



Bewusst bauen.

Weißbuch

Sto-Fassadendämmung

Weißbuch

Sto-Fassadendämmung

Impressum:**Herausgeber:**

Sto SE & Co. KGaA
Ehrenbachstraße 1
DE-79780 Stühlingen
Telefon 07744 57 0
Fax 07744 57 21 78
infoservice@sto.com
www.sto.com

Redaktion:

Till Stahlbusch
Dr. Eike Messow
Jörg Klaus

Satz und Druck:

Straub Druck + Medien AG
Max-Planck-Str. 17-19
78713 Schramberg
gedruckt auf: Arctic Volume White

1. Auflage Juni 2015

Art.-Nr. 09671-396
Rev.-Nr. 01/05.15

Inhalt

I	VORWORT	S. 5
	Jochen Stotmeister	
II	WAS WÄRMEDÄMMUNG LEISTET	
	Werner Eicke-Hennig, Hessische Energiespar-Aktion	
1.	Das Prinzip „Dämmung“	S. 9
1.1	WDVS – eine Erfolgsgeschichte	S. 9
1.1.1	Endlich ungedämmt	S. 9
	Testfall Frankfurt: Der Abbau eines WDVS zeigt Wirkung	
1.2	Das Konzept des Wärmeschutzes	S. 10
	Studien über Studien begleiten den Strukturwandel des Bauens	
1.2.1	Energiesparerfolge im Gebäudebestand	S. 12
	1977: Demonstrationsprojekt THERMA-Bauten	
1.2.2	Erfolg der Wärmedämmung: Das Münchner Energiespar-Testhaus	S. 12
	65 Prozent Heizenergieeinsparung, seit 30 Jahren schadenfrei	
1.3	Die Leistung der Außenwanddämmung	S. 14
	Die Deutsche Gebäudetypologie zeigt, wer sparen will, muss dämmen	
1.3.1	Außenwanddämmung – in der Praxis erfolgreich	S. 16
	Unzählige Studien beweisen den Erfolg – seit 1920	
1.3.2	WDVS – der Problemlöser	S. 18
	Massivbauten brauchen Dämmung	
1.3.3	Der Erfolg der Energieeinsparung – statistisch greifbar	S. 20
1.3.4	Verwirrende Effekte	S. 21
	Der Preboundeffekt	
1.3.5	Nutzerverhalten und Heizenergieverbrauch	S. 23
1.3.6	Die Hyperbeltragik	S. 24
	Einsparung, Behaglichkeit, Versorgungssicherheit	
1.3.7	Ein Lügengebäude stürzt ein	S. 25
	Gebäudeensemble Tollenbrink: Von nicht existierenden Studien und falschen Voraussetzungen	

1.3.8 Die meisten finden es gut	S. 26
Zufriedenheit mit energetisch optimierter Bauweise	
2. Die Dämmbauweise – Argumente für die Wärmedämmung	S. 29
2.1 Die Lebensdauer eines Dämmsystems	S. 29
... entspricht der „von konventionellen Wandbildnern mit Putz“	
2.2 Die Wahl des Dämmstoffs	S. 29
2.3 Schimmelfrei wohnen dank WDVS	S. 30
Massivbau und Schimmel, Wärmebrücken, Mindestwärmeschutz, Glaserverfahren	
2.3.1 Dämmung beseitigt Tauwasserausfall	S. 32
Tauwasserausfall, Schlagregenschutz, Diffusionsfähigkeit von Dämmplatten	
2.3.2 Wird das nicht zu dicht?	S. 35
Häuser müssen dicht sein, ohne aktives Lüften geht es nicht	
2.4 Dämmstoffrecycling	S. 35
Derzeit werden kaum Dämmstoffe rückgebaut, Recyclingverfahren liegen bereits vor oder werden derzeit entwickelt	
2.5 Wie wirtschaftlich ist eine Fassadendämmung?	S. 38
Ohnehin anfallende Renovierungskosten gehören nicht in die Energieeffizienz-Kosten-Nutzen-Rechnung	
2.5.1 Förderung löst Heizkostendilemma	S. 43
2.5.2 Mieterverdrängung durch energetische Sanierung?	S. 44
Studie der Heinrich-Böll-Stiftung	
2.5.3 Sinn und Gewinn	S. 45
Gemeinnützige Wohnbaugesellschaften als Vorbild	
2.6 Die Freiheit der Gestaltung	S. 45
2.7 Biologie an der Fassade	S. 46
Algen, Biozide, Photokatalyse	
2.7.1 Gifte aus der Wand?	S. 49
Flammschutzmittel (HBCD), Styrol	
2.8 Bilanzen: Primärenergie und Ökologie	S. 51
Dämmstoffe im Vergleich	

2.8.1	Neue Bewertungsmethoden	S. 52
2.9	Wann ist was brandgefährlich?	S. 54
	WDVS und Brandschutz	
2.9.1	Das Risiko	S. 54
2.9.2	Bedeutung für das Einfamilienhaus	S. 55
2.9.3	Bedeutung für das Mehrfamilienhaus	S. 55
	Ergänzende Brandschutzmaßnahmen	
2.9.4	Güterabwägung	S. 56
2.10	Speichern statt Dämmen?	S. 57
2.10.1	WDVS und sommerlicher Wärmeschutz	S. 59

III BEKENNTNIS ZU QUALITÄT, NACHHALTIGKEIT UND SOZIALEM ENGAGEMENT

1.	Geprüfter Umwelt- und Klimaschutz	S. 63
2.	Qualitäts- und Umweltmanagement	S. 66
3.	Qualität von Sto-Dämmplatten aus EPS	S. 66
4.	Ressourcen- und Energieeffizienz	S. 68
5.	Nachhaltigkeit in der Lieferkette und Mobilität	S. 69
6.	Soziales Engagement	S. 70

IV FASSADENDÄMMUNG UND GEBaute VIELFALT

Dreidimensionale Fassadengestaltung	S. 73
Andreas Hild im Gespräch	
Wohn- und Atelierhaus „Kleiner Ritter“ in Frankfurt am Main, DE	S. 78
Hochschule für Kommunikation und Gestaltung in Ulm, DE	S. 82
Neubau auf dem Campus der Wirtschafts- universität in Wien, AT	S. 84
Einfamilienhaus in Ludwigsburg, DE	S. 86
Sanierung: Passivhochhaus in Freiburg, DE	S. 88
Konzert- und Kongresshalle „Infanta Doña Elena“ in Águilas, ES	S. 90

Revitalisierung des Bikini Berlin, DE	S. 94
Sanierung des Museums Angewandte Kunst in Frankfurt am Main, DE	S. 98
Sanierung eines Hotels in Brüssel, BE	S. 102
Umbau eines denkmalgeschützten Wohnhauses in Cottbus, DE	S. 104
Sanierung von Mehrfamilienhäusern in Stuttgart, DE	S. 106

V	ANMERKUNGEN UND LITERATURHINWEISE	S. 109
	zum Kapitel „Was Wärmedämmung leistet“	

Vorwort

Sehr geehrte Damen und Herren,

die energetische Gebäudemodernisierung ist für uns alle von sehr weitreichender energie- und sozialpolitischer Bedeutung – eine Generationsaufgabe, eine Zukunftsinvestition für unsere Nachkommen. Sie ist nicht irgendeine Technik, sondern löst die Probleme, die seit der ersten Energiekrise und dem Ende des „Sorglos-Öls“ auf unserer Gebäudesubstanz lasten. Mit ihrer konzeptionellen Anwendung wurde ein neuer Strukturwandel im Bauwesen, der Übergang von der Massiv- zur Dämmbauweise eingeleitet.

Der Wechsel der Bauweisen entsprang in unserer Geschichte stets einer Ressourcenknappheit. Neue Bauweisen lösten Probleme, schufen aber auch neue. Die zunehmende Beanspruchung der Ressource Holz als Bau-, Brennstoff und Arbeitsmaterial führte ab dem 1. Jahrtausend zur Holzsparbauweise, dem Fachwerk. Mit der Industrialisierung wuchsen Bevölkerungszahl und Siedlungen gewaltig. Die sich ab 1850 bahnbrechende Massivbauweise löste die Holzknappheit für den Hochbau. Sie schuf aber „Kalthäuser“ mit hohem Heizenergieverbrauch und Hygienemängeln, vor allem nachdem nach 1945 der Betonbau mit seinen Wärmebrücken das Mauerwerk ergänzte. Inzwischen sind nicht mehr die Baustoffe knapp, sondern die Brennstoffe für die Beheizung von immer mehr Gebäuden. Auch werden Behaglichkeitsansprüche formuliert und Feuchteschäden nicht mehr toleriert. Die kommende Dämmbauweise löst diese Probleme des Massivbaus. Die seit der Energiekrise 1974 entwickelten und funktionierenden baulichen Energiesparstandards des Niedrigenergie-, Passiv- und auch des Sonnenhauses zeigen: Mit einem Bruchteil des Heizenergieverbrauchs kann man hierzulande behaglich den Winter überstehen, ohne Feuchte- und Schimmelschäden, mit innen warmen Außenbauteilen. Später wird man einmal sagen: Heizen war gestern, warum haben die sich damals nur so lange gegen die Erkenntnis gesträubt, dass es auch anders geht? Fortschritt war doch immer.

Stichwort Fortschritt: Im Bereich der energetischen Gebäudemodernisierung kommen wir nicht in dem Maße voran, wie es die deutschen Energie-Einsparziele bis 2030 vorgeben. Investoren und Immobilienbesitzer sind verunsichert – nicht zuletzt wegen einer seit Jahren anhaltenden Kritik der Medien. Kaum ein öffentlich-rechtlicher Sender, kaum eine überregionale Tageszeitung oder ein Wirtschaftsblatt, die dieses Thema nicht ins ökologische, ökonomische und ästhetische Abseits gerückt hätten. Im Ergebnis haben diese vielen kritischen Medienbeiträge zu einer Polarisierung der Meinungen zum Thema Wärmedämmung beim Publikum geführt. Befürworter und Gegner von Wärmedämmung stehen sich unversöhnlich gegenüber. An ei-



Jochen Stotmeister
Sto SE & Co. KGaA
vertreten durch STO Management SE
Vorstandsvorsitzender
© Martin Baitinger, Böblingen

nem solchen Lagerdenken kann keinem ernsthaft gelegen sein, weil es die Auseinandersetzung mit den realen Fakten der energetischen Gebäudesanierung behindert.

Nicht zuletzt deshalb hat sich das Unternehmen Sto entschlossen, dieses „Weißbuch Sto-Fassadendämmung“ vorzulegen. Es richtet sich in erster Linie an unsere Marktpartner in den Bereichen Handwerk, Architektur, gewerbliche Investoren und private wie öffentliche Bauherren sowie an unsere Aktionäre. Ziel ist es, das Thema Wärmedämmung fachlich-wissenschaftlich fundiert in allen Facetten aufzuarbeiten – nicht zuletzt deshalb, um unsere Marktpartner noch sicherer zu machen in kontroversen Diskussionen zum Thema Wärmedämmung. Mit den Ausführungen von Werner Eicke-Hennig, Autor einschlägiger Fachbücher und zahlreicher Fachbeiträge sowie Leiter der „Hessischen Energiespar-Aktion“ des Hessischen Wirtschaftsministeriums, finden Sie zu allen wichtigen Fragen des Themas Wärmedämmung eine fachliche, durch sehr zahlreiche Studien belegte Antwort.

In einem weiteren Kapitel legen wir dar, wie wir die Themen Qualität und Nachhaltigkeit begreifen; unsere diesbezüglichen Anstrengungen wirken ein auf generelle Geschäftsprozesse, auf unser Innovationsmanagement in Forschung und Entwicklung und Produktentwicklung bis hin zu unseren Angeboten im Bereich Service und Dienstleistung. Schließlich wollen wir – daraus abgeleitet – einen Einblick geben in unsere Erfolge bei der Aufgabe, das Prinzip Wärmedämmung gemeinsam mit unseren Marktpartnern kreativ und anspruchsvoll mit baukulturellen Aspekten zu verbinden.

Fassaden-Dämmsysteme waren nie und werden nie ein Allheilmittel sein für die energetische Ertüchtigung des gesamten Gebäudebestandes. Jedes Haus ist durch Architektur, Baujahr sowie unterschiedliches Nutzerverhalten stets individuell und ganzheitlich zu betrachten. In jedem Einzelfall sollten deshalb ausgewiesene Experten – idealerweise neutrale und hochqualifizierte Energieberater – gemeinsam mit dem Bauherrn die jeweils sinnvollen Maßnahmen zur energetischen Sanierung erarbeiten und planen. Seit langem schon tritt Sto deshalb für eine permanente und engagierte Weiterqualifizierung der vielfältigen Beraterszene in Deutschland ein. Wir begreifen solche Experten der Energieberatung als Anwälte der Bauherren, die diesem bei individueller Planung und Durchführung von energetischen Sanierungsmaßnahmen vertrauensvoll zur Seite stehen. Bauherren haben ein Anrecht auf Top-Beratung, damit die oftmals hohen Geldbeträge, die in die Sanierung investiert werden, auch zu den gewünschten Energieeinsparungen führen. Hier ist die Experten-Liste der Deutschen Energieagentur ein erster wichtiger Schritt, dem aber hinsichtlich weiterer Qualifikation

und vor allem Neutralität weitere folgen müssen. Die Erhöhung der Förderzuschüsse für die Energieberatung ab 1. März 2015 begrüßen wir in diesem Zusammenhang ausdrücklich, weil sie die Beratung für den Bauherren attraktiver, für den Beratenden finanziell auskömmlich machen.

Jenseits dieser notwendigen individuellen und professionellen Betrachtung von Sanierungsvorhaben gilt jedoch – die Wärmedämmung von Fassaden gehört nach Expertenmeinung zu den wichtigsten und wirkungsvollsten Maßnahmen bei der energetischen Ertüchtigung von Gebäuden. Die Gesetze der Physik können nicht außer Kraft gesetzt werden: Unterschiedliche Temperaturniveaus gleichen sich immer aus. So wird auch die in kühlen Jahreszeiten im Haus erzeugte Wärme ihren Weg nach draußen immer durch das energetisch schlechteste Bauteil finden. Dieser Gesetzmäßigkeit folgend, sind in den vergangenen Jahren und Jahrzehnten bereits große Teile des Immobilienbestandes in Deutschland energetisch saniert worden – in den allermeisten Fällen auch durch den Einsatz von Fassadendämm-Systemen. Statistisch betrachtet, wohnt heute bereits jeder dritte Deutsche in einer energetisch optimierten Haushülle und profitiert von gesteigerter Wohnannehmlichkeit und gesunkenen Heizkosten.

So will dieses Weißbuch seinen Beitrag leisten zu einer auf Fakten basierten Diskussion über die Einsetzeignung, über Dämmstoff-Wahl und Wirtschaftlichkeitsaspekte, über Sicherheitsfragen und Dauerhaftigkeit von Wärmedämmung. Weitere fachlich fundierte Schriften wie das Positionspapier des Vereins „Qualitätsgedämmt“, das der Klima-Energie-Agentur KEA in Karlsruhe oder die Informationen der Bundeszentrale Verbraucherschutz werden auf Sicht dazu beitragen, dass die Diskussionen zum Thema Wärmedämmung wieder auf dem Boden von Fachargumenten geführt werden.

Dieses Weißbuch ist ein klares und selbstbewusstes Bekenntnis zur Sinnhaftigkeit von Fassaden-Dämmsystemen mit ihren vielfältigen Material- bzw. Systemvarianten. Es ist ein Bekenntnis unseres Willens, dem Markt ausschließlich höchste Produkt- und Systemqualität anzubieten. Und – es ist ein Bekenntnis zu unseren unterschiedlichen Marktpartnern, denen wir uns verbunden und verpflichtet fühlen und die zu Recht höchste Transparenz auf Seiten der Produkthersteller und Systemlieferanten fordern.



Jochen Stotmeister

Sto SE & Co. KGaA

vertreten durch STO Management SE

Vorstandsvorsitzender

1. Das Prinzip „Dämmung“

1.1 WDVS – eine Erfolgsgeschichte

Wärmedämmung ist eine Erfolgsgeschichte. Wo immer Dämmung eingesetzt wird, setzt ihre Wirkung automatisch ein: Beim Wintermantel wie bei der gedämmten Industrierohrleitung, bei der Hausfassade wie beim Warmwasserspeicher. Es braucht keine Hilfsaggregate, keine Einstellungen, keine regelmäßige Nachjustierung. Wo Dämmung anliegt, reduziert sie die Wärmeverluste. Doch seit 2011 soll dies alles nicht mehr richtig sein. Seither tragen Medien in ihrer Berichterstattung über Fassadendämmsysteme dick auf: Wärmedämmung sei erfolglos, ineffizient und teuer, Schimmel verursachend, brandgefährlich, Algenbewuchs begünstigend, nicht zu recyceln – um nur einige der Vorwürfe zu nennen. Wirkungslos sei vor allem das Wärmedämm-Verbundsystem (WDVS) und gefährlich der Dämmstoff Polystyrol. Wie konnte es passieren, dass diese Dysfunktion jahrzehntelang nicht auffiel? In vielen Medien wird mit Begriffen wie „eingepackt, verdämmt, totgedämmt, Volksverdämmung, Wahnsinn Wärmedämmung“ hantiert. Meist dreht es sich um Hausfassaden. Die werden heute häufiger gedämmt und stehen im Mittelpunkt des Interesses. Daran reiben sich die Meinungen. Ein Leserbriefschreiber fragte unlängst: „Wo kommt dieser ganze Hass gegen ein einzelnes Dämmsystem und einen einzigen Dämmstoff nur her?“ Als Beweise dienen lediglich singuläre Ereignisse, deren Umfang und Bedeutung nicht hinterfragt werden. Das spart Zeit. Dass die neutralen Verbraucherzentralen auf diese einseitigen Darstellungen bereits mit einer Broschüre¹ reagierten, wird nicht wahrgenommen, Einzelmeinungen selbsternannter Verbraucherschützer werden nicht hinterfragt. Doch wie sieht es in der Praxis aus?

1.1.1 Endlich ungedämmt

Wenn Wärmedämmung ohne Wirkung wäre, dann dürfte fehlende Wärmedämmung nicht auffallen. Das Gegenteil zeigte ein unfreiwilliger Praxistest an einem Frankfurter Betonbau. Drei Zentimeter dicke Dämmplatten auf den Außenwänden hatten die Beheizbarkeit eines 1970 für 700 Studenten errichteten Studentenwohnheims gesichert. Angesichts steigender Energiepreise sollte die Dämmung 2010 auf zwölf Zentimeter verstärkt werden. Als man hierzu im Dezember die alte Dämmung abriß, begann gerade eine harte Kälteperiode. Die 20.000 Kubikmeter Betonspeichermassen kühlten binnen weniger Stunden aus. Die Betonwände wirkten als gute Wärmeleiter und ließen die Raumtemperaturen auf nur 15 °C fallen, trotz zusätzlicher Elektroheizlüfter vom Studentenwerk, berichteten die Zeitungen.² Auch die Heizkörper liefen Volllast, sonst trat die Behaglichkeitsstufe „saukalt“ ein, so ein Student. Fazit: Die nur drei Zentimeter dünne Dämmung hatte jahrzehntelang die Beheizbarkeit des Hauses gesi-



chert. Heute sorgen zwölf Zentimeter Wärmedämmung an den Fassade für Behaglichkeit und senken die Kosten.



Betonspeichermassen eines Frankfurter Studentenwohnheims für 700 Studenten.



Die Betonaußenwände mit den Dämmstoffresten.

1.2 Das Konzept des Wärmeschutzes

Die Energiekrise 1974 löste eine Suche nach wissenschaftlichen und baupraktischen Verfahren für die Verbesserung der Energieeffizienz von Gebäuden aus. Schon 1979 konstatierte der Harvard-Energy-Report: „Die Einsparung von Energie ist wahrscheinlich die billigste, sicherste und produktivste Energiealternative und obendrein ist sie kurzfristig in großen Mengen verfügbar. Außerdem ist sie eine hochwertige Energiequelle. Sie droht weder das internationale Währungssystem zu untergraben, noch ist sie mit einer Emission von Kohlendioxyd in die Atmosphäre verbunden, noch schafft sie ähnliche Probleme wie die Vernichtung von atomarem Müll. Und entgegen der landläufigen Meinung können von Maßnahmen zur Einsparung von Energie auch Impulse für Innovationen, den Arbeitsmarkt und das Wirtschaftswachstum ausgehen.“³ Mit dieser Aufgabenzuweisung hatte der Report zusammen mit der 1980 erschienenen Energiewende-Studie des Öko-Institutes⁴ Folgen: Zielführende Energiesparstandards wie das Niedrigenergiehaus und das Passivhaus wurden definiert, am realen Demonstrationsgebäude erprobt und langsam bekannt.⁵ Die neuen Energiesparhäuser suchten nicht nach neuen Energien zur Deckung des Heizenergieverbrauchs, sondern senkten

diesen einfach ab.⁶ Niedrigenergiehäuser sind klimagerechte Bauten, angepasst an unsere neunmonatige Heizperiode. Die „dunkle Jahreszeit“ setzte unerbittlich die Senkung der Energieverluste der Häuser an die erste Stelle des Erfolgskonzeptes. Der damalige Mainstream der spektakulären Solararchitektur verlor im Projekt „Solarhäuser Landstuhl“ seine Unschuld. Auf ihren Erfolg in der Praxis untersucht, versagten viele Solar- und Speicherkomponenten. Der Abschlussbericht stellte fest: „Die wichtigste Maßnahme in unserem Klima ist und bleibt die Wärmedämmung.“⁷ In vielen Bundesländern wurde der Niedrigenergie-Standard nun durch Förderprogramme getestet. Die Demonstrationsbauten waren außerordentlich erfolgreich und zeigten immer wieder: In unserem Klima ist ein guter Wärmeschutz der Gebäudehülle Voraussetzung für behagliches Wohnen und Energieeinsparung. Lüftungsanlagen wurden beim Niedrigenergiehaus optional empfohlen, moderne leistungsangepasste Heiztechnik stand im Pflichtenheft. Man hatte nicht nur das Konzept beschrieben, sondern auch ein Rechenverfahren für den Nachweis entwickelt. So kam die Definition von Niedrigenergie- und Passivhaus numerisch daher, mit niedrigen Energiekennwerten, wo bisher 180 kWh/(m²*a) für Neubauten anzutreffen waren:

- Niedrigenergiehaus: 30 – 70 kWh/(m²*a) Heizwärmebedarf
- Passivhaus: ≤ 15 kWh/(m²*a) Heizwärmebedarf

Die Mehrkosten des Niedrigenergiestandards machten 1990 nur drei bis fünf Prozent der reinen Baukosten aus und amortisierten sich innerhalb der ersten 20 Jahre an Häusern, die für 50 und mehr Jahre gebaut wurden. Doch die neuen Standards standen sofort in der Kritik. Denn was bisher eine vereinzelte, fast unmotiviert erscheinende Anwendung von Dämmstoffen am Bau war, wurde nun Methode. Die bisherige Massivbauweise, die in der Energiekrise bei Altbauten durch ihre hohen Heizenergieverbräuche von bis zu 30 Liter Heizöl pro Quadratmeter und Jahr aufgefallen war, bekam Konkurrenz. Ein Strukturwandel des Bauens begann: der Übergang zur Dämmbauweise. In dieser Auseinandersetzung musste das Neue sich beweisen. Deshalb wurden zwischen 1987 und 2000 hunderte von Felduntersuchungen durch unabhängige Institute an gebauten Einzelobjekten und Siedlungen durchgeführt.⁸ (Soweit diese Studien bereits als Datei vorliegen, werden sie unter der folgenden Internetadresse gesammelt: <http://www.energiesparaktion.de/wai1/showcontent.asp?ThemaID=20>) Die gemessenen Heizwärmeverbräuche dieser Neubauten lagen meist unter 70 kWh/(m²*a). Das war die Definitionsgrenze des Niedrigenergiehauses. Der Energiekennwert als Zielgröße diente auch als Beurteilungsmaßstab. Wurde er nicht erreicht, wurden die Verursachungsfaktoren gesucht und abgestellt.⁹

Heute ist das 1990 noch umkämpfte Niedrigenergiehaus Neubausstandard geworden. In vielen Städten wurden ganze Stadtteile in diesem Standard errichtet. Die EnEV schreibt seit 2009 das Niedrigenergiehaus vor. Die Diskussion ist weitergegangen, Passivhäuser und Sonnenhäuser stehen im Blickpunkt und das Haus als Kraftwerk spielt in der Berliner Politik eine Rolle. Tausende von Energiebeauftragten in deutschen Kommunen treiben Niedrigenergie- und Passivhausprojekte voran und organisieren die energetische Sanierung der öffentlichen Bauten. Die Wohnungswirtschaft verweist mit Stolz auf energetische Sanierungsraten von zwei bis fünf Prozent pro Jahr.

1.2.1 Energiesparerfolge im Gebäudebestand

Aus diesen Erfahrungen ergab sich auch ein ebenso verlässliches Konzept für die Sanierung der damals 12 und heute 18 Millionen Bestandsgebäude. Schon 1977 hatte die Bundesregierung ein Programm zur Förderung von Demonstrationsgebäuden („THERMA-Bauten“) aufgelegt, bei dem elf Mehrfamilienhäuser im Bundesgebiet nachträglich mit unterschiedlichen Wärmeschutzmaßnahmen ausgestattet wurden. Gefördert wurde ein Standard von drei bis fünf Zentimetern Dämmung und herkömmlicher Isolierverglasung. Eine Nachuntersuchung an allen Gebäuden zeigte 1991 Einsparungen zwischen 20 und 52 Prozent. Während die Wärmeschutzmaßnahmen erfolgreich funktionierten, schwächelte die Heiztechnik.¹⁰

- Der nachgerüstete Wärmeschutz war im Gebäudebestand nach der Energiekrise vom Start weg genauso erfolgreich wie im Neubau. Er stellte sich auch hier als verlässliches Konzept heraus.

Diese Erfolge wurden zeitnah begleitet von einem 4,35 Milliarden D-Mark-Energiespar-Förderprogramm des Bundes und der Länder. Nun wurden weiterführende Dämmstandards durch die Ökologiebewegung eingefordert. Nicht mehr 3 bis 6, sondern 10 bis 12 Zentimeter Dämmstärken für die Außenwand sollten es werden, heute sind es 14 bis 16 Zentimeter im KfW-CO₂-Gebäudesanierungsprogramm.

1.2.2 Erfolg der Wärmedämmung: Das Münchner Energiespar-Testhaus

Die Stadtwerke München förderten 1985 die wärmetechnische Sanierung eines typischen Einfamilienhauses der Nachkriegszeit.¹¹ Im ersten Jahr wurde ein Niedertemperaturkessel eingebaut, im Folgejahr die Gebäudehülle gedämmt. Zum Einsatz kamen

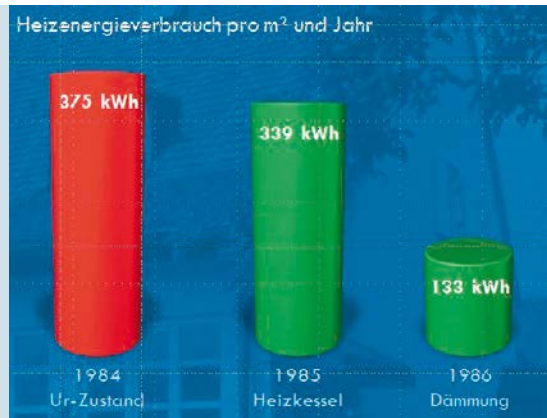
- 8 cm WDVS
- 12 cm Aufsparrendämmung

- 5 cm Kelleraußenwanddämmung
- Holzfenster mit Zweischeiben-Wärmeschutzisolierverglasung und Klappläden

Die Kesselerneuerung erbrachte eine Einsparung von rund zehn Prozent, die Wärmeschutzmaßnahmen reduzierten den Endenergieverbrauch um gewaltige 55 Prozent. Insgesamt wurde damit eine Heizenergieeinsparung von 65 Prozent erzielt. Das Münchner Energiesparhaus ist auch heute nach 30 Jahren frei von Bauschäden. Es beweist die Langzeitbeständigkeit der Systeme und vor allem den Erfolg des Wärmeschutzes. Der Endbericht hebt hervor, dass „die größte Reduzierung des Transmissionsanteils durch die Außenwanddämmung erzielt werden konnte.“ Der U-Wert der Fassaden wurde von 1,26 auf 0,32 $\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$ verbessert.

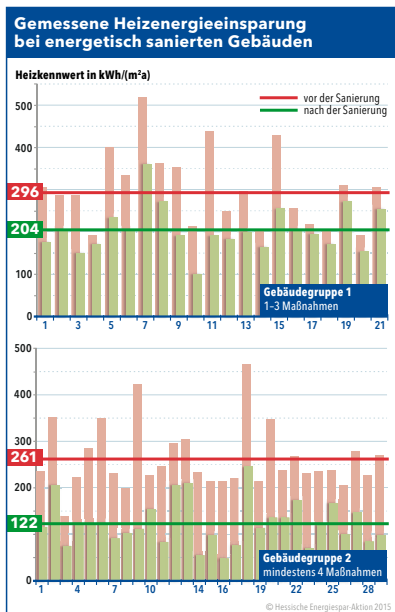


Münchner Testgebäude 2014 fotografiert. Das Gebäude hat in den 30 Jahren keine Bauschäden bekommen.



Verbrauchsmessung Endenergie inkl. Warmwasser. Einsparung 65 %. Auf den Wärmeschutz entfallen 55 %.

In der Folgezeit wurden jährlich über 140.000 Altbauten energetisch ertüchtigt. Den Motor bildeten die Sanierungsanstrengungen der Wohnungswirtschaft. Die energetische Sanierungsquote liegt im Durchschnitt bei etwas unter einem Prozent, bei den Mehrfamilienhäusern (MFH) bei zwei bis drei Prozent. Der spezifische Heizenergieverbrauch der Wohngebäude in Deutschland sank damit im Durchschnitt in den letzten Jahrzehnten in einer Größenordnung von 1,5 Prozent jährlich. Unter www.energiesparaktion.de findet sich eine Zusammenfassung der wissenschaftlich durch Messung des Verbrauchs nachgewiesenen Erfolge.¹² Die Einsparung liegt meist bei 50 Prozent und darüber.



Schon die Bundestags-Enquete-Kommission „Schutz der Erdatmosphäre“ suchte im Jahr 2001 empirisch belegte Einsparerfolge. Die Wirksamkeit größerer Dämmdicken stand im Zweifel. Die Datenerhebung erfolgte an 65 Gebäuden in ganz Deutschland, die im Bericht detailliert aufgeführt sind. Die Grafik zeigt zwei Gruppen von Gebäuden. In der einen Gruppe wurden nur bis zu drei Energiesparmaßnahmen mit Dämmdicken um 6 Zentimeter ausgeführt, dort betrug die Einsparung im Durchschnitt 29 Prozent. In der zweiten Gruppe wurden vier und mehr Energiesparmaßnahmen ausgeführt, darunter 10-12 Zentimeter Dämmung, sowie Brennwertkessel. Die durchschnittliche Einsparung über alle Gebäude betrug 54 Prozent.¹³

Heute stehen die Projektberichte nachträglich sanierter Altbauten im Internet auf ungezählten Seiten.¹⁴ Stets werden die Heizenergieverbräuche vor und nach der Sanierung verglichen und zeigen je nach Maßnahmenqualität und Umfang Einsparraten (Endenergie) von mindestens 50 Prozent. Die Erfahrung zeigt, eine Einsparung von 50 Prozent erhält man in der Regel durch die folgenden – idealerweise mit ohnehin anstehenden Bauteil- und/oder Heizungsinstandsetzungen verknüpften – sechs Maßnahmen.

- 12 cm Außenwanddämmung
- 20 cm Dachdämmung
- 8 cm Kellerdeckendämmung
- Zweifach-Wärmeschutzverglasung
- Brennwertkessel
- Optional: Solaranlage zur Brauchwarmwassererwärmung

1.3 Die Leistung der Außenwanddämmung

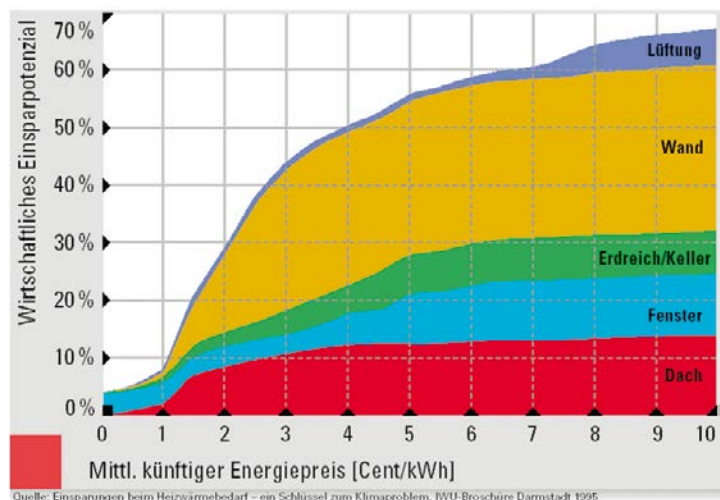
Der Wärmeschutz von Altbauwänden ist in der Regel höchst unzureichend, da er sich historisch an Anforderungen der Statik und des Tauwasserschutzes orientiert.¹⁵ Diese Inkonsequenz hatte Folgen. Nach der Energiekrise 1974 wurden die Wände zum Sanierungsfall. Wir korrigieren heute die Fehlentscheidungen früherer Generationen, wenn wir 12 bis 16 Zentimeter Wärmedämmung auf Außenwände mit U-Werten von nur 2,6 bis 0,5 W/(m²K) aufbringen. In einer großen Studie für den Bundestag und seine Enquete-Kommission „Schutz der Erdatmosphäre“ wurde 1994 die gesamte Wohngebäudesubstanz Deutschlands auf ihre Energiesparmöglichkeiten untersucht.¹⁶ Die Studie unterteilte in der „Deutschen Gebäudetypologie“¹⁷ den Wohngebäudebestand von damals 14 Millionen Gebäuden in 46 energetische Gebäudetypen. Auf Basis des realen Heizenergieverbrauchs wurde auch das Einsparpotenzial durch die Außenwanddämmung ausgewiesen.

Tabelle: Heizenergieeinsparung durch 12 cm Außendämmung oder 6 cm Innendämmung der Außenwände in der deutschen Wohngebäudetypologie¹⁸

	Alte Bundesländer 30 Gebäudetypen			Neue Bundesländer 16 Typen	
	Einsparpotenzial 12 cm Außenwanddämmung in Prozent				
EFHA [vor 1918 Fachwerk]	41 ^{*)}	KMHA	33	EFHA/B [vor 1918]	33
EFHB [vor 1918 Massiv]	49 ^{*)}	KMHB	37	EFHC [1919-1945]	37
EFHC [1919-1948]	30	KHMC	29	EFHD/E [1946-1970]	33
EFHD [1949-1957]	29	KMHD	30	EFHF/G [1971-1985]	35
EFHE [1958-1968]	32	KMHE	38	EFHH [1986-1990]	24
EFHF [1969-1978]	16	KMHF	32	KMHA [vor 1918 Fachwerk]	32
EFHG [1979-1983]	27	KMHG	28	KMHB [vor 1918 Massiv]	31
EFHH [1984-1987]	19	KMHH	14	KMHC [1919-1945]	30
				KMHD [1946-1960]	36
RHB [vor 1918 Massiv]	38	GMHB	35	KMHE [1961-1990]	34
RHC [1919-1948]	22	GMHC	43	GMHB [vor 1918]	35
RHD [1949-1957]	19	GMHD	39	GMHF [1970-1980]	28
RHE [1958-1968]	10	GMHE	52	GMHG [1980-1985]	30
RHF [1969-1978]	24	GMHF	42	GMHH [1986-1990]	23
RHG [1979-1983]	23	HHE	24	HHF [1970-1985]	32
RHH [1984-1987]	18	HHF	21	HHG [1970-1985]	19
Erklärung Gebäudetyp-Kurzbezeichnungen: http://www.iwu.de/fileadmin/user_upload/dateien/energie/klima_altbau/FI%C3%A4chen_Geb%C3%A4udetypologie_Okt_2013.pdf Die Angaben sind keine ehernen Werte, sondern mit vielen damaligen technischen Annahmen verknüpft. So sind z.B. für die beiden Hochhaustypen in Ost und West HHF/HHG bei realen Sanierungen Einsparraten von über 50 % nachgewiesen. ^{*)} 2 1/2 – stöckig. Die Tabellenwerte wurden auf Basis des realen Endenergieverbrauchs der typischen Stellvertretergebäude berechnet.					

Das Einsparpotenzial durch Außenwanddämmung mit 12 Zentimetern oder bei Innendämmung auch 6 Zentimetern Dämmdicke liegt je nach Ausgangs-U-Wert und Flächenanteil der Wand an der gesamten wärmetauschenden Hüllfläche zwischen 10 und 52 Prozent.¹⁹ Das Potenzial steigt mit der Größe des Wandflächenanteils am Gebäude und zeigt: Die Außenwanddämmung ist unverzichtbar, denn auf sie entfällt die Hälfte des durch alle Wärmeschutzmaßnahmen aktivierbaren Heizenergieeinsparpotenzials im deutschen Gebäudebestand.

