zur besseren Belichtung die Fenster vergrößert. Für angenehme Raumtemperaturen sorgen Latentwärmespeicher, ein innovatives BASF-Produkt, das im Innenputz des Baumaterials integriert ist.

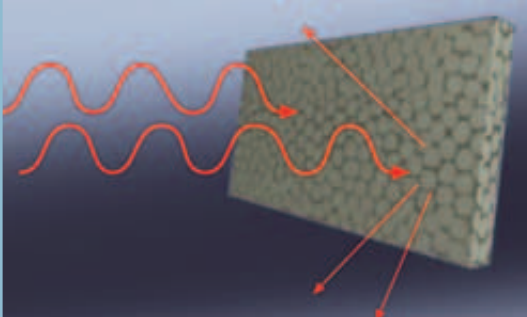
Einsparungen nach der Modernisierung



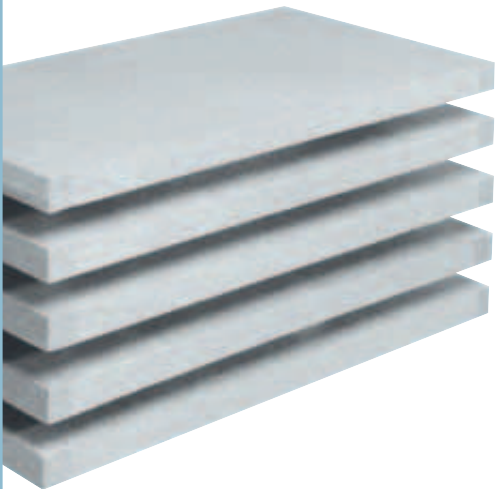
Neopor – ein Dämmstoff mit Zukunft



Neopor-Kügelchen werden in einem speziellen Verfahren bis auf das Fünzigfache ihres Ausgangsvolumens aufgeschäumt



Infrarotabsorber und -reflektoren verhindern den durch Strahlung verursachten Wärmeabfluss



Wärmedämmung mit Neopor-Platten spart Energie und Kosten

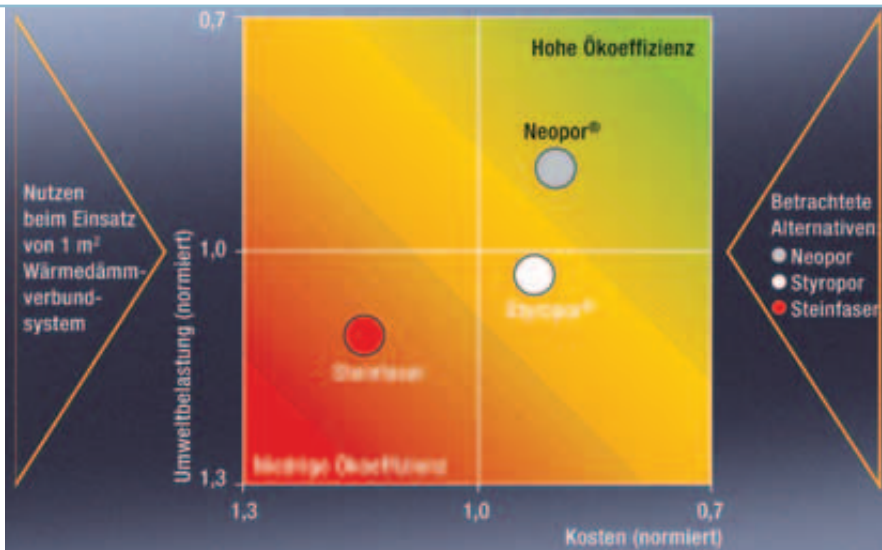
Gleich zwei bewährte Produkte zur effizienten Wärmedämmung lassen sich im BASF-Schaumstoffsortiment finden: Styropor® und Neopor®.

Styropor, bereits in den 50er Jahren von der BASF entwickelt, wird seit mehr als 45 Jahren erfolgreich als Dämmstoff eingesetzt. Doch auch ein Klassiker entwickelt sich weiter. Das Ergebnis intensiver Forschung ist Neopor. Die beiden Dämmstoffe unterscheiden sich nicht nur in der Farbe: Der silbergraue Bruder des Styropor hat eine weiterverbesserte Dämmleistung. Neopor enthält mikroskopisch kleine Grafitplättchen. Diese reflektieren und absorbieren die Wärmestrahlung und setzen die Wärmeleitfähigkeit herab. Der Effekt: Die silbergraue Neopor-Platte dämmt mit einem deutlich geringeren Rohstoffeinsatz genau so gut wie eine doppelt so schwere Platte aus Styropor. Damit ergeben sich für Umwelt und auch Bauherr Vorteile: Mit einer Tonne Neopor können beispielsweise im 3-Liter-Haus 1.260 Liter Heizöl pro Jahr eingespart werden.