Wirtschaftliches Einsparpotenzial durch Dämmung der Außenbauteile des Gebäudebestandes in Deutschland²⁰



1.3.1 Außenwanddämmung – in der Praxis erfolgreich

Die Entwicklung der modernen Wärmedämmung für Gebäude begann 1870. Folgerichtig wurden die Auswirkungen einer Außenwanddämmung schon ab 1920 untersucht. Der Hygieniker Prof. Dr. Korff-Petersen bewies an fünf Wohnhäusern in Berlin: Das Gebäude mit einem Wand-U-Wert von $0,35 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ brauchte für die Aufwärmung der Raumluft von 10 auf 17°C nur 20 Prozent der Wärmemenge, die das Gebäude mit Betonwänden bei einem U-Wert von $1,3 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ benötigte. Dies war jedoch nur für die wenigen Stunden der Aufheizphase gezeigt.²¹

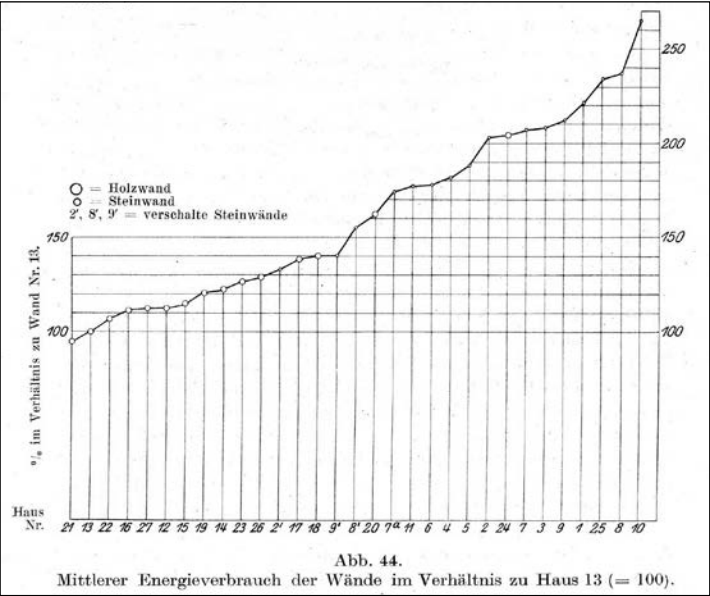
Der norwegische Architekt Andreas Bugge bewies 1924 an 27 baugleichen Versuchshäusern, bei denen einzig der Wärmeschutz der Wand variierte, die Wirkungen der Wanddämmung.²²



Die 27 norwegischen Versuchshäuser

Die Messung des Wärmeverbrauchs erfolgte über zwei Jahre von 1920 bis 1922. Auf der Abszisse sind die Häuser mit ihren Ordnungsnummern nach dem gemessenen Wärmeverbrauch aufgeführt. Das zweite Haus Nr. 13 wurde dabei zu 100 Prozent gesetzt, weil seine Wandkonstruktion damals in Norwegen üblich war. Das Gebäude mit

dem schlechtesten Wärmeschutz der Wand wies auch den höchsten Heizenergieverbrauch auf. Er lag um den Faktor 2,18 über dem Gebäude mit dem besten Wärmeschutz. Die k-Werte der Wände betrugen 0,75 W/(m²K) bis 2,1 W/(m²K). Ergänzt wurden diese wertvollen Messungen 1923 durch k-Wert-Messungen an vielfältigen Hochbaukonstruktionen durch Kreüger und Eriksson. Wie auch bei den k-Wert-Untersuchungen Bugges zeigten diese eine hohe Übereinstimmung zwischen Messung und Rechnung.²³



Vergleich des gemessenen Jahres-Wärmeverbrauchs an 27 Versuchsbauten mit unterschiedlichem Wärmeschutz der Außenwände in Oslo 1922

In Deutschland führte die damalige „Freiland-Versuchsstelle-Holzkirchen/Obb.“ einen ähnlichen Test zwischen 1952 und 1956 durch. An 29 Versuchshäusern variierte vor allem die Dämmqualität der Außenwände, aber auch in engeren Grenzen die Qualität der übrigen Bauteile. Die k-Werte der Wände lagen zwischen 0,55 und 2,91 W/(m²K). Am günstigsten schnitten die Gebäude mit dem besten Wärmeschutz ab. Die Wände waren auf Grund ihres größten Flächenanteils die Führungsgröße. Das Gebäude mit einem Wand-k-Wert von 0,55 W/(m²K) erzielte den günstigsten Energieverbrauch von 47 kcal/(h*°C), das Gebäude mit der nur 12 Zentimeter dünnen Vollziegelwand wurde 2,2-mal schlechter mit 104 kcal/(h*°C) angetroffen.²⁴

Selbst ein geringer Unterschied im Wärmeschutz der Außenwände von 1,2 statt 1,4 W/(m²K) begrenzt messbar Energieverluste. Prof. Schüle wies 1960 durch Messungen an einer Biberacher Reihenhaus-

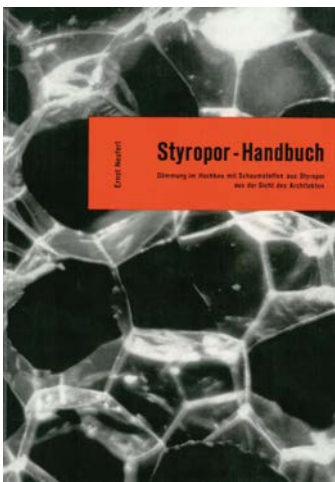
siedlung eine Einsparung von 19 Prozent für die Gebäude mit den um 14 Prozent besser dämmenden Wänden nach.²⁵

Das selbe Bild bei den THERMA-Bauten 1977: An drei Mehrfamilienhäusern mit 54 Wohnungen in Ratzeburg wurden nur die Außenwände mit drei Zentimetern Dämmstoff gedämmt und verbesserte Isolierglasfenster (von 5,2 auf 2,7 W/(m²K)) eingebaut. Der Ausgangs-U-Wert der Außenwände lag bei 1,5 W/(m²K). Die gemessene Heizeneinsparung war mit 52 Prozent äußerst erfolgreich; allein durch die beiden Wärmeschutzmaßnahmen an der Fassade.

Auch eine 1991 gefertigte Studie zur empirischen Überprüfung der Langzeitbewährung von WDVS hebt den Einspareffekt hervor: „Die durchgeführten Untersuchungen haben gezeigt, dass Wärmedämmverbundsysteme ihr eigentliches Ziel der Wärmedämmung durchweg erreicht haben. Die Ermittlung von Heizenergieverbräuchen und die Befragung von Bewohnern bestätigen, dass beachtliche Einsparungen erzielt wurden. Auch über die raumklimatischen Einflüsse liegen positive Erfahrungen vor.“²⁶

1.3.2 WDVS – der Problemlöser

Die Energiekrise hatte die zentrale Schwäche des Massivbaus deutlich gemacht: seinen schlechten Wärmeschutz. Die ab 1974 explodierenden Heizkosten lösten einen Schock aus. Das anfänglich billige Heizöl hatte die Illusion geschaffen, die Zwänge der Vergangenheit seien überwunden. Dieses Bild brach 1974 zusammen. Problemlösungen wurden gesucht. Mit dem WDVS konnte schnell gehandelt werden, denn es wurde schon in den sechziger Jahren entwickelt. Seine Entstehung verknüpft sich mit dem seit 1952 in den Baumarkt eingeführten Dämmstoff Polystyrol. Die Baustoff- und Konstruktionsvielfalt nach 1945, Flachdächer, Schichtbauteile und der Betonbau mit seinen gravierenden Wärmebrücken, erforderten neue Lösungen. Hierum bemühte sich auch der Architekt Ernst Neufert, der 1964 ein umfangreiches „Styropor-Handbuch“ herausgab. Darin wurde das WDVS erstmalig beschrieben. Ziel war es, einen allseitigeren Wärme- und Tauwasserschutz für die nach 1945 komplexeren Baukonstruktionen zu finden. Besonders die Wärmebrücken des Betonbaus und ihre Dämmung wurden dort abgehandelt. Neufert beschrieb den für WDVS hauptsächlich zum Einsatz kommenden Dämmstoff so: „Styropor-Schaumstoffe haben sich seit etwa 10 Jahren in steigendem Maße bei der Bewältigung bautechnischer Aufgaben bewährt. Dank ihres besonderen strukturellen Aufbaues stellen sie ein Material dar, das durch eine bisher unbekannte Fülle von Vorteilen zur Verwendung als Dämmstoff im Hochbau prädestiniert ist.“²⁷



Die erste größere Nachfrage nach Wärmedämm-Verbundsystemen entstand nach der Energiekrise von 1974. Der Vorteil des WDVS: Es war sofort als Problemlöser verfügbar und finanzierbar.

- Als erstes handelte die amerikanische Armee. Sie ließ alle ihre Kasernen- und Wohnanlagen mit vier bis sechs Zentimetern WDVS nachträglich dämmen.
- Das WDVS wurde der kostengünstige Problemlöser für Wohnungsbaugesellschaften. Denn die dringend benötigte Heizkostensenkung musste unter den Finanzierungsbedingungen der gemeinnützigen Wohnungswirtschaft funktionieren, der begrenzten Mietzahlungsfähigkeit ihrer Mieter. Die Wohnungswirtschaft blieb seither die tragende Säule für die Nachfrage nach WDVS.
- Der Hersteller von Kalksandstein erkannte als Massivbaustoffhersteller als erster den Wandel. Er warb seit Ende der siebziger Jahre mit „Kalksandstein plus WDVS“.
- Der dritte und umfassendste Impuls kam von der Ökologiebewegung. Angestoßen durch die Energiepreiskrise von 1974 hatte sich in den siebziger und achtziger Jahren eine Ressourcen- und Umweltschutzdebatte entwickelt, die sich bis in die Parlamente auswirkte. Energiesparender Neubau und die Bestandssanierung mit hohen Standards wurden entwickelt und eingefordert.²⁸

Das WDVS wurde in der Folgezeit zum Symbol für die beginnende Veränderung im Bauen, zumal die Ausführung unter aller Augen an den Fassaden geschah. Neu war das ganze System, neu war der Dämmstoff, neu waren die Ausführungstechniken, die sogar mit alten Putzerregeln brachen. Kein Wunder, dass es bis heute die Diskussion auf sich zieht.

Hauenstein/Pfalz 1963: Das älteste WDVS, schadensfrei

Noch zu Zeiten des Billigöls wurde der Neubau des Hauensteiner Sechsfamilienhauses 1963 mit drei Zentimetern WDVS aus Polystyrol gedämmt. Der Hauseigentümer, ein ortsansässiger Stuckateur, wollte die Eignung des neuen Dämmstoffs ausprobieren. Das WDVS blieb bis heute schadensfrei, auch Veralgung trat nicht auf. Nach mehr als 50 Jahren steht 2015 ein Neuanstrich an. 2014 hat das Haus dreifach wärmeschutzverglaste Fenster bekommen. Schimmel muss der Vermieter in der Folge nicht fürchten, denn die Wände bleiben auch bei -10 °C Außentemperatur auf ihrer Innenoberfläche 17 °C warm. In der damaligen Experimentier-Phase wurde noch ohne Dübel und Armierungsgebe gearbeitet. In den ersten Jahren des Systems zweifelte die Baufachwelt sogar an, dass der Putz auf den glatten Dämmplatten hält. Das Gegenteil beweist dieses Haus seit mehr als 50 Jahren.

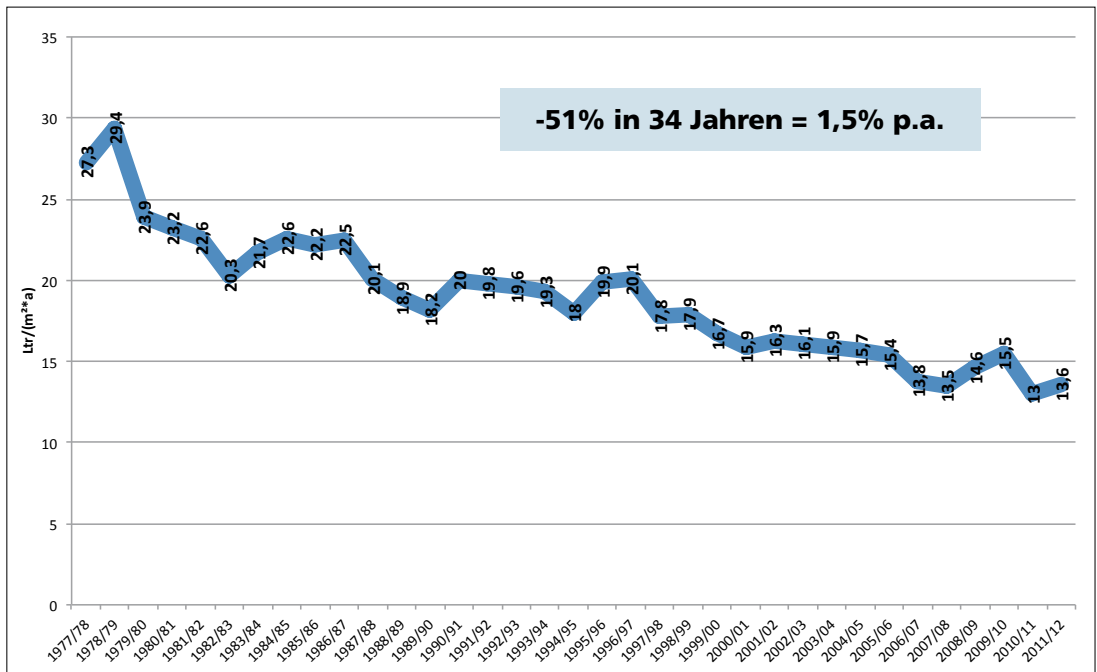


1.3.3 Der Erfolg der Energieeinsparung – statistisch greifbar

Wenn Neubauten immer weniger Energie verbrauchen und Einzelhäuser sowie ganze Siedlungen energetisch saniert werden, dann bildet sich das auch in der Statistik ab. Die Heizkostenabrechnungsfirmen verfolgen die Verbräuche in ihren Beständen mit verschiedenen Methoden. Der solcherart ermittelte Heizenergieverbrauch ist seit 1978, dem Beginn der Auswertungen, kontinuierlich rückläufig. Die techem-Statistik²⁹ zeigt uns einen Rückgang am Beispiel einer Langzeitbeobachtung ölbeheizter Mehrfamilienhäuser zwischen 1977/78 und 2012 von 27,3 auf 13,6 Liter Heizöl pro Quadratmeter und Jahr, also um 50 Prozent. Allerdings nur für ölbeheizte MFH und nicht klimabereinigt, überdies auf die falsche Fläche AN der EnEV bezogen und ohne Warmwasserenergieaufwand, so dass die Realwerte eher bei 18-20 Litern Heizöl pro Quadratmeter und Jahr heute und etwas über 30 Litern pro Quadratmeter um 1977 liegen. Die ista-DIW-Untersuchung „Wärmemonitor“³⁰ liegt auch nur für MFH Daten vor. 14 von 18 Millionen Wohngebäude in Deutschland sind jedoch EFH und Reihenhäuser. Für die einbezogenen MFH wird zwischen 2003 und 2013 ein Rückgang des flächenbezogenen Heizenergiebedarfs um 16 Prozent errechnet. Das ist mit den Daten von techem und Brunata³¹ kompatibel. Da während der Sanierungen Wohnflächen aktiviert werden, schränkt der „Wärmemonitor“ seine Aussagen ein:

Heizenergieverbrauch in ölbeheizten MFH in Deutschland nach techem (nicht klimabereinigt, bezogen auf Fläche A_{Nt} ; ohne Warmwasser)

Korrigiert man diese Werte der techem-Untersuchung a) um eine Klimabereinigung, b) um einen Zuschlag für die Warmwasserbereitung und c) um einen Zuschlag für den höheren spezifischen Heizenergieverbrauch bei den hierin nicht enthaltenen EFH, kommt man für 2012 etwa auf 18 Liter Heizöl pro m^2 und Jahr.



„Aufgrund fortschreitender Flächenvergrößerungen und zuletzt nachlassender Einsparerfolge blieb der absolute Heizenergiebedarf der Mehrfamilienhäuser seit 2008 aber nahezu konstant“, während der spezifische flächenbezogene Bedarf weiter sank.

Dieser Erfolg wird gegenwärtig zum Problem gemacht. Die Statistiken zeigten, Gebäude seien heute schon so gut, dass sich keine weitere Einsparung mehr lohne. Das missversteht die Zusammensetzung des Durchschnittswertes, der sich aus Gering- und Hochverbrauchern und einer wachsenden Zahl von Neubauten zusammensetzt. Außerdem sind 14 der 18 Millionen Wohngebäude nicht erfasst: die Ein- und Zweifamilienhäuser, die heute noch bei durchschnittlich 20 Liter Heizöl pro Quadratmeter und Jahr liegen. Auch wenn ein Altbau schon einen geringeren Heizenergieverbrauch erreicht hat, lohnen sich die wenigen weiteren Energiesparmaßnahmen, die ihn noch vom Ziel trennen. Sie sparen nicht weniger ein, nur weil der Verbrauch durch die vorhergehenden Maßnahmen bereits gesunken ist.

1.3.4 Verwirrende Effekte

Im Zusammenhang mit der Effektivität von Energiesparmaßnahmen im Gebäudebestand kommt es immer wieder zu Irritationen, da errechnete Einsparziele in der Praxis nicht erreicht zu werden scheinen. Das hat verschiedene, wissenschaftlich seit langem bekannte Gründe:

- **Der Rebound-Effekt**

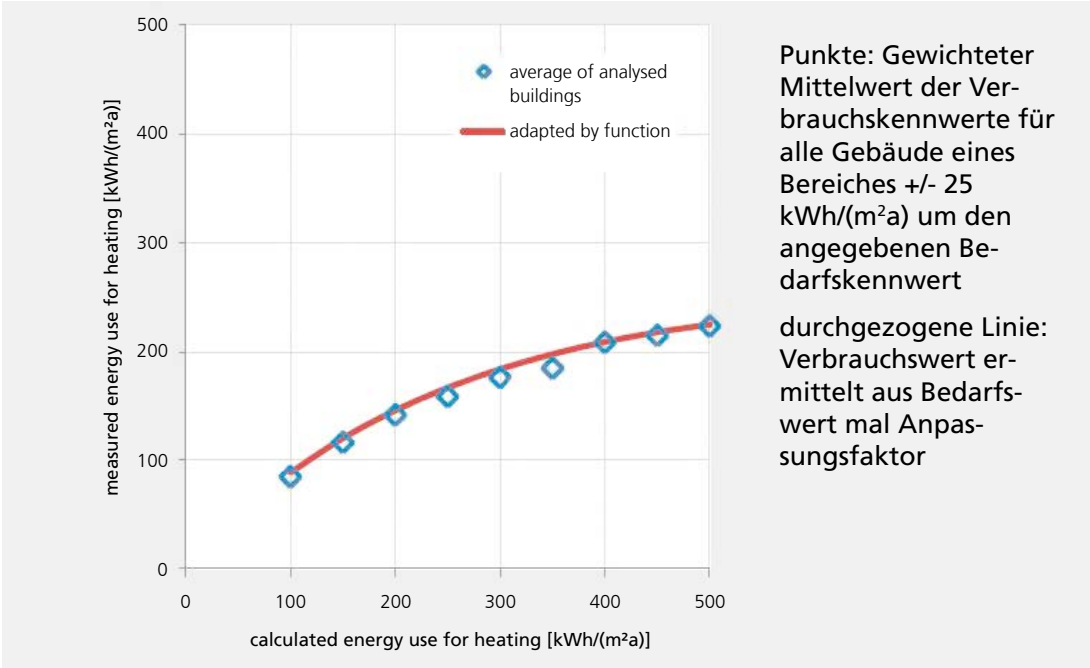
Allgemein ist zu beobachten, dass Fortschritte im Bereich der Sicherheits- oder Einsparteknik Nutzer dazu verführen, neu gewonnene „Freiräume“ auszunutzen und damit die angestrebten Effekte zumindest teilweise zu konterkarieren. So führte die Einführung der ABS-Bremstechnik nachweislich zu einem Anstieg riskanterer Fahrweisen. Beim Thema Energieeffizienz im Gebäudebestand bedeutet dies, dass Bewohner aufgrund des gestiegenen Wohnkomforts dazu neigen, eine größere Wohnfläche zu nutzen und zu beheizen beziehungsweise eine höhere Raumlufttemperatur als bisher zu wählen. Die Folge: Errechnete Einspareffekte stimmen häufig nicht mit den tatsächlich gemessenen Verbräuchen überein.

Mit immer besserem Dämmstandard ist es leichter, höhere Raumtemperaturen zu erreichen. Schon im THERMA-Wettbewerb 1977 leisteten sich die Mieter nach den Dämmmaßnahmen höhere Raumlufttemperaturen, sie erzielten aber trotzdem eine Energieeinsparung, weil die Dämmung die Wärmeverluste der Gebäudehülle in einem

höheren Maße reduzierte, als sie sich durch den gesteigerten Komfort erhöhten. Höhere Raumtemperaturen in Energiesparhäusern sind darum heute die Regel. Der Grund: Die Wärmeverluste gedämmter Gebäude sind extrem gering, man kann sich den höheren Komfort „leisten“. An einem Frankfurter MFH wird dies deutlich. In diesem zum Passivhaus sanierten älteren Haus wurden bei den Mietern mit 20 bis 22 °C Raumtemperatur in der Wohnung nicht die erwarteten 15 kWh/(m²*a), sondern 21 kWh/(m²*a) Heizwärmeverbrauch gemessen. Bei den Mietern mit 23 bis 25 °C Wohnungsdurchschnittstemperatur lag der gemessene Heizwärmeverbrauch bei 24,6 kWh/(m²*a). Finanzielle Belastungen entstehen dadurch kaum. Bei einer 100 Quadratmeter-Wohnung und 1,00 Euro/m³ Erdgas lägen die Mehrkosten pro Wohnung bei den 25 °C-Heizern gegenüber dem Planwert nur bei 96,00 Euro im Jahr oder 27 Cent pro Tag. Abweichungen vom Planwert haben bei einem solchen Gebäudestandard nur sehr geringe kostenmäßige Wirkungen. Bei höheren Energiepreisen kann das Heizverhalten ohne weitere investive Mittel wieder umgestellt werden. Es ist ein Freiheitsgrad, der hinzugewonnen wird, aber kein Problem.

Umrechnung – mittlerer Energieverbrauch in Abhängigkeit vom Energiebedarf³⁴

- Der Prebound-Effekt
Mit dem Energie-Bedarfsausweis des Bundes wurde das für den Neubau entwickelte normative Rechenverfahren auch auf den Ge-



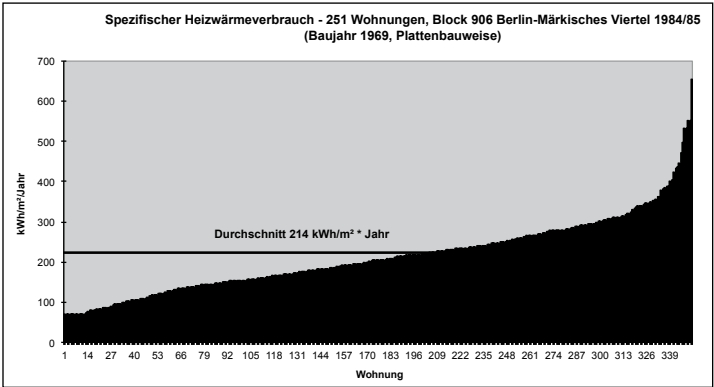
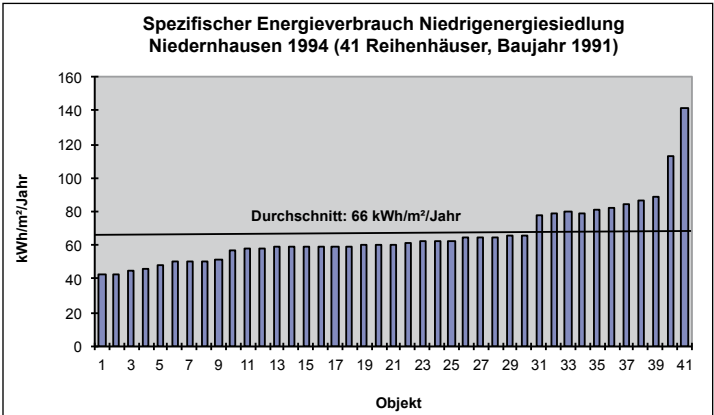
bäudebestand angewandt. Die negativen Folgen waren prophezeit und traten prompt ein: Die berechneten Energiebedarfskennwerte liegen etwa um ein Drittel über den realen Verbrauchswerten. Zu allem Unglück musste auch in der Vor-Ort-Energieberatung des Bundes und bei KfW-Förderanträgen für die Effizienzhäuser im Bestand dieses Bedarfswert-Rechenverfahren angewendet werden. Nun klafften Rechenwerte und Verbrauchswerte weit auseinander. Dies wurde aber nicht als Versagen des politisch verformten EnEV-Rechenverfahrens und des Energieausweises diskutiert, sondern die Mängel wurden in der Energiesparteknik, besonders der Dämmung und in der Energieberatung gesucht. Dieser Konstruktionsfehler bei der Berechnung der Energiekennwerte beschädigt das Ansehen der Energieberater, wie die rückläufigen Zahlen bei der Vor-Ort-Beratung bereits andeuten. Den Hauseigentümern ist nicht vermittelbar, dass ein Gebäude beispielsweise $330 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ rechnerischen Heizenergiebedarf haben soll, wo es doch nur $240 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ verbraucht, und dass auf dieser falschen Basis auch noch Wirtschaftlichkeitsberechnungen angefertigt werden müssen. Es ist dringend erforderlich, diesen Missstand zu korrigieren. Das Institut Wohnen und Umwelt hat im TABULA-Projekt der Europäischen Union mittlerweile Korrekturfaktoren entwickelt, mit denen man einen errechneten Bedarfs-Heizwärmekennwert auf einen realistischen Verbrauchs-Kennwert umrechnen kann.

- Nicht plangemäß funktionierende Haustechnik beziehungsweise bauliche Mängel

Liegen gemessene Energieverbrauchskennwerte nach einer energetischen Sanierung oder im Neubau höher, als berechnet, können immer auch technische Mängel vorliegen. Dann führt eine Überprüfung häufig dazu, dass diese abgestellt werden. In der Folge sinkt der Verbrauch in Richtung des errechneten Planwertes, wenn mit realistisch rechnenden Verfahren gerechnet wurde. Die Arbeitsgemeinschaft für zeitgemäßes Bauen, Kiel, hat über ein solches Objekt eine lesenswerte Studie³⁵ veröffentlicht: http://www.energiesparaktion.de/downloads/Kacheln/Energieeinsparung/Energieeinsparung_Studien/NEH_Neumuenster_Heiz_Lueft_San.pdf

1.3.5 Nutzerverhalten und Heizenergieverbrauch

Die Ursache der frühen Misserfolge mit der Solararchitektur und komplexen Haustechnik der achtziger Jahre suchte man nicht im falschen Konzept, sondern bei den Nutzern. Doch Untersuchungen der Heizenergieverbräuche von Siedlungen und Wohnblöcken gleicher Bauweise klärten in den neunziger Jahren: Das Nutzerverhalten ist immer ähnlich. Stets gibt es in einer Siedlung Sparer, denen auch



Vielverbraucher gegenüberstehen. Die Einflüsse mitteln sich heraus und der Durchschnitt entspricht in der Regel dem erwarteten Energiekennwert, wenn realitätsnah gerechnet wurde (z.B. mit der Schweizer sia 380/1 oder dem Passivhausrechenverfahren). Dies lässt sich sowohl bei unsanierten Altbauten beobachten als auch bei energieeffizienten Neubauten und sanierten Altbauten. Die energetische Qualität des Hauses beeinflusst nicht die Existenz der Schwankung, die beim Faktor 9 liegen kann, aber sie beeinflusst das Niveau, um das die Schwankungen entstehen. Während der Durchschnittsverbrauch im Block 906 im Märkischen Viertel unsaniert bei 214 kWh/(m²*a) lag, zeigt die Niedrigenergiesiedlung Niedernhausen einen durchschnittlichen Heizenergieverbrauch von 66 kWh/(m²*a).³⁶

1.3.6 Die Hyperbeltragik

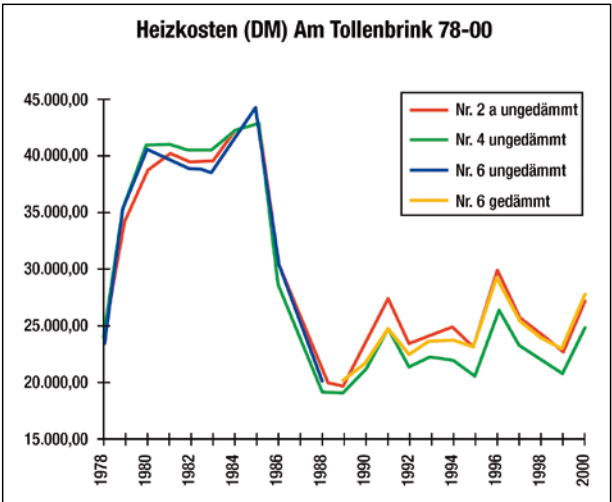
Kritikwürdig sei ja nicht die Dämmung an sich, relativierten angesichts des Erfolges der Wärmedämmung die meisten Skeptiker, sondern die großen Dämmstoffdicken. Bemüht wird das Gesetz vom abnehmenden Ertrag bei steigendem Aufwand. Jeder weitere Zentimeter Dämmstoffdicke bringe weniger Einsparung als der erste Zentimeter. Das gilt allerdings überall, wo schon Aufwand getrieben wurde und der Fortschritt weiter geht: Leichtbaustoffe beim PKW bei vorher eingeführten Sparmotoren, LED-Beleuchtungsanlagen versus Kompaktleuchtstofflampen. Der Effekt wird von den Dämmkritikern mit „Hyperbeltragik“ bezeichnet. Diese Binsenweisheit ist für sich allein jedoch wenig aussagekräftig. Die Dicke der Dämmung bemisst sich entweder nach ökologischen Kriterien oder in unserem geldbasierten System nach den Energiepreisen. Heute gedämmt, spart eine solche Hülle zukünftig Heizkosten. Wer aber kennt die zukünftigen Energiepreise? Die durchschnittliche Energiepreissteigerung seit der Ölkrise 1973/74 liegt bei rund sechs Prozent pro Jahr und damit über

der Inflationsrate. Mit nur fünf Prozent in die Zukunft geschaut, rechnen sich alle Wärmedämmanstrengungen in Gebäudebestand und Neubau. Das zeigte schon die grundlegende Untersuchung des Energiesparpotenzials im deutschen Wohngebäudebestand³⁷, wonach das ökonomische Optimum der Dämmstoffdicke im Altbau bei der Außenwanddämmung 16 Zentimeter beträgt. Diese ökonomische Optimierungsrechnung ist den Hyperbeltragikern über den U-Wert nicht möglich. Sie zeigen nur, dass man immer mehr tun muss, wenn man mehr erreichen will und setzen als Bewertung darauf, dass Menschen vor höheren Dämmstoffdicken erschrecken. Zur Einschätzung braucht man mehr Informationen: Der hohe Dämmstandard ist mit Förderung wirtschaftlich, senkt die Heizkosten vieler Einfamilienhäuser auf 200 Euro im Jahr, erhöht die Versorgungssicherheit, verkürzt die Heizperiode auf 20 bis 30 Tage im Jahr (statt 200 bis 270) und schafft hohe Behaglichkeit im Haus. Aber scheinbar ist das kritisierte Maß bei den Dämmstoffdicken doch keine feste Größe: Hatte sich Claus Meier, einer der Dämmkritiker, vorher noch gegen dickere Dämmschichten als sechs Zentimeter ausgesprochen, bezeichnete er auf einer Veranstaltung auf der Wartburg 1991 das Niedrigenergiehaus als vernünftig und sprang in seiner Kritik zum nächsten Standard, dem Passivhaus.³⁸ Auch eine Art Hyperbeltragik.

1.3.7 Ein Lügegebäude stürzt ein

Seit mehr als 20 Jahren wird eine nicht existente Studie in der Fach- und Medienwelt bemüht, aus der hervorgehen soll, bei einem Haus in Hannover habe die Außenwanddämmung keine energiesparende Wirkung gezeigt. Was ist dran an der Geschichte?³⁹

Die von Journalisten immer wieder herangezogene „Fehrenberg-Studie“ ist nicht mehr als ein schmaler Artikel, der 2003 publiziert wurde⁴⁰. Ein Text zu einem Vortrag zum Thema: „Energie-Einsparen durch nachträgliche Außendämmung bei monolithischen Außenwänden? In der Praxis kommt wenig heraus!“. Der Autor, Jens Fehrenberg, Professor an der FH Hildesheim, war selbst verwundert, als ein Nürnberger Kollege den Aufsatz zur „Fehrenberg-Studie“ umbenannte.⁴¹ Fortan diene diese nicht existierende „Studie“ als Beleg für die Erfolglosigkeit der Wärmedämmung. Es ist schon fragwürdig genug, dass ein einziges Gebäude für das Versagen „der“





Wohnsiedlung Tollenbrink in Hannover. © Werner Eicke-Hennig

Wärmedämmung in Deutschland erhalten soll, und der Fall es sogar ins Fernsehen geschafft hat. Schlimmer ist jedoch, dass die hierfür stets angeführte „Fehrenberg-Studie“ gar nicht existiert und dass das keinem der verantwortlichen Redakteure auffällt.

Prof. Fehrenberg und seine Nachredner übersahen zudem, dass ihre Datenquellen nicht Heizenergieverbräuche sondern Heizkosten verschiedener Häuser abbildeten. Unerkannt blieb auch, dass die Heizkosten mit einem „Flächenfaktor“ auf die einzelnen, von einem zentralen Heizwerk versorgten Häuser der ausgedehnten Wohnanlage verteilt wurden. Ein Vor-Ort-Termin machte deutlich: Ein über Jahrzehnte bestehender Defekt der Wärmemengenzähler in der Heizzentrale hatte zur Umlegung der Kosten nach Wohnfläche geführt. Diese weitgehend fixen Kosten erfassten die Verbrauchsänderungen in den einzelnen Häusern nicht. So blieb der Effekt der Dämmung am Haus Nr. 6 unerkannt. Die erst 18 Jahre nach der Dämmung im Jahr 2007 neu eingebauten Zähler zeigen für dieses einen niedrigen Nutzenergieverbrauch von nur 90 kWh/m² Bruttogeschossfläche und Jahr. Damit weist Hannover-Tollenbrink gleich einen doppelten Erfolg aus: Mehr Wohnhygiene, denn die Dämmung hatte vorhandenen Wohnungsschimmel beseitigt, und eine Energieeinsparung, die jedoch mangels Vergleichsdaten leider nicht genau beziffert werden kann.

1.3.8 Die meisten finden es gut

Absolute Zufriedenheit wäre unmenschlich. In jeder Befragungsgruppe gibt es immer einen Prozentsatz Unzufriedener. Bei Gebäuden wirken vielfältige, technische, ökonomische, soziale und psycho-

logische Faktoren auf den Zufriedenheitsgrad ein. Was uns die Medien präsentieren, waren und sind Meinungen von Einzelpersonen: Drei Rentner, die nicht verstanden hatten, dass ihr verbleibender Energieverbrauchsrest nach einer Sanierung auch wieder teurer wird. Ein Bewohner eines Mehrfamilienhauses, dessen Wohnungswände im Attikageschoss augenscheinlich nicht mitgedämmt waren, der die Dämmung als Mitglied einer Wohnungseigentümergeinschaft (WEG) jedoch mitbezahlen musste. Ein Hausverwalter, der eine falsche Entscheidung für einen Fassadenhai getroffen hatte und nun angesichts seiner vom Regen durchnässten PU-Riemchenfassade die Wärmedämmung verantwortlich machte.

Da hält man sich besser an sozialwissenschaftliche Untersuchungen: Schon früh wurde die Zufriedenheit der Bewohner der ersten 30 Niedrigenergiehäuser in Hessen untersucht. Die Universität Mannheim kam 1995 zu dem Schluss: „Die Untersuchungspersonen führen zwar zahlreiche einzelne Unzulänglichkeiten an, so etwa hinsichtlich der Wärmeversorgung (z.B. Heizung und Warmwasser ungleichmäßig) oder der Lüftungsanlage (z.B. Zugluft, Störgeräusche), doch vieles wird sehr positiv bewertet, insbesondere das Raumklima im Haus. (...) die meisten Bewohner sind mit dem Erfolg zufrieden.“⁴² Die Evaluation des ersten Passivhauses mit vier Wohneinheiten kam 1994 zu einem ähnlichen Resultat.⁴³ Eine weitere sozialwissenschaftliche Untersuchung widmete sich dem „Wohnkomfort im Passivhaus“ und befragte Bewohner in 30 Niedrigenergie- und Passivhäusern und eine kleine Kontrollgruppe in konventionellen Neubauten in Wiesbaden. Das Ergebnis in knappster Form: „Die Wohnzufriedenheit der Bewohnerinnen und Bewohner der Passivhäuser ist hoch. (...) Die von einigen Befragten genannten Kritikpunkte liefern Hinweise auf konkrete Ansatzpunkte für die Weiterentwicklung von Energiesparhäusern.“⁴⁴ Und auch mit Blick auf einen zum Passivhaus sanierten Altbau mit 61 Wohnungen erbrachte eine Untersuchung der Bewohnerzufriedenheit vergleichbare Ergebnisse. „Der Passivhausstandard stellte für vier von fünf Mieterinnen und Mietern der Rotlintstraße (82 %) einen wichtigen Einzugsgrund dar. Begründet wird dies von den Befragten vor allem mit der Heizkostenersparnis (90 %) und etwas seltener mit dem Beitrag zum Klimaschutz (63 %) und dem hohen Wohnkomfort (54 %). (...) Die erreichten Raumtemperaturen stellen die allermeisten Mieterinnen und Mieter (...) ebenfalls zufrieden.“⁴⁵ Schließen auch wir, nach diesen positiven Aussagen, mit einem Unzufriedenen aus der letzten Untersuchung: Der Mieter mit dem höchsten Heizenergieverbrauch war am unzufriedensten mit den Raumtemperaturen in seiner Wohnung. Die lagen über 23 °C, aber ihm war zu kalt.

2. Die Dämmbauweise – Argumente für die Wärmedämmung

2.1 Die Lebensdauer eines Dämmsystems

Angezweifelt wurde die Haltbarkeit des WDVS schon vom Start weg. Unter Malern lief sogar eine „Generaldebatte“ mit Pro und viel Contra, denn das WDVS stand damals im Widerspruch zur herkömmlichen Ausführungstechnik und zu einigen Glaubenssätzen. Deshalb wurden sechs Studien bei verschiedenen unabhängigen Instituten beauftragt, die immer wieder die Langzeitbeständigkeit untersuchten und nach systembedingten Schäden Ausschau hielten.⁴⁶ Einige Objekte wurden daher mehrfach überprüft, der Zustand nach Standzeiten von fast 30 Jahren wurde ermittelt. Eine Studie von 1996 sagt hierzu: „Entscheidendes Kriterium für die Bewährung der Wärmedämmverbundsysteme ist (...) die Dauerhaftigkeit. Die Mehrzahl der untersuchten Gebäude hat ihren Beanspruchungen über mehr als 20 Jahre standgehalten, ohne dass aufwendige Instandsetzungen angefallen sind.“ Vor allem sind keine systembedingten Schäden aufgetreten. Vorgefunden wurden entweder Ausführungsmängel oder die typischen Probleme von Putzfassaden wie Verschmutzung, Beschädigung der Oberflächen, Kantenschäden. Bei dieser an sich schon positiven Aussage muss man hinzufügen, dass in diese Untersuchung 21 Wohnhäuser in Deutschland einbezogen waren, die schon seit 1963 gedämmt waren, als noch nicht die heutigen Erfahrungen und Regelwerke vorlagen. Die letzte Untersuchung des Fraunhofer Instituts für Bauphysik von 2004 kommt nach einer neuerlichen Prüfung vieler WDVS-Fassaden zu folgender Aussage: „Die Lebenserwartung von WDVS ist mit Sicherheit größer als der Zeitraum seit Beginn ihres Einsatzes, da viele der alten Systeme noch ihren Dienst tun. Die Annahme einer mittleren Lebensdauer von 30 Jahren im Leitfaden nachhaltiges Bauen des BMVBW ist vor diesem Hintergrund sicher etwas pessimistisch. In Arlt, J./Pfeiffer, M. [Lebensdauer der Baustoffe und Bauteile zur Harmonisierung der wirtschaftlichen Nutzungsdauer im Wohnungsbau (Forschungsbericht F 2464 des Instituts für Bauforschung, Hannover, Fraunhofer IRB Verlag 2005)] wird die Lebensdauer mit 40 bis 60 Jahren angegeben. Letzteres würde bedeuten, dass die prognostizierte Lebensdauer (60 Jahre) etwa dem doppelten der bisher belegten Standzeiten entspricht. Dies erscheint aufgrund der vorliegenden Untersuchungsergebnisse bei regelmäßiger Wartung der Fassade durchaus realistisch.“⁴⁷

2.2 Die Wahl des Dämmstoffs

Die Dämmstoffauswahl ist groß, zwischen mehr als 30 Arten in wiederum vielen Konfektionierungen kann ein Investor wählen. Für das WDVS gibt es neun Dämmstoffarten. Unter ihnen kann im Rahmen der Brandschutzvorschriften frei gewählt werden. Das zu beobachtende Auswahlkriterium ist überwiegend die Ökonomie: Gewählt



Expandiertes Polystyrol (EPS) ist bei mehr als 80 Prozent aller Fassadendämmungen erste Wahl.
© Sto SE & Co. KGaA

wird meist der günstigste Dämmstoff, die Baukosten sollen gering ausfallen. Es fällt eine „natürliche“ Verteilung der Dämmstoffe auf: An der Außenwand dominiert das Polystyrol, wenn ein WDVS zum Einsatz kommt. Bei der vorgehängten hinterlüfteten Fassade ist es meist die Mineralwolle, weil VHF oft an hohen Gebäuden mit erhöhten Brandschutzanforderungen ausgeführt werden. Im Dach wird überwiegend mit Glas- oder Steinwolle gedämmt. Unter der Kellerdecke wählt man meist wieder Polystyrol. Steht die Ökologie für einen Bauherren im Vordergrund, werden zuweilen nachwachsende Dämmstoffe gewählt, deren Marktanteil aber gering geblieben ist.

Die Wahl eines Dämmstoffs wird nicht durch Verordnungen, Gesetze oder Förderprogramme gesteuert. Nur bei Gebäuden über der Hochhausgrenze oder bei besonderen Nutzungen (z.B. Krankenhaus) erzwingt der Brandschutz nicht brennbare Dämmstoffe. Sonst gibt es keine Vorschriften. Die Behauptung, der Staat erzwingt die Dämmung unserer Häuser mit Polystyrol, ist falsch. Bauherren und ihre Architekten haben die Wahl.

2.3 Schimmelfrei wohnen dank WDVS

An drei Lehrstühlen für Hygiene- und Lüftung wurden im Jahr 2000 in 5500 Wohnungen das Vorhandensein von Wohnungsschimmel untersucht und jeweils festgestellt: „Wärmedämmung hilft gegen Schimmel“.⁴⁸ Auch eine neuere Untersuchung an wärmegeprägten Gebäuden belegt, dass mit der kommenden Dämmbauweise dieses uralte Menschheitsproblem endlich „eingedämmt“ wird:⁴⁹ „Schimmelpilzschäden bei hochwärmegeprägten Gebäuden sind von ö.b.u.v. Sachverständigen kein besonders häufig beobachtetes Problem.“ Die Studie sieht den Schimmelbefall von Neubauwohnungen bei jährlich unter 0,7 Prozent.⁵⁰

Das massivere Auftreten von Wohnungsschimmel ist eine Folge des Massivbaus, nicht der Wärmedämmung. Mit dem Mauerwerksbau ab 1850 und nach 1945 mit den Wärmebrücken der Mauerwerks-Beton-Mischbauweise trat Wohnungsschimmel häufiger auf. In den zwanziger und fünfziger Jahren des 20. Jahrhunderts untersuchte die Hygieneforschung Schimmelschäden an Massivbauten. Vor 90 Jahren las sich das so: „In solchen Wohnungen wird es (...) zu einer starken Auskühlung des Fußbodens und der unteren Wandteile kommen; und an diesen Stellen, ebenso an den dort befindlichen Möbeln, Betten usw. muß sich fortgesetzt Wasserdampf aus der für höhere Temperaturgrade gesättigten Luft niederschlagen. Allmählich entsteht auf diese Weise eine Durchfeuchtung der kältesten Wand und der in ihrer Nähe befindlichen Gebrauchsgegenstände; von den Möbeln

lösen sich Fourniere ab, die Betten nehmen einen muffigen Geruch an, Stiefel und Tapeten zeigen Schimmelbildung. – kurz es bilden sich die Charaktere der „feuchten Wohnung“ aus.“⁵¹ Gründliche Studien und Erhebungen über Wohnungsfeuchtigkeit haben Woltersdorf und später Abel um 1900 in Massivbauten vorgenommen. Sie zeigten die Wohnungsfeuchtigkeit als einen der allerhäufigsten Wohnungsschäden, in Neubauten und älteren Gebäuden.⁵² „Wohnungsstatistiken zeigen ähnliche Bilder und auch die neueste Wohnungsenquête über Berlin von Albert Kohn aus dem Jahre 1910 zeigt, dass auch in der wegen ihrer Hygiene so berühmten Metropole noch in neuester Zeit die Wohnungsfeuchtigkeit kein seltener Befund ist.“⁵³

Nach 1945 kamen die Schimmelschäden auf Betonwärmebrücken hinzu. Das Wohnungsbauministerium reagierte mit Film und Broschüre. „Wärmeschutz, aber richtig“⁵⁴, hieß es da, wo äußere Abdämmungen von anderenfalls stark auskühlenden Betonbauteilen gezeigt wurden, um dem Schimmel zu begegnen. Die technische Physik und die Lehrstühle für Hygiene untersuchten die Schimmelursachen und -häufigkeiten an Massivbauten.⁵⁵ Die Konsequenz war eine DIN: Die erste DIN 4108, die den Wärmeschutzstandard in deutschen Neubauten ab 1952 regelte, sollte eine bessere Wohnhygiene durch Vermeidung von Tauwasser in Wohnungen erbringen und schrieb hierzu einen Mindestwärmeschutz vor.⁵⁶ Da dieser jedoch ängstlich am Wärmeschutz der damals vorherrschenden 38 Zentimeter dicken Vollziegelwand orientiert wurde, legte die Norm leider den Grundstein für weitere Schimmelschäden. Waren nach dem Krieg noch Überbelegung, mangelnde Beheizbarkeit und Brennstoffmangel die Ursachen für kalte, feuchte Wohnungen, so wurde die genormte Bausubstanz nach der Energiekrise mit den Neuerungen nicht mehr fertig. Schon der Wegfall der Einzelöfen hatte Schimmelschäden gebracht, die noch durch Hochheizen mit Billigöl kompensiert werden konnten. Nach 1977 kamen neue Fenster mit verbesserten Dichtungen hinzu. 1,5 bis 2,0 Milliarden D-Mark des ersten Bundesförderprogrammes zur Energieeinsparung flossen in Neufenster.⁵⁷ Thermostatventile regelten nun die Raumtemperaturen. Darauf war die Bauweise in Mindestwärmeschutz nicht vorbereitet. Die erhöhte Luftfeuchte traf auf kalte Altbauwände. Ein externer Schuldiger musste her: „Dämmung mache die Häuser zu dicht und lasse die Raumlufftfeuchte nicht mehr raus“, meinten Hauseigentümer und Teile der Fachwelt. Dabei waren gedämmte Wände an den Schimmelfällen nicht beteiligt. Ganz im Gegenteil wucherte der Schimmel vor allem auf ungedämmten Wänden mit schlechtem Wärmeschutz. Aber der Kampf des Alten gegen das Neue konnte auf die Wahrheit keine Rücksicht nehmen. Kritik wurde vor allem am WDVS festge-

macht, da es die augenfälligste Energiesparteknik war. Die wahren Verhältnisse stellte man auf den Kopf.⁵⁸ Der Problembringer Wasserdampfdiffusion wurde zum Trocknungsfaktor umdefiniert. Damit setzte man auf den langsamsten Feuchtetransportmechanismus. Das fiel nicht auf, weil nicht einmal die Fachwelt die These von der „atmenden Wand“ in Frage stellte, die in den letzten 150 Jahren immer wieder in neuem Kleid in Erscheinung trat. Erst glaubte man an einen wirklichen Luftaustausch durch Wände, dann an einen Feuchteaus-tausch. Selbst die Auflösung dieses Aberglaubens in der DIN 4108 von 1981 durch das Glaserverfahren führte zu neuen Missverständ-nissen. Damals rechnete man schon mit Computerunterstützung, die verwickelten Feuchtetransportmechanismen blieben trotzdem unver-standen.⁵⁹ Dabei hatte die erste Ausgabe der DIN 4108 von 1952 die Dinge schön erklärt: „Ein Atmen der Wände im Sinne einer Lüfter-neuerung findet nicht statt. Dagegen ist aus hygienischen und bau-technischen Gründen auf der Innenseite der Wände eine gewisse Aufnahmefähigkeit für Wasserdampf erwünscht; üblicher Innenputz, auch saugfähige Pappen und dgl. erfüllen diesen Wunsch (...) Die von den Pufferschichten aufgenommenen Feuchtigkeitsmengen sollen in Zeiten mit geringem Feuchtigkeitsgrad wieder an die Raumluft abge-gaben werden. Dies wird durch Lüften der Räume (Öffnen der Fens-ter und dgl.) gefördert.“⁶⁰

2.3.1 Dämmung beseitigt Tauwasserausfall

Durch eine 38 Zentimeter dicke Vollziegelwand (ohne Anstriche) diffundieren bei -10 °C Außentemperatur nur 0,233 Gramm Feuchte pro Quadratmeter und Stunde oder sechs Gramm täglich, bei 0 °C sind es nur noch vier Gramm pro Quadratmeter und Tag und bei den für die Heizperiode monatelang typischen 6-8 °C nur noch zwei Gramm pro Quadratmeter und Tag. Berücksichtigt man innere An-strichfilme, sind es rund 50 Prozent weniger. Bei 150 Quadratmetern Wandfläche eines Einfamilienhauses geht es also um 150 bis 300 Gramm Feuchte pro Tag; freigesetzt werden jedoch fünf bis zehn Kilogramm täglich. Schon 1957 hatte Cammerer darauf hingewie-sen, dass sich auf Wänden mit Mindestwärmeschutz 37 Gramm Tauwasserausfall pro Quadratmeter und Stunde als Kondensat auf der kalten Wandinnenoberfläche ergeben. Diese, dem schlechten Wärmeschutz geschuldete Tauwassermenge wird nur zu einem Pro-zent per Diffusion durch die Wand abgeführt. Eine nennenswerte Entfeuchtungsleistung ist das nicht.

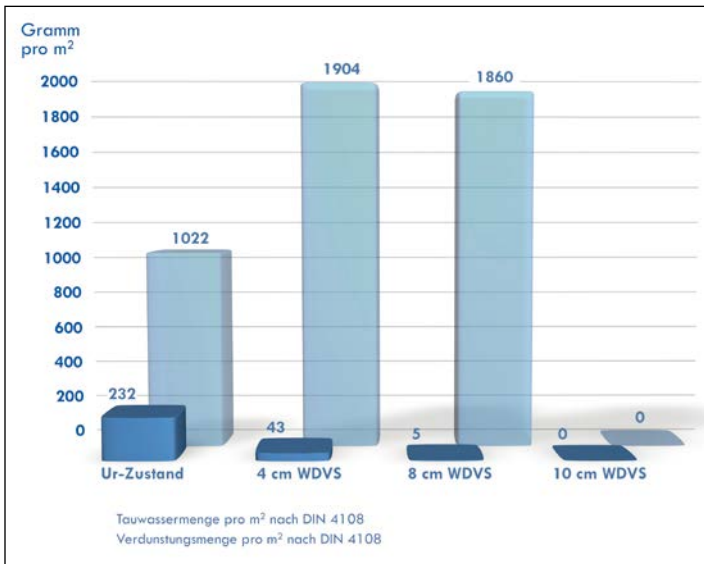
Durch Dämmung wird die Auskühlung der Wand reduziert, sie bleibt auch bei Frost innen warm. Auf der Raumseite der Bauteile schlägt sich im Winter ab ca. 12 °C Oberflächentemperatur Tauwasser aus



der Raumluft nieder, zusätzlich zur Sorptionsfeuchte. Diese Tauwassermengen sind viel größer als die Sorptions- oder Diffusionsmengen und sind der wirkliche Schimmelverursacher im Haus. Denn Schimmelsporen benötigen Feuchte zum Wachstum. Damit macht die Dämmung Schluss: Wo im ungedämmten Zustand bei minus 10°C Außentemperatur kühle 7 bis 14°C auf der Innenoberfläche der Wände herrschen, sind es nach der Dämmung (z.B. mit 12 cm Dämmstoff) behagliche 16 - 19°C . Schimmelgefahr besteht mit Dämmung erst ab 75 Prozent relativer Luftfeuchte im Raum.

Darüber hinaus hält die Dämmung Regen von der Wand ab. Regen ist die größte Feuchtebelastung für die Außenwand. 400 bis 1600 Liter Wasser pro Quadratmeter und Jahr müssen abgeleitet werden. Schlagregen dringt bis zu 15 Zentimeter tief in geputzte Wände ein und verschlechtert auch deren Wärmeschutz. Eine Außenwanddämmung legt die Wand für immer trocken.

Dämmung beseitigt Tauwasserausfall in der Wand. Die bis 1952 übliche 38 Zentimeter dicke Vollziegelwand weist im ungedämmten Zustand in der Tauperiode nach DIN 4108 rechnerisch rund 232 Gramm Tauwasser pro Quadratmeter und Tauperiode auf. Dämmt man diese Wand außen mit Styropor ($\mu = 30$), so sinkt die Tauwassermenge ab zehn Zentimetern Dämmstoffdicke auf null. Dies ist in der Praxis so erfolgreich, dass die DIN 4108 Wände mit WDVS von der Tauwasserberechnung freistellt. Dieselbe Norm sagt uns auch, dass



Dämmung die Wände nicht dichtmacht. Eine Polystyrol-dämmplatte ist nach den in der DIN 4108-4 aufgelisteten Messwerten nur so diffusionshemmend wie Weichholz (μ 30). Dass etwas anderes erwartet wird, fußt auf einem falschen Verständnis des „Glaser-Verfahrens“ der DIN 4108: Die zur Diffusions-Berechnung herangezogene Hilfsgröße „Dampfdruck“ wird fälschlich als Antriebskraft der Wassermoleküle begriffen. Der Dampfdruck resultiert aber nur aus der temperaturabhängigen molekularen Eigenbewegung der Wassermoleküle. Das falsche Bild vom

„Dampfdruck“ schuf beim WDVS mit Polystyrol die Vorstellung, eine äußere dampfdichte Dämmplatte hindere einen „Druckausgleich“ nach außen. Die Realität: Die Wassermoleküle müssen warm bleiben, um sich nicht mit ihren Dipolen zu Flüssigwasser zu verketten. Und warm bleibt es in einer gedämmten Wand. Ein anschaulicher Film findet sich unter: http://www.energiesparaktion.de/wai1/bestell.asp?aktion=detail&pub_id=26&rnd=0,907175.

Eine „Taupunktverschiebung“ durch Dämmung gibt es nicht. Denn die „Taupunkttemperatur“ hat keinen festen Ort im Bauteil. Ihre jeweilige Lage hängt von den Temperatur- und Feuchteverhältnissen um das und im Bauteil ab, die ständig wechseln. Da die DIN 4108 aber nur eine einzige Randbedingung kennt, erscheint der Taupunkttemperaturbereich als „fest“. Jede Konstruktion hat auch ihren eigenen Taupunkttemperaturbereich. Bei der Innendämmung liegt die Taupunkttemperatur im Bereich des alten Innenputzes hinter der Dämmung. Bei der Außendämmung mit Polystyrol liegt der „Taupunkt“ bis zehn Zentimeter Dämmdicke zwischen Dämmstoff und neuem Außenputz. Die Tauwassermenge hat sich in beiden Fällen reduziert. Ab zehn Zentimetern Polystyrol-Außendämmung gibt es keinen Tauwasserausfall mehr in der Wand.

Für den Wohnungsschimmel wird fälschlicherweise immer noch häufig die Wärmedämmung verantwortlich gemacht, nach dem Motto: Außen dicht, innen Schimmel. Die wirkliche Ursache lag und liegt im

mangelnden Wärmeschutz der Außenwände und in den kalten Wärmebrücken: Warme Wände verhindern Feuchteschäden und Dämmung hält Wände innen warm. Schon 1948 schrieb Leopold Sautter: „Wandatmung ist ein Irrtum“.⁶¹ Das gilt auch noch heute.

2.3.2 Wird das nicht zu dicht?

„Dicht verpackt, Plastiktüte“ lautet das gängige Vorurteil gedämmten Häusern gegenüber. Hat man sich dann einmal in einem Energiesparhaus aufgehalten, versteht man sich selbst nicht mehr. „Eine solche allseitig warme Behaglichkeit habe ich noch nie erlebt“ sagte einmal ein Besucher bei einer Besichtigung in einem Zimmer ganz ohne Heizkörper. Aber die frische Luft, wo kommt sie her?

- Durch Mauern, Decken, Fensterscheiben und Fußböden gibt es kaum beziehungsweise keinen Luftaustausch. Das ist schon 1928 sehr genau gemessen worden.⁶²
- Durch Fugen und Ritzen in den Bauteilen kommt nur Ungemach und ebenfalls kaum Frischluft. Denn in Ritzen sammeln sich Schimmel, Ungeziefer und Bakterien. Wirklich kein Quell frischer Luft für ein Haus.
- Feuchtigkeit muss nicht durch die Bauteile wandern. Der Wasserdampf im Haus bewegt sich als Teil der Luftmoleküle völlig ungerichtet, nicht zielorientiert. Er muss nur warm bleiben, dann bleibt er dampfförmig. Kühlt Wasserdampf ab, gibt es Tauwasser, meist auf den Wänden, Decken, Fenstern. Im Tauwasser wächst der Schimmel und keineswegs die Wohnhygiene.
- Zum aktiven Lüften gibt es keine Alternative. 97 Prozent der Raumluftfeuchte und die Gerüche müssen rausgelüftet werden.
- Für eine ausgeglichene Luftfeuchte im Haus sorgen alle mit der Raumluft in Kontakt stehenden Materialien, wie Putze, Gipskartonplatten, Verkleidungen, Möbel, Tapeten, Teppiche und so weiter. Sie lagern ständig überschüssige Feuchte in ihren Poren ein und geben sie wieder ab, wenn die Raumluftfeuchte sinkt. Diese Baustoffeigenschaften werden durch eine Dämmung nicht verändert. Da gedämmte Bauteile wärmer sind, gibt es eine zusätzliche Sicherheit: die reduzierte Schimmelgefahr.

2.4 Dämmstoffrecycling

Baustoffrecycling war noch in den siebziger Jahren ein ungelöstes Problem des Massivbaus. Bei 20 Millionen Massivbauten ist der Bauschuttmassenstrom aus Steinen, Beton, Sand, Stahl entsprechend groß. Diese blockierten die Deponien. Denn Massivbaustoffe unterliegen beim Gebäudeabbruch einem Downcycling zu Bauschutt, Straßenunterbau oder Zuschlagstoffen.⁶³ Fortan wurde durch staatliche

Tabelle: Relation der zukünftigen Dämmstoffabbruchmassen aus dem Gebäudebestand gegenüber den heutigen Massivbauabbruchmassen – Top-down-Analyse⁶⁴

Bau- und Abbruchwerkstoffe	201.345.000 Tonnen pro Jahr
Beton, Ziegel, Fliesen, Keramik usw.	52.525.000 Tonnen pro Jahr
- davon auf Deponie	9.300.000 Tonnen pro Jahr
Dämmstoffmengen an der Fassade (Endzustand: 2,5 Mrd. m² Fassaden gedämmt, 16 kg/m³, 20 cm Dicke)	8.000.000 Tonnen
Dämmstoffabbruch Fassade zukünftig p.a. (50 Jahre Standzeit konservativ angenommen) ^{*)}	160.000 Tonnen pro Jahr
- davon Dämmstoffe auf Deponie bei 80 % Recycling ^{**)}	32.000 Tonnen pro Jahr
Zukünftig deponierte Dämmstoffmasse p.a. in Prozent der deponierten Massivbauabbruchmengen p.a.	0,3 %

^{*)} Derzeitige EPS-Produktion 60.000 Tonnen p.a., in Fraunhofer IBP, Rückbau, Recycling und Verwertung von WDV5, Valley 2014⁶⁵ wird ein Rückfluss über 25.000 Jahrestonnen erst ab 2035 erwartet;
^{**)} konservative Annahme, der Kunststoffverwertungsgrad liegt in Deutschland bei 99 %

Vorgaben zwar das Deponieproblem für Massivbaustoffe gelöst, heute werden nur noch knapp 20 Prozent des Massivbauabbruchs deponiert, aber die Debatte wandte sich verwunderlicherweise gegen die Dämmstoffe. Dämmstoffe sind aber im Gegensatz zum Massivbauabbruch Wertstoffe. Sie können in der Regel recycelt werden. Um das vergessen zu machen, werden Dämmstoffe als in „Massen“ daherkommender „Sondermüll“ dämonisiert. Die Zahlen sind jedoch eindeutig. Heute fallen jährlich 85.000 Jahrestonnen Dämmstoffe im Bauabbruch an. Ab 2020 müssen 70 Prozent aller Baurestoffe und Abbruchmaterialien einem Recycling zugeführt werden (EU-Abfallrichtlinie). Dämmstoffe haben damit kein Problem. Betrachten wir zunächst die Bauschuttmengen für 2012 und die zu erwartenden zukünftigen Dämmstoffmengen aus dem Gebäudeabbruch. Die 2,5 Milliarden Quadratmeter Außenwand in Deutschland nehmen wir als bereits gedämmt an, die Dämmdicke wählen wir mit 20 Zentimetern.

Die Dämmstoffe erzeugen kein neues Massenproblem. Sie reduzieren sogar die Massivbauabbruchmengen aus den künftigen Neubauten, weil Dämmstoffe Teile der Massivbaustoffe verdrängen. Mit 0,34 Prozent Anteil der Dämmstoffmassen aus der Außenwanddämmung steigt die zu deponierende Bauschuttmasse kaum. Weitert man die Rechnung auf Dachdämmung und Kellerdeckendämmung aus und bezieht den Neubau mit ein, entstehen allenfalls ein bis zwei Prozent Massenzuwachs zu dem Massivbauabbruch.

Eine 80-prozentige Recyclingquote könnte sich bald als konservative Schätzung erweisen. Mittlerweile gibt es bereits zwei prinzipiell mögliche Recyclingverfahren:

- die elektrodynamische Fraktionierung und
- den CreaSolve-Prozess[®].⁶⁶

Während das erste Verfahren komplett vorliegt (Patent bei der ehemaligen Kernforschungsanlage Karlsruhe), ist das zweite Verfahren gegenwärtig beim Fraunhofer Institut für Verfahrenstechnik und Verpackung in der Erprobung. Ein Durchbruch zeichnet sich ab. Beim Crea-Solve-Verfahren wird das Polystyrol des WDVS mit einer chemischen Flüssigkeit aufgelöst, die nicht giftig oder grundwassergefährdend ist. Dies kann an der Baustelle stattfinden, was das Transportproblem für EPS löst. Das Polystyrol wird verflüssigt und trennt sich dadurch von den mineralischen Reststoffanhaftungen (Putz, Glasfasergewebe). Die entstehende Flüssigkeit wird – bei Bedarf – vom Flammenschutzmittel HBCD gereinigt, bevor schließlich das Lösemittel wieder abgeschieden wird. Übrig bleibt Rohstyrol, das wieder zu Polystyrol verarbeitet werden kann. Damit liegt sehr bald ein Recyclingverfahren vor, das einen Stoffkreislauf beim Polystyrol ermöglichen wird.



Typische Entsorgungssituation von Bauschutt heute: Kaum Dämmung, aber Massen von Massivbaustoffen. Die Mineralwolle der Flachdachdämmung liegt vorne in den Bags.

Andere Dämmstoffe wie Mineralwollen können wieder in die Produktion rückgeführt und eingeschmolzen werden, Naturfasern müssen von ihren Flammenschutzmitteln gereinigt und deponiert oder thermisch verwertet werden. Beim Polystyrol wäre letztlich ebenfalls die thermische Verwertung in den Müllverbrennungsanlagen möglich. Sie würde dort das Stützfeuer aus Öl und Gas reduzieren. Wenn wir 97 Prozent des jährlich genutzten Erdöls verbrennen und nur aus 0,4 Prozent Dämmstoffe machen, ist es sinnvoll, diese Menge zu Fernwärme und Strom umzuwandeln, wenn sie 50 bis 100 Jahre die Verbrennung von Öl und Gas als Heizenergie vermindert hat. Das ist wegen des Koppelproduktes höherwertiger, als die Verbrennung des Öls in Heizkesseln. Die Nutzungszeit als immer wieder verwerteter Dämmstoff kann mit den neuen Recyclingverfahren 100 und mehr Jahre betragen.

Es zeichnet die rein gefühlsmäßige Lagerung der Diskussion aus, dass Polystyrol und Mineralwolle in der öffentlichen Debatte immer wie-

der als „Sondermüll“ bezeichnet werden. Im Abfallschlüssel gibt es den Begriff Sondermüll nicht. Polystyrol gehört im EAK-Abfallschlüssel zur Gruppe „17.06.04 Dämmmaterialien“. ⁶⁷ WDVS-Abfälle mit Polystyrol können dem Abfallschlüssel 17.09.04 „Gemischte Bau- und Abbruchwerkstoffe“ zugeordnet werden. Mineralwolle gehört wegen der Faserproblematik zur Gruppe der „gefährlichen Abfälle“ (17.06.03), die heute in großen Bags auf der Baustelle getrennt gesammelt und entsorgt werden.

2.5 Wie wirtschaftlich ist eine Fassadendämmung?

Ein besserer Wärmeschutz unserer Häuser ist die Voraussetzung für eine regenerative Energiezukunft und damit der Schlüssel zum Klimaproblem im Gebäudesektor. Demgegenüber sind die im Preis steigenden fossilen Energien ein hoher ökonomischer Tribut und an der Auslösung wirtschaftlicher Krisen beteiligt. Wieder wirkt das Gesetz vom abnehmenden Ertrag: „Alle üblen Folgen der Nichterneuerbarkeit unserer Energiequellen sind wirtschaftlicher Natur. Die fortschreitende Erschöpfung dieser Energievorräte führt zu einer exponentiellen Steigerung der Produktionskosten und damit zu einer Erhöhung ihres Preises.“ ⁶⁸ Eine Energieversorgung, die auf nichterneuerbaren Energien fußt, verschärft die wirtschaftlichen Probleme der Gesellschaften immer weiter, sah auch Amery Lovins 1977. ⁶⁹ Günther Mowes brachte es national auf den Punkt: „Mit dem Geld, das man in die Atomindustrie gesteckt hat, hätte man ziemlich genau alle deutschen Altbauten energetisch sanieren können. Das hätte nicht nur mehr Arbeitsplätze geschaffen, als in der gesamten Atomindustrie vorhanden sind, sondern auch weit mehr Energie eingespart, als die Atomindustrie heute produziert. Der wesentliche Unterschied: Nach der Altbausanierung wäre der Energiebedarf ein für alle Mal verschwunden. Er käme nie wieder. Nach dem Atomausstieg ist nur das Geld weg. Der Energiebedarf ist dagegen genau so groß geblieben wie vorher.“ ⁷⁰ Das galt auch schon für die deutsche Kohlepolitik nach 1945, die den Siegeszug des Öls verschlief. Die Kohlenhalden zogen staatliche Subventionen nach sich, die sich bis 2008 auf 288 Milliarden Euro beliefen. ⁷¹ Da war es nur folgerichtig, dass die staatlichen Vertreter in der Normkommission der DIN 4108 die Verbesserung des Mindestwärmeschutzes mit dem Hinweis auf die Kohlenhalden blockierten. Die Mittel für die energetische Ertüchtigung unserer Häuser hat unsere Gesellschaft schon zweimal aufgebracht. Im Prinzip ist sie also finanzierbar. Alle Entscheidungen der Vergangenheit, beim Bauen die Investitionen in Energieeffizienz zu vermeiden, erwiesen sich als kurzschlüssige Fehlentscheidungen.

Immer wieder war in der Vergangenheit auf die ökonomischen Nachteile der massiven 38 Zentimeter dicken Vollziegelwand als Maß des Wärmeschutzes hingewiesen und eine Änderung der Bauweise eingefordert worden.^{72 73} Cammerer spitzte auf Grundlage der Analyse von 10 Wandbauarten 1959 zu: „Dadurch, daß die Erkenntnisse über die Abhängigkeit der Gesamtkosten vom Wärmeschutz eines Hauses nicht beachtet werden, werden Brennstoffe unnötig vergeudet, deren Kosten im Verlauf von 70 Jahren den Neubaukosten einer Großstadt von ansehnlicher Größe entsprechen.“ (125.000 Wohnungen d. Verf.)⁷⁴ Die Stadt blieb ungebaut.

Die so entstandenen Gebäude mit schlechtem Wärmeschutz sanieren wir noch heute. Und wir führen, während wir das tun, die damalige Debatte ein zweites Mal. Wieder soll es unwirtschaftlich sein, statt Öl und Gas zu verbrennen, behagliches energiesparsames Wohnen durch einen besseren Wärmeschutz zu ermöglichen. Dabei sind die Fakten klar. Die oben dargestellte grundlegende Enquete-Studie des

Tabelle: Wirtschaftlichkeit der Dämmung von Außenwänden durch 12 cm Außendämmung in der deutschen Wohngebäudetypologie⁷⁶

	Alte Bundesländer 30 Gebäudetypen			Neue Bundesländer 16 Typen	
	Wirtschaftlichkeit Wanddämmung in Cent pro eingesparter kWh				
EFHA [vor 1918 Fachwerk]	1,75 ^{*)}	KMHA	1,9	EFHA/B [vor 1918]	2,25
EFHB [vor 1918 Massiv]	2,6 ^{*)}	KMHB	2,2	EFHC [1919-1945]	2,2
EFHC [1919-1948]	3,05	KHMC	3,15	EFHD/E [1946-1970]	2,2
EFHD [1949-1957]	2,4	KMHD	1,8	EFHF/G [1971-1985]	2,65
EFHE [1958-1968]	2,6	KMHE	1,45	EFHH [1986-1990]	4,75
EFHF [1969-1978]	8,5	KMHF	2,35	KMHA [vor 1918 Fachwerk]	1,5
EFHG [1979-1983]	5,35	KMHG	3,5	KMHB [vor 1918 Massiv]	1,7
EFHH [1984-1987]	12,05	KMHH	4,7	KMHC [1919-1945]	1,7
				KMHD [1946-1960]	1,6
RHB [vor 1918 Massiv]	1,9	GMHB	1,7	KMHE [1961-1990]	1,6
RHC [1919-1948]	3,1	GMHC	1,7	GMHB [vor 1918]	2,05
RHD [1949-1957]	5,5	GMHD	2,15	GMHF [1970-1980]	2,9
RHE [1958-1968]	5	GMHE	1,6	GMHG [1980-1985]	2,85
RHF [1969-1978]	2,75	GMHF	1,8	GMHH [1986-1990]	4,5
RHG [1979-1983]	6,85	HHE	10	HHF [1970-1985]	2,9
RHH [1984-1987]	6,75	HHF	4,2	HHG [1970-1985]	3,2
Energiepreis 2014 Öl/Gas bei 7 Cent pro kWh					
*) Innendämmung; Erklärung Gebäudetyp-Kurzbezeichnungen: http://www.iwu.de/fileadmin/user_upload/dateien/energie/klima_altbau/FI%C3%A4chen_Geb%C3%A4udetypologie_Okt_2013.pdf					

IWU über die deutsche Bausubstanz berechnete detailliert die Wirtschaftlichkeit aller Maßnahmen für 46 Gebäudetypen.⁷⁵ Die Ergebnisse besitzen auch heute noch Gültigkeit. Denn während seit 1990 die Energiepreise um den Faktor 2,5 stiegen, haben sich die Vollkosten eines WDVS nur um den Faktor 1,6 verteuert. Die Aussagen der oben stehenden Tabelle sind also für die Wirtschaftlichkeit heute noch günstiger. Den Berechnungen liegt der am jeweiligen Gebäude erhobene Heizenergieverbrauch zugrunde.

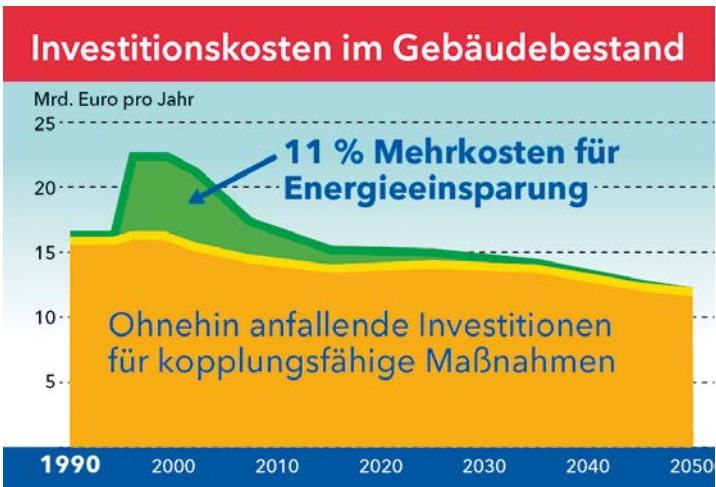
Einen Liter Heizöl durch ein WDVS mit 12 Zentimetern Dämmdicke einzusparen, kostete beispielsweise bei einem 1949-1957 errichteten Einfamilienhaus 24 Cent. Das war günstiger als der Energiepreis 1990 (25 Cent pro Liter) und vor allem günstiger als der mittlere Ölpreis über 25 Jahre: 65 Cent pro Liter (HEL). Die Dämmung der Außenwände ist wirtschaftlich.

Dies wurde auch durch eine 2009 erschienene Studie von Enseling/Hinz bestätigt, die für die Außenwanddämmung mit 16 Zentimeter dickem WDVS Kosten der eingesparten kWh Heizenergie von 6,6 Cent (EFH) beziehungsweise 4,6 Cent (MFH) errechneten. Beim damaligen Energiepreis von 8 Cent pro kWh war es wirtschaftlicher, Heizenergie einzusparen, als sie zu verbrauchen.⁷⁷ Die Untersuchung ging von realistischen Energieverbräuchen aus.

Ebenfalls auf Basis realistischer Energieverbräuche und Kostenannahmen belegte 2013 eine Studie des IWU für selbstgenutztes Wohneigentum ein hohes wirtschaftliches Einsparpotenzial für die energetische Sanierung von neun typischen Einfamilienhäusern (EFH).⁷⁸ Die Amortisationszeiten für die Außenwanddämmung mit 14 Zentimetern WDVS betragen je nach Gebäudetyp zwischen 9 und 16 Jahren. Damit erwirtschaftet die Dämmung der Außenwände bis zum 25. Jahr des Betrachtungszeitraumes auch einen großen Teil der Instandhaltungskosten und bei erreichbaren 50 Jahren Standzeit auch die Vollkosten: Dämmkosten, Außenputz, Gerüst, Nebenkosten und so weiter.

Die Enquete-Studie des IWU beruhte auf der Annahme, der deutsche Gebäudebestand würde kontinuierlich instandgesetzt. Ein Blick auf den Erhaltungszustand unserer Häuser zeigt, dass dies auch der Fall ist. Unsere 18 Millionen Wohnbauten haben einen Gesamtwert von 2,5 Billionen Euro. Daraus speist sich eine jährliche Investitionsleistung von 75 Milliarden Euro für den Erhalt dieses Vermögens (nur Wohnungsbau und ohne Modernisierung). Diese Instandsetzung wird aus dem Instandsetzungsanteil in den Mieten oder durch die

vermiedenen Mietzahlungen beim selbstgenutzten Eigentum erwirtschaftet. Von dieser Summe entfallen rund 15 bis 20 Milliarden Euro pro Jahr auf die nichtenergetische Instandsetzung der Gebäudehülle. Verknüpfte man diesen ohnehin ablaufenden Prozess des Vermögenserhalts mit der zusätzlichen Wertschöpfung der energetischen Instandsetzung, erhöhten sich die Investitionskosten im gesamten deutschen Altbau über 50 Jahre in der Spitze nur um 11 bis 15 Prozent. Damit ließe sich der Heizenergieverbrauch unserer Altbauten um 50 Prozent senken. Die Grafik zeigt im zeitlichen Verlauf: Die Kosten der energetischen Modernisierung sind deutlich geringer als die Investitionen für den Vermögenserhalt [Preise von 1990]. Der Übergang von der Massiv- zur Dämmbauweise ist finanziell überschaubar.



Dass er auch volkswirtschaftlich sinnvoll ist, bewies 2013 die Prognos-Studie mit dem Titel „Ermittlung der Wachstumswirkungen der KfW-Programme zum Energieeffizienten Bauen und Sanieren“. Ihre Aussagen wurden in vielen Medien um 180 Grad verdreht.⁷⁹ Die erhöhten investiven Aufwendungen für unsere Energie-Zukunft führen nach Prognos zu einem zusätzlichen Bruttoinlandsprodukt (BIP)-Wachstum von 0,25 Prozent pro Jahr, immerhin 23 Prozent des jährlich erwarteten BIP-Wachstums von 1,1 Prozent. Bis 2050 müssen für das Erreichen des 80-Prozent-Primärenergie-Energiesparziels der Bundesregierung wohnwirtschaftliche Investitionen von insgesamt etwa 838 bis 953 Milliarden Euro über die KfW-Programme finanziell unterstützt werden (Barwert). Das sichert bis zu 300.000 Arbeitsplätze pro Jahr. Die wegen der vorgezogenen Investitionen (außerhalb der Instandsetzungszeitpunkte) erforderliche Aufstockung der

KfW-Förderung auf 5 Milliarden Euro pro Jahr rechnet sich sogar für den Staat, dessen erhöhte Steuereinnahmen die Förderkosten um rund 40 Milliarden Euro überschreiten. Bei diesem staatlichen Gewinnspiel sänke der Heizenergieverbrauch unseres Gebäudebestandes im ehrgeizigsten Prognos-Szenario auf 40 kWh/(m²*a). Viele Medien stellten aber die Vollkosten der Hausinstandsetzungen in Bezug zur Heizkosteneinsparung und erweckten so den Eindruck, die Heizkosteneinsparung sei geringer als der Aufwand. Der Instandsetzungsanteil an den Energiesparinvestitionen kann jedoch nicht auf die Miete umgelegt werden, denn er ist schon aus Mieten oder beim Selbstnutzer aus vermiedenen Mietzahlungen erwirtschaftet. So sachgerecht hatte es Prognos auch gesehen. Dort standen den 419 Milliarden Euro bis 2050 für den finanziellen Mehraufwand der energetischen Sanierung weit höhere Heizkosteneinsparungen von 453 Milliarden Euro gegenüber. Rechnet man statt der dortigen Energiepreissteigerungsrate von 1,1 Prozent mit 3 Prozent pro Jahr, liegt die Einsparung mit 815 Milliarden Euro sogar doppelt so hoch wie die Investition. Diese Aussagen wurden bestätigt durch eine Studie des DIW.⁸⁰

Die Interessenlage der Vermieter bei der energetischen Bestandssanierung wird neuerdings in vielen betriebswirtschaftlichen Studien abgebildet. Sie kommen, je nach Annahmen, zu ganz unterschiedlichen Ergebnissen bis hin zur Behauptung der „Energiearmut“. Das Schlagwort meint in diesem Zusammenhang die Unbezahlbarkeit der Miete einer energetisch sanierten Wohnung durch finanziell schwächere Mieter, nicht gemeint sind die von Jahr zu Jahr unbezahlbarer werdenden Heizkostenabrechnungen für Menschen mit knappem Budget. Als Beleg für die Armut erzeugenden Mietsteigerungen hatte eine Studie des Jahres 2013⁸¹ beispielsweise die Renten auf dem Stand von 2013 eingefroren und diese mit den jährlich gestiegenen Mieten des Jahres 2050 verglichen, und die auf die Miete umzulegenden energetischen Sanierungskosten auch noch überhöht.⁸²

Eine Studie zur Wirtschaftlichkeit energetischer Sanierungen im Berliner Mietwohnungsbestand bewies unfreiwillig die Wirtschaftlichkeit energiesparender Investitionen für Vermieter.⁸³ Bei der Abschätzung der wirtschaftlichen Investitionskostenhöhe für Energiesparinvestitionen ergaben sich Investitionsvolumina zwischen 86 Euro und 296 Euro pro Quadratmeter Wohnfläche – je nach ökonomischer Ausgangslage des Vermieters beziehungsweise des Wohnungsmarktes. Dem stehen die folgenden energetischen Kosten aus den genannten Studien gegenüber:

Umlagemöglichkeit Investition je nach ökonomischer Lage Vermieter	86 – 296 EUR/m ²
Energetische Sanierungsinvestition Vollkostenumlage nach empirica	300-350 EUR/m ²
Energetische Sanierungsinvestition nur Anteil Mehrkosten für Mehraufwand Energieeinsparinvestition EnEV-Standard, nach IWU	100-200 EUR/m ²
Energetische Sanierungsinvestition nur Anteil Mehrkosten für Mehraufwand Energieeinsparinvestition für EnEV 2009-Anforderungen, nach ARGE Kiel 2010 ⁸⁴	130-163 EUR/m ²
LUWOGEE energetisch bedingte Mehrkosten ⁸⁵ 7-Liter-Haus, z.B. mit WDVS 14 cm	124 EUR/m ²
InWIS-Studie 2011, Schulze-Darup, EnEV-Standard für MFH	225 EUR/m ²

Bei realistischen Kostenannahmen ist eine Umlage der energetischen Mehrkosten einer Bestandssanierung also auch für Vermieter wirtschaftlich. Unwirtschaftlichkeit entsteht nur, wenn auch der Instandsetzungs-Kostenanteil auf die Miete umgelegt werden soll. Dies war leider die Annahme der Studie: Kostenumlage von 300-350 Euro pro Quadratmeter Wohnfläche. Hier sollten die bereits aus der Miete angesparten Instandsetzungskosten doppelt bezahlt werden!