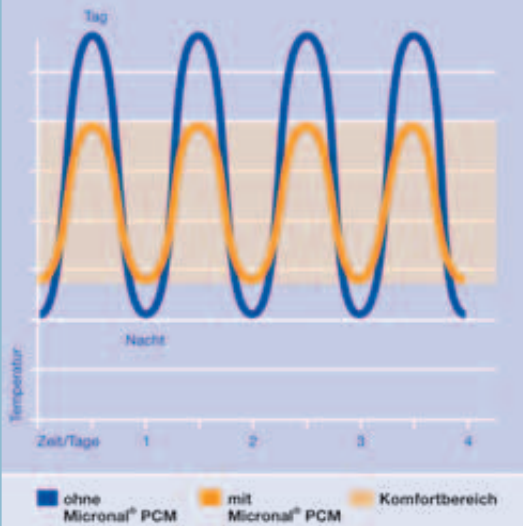
Die Ökoeffizienz-Analyse

Um Materialien von ihrer ökologischen und ökonomischen Seite zu betrachten und miteinander zu vergleichen, führt die BASF Ökoeffizienz-Analysen durch. Diese analysieren den Weg eines Produktes von der Herstellung bis zum Ende des Lebenszyklus. Dazu werden sämtliche Kosten – hier beginnend bei der Produktion der Dämm- und Hilfsstoffe, über das Anbringen des Wärmedämmverbundsystems an der Wand bis zum Recycling der Materialien – und Umweltlasten ermittelt. Die BASF hat verschiedene Dämmstoffe der Analyse unterzogen. Aus dem Portfolio ergibt sich, dass der Marktführer Styropor sich von der Mineralwolle absetzen kann. Zum einen ist der Schaum in dieser Anwendung preiswerter, zum anderen ist die Umweltbelastung leicht reduziert. Dies resultiert aus der höheren Dichte der Mineralwollendämmung. Neopor zeigt eine deutlich verringerte Umweltbelastung. Dies hängt mit der um 20 % reduzierten Dicke des Materials bei gleicher Dichte zusammen. Auch die Kosten sind etwas niedriger als bei Styropor. Durch die geringeren zu transportierenden und zu verarbeitenden Volumina kann auf der Baustelle effektiver gearbeitet und es können Kosten gespart werden. Der Endkunde bekommt eine optimal gedämmte Wohnung zu niedrigen Kosten und mit einer möglichst geringen Umweltbelastung. Dadurch ist Neopor die mit Abstand ökoeffizienteste Variante, um eine Dämmung durchzuführen.

Ökoeffizienz-Analyse von Wärmedämmverbundsystemen



Micronal® PCM – intelligentes Temperaturmanage- ment für Gebäude



Aktive Klimaregulierung: Latentwärmespeicher gleichen Temperaturspitzen aus

Das Wohlbefinden in den eigenen vier Wänden hängt stark von den klimatischen Bedingungen der benutzten Räumlichkeiten ab. So werden sowohl zu niedrige als auch zu hohe Temperaturen als störend empfunden. Aber wie ist ein angenehmer Mittelwert erreichbar? Phase Change Materials (PCM) bzw. Latentwärmespeicher können dabei eine große Rolle spielen.