Die Kosten des energiesparenden Sanierens werden seit 1990 regelmäßig durch das IWU festgestellt und preislich fortgeschrieben.⁸⁶ Das IWU erhob zuletzt 2010 an 531 Objekten des Wohnungsbaus die abgerechneten Kosten⁸⁷ unter anderem für WDVS. Bei 15 Zentimetern Dämmdicke ergaben sich für EPS-basiertes WDVS Gesamt- oder Vollkosten von 123 Euro pro Quadratmeter Bauteilfläche, bei einem Instandhaltungsanteil von 72 Euro pro Quadratmeter Bauteilfläche. Damit entfallen 51 Euro pro Quadratmeter auf die Mehrkosten für die Dämmung und die Anpassungsarbeiten.⁸⁸

Die Interessenlage der Vermieter untersuchte eine IWU-Studie⁸⁹ mit der umfassenden VOFI-Methode. Werden die energiebedingten Mehrkosten zu 80 Prozent mit Eigenkapital finanziert, liegen die Renditen bei Inanspruchnahme eines KfW-Investitionszuschusses zwischen sieben und acht Prozent; und immerhin noch bei drei Prozent, wenn der Vermieter überwiegend mit Eigenkapital finanziert, wobei hier steuerliche Effekte noch nicht berücksichtigt wurden. Nimmt der Eigentümer keine KfW-Förderung in Anspruch, sinkt die Rendite der energetischen Modernisierungsinvestition nur um zirka ein Prozent und ist immer noch hoch. Für langfristige Staatsanleihen mit vergleichbarer Laufzeit werden derzeit etwa zwei Prozent Rendite gezahlt.

2.5.1 Förderung löst Heizkostendilemma

In der IWU-Studie liegen die Mieterhöhungen beim Nachkriegs-MFH mit KfW-Förderung bei 70 bis 78 Cent pro Quadratmeter und Monat und ohne Förderung 1,03 bis 1,29 Euro pro Quadratmeter und Monat. Die Heizkosteneinsparungen wurden mit realistischen Verbrauchs-

werten gerechnet und liegen bei 1,00 Euro pro Quadratmeter und Monat. Die KfW-Förderung sichert also die sofortige Warmmietenneutralität. Dieses Spannungsverhältnis zwischen der unmittelbaren Heizkostenersparnis und der Erhöhung der Kaltmiete wird häufig gegen die energetische Ertüchtigung des Mietwohnungsbestandes gewendet. Richtig ist dagegen: Erst bei umlagefähigen Modernisierungskosten von 153 bis 200 Euro pro Quadratmeter wird die Warmmietenneutralität nicht sofort sondern erst ab dem fünften Jahr erreicht. Das wirkliche Problem ist: „Mieterhaushalte, die über ein Einkommen im untersten Quantil verfügen, sind weder in der Lage, die Energiepreiserhöhungen zu tragen, noch können sie die modernisierungsbedingt höhere Miete finanzieren.“⁹⁰ Aus diesem Dilemma helfen nur staatliche Beihilfen und eine erhöhte Förderung für Gebäude mit Mietern dieser Einkommensgruppe oder erhöhte Löhne. Für Mieter wird die Wohnung mittelfristig auf jeden Fall teurer, entweder kalkuliert durch eine Kaltmietenerhöhung nach energetischer Sanierung oder, sprung- und krisenhaft, durch Ansteigen der Energiepreise. Nichts zu tun, ist hier nicht die Lösung: 2014 waren rund 300.000 Haushalte gegenüber ihren Energielieferanten teilweise zahlungsunfähig.

2.5.2 Mieterverdrängung durch energetische Sanierung?

Wieder ein Einzelfall: Ein Berliner Mieter, der eben noch einen Quarzputz in Eigenleistung auf seine Wohnungswände aufgebracht hat, fühlt sich durch eine energetische Modernisierung des Vermieters aus dem Haus gedrängt. Ein norddeutsches Montagsmagazin sah gleich die Gentrifizierung Berliner Stadtquartiere. Die Realität sieht jedoch anders aus. Angesichts der energetischen Modernisierungsrate von 0,9 Prozent pro Jahr ist der Einfluss dieses Modernisierungstranges auf die Miethöhen gering. „Spektakulärer als Mietpreisanstiege waren in den letzten Jahren die Heizkostenanstiege.“⁹¹ Gegenwärtig diskutierte Preisanstiege gehen eher auf die geringe Neubautätigkeit der letzten Jahre und auf örtlich konzentrierte akute Wohnraumnachfrage zurück. Eine Studie der Heinrich Böll-Stiftung kommt zu demselben Schluss, nachdem sie 19 Fallbeispiele im Bundesgebiet untersucht hat, die als Modernisierungs-Mieterhöhungsverlangen bei den Mietervereinen vorlagen. Die Studie stellt fest: „Selbst in Berlin, wo energetische Sanierungen einen gewissen Anteil am Mietpreisauftrieb haben, lässt sich energetische Sanierung schwerlich als Mietpreistreiber klassifizieren. Der größte Preistreiber in Bezug auf Mieten sind die stark angestiegenen und de facto unbegrenzten Möglichkeiten von Mietanpassungen bei Wiedervermietungsverträgen. (...) Isoliert man nur die Kosten der energetischen Modernisierung, so erklärt deren Umlage 5,3 Prozent des Mietanstiegs, den der Mietpiegel abbildet.“⁹²

2.5.3 Sinn und Gewinn

Steigende Energiepreise betreffen besonders die ehemals gemeinnützigen Wohnungsbaugesellschaften. Deren Mieter sind nur begrenzt mietzahlungsfähig und leiden besonders unter einem wachsenden Anteil der Heizkosten am Einkommen. Die Geschäftsberichte der Wohnungsbaugesellschaften zeigen genau deshalb hohe energetische Sanierungsraten um drei Prozent pro Jahr bei ebenso hoher Maßnahmenqualität. Obwohl in diesen Fällen oft sogar der Passivhausstandard bei Neubau und Sanierung üblich ist, liegt die Eigenkapitalrendite der Baugesellschaften häufig zwischen drei und sieben Prozent, in einigen Fällen sogar bei 10 bis 15 Prozent.⁹³ Die reale Sanierungspraxis der Wohnungsbaugesellschaften widerspricht der Behauptung von der Unwirtschaftlichkeit energiesparender Investitionen. Die Gesellschaften wickeln die Ertüchtigung ihrer Bestände sozialvertraglich ab und machen dennoch Gewinn, trotz dauerhafter Investitionen, trotz einer begrenzt zahlungsfähigen Mieterschaft.

2.6 Die Freiheit der Gestaltung

Deutschlands Gebäudesubstanz wurde zu rund 95 Prozent ohne einen besonderen Gestaltungsanspruch errichtet, weil die Ökonomie dies nicht hergab. Vielgestaltige Fassaden und Gebäudekörper sind Mehraufwand, und nicht erst nach 1945 stand die Wohnraumschaffung im Vordergrund. Deshalb ist an den zu verbessernden Putzfassaden in der Regel keine größere Gestaltungsaufgabe zu bewältigen. So schlicht und klar wie vorher kann jede Fassade wieder werden. Kritik wird an den wenigen Fällen geäußert, in denen Hauseigentümer eine gestaltete Fassade aus Gründen der Energieeinsparung überdämmt haben wollen und damit unsere bauliche Umwelt weiter verarmt. Nur wird die Kritik nicht an die Hauseigentümer gerichtet, die eine solche Entscheidung treffen. Die würden sich auch mit Hinweis auf ihre Eigentumsrechte lautstark wehren. Kritisiert wird stattdessen das technische System, das der Hauseigentümer für seine Fassade wählt.

1753 von Balthasar Neumann errichtet, bietet der Ratskeller im fränkischen Veitshöchheim seinen Gästen höchsten Komfort – nicht zuletzt dank einer zeitgemäßen Innendämmung.
© Gerhard Hagen, Bamberg



Heute gibt es eine Vielzahl von denkmalgeschützten Gebäuden mit Niedrigenergie- und Passivhausstandard, die zeigen, dass die Frage der Gebäudegestaltung im Rahmen einer Modernisierung nicht vom Dämmsystem abhängt.⁹⁴ Für die Fälle, in denen eine äußere Dämmschicht nicht möglich ist, gibt es Innendämmsysteme. Darüber hinaus stehen mit der Fernwärme in den Städten und mit den neuen Mini-Blockheizkraftwerken (BHKW) auch haustechnische Lösungen bei eingeschränkten dämmtechnischen Möglichkeiten zur Verfügung. Es gibt eine Vielzahl von Wegen, die Gestalt unserer gebauten Umwelt im Energiesparprozess aufzuwerten. Am WDVS bricht sich dieses Ziel nicht. Es ist eher so, dass man die Möglichkeiten erkennen und virtuos in die Bauökonomie einbeziehen muss.

2.7 Biologie an der Fassade?

Im Wien der Vorkriegszeit gingen jährlich 150.000 Tonnen Schwefelsäure auf die Gebäude nieder, berechnete 1932 Prof. Kießlinger.⁹⁵ Die Emissionen aus der Kohleverbrennung bei Hausbrand, Industrie und Eisenbahnverkehr verursachten zahlreiche Schäden und Verschmutzungen an Gebäuden. Eines verhinderten sie jedoch: Die Ausbreitung von Algen und Pilzen auf Fassaden.

Algen produzierten vor drei Milliarden Jahren den ersten Sauerstoff und ermöglichten damit letztendlich das menschliche Leben auf der Erde. Mit der Industrialisierung zogen sich die Grün-, Rot- und Blaualgenarten aus der gebauten Umwelt zurück, da ihnen das Umweltgift SO_2 aus den Feuerungen zusetzte. Mit der Rauchgasentschwefelung unserer Kraftwerke in den achtziger Jahren, der Umstellung der Heizungen auf Öl und Erdgas und der Stilllegung vieler Kohlefeuerungen in Osteuropa haben sich die Lebensbedingungen für Algen im menschlichen Siedlungsraum wieder verbessert. Der erhöhte CO_2 -Gehalt der Atmosphäre fördert das Algenwachstum⁹⁶ zusätzlich und verändert das Klima, was zu ergiebigeren Niederschlägen führt. Algen zerstören an ihren Besiedelungsflächen nichts. Sie haften nur leicht auf den Oberflächen, dringen jedoch auch in Löcher und Ritzen ein. Obwohl Algen ab Ende der achtziger Jahre zunächst Dächer besiedelten, wurden sie erst auf Außenwänden als optisches Problem wahrgenommen.⁹⁷ Da das verbreitetste Dämmsystem auf Fassaden das WDVS ist, wurde das allgemein wachsende Problem der Veralgung auf das WDVS fokussiert. Dem kam entgegen, dass gedämmte Fassaden auch veralgen können, weil sie bestimmungsgemäß auf ihrer Oberfläche kälter und damit längere Zeit nass sind, während die Außenoberfläche manch ungedämmter Fassade durch den Heizwärmeverlust getrocknet wird.



Algen sind allgegenwärtig.
© Werner Eicke-Hennig

Heute finden wir Algen auf allen Außenbauteilen. Fast 70 Prozent unserer Dächer sind veralgt, immer mehr vorgehängte hinterlüftete Fassaden veralgen. In Jürgen Blaichs Bericht⁹⁸ findet sich schon 1999 das Beispiel einer vorgehängten hinterlüfteten Fassade, die ein von Algen besiedeltes WDVS sanieren soll und weitaus kräftiger selbst veralgt. Dachflächenfenster veralgen, Gehwege, Büsche, Bäume, Verkehrsschilder, Tore, Zäune veralgen auf der nassen Wetterseite. Seit einigen Jahren beginnen auch ungedämmte Fassaden zu veralgen.⁹⁹ Zuerst die etwas besser dämmenden Bimsstein- und Porenbetonwände, unbeheizte Garagen- und Hallenwände, unbeheizte Giebeldreiecke oder Treppenhausbereiche. Kirchtürme und dicke Betonwetterschalen sind oftmals veralgt. In wenigen Jahren wird die Veralgung weitere ungedämmte Außenwände erkennbar erfasst haben. Dann wird deutlich, dass es keine natürlichen Gegenmittel gibt, von größeren Dachüberständen einmal abgesehen. Auch Dickputze, denen man bisher eine algenverhindernde wärmespeichernde Wirkung angedichtet hatte, und alkalische Oberflächen veralgen, Holz veralgt, speichermassereiche Bauteile veralgen. Algen wachsen vor allem auf Nord- und Westwänden, mit geringer solarer Einstrahlung im Herbst und Winter. Zuletzt werden die am schlechtesten gedämmten Fassaden veralgen. Das Gegenmittel Heizwärmeverlust wird bis dahin viel Geld gekostet haben.

- Die Veralgung unseres Siedlungsraumes ist eine seit den achtziger Jahren langsam voranschreitende Erscheinung, die auf immer mehr Gebäudeflächen – gedämmt oder ungedämmt – zu sehen ist.

In die mediale Kritik geriet das bisherige Gegenmittel, die Beimischung von Algiziden und Fungiziden in Farben und Putze. Biozide im Siedlungsabwasser wurden ausschließlich dem WDVS zugeordnet, ohne Kenntnis der Herkunft der ermittelten Mengen. Heute kennen wir viele Quellen im Siedlungsraum: Steildächer¹⁰⁰, Flachdachbahnen, Wurzelschutzbahnen im ökologischen Gründach. Jalousien und Sonnensegel werden durch Biozide geschützt, jeder Farbeimer enthält sie als „Topfkonservierer“, Gärten und Kleingärten sind ein ausgiebiger Biozidquell, ebenso wie viele Haushaltsanwendungen.

Sind die Umstände günstig für sie, besiedeln Algen jede Oberfläche – selbst Edelstahl.

© Sto SE & Co. KGaA



Wie viele Biozide stammen denn nun von den Fassaden? Gehen wir davon aus, dass alle zwei Milliarden Quadratmeter verputzte Fassadenflächen mit Fungiziden behandelt wären, dann würde pro Jahr, in den ersten drei bis vier Jahren nach dem Anstrich, eine Menge von 50 bis 100 Jahrestonnen von WDVS-gedämmten und ungedämmten Wänden ausgehen¹⁰¹, während alleine in der Landwirtschaft jährlich 10.431 Jahrestonnen versprüht werden. Dazu kommen Anwendungen in der Holzwirtschaft, der Kosmetikbranche, der Textilindustrie und vielen anderen Branchen. An Fassaden reduziert sich die Menge nach vier Jahren um 50 bis 70 Prozent, bis nach 15 bis 20 Jahren ein Neuanstrich erforderlich würde, der dann aber schon mit modernen leistungsstärkeren Farben erfolgen kann. Schon heute sind verschiedene Verfahren bekannt, die dafür sorgen, dass Putze und Farben – ohne bioziden Filmschutz – lang anhaltend sauber bleiben. Natürliche Wirkprinzipien wie eine Optimierung des Wasserhaushalts einer

Oberfläche über die Steuerung ihres Trocknungsverhaltens oder eine gezielte Verminderung der Verfügbarkeit von Nährstoffen haben ihre Wirksamkeit bereits vielfach unter Beweis gestellt.

2.7.1 Gifte aus der Wand?

Das seit 1952 marktverfügbare Polystyrol wurde durch ein bromiertes Flammenschutzmittel „schwer entflammbar“ eingestellt. Hexobromcyclododekan (HBCD) wurde in diesen Jahren nicht als umweltgefährdend begriffen. Eine Analogie finden wir im Treibmittel FCKW, dessen Auswirkungen auf den Treibhauseffekt und das Ozonloch erst 40 Jahre nach Markteinführung erkannt wurden. Mit der Erkenntnis, dass HBCD eine geringe toxische Wirkung auf den Menschen hat, kam das Verbot für das Jahr 2015. Betroffen sind nicht nur Dämmstoffe, denn HBCD finden wir vor allem im Inventar von Gebäuden, zum Beispiel in Kunststoffgehäusen von Fernsehern und Computern oder Raumtextilien in Krankenhäusern und Hotels, wo die Moleküle bei Erwärmung der Stoffe in die Raumluft freigesetzt werden. Diskutiert werden solche Ausgasungen von HBCD aber allein für die Dämmstoffe aus Hartschaum. Deshalb hier die Richtigstellung des Umweltbundesamtes: <http://tinyurl.com/ubahbcd>. In seiner Informationsbroschüre heißt es: „HBCD ist nach der CLP-Verordnung nicht als akut toxisch für den Menschen eingestuft. Das bedeutet, dass nach einmaliger Exposition sogar mit hohen Dosen von HBCD keine unerwünschten akuten Wirkungen zu erwarten sind (...) Auch wer in einem Haus mit HBCD-haltigen Dämmplatten wohnt, muss nach heutigem Kenntnisstand bei fachgerechter Anwendung keine negativen Effekte auf seine Gesundheit befürchten, da in der Nutzungsphase nur wenig HBCD aus den Platten austritt, das über die Luft oder den Hausstaub von den Bewohnern aufgenommen werden könnte...“ Zur Entsorgung schreibt die Broschüre: „HBCD-haltige Dämmplatten unterschreiten den maßgeblichen Grenzwert für Gesundheitsschädlichkeit nach Art. 2 Abs. 2 Nr. 4 der Abfallverzeichnis-Verordnung (...) Auch mit einer Umweltrisikobetrachtung der Entsorgung dieses Abfalls ergibt sich keine andere abfallrechtliche Gefährlichkeitseinstufung“.

Da inzwischen für das HBCD in Dämmstoffen ein Ersatzstoff gefunden wurde, ist die Diskussion obsolet. Für die alten Hartschäume (und Kunststoffgehäuse von Computern usw.) gilt: Die thermische Verwertung von Polystyrol in Müllverbrennungsanlagen führt zur Vernichtung der HBCD-Moleküle. Schon zwei Sekunden bei 900 °C reichen aus, um eine 99,9999-prozentige Zerstörungseffizienz zu erzeugen.¹⁰² Außerdem kann das Flammenschutzmittel auch im oben beschriebenen CreaSolv-Recyclingverfahren abgeschieden werden.

Auch eine Ausgasung von geringen Restmengen monomeren Styrols wurde problematisiert. Dies ist obskur, weil Styroporverpackungen im Innern von Gebäuden gelagert und genutzt werden, ohne dass dies ähnlich problematisiert würde. Auch ist Styrol als reiner Kohlenwasserstoff in Lebensmittelverpackungen zugelassen, es gibt Becher und Essgeschirr aus EPS. Für Klarheit sorgte 1984 das Bundesgesundheitsamt: „Es muß festgestellt werden, daß mehrere bisher durchgeführte tierexperimentelle Karzinogenitätsstudien – trotz hoher Dosen, keine klare Bestätigung einer karzinogenen Wirkung von Styrol erbracht haben (...) ...die aus Polystyrolbauteilen austretenden Styrolmengen (sind) auch unter Würdigung der o.g. schwachen Hinweise auf mutagene oder kanzerogene Wirkung ohne gesundheitliche Relevanz. Auch wird selbst unter ungünstigen Bedingungen der MAK-Wert von 420 mg/m^3 im Innenraum weit unterschritten.“¹⁰³ Innenluftqualitätsmessungen (1993 und 1994) am Darmstädter Passivhaus zeigten: „Nach den vorliegenden Meßdaten... sind keine mit der spezifischen Konstruktion des Passivhauses Darmstadt Kranichstein zusammenhängenden toxikologisch und ökotoxikologisch auffälligen Wirkungen festzustellen. (...) VOC und von Dämmmaterialien stammende Styrole nehmen ab, leicht erhöhte Formaldehyd-Konzentrationen sind wahrscheinlich einrichtungsbedingt verringerbar (Neubau, der Verf.).“¹⁰⁴ Bei der „spezifischen Konstruktion“ des Hauses handelt es sich um 41 Zentimeter Mineralfaserdämmung im Dach, 28 Zentimeter Polystyrol-Außenwanddämmung (WDVS) und 30 Zentimeter EPS-Dämmplatten unter der Kellerdecke. Die anfänglich in der Innenluft gemessene Konzentration von monomerem Styrol klingt sofort nach Bezug ab und war im 2. Jahr mit 4 mg/m^3 kaum mehr nachweisbar. Die Herkunft des Styrols wurde in den Dämmstoffen „vermutet“, es kann sich jedoch auch um Lackbestandteile handeln (Möbelbeschichtungen), wie in Döring, Schadstoffe aus Möbeln, Bonn 1993¹⁰⁵ gezeigt wird. Das Institut für Umweltmedizin und Krankenhaushygiene, Freiburg, kommt bei der Auswertung der Messungen im Darmstädter Passivhaus zu dem Schluss: „Die Konzentration der leichtflüchtigen Verbindung Styrol erreichte bei im Verlauf abnehmender Tendenz (...) zuletzt noch den Referenzwert von 4 mg/m^3 . Hieraus resultiert nach derzeitigem Erkenntnisstand keine Gesundheitsgefährdung.“¹⁰⁶ Auf Ausgasungen aus Möbeln deutet unter anderem auch eine Untersuchung der Innenluftqualität in mit sogenannten „Alternativen Baustoffen“ errichteten Wohngebäuden in Schleswig-Holstein hin. Hier wurde bei einem „alternativen“ Objekt sogar Styrol mit einem sehr hohen Wert von $32,7 \text{ mg/m}^3$ nachgewiesen (Gebäudealter bis zu 2 Jahre), obwohl kein EPS-Hartschaum als Dämmstoff eingesetzt wurde. Dies ist ein deutlicher Hinweis darauf, dass Emissionen auch

aus Einrichtungen stammen können.¹⁰⁷ Ungeklärt bleibt bis zum Schluss auch die Frage, warum Trinkwasser über Styroporkugeln gereinigt wird, während Dämmplatten auf der Wand eine Gefahrenquelle sein sollen.¹⁰⁸

2.8 Bilanzen: Primärenergie und Ökologie

Nur 0,4 Prozent des jährlich genutzten Rohöls werden zu Hart-schaumdämmstoffen verarbeitet, während 93 Prozent in Motoren und Heizungen verbrannt werden. Gleichwohl wird seit 30 Jahren gefragt, ob nicht mehr Energie im Dämmstoff Polystyrol stecke, als er einspare. Die Antwort auf die Frage ist genauso alt: Alle Dämmstoffe haben eine positive Ökobilanz, da von ihrem Herstellungsenergieaufwand die in ihrer langen Nutzungszeit eingesparte Heizenergie abziehen ist.

Schon 1988 wurde eine erste Primärenergiebilanz für Polystyrol als Wanddämmstoff vom Institut Wohnen und Umwelt vorgelegt. Bei rund 523 kWh Primärenergieaufwand zur Herstellung eines Kubikmeters Polystyrol wurde die primärenergetisch optimale Dicke mit 34 bis 65 Zentimetern bestimmt. Letzterer Wert unter Abzug des Naph-tainhaltes von EPS (Verbrennung). Betrachtet man die Emissionsbilanzen, lohnen sich noch dickere Dämmschichten, bevor mehr Schadstoffe bei der Herstellung entstehen, als durch Energieeinsparung während der Nutzung eingespart werden.¹⁰⁹ Heute liegt der für Polystyrol-Wanddämmplatten in den Produktdeklarationen ausgewiesene Primärenergiegehalt, nicht erneuerbar, bei nur noch 243 kWh/m³ für graues EPS mit 16,6 kg/m³. Mit der Verfeinerung der Berechnungsmethodik in den Folgejahren gibt Feist 1997 den kumulierten Primärenergieaufwand für ein Passivhaus im Vergleich zu einem Referenzhaus nach WSchVO 1984 an: Der erhöhte Herstellungsenergieaufwand liegt bereits nach 2 Jahren unter dem des Referenzhauses. Der Herstellungs- und Beheizungsaufwand kumuliert über 80 Jahre betrachtet, führt zu folgendem Ergebnis: „Hier wird deutlich, daß über den gesamten Bereich die Primärenergieaufwendungen während der Nutzungsphase dominieren, und daß diese durch dicke Dämmung beträchtlich absinken (erst bei Dicken über 105 cm (!) würde der Herstellungsaufwand des letzten Zentimeters die von ihm erzielte Einsparung übersteigen).“¹¹⁰

Selbst ohne Energieeinsparung während der Nutzung ist die mit EPS gedämmte Wand vorzeigbar. Das zeigt ein 2012 vorgelegter Vergleich von zehn Wandbauarten, die denselben Wärmeschutz aufweisen. Unter dieser Bedingung wird deutlich, dass der Primärenergieaufwand und das GWP (Global Warming Potential) vor allem von den

Einsatz gering – Einsparung hoch

Einsparung pro m² Wanddämmung
über 40 Jahre: 288 Liter Heizöl

Energieaufwand für 1 m² Wand-
dämmung: 6 Liter Heizöl

Berechnet für 12 cm Polystyrol-Dämmung

Dem Herstellungsenergieaufwand für 12 cm dicke Polystyrol-Wanddämmung wird die Einsparung über nur 40 Jahre Lebensdauer gegenübergestellt. Die alte Wand hat einen U-Wert von 1,4 W/(m²K).

Energiestandard auf das Ergebnis auszuwirken. Die Umweltindikatoren sind in Ihren Ergebniswerten allerdings unterschiedlich stark durch verschiedene Haustechnikvarianten belastet, eine klare Antwort zugunsten oder wider einer bestimmte Variante gibt es auch hier nicht. (...) Wenn für unsere Neubauten ein hoher Effizienzstandard hinsichtlich des Energiebedarfs (Gesamtenergieeffizienz) als verpflichtend angesetzt wird, ist dies ein guter Weg. Und das wiederum bedeutet: Wir haben nichts falsch gemacht, wenn Niedrigenergie-, Sonnenhaus-, Passivhaus-, oder Plusenergiehausstandard eingehalten werden.“¹¹²

2.8.1 Neue Bewertungsmethoden

Über die Produktdeklarationen nach DIN ISO 14040/44 können Produktbewertungen für acht Wirkungskategorien abgerufen werden¹¹³:

- Primärenergie erneuerbar
- Primärenergie nicht erneuerbar
- abiotischer Ressourcenverbrauch
- Treibhauspotenzial GWP
- Ozonabbau­potenzial ODP
- Versauerungspotenzial AP
- Eutrophierungspotenzial EP
- Sommersmogpotenzial POCP

Diese Daten können wieder in eine Bilanz einbezogen und in Bewertungssysteme, wie die der DGNB mit mehr als 20 Gebäudebewertungs-Makrokategorien integriert werden. Dieser Komplizierungsgrad ist jedoch nicht praxisgerecht, da die Baustoffauswahl mehr nach ökonomischen, statischen, feuchtetechnischen und baupraktischen Erwägungen oder über die Anforderungen der künftigen Gebäudenutzung erfolgt. Die folgende Aufstellung macht das Grundsatzproblem deutlich. Hier wurde als Funktionseinheit dieselbe Dämmwirkung gewählt. Kein Dämmstoff erzielt jedoch eine durchgehend schlechte oder gute Bewertung, die Auswahl ist daher je nach Präferenz willkürlich. Das Problem ist kaum lösbar, die ganz unterschiedlichen Wirkeffekte in den unterschiedlichen Kategorien auf der einen Seite zunächst untereinander und dann mit den Makroanforderungen

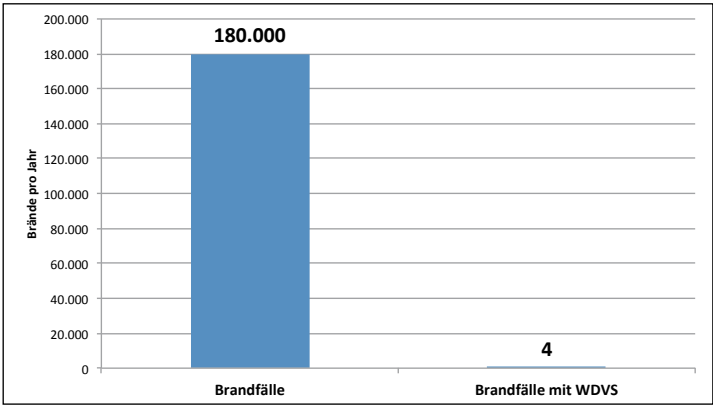
Vergleich der ökologischen Kennwerte von Dämmstoffen bezogen auf R = 1,00 m²K/W

	PEle	PEIne	GWP	ODP	POCP	AP	NP
	[MJ]	[MJ]	[kg CO ₂]	[kg FCKW]	[g Ethylen]	[g SO ₂]	[g PO _{äqu}]
Glaswolle	1,06	26,30	1,29	5,77E ⁻⁷	0,41	7,28	0,56
Steinwolle	0,52	24,15	1,76	4,29E ⁻⁷	0,42	10,60	0,47
Glaswolle WDVS	4,00	99,61	4,90	2,18E ⁻⁶	1,54	27,56	2,13
Steinwolle WDVS	2,75	128,51	9,36	2,29E ⁻⁶	2,26	56,40	2,48
EPS-F	0,44	59,53	2,10	7,72E ⁻⁶	17,00	15,95	1,19
EPS W-30	0,77	104,17	3,67	1,35E ⁻⁵	29,76	27,9 1	2,08
XPS-CO2	1,68	158,52	5,53	1,77E ⁻⁵	4,01	37,22	2,63
XPS-HFCKW	1,76	150,81	100,01	8,16E ⁻³	3,80	39,07	2,48
PUR Lit.	3,45	75,00	10,50	2,48E ⁻⁶	2,33	43,50	1,28
PUR Prod.	6,17	94,64	3,70	7,02E ⁻⁶	12,49	26,85	1,99
Schaumglas	4,90	92,5	5,44	2,45E ⁻⁶	1,51	31,25	1,58
Mineralschaum	8,60	63,72	5,74	4,68E ⁻⁷	1,44	10,35	1,35
Flachs	23,11	42,48	0,44	1,67E ⁻⁶	1,417	12,73	0,95
Hanf	21,21	16,86	-0,62	9,18E ⁻⁷	0,97	7,56	0,87
Holzfaser Trockenverfahren	269,95	116,22	-3,88	2,88E ⁻⁶	3,75	40,84	3,16
Holzfaser Nassverfahren	164,79	77,12	-2,55	8,07E ⁻⁶	5,80	67,80	2,19
Zellulose O45	0,52	5,72	0,31	4,21E ⁻⁷	0,28	3,29	0,17
Zellulose O40	0,84	9,32	0,50	6,86E ⁻⁷	0,46	5,36	0,28
Zelluloseplatten	20,51	69,76	3,27	3,37E ⁻⁶	3,05	26,55	1,28
Quelle: Mötzl, Zeiger, Ökologie der Dämmstoffe, Wien 2000; Steffen Poschik, Wärmedämmstoffe und Wärmedämmsysteme, Vortrag, Institut Fortbildung Bau, Stuttgart 2013 ¹¹⁵							

Materialverfügbarkeit, Preis, Belastbarkeit und so weiter zu bewerten. Alle diesbezüglichen Bewertungssysteme sind willkürlich, wie letztlich auch der Streit um das System der DGNB zeigt. Da beruhigt eine Feststellung der Baden-Württembergischen Architektenkammer: „Die Herstellungsenergie wird nicht grundlegend vom wärmetechnischen Gebäudestandard verändert. Der überwiegende Anteil ist im Rohbau enthalten.“¹¹⁴ Da sind wir wieder beim hohen Energieeinsatz für die Herstellung von Massivbaustoffen. Aber Dämmstoffe wurden ja zum Problem erklärt.

2.9 Wann ist was brandgefährlich?

Die Darstellung dreier spektakulärer Brände in einem Fernsehbeitrag im November 2011 bewegte Fachwelt und Hauseigentümer. Es wurde jedoch weder nach dem Brandrisiko gefragt, noch die Bedeutung der Dämmstoffe für den Brandverlauf gezeigt. Die ungenügende Darstellung des Themas erzeugte solche Fehleinschätzungen, dass sich seither vor allem die nicht betroffenen selbstnutzenden Hauseigentümer in „Dämmenthaltung“ üben, stets mit dem Argument „es brennt“.¹¹⁶



2.9.1 Das Risiko

Es brennt in Deutschland rund 180.000 Mal im Jahr. 80 Prozent der Brände entstehen in Privathaushalten.¹¹⁷ Meist sind es Zimmerbrände, seltener wird der Brand von außen herangetragen. Als Brandursachen bleiben dominant: Elektrische Geräte, Rauchen, Unachtsamkeit im Umgang mit Feuer, Brandstiftung. WDV-Systeme aus schwer entflammbar Polystyrol waren bisher in keinem Fall brandverursachend, sie brannten nach einiger Zeit mit. Und selbst auf diese Art waren sie bisher in nur 0,025 Promille aller jährlichen Brandfälle beteiligt. Auch wenn ihr Anteil an Bränden zunimmt, weil Dämmstoffe aus Gründen des Ressourcen- und Klimaschutzes häufiger zum Einsatz

kommen, wird er marginal bleiben, voraussichtlich unter einem Prozent. Die Brandverläufe sind durch andere Mechanismen bestimmt, als allein durch mitbrennende Dämmstoffe auf Fassaden. Gegenläufige Tendenzen wirken auch: Beispielsweise reduzieren die LED-Beleuchtungstechnik und LED-Fernseher die Anzahl der Zimmerbrände.

2.9.2 Bedeutung für das Einfamilienhaus

14 von 18 Millionen Wohngebäuden sind Ein- und Zweifamilienhäuser. Brände entwickeln sich hier überwiegend von innen als Zimmerbrand. Dieser kann sich im Haus oder außen über die Fenster auf kurzem Weg ins Dach ausbreiten. Ursachen sind meist elektrischer Kurzschluss oder Fehlverhalten, seltener Vandalismus. Große außen am Haus gelagerte Brandlasten gibt es kaum, Müllcontainer können fern von der Fassade aufgestellt werden. Die Art der Dämmung oder Außenbekleidung auf der Wand ist für den Brandverlauf in der Regel nicht wesentlich. Die Landesbauordnungen stellen für kleine Wohngebäude bis sieben Meter Fußbodenhöhe keine Brandschutzanforderungen, außer den Abstandsregeln zum Nachbarn. Normalentflammbare Dämmstoffe wie hölzerne Fassadenbekleidungen sind möglich. Anforderungen an Fluchtwege oder die Behinderung der inneren Brandausbreitung existieren nicht. Der Brandschutz gilt dem Nachbarn, deshalb gelten Gebäudeabstände und sind bei Reihenhäusern oder Zweifamilienhäusern Brandwände erforderlich. Die Bewohner können sich leichter als im Mehrfamilienhaus selbst retten. Rauchmelder tun ihr Übriges.

2.9.3 Bedeutung für das Mehrfamilienhaus

Bei Mehrfamilienhäusern gelten erst ab sieben Metern Fußbodenhöhe Anforderungen an den Dämmstoff. Es sind dann schwer entflammbare Dämmstoffe (B1) und viele Detailfestlegungen gefordert. 70 Prozent der Brände sind auch hier Zimmerbrände. Hierbei zerspringen nach spätestens 15 Minuten die Fenster und eine typische, bis zu zehn Meter hohe Flammenwalze aus noch unverbrannten Gasen schlägt aus den Fenstern. Ihre Größe ist von der Brandlast des Zimmers abhängig. Auch bei nichtbrennbaren Fassaden zerstört die Hitze bei Zimmerbränden die Fenster und die Flammenwalze vor der Fassade verursacht in den darüber liegenden Wohnungen Zimmerbrände. In diesem Stadium kann nur noch die Feuerwehr den Brand löschen. Schwer entflammbare Dämmstoffe schmelzen durch diese Flammenwalze und können sich entzünden, wenn Sauerstoff Zutritt. Schwachstellen sind die Fensterstürze. Hier kann sich die Laibungsschürze aus Putz und Armierungsgewebe vom Dämmstoff lösen. Auf diesem Punkt lastet die Schmelze des Polystyrols. Deshalb wurde schon vor zehn Jahren für WDVS aus Polystyrol der Brandriegel ent-

wickelt, der die Brandweiterleitung nach oben stoppt. Die Lage des Brandriegels ergibt sich daraus, dass die Flammenwalze eines Zimmerbrandes immer bis zum nächsten darüber liegenden Fenster reicht, ein Stoppen also nur alle zwei Stockwerke möglich ist. Bleiben im unmittelbaren Stock über dem Brandherd die Fenster unzerstört, würde mitbrennender Dämmstoff in diesem Geschoss gelöscht. Andernfalls springt der Brand durch die zerstörten Fenster von Stockwerk zu Stockwerk, bis zum Löschangriff.

Die Beschlüsse der Bauministerkonferenz vom November 2014 gelten für rund zehn Prozent unserer Gebäude. Betroffen sind jene Gebäude über sieben Metern Höhe des letzten Fußbodens, für die schon heute „schwer entflammbare“ Fassadendämmsysteme vorgeschrieben sind. Erforderlich bei neuen Dämmmaßnahmen ist nunmehr ein weiterer Brandriegel im Sockelbereich und über dem Erdgeschoss. Hier trägt man einem vor allem durch die Müllsammlung in Deutschland entstandenen Risiko Rechnung. An der Fassade stehende Brandlasten wie Müllcontainer oder Autos können beim Brand von unten am Sockel in die Dämmschicht eindringen und das ab 490 °C brennbare Polystyrol entzünden. Die Brandriegel reduzieren die Ausbreitungsgeschwindigkeit des Feuers. Sie verhindern aber nicht jene Brandfälle, in denen Brände vor der Fassade die Fenster im EG und 1. OG zerstören und dort Zimmerbrände verursachen. Neue Vorschriften werden wohl den Bauablauf und die Bauüberwachung bei großen Gebäuden betreffen.

2.9.4 Güterabwägung

Der Brandschutz in Deutschland ist hochorganisiert und alles andere als verantwortungslos. Neben der Wohnhygiene war er ursächlich für die Entstehung des Bauordnungsrechtes. Und doch ist Brandschutz zuvorderst Güterabwägung. Sicherheit, Ökonomie und individuelle Freiheit werden bei der Festlegung von Brandschutzanforderungen abgewogen. Auch vor diesem Hintergrund sind die Fernsehsendungen und die Beschlüsse der Bauministerkonferenz zu sehen. Diese Ausprägung in den Landesbauordnungen erklärt sich damit, dass es keinen absoluten Brandschutz gibt und wir alle ein abwägendes Gefühl für Kosten und Nutzen haben. Unsere Gesellschaft kann zu jeder Zeit ausschließlich nichtbrennbare Dämmstoffe im Baurecht vorschreiben, müsste dann aber auch die noch leichter brennbaren Bauprodukte wie hölzerne Dachstühle, Holzhäuser, Kunststoffkabel, PVC-Fenster verbieten und baukonstruktive Maßnahmen finden zur Behinderung des Stockwerk für Stockwerk über den Schwachpunkt Fenster erfolgenden Brandüberschlags. Sonst wäre nichts gewonnen. Da wird es realistischer sein, weiter die Optimierung im Status Quo zu suchen. Besser geht immer.

2.10 Speichern statt dämmen?

Wärmespeicherung steht in Deutschland hoch im Kurs. Die zentrale These lautet: Gäbe es ausreichend Speichermassen an und in den Häusern, die von der Wintersonne aufgeheizt würden, könnten wir uns jeden Dämmaufwand sparen. Bis heute blieben die Vertreter dieser Theorie aber den Beweis schuldig. Weder an einem Gebäude noch durch Rechenverfahren wurde die behauptete Bedeutung der Wärmespeicherfähigkeit von Baustoffen für den Heizenergieverbrauch nachgewiesen. Das hätte auch gewundert. Denn schon die Entstehung der These hat ein „Geschmäckle“:

Mit den „Richtlinien zur Förderung der Wärmewirtschaft beim Wohnungsbau“ reagierte das Preußische Ministerium für Volkswohlfahrt 1921 auf die Kohlennot. Bei damals 11.000 Ziegeleien traute man sich aber nicht, für die Wände einen Konstruktionswechsel vorzuschreiben. „Die Wärmedurchlässigkeit der Außenwände darf auf keinen Fall größer sein als die einer 38 Zentimeter starken, beiderseitig verputzten Ziegelmauer.“ Dies entspreche am Besten den Forderungen der Wärmedämmung und Wärmespeicherung. Letztere wendet man in den „Richtlinien“ explizit gegen die Wärmedämmung.¹¹⁹ Schon ein paar Plausibilitätsüberlegungen und ein Blick auf das Wetter sprechen gegen einen bedeutenden Beitrag der Solarstrahlung auf Wände zur Gebäudeheizung im Winter. Berechnet man zudem den Beitrag der Wärmespeicherung zur Energieeinsparung, sind Beiträge von 0,5 bis 2 Prozent eher gering einzustufen, angesichts der Kosten, die Speichermassen verursachen. Eine Zusammenfassung:¹²⁰

- Deutschland ist kein Sonnenland. Bis zu neun Monate Heizperiode entstehen durch den Rückzug der Sonne ab September. In den vier Kernmonaten des Winters treten 60 Prozent des Heizenergieverbrauchs auf, weil nur noch 40 bis 60 Sonnenstunden pro Monat vorliegen. Auch haben Häuser nicht nur Südwände und müssten schwarz gestrichen werden, denn die Wandfarben Weiß und Grau reflektieren bis zu 70 Prozent der Solarwärme.



Keine kuscheligen Kemenaten – trotz großer Speichermassen.
© Michael Frank, Bühlertal

- Der empirische Nachweis der Erfolglosigkeit des Speicherkonzeptes steht in Bayern: Die Münchner Wohngebäude weisen in der techem-Statistik 2012 einen spezifischen Heizenergieverbrauch von 14,1 Litern Heizöl pro Quadratmeter und Jahr auf, gegenüber den Essener Wohnhäusern mit etwa 13 Litern pro Quadratmeter und Jahr, obwohl die solare Globalstrahlung in München 20 Prozent höher liegt und das historische bayrische Ziegelmaß vier Zentimeter dickere Wände verlangte.
- In sternklaren Nächten kühlen alle Wände aus und werden kälter als die Umgebungsluft. Ihre Wärmeverluste sind dadurch höher als berechnet. Auch der bis 15 Zentimeter tief in ungedämmte speicherfähige Massivwände eindringende Regen erhöht deren Wärmeverluste.
- Solare Einstrahlung braucht Gebäudemassen. Deutsche Häuser sind überwiegend ungedämmt und haben große Bauteilmassen. Ein Quadratmeter Außenwand der Kaiserzeit wiegt 700 Kilogramm, ein Quadratmeter Nachkriegsziegelwände eine halbe Tonne. Ein EFH bringt es insgesamt auf mindestens 200 Tonnen Gebäudegewicht. Diese speichermassenreichen Altbauten haben aber hohe Heizenergieverbräuche; zwischen 18 und 20 Litern Heizöl pro Quadratmeter und Jahr. Das ist das Problem, nicht die Lösung. Die Einführung der an Baumassen reichen Betonbauweise kam in Deutschland in den zwanziger Jahren nicht ohne Dämmstoffe aus. Noch heute haben Zementhersteller aus dieser Tradition auch Dämmstofftöchter. Auf das Einstiegsbeispiel mit dem auskühlenden Frankfurter Studentenwohnheim sei verwiesen, dessen Auskühlung bei strahlendem Wintersonnenschein verlief.
- Viele Wandkonstruktionen blocken die Sonnenstrahlung ab, ohne dass die Häuser hohe Heizenergieverbräuche haben: Plattenbauten mit 3-Schicht-Außenwänden, zweischaliges Mauerwerk Norddeutschlands, Wände mit vorgehängter hinterlüfteter Fassade, begrünte Wände, Fertighäuser aus Holz mit Dämmung.
- Die „Trombe-Wand“ brachte 1950 keinen Erfolg, obwohl eine Glasplatte vor der schwarz gestrichenen Massivwand die auftretende Sonnenenergie verstärken sollte. Das Konzept wurde selbst im sonnenreichen Südfrankreich wieder aufgegeben.¹²¹ Deren Weiterentwicklung war ab 1990 die Transparente Wärmedämmung (TWD), die ebenfalls kaum eine Rolle am Markt spielte.¹²²
- Beton-Wärmebrücken bestehen aus besonders wärmespeicherfähigen Baustoffen und haben oftmals als auskragende Betonbauteile direkten Sonnenkontakt. Warum entsteht aber dort der Schimmel zuerst?

- Die Außenwände ebenso massiver wie unbeheizter Burgen haben im Winter dieselbe Oberflächentemperatur: innen wie außen.¹²³
- Prof. Feist fasst die Jahresbilanz von Wärmeverlusten und solaren Gewinnen am Beispiel eines Quadratmeters unverschatteter und unverputzter dunkler Vollziegel-Südwand mit einem hohen Absorptionsgrad von 0,7 so zusammen: Eine äußere Wärmedämmung senkt vor allem die Energieverluste um 82 Prozent. Den höheren [solaren] Gewinnen bei der ungedämmten Wand stehen auch hohe Verluste gegenüber. Im Vergleich bleibt in beiden Fällen der „prozentuale Anteil der Energieeinsparung durch die Solarstrahlung gleich hoch.“¹²⁴ In unserem Klima steht an erster Stelle die Aufgabe, die Energieverluste des Gebäudes zu reduzieren.

Solare Speichergewinne von Wänden und Dächern kann man seit der EnEV 2002 ausrechnen. Will man größere solare Gewinne erzielen, muss man dem berechneten Objekt die Dämmung nehmen und schwere Materialien einsetzen. Dann steigen die solaren Gewinne tatsächlich um gerade einmal $7,5 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$, der Heizenergieverbrauch jedoch geht um etwa $300 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ enorm nach oben.

Zuweilen geistern unveröffentlichte „Geheimstudien“ durch die Medien. Zuletzt geschehen mit der Fraunhofer-Studie zur Solarstrahlungsabsorption von Fassaden, die 1985 im Auftrag der Ziegelindustrie erstellt wurde.¹¹⁸ Es war auch diese Industrie, die einer Veröffentlichung bisher nicht zugestimmt hatte, obwohl der Fernsehbericht suggerierte, die Studie enthielte unbequeme Wahrheiten für die Hersteller von Dämmsystemen. Liest man sie, zeigt sich das Gegenteil. Der Solareintrag in eine ungedämmte und eine gedämmte Wand war bei gleichem U-Wert der Wände keineswegs unterschiedlich. Abgemindert wurden Transmissionswärmeverluste zu bestimmten Zeiten durch die äußere solare Aufheizung, die auch beim WDVS stattfand. Ein Einfluss auf den Heizenergieverbrauch war nicht nachweisbar. Da brachte die Nachtabenkung der Heizung mehr, deren Einspareffekt lag bei sieben Prozent. Die Auswirkungen der Solarstrahlung auf Südwände seien „unerheblich“ stellt der Bericht klar.

2.10.1 WDVS und sommerlicher Wärmeschutz

Im Sinne des sommerlichen Wärmeschutzes zögern Speichermassen die Überhitzung von Gebäuden in Hitzeperioden bis zu drei Tage hinaus, je nach Befensterung. Nachdenklich stimmt: Die Haustechnische Rundschau beschrieb schon 1929 ein WDVS aus Holzwolle-Leichtbauplatten, um der sommerlichen Überhitzung in Massivbauten mit 38 Zentimeter dicken Ziegelwänden entgegen zu wirken.¹²⁵

außen mit Wärmeschutzplatten belegt ist, wie es Abb. 9 zum Ausdruck bringt. Nicht nur erzeugt in diesem Falle das reiche Speichervermögen des innen vorhandenen Ziegelmauerwerks eine erhebliche Ab-

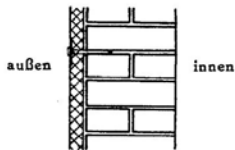


Abb. 9.

kühlung der Zimmerluft, sondern der äußere Belag verhindert auch ein Eindringen der Sonnenstrahlenhitze in das Mauerwerk und sorgt dafür, daß der Wand das Speichervermögen für die Abkühlung der Luft weitgehend erhalten bleibt. Bei ständiger Bewohnung des fraglichen Zimmers ist eine solche Wandausbildung auch der winterlichen Beheizung nicht nachteilig. Wo

Das „thermische Gedächtnis“ einer Massivwand liegt bei etwa drei Tagen. In Hitzeperioden ist sie danach thermisch so aufgeladen, dass nun Tag und Nacht die von der Wand ausgehende Wärmestrahlung die Menschen in den Zimmern belastet. Allein die Masse der Ziegelsteine reicht also für den sommerlichen Überhitzungsschutz nicht aus, da sie als gute Wärmeleiter die Sonnenwärme des Sommers in starkem Strom nach innen leiten. Deshalb schrieb die DIN 4108 schon 1952: „Wenn die Wände und Decken als temperaturausgleichende Speicher wirken sollen, so ist auf der Außenseite eine Dämmschicht mit möglichst hohem Wärmedurchlasswiderstand anzubringen.“¹²⁶ Masse plus exzellente Dämmung ist für den Sommer bis heute die beste Lösung geblieben. In Passiv- und

Niedrigenergiehäusern ist es sommerkühl, Raumlufttemperaturen von mehr als 26 °C werden selten erreicht. Voraussetzung ist natürlich neben einem guten Wärmeschutz auch die Verschattung der Fenster durch außenliegende Rollläden oder Klappläden.¹²⁷ Das Gegenteil kann jeder Tourist im „Selbstversuch“ im massereichen gusseisernen arabischen Gartenhäuschen Ludwigs II. im bayrischen Schloss Linderhof ab Mai einmal „erfühlen“ – wahrscheinlich die bisher unentdeckte Ursache für den tragischen Abkühlungsversuch des Königs im Starnberger See.

Dipl.-Ing. Werner Eicke-Hennig

ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut Wohnen und Umwelt in Darmstadt. Geboren 1951 im Harz studierte er nach Berufsausbildung zum Bauzeichner und II. Bildungsweg Architektur und Stadtplanung in Kassel. Über die „Örtlichen und regionalen Energieversorgungskonzepte“ erfolgte der Einstieg in die Energieberatung. Nach Aufbau einer unabhängigen Energieberatung in Kassel setzte er seine Arbeit am IWU in Darmstadt mit zahlreichen wissenschaftlichen Studien zum Niedrigenergiehaus im Neubau und zu den Energiesparpotenzialen im Gebäudebestand fort. Heute leitet er die „Hessische Energiespar-Aktion“ des Hessischen Wirtschaftsministeriums. Er ist Autor zahlreicher Buch- und Zeitschriftenveröffentlichungen zum Thema Energieeinsparung.

Anmerkungen und Literaturhinweise siehe S. 109

Bekenntnis zu Qualität, Nachhaltigkeit und sozialem Engagement

1. Geprüfter Umwelt- und Klimaschutz	S. 63
2. Qualitäts- und Umweltmanagement	S. 66
3. EPS-Dämmplatten-Qualität	S. 66
4. Ressourcen- und Energieeffizienz	S. 68
5. Nachhaltigkeit in der Lieferkette und Mobilität	S. 69
6. Soziales Engagement	S. 70

Bekenntnis zu Qualität, Nachhaltigkeit und sozialem Engagement

Mit dem Thema Nachhaltigkeit beziehungsweise Corporate Social Responsibility (CSR) beschäftigt sich Sto schon seit der Unternehmensgründung – auch wenn der Begriff 1955 in der heute bekannten Form noch nicht existierte. Aber schon damals war unsere Unternehmenspolitik an einer langfristig positiven Entwicklung in fairer Zusammenarbeit mit Kunden und Mitarbeitern orientiert. Sehr früh wurden zudem Umwelt- und Gesundheitsschutz sowie Ressourcen- und Energieeffizienz in den Wertekanon aufgenommen. All dies kommt in der von uns entworfenen Unternehmensmission „Bewusst bauen.“ deutlich zum Ausdruck, die sinnbildlich für unser Anliegen steht, den Wert von Gebäuden unter Beachtung der Belange von Mensch und Natur zu erhalten. Entsprechend dieser Zielsetzung definierten wir auch unsere Unternehmensvision: „Technologieführer für die menschliche und nachhaltige Gestaltung gebauter Lebensräume. Weltweit“.



Wärmeschutz ist Klimaschutz: Kerngeschäft von Sto ist die Herstellung von Fassadensystemen, die durch die effiziente Dämmung von Gebäuden zu erheblichen Einsparungen an Heizenergie beitragen. Durch die seit 1965 weltweit an Gebäuden angebrachten Sto-Systeme konnten bis einschließlich 2013 etwa 74 Milliarden Liter Heizöl eingespart werden. Die damit erzielte CO₂-Minderung belief sich auf insgesamt 230 Millionen Tonnen. Und jährlich kommt eine Einsparung von etwa 16 Millionen Tonnen hinzu. Auf diese Weise leistet das Kerngeschäft von Sto einen spürbaren Beitrag zum Klima- und Umweltschutz – und erhöht zugleich den Wohnkomfort und die Wertigkeit der entsprechenden Immobilien.

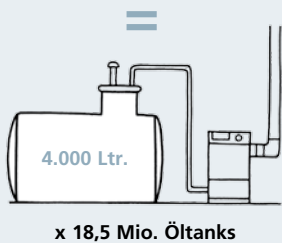
1. Geprüfter Umwelt- und Klimaschutz

Auch externe Organisationen bestätigen den Beitrag unserer Systeme zum Umwelt- und Klimaschutz. StoTherm Classic S1, StoTherm Mineral und StoTherm Mineral L sind jeweils mit dem Umweltzeichen „Der Blaue Engel“ als Ausweis für die besondere Umweltfreundlichkeit und ihren Beitrag zum Klimaschutz gekennzeichnet. StoTherm Wood, StoTherm Cell und StoTherm In Comfort tragen das anspruchsvolle Umweltzeichen natureplus® und erhalten damit ebenfalls die Bestätigung, nicht nur durch ihre Funktion effizient Energie zu sparen, sondern zugleich erhöhte Anforderungen an die Umwelteigenschaften und Inhaltsstoffe der Systemkomponenten zu erfüllen.

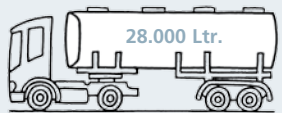
Wärmeschutz ist Klimaschutz

Die durch Sto-Fassadendämmsysteme eingesparte Energie entspricht rund

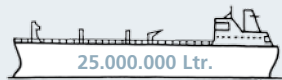
74 Mrd. Liter Heizöl



x 18,5 Mio. Öltanks



x 2,6 Mio. Tanklaster



x 2960 Öltanker

In den Jahren 1965 bis 2013 hat Sto mit seinen Fassadendämmsystemen unmittelbar dazu beigetragen, die kaum vorstellbare Menge von 74 Mrd. Litern Heizöl einzusparen. Damit leistet Sto einen beachtlichen Beitrag zum weltweiten Klimaschutz: Rund 230 Mio. Tonnen CO₂ sind dank der Fassadendämmsysteme aus dem Südschwarzwald erst gar nicht in die Atmosphäre gelangt. Alleine 2013 reduzierten Sto-Produkte die Emissionen des Verbrennungsgases um rund 16 Mio. Tonnen.



Über den Beitrag zum Klimaschutz hinaus schützen unsere Fassadensysteme Mensch und Gebäude vor extremen Wetterverhältnissen, die künftig durch den Klimawandel häufiger auftreten können. Sto-Systeme sind darauf ausgelegt, Regen, Hagel und Sturm zu trotzen. Unser meistverkauftes System StoTherm Classic® bestand umfangreiche Simultantests ohne jede Beanstandung und wurde in die höchste Hagelwiderstandsklasse eingestuft.



Ferner liegen zu einer Vielzahl unserer Produkte Ökobilanzen und Lebenszyklusanalysen in Form von Umweltproduktdeklarationen gemäß ISO 14025 und Nachhaltigkeitsdatenblättern vor, die wichtige Angaben zu Ökologie, Gesundheit, Inhaltsstoffen, Emissionen und Recycling enthalten. Damit sorgen wir für Transparenz und schnelle Auskunft für alle, die nachhaltig bauen möchten.



Klimaneutrale Produkte

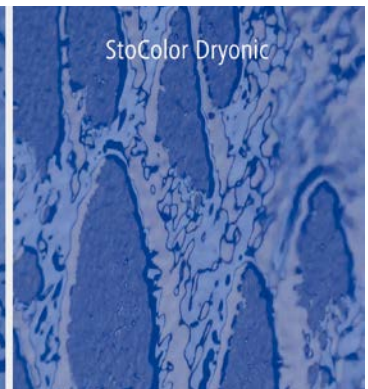
Noch einen Schritt weiter gehen wir mit klimaneutralen Produkten. Wie das funktioniert? Auf Basis einer Umweltprodukt-



deklaration berechnen wir die bei der Herstellung entstehenden CO₂-Emissionen und gleichen diese über CO₂-Emissionszertifikate aus. Diese kommen einem Klimaschutzprojekt zugute. Durch die Unterstützung des Projektes werden jährlich mindestens 180 Tonnen CO₂ eingespart – finanziert über den Absatz unserer neuen Fassadenfarbe StoColor Dryonic, die damit ein klimaneutrales Produkt wird. In Österreich werden über den Ankauf von Humus-Zertifikaten der Ökoregion Kaindorf zwei weitere Produkte CO₂-neutral gestellt: StoColor Sil In und Lotusan. Und das Wärmedämmverbundsystem StoTherm Wood ist bereits klimaneutral: Da hier Holzweichfasern als Dämmmaterial eingesetzt werden, sorgt das Wachstum der Bäume



© Shutterstock



dafür, dass bei diesem System insgesamt mehr CO₂ kompensiert als bei der Herstellung emittiert wird.

Nachhaltigkeit im Unternehmen fest verankert

Nachhaltiges Handeln ist bei Sto eine Grundvoraussetzung für langfristigen Erfolg. Dies gilt gerade in einer zunehmend komplexer werdenden Welt, in der ökologische und soziale Belange – neben den klassischen ökonomischen Herausforderungen – immer wichtiger werden. Nachhaltigkeit ist deshalb bei Sto ein Thema, das sich in allen Bereichen und Abteilungen wiederfindet: von der energie- und ressourceneffizienten Produktion über Umwelt- und Qualitätsmanagement bis hin zu Gesundheitsmanagement und sozialer Verantwortung.

Orientierung von außen

Wichtige Orientierung geben dabei nationale und internationale Nachhaltigkeitsinitiativen, die uns dabei unterstützen, Nachhaltigkeit im Unternehmen umzusetzen. Auf globaler Ebene haben wir uns dem Global Compact angeschlossen, national ist vor allem unsere Teilnahme an der Nachhaltigkeitsinitiative Chemie³ zu nennen.

Der United Nations Global Compact ist eine unter der Schirmherrschaft der Vereinten Nationen stehende weltweite Initiative für globale Gerechtigkeit. Global Compact-Teilnehmer bekennen sich dazu, ihre Geschäftstätigkeiten und Strategien an zehn universal anerkannten Prinzipien aus den Bereichen Menschenrechte, Arbeitsnormen, Umweltschutz und Korruptionsbekämpfung auszurichten und die damit verbundenen Ziele zu unterstützen. Die Geschäftsberichte von Sto enthalten jeweils die vom Global Compact jährlich geforderten Fortschrittsmeldungen (Communication on Progress, COP).



Zudem hat Sto 2014 die WIN-Charta unterzeichnet und damit auf regionaler Ebene ein Zeichen für Nachhaltigkeit in der Wirtschaft gesetzt. Als Unterzeichner der Charta der Wirtschaftsinitiative Nachhaltigkeit (WIN) des Landes Baden-Württemberg bekennt sich Sto zu zwölf Leitsätzen und Zielen nachhaltigen Wirtschaftens und verpflichtet sich zu einem regelmäßigen schriftlichen Rechenschaftsbericht.

Sichtbare Erfolge

Dass dieses Engagement gewürdigt wird, zeigte die Nominierung von Sto für den CSR-Preis der Bundesregierung im Jahre 2014. Damit zählt Sto zu den fünf Finalisten in der Kategorie „Unternehmen mit 500 bis 5.000 Mitarbeitern“, die ihre langfristigen Strategien und Aktivitäten in den Bereichen Unternehmensführung, Produkte und



Lieferkette sowie Arbeitsplatz, Umwelt und Gemeinwesen in einer Managementbefragung präsentiert haben. Unsere österreichische Tochtergesellschaft Sto Ges.m.b.H. sicherte sich gleich zwei CSR-Trophäen: Nach der Auszeichnung mit dem Kärnten-Trigos in der Kategorie Großbetriebe im Mai gelang es dem Team um Geschäftsführer Walter Wiedenbauer, auch die CSR-Trophäe auf Bundesebene erstmals in der Firmengeschichte nach Kärnten zu holen. Überzeugen konnte Sto mit seinem ganzheitlichen Engagement in Sachen Corporate Social Responsibility. Die Jury beeindruckte dabei die Weiterentwicklung, die die Sto Ges.m.b.H. in den vergangenen Jahren vollzogen hat. Auch der Fokus auf ökologische Produktinnovation sowie die kontinuierliche Verkürzung der Transportwege überzeugten das Gremium von der nachhaltigen Ausrichtung des Unternehmens.

2. Qualitäts- und Umweltmanagement

Im Bereich Produktion etablierten wir ein umfassendes Qualitäts- sowie Umweltmanagement-System, über das alle Standorte erfasst und darüber hinaus sämtliche Produktionsstandorte intern auditiert werden. 20 unserer insgesamt 26 Produktionsstandorte sind zusätzlich extern nach internationalen Standards wie ISO 9001, ISO 14001 oder SHARP zertifiziert, um das hohe Niveau zu dokumentieren. Die implementierten Systeme gewährleisten unternehmensübergreifend eine methodische und überprüfbare Vorgehensweise und erlauben die kontinuierliche Identifizierung von Verbesserungsmaßnahmen, eine wesentliche Voraussetzung zur optimalen Steuerung der Unternehmensprozesse.

3. Qualität von Sto-Dämmplatten aus EPS

Das Wärmedämm-Verbundsystem ist schon seit Monaten in die mediale Kritik geraten. Im Fokus der kritischen Berichterstattung stehen vor allem Dämmplatten aus expandiertem Polystyrol (EPS). So wurde in einem Fernsehbeitrag im November 2014 der Vorwurf erhoben, Fassaden-Dämmplatten aus diesem Material verfügten nicht über die einzuhaltenden Wärmedämmeigenschaften.

Als ein der Qualität besonders verpflichtetes Unternehmen nahmen wir diese Vorwürfe ernst und prüften sie umfassend auf ihre Berechtigung – sowohl intern als auch mit externen Prüfinstituten. Gegenstand der Prüfungen, die bereits im November 2014 eingeleitet wurden, waren dabei zu diesem Zeitpunkt noch auf Lager befindliche Dämmplatten externer Zulieferer wie auch Dämmplatten aus konzerninterner Produktion. Besonders im Fokus standen dabei die im breiten Einsatz befindlichen grauen EPS-Dämmplatten mit einem Wärmeleitfähigkeitswert von 0,032 W/(mK) und 0,035 W/(mK). Bei

den Untersuchungen wurden sowohl Messtoleranzen berücksichtigt, als auch die Ergebnisse gemäß den Lieferanteilen der einzelnen Lieferanten gewichtet, um auf diese Weise zu einer repräsentativen Aussage zu gelangen.

Als Ergebnisse dieser Tests lässt sich festhalten, dass bei rund 98 Prozent der geprüften Dämmplatten die geforderten Grenzwerte eingehalten wurden. Lediglich etwa zwei Prozent der Fälle lagen geringfügig über den Grenzwerten. Die Abweichungen wurden im Wesentlichen gemessen bei Dämmplatten eines unserer externen Lieferanten. Aber selbst bei diesen Dämmplatten waren die Abweichungen so gering, dass die in der Energie-Einsparverordnung (EnEV) und in den Förderrichtlinien geforderten Vorgaben an den U-Wert immer erfüllt wurden.

Zwischenzeitlich ergaben weitere Untersuchungsergebnisse unabhängiger akkreditierter Materialprüfungsanstalten, dass aus der aktuellen Produktion entnommene Platten dieser Qualitäten (inkl. des auffällig gewordenen Herstellers) – bis auf ein Prüfergebnis – keinerlei weitere Abweichungen von den Grenzwerten aufwiesen.

Wir nahmen dies dennoch zum Anlass, unser bestehendes Qualitätsmanagement durch zusätzliche Maßnahmen zu erweitern.

Dies sind

- erhöhte Anforderungen im Rahmen der Qualitätsvereinbarungen mit allen Zulieferern von Dämmplatten,
- zusätzliche tägliche produktionsbegleitende Prüfungen durch die Zulieferer,
- monatliche Kontrolle der Qualitätsdaten dieser Zulieferer,
- regelmäßige Audits bei den Zulieferern durch Spezialisten der Sto-Gruppe,
- zusätzliche Fremdüberwachung aller Produktionsstätten der Zulieferer durch externe zertifizierte Prüfinstitute.

Als marktführender Anbieter von Wärmedämm-Verbundsystemen in Deutschland haben wir damit ein weit über dem Marktniveau liegendes Qualitätsmanagement etabliert. Damit stellen wir sicher, dass die von uns gelieferten Fassaden-Dämmplatten aus EPS heute und in Zukunft unsere hohen Qualitätsanforderungen zuverlässig erfüllen.

Hintergrund-Informationen:

Für Wärmedämmwerte von Dämmplatten – also auch für solche aus Polystyrol (EPS) – definiert die DIN 4108-4 einen Bemessungswert (z. B. 0,032 W/(mK)) und einen Grenzwert für die Wärmeleitfähig-

keit. Der auf dem Etikett der Dämmstoffpakete angegebene Bemessungswert ergibt sich aus dem Grenzwert zuzüglich eines fünfprozentigen Sicherheitszuschlags. Damit wird sichergestellt, dass der Bemessungswert am Objekt dauerhaft eingehalten wird. Die DIN EN 12667 sieht für die Messungen der Wärmeleitfähigkeit eine Mess-toleranz von ± 2 Prozent vor.

Der U-Wert einer Fassade berechnet sich neben zwei mathematischen Konstanten aus den jeweiligen Bestandteilen der Wand. Dies sind der Lambda-Wert und die Dicke des Wandbildners sowie der Lambda-Wert und die Dicke des Dämmstoffs. Als Lambda-Wert des Dämmstoffes wird dabei der oben genannte Bemessungswert herangezogen. Der U-Wert darf nach den aktuellen Anforderungen der Energie-Einsparverordnung (EnEV) maximal $0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$ betragen.

Vor diesem Hintergrund wollen wir festhalten, dass sowohl Platten, die den Grenzwert einhalten als auch solche mit der maximal gemessenen Abweichung die U-Wert-Vorgaben von EnEV und Förderrichtlinien stets einhalten. Für die Praxis ergeben sich somit keine Auswirkungen auf die einzusetzende Plattendicke.

Zusammenfassend gilt also, dass der geforderte U-Wert durch die festgestellten Abweichungen in keinem Fall gefährdet war.

4. Ressourcen- und Energieeffizienz

Wir arbeiten stetig daran, unternehmensweit unsere Ressourcen- und Energieeffizienz zu verbessern. Dabei greifen wir unter anderem auf Monitoring-Systeme zurück, mit denen Stromverbrauch und Heizenergie in unseren Gebäuden und Prozessen kontinuierlich erfasst und analysiert werden. Der Erfolg ist messbar: Im Zeitraum von 2005 bis 2013 konnten wir den Verbrauch von Strom und Heizenergie und damit den Emissionsausstoß in Deutschland trotz der um 31,5 Prozent deutlich gestiegenen Fertigungsmenge in etwa konstant halten. Der Bezug von Trinkwasser war sogar leicht rückläufig. Am Hauptstandort Weizen wird das Produktionswasser aus eigenen Brunnen bezogen, anschließend intern aufbereitet und in einer modernen Silo-Reinigungsanlage wiederverwendet. Nach mehrmaligem Durchlaufen dieses Kreislaufes gelangt das gereinigte Wasser zur städtischen Kläranlage. Ebenfalls konstant blieben in diesem Zeitraum die Abfallmengen. Die Abfallkosten konnten zugleich um ca. 20 Prozent reduziert werden. Ferner sind alle österreichischen Standorte seit 2004 zertifizierte Klimaschutzbetriebe des Klimabündnisses Österreich, bei denen unter anderem ein Energieleitfaden für alle Betriebsgebäude zum Einsatz kommt.

Konsequenter Einsatz regenerativer Energien

Mit Blick auf die Schonung von Ressourcen achten wir außerdem darauf, möglichst viel zertifizierten Ökostrom einzusetzen. Besonders erfolgreich sind wir hier in Deutschland, wo im Zeitraum von 2006 bis 2013 der Anteil an Ökostrom von 40 Prozent auf 100 Prozent gesteigert werden konnte. Allein in den Jahren 2012 und 2013 wurde dadurch im Vergleich zum bundesdeutschen Strommix laut Zertifikat Natur-Energie eine CO₂-Ersparnis von über 11.000 Tonnen erzielt. Am Standort Weizen betreiben wir zudem eine eigene kleine Wasserkraftanlage unter Berücksichtigung einer naturnahen Wasserführung. Darüber hinaus sorgen wir konsequent für eine Rückführung von recycelbaren Materialien sowie eine material- und umweltgerechte Abfallentsorgung.

5. Nachhaltigkeit in der Lieferkette

Als wichtige Maßnahme im Bereich Logistik und Lieferkette haben wir einen Lieferanten-Kodex („Supplier Code of Conduct“) implementiert, um Nachhaltigkeit auch in die Beschaffungsprozesse zu integrieren. Er orientiert sich an den Prinzipien des „Global Compact“ sowie an den im Sto-Leitbild festgehaltenen Wertvorstellungen und verlangt von unseren Lieferanten, diese zu akzeptieren und damit gewisse Mindestverpflichtungen einzugehen. Darüber hinaus fordern wir unsere Zulieferer auf, Auskunft über wichtige ökologische, ökonomische und soziale Indikatoren zu geben. Die dabei gewonnenen Erkenntnisse fließen in die zweimal jährlich stattfindende Lieferantenbewertung ein und werden bei Bedarf im Rahmen von Vertragsgesprächen diskutiert.

In Bezug auf Beschaffung achten wir außerdem darauf, regionale Produkte – wo dies möglich und wirtschaftlich sinnvoll ist – zu bevorzugen, um die Transportwege kurz und den Ressourcenverbrauch gering zu halten. In Deutschland werden rund 72 Prozent des Einkaufsvolumens von Hauptrohstoffen und Verpackungen im Umkreis von maximal 350 Kilometern beschafft, Dämmplatten im Umkreis von maximal 250 bis 300 Kilometern.

Nachhaltige Mobilität

Routen und Transportwege zu optimieren, ist auch bei unserer eigenen Nutzfahrzeugflotte ein wichtiges Thema. Wir fördern wirtschaftliches und umweltbewusstes Fahren unter anderem durch die Teilnahme unserer Kraftfahrer an entsprechenden Schulungen beim Kauf neuer LKWs oder setzen moderne Monitoring-Systeme ein. Durch die Nutzung der BahnCard Business für Geschäftsreisen ist die Mobilität in Fernverkehrszügen innerhalb Deutschlands mit 100 Prozent Ökostrom garantiert. Bei der Auswahl an Dienstfahr-



zeugen orientieren wir uns an einer komplexen Vollkostenanalyse mit optimalem Verhältnis zwischen Preis, Leistung, Verbrauch und CO₂-Ausstoß.

2014 haben wir zudem begonnen, in Elektromobilität zu investieren, um die hier gegebenen Chancen auszuloten. Gerade im ländlichen Raum, wo das Netz der öffentlichen Verkehrsmittel nicht so ausgebaut ist wie in der Stadt, ist die individuelle Mobilität wichtig. Dazu wurde eine Ladesäule mit zwei Stromanschlüssen installiert, die sowohl von Mitarbeitern und Besuchern von Sto als auch von Touristen genutzt werden kann. Gespeist werden die beiden Steckdosen der Ladesäule mit Ökostrom aus Wasserkraft. So ist gewährleistet, dass man auch wirklich klimafreundlich unterwegs ist.



Bewusst bauen

Nicht nur unsere Mobilität ist in unsere Nachhaltigkeitsaktivitäten integriert, auch unsere Immobilien setzen ein Zeichen für mehr Nachhaltigkeit. Neben verschiedenen existierenden Sto-Gebäuden, die den Passivhausstandard erfüllen, errichten wir am Hauptstandort Weizen ein neues Büro- und Verwaltungsgebäude nach dem DGNB-Standard Gold. Das Vorzertifikat für diesen Bau, der in 2016 bezugsfertig sein soll, wurde Anfang 2015 von der Deutschen Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (DGNB) an Sto überreicht.

6. Soziales Engagement

Auch soziales Engagement hat bei Sto eine lange Tradition. Wir übernehmen Verantwortung sowohl gegenüber unseren Mitarbeitern als auch für Menschen außerhalb unserer Unternehmensgruppe. Ein grundlegendes Nachhaltigkeitsziel besteht darin, allen Beschäftigten von Sto ein motivierendes und gesundheitsförderliches Arbeitsumfeld zu schaffen. Aus diesem Grund sorgen wir für Sicherheit am Arbeitsplatz, bieten zahlreiche Qualifizierungsmaßnahmen an, fördern die bessere Vereinbarkeit von Familie und Beruf, etablierten Gesundheitsmanagementprogramme und informieren über Energiespartipps. Durch umfangreiche Ausbildungsaktivitäten schaffen wir Perspektiven für die junge Generation und bauen für Sto einen Pool an qualifizierten Fach- und Führungskräften auf.

Eine jährliche Erhebung der CSR- und Mitarbeitermaßnahmen, Ausbildungsquoten und andere Kennzahlen helfen, in diesem Bereich Nachhaltigkeit messbar zu machen und Verbesserungspotenzial zu identifizieren.

Im Ergebnis führen diese Maßnahmen dazu, dass Sto als einer der besten Arbeitgeber Deutschlands gilt: In einer Focus-Umfrage unter knapp 20.000 Arbeitnehmern wurden die 800 besten Arbeitgeber mit mehr als 500 Mitarbeitern aus insgesamt 22 Branchen ermittelt. In der Branche „Chemie und Pharma“ belegt Sto dabei den dritten Platz.

Sto-Stiftung engagiert sich für die Branche

Soziale Verantwortung endet für Sto jedoch nicht an den Werks-toren. Im Gegenteil: Die Muttergesellschaft, alle Tochterunter-nehmen und viele unserer Mitarbeiter engagieren sich gesellschaftlich in vielfältiger Weise. Daneben bildet die Sto-Stiftung einen bedeuten- den Eckpfeiler des sozialen Engagements. Die Sto-Stiftung wurde 2005 anlässlich des 50-jährigen Bestehens der Stifterin Sto SE & Co. KGaA ins Leben gerufen. Die Fördereinrichtung ist gemeinnützig und unterliegt der Aufsicht von Regierungsbehörden beziehungsweise des Deutschen Stiftungszentrums. Mit einem Stammkapital von einer Million Euro und einem ab 2015 auf 600.000 Euro erhöhten jährli- chen Fördervolumen gehört die Sto-Stiftung zum oberen Drittel deut- scher Stiftungen.

Mit dieser Stiftung übernimmt Sto direkt Bildungs-Verantwortung für das Gemeinwesen und unterstützt international vor allem den Bran- chennachwuchs in Aus- und Weiterbildung. Konkret fördert die Ein- richtung junge Menschen im Maler- und Stuckateurhandwerk ebenso wie Studierende der Bereiche Architektur und Bauingenieurwesen. Voraussetzungen sind Begabung, Engagement sowie wirtschaftliche Verhältnisse, die die Aus- und Weiterbildung erschweren.

Die Förderleistungen der Stiftung verstehen sich als Geschenk an unsere Partner in der Branche. Sie sind Ausdruck unseres Bemühens um Nachhaltigkeit auch im sozialen Bereich, die wir damit seit nun- mehr zehn Jahren kontinuierlich unter Beweis stellen.
(www.sto-stiftung.de)



Fassadendämmung und gebaute Vielfalt

In der Diskussion, welchen Beitrag das Bauen zur Energiewende leisten kann und muss, finden sich neben guten Argumenten auch hartnäckige Vorurteile. Eines davon lautet, dass Wärmedämm-Verbundsysteme das Gesicht unserer Städte zerstören, indem sie die Gestaltung aller Fassaden auf dem kleinsten gemeinsamen Nenner vereinheitlichen. Dass es Beispiele für einen solch unsensiblen Einsatz von Fassadendämmsystemen gibt, ist unbestritten. Ihnen gegenüber steht jedoch eine beeindruckende Vielzahl an ästhetisch gelungenen Umsetzungen – bei Sanierungen ebenso wie bei Neubauten. Schließlich trifft auch bei Dämmsystemen der gleiche Grundsatz zu, der auch für andere Baumaterialien gilt: Es kommt darauf an, was man daraus macht.

Das Herausarbeiten der kreativen Potenziale, die einem jeden Material innewohnen, ist eine genuin architektonische Aufgabe. Und so wie beim Übergang von der Holzbauweise zur Massivbauweise Anfang des 17. Jahrhunderts neue Formen und Methoden der Gestaltung von Bauwerken entwickelt wurden, so entfaltet auch die Dämmbauweise Schritt für Schritt ihre eigene Ästhetik. Wie das gelingen kann, wird im Interview mit Andreas Hild von Hild und K Architekten ebenso deutlich wie bei zahlreichen Bauprojekten der vergangenen Jahre, die sich ernsthaft mit dem gestalterischen Potenzial von Wärmedämm-Verbundsystemen, vorgehängten hinterlüfteten Fassadensystemen und Innendämmsystemen auseinandersetzen.

Dreidimensionale Fassadengestaltung

Andreas Hild im Gespräch



Wärmedämm-Verbundsysteme (WDVS) werden kontrovers diskutiert. Professor Andreas Hild (Hild und K Architekten, München) hat sich in den vergangenen Jahren intensiv mit dem Baustoff auseinandergesetzt und mit seinem Forschungsprojekt „Modulation der Dämmschicht“ neuen gestalterischen Möglichkeiten mit WDVS den Weg gewiesen.

Herr Professor Hild, wer oder was gab den Anstoß, über erweiterte Gestaltungsmöglichkeiten im Zusammenhang mit der Anwendung von WDVS nachzudenken?

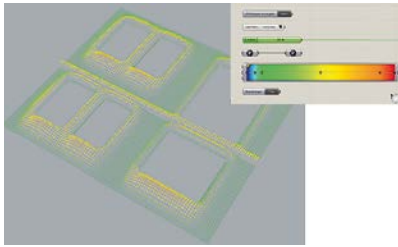
Obwohl es viele Gründe gibt, sich mit WDVS auseinanderzusetzen, waren und sind es für uns im Wesentlichen zwei Gründe. Der erste ist, dass man unter bestimmten Sanierungsaspekten, von denen die Kosten nur einer sind, um WDVS-Systeme nicht herumkommt. Das heißt, wir würden ohne sie bestimmte Aufgaben nicht bewältigen können. Also haben wir uns gesagt, wenn schon, denn schon – und haben uns bemüht, mit diesen Lösungen ein gestalterisches und technisches Niveau zu erreichen, das uns befriedigt und eben nicht nur eine Nachahmung von Putzsystemen darstellt. Wir haben nach einem Ausdruck gesucht, der dem WDVS innewohnt. Der zweite Grund erklärt sich aus unserer Bürohistorie. Wir haben immer gute Erfahrungen gemacht mit Materialien und Methoden, die sozusagen



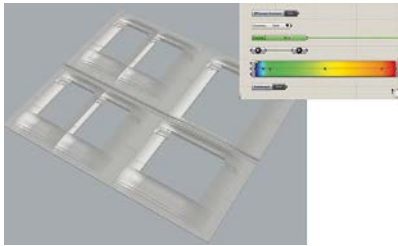
© Stefan Schumacher, München, DE



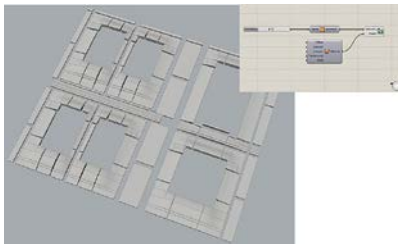
1. Thermografie



2. Simulation



3. Modulation



4. Zuschnitt

nicht gut beleumundet sind. Das heißt mit Dingen, die Architekten nicht so gerne machen, ja eigentlich meiden. Schaut man sich diese Dinge genauer an, so stellt man fest, dass sie oft eine Menge interessanter Möglichkeiten bieten, über die zuvor noch niemand nachgedacht hat; und genau das eröffnet dann Möglichkeiten für Innovationen auf einem Feld, wo es zunächst niemand erwarten konnte. Dieses Suchen nach Gestaltung beziehungsweise nach Möglichkeiten, einen Prozess zu moderieren und gestalterisch zu begleiten, ist leichter, wenn man sich in Themenfeldern bewegt, in denen man vergleichsweise allein steht. Wir halten uns also gern in der Nähe des „Giftschrankes“ auf.