> 12

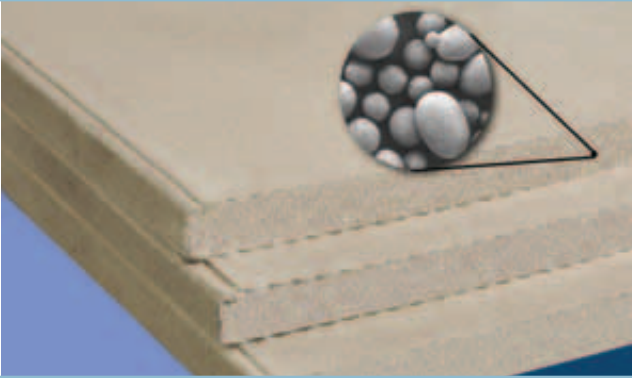
Wärmespeicherung



Wärmeabgabe



Wirkungsweise von PCM

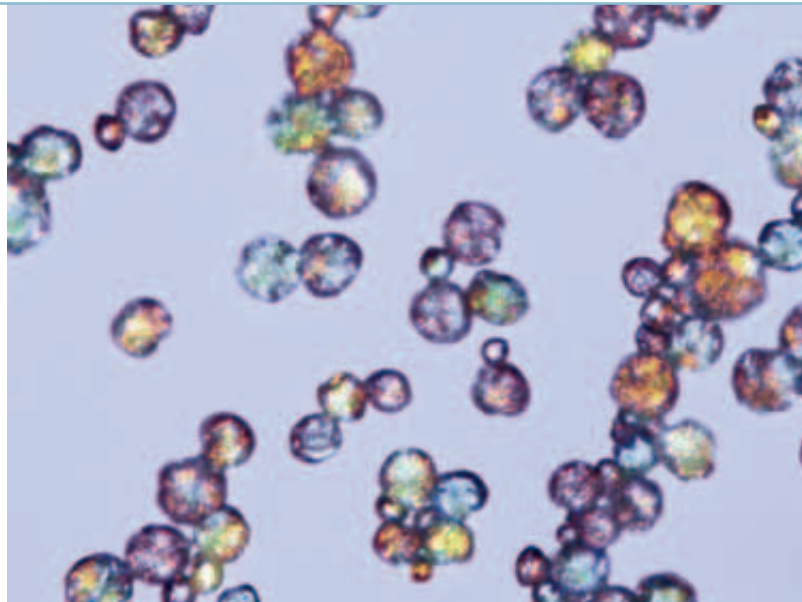


Latentwärmespeicher in Baustoffen sorgen für ein angenehmes Raumklima und Energieersparnis

Im 3-Liter-Haus wurde ein PCM-modifizierter Gipsputz und eine PCM-modifizierte Spachtelmasse eingebaut. Baustoffe mit PCM sorgen für einen aktiven Temperaturausgleich. Mit diesem physikalischen Kniff können Baustoffe Wärme jetzt zusätzlich latent speichern: Die mikroskopisch kleinen Kunststoffkugelchen enthalten in ihrem Kern ein Speichermedium aus Wachs. Die kleinen Wachskügelchen nehmen im Sommer bei großer Hitze die Wärme auf und geben sie verzögert wieder ab. Der Effekt: An heißen Tagen bleibt die Wohnung länger angenehm kühl. Durch den Einsatz von gering dimensionierten Klimaanlage – oder den kompletten Verzicht darauf – können Energiekosten gespart werden. Ein Wandputz, der beispielsweise zu einem Drittel mit PCM versehen ist, hat in dem für den Wohnbereich entscheidenden Temperaturbereich (22 bis 26 °C) die gleiche wärmespeichernde Wirkung, wie eine 20 Zentimeter dicke Ziegelwand.

13 <

Latentwärmespeicher haben einen Durchmesser von nur 2 bis 20 Mikrometern

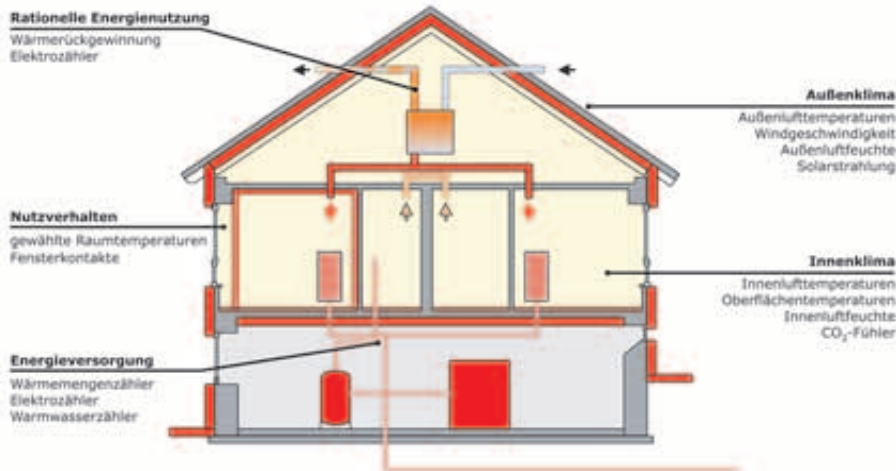


Wissenschaftliches Messprogramm



Drei Jahre lang hat die Technische Universität Kaiserslautern das im April 2001 fertiggestellte 3-Liter-Haus auf sein thermisches Verhalten und den Energieverbrauch hin untersucht. Um die notwendigen Angaben zu erfassen, wurde eine Vielzahl von Messfühlern im und am 3-Liter-Haus sowie an Vergleichshäusern im 5- und 7-Liter-Standard angebracht. Die Messergebnisse machen deutlich, dass der einzelne Mieter einen starken Einfluss auf die Temperatur und somit den Heizwärmebedarf im 3-Liter-Haus hat.