Was ist der Hauptgrund für die kritische bis negative Haltung zahlreicher Architekten gegenüber WDV'S?

Das ist eine schwierige Frage, denn wir selbst sind ja auch als Architekten sozialisiert; auch wir haben ähnliche Vorbehalte wie die Mehrzahl der Kollegen. Ich glaube, diese kritische Haltung rührt in erster Linie aus der akademischen Grundhaltung oder Vorstellung, dass Gebäude etwas Echtes, Wahres und Authentisches haben müssen, und genau diese Eigenschaft billigt man dem WDV'S, also der „Dämmung unter der Oberfläche“, nicht zu. Das ist vermutlich der wesentliche Grund, warum Architekten Schwierigkeiten haben, dieses Bauprodukt anzuwenden. Diese Diskussion ist ein Thema der Moderne, in der es von Anfang an darum ging, die eigentlich traditionellen Aspekte des Be- und Verkleidens, der Diskrepanz zwischen Sein und Schein in allgemeinen Misskredit zu bringen und im Ergebnis in Vergessenheit geraten zu lassen.

Wie kam es zur Idee, die Stärke der Dämmschicht zu modulieren, und was waren die technischen Voraussetzungen, um eine solche Idee zu formulieren?

Zu Beginn denkt man vielleicht, dass das WDV'S das Gleiche ist, wie etwa ein Haus zu verputzen. Bei näherer Betrachtung stellt sich aber heraus, dass ein WDV'S ganz anders reagiert und funktioniert sowie anderen technischen Voraussetzungen und Zulassungen unterliegt. Und während man beim verputzten Haus im Prinzip den Putz modulieren kann, um ein Relief zu erzeugen, ist das beim WDV'S schwierig bis unmöglich. Putz reagiert beispielsweise relativ empfindlich in waagerechter Anwendung; eignet sich also weniger für Flächen, auf denen Wasser stehen kann. Wenn man über dieses Problem nachdenkt, kommt man schnell dahin, eventuell in der Dämmung ein leicht zu modulierendes Material zu sehen. Natürlich war und ist das WDV'S ursprünglich dafür nicht gedacht. Folglich mussten auch im

Bereich der Putze, Bewehrungen und Gewebe neue Entwicklungen angestoßen werden.

Ein Schlüsselbegriff in diesem Zusammenhang ist die digitale Prozesskette. Was beschreibt sie genau?

Schlussendlich ist es die logische und zuverlässige Abfolge von Entscheidungen auf dem Weg zu einer konstruktiv, technisch und gestalterisch optimalen Formfindung. Also der Versuch, eine Gestaltung zu realisieren, die sich nicht zuletzt auch aus dem Wärmedurchgang eines Gebäudes ergibt. Damit beschreibt das Wärmebild eines Hauses den ersten Schritt dieser Prozesskette und die Endabnahme der fertigen Fassade – der tatsächlichen Gestalt – den letzten Schritt.

Welcher Einzelschritt ist der wichtigste in dieser Kette?

Der wichtigste Einzelschritt ist wahrscheinlich die Interpretation der Infrarot-Aufnahme, denn es ist keinesfalls so, dass es da eine 1:1-Zwangsläufigkeit gibt. Bestimmte Parameter müssen festgelegt, bestimmte messtechnische Aspekte berücksichtigt werden. Diese Interpretation der Daten ist wahrscheinlich der entscheidende Schritt, in dem bereits festgelegt wird, wie das Haus aussehen wird. Es ist nicht so, dass der Computer selbstständig die Fassadenentwürfe generiert.

Entsteht nicht trotz des Gestaltungsspielraumes bei der Modulation der Dämmschicht das Risiko eines „Immer-gleich“? Wärmebrücken existieren schließlich stets an ähnlichen Punkten von Konstruktionen.

Das Risiko eines „Immer-gleich“ sehe ich gar nicht, weil erstens keine Gefahr besteht, dass nun alle Häuser auf diese Art und Weise behandelt werden, zweitens jedes Haus ein anderes Wärmebild abgibt, und es drittens bekannt ist, dass Häuser, die auf ähnliche Weise zustande kommen, auch ähnlich sind und aussehen. Das war zu allen Zeiten so.

Was sagen Sie zur Behauptung, in Zukunft übernehme die Bauphysik die Gestaltung großer Flächenanteile unserer Gebäude?

Gegenfrage: War die Bauphysik nicht schon immer ein wesentlich bestimmender Faktor architektonischer Gestaltung? Es geht darum, das Kalte und Nasse draußen zu halten, um es innen warm und angenehm zu haben. Und das ist zuerst ein bauphysikalisches, ein konstruktives und im Weiteren dann auch ein ästhetisches Problem. Bauphysik und Gestaltung bestimmen den jeweiligen Wandaufbau in der Architektur – seit dem Verlassen der Höhle.



5. Montage



6. Modulation von Wärmedämm-Verbundsystemen

Ist die optimale Anpassung der Dämmschicht an den jeweils errechneten Wert der eigentliche Zweck von Modulation oder reicht ihr Potenzial weiter?

Das ist eine interessante Frage! Der eigentliche Zweck dieser Idee lag in der Vorstellung, einen Ausdruck oder eine Ästhetik zu entwickeln, die nur mit WDVS Sinn macht. Eine Ästhetik, die auch den Unterschied zwischen einem normal verputzten Haus und einem mit einem WDVS ausgerüsteten Haus aufzeigt. Insofern verfolgt die Modulation zuerst einen gestalterischen Zweck. Im Moment sind Dämmstoffe zwar nicht teuer, aber es ist denkbar, unter der Zielsetzung eines Ressourcen schonenden und Material sparenden Sanierens und Bauens eine Dämmung nur an den Stellen einzusetzen, wo man sie nachweislich braucht. Die Möglichkeiten des Verfahrens weisen weit über Fragen wie jene nach einer außen ablesbaren Heizkörpernischendämmung hinaus.

Bereitet die Modulation nicht zugleich den Boden für eine willkürliche Gestaltung jener Flächen, die tatsächlich ganz schlicht am besten aussehen?

Dazu müsste man erst einmal einen gesellschaftlichen Konsens darüber herbeiführen, dass einfach, glatt und gerade immer am schönsten sei. Es bleibt die Frage: Ist eine Fassade, die senkrecht auf dem Boden steht, immer ohne Willkür? Ich glaube, Gestaltung enthält immer ein gewisses Maß an Willkür. Positiv formuliert, geht es dabei um den Gestaltungsspielraum. Wenn man den Willkür nennt, trägt letztlich alle Gestaltung dieses willkürliche Element in sich.

Es geht wohl um die Angst, dass zukünftig einfach alle Flächen „gestaltet“ werden könnten; auch solche, die es nicht erfordern.

Ich glaube, das ist eine kühne These! Und ich glaube auch, dass in unserer gestalteten Umwelt tatsächlich alles gestaltet ist und gestaltet werden muss. Neben den bestehenden Möglichkeiten, eine glatte Wand zu gestalten – etwa aus Beton, naturbelassen oder beschichtet, farbig oder weiß verputzt, mit Glasfliesen belegt und so weiter –, ist die Alternative der Modulation einer Dämmschicht eine weitere Option, die für sich genommen nicht sehr ins Gewicht fällt.

Es gibt andererseits Stimmen, die verknüpfen die Uniformität von Gebäuden mit den Gestaltungsmöglichkeiten verwendeter WDVS.

Die Frage der Uniformität resultiert aus der offenkundigen Verweigerung von Gestaltung, die sich nur zu oft aus der Tatsache ergibt, dass selbst bei der straßenweisen Applizierung von WDVS kein Architekt

hinzugezogen wird. Das Material ist unschuldig. Entscheidend ist der Gestaltungswille. Das haben Sie bei Beton, Ziegeln oder anderen Materialien genauso. Es geht immer um die konkrete Verwendung. Dabei liegt es nicht ohne Weiteres auf der Hand, wie eine WDVS-Fassade gestaltet werden sollte, weil sich die überkommenen Gestaltungsmerkmale, wie man sie von Putzfassaden kennt, häufig nicht gut oder überhaupt nicht eignen, um auf WDVS-Fassaden angewendet zu werden. Daraus ergibt sich eine Lücke zwischen der massenhaften Verwendung und den Angeboten neuer Gestaltungsmöglichkeiten. In dieser Lücke haben sich jene Leute komfortabel eingerichtet, die sagen, ein WDVS ist das Billigste und Einfachste und wir machen es grad und gut. Das ist auch eine Folge des Preisgefüges oder des Preisdrucks, unter denen bestimmte Maßnahmen durchgeführt werden. Es entstehen natürlich zuweilen gestalterische und funktionale Probleme, die, wenn man sie nicht fachgerecht angeht, Gebäude mit WDVS nicht schöner werden lassen. Wie auch? Dinge werden äußerst selten von selbst besser. Es muss jemand wollen, verantworten, durchführen lassen und schließlich auch bezahlen.



Unter dem Signet „iD – Individual Digital Engineering“ versammelt Sto Dienstleistungen und technische Lösungen, die parametrische Entwurfsprozesse mit industriellen Fertigungsverfahren verbinden. iD-Lösungen basieren auf durchgängig digitalen Prozessketten. Sie verknüpfen die Einzigartigkeit einer Gestaltung mit den Vorteilen hochpräziser serieller Vorfertigung wie Schnelligkeit, Wirtschaftlichkeit und vor allem hochgradiger Ergebnissicherheit.

Wohn- und Atelierhaus „Kleiner Ritter“ in Frankfurt am Main, DE



Der Neubau, der eine kleine marode Häusergruppe ersetzt, nimmt die einstige Kubatur auf und setzt sie in eine moderne Formensprache um.

architekten mit der Planung eines Wohn- und Atelierhauses an dieser Stelle, nachdem sich eine Sanierung als unwirtschaftlich erwiesen hatte. Dennoch wollten die Architekten den Bezug zur historischen Situation vor Ort nicht negieren. Zwar nimmt der Neubau die Kubatur der Bestandsgebäude in konsequent moderner Formensprache auf, aber das schien den Planern noch zu wenig. Es war schließlich das akribisch festgehaltene Aufmaß des konstruktiven Fachwerks, das den entscheidenden Impuls gab. Daraus entstand die Idee des Nachbildens auf der hochgedämmten Fassade, jedoch nicht als klassisches Abbild, sondern semiotisch überlagert.

Im Frankfurter Stadtteil Alt-Sachsenhausen wurde ein kleines, baufälliges Gebäudeensemble durch einen Neubau ersetzt. Mit viel Einfühlungsvermögen gelang es Franken Architekten, über die Fassade den Bezug zum ehemaligen Bestand herzustellen. Im Umfeld überwiegend touristischer Lokaltäten setzt das dreieckige Haus mit seiner offenen Nutzung aus Gewerbe und Wohnen stadtplanerisch einen wichtigen Akzent.

Es scheint sie noch zu geben, die Bauherren, die sich für anspruchsvolle Architektur engagieren und darüber hinaus auch noch stadtplanerische Impulse setzen. Den lange Zeit vernachlässigten Frankfurter Stadtteil Alt-Sachsenhausen prägen heute vor allem touristische Lokaltäten. Vielfach ist es um die Bausubstanz der Gebäude nicht gut bestellt. Die dreiteilige Häusergruppe in der Rittergasse 11 war so marode, dass selbst das Amt für Denkmalschutz kein Interesse am Erhalt zeigte. Der Bauherr und Projektentwickler Steen Rothenberger beauftragte 2011 Franken



Je nach Lichteinfall zeichnet sich das in die massiven Fassadenplatten gefräste Tragwerk des Vorgängerbaus ab.

Bauherr:

Rothenberger Anshin GmbH,
Bad Homburg, DE

Architekt:

Franken Architekten GmbH,
Frankfurt am Main, DE

Standort:

Kleine Rittergasse, Frankfurt am Main, DE

Sto-Kompetenzen:

Fassadendämmsystem (StoTherm Vario) mit
gefrästen Fassadenplatten (StoDeco Plan)
aus Verofill, abgesandete Schlussbeschichtung

Fachhandwerker:

Helmut Lindt Malerfachbetrieb GmbH,
Frankfurt am Main, DE

Fotos:

Axel Stephan Fotodesign,
Frankfurt am Main, DE

Um die Möglichkeiten hochtechnisierter Fertigungsmethoden wissend, wandten sich die Architekten an die Firma Sto. In enger Zusammenarbeit zwischen Planer und Industrie gelang eine überzeugende Lösung, die ein ganz neues Element in die Fassadengestaltung bringt. Grundlage dafür war die massive Fassadenplatte StoDeco Plan auf der Basis silikatischer Mikrohohlkugeln, ursprünglich für die Rekonstruktion historischer Zierelemente und Leisten entwickelt. Die Raffinesse des daraus entstandenen Entwurfes liegt im Zusammenspiel der maschinellen Fräsung mit dem Licht, das das Abbild erst über den Schattenriss erkennbar werden lässt und es zusätzlich, je nach Lichteinfall, verändert. Dafür wurde das Aufmaß des Fachwerkes in eine digitale Interpretation der Balkenlage umgesetzt. Mithilfe eines Algorithmus gibt ein „Zitterstrich“ nun die alte Fassadenstruktur, eingefräst in die Fassade, wieder. Insgesamt 144 Platten wurden so mit einer acht Millimeter breiten und fünf Millimeter tiefen Keilnut versehen.

Das kleine Ensemble zieht nicht nur durch die subtile Fassadengestaltung die Aufmerksamkeit auf sich, auch sein Raumprogramm unterscheidet sich auffallend von seinen Nachbarn. Mit seiner unkonventionellen Mischnutzung belebt es die in Alt-Sachsenhausen vormals traditionelle Verbindung von Wohnen und Arbeiten wieder neu. Ein Atelier mit Fotostudio und Galerie sowie einer offen gestalteten Küche als Blickfang nimmt das Erdgeschoss ein. Ergänzt wird der



Das Nachbild des historischen Fachwerks wird nur durch den Schatten der Keilnut sichtbar.

großzügige Ausstellungsbereich im Untergeschoss mit einer raffiniert in Szene gesetzten Bar sowie einer eigenen Apfelweinkelterei. Die flexiblen Raumstrukturen erlauben eine freie Nutzung für verschiedene Events. Darüber, im 1. Obergeschoss, liegen die Büroräume der Fotografen. Das 2. Obergeschoss mit Blick über die verschachtelte Dachlandschaft ist allein dem Wohnen vorbehalten. Der in den historischen Plänen nicht existierende Freiraum zwischen Vorder- und Hinterhaus wurde mit einem dritten, schmalen Baukörper wieder geschlossen, so dass sich die Straßenansicht heute als dreigiebliges Gebäude auf einem mit Naturstein verkleideten Sockel präsentiert. Mit derselben Leidenschaft zum Detail, mit der die Architekten die Fassade gestalteten, pflanzten sie auch den Innenausbau. Das Interieur orientiert sich an einem zeitgenössisch interpretierten Stil der Arts-and-Crafts-Bewegung aus der Mitte des 19. Jahrhunderts. Entsprechend sind beide Wohnungen komplett mit Einbaumöbeln ausgestattet. Die Materialität und Farbe von Einbauten und Böden in massiver Eiche, dunkelgrünen Fliesen, auberginefarbenen Wänden und Oberflächen sowie Arbeitsplatten aus Messing stellen prägnante Bezüge her. Armaturen und Türklinken sind auf das unbehandelte Messing reduziert, sodass sie stilecht patinieren können. Vereinzelt stehen Fragmente verfremdeter Songtexte auf den Schranktüren in unmittelbarer Verbindung mit dem Muster auf der Fassade. Auch

hier handelt es sich, wie bei der Fassade, um eine Art Schrift, die einen geheimen Text verschlüsselt. So unkonventionell sich dieses Projekt darstellt, so ungewöhnlich ist auch seine Finanzierung. Die Kleine Rittergasse 11 ist in Deutschland das erste Architekturprojekt, das die aus dem Social-Media-Bereich kommende Partizipationsmöglichkeit des Crowdfunding nutzte. Frankfurter Bürgern bot sich erstmals die Chance, sich an der Aufbesserung eines ihrer Stadtteile zu beteiligen. Das Beispiel von Alt-Sachsenhausen zeigt, dass private Initiative nicht nur Stadt gestalten kann, sondern darüber hinaus auch noch ökonomische Anreize bietet.



Wertige Tischlerarbeiten und Vollholzparkett prägen den Innenausbau. Impulsgebend für die Oberflächenbehandlung war die Arts- und Crafts-Bewegung.



Hochschule für Kommunikation und Gestaltung in Ulm, DE



Die drei Ebenen des Gebäudes schieben sich in unterschiedliche Richtungen und nehmen dadurch Sichtachsen zum Fluss und zur Altstadt auf.

Wie selbstverständlich fügt sich der flache Neubau der Hochschule zwischen die Überreste der Bastionen am Ulmer Donauufer. Nothing Generalplaner ordneten die drei leicht gegeneinander versetzten Etagen des Gebäudes so an, dass der Bildungsbau optimal mit dem öffentlichen Raum verzahnt ist.

Die private Hochschule liegt auf einem Plateau etwas oberhalb der Donau. Auf der Südseite stellt eine großzügige Freitreppe die Verbindung zum Fluss her. Während die teilweise in den Hang gebaute untere Ebene direkt vom öffentlichen Uferweg aus zugänglich ist und



Markante Mauerreste der ehemaligen Bundesfestung und das Flussufer begrenzen das Grundstück im Süden und Osten.

vor allem Seminarräume und Werkstätten beherbergt, wird die mittlere Etage über eine öffentliche Treppe erschlossen. In diesem Geschoss sind ebenfalls Seminar- und Verwaltungsbereiche untergebracht, die jedoch durch einen kleinen Freibereich mit Blick auf die Donau bereichert werden. Im obersten Stockwerk befindet sich eine großflächige Mediathek, die von einer Dachterrasse für die Studierenden ergänzt wird und etwa die Hälfte des gesamten Geschosses einnimmt. Eine zentral angeordnete, innen liegende Treppe verknüpft die Ebenen intern miteinander und ein über der Treppe angeordnetes großes Oberlicht erhellt die Flurzonen im Innenbereich. Zwei Lichthöfe auf der Westseite ermöglichen zusätzlich eine natürliche Belichtung der hangseitigen Räume und schaffen gleichzeitig vertikale Verbindungen. Die übrigen Fassaden des Massivbaus sind mit weißem Glasmosaik belegt, dessen pixeliges und leicht funkelndes Erscheinungsbild die Architekten als Anspielung auf den „kommunikativ-gestalterischen“ Lehrbetrieb sehen.

Bauherr:

HfK+G Ulm Hochschule i.G, Ulm, DE

Architekt:

Nothing Generalplaner Ulm/Neu-Ulm GmbH, Ulm, DE

Standort:

Schillerstraße, Ulm, DE

Sto-Kompetenzen:

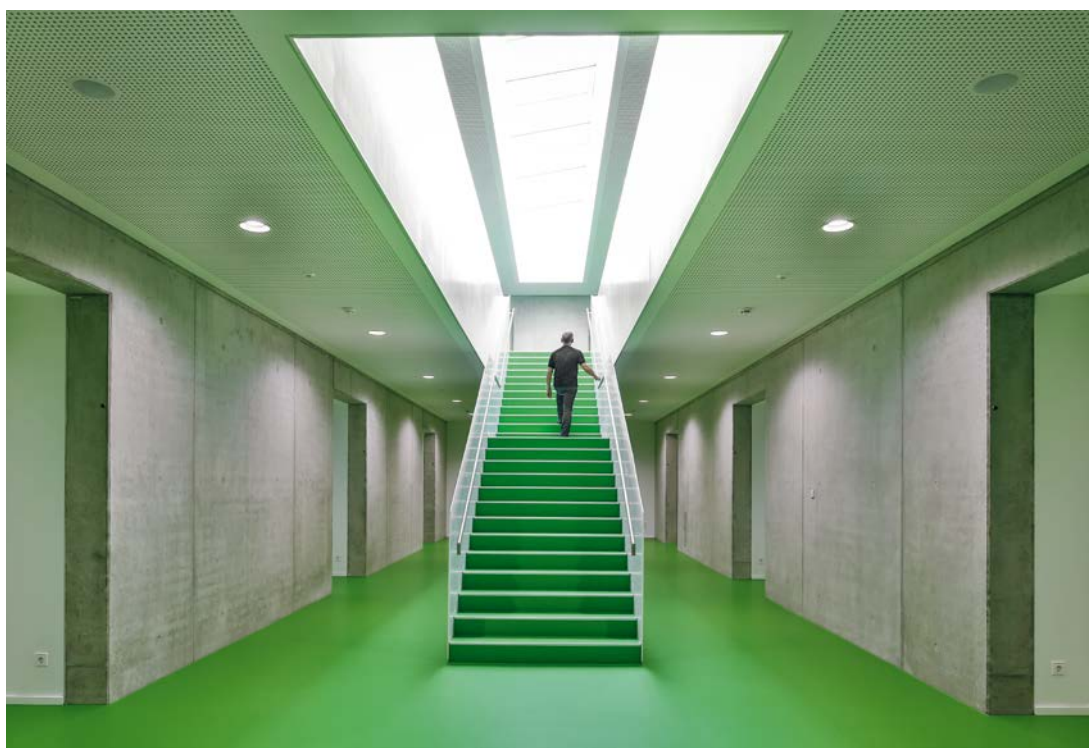
Vorgehängtes hinterlüftetes Fassadensystem (StoVentec M) mit Glasmosaik

Fachhandwerker:

Dieter Eitle GmbH, Neu-Ulm, DE

Fotos:

Martin Duckek, Ulm, DE



Im Inneren dominiert Sichtbeton, was den „Werkstatt-Charakter“ des Gebäudes unterstreichen soll. Passend dazu setzen die Architekten bei den Bodenbelägen auf Farbe.

Neubau auf dem Campus der Wirtschaftsuniversität in Wien, AT



Die warmen Farbtöne des Fassadenputzes, von dunklem Orange bis zu hellem Beige, lassen die zwei einzelnen Gebäude auf dem Campus der Wirtschaftsuniversität freundlich und einladend wirken.

Auf dem Gelände der Universität in der österreichischen Hauptstadt entwarf das Architekturbüro CRAB studio zwei farbenfrohe Gebäude mit markanter Fassade. Zahlreiche horizontal und vertikal angeordnete Holzlamellen als feststehender Sonnenschutz betonen das ungewöhnliche Erscheinungsbild des Komplexes.

Vom westlichen Zugang bis hin zum Zentrum des Campus der Wirtschaftsuniversität erstrecken sich die zwei organisch geformten Gebäude. Dabei ist eines dem Öffentlichen Recht (D3) und eines der Administration (AD) gewidmet. Der Bau D3 bildet die südliche Grenze zum Wiener Prater und bietet mit zahlreichen Durchgängen, Terrassen, Atrien und Freiräumen mit Sitzgelegenheiten reizvolle Ausblicke auf das bekannte Ausflugs- und Erholungsgebiet. Drei Departements, vier Forschungsinstitute, die Spezialbibliothek Wirtschaftsrecht sowie Seminar- und Projekträume sind im Gebäude D3 untergebracht. Der Komplex AD hingegen orientiert sich zur Mitte des Campus und bietet Platz für die Verwaltung der Universität. Farblich abgestufte Fassadenbänder, von dunklem Orange bis zu hellem Beige, prägen das Ensemble. Die aus unbehandelter Weißtanne hergestellten Holzlamellen dienen als Brise Soleil. Diese

horizontal und vertikal angeordneten Latten erinnern an den dichten Baumbestand des Praters. Die intensive farbige Gestaltung im Außenbereich setzt sich in den Innenräumen fort: Kräftige Grün-, Blau-, Gelb- und Rottöne an Wänden und Decken akzentuieren die Lern- sowie Flurbereiche. So ermöglichen unterschiedliche Aufenthaltsqualitäten den Studenten individuell zu lernen und die Räume nicht nur für die Vorlesungen aufzusuchen.

Bauherr:

Projektges. WU Wien Neu GmbH, Wien, AT

Architekt:

CRAB studio, London, UK

Standort:

Welthandelsplatz, Wien, AT

Sto-Kompetenzen:

Fassadendämmsysteme (StoTherm Classic, StoTherm Vario)

Generalplaner:

BUSarchitektur, Wien, AT

Vasko+Partner Ingenieure, Wien, AT

Fachhandwerker:

Zinnrot Fassade & Malerei GmbH, Wien, AT

Fotos:

Christian Schellander, Villach, AT



Spannend angeordnete Holzlamellen bekräftigen den besonderen Charakter.

Einfamilienhaus in Ludwigsburg, DE



Geschickt fügen sich die Wand- und Dachflächen zu einem kompakten Ganzen. Vor- und Rücksprünge lassen nicht erahnen, dass das Gebäude rundum mit einem Fassadendämmsystem versehen ist.

Eine kühle Eleganz geht von den Räumen aus – und dabei ist das Wort „kühl“ wörtlich zu nehmen. Selbst von den im Sommer herrschenden 33 Grad Außentemperatur ist in dem Ludwigsburger Einfamilienhaus kaum etwas zu spüren. Es sei denn, man verlässt den Innenraum. Fast unbemerkt vollzieht sich der Übergang vom Wohnraum ins Freie: Nahtlos gehen die großformatigen Kalksandsteinplatten des Wohnzimmerbodens in die Terrasse über. Ein harmonischer Dreiklang immer wiederkehrender Materialien dominiert das gesamte Haus: beigefarbener Stein, durchgängig weiß verputzte Decken und Wände und der dunkel gebeizte Ahorn des wenigen, aber bewusst platzierten Mobiliars.

Das Innere wirkt ebenso großzügig wie die Fassaden des dreistöckigen, flachgedeckten Baus. Zum Teil gebäudehohe Glasflächen sowie über Eck laufende, fast rahmenlose Fensterbänder lockern das Gefüge der durchweg weiß verputzten Flächen und ihrer Vor- und Rücksprünge auf. Jede Seite besitzt ein anderes Gesicht: Im Osten befindet sich der Eingang mit Vorfahrt und eingeschossiger Garage, der Süden ist über einen Grünstreifen und eine Hecke von der Straße



Nordansicht: Nachts setzen die unterschiedlich proportionierten und ausgerichteten Fenster das Gebäude in Szene.

getrennt. Die Westfassade öffnet sich zu Terrasse und Garten, während der Norden vorwiegend geschlossen bleibt. Aus der Distanz gesehen, erschließt sich der Grundriss mit Ausnahme des zentralen Luftraums nicht, und das scheint so gewollt: Das Haus zeigt größtmögliche Offenheit und garantiert doch seinen beiden Bewohnern den privaten Rückzugsort, den sie benötigen.

Wie eine Skulptur passt sich der unterste Treppenlauf in den schlichten, weiten Wohnraum des Erdgeschosses ein – um sogleich hinter einer Wand zu verschwinden. Auch im Obergeschoss herrscht die kühle Eleganz von Kalksandstein, weißer Wand und dunkel gebeiztem Ahorn. Horizontale und vertikale Fensterflächen tauchen die punktuell scharf hervorgehobenen Oberflächen in ein weiches Licht. Vorbei geht es am offenen Arbeitsplatz zur Rechten und dem Gästezimmer gegenüber an den Fuß einer schmalen Brücke mit Brüstung aus halterlosem Glas. Auf der anderen Seite des „Grabens“ verbergen sich die Privaträume der Bauherren. Eine zweiflügelige, raumhohe Schwingtür schließt in offenem Zustand das Bad rechts und den Schlafraum zur Linken. Das Ende des Flurs, die begehbare Ankleide, wird durch einen Ausblick auf die unverbaute Landschaft gekrönt. Das zweite Obergeschoss ist einzig dem Sport und der Erholung gewidmet: Entlang der rückwärtigen Fassade reihen sich die einzelnen Kabinen, Sanitärbereiche und das mit schwarzem Feinsteinzeug ausgekleidete Dampfbad. Über Süden und Westen ist der Raum vollflächig zur Dachterrasse hin verglast.

Architekt:

architekten BDA Fuchs,Wacker.
Stuttgart, DE

Sto-Kompetenzen:

Fassadendämmsystem (StoTherm Classic)

Verarbeiter:

Eugen Schwarz Stuckateur GmbH
AUSBAU + FASSADE, Stuttgart, DE

Fotos:

Johannes Vogt, Mannheim, DE



Das Schlafzimmer eröffnet den Blick auf die unverbaute, grüne Landschaft.

Sanierung: Passivhochhaus in Freiburg, DE



Freiburgs Image als Ökostadt gründet auf den Protesten gegen das Atomkraftwerk Wyhl in den 1970er-Jahren. Seit 1992 schlägt sich das ökologische Bewusstsein auch im Stadtbild nieder. Mit dem Quartier Vauban entstand ein Vorzeigeprojekt des „grünen“ Bauens. Nicht weit davon entfernt das – bislang – krasse Gegenteil: der Stadtteil Weingarten.

Rund 10.000 Freiburger wohnen in Freiburg-Weingarten, das in den 1960er-Jahren erschlossen und von der Wohnungsbaugesellschaft Freiburger Stadtbau überwiegend mit ausdruckslosen Hochhäusern bebaut wurde. Zwar befinden sich zwischen den Bauten viele Grünflächen und auch die Anbindung an die Innenstadt ist sehr gut; dennoch hat das Viertel nicht den besten Ruf. Das soll sich nun ändern.

Bis 2020 wollen Stadt und Gesellschaft das Areal grundlegend sanieren und nachverdichten. Dabei soll der Primärenergiebedarf um rund 50 Prozent gesenkt werden. Begonnen wurde dieses Vorhaben mit der Sanierung eines 16-geschossigen Hochhauses. Das ehrgeizige Ziel: Es sollte das erste Passivhochhaus Deutschlands entstehen, das

Zusammen mit StoDesign wurde die farbliche Gestaltung der Fassade entwickelt. Sie nimmt spielerisch Bezug auf das schon vor der Sanierung verwendete Grün der Fassaden.



zugleich als Pilot- und Versuchsobjekt dienen soll. Zunächst wurde die Außenfläche des ohnehin schon kompakt gebauten Hochhauses minimiert. Die ehemals nach innen orientierten Loggien wurden dem Wohnraum zugeschlagen; als neuer Außenraum dienen nun vorgehängte Balkone. Durch die so hinzugewonnene Fläche und eine Neustrukturierung der Grundrisse ergab es sich, dass pro Geschoss statt bisher sechs nun neun Wohnungen Platz finden.

Um die energetischen Vorgaben zu erreichen, versahen die Architekten die Fassade mit einem 20 Zentimeter starken Wärmedämmverbundsystem. Zudem wurden die Fenster und Türen ausgetauscht und so der Energieverlust weiter minimiert. Kleinere Wärmebrücken blieben jedoch an den Anschlüssen der Balkone und den Rollläden erhalten; sie wurden mithilfe von Aerogel-Dämmungen ausgemerzt.

Zum Erreichen des Passivhaus-Standards trägt auch die zentrale Lüftungsanlage mit einer Wärmerückgewinnung von über 80 Prozent bei – sie stellte die größte Herausforderung an die Planer dar, da es bisher eine vergleichbare Anlage im Wohnungsbau noch nicht gab und ihr Einbau konstruktive Probleme nach sich zog. Die gesamte Planungsphase wurde vom Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (ISE) begleitet.

Bauherr:

Freiburger Stadtbau (FSB), DE

Architekt:

Adrian + Partner, Freiburg, DE

Standort:

Buggingerstraße, Freiburg, DE

Sto-Kompetenzen:

Fassadendämmsystem (StoTherm Mineral), Fassadenfarbe (Lotusan), StoCretec-Balkon- und Bodenbeschichtungen, Innenputze und -farben, StoDesign-Farbkonzept

Fachhandwerker:

Hermann Emter GmbH, Freiburg, DE

Fotos:

Johannes Vogt, Mannheim, DE



Freundlich gestaltet ist nun auch der Eingangsbereich. Ein Concierge sieht hier fortan nach dem Rechten und kümmert sich zudem um die Belange der Bewohner.

Konzert- und Kongresshalle „Infanta Doña Elena“ in Águilas, ES



Prominent platziert – direkt an der Hafenpromenade gelegen, avanciert die Konzerthalle in Águilas zum neuen Wahrzeichen der Stadt.

Die spanische Hafenstadt Águilas ist um eine kulturelle Attraktion reicher: Direkt am Strand, inmitten typischer Küstenort-Wohnbebauung, errichteten die Architekten Barozzi Veiga einen Konzertsaal. Der voluminöse Baukörper, der sich entlang der Hafenpromenade mit konkaven Fassaden biegt, ist Blickfang und Wahrzeichen der Stadt. Trotz seiner großen Baumasse überrascht das Gebäude mit Leichtigkeit und Dynamik. Im Inneren werden Ausblicke auf das türkisblaue Meer inszeniert.

Bislang setzte die Stadt Águilas – eine kleine Hafenstadt an der Mittelmeerküste im Südosten Spaniens – auf Tourismus in Verbindung mit seiner Fischertradition. An der Hafenpromenade, in direkter Nachbarschaft zu den Fischern, errichteten die spanischen Architekten Estudio Barozzi Veiga jetzt eine neue Konzerthalle. Es gelang ihnen, der Stadt ein Wahrzeichen zu schenken, das sich durch seine moderne Architektursprache zwar deutlich von der Umgebung absetzt, aber ebenso geschickt in das Stadtbild einfügt.

Barozzi Veiga, die gerade mit einem sensiblen und selbstbewussten Verwaltungsbau für das Weinbaugebiet Ribera del Duero im spanischen Burgos auf sich aufmerksam machten, zählen zu einer Generation junger spanischer Architekten, die auch international zu beeindruckenden weiß: Mit einem rationalen, zurückhaltenden und dabei gleichzeitig sehr poetischen Baustil geben sie der spanischen Architektur eine neue Richtung: Sie schaffen Bauwerke, die Einfachheit ausstrahlen, aber im Innersten wohl durchdacht sind. So wirkt die neue Konzerthalle in Águilas von außen wie ein weißer, strahlender Monolith mit sporadischen Fassadeneinschnitten – geheimnisvoll durch ihre Geschlossenheit, ruft sie doch Neugierde durch partiell erlaubte Einblicke hervor. Das Raffinierte des Bauwerks sind seine konkav vorgehängten hinterlüfteten Fassaden, deren Krümmung der Form der Bucht folgt. Die Architekten betonen, dass sich das Projekt aus den vorhandenen Gegebenheiten entwickelt hat. Auf der einen Seite fanden sie eine typische, touristisch orientierte Küstenbebauung mit Apartmentanlagen und seewärts ausgerichteten Balkonen vor, auf der anderen Seite spielt die Natur und geografische Lage in ihrem Entwurf eine entscheidende Rolle: Eine sanft geschwungene Bucht

Bauherr:

Ayuntamiento de Águilas, ES

Architekt:

Estudio Barozzi Veiga, Barcelona, ES

Standort:

Avenue Doctor Barnard, Águilas, ES

Sto-Kompetenzen:

Vorgehängtes hinterlüftetes Fassadensystem (StoVentec Fassade) mit konkaver Unterkonstruktion, Fassadendämmsystem (StoTherm Classic)

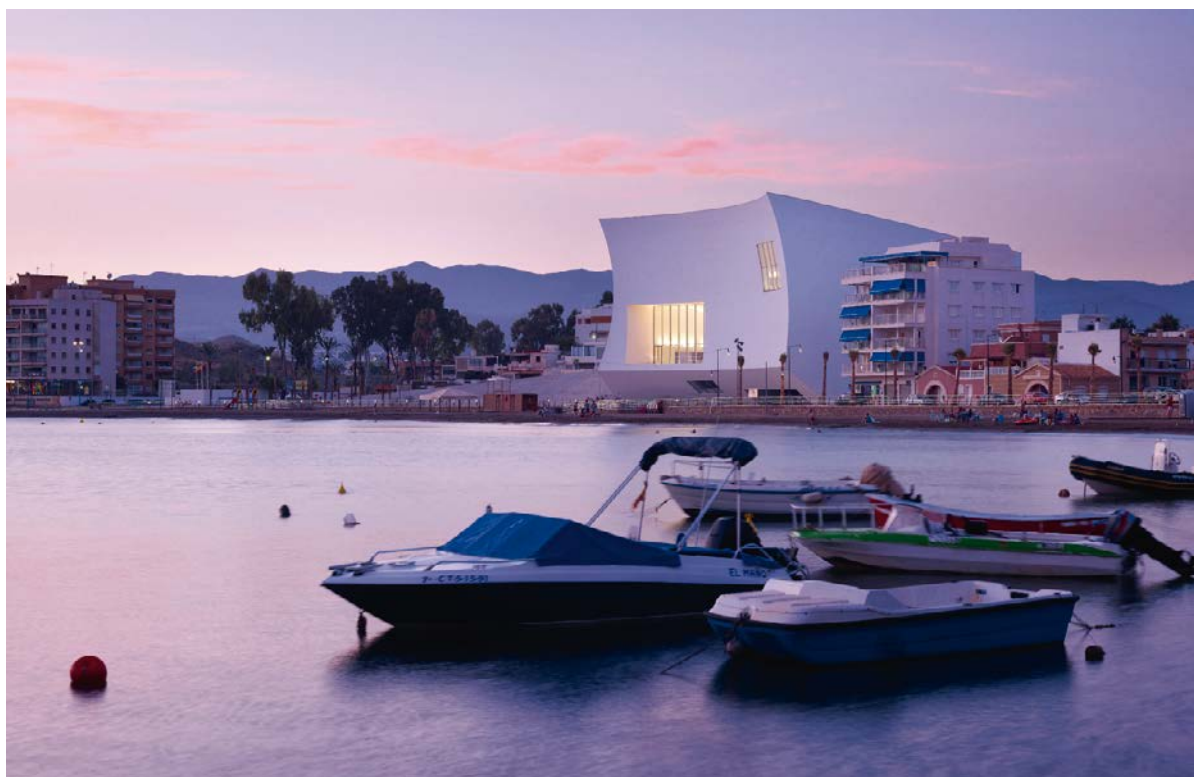
Fachhandwerker:

Atyrsa, Alcorcón, ES

Fotos:

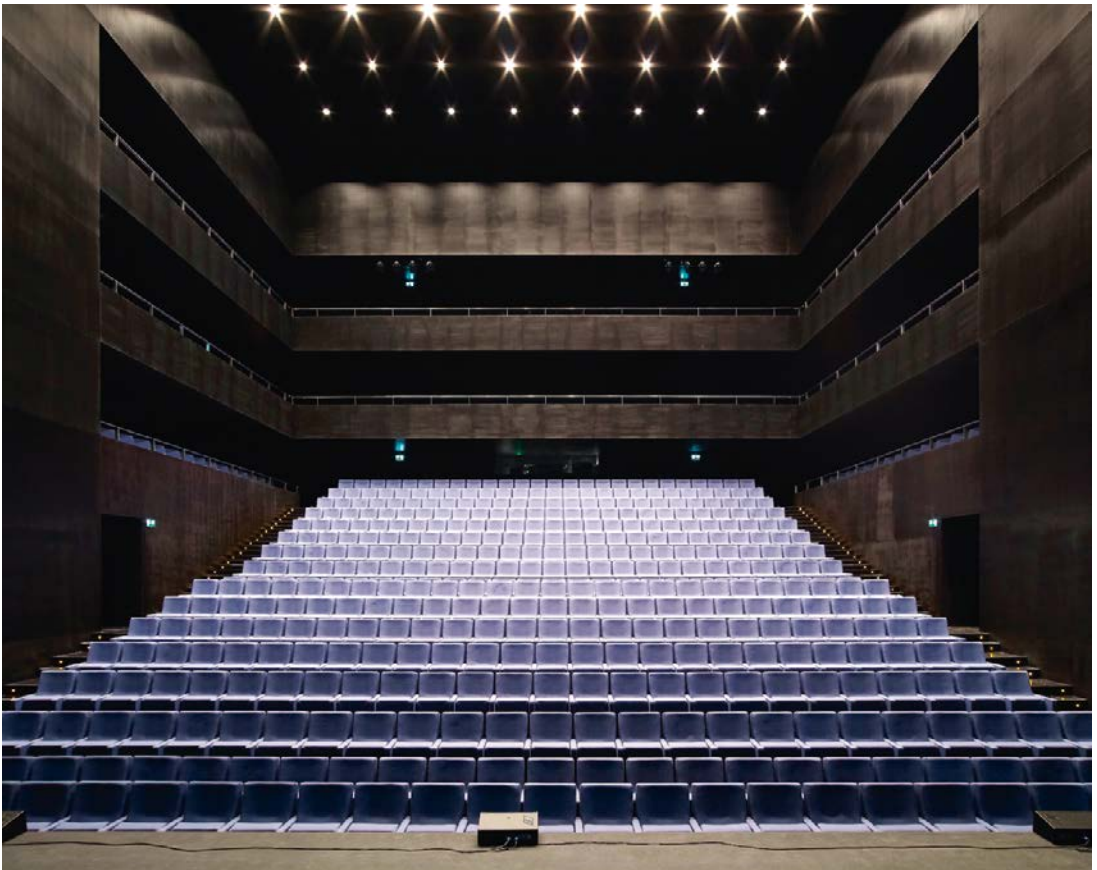
Julien Lanoo, Abele-Watou, BE

Trotz augenfälliger Differenz integriert sich der voluminöse Baukörper wie selbstverständlich in die vorhandene Bebauung.

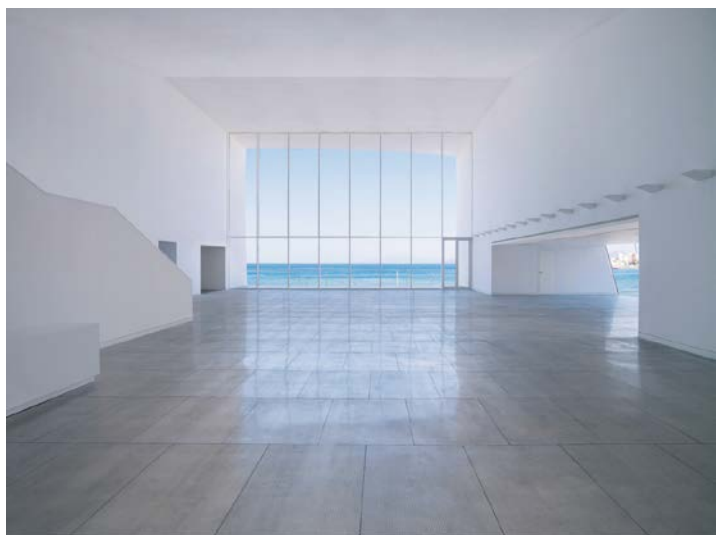


mit Sandstrand und dahinter liegender karger Felslandschaft bildet die Kulisse für das Auditorium. Der Entwurf reagiert auf beides, die urbane Künstlichkeit der Häuser wie die organische Natürlichkeit der Landschaft, aus deren Gegensatz sich die Spannung des Entwurfs entwickelt.

Die Konzerthalle zeigt sich als ein großer, massiver Körper, der sich von den kleinteiligen Fassaden der umliegenden Bebauung wohltuend durch seine klare, geschlossene Fassade absetzt. Zur Stadt hin gestalteten die Architekten die Fassaden der Konzerthalle rechtwinklig, während die der Natur zugewandte Seite organische Formen aufgreift. Durch die Abschrägung der Wände des Untergeschosses zur Strandpromenade erhält der voluminöse Baukörper eine Leichtigkeit und Dynamik, die angesichts seiner Größe überrascht. Eine Trep-



Dunkle, gedeckte Farbstimmung im Konzertsaal, in dem nichts vom Hörerlebnis ablenken soll.



Im Foyer wird der Blick auf das strahlend blaue Meer inszeniert.

penanlage, die sich aus dem Grundriss entwickelt und Besucher zum westlich gelegenen Haupteingang führt, vermittelt zur Strandpromenade. Im Inneren beeindruckt die Konzerthalle durch ihre reduzierte Gestaltung unter Einbeziehung der Landschaft. Ein großzügiges, sich über drei Stockwerke öffnendes Foyer empfängt die Besucher, Highlight ist eine deckenhohe Fensteröffnung zur Bucht. Die Glasfassade mit vorgelagertem Balkon gibt den Blick frei auf das Blau des Meeres, das durch das Weiß des Innenraums in Szene gesetzt wird. Der Konzertsaal selbst steht farblich in Kontrast zu den übrigen, vornehmlich in Weiß und Naturtönen gestalteten Räumen: Wie eine dunkle Höhle wirkt der mit drei Galerien ausgestattete Saal. Nicht das Sehen steht hier im Vordergrund, sondern das Hören. Ein wiederum in Weiß gehaltenes Atrium integriert die Treppenaufgänge zu den Galerien und wirkt durch seine Strukturiertheit aufgeräumt und geradlinig. Ein zusätzlicher Saal ist oberhalb des Foyers gelegen und bietet Platz für weitere Veranstaltungen.



Die konkav gestalteten Wände der seewärts gerichteten Fassade biegen sich sanft nach innen.

Revitalisierung des Bikini Berlin, DE



Direkt gegenüber der Gedächtniskirche steht das Bikini-Haus, dahinter liegt der Zoologische Garten.

Mit der Neueröffnung des Bikini Berlin wurde im Stadtbild City West ein Wahrzeichen wiederbelebt, das lange brachgelegen hat. Hild und K Architekten haben dem denkmalgeschützten Gebäude, das als eine Ikone des deutschen Wiederaufbaus gilt, durch eine aufwändige und sorgfältige Sanierung seine ehemals charakteristische Leichtigkeit zurückgegeben. Aber auch einige unerwartete Eingriffe prägen den Umbau und setzen Zeichen des Neubeginns.

Neben dem Zoologischen Garten und der Gedächtniskirche wurde Berlins City West um ein weiteres Touristenziel reicher. Dabei handelt es sich nicht um einen Neubau, sondern um einen wiederbelebten Gebäudekomplex aus den 1950er-Jahren: Das „Zentrum Zoo“ – ein Ensemble bestehend aus dem „Bikinihaus“ gegenüber der Gedächtniskirche, dem „Großen Hochhaus“ am Hardenbergplatz, dem Kino „Zoo Palast“, dem „Kleinen Hochhaus“ und dem Parkhaus am Elefantentor. Die denkmalgeschützten Bauten gehören zu den wenigen noch erhaltenen Zeitzeugen der bewegten Berliner 1950er-Jahre und sind beispielhaft für die architektonische Entwicklung der Nachkriegsmoderne. Bereits als die Architekten Paul Schwebes und Hans Schoszberger das

Die einander schuppenförmig überlagernden Putzbänder des Fassadendämmsystems erinnern an die Volants eines Sommerkleides. Die zuvor an dieser Stelle abgebauten farbigen Glasfliesen wurden wiederverwendet, indem sie geschreddert und die Splitter in den neuen Putz eingblasen wurden.

Zentrum Zoo zwischen den Jahren 1955 und 1957 realisierten, galt das Bikini-Haus als dessen Herzstück. Der 200 Meter lange und sechs Stockwerke hohe Flachbau bekam seinen besonderen Namen von der Bevölkerung, da er sie an die damals als gewagt geltende Bademode erinnerte: Das mittlere Geschoss war als offenes, lediglich von Stützen eingefasstes Stockwerk ausgeführt und ließ die Architektur zweigeteilt wirken. Als später eine Kunsthalle in das offene Mittelgeschoss einziehen sollte, wurde die Fassade geschlossen. Weitaus umfassendere Umbaumaßnahmen standen Ende der 1990er-Jahre an, als sich der Gebäudekomplex in stark sanierungsbedürftigem Zustand befand. Ein Investor, der die Qualitäten des Standorts erkannte, erwarb im Jahre 2002 das ganze Ensemble. Während der Masterplan für das komplexe Projekt vom belgischen Architekturbüro SAQ architects stammte, wurden Hild und K Architekten mit der Detailplanung und der Ausführung betraut. Dem Münchner Architekturbüro mit Niederlassung in Berlin oblag insbesondere die Gestaltung der Außenfassaden von Bikini-Haus, Kleinem Hochhaus und sämtlichen Neubauteilen sowie darüber hinaus der Innenausbau des Bikini-Hauses und des daran angrenzenden Erweiterungsbaus „Bikini Pool“. 2010 konnte mit den Umbauarbeiten begonnen werden. Die behutsame Revitalisierung, die das Zentrum Zoo wieder fest im Stadtbild der City West verankerte, dauerte bis Ende 2013. Seit das wiederbelebte Prunkstück im April 2014 eingeweiht wurde, präsentiert es sich mit einer gelungenen Mischung aus Historie und Moderne. Das sanierte Bikini-Haus, das nun in den unteren drei Stockwerken Einzelhandel und Gastronomie und darüber Büros aufnimmt, zeigt den gelungenen denkmalpflegerischen Ansatz besonders deutlich: Die Leichtigkeit, die das Gebäude zu seiner Erbauungszeit ausstrahlte, ist heute wieder erlebbar. Dafür wurde unter anderem die historische Fassade rekonstruiert. Die für die 1950er-Jahre typische zarte Eleganz der Fensterprofile und die Original-Farbigkeit in die neue Fassadenkonstruktion aufzunehmen, war Ziel und Herausforderung zugleich. Vor- und Rücksprünge der Betonelemente und variantenreiche Bänder aus Fensterelementen und Glasbrüstungen verleihen der Fassade den gewünschten eleganten und gleichzeitig leicht verspielten Charakter. Glaspaneele in den Farben Sand, Bernstein, Schwarz, Marmorweiß sowie Steingrau und dazu die goldfarbenen



Bauherr:

Bayrische Hausbau GmbH & Co. KG,
Niederlassung Berlin, Berlin, DE

Architekt:

Hild und K Architekten BDA,
München/Berlin, DE

Standort:

Hardenbergstraße 29/Budapester
Straße 38-50, Berlin, DE

Sto-Kompetenzen:

Fassadendämmsysteme (StoTherm Vario und StoTherm Mineral) mit für die 3D-Gestaltung der Fassade sondergefertigten Dämmplatten, organischer Deckputz (Stolit) mit eingblasenen Glaspartikeln

Fachhandwerker:

BIG.B Bau und Instandsetzung
GmbH, Berlin, DE

Fotos:

Maximilian Meisse, Berlin, DE



Das „Kleine Hochhaus“, das früher Bürogebäude war, beherbergt heute ein Hotel. Seine denkmalgeschützte Südfassade wurde rekonstruiert.

eloxierten Elemente der vertikalen Einfassungen unterstützen dies noch zusätzlich. Beim Umgang mit der „Bikini-Etage“ entschieden sich die Architekten jedoch für eine Neuinterpretation: Erst das Anbringen einer Glasfassade ermöglichte dort eine Ladennutzung. Mittels filigraner Ausführung konnte dennoch die ursprüngliche offene Wirkung wiedererlangt werden. Obwohl originale Materialien wie die ursprünglichen durchgefärbten Glasscheiben und Fliesen als solche nicht mehr genutzt wurden, kommen sie dennoch im neuen Bauzustand vor – wenn auch an ganz anderer Stelle: Zerkleinert und dem Putz als ein schimmernder Zuschlagstoff beigemischt, lassen sie die Oberflächen je nach Lichtverhältnis mal glitzernd, mal samtig-weich erscheinen. Und dies ist nicht die einzige Besonderheit des verwendeten Putzsystems: Die von den Architekten entworfenen „gefalteten“



Putzbänder verleihen den Wandflächen eine beinahe textil anmutende Plastizität. Auf diese Weise wurden nicht nur neue Gebäudeteile, sondern auch Wände im Innenraum des Erweiterungsbaus „Bikini Pool“ gestaltet. Texturen von Außenfassaden im Gebäudeinneren wieder auftauchen zu lassen, ist nur eines der Mittel, womit beim Erweiterungsbau der Brückenschlag zwischen innen und außen gelingt. Die Aussicht in den im Norden unmittelbar anschließenden Zoologischen Garten ist ein weiteres. Im zweistöckigen Erweiterungsbau wird diese Aussicht sogar zweifach inszeniert. Zum einen befindet sich auf dem Dach eine 7.000 Quadratmeter große, öffentlich zugängliche Dachterrasse, von der aus man die direkte Sicht in die grüne Lunge Berlins genießt. Zum anderen wartet die Shoppingmall im Gebäudeinneren nicht nur mit einem speziellen Ladenkonzept und einem gewaltigen unverkleideten Stahlfachwerk auf, sondern auch mit einem 4 x 14 Meter großen Panoramafenster zu dem von Pavianen bewohnten Affenfelsen.



Eine große „Zugangsbrücke“ und unverkleidetes, grün gestrichenes Stahlfachwerk prägen die „etwas andere Shoppingmall“.

Sanierung des Museums Angewandte Kunst in Frankfurt am Main, DE



Das Museum wird vom Schaumainkai aus erschlossen – von dort lässt sich allerdings nur ein Teil des Gebäudeensembles erfassen.

Bemooste Putzflächen, Frostschäden am Naturstein, durchfeuchtete Wände: Der ursprünglich strahlend weiße Erweiterungsbau des Museums Angewandte Kunst in Frankfurt am Main hatte seit seiner Erbauung stark an Glanz verloren. Das Büro schneider+schumacher setzte das Gebäudeensemble von Richard Meier virtuos instand und bewahrte gleichzeitig den architektonischen Ausdruck dieser Ikone der Postmoderne.

Im Hintergrund türmen sich Hochhäuser, vorne auf dem Main ziehen Ausflugs- und Transportschiffe vorbei – Frankfurt lässt sich nur an wenigen Orten so intensiv erleben wie an den Promenaden am Main. Auch weil sich entlang des Flusses die bedeutendste Kulturmeile der Stadt erstreckt: Zwischen Eisernem Steg und Friedensbrücke finden sich am Schaumainkai gleich neun Museen. Viele der Bauten sind allerdings in die Jahre gekommen – darunter das Museum für Angewandte Kunst. Der Bau stammt vom amerikanischen Architekten und Pritzker-Preisträger Richard Meier. Sein Entwurf konnte in den 1980er-Jahren überzeugen, weil er den alten Baumbestand des Parks schonte und die klassizistische Villa Metzler in das Gesamtkonzept

integrierte. Tatsächlich wurde der Bestand für Meier sogar zum Ausgangspunkt des Erweiterungsbaus: Auf dem Raster der 1803 erbauten Villa basieren die Grundrisse und die Proportionen der drei neuen Baukörper, also auch die Fassadenansichten mit den quadratischen Kassettenelementen und kleinteiligen Verglasungen. In den letzten Jahren wurde der Bau vom Frankfurter Architekturbüro schneider+schumacher umfassend saniert. Dabei galt es, das Museum von den Baumängeln zu befreien und eine Anpassung an zeitgemäße Baustandards zu erreichen. Die Herausforderung bestand darin, den architektonischen Ausdruck dieser Ikone der Postmoderne zu bewahren. Die Details des Ensembles wurden seinerzeit nicht für die hiesigen Witterungsverhältnisse geplant und waren anfällig für das Eindringen von Feuchtigkeit in den Fassadenaufbau. So gab es beispielsweise weder Spritzschutz im Sockelbereich noch eine feuchtigkeitsresistente Perimeterdämmung. An einigen Stellen überraschte das Gebäude mit gravierenden Mängeln: Zwar war es bereits bei der Errichtung mit einem Fassadendämmsystem versehen worden, allerdings waren die Dämmplatten – 50 Millimeter starke Polystyrolplat-

Bauherr:

Stadt Frankfurt am Main, DE

Architekt:

schneider+schumacher,
Frankfurt am Main, DE

Standort:

Schaumainkai 17, Frankfurt am Main, DE

Sto-Kompetenzen:

Fassadendämmsystem (StoTherm Resol)

Fachhandwerker:

Kraft GmbH, Offenbach, DE

Fotos:

Axel Stephan Fotodesign,
Frankfurt am Main, DE



Keine Spur mehr von bemoosten oder beschädigten Fassadenflächen. Vom Park aus erstrahlt die Südfassade des Museums in neuem Glanz.



Um den architektonischen Ausdruck zu bewahren, durfte sich die Stärke des Wandaufbaus nicht ändern. Daher wählten die Architekten relativ dünne, leistungsfähige Dämmplatten.

ten – in einigen Bereichen lediglich punktuell mit Mörtel an den Außenwänden des Rohbaus befestigt worden. Wasser, das vor allem am Dachrand in den Wandaufbau eindrang, konnte sich daher bislang ungehindert hinter den Dämmplatten ansammeln. Feuchte- und Frostschäden an den Fassaden waren die Folge. Ferner fehlte in den Fensterbereichen sowie bei den Dach- und Bodenflächen die zweite Entwässerungsebene. Weniger gravierend, aber unschön war die dunkle Bemoosung einiger ungeschützter Putzflächen ebenso wie die mechanische Beschädigung mancher Fassadenkassetten und Natursteinelemente.

Ursprünglich hatte die Museumsverwaltung eine punktuelle Ausbesserung der Fassade sowie eine Instandsetzung des von der Feuchte besonders betroffenen Tiefhofes vorgesehen. Ein Blick unter die Außenhaut machte jedoch schnell deutlich, dass eine umfassende Sanierung der Gebäudehülle nötig war. Eine Veränderung der Dicke des Wandaufbaus war nicht möglich, da das Fassadenraster sonst – bei gleichbleibender Fugenstärke – nicht mehr gepasst hätte. Die Architekten ließen die Wärmedämmung aus diesem Grund nicht verstärken, sondern durch ein gleich dickes Material mit einer niedrigeren Wärmeleitfähigkeit ersetzen. Sie wählten Phenolharzplatten, die sie auf den Rohbau aufbrachten, abdichteten und wiederum mit den originalen Stahlkassetten beziehungsweise mit Putz bekleideten. Auf diese Weise gelang es den Architekten, in einer aufwändigen Sanierung eine Vielzahl von Details den technischen Anforderungen anzupassen, ohne dass sich im Erscheinungsbild des Museums etwas änderte. Museumsleitung und Besucher dürfen sich folglich darüber freuen, dass das Gebäude in neuem Glanz erstrahlt und parallel dazu auch innen einer Generalüberholung unterzogen wurde.



Wie aufwändig sich die Instandsetzung der Tiefhöfe, Sockelzonen, Fassaden, Fenster und Dächer gestaltete, lässt sich dem Bau heute nicht mehr ansehen.

Typisch für die Gebäude von Richard Meier ist die Erschließung durch lang gestreckte Rampen – in Frankfurt finden sich diese im Eingangsbereich des Museums.



Sanierung eines Hotels in Brüssel, BE



Bis auf einige Details wurde die Fassade originalgetreu nachgebaut. Die wenigen Änderungen sind mit hohem Respekt vor dem Baustil vorgenommen worden.

Brüssel ist der Reichtum vergangener Zeiten anzusehen. Der Grand Place – das Herz der Stadt – mit dem Hôtel de Ville, der Maison du Roi und den vielen reich verzierten Gildehäusern gilt als einer der schönsten Plätze Europas. Andere sehenswerte Viertel entstanden im Laufe der Industriellen Revolution. Da sie jedoch nicht so im Fokus stehen, bröckelt hier und da der Putz von den Fassaden.

Eines dieser Gebäude ist ein schmales Eckhaus am Place Rouppe, einem lebendigen Ort unweit des historischen Zentrums. Lange Zeit stand es leer, die Bausubstanz litt. Als schließlich eine Hotelkette als Käufer für den maroden Bau samt seinem Nachbargebäude gefunden wurde, stellte sich die Frage, wie mit dem Bestand umgegangen werden sollte. Eine klassische Sanierung schloss das Architektenteam von *Archi.des* nach langen Überlegungen aus. In enger Zusammenarbeit mit dem Denkmalschutz suchten sie nach möglichen Lösungen. Die Stadt drängte darauf, den traditionellen Charakter des Gebäudes zu wahren und forderte ein maximales Maß an Authentizität ein. Daraufhin entschieden sich die Architekten, die beiden Gebäude zwar abreißen zu lassen, aber zumindest das Eckgebäude mit originalgetreuer Fassade und aktuellen

energetischen Anforderungen entsprechend wieder aufzubauen. Zunächst ließen sie also die Fassade in allen Einzelheiten vermessen und dokumentieren, dann wurde der Bestand dem Erdboden gleichgemacht. Während der Rohbau hochgezogen wurde, bauten Stuckateure sämtliche Zierelemente wie Gesimse, Konsolen und Säulen originalgetreu nach. Dabei verwendeten sie mit *StoDeco* ein massives mineralisches Material, das sich ohne Probleme mit einfachen Werkzeugen wie Fuchsschwanz und Gehrungssäge präzise bearbeiten lässt. Aufgrund seiner Materialeigenschaften kann der Werkstoff – wie in diesem Fall auch – direkt auf einem Wärmedämm-Verbundsystem befestigt werden. Durch das Zusammenspiel von System- und Dekorationselementen konnte die Fassade exakt nach historischem Vorbild wiederhergestellt werden und zugleich bessere energetische Werte liefern, als sie bei Neubauten gefordert werden. Die Wertigkeit der Fassade wird auch bei der verwendeten Oberflächenbeschichtung deutlich: Eine Fassadenfarbe mit Lotuseffekt sorgt dafür, dass



Vor der Sanierung präsentierte sich der Bau in einem jämmerlichen Zustand. Der Putz bröckelte von den Wänden, die Fenster des Erdgeschosses waren verbarrikadiert.

Schmutz sich nicht festsetzen kann und vom Regenwasser abgespült wird. Eine Änderung im Fassadenbild gibt es aber doch: Die Raumhöhe des dritten

Obergeschosses wurde deutlich vergrößert. Zudem wurde das Dachgeschoss um einige Gauben erweitert. Teil des Baus ist auch das Nachbargebäude, das jedoch nicht so prunkvoll verziert war wie der prominenter gelegene Eckbau. Es wurde zwar ebenfalls abgerissen, aber nicht originalgetreu wieder aufgebaut. In diesem Fall entschieden sich die Architekten für eine eigene, schlüssige Interpretation des Baustils der damaligen Zeit.

Bauherr:

Roupeplein, Bonheiden, BE

Architekt:

Archi.des, Mechelen, BE

Standort:

Roupeplein, Brüssel, BE

Sto-Kompetenzen:

Fassadendämmsystem (StoTherm Classic), Fassadenprofile (StoDeco), Fassadenfarbe (Lotusan)

Fachhandwerker:

Cherchye Aspect, Ieper, BE

Fotos:

Tim Van de Velde, Brüssel, BE



Dekoriert ist nicht nur die Fassade – auch im Inneren erinnern Muster und Motive an Wänden und Möbeln an eine Zeit, als Dekor noch eine wichtigere Rolle spielte.

Umbau eines denkmalgeschützten Wohnhauses in Cottbus, DE



Unter Berücksichtigung der Denkmalpflege wurde die Straßenseite mit ihren einfachen Schmuckelementen an Türen und Fenstern aufwändig saniert.

Viele ostdeutsche Städte, darunter auch Cottbus, sind von einem Bevölkerungsrückgang betroffen. Daher sehen sich die dortigen Architekten und Stadtplaner immer häufiger mit Schrumpfungsprozessen konfrontiert. Das trifft meist für die Siedlungen in den Randgebieten, die großen Neubauprojekte der ehemaligen DDR, zu. Anders sieht es in den innerstädtischen Lagen aus. Hier geht es vor allem darum, den Bestand aufzuwerten und an die neuen gesellschaftlichen Anforderungen einer alternden Gesellschaft anzupassen.

Bereits um die Jahrtausendwende hat sich Cottbus in der kreativen Auseinandersetzung mit Bestandsgebäuden hervorgetan. Dem einen oder anderen Architekten mag noch das Projekt in Erinnerung sein, bei dem aus den großformatigen Platten eines abgetragenen Hochhauses großzügige Stadtvillen entstanden. Das Bauvorhaben gilt als herausragendes Beispiel für den kreativen Umgang mit alter Bausubstanz und erhielt 2003 den deutschen Bauherrenpreis. Im vergangenen Jahr ging dieser Preis als „Besondere Anerkennung“ erneut nach Cottbus. Der Preis zeichnet Wohnprojekte aus, die sich neben der Wirtschaftlichkeit durch Ressourcenschonung und Energieeffizienz bei gleichzeitig hoher architektonischer Qualität hervorheben. Besondere Beachtung finden Bauvorhaben, die sich mit den Problemen des demografischen Wandels auseinandersetzen. Der jetzige Cottbuser Preisträger widmete sich ebenfalls einem Modernisierungsprojekt, jedoch nicht in einer der Großwohnsiedlungen, sondern in dem direkt an die Innenstadt angrenzenden Ortsteil Sandow. Dieser weist,



Besonders an der zur Straße gewandten Fassade waren die Schäden erkennbar, die durch den Sanierungsstau und den damit verbundenen Leerstand entstanden waren.

nach dem Ortsteil Madlow, den höchsten Altersschnitt der Stadt auf. Der Bauherr, die Gebäudewirtschaft Cottbus GmbH, orientierte sich bei der Sanierung des Bestandsgebäudes aus den 1950er-Jahren an diesen Zahlen und plante alten- und behindertengerechten Wohnraum. Das Gebäude an der viel befahrenen Franz-Mehring-Straße stand unter Denkmalschutz, war jedoch in keinem guten Zustand und daher, trotz der zentralen Lage, zu einem Großteil unbewohnt. Mit der Planung wurde der ortsansässige Planer Gunter Krause beauftragt, der bereits einige Jahre zuvor Häuser des gleichen Bautyps in direkter Nachbarschaft ansprechend sanierte. Von den 23 Wohnungen auf drei Geschossen wurden sieben behindertengerecht ausgebaut. Um Wärmeverluste zu minimieren, erhielten die drei von der Straße abgewandten Fassaden, ebenso wie Keller- und Dachboden decke, eine Dämmung. Alle Wohnungen wurden im Zuge des Umbaus mit einem eigenen Balkon an der Gebäuderückseite ergänzt. An dieser Seite entstanden neben den geforderten Parkplätzen auch sieben Stellplätze für Rollstuhlfahrer. In die vorgelagerte Balkonkonstruktion wurde für das Hochparterre ein Laubengang eingefügt, der über einen Aufzug auf Straßenniveau die Erschließung von Hochparterre und Kellergeschoss für Rollstuhlfahrer ermöglicht. Die Eingriffe sind von der Straßenseite nicht erkennbar. Hier wurde besonderer Wert auf die denkmalgerechte Behandlung des Bestandes gelegt und daher mit Innendämmung gearbeitet. Der einfache Putzbau mit seinen schlichten, abgesetzten Schmuckelementen an Türen und Fenstern wurde sorgfältig saniert und die Struktur mit einem neuen Farbkonzept in zwei warmen Gelbtönen unterstrichen. Auch die Dachform mit ihren Fledermausgauben blieb erhalten. Sämtliche Fenster wurden ausgetauscht, orientieren sich aber in ihrer Ausformung an den Bestandsfenstern aus Holz mit ihren zwei Flügeln und den Sprossen. Die gestaltprägenden Ziergitter vor den bodentiefen Fenstern wurden nach der Sanierung wieder aufgenommen. Im Inneren wurden die Wohnungen mit einfachen Mitteln an die zeitgemäßen Anforderungen angepasst. Dabei erneuerte der Planer vor allem die Küchen- und Sanitärbereiche in allen Geschossen. Seit dem Umbau steht den neuen Mietern eine moderne Heizungsanlage zur Verfügung. Sie bietet eine deutlich bessere Energiebilanz als die nicht mehr zeitgemäßen alten Öfen. Durch den vorsichtigen Umgang mit dem Bestand gelang der schwierige Spagat zwischen denkmalgerechter Sanierung und gestiegenen Anforderungen der Nutzer an Wohnraum.

Bauherr:

GWC Gebäudewirtschaft Cottbus GmbH, Cottbus, DE

Architekt:

ipeg Ingenieur- und Projektentwicklungsgesellschaft Gunter Krause mbH, Cottbus, DE

Standort:

Franz-Mehring-Straße, Cottbus, DE

Sto-Kompetenzen:

Fassadendämmsystem (StoTherm Vario), Fassadenprofile und Bossen

Fachhandwerker:

Krautz Bau GmbH, Cottbus, DE
Bau & Sanierung Nowothnick-Hollnack, Spremberg, DE

Fotos:

ipeg Gunter Krause mbH, Cottbus, DE

Sanierung von Mehrfamilienhäusern in Stuttgart, DE



Das diffusionsoffene Innendämmsystem StoTherm In Comfort sorgt für „Neubau-Behaglichkeit“ im historischen Ambiente.

Ostheim, ein historischer Stadtbezirk im Osten Stuttgarts, entwickelt sich rasant. Hauptursache dafür sind die Investitionen des Bau- und Wohnungsvereins Stuttgart (BWV), der mit rund 2.400 Wohnungen der größte Vermieter vor Ort ist. Der Verein investiert im Rahmen eines mehrjährigen Projekts und verteilt auf zahlreiche Bauabschnitte insgesamt rund 80 Millionen Euro in den Bezirk. Ende 2012 konnte der 5. Bauabschnitt abgeschlossen werden, bei dem die Häuser der Rotenbergstraße 112-116 auf Neubauniveau saniert wurden. Die historischen Klinkerfassaden aus dem Jahr 1902 konnten dabei dank hochmoderner Innendämmsysteme komplett erhalten werden.

Der Stuttgarter Stadtteil geht auf die ab 1891 vom Verein für das Wohl der arbeitenden Klasse (heute Bau- und Wohnungsverein) errichtete „Kolonie Ostheim“ zurück. Die von den Architekten Karl Heim und Karl Hengerer entworfenen Häuser in der Rotenbergstraße bestechen durch vielfältig gegliederte Backsteinfassaden, die straßenseitig auf einem Natursteinsockel ruhen. Da der Bezirk im Zweiten Weltkrieg kaum zerstört wurde, blieb die ursprüngliche Bausubstanz weitgehend erhalten. Das gesamte Ensemble steht heute unter Denkmalschutz.

Die ebenso behutsame wie energetisch ambitionierte Sanierung des Stuttgarter Quartiers trägt entscheidend zur Modernisierung des Bezirks Ostheim bei.



Der 5. Bauabschnitt (Quartier Rotenberg-/Raitelsbergstraße) umfasste den Bau von 103 nahezu barrierefreien Neubauwohnungen sowie die Sanierung von 33 bestehenden Wohnungen auf Neubaulniveau. Zudem entstanden eine Kindertagesstätte und eine Tiefgarage. Eine Sozialstation und ein Wohncafé wurden eingerichtet. Alle Maßnahmen zielen darauf, einerseits der angestammten älteren Bevölkerung ein möglichst langes selbstständiges Wohnen im vertrauten Umfeld zu ermöglichen und andererseits den in die Jahre gekommenen Bezirk auch für jüngere Familien mit Kindern wieder attraktiv zu machen.

Bei den Bestandswohnungen in der Rotenbergstraße galt es, die Grundrisse zu modernisieren und die Gebäudehüllen an heutige Komfort- und Energieeffizienzanforderungen anzupassen. Da eine Dämmung von außen wegen der schützenswerten Fassadenstrukturen nicht in Frage kam, fiel die Wahl auf ein Innendämmsystem. Zum Einsatz kam das mineralische diffusionsoffene System StoTherm In Comfort, das gemäß strenger Kriterien hinsichtlich seines Einflusses auf Gesundheit und Umwelt sowie seiner Funktionalität mit dem natureplus-Umweltsiegel ausgezeichnet wurde. Es basiert auf einer diffusionsoffenen, kapillaraktiven Perliteplatte und benötigt darum keine Dampfsperre. Das Innendämmsystem spart nicht nur Energie, sondern regelt durch die intelligente Verknüpfung des Innendämmsystems mit silikatischen Zwischen- und Endbeschichtungen auch die Raumfeuchte. Das rein mineralische System erhöht die Oberflächentemperatur der Innenwände, was die Behaglichkeit der Räume deutlich erhöht. Die nicht brennbare massive Perlite-Dämmplatte aus natürlichem Vulkangestein verfügt über gute wärmedämmende ($0,045 \text{ W/mK}$) und schalldämmende Eigenschaften, ist in Stärken von fünf bis 20 Zentimetern erhältlich und besitzt eine Europäische Technische Zulassung (ETA-08/0313).

Um das Mauerwerk vor Schlagregen zu schützen, wurden die Klinkerfassaden in der Rotenbergstraße mit einer Hydrophobierung versehen. Jetzt sind sie in der Lage, innen die Wohnbehaglichkeit eines Neubaus aus dem 21. Jahrhundert zu bieten und außen den historischen Charme der „Kolonie Ostheim“ aus dem Jahre 1902 zu wahren.

Bauherr:

Bau- und Wohnungsverein Stuttgart, DE

Sanierungsplanung:

IBF - Ingenieurbüro Fisch, Ludwigsburg, DE

Generalunternehmer:

Gottlob Rommel GmbH & Co. KG, Stuttgart, DE

Sto-Kompetenzen:

Innendämmsystem (StoTherm In Comfort), Innenbeschichtungen, Fassaden-Hydrophobierung

Fachhandwerker:

Gebrüder Hörner GmbH, Schwäbisch-Gmünd, DE

Fotos:

Isabell Munck, Stuttgart, DE



Die Klinkerfassade aus dem Jahr 1912.