Ein wichtiger Aspekt für den Heizenergiebedarf eines Gebäudes und die Luftqualität in den Räumen ist der Luftwechsel, der durch Fensterlüftung oder maschinelle Lüftung erreicht wird. Im 3-Liter-



*Messfühler
ermitteln den
Gebäudeenergie-
bedarf*

Haus ist eine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung installiert, im 5-Liter-Haus gibt es eine geregelte Abluftanlage mit Zuluftöffnungen über den Fenstern, und im 7-Liter-Haus lüften die Bewohner durch reines Fensteröffnen. Die Ergebnisse zeigen, dass das Lüftungskonzept des 3-Liter-Hauses optimal ist: Dort wurde weniger über Fenster gelüftet, als in den anderen Wohnungen und trotzdem eine sehr gute Luftqualität erreicht. Auf den Heizenergiebedarf selbst wirkt sich die Luftzirkulation im 3-Liter-Haus nur gering aus, da über die effiziente Wärmerückgewinnung die Zuluft so stark erwärmt wird, dass ein Nachheizen kaum noch nötig ist. Angenehme Temperaturen haben die Bewohner des 3-Liter-Hauses ebenfalls: Der erhöhte Wärmeschutz durch Neopor bringt speziell im Winter eine hohe Behaglichkeit für die Bewohner mit sich.

15 <

Beim Heizwärmebedarf hat das sanierte Haus die Erwartungen sogar übertroffen: Das Mehrfamilienhaus der LUWOGÉ wies im Untersuchungszeitraum einen mittleren Heizwärmebedarf von 25,5 Kilowattstunden pro Quadratmeter und Jahr auf, was einem Verbrauch von 2,6 Litern Heizöl entspricht. Damit ist das Planungsziel, ein Höchstverbrauch von drei Litern Heizöl pro Quadratmeter und Jahr, sogar übertroffen.

Messkonzept des 3-Liter-Hauses



Energie aus Luft und Wasserstoff – die Brennstoffzelle



Zukunftstechnologie Brennstoffzelle

Das 3-Liter-Haus besitzt eine der fortschrittlichsten Varianten der Energieerzeugung: eine Brennstoffzelle.

In ihr wird die chemisch gebundene Energie eines Brennstoffes in Nutzenergie umgewandelt. Die Stromerzeugung in der erdgasbetriebenen Brennstoffzelle geschieht bei der elektrochemischen Reaktion zwischen Wasserstoff und Luftsauerstoff. Die Strom- und Wärmegrundversorgung ist daher über die Brennstoffzelle viel effizienter und mit deutlich geringeren Emissionen verbunden. Die Bewohner des 3-Liter-Hauses beziehen Strom und Warmwasser direkt vor Ort aus diesem Mini-Kraftwerk. Die Brennstoffzelle hat an der Deckung des Gesamtwärmeverbrauchs einen Anteil von 30 %. Benötigt das Haus mehr Energie, als die Brennstoffzelle liefern kann, wird diese durch einen Heizkessel oder das öffentliche Stromnetz bereitgestellt. Überschüssiger Strom wird wiederum in das Netz eingespeist. Die Brennstoffzelle muss noch weiterentwickelt werden. Die Ergebnisse des dreijährigen Praxistests zeigen aber, dass hohe Potenziale für die Brennstoffzellentechnologie zur effizienten Energieerzeugung bestehen.

Ausblick

Mit dem 3-Liter-Haus hat die LUWOG die Vorreiterfunktion beim energieeffizienten Bauen unterstrichen. Die vorbildliche Altbaumodernisierung ist weltweit von Interesse und hat zahlreiche Projekte angestoßen. Der Prototyp hat zu Innovationen und Weiterentwicklung von Techniken beigetragen und damit bewiesen, dass innovative Konzepte und zukunftsfähige Entwicklungen im Bau- und Wohnungssektor möglich sind. Sinkende Kosten für energiesparende Technologien und steigende Öl- und Gaspreise machen nachhaltiges Bauen heute durchaus wirtschaftlich. Diese Einsparpotenziale gilt es jetzt und in Zukunft verstärkt zu nutzen!





**Unsere fundierten Erfahrungen
können Anlass für Ihr neues,
energiesparendes Projekt sein!**





LUWOGGE 0808_D

LUWOGGE
Das Wohnungsunternehmen der BASF
www.luwoege.de

Zuhause fühlen ...



■ - BASF Gruppe