Anmerkungen und Literaturhinweise

Anmerkungen und Literaturhinweise vom Kapitel Wärmedämm-Verbundsysteme – Daten, Fakten, Hintergründe

¹ Verbraucherzentralen Rheinland-Pfalz und Nordrhein-Westfalen, Wärmedämmung – spricht etwas dagegen?, Mainz und Düsseldorf 2004; http://www.energiesparaktion.de/downloads/Kacheln/VZ_Broschuere_Waermedaemmung_end.pdf

² Frankfurter Rundschau 23.12.2013

³ Robert Stobaugh, Daniel Yergin, Energie-Report der Harvard Business-School, München 1980

⁴ Bossel, Krause, Müller-Reißmann, Energiewende, Wachstum und Wohlstand ohne Erdöl und Uran, Frankfurt 1980

⁵ Feist, Wolfgang, Institut Wohnen und Umwelt, Erfahrungen mit Niedrigenergiehäusern, Darmstadt 1988; Wolfgang Feist, Konstruktionsmerkmale von Niedrigenergiehäusern in Deutschland, Darmstadt 1988; Wolfgang Feist, Jobst Klien, Das Niedrigenergiehaus, Karlsruhe 1990

⁶ Beschrieben in: Werner Eicke-Hennig, Der Staat als Getriebener, in: Gebäude – Energieberater 1-2011

⁷ Edelgard Gruber, Hans Erhorn, Jürgen Reichert, Chancen und Risiken der Solararchitektur, Solarhäuser Landstuhl, Köln 1989

⁸ Literaturauswahl: Schrode, Ansgar, Niedrigenergiehäuser, Verlagsgesellschaft Rudolf Müller, Köln 1996; Riedel, Markus, Analyse des Heizwärmeverbrauchs von sechs Niedrigenergie-Mehrfamilienhäusern im Wohnpark Kraienbruch, Essen für die Heizperiode 1995/96, Fachhochschule Münster, Essen 1996; Busching, Sabine, Ermittlung des Wärmeverbrauchs in ausgewählten Niedrig-Energie-Häusern in Schleswig-Holstein, Forschungsgesellschaft für umweltschonende Energieumwandlung und -nutzung mbH, Kiel 1994; Landesstelle für Bautechnik Baden-Württemberg, Energie- und kostensparende Wohngebäude in Schopfheim, Wirtschaftsministerium Bad-Württemberg, Stuttgart, Stuttgart 1995; Hinz/Feist, Forschungs- und Demonstrationsgebäude Niedrigenergiehaus Schrecksbach, Institut Wohnen und Umwelt Darmstadt, Darmstadt 1992; Hilpert, Peter, Kosten-dämpfende Maßnahmen zur Durchsetzung des Niedrigenergiehaus-Standards, Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart 1999; Oberländer, Stephan, Das Niedrigenergiehaus, Handbuch mit Planungsregeln zum Passivhaus, W. Kohlhammer GmbH Stuttgart, Stuttgart 1997; Lamers/Spilker/Wilmes, Detailkatalog hochwärmegedämmter Konstruktionen, Fraunhofer IRB Verlag Stuttgart 1998; Lüftung im Passivhaus, Institut Wohnen und Umwelt Darmstadt, Darmstadt 1994; Feist, Wolfgang, Passivhaus-Fenster, Passivhaus Institut Darmstadt, Darmstadt 1998; Feist/Ebel/Militzer, Bau des Passivhauses in Darmstadt Kranichstein, Institut Wohnen und Umwelt Darmstadt, Darmstadt

1994; Feist, Wolfgang, Lüftung im Passivhaus, Passivhaus Institut Darmstadt, Darmstadt 1998; Fraefel, Rudolf, Das MINERGIE-Haus, Baudirektion Kanton Zürich, AWEL, Abt. Energie Bau-, Verkehrs- und Energiedirektion des Kantons Bern, Bern 1998; Feist, Wolfgang, Haustechnik im Passivhaus, Passivhaus Institut Darmstadt, Darmstadt 1997; Feist, Wolfgang, Dimensionierung von Lüftungsanlagen in Passivhäusern, Passivhaus Institut Darmstadt, Darmstadt 1999; Feist, Wolfgang, Stromsparen im Passivhaus, Passivhaus Institut Darmstadt, Darmstadt 1997; Kirtschig/Werner/Feist, Thermische Behaglichkeit im Passivhaus Kranichstein – eine Wohneinheit als Nullheizenergiehaus: Winter 1994/95, Institut Wohnen und Umwelt Darmstadt, Darmstadt 1998; Knissel/Feist/Jäkel/Lüneburg, Passivhausbericht Nr. 17 Wissenschaftliche Begleitung der Planung des Passivhauses in Groß-Umstadt, Institut Wohnen und Umwelt Darmstadt, Darmstadt 1996; Zeller/Dorschky/Borsch-Laaks/Feist, Luftdichtigkeit von Gebäuden Luftdurchlässigkeitsmessungen mit der Blower Door in Niedrigenergiehäusern und anderen Gebäuden, Institut Wohnen und Umwelt Darmstadt, Darmstadt 1995; Feist, Wolfgang, Das Passivhaus Darmstadt-Kranichstein – Übersichtsdarstellung, Institut Wohnen und Umwelt Darmstadt, Darmstadt 1995; Werner/Rochard/Zeller/Laidig, Messtechnische Überprüfung und Dokumentation von Wohnungslüftungsanlagen in hessischen Niedrigenergiehäusern – Endbericht, Institut Wohnen und Umwelt Darmstadt, Darmstadt 1995; Feist, Wolfgang, Passivhaus-Bericht Nr. 10 – Luftqualität im Passivhaus, Institut Wohnen und Umwelt Darmstadt, Darmstadt 1995; Ufheil, Martin, Bauen für eine lebenswerte Zukunft – Niedrigenergie-Bauweise in Freiburg, Stadt Freiburg im Breisgau, Freiburg im Breisgau 1996; „Sporthalle Biblis – Zukunftsweisendes Niedrigenergiegebäude, RWE Energie AG, Anwendungstechnik, Essen, Essen 1993; Deutsch-Schwedisches Gemeinschaftsprojekt Energiesparhäuser Ingolstadt – Halmstad, Forschungsvorhaben der Landeswohnungs- und Städtebaugesellschaft Bayern GmbH, Zweigstelle München, 1992; Feist, Wolfgang, Niedrigenergiehäuser in Dänemark und Schweden – Ein Reisebilderbuch, Institut Wohnen und Umwelt Darmstadt, Darmstadt 1986; Eicke-Hennig, Werner, Niedrigenergiehäuser – Der Einfluss des Nutzerverhaltens, Bundesbaublatt, Wiesbaden/Berlin 1998; Institut für Bauforschung e.V. Hannover, Niedrigenergiehäuser in Niedersachsen, Niedersächsisches Ministerium für Wirtschaft, Technologie und Verkehr, Hannover 1993; Hinz/Werner/Feist, Messdatenerfassung und Auswertung beim ökologischen Nullenergiehaus Dörpe, Institut Wohnen und Umwelt Darmstadt, Darmstadt 1994; Tatort LEO – Integriertes Planen und Bauen am Beispiel des Kölner Low Energy Office, REN Impuls-Programm – Bau und Energie, Wuppertal 1995; Dietrich, Bernd, Die energetische Optimierung des Niedrig-Energie-Fertighau-

ses, RWE-Anwendungstechnik Essen, Sonderdruck zur DEUBAU '83; Borsch-Laaks, Robert, Zur Baupraxis von Niedrig-Energie-Häusern, Energie- und Umweltzentrum am Deister, Springe/Eldagsen, 1991; Eicke-Hennig, Werner, Niedrigenergiehäuser – Erfahrungen aus dem Förderprogramm der Hessischen Landesregierung, Beiträge zur EUZ-Baufachtagung 1991, Springe/Eldagsen 1991; IfB – Institut für Bau-forschung e.V., Hannover, Niedrigenergiehäuser in Niedersachsen – Förderprogramm 1991/1992 des Niedersächsischen Ministeriums für Wirtschaft, Technologie und Verkehr, Informationsunterlage zum Kongress – NiedrigEnergieHaus'93 – Wege zum Niedrigenergiehaus im Neubau und Bestand als Beitrag zum Klimaschutz – Strategien und Beispiele aus Europa, Hannover 1993; Niedrig-Energie-Häuser – Die neue Energiepolitik 4, Der Minister für Soziales, Gesundheit und Energie des Landes Schleswig-Holstein, Kiel, Kiel 1991; Dokumentation des Architektenwettbewerbes für den Neubau öffentlich geförderter Wohnungen im neuen Stadtteil „Rieselfeld“ in Freiburg, Zusatzversorgungskasse des Baugewerbes VVaG, Wiesbaden, Freiburg 1993; Drews, Wilhelm, Niedrig-Energie-Häuser – Fotodokumentation Bauzeit 1990/91 BV Heinrich-Heine-Straße 19-23, Quickborn Neubau von 27 Wohnungen, Wohnungsunternehmen Plambeck, Norderstedt, Norderstedt 1990/1991; Das NiedrigEnergieHaus, Energiebewusst wohnen – hilft Umwelt schonen!, Arbeitsgemeinschaft kommunaler Versorgungsunternehmen zur Förderung rationeller, sparsamer und umweltschonender Energieverwendung und rationaler Wasserverwendung im VKU, Köln 1996; Ellerbrock, Walter, Niedrig-Energie-Häuser – Fotodokumentation Bauzeit 1990/91 BV In der großen Heide 24-32, Norderstedt, Neubau von 40 Wohnungen mit Tiefgarage, Wohnungsunternehmen Plambeck, Norderstedt, Norderstedt 1990/1991; Greiff/Loga/P. Werner/Feist/Kirchner, Ökologische Wohnanlage Wiesbaden – Holzstraße, Demonstrativbaumaßnahme – Kurzbericht, Institut Wohnen und Umwelt Darmstadt, Darmstadt 1994; Pohl/ Horschler/ Pohl, Niedrigenergiehäuser unter Verwendung des Dämmstoffes Styropor, Forschungsvereinigung Styropor e.V. Heidelberg, Heidelberg 1996; Feist/ J. Werner, Forschungs- und Demonstrationsgebäude, Niedrigenergiehaus Schrecksbach, Institut Wohnen und Umwelt Darmstadt, Darmstadt 1988; Loga/Hampel-Balzereit/Claßen, Die Niedrigenergiesiedlung Distelweg in Niedernhausen – Mehrkosten und Wirtschaftlichkeit für Wärmeschutz und Nahwärmeversorgung, Institut Wohnen und Umwelt Darmstadt, Darmstadt 1994; Eicke/Feist/J. Werner, Lüftungsanlagen – Erfahrungen mit kontrollierter Wohnungslüftung in Niedrigenergiehäusern, BBauBl, Heft 3, Mrz 95; Conradi, Georg, Neubau des Pfarrhaus als ökologisches Niedrigenergiehaus, Ev.-luth. Thomaskirchengemeinde Laatzen, Laatzen 1995; Arbeitsgruppe Nachhaltiges Bauen

in München, Leitfaden zum Geschosswohnungsbau mit Niedrigenergiestandard, Landeshauptstadt München, München 1999; Brunnengräber/Loga, Jahresdauerlinien für Niedrigenergiesiedlungen – Gemessene Tagesganglinien als Grundlage für die Auslegung von Blockheizkraftwerken, Institut Wohnen und Umwelt Darmstadt, Darmstadt 1996; Erhorn/Reiß, Niedrigenergiehäuser Heidenheim, Hauskonzepte und erste Meßergebnisse, Fraunhofer-Institut für Bauphysik, 1992; Dittmann/Herbert, Erfahrungen aus der Begleitung von Niedrig-Energie-Häusern im Hinblick auf ein Programm zur Gebäudesanierung, Forschungsgesellschaft für umweltschonende Energieumwandlung und -nutzung mbH Kiel, Kiel 1996; Dietrich, Bernd, Die energetische Optimierung des Niedrig-Energie-Fertighauses, RWE-Anwendungstechnik, Essen, Essen 1983; Feist/Adamson, Konstruktionsmerkmale von Niedrigenergiehäusern in der Bundesrepublik Deutschland – Parameterstudie, Institut Wohnen und Umwelt Darmstadt / LUND University – Institute of Technology, Darmstadt 1988; Eicke-Hennig/Wagner-Kaul/Großmann, Planungshilfe Niedrigenergiehaus – Wärmeschutzmaßnahmen/Luftdichtigkeit, Institut Wohnen und Umwelt Darmstadt / Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Jugend, Familie und Gesundheit, Wiesbaden/Darmstadt 1996; Zukunftsweisende Wohnprojekte in Schleswig-Holstein, Arbeitsgemeinschaft für zeitgemäßes Bauen e.V. Kiel, Kiel 2000; Brucker, Johannes, Das einfache Niedrigenergiehaus, Brucker und Partner Stuttgart, Stuttgart 1994; Eicke-Hennig, Werner, Erfahrungen mit Niedrigenergiehäusern, Fachinformationszentrum Karlsruhe, Gesellschaft für wissenschaftlich-technische Information mbH, Eggenstein-Leopoldshafen, 1999; von Reis/Klima, Das Niedrigenergiehaus-Förderprogramm NRW – Dokumentation des Sonderprogramms für den freifinanzierten Wohnungsbau, Landesinstitut für Bauwesen des Landes NRW, 1998; Görg u.a., Demonstrationsprogramm Niedrigenergiehäuser, Stadtwerke Hannover, Hannover 1993; Ploß/Horn, Niedrigenergiehäuser – Information für Bauinteressenten und Planer mit Ausblick Passivhaus, Ministerium der Finanzen Rheinland-Pfalz Mainz, Mainz 1999; Energieverbrauch und CO₂-Emissionen. Heizsysteme im Niedrigenergiehaus, ASUE Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch e.V., Kaiserslautern; Vom Wohnen in einem Niedrig-Energie-Haus, Der Senator für Frauen, Gesundheit, Jugend, Soziales und Umweltschutz/ ENERGIELEITSTELLE, Bremen 1996; Umweltbewußt bauen: Mehrfamilien-Niedrigenergiehaus/Ein Demonstrationsprojekt in Mannheim, Mannheimer Versorgungs- und Verkehrsgesellschaft mbH (MVV)/GBG-Mannheimer Wohnungsbaugesellschaft mbH/Fraunhofer-Institut für Bauphysik (IBP)/Institut für Kernenergetik und Energiesysteme (IKE) der Universität Stuttgart, 1994; Reiß/Erhorn, ZB: Energiesparende

Wohngebäude in Schopfheim/Planungsphase des 1. Bauabschnittes, Fraunhofer-Institut für Bauphysik, Stuttgart, Stuttgart 1991; Kluttig/Erhorn, Niedrigenergiehäuser in Ziegelbauweise – Abschlußbericht, Fraunhofer-Institut für Bauphysik, Stuttgart, Stuttgart 1998; Reiß/Erhorn/Stricker, Meßergebnisse und energetische Analyse des deutschen IEA-TASK VIII-Gebäudes in Berlin/Passive und hybride Solarenergienutzung im Mehrfamilienwohnhausbau, Fraunhofer-Institut für Bauphysik, Stuttgart, Stuttgart 1991; Geförderter Wohnungsbau in München/Niedrigenergiehaus Baumgartner-/Ganghoferstraße, Landeshauptstadt München, Referat für Stadtplanung und Bauordnung, München 1997; Planungshilfe Niedrigenergiehaus für Architekten, Ingenieure, Handwerker, IWU, IMPULS Programm Hessen, Stadtwerke Hannover AG, ASEW Arbeitsgemeinschaft kommunaler Versorgungsunternehmen, Hess. Min. für Umwelt, Energie, Jugend, Familie u. Gesundheit, 1996; Pohl/Horschler/Pohl, Kalksandstein/Wärmeschutz, Optimierte Details, Kalksandstein-Information GmbH+CoKG Hannover, Hannover 1996; Eicke-Hennig, Werner, Investive Mehrkosten der Niedrigenergiebauweise / Abgerechnete Kosten öffentlich geförderter Wohnhäuser in Hessen und Schleswig-Holstein, Institut Wohnen und Umwelt Darmstadt, Darmstadt 1993; Ladener, Heinz, Vom Altbau zum NiedrigEnergieHaus, ökobuch Verlag, Staufen bei Freiburg, Staufen bei Freiburg 1997; Borsch-Laaks/Pohlmann, Das LBS-ÖKO-HAUS – Bauherren-Handbuch, LBS Münster/Düsseldorf, 1993; Eicke-Hennig/Jäkel/Zeller, Endbericht zum Förderprogramm „30 Niedrigenergiehäuser in Hessen“, Institut Wohnen und Umwelt Darmstadt, Darmstadt 1997; Weber, Tim, Fifteen years of low-energy houses in Sweden and Germany / From the first low-energy houses in Sweden to the self-sufficient solar-low-energy houses in Germany and Switzerland, Royal Institute of Technology, Department of Building Sciences, Division of Building Technology, Stockholm 1997; Erhorn/Reiß, Niedrig-Energie-Häuser, Fraunhofer-Institut für Bauphysik Stuttgart, Stuttgart 1994; Rouvel, L., Raumkonditionierung – Wege zum energetisch optimierten Gebäude, Schriftenreihe der Forschungsstelle für Energiewirtschaft München, 1978

⁹ ARGE für zeitgemäßes Bauen, Niedrigenergiehaus, Bericht über die Optimierung der Anlagentechnik in einem der ersten NEH in Schleswig-Holstein, Kiel 2001

¹⁰ Institut für Bauforschung, Hannover, Bewährung der Thermo-Bauten, Stuttgart 1991

¹¹ Fraunhofer Institut für Bauphysik, Werner/Lindauer, Das Münchner Energiespar-Testhaus, Holzkirchen 1989

¹² IWU, VdW Südwest, Energieeffizienz im Wohngebäudebestand, Darmstadt und Frankfurt am Main 2007

¹³ Ebel u.a., Energieeinsparung bei Alt- und Neubauten, Heidelberg 2000

¹⁴ www.energiesparaktion.de; www.energiekonsens.de; www.co2-online.de; <http://www.eza-allgaeu.de/fuer-private/eza-partner/eza-partner-musterprojekte/>; <http://www.mehr-als-rauputz.de/KUNDEN-STIMMEN1.whtml>

¹⁵ Näher beschrieben in: Werner Eicke-Hennig, Kleine Geschichte der Wärmedämmung, wksb Nr. 65 und 66, Ladenburg 2011

¹⁶ Institut Wohnen und Umwelt, Empirische Überprüfung der Möglichkeiten und Kosten, im Gebäudebestand und bei Neubauten Energie einzusparen und die Energieeffizienz zu steigern, Darmstadt 1994

¹⁷ Die Deutsche Gebäudetypologie wird heute noch vom IWU fortgeschrieben http://www.building-typology.eu/downloads/public/docs/brochure/DE_TABULA_TypologyBrochure_IWU.pdf und hat Nachfolgetypologien in vielen Bundesländern, Städten und auch in 12 europäischen Ländern gefunden: <http://www.iwu.de/forschung/energie/abgeschlossen/tabula/>

¹⁸ Institut Wohnen und Umwelt, Empirische Überprüfung der Möglichkeiten und Kosten, im Gebäudebestand und bei Neubauten Energie einzusparen und die Energieeffizienz zu steigern, Darmstadt 1994

¹⁹ Diese Berechnungen wurden nicht mit dem Rechenverfahren der EnEV ausgeführt, sondern mit dem Wärmebilanzprogramm ENBIL, wie es in Schweden (JULOTTA) oder der Schweiz (sia 380/1) seit den achtziger Jahren eingesetzt wird.

²⁰ IWU, Einsparungen beim Heizwärmebedarf – Schlüssel zum Klimaproblem, Broschüre, Darmstadt 1990

²¹ Korff-Petersen, Der Einfluss von Wandkonstruktion und Heizung auf die Wärmeökonomie von Gebäuden in hygienischer und wirtschaftlicher Beziehung, in: Zeitschrift für Hygiene und Infektionskrankheiten, Berlin 1921

²² Andr. Bugge, Ergebnisse von Versuchen für den Bau warmer und billiger Wohnungen, Oslo und Berlin 1924

²³ Kreüger und Eriksson, Untersuchungen über das Wärmeisierungsvermögen von Baukonstruktionen, Berlin 1923

²⁴ H. Reiher, H. Künzel, D. von Soden, Reihen-Vergleichs-Versuche an künstlich bewohnten Versuchsbauten der Freiland-Versuchsstelle bei Holzkirchen Obb., Bericht über die Versuchszeit 1952 bis 1956, Berlin 1958

²⁵ W. Schüle, Wärme- und feuchtigkeitstechnische Untersuchungen an Reihenhäusern aus verschiedenen Baustoffen. In: Gesundheits-Ingenieur 8-1960

²⁶ D. Gerken, Institut für Bauforschung, Hannover, Wärmedämmverbundsysteme „WDVS“ im Wohnungsbau – Bestandsanalyse zur

längerfristigen Lebensdauer und Kostendämpfung, IRB-Verlag, Stuttgart 1996

²⁷ Ernst Neufert, Styropor-Handbuch, Bauverlag 1964

²⁸ Vgl. Hierzu: Eicke-Hennig, Kleine Geschichte der Wärmedämmung, in: wksb 65 und 66-2010

²⁹ Techem-Studie, Energiekennwerte 2013, Eschborn 2014

³⁰ Ista/DIW, Wärmemonitor Deutschland 2013, DIW Wochenbericht 41-2014

³¹ Brunata, Metrona, Universelle Energiekennzahlen für Deutschland, in: Bauphysik Heft 6-2009

³² Ray Galvin, Warum deutsche Hauseigentümer ungern energetisch sanieren, Building Research Information 2014; Minna Sunnika-Blank, Ray Galvin, Der Prebound-Effekt: die Schere zwischen errechnetem und tatsächlichen Energieverbrauch, Building Research & Information 40:3, 2012; M. Achtnicht, S. Koesler, Energieeffizienz – größte Energiequelle oder Quell zusätzlicher Nachfrage, Leibniz-Informationszentrum Wirtschaft, Analysen und Berichte, Mannheim 2014

³³ IWU, Ulrike Hacke u.a., Wissenschaftliche Begleitung der Sanierung Rotlintstraße 116-124 in Frankfurt a.M., Mieterbefragung zum Wohnverhalten im Passivhaus, Darmstadt 2012

³⁴ IWU, T. Loga u.a., Deutsche Gebäudetypologie, Darmstadt 2011

³⁵ ARGE für zeitgemäßes Bauen, Niedrigenergiehaus, Bericht über die Optimierung der Anlagentechnik in einem der ersten NEH in Schleswig-Holstein, Kiel 2001

³⁶ Eicke-Hennig, Niedrigenergiehäuser, der Einfluß des Nutzerverhaltens, BbauBl 1-1998; Eicke-Hennig, W., Energieverbräuche der Wohnsiedlung „Belgiersiedlung“ in Kassel, unveröffentlicht; Forschungsstelle für umweltschonende Energieumwandlung und -nutzung mbH, Ermittlung des Wärmeverbrauchs in ausgewählten Niedrig-Energie-Häusern in Schleswig-Holstein, Erster Zwischenbericht, Kiel 1994; Forschungsstelle für umweltschonende Energieumwandlung und -nutzung mbH, Ermittlung des Wärmeverbrauchs in ausgewählten Niedrig-Energie-Häusern in Schleswig-Holstein, Zweiter Zwischenbericht, Kiel 1995; Greiff, R., Loga, T., Werner, P., Ökologische Wohnanlage Wiesbaden-Holzstraße, in: IRB-Verlag, Forschungsbericht T 2638, Stuttgart 1994; Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Verkehr und Landesentwicklung, Ökologische Wohnanlage Wiesbaden – Holzstraße, (Kurzbericht) Wiesbaden 1994; IBP, Fraunhofer Institut für Bauphysik, Stuttgart, Endbericht Niedrigenergiehäuser Heidenheim, Stuttgart 1995; Jacobi, Eberhard, Dr.-Ing., Problematik der Wärmeverbrauchsabrechnung über Heizkostenverteiler, in: Heizung, Lüftung, Haustechnik, Nr. 1, 1979; Landeswohnungs- und Städtebaugesellschaft Bayern GmbH (LWS), Deutsch-Schwedisches Gemeinschaftsprojekt Energiesparhäuser Ingolstadt-Halmstadt, Mün-

chen/Frankfurt am Main 1990; Loga, Tobias, BHKW für Niedrigenergiehäuser – Das Beispiel Niedernhausen, in: VDI-Berichte 1237, Technik im Niedrig-Energie-Gebäude, Düsseldorf 1996; Nikolic/Rouvel/Schaefer, Architektur und Energie, Bonn 1983, Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau, Bonn, IRB-Verlag, Stuttgart F2112; RWE, Abteilung Anwendungstechnik, RWE Bauhandbuch, 11. Auflage, Essen 1994; Schweizer Energiefachbuch, Einfamilienhaussiedlung Carmennaweg, Chur, Individuelle Gasheizung spart 30 % Energie, Schweizer Energiefachbuch 1994, Zürich 1994; Technological Institute, Denmark, Low Energy Houses Skive-84, Taastrup 1988; Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg (Hrsg.), Energie- und kostensparende Wohngebäude in Schopfheim, Stuttgart 1996; Weidlich, Ingenieurgesellschaft, Energiegutachten Wohnhausgruppe 906, im Auftrag des Senators für Wirtschaft und Arbeit, Berlin 1987

³⁷ Institut Wohnen und Umwelt, Empirische Überprüfung der Möglichkeiten und Kosten, im Gebäudebestand und bei Neubauten Energie einzusparen und die Energieeffizienz zu steigern, Darmstadt 1994

³⁸ Heizungserneuerung und Wärmedämmung in der Waagschale, TGA Symposium der Ruhrgas, in: HLH Nr. 12 – 1991

³⁹ Der Artikel hierzu: Werner Eicke-Hennig, Ein Lügegebäude stürzt ein, in: Gebäude-Energieberater Heft 4-2014

⁴⁰ Jens P. Fehrenberg, Energie-Einsparungen durch nachträgliche Dämmung bei monolithischen Außenwänden?, in: vbn-info Sonderheft WärmeEnergie 2003 und Schriftenreihe des Deutschen Nationalkomitees für Denkmalschutz 2002

⁴¹ Claus Meier, Richtig Bauen, Renningen 2002; im Buch gibt es noch zwei weitere Objektbeispiele, deren Daten aber ebenfalls falsch sind, bei einem wurde sogar die Grafik geändert

⁴² Prof. Dr. Bernd Rohrmann, Universität Mannheim, Sozialwissenschaftliche Evaluation hessischer Niedrigenergiehäuser, im Auftrag des IWU, Darmstadt 1995

⁴³ Prof. Dr. Bernd Rohrmann, Sozialwissenschaftliche Evaluation des Passivhauses in Darmstadt, Darmstadt 1994

⁴⁴ Antje Flade u.a, Wohnkomfort im Passivhaus, Darmstadt 2003

⁴⁵ Ulrike Hacke u.a., Mieterbefragung zum Wohnverhalten im Passivhaus und zur Akzeptanz des Warmmietenmodells, Darmstadt, IWU, 2013

⁴⁶ H. Künzel, E. Mayer, Fraunhofer Institut für Bauphysik, Überprüfung von Außendämmsystemen mit Styropor-Hartschaumplatten, in: DBZ 6, 1976; Künzel, Mayer, Alterungsverhalten von Wärmedämm-Verbundsystemen mit Kunstharzputzen, IRB-Verlag Stuttgart 1983; H. Künzel, H. Leonhard, Fraunhofer Institut für Bauphysik, Praxisbewährung von mineralischen Wärmedämm-Verbundsystemen, in: Die

Mappe, Heft 7 1991; W. Zapke, F. Blomensah, Bewährung der THERMA-Bauten, Hannover 1991; E. Schild, H. Schweikert, Wärmedämmverbundsysteme, Langzeitbewährung und Schadensanfälligkeit von neuartigen Baukonstruktionen mit erhöhtem Wärmeschutz, IRB-Verlag Stuttgart 1981; D. Gerken, Institut für Bauforschung, Hannover, Wärmedämmverbundsysteme „WDVS“ im Wohnungsbau – Bestandsanalyse zur längerfristigen Lebensdauer und Kostendämpfung, IRB-Verlag, Stuttgart 1996

⁴⁷ Künzel H. et. al, Fraunhofer Institut für Bauphysik, Hygrothermische Beanspruchung und Lebensdauer von Wärmedämm-Verbundsystemen, in: Bauphysik 3-2008

⁴⁸ Brasche u.a., Vorkommen, Ursachen und gesundheitliche Aspekte von Feuchteschäden in Wohnungen, in: Bundesgesundheitsblatt 8-2003

⁴⁹ Die erste Schilderung eines Schimmelschadens findet sich in der Bibel, 3. Buch Moses, 14. Kapitel, Vers 32ff

⁵⁰ Oswald u.a., Schimmelpilzbefall bei hochwärmegedämmten Neu- und Altbauten, Stuttgart 2007

⁵¹ C. Flügge, „Untersuchungen über Lüftungseinrichtungen in Kleinhäusern“, in: Zeitschrift für Hygiene und Infektionskrankheiten, 96. Band, Berlin 1922

⁵² Mosse/Tugenreich, Krankheit und soziale Lage, München 1913

⁵³ ebenda

⁵⁴ Bundesministerium für Wohnungsbau Hrsg., W. Cammerer, Wärmeschutz, aber richtig, Bonn 1958

⁵⁵ Korff-Petersen, A., Der Einfluß von Wandkonstruktion und Heizung auf die Wärmeökonomie von Gebäuden in hygienischer und wirtschaftlicher Beziehung, in: Zeitschrift für Hygiene und Infektionskrankheiten, 93. und 96. Band, Berlin 1922; Korff-Petersen, A., Laboratoriumsuntersuchungen und praktische Erfahrungen über hygienische Eigenschaften sogenannter Ersatzbauweisen, in:

Gesundheits-Ingenieur, Heft 51/1924; C. Flügge, „Grundriss der Hygiene“, Fünfte, sechste und verbesserte Ausgabe, Leipzig 1902; Abel, Prof. Dr., Die Entwicklung der Gesundheitstechnik während der letzten 50 Jahre und ihre Einwirkungen auf die Gesundheitsverhältnisse in Deutschland, in: Gesundheits-Ingenieur, Heft 53/1927; Grimm, Dr., Lungenerkrankungen und feuchte Wohnungen, in: Gesundheits-Ingenieur Heft 21/1927; Haase, F.H., Die Lüftungsanlagen, Stuttgart 1893; Pettenkofer, Max, Ueber den Unterschied zwischen Luftheizung und Ofenheizung in ihrer Einwirkung auf die Zusammensetzung der Luft der beheizten Räume, in: Polytechnisches Journal, Stuttgart 185; Pettenkofer, Max, Luftwechsel in Wohngebäuden, München 1858; Pettenkofer, Max, Beziehungen der Luft zu Kleidung, Wohnung und Boden, Braunschweig 1873; Raisch, E., Die

Luftdurchlässigkeit von Baustoffen und Baukonstruktionsteilen, in: Gesundheits-Ingenieur, 30/1928; Reiher H., Künzel, H., D. v. Soden, Wärme- und Feuchtigkeitsschutz in Wohnbauten – Reihen-Vergleichs-Versuche an künstlich bewohnten Versuchsbauten der Freiland-Versuchsstelle bei Holzkirchen/Obb., Berlin 1958; Schüle, W., Feuchtigkeitsschäden in Wohnungen, FBW, Stuttgart 1957; Oeter Dietrich, Wohnung und Morbidität, in: Aurand und Ising (Hrsg.), Siedlungshygiene und Stadtplanung, Schriftenreihe des Vereins für Wasser-, Boden und Lufthygiene, Stuttgart 1975; Erhorn, Hans, Schäden durch Schimmelpilzbildung im modernisierten Mietwohnungsbau, Bauphysik 10/1988

⁵⁶ DIN 4108, Wärmeschutz im Hochbau, Beuth-Verlag, Berlin 1952

⁵⁷ W. Zapke, Institut für Bauforschung, Hannover, Energieeinsparungen im Gebäudebestand – Ergebnisse einer begleitenden Untersuchung zum Heizenergiesparprogramm, in: Bundesbaublatt Heft 2, 1982

⁵⁸ Eicke-Hennig, Werner, Legenden versus Fortschritt, in Gebäude-Energieberater 05-2013

⁵⁹ Ingo Grün, Fehleinschätzungen beim Wasserdampf, in arcus 4-1983

⁶⁰ DIN 4108, Wärmeschutz im Hochbau, Berlin 1953

⁶¹ Leopold Sautter, Wärmeschutz und Feuchtigkeitsschutz im Hochbau, Berlin 1948

⁶² E. Raisch, Die Luftdurchlässigkeit von Baustoffen und Baukonstruktionsteilen, in: Gesundheits-Ingenieur, Heft 30-1928

⁶³ Drees Gerhard, Recycling von Baustoffen im Hochbau, Wiesbaden 1989; Bilitewski, Recycling von Baureststoffen, Berlin 1993; Weller/Rehberg, Formulierung der zukünftigen, umweltbezogenen Anforderungen an industriell erstellbare Wohnbauten und Erarbeitung von Lösungsansätzen, TU Berlin 1979

⁶⁴ Fraunhofer IBP, Rückbau, Recycling und Verwertung von WDVS, Valley 2014; Bundesverband Baustoffe Steine und Erden e.V., Mineralische Bauabfälle Monitoring 2010, Berlin 2013

⁶⁵ Fraunhofer IBP, Rückbau, Recycling und Verwertung von WDVS, Valley 2014

⁶⁶ A. Mäurer, M. Schlummer, Fraunhofer Institut für Verfahrenstechnik und Verpackung, Freising, Recyclingfähigkeit von Wärmedämmverbundsystemen aus Styropor, in: K. Thomè-Kozmiensky, Mineralische Nebenprodukte und Abfälle, München 2014

⁶⁷ Fraunhofer IBP, Rückbau, Recycling und Verwertung von WDVS, Valley 2014

⁶⁸ Barry Commoner, Radikale Energiewirtschaft, New York 1979, München 1980

⁶⁹ Amory B. Lovins, Sanfte Energie, Hamburg 1978

- ⁷⁰ Günther Moewes, Geld oder Leben, Wien-München 2004
- ⁷¹ Forum Ökologisch-Soziale Marktwirtschaft, Staatliche Förderung der Stein- und Braunkohle 1950-2008, Berlin 2010
- ⁷² J. S. Cammerer, Konstruktive Grundlagen des Wärme- und Kälteschutzes im Wohn- und Industriebau, Berlin 1936
- ⁷³ W. Caemmerer, Der Einfluss der Heizungskosten auf die Rentabilität des Wohnungsbaus, in: Gesundheits-Ingenieur, Heft 9/10, 1950
- ⁷⁴ W. Caemmerer, der Einfluss des Wärmeschutzes auf die Wirtschaftlichkeit von Wohn- und Bürobauten, in: GesundheitsIngenieur, Heft 4/1959
- ⁷⁵ Institut Wohnen und Umwelt, Empirische Überprüfung der Möglichkeiten und Kosten, im Gebäudebestand und bei Neubauten Energie einzusparen und die Energieeffizienz zu steigern, Darmstadt 1994. Die Berechnungen wurden mit der dynamischen Wirtschaftlichkeitsberechnung (6,5 % Preissteigerung p.a. für Öl/Gas), für 46 Gebäudetypen ausgeführt. Die Preise wurden erhoben und mit Baupreiskalkulationen abgestimmt.
- ⁷⁶ Institut Wohnen und Umwelt, Empirische Überprüfung der Möglichkeiten und Kosten, im Gebäudebestand und bei Neubauten Energie einzusparen und die Energieeffizienz zu steigern, Darmstadt 1994
- ⁷⁷ Enseling/Hinz, Wirtschaftlichkeit energiesparender Maßnahmen im Bestand vor dem Hintergrund der novellierten EnEV, Darmstadt, IWU 2008
- ⁷⁸ Dr. A. Enseling, IWU, Energetische Sanierung des Gebäudebestandes privater Haushalte, Darmstadt 2013
- ⁷⁹ Prognos, Ermittlung der Wachstumswirkungen der KfW-Programme zum Energieeffizienten Bauen und Sanieren, Berlin, Basel 2013
- ⁸⁰ DIW, Steigerung der Energieeffizienz, ein Muss für die Energiewende, ein Wachstumsimpuls für die Wirtschaft, DIW, Wochenberichte 4-2014
- ⁸¹ Prof. Andreas Pfnür, Forschungscenter betriebliche Immobilienwirtschaft der TU Darmstadt, Energetische Gebäudesanierung in Deutschland, Teil II Prognose der Kosten alternativer Sanierungsfahrpläne und Analyse der finanziellen Belastung für Eigentümer und Mieter bis 2050, im Auftrag des Instituts für Wärme- und Öltechnik e.V. (IWO), Darmstadt/Hamburg August 2013
- ⁸² Werner Eicke-Hennig, Armgerechnet, in: Gebäude Energieberater GEB 11/12-2013
- ⁸³ LUWOG/empirica – Prof. Simons, Wirtschaftlichkeit energetischer Sanierungen im Berliner Mietwohnungsbestand, Berlin und Ludwigshafen 2010
- ⁸⁴ ARGE Zeitgemäßes Bauen, Wohnungsbau in Deutschland – Modernisierung oder Bestandsersatz, Kiel 2011

⁸⁵ LUWOG, P. Heidenreich, Langzeiterfahrung einer Quartiersmodernisierung am Beispiel des Brunckviertels, Ludwigshafen, 2014

⁸⁶ Institut Wohnen und Umwelt, Empirische Überprüfung der Möglichkeiten und Kosten, im Gebäudebestand und bei Neubauten Energie einzusparen und die Energieeffizienz zu steigern, Darmstadt 1994.

⁸⁷ E. Hinz, IWU und BMVBS (Hrsg.), Kosten energierelevanter Bau- und Anlagenteile bei der energetischen Modernisierung von Wohngebäuden, Darmstadt/Berlin 2012

⁸⁸ Die regelmäßige Veröffentlichung abgerechneter Kosten durch das BKI der Architektenkammern weist leicht geringere Kosten für wärmetechnische Gewerke aus, als die IWU-Untersuchung: BKI, Baukosten 2014 – Positionen Altbau, Stuttgart 2014

⁸⁹ Dr. A. Enseling u.a., Akteursbezogene Wirtschaftlichkeitsberechnungen von Energieeffizienzmaßnahmen im Bestand – Berechnungen mit dem Vollständigen Finanzplan, Darmstadt 2014

⁹⁰ M. Neitzel, INWIS, Wege aus dem Mieter-Vermieter-Dilemma, Bochum 2011

⁹¹ IWU, Chr. V. Malottki, M. Vache, Energieeffizienz und die Kosten des Wohnens, in: Raumplanung 4-2013

⁹² Heinrich-Böll-Stiftung, Energetisch Modernisieren bei fairen Mieten?, Berlin 2014

⁹³ <http://www.abg-fh.com/index.html>, z.B. ABG Frankfurt Holding, Geschäftsbericht 2011: Eigenkapitalrendite von 10,6 in 2010 auf 14,6 % in 2011 erhöht.

⁹⁴ Beispiele: BHU, Energiesparen in Baudenkmälern, Sankt Augustin, 2002; www.ensan.de, Gründerzeithaus Hamburg; Stadt Schwabach, Das Haus Boxlohe 5, gewobau 2009

⁹⁵ A. Kieslinger, Zerstörungen an Steinbauten, Leipzig 1932

⁹⁶ B. J. Smith. u.a., A commentary at climate change, stone decay dynamics and the greening of natural stone buildings, in: Environ Earth Sky 2011, 63 : 1691-1700

⁹⁷ Die erste Studie stammt von 1993: Gertis u.a., Bauphysikalische Schädigungswirkungen an Außenputzen und Verblendmauerwerk durch Mikroorganismenbefall und Überprüfung von Schutzmittelan-sätzen, IRB-Verlag, Stuttgart 1993

⁹⁸ EMPA, Jürgen Blaich, Bauschäden, Dübendorf und Stuttgart 1999

⁹⁹ B.J. Smith, u.a., ebenda

¹⁰⁰ Vgl. z.B. Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen, Dr. Dieter Menge, Gewässerbelastung durch Fungizide aus Dachfarben, Essen 2005

¹⁰¹ Mengenannahmen aus: M. Burkhardt, Auswaschungen aus Fassaden versus nachhaltiger Regenwasserentsorgung, Dübendorf, ohne Jahr (etwa 2008); A. Walser, Gewässerbelastung durch Biozide aus

Gebäudefassaden, in: gwa 8/2008; K. Breuer u.a., Fraunhofer Institut für Bauphysik, Wirksamkeit und Dauerhaftigkeit von Bioziden in Bautenbeschichtungen, in: Bauphysik 34-2012; dieselben, Wirkstoffauswaschung aus hydrophoben Fassadenbeschichtungen: verkapselte versus unverkapselte Biozidsysteme, in: Bauphysik 34-2012; Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft, und Verbraucherschutz, Statistisches Jahrbuch über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten in der Bundesrepublik Deutschland 2011 und 2012, Hilstrup

¹⁰² A. Mäurer, M. Schlummer, Fraunhofer Institut für Verfahrenstechnik und Verpackung, Freising, Recyclingfähigkeit von Wärmedämmverbundsystemen aus Styropor, in: K. Thomè-Kozmiensky, Mineralische Nebenprodukte und Abfälle, München 2014

¹⁰³ Bundesgesundheitsamt, Zur chronischen Gesundheitsbelastung durch Baustoffe, in: Bundesgesundheitsblatt 06-1984

¹⁰⁴ IWU, Passivhaus-Bericht Nr. 10, Darmstadt 1995

¹⁰⁵ Döring, Schadstoffe aus Möbeln, Bonn 1993

¹⁰⁶ IWU, Passivhaus-Bericht Nr. 10, Darmstadt 1995

¹⁰⁷ Heisel, Zum Vorkommen flüchtiger Verbindungen in der Innenraumluft konventioneller und alternativer Bauten, in: Eckernförder Studien, Eckernförde, 3/1993

¹⁰⁸ Zeitung für kommunale Wirtschaft 01-1995, Styroporkugeln als Feinfilter

¹⁰⁹ W. Feist, IWU, Primärenergie- und Emissionsbilanzen von Dämmstoffen, Darmstadt 1986

¹¹⁰ Dr. Wolfgang Feist, Lebenszyklus-Bilanzen im Vergleich: „Niedrigenergiehaus, Passivhaus, Energieautarkes Haus“, Darmstadt 1997

¹¹¹ Stefan Oehler, Georg Reinke, Ökobilanz von 10 Außenwandtypen, bauplaner-spezial.de 4-2012

¹¹² Sölkner, Oberhuber u.a., Innovative Gebäudekonzepte im ökologischen und ökonomischen Vergleich über den Lebenszyklus, Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Berichte aus der Energie- und Umweltforschung Wien, 51/2014

¹¹³ H. Mötzl, Th. Zelger, Ökologie der Dämmstoffe, Wien 2000; www.nachhaltigesbauen.de

¹¹⁴ Projektgruppe Energie und Nachhaltigkeit, Wilhelm Stahl, Zukünftige Gebäude, Stuttgart 2010

¹¹⁵ Mötzl, Zeiger, Ökologie der Dämmstoffe, Wien 2000; Steffen Poschik, Wärmedämmstoffe und Wärmedämmsysteme, Vortrag, Institut Fortbildung Bau, Stuttgart 2013

¹¹⁶ Werner Eicke-Hennig, Es brennt, es brennt, in Gebäude-Energieberater 10-2013; download: http://www.energiesparaktion.de/downloads/Kacheln/Braende/Vortrag_Brand.pdf

¹¹⁷ <http://de.statista.com/statistik/daten/studie/155263/umfrage/entwicklung-der-gesamtanzahl-der-braende-in-deutschland-seit-2002/>

¹¹⁸ H. Werner, Fraunhofer Institut für Bauphysik, Effektiver Wärmeschutz von Ziegelaußenwandkonstruktionen, Auswirkung der Strahlungsabsorption von Außenwandoberflächen und Nachtabenkung der Raumlufthtemperaturen auf den Transmissionswärmeverlust und den Heizenergieverbrauch, Holzkirchen 1985

¹¹⁹ Eicke-Hennig, Kleine Geschichte der Dämmstoffe, in: wksb 65-2011

¹²⁰ Werne Eicke-Hennig, Heizt die Sonne unsere Wände im Winter, in Gebäude-Energieberater 01-2015

¹²¹ BMBAU, Schriftenreihe 04.097, Handbuch Passive Nutzung der Sonnenenergie, 1984

¹²² Fraunhofer Institut für Bauphysik, Transparente Wärmedämmung, Schlussbericht T 1830 IRB-Verlag 1987

¹²³ www.energiesparaktion.de/downloads/Kacheln/Waermespeicherung/Thermografiebericht_Burg_Hanstein.pdf

¹²⁴ Dipl.-Phys. Wolfgang Feist, „Ist Wärmespeichern wichtiger als Wärmedämmen?“, in: wksb 23-1987

¹²⁵ R. Flügge, Der Einfluß der Wandausbildung auf die Überhitzung der Wohnräume im Sommer, in: Haustechnische Rundschau, Halle Nr. 31, 1929

¹²⁶ DIN 4108, Wärmeschutz im Hochbau, Berlin 1952

¹²⁷ Passivhaus-Institut, Protokollband Nr. 5 Energiebilanz und Temperaturverhalten, Darmstadt 1997, sowie: http://passiv.de/former_conferences/Passivhaus_D/Sommer_Passivhaus.htm; IWU, Eicke-Hennig, Jäkel, Zeller, Endbericht 30 Niedrigenergiehäuser, Darmstadt 1997

Hauptsitz**Sto SE & Co. KGaA**

Ehrenbachstraße 1
D-79780 Stühlingen

Zentrale

Telefon +49 7744 57-0
Telefax +49 7744 57-2178

Infoservice

Telefon +49 7744 57-1010
Telefax +49 7744 57-2010
infoservice@sto.com
www.sto.com

