

# Schweizer Ingenieur und Architekt

**Wick, Bruno**

*Dämmdicken für Gebäudehüllen: Stellungnahme zum Beitrag von Walter Baumann*

Schweizer Ingenieur und Architekt, Vol.109 (1991)

PDF erstellt am: 26.02.2009

## **Nutzungsbedingungen**

Mit dem Zugriff auf den vorliegenden Inhalt gelten die Nutzungsbedingungen als akzeptiert. Die angebotenen Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre, Forschung und für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrücke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und unter deren Einhaltung weitergegeben werden. Die Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern ist nur mit vorheriger schriftlicher Genehmigung des Konsortiums der Schweizer Hochschulbibliotheken möglich. Die Rechte für diese und andere Nutzungsarten der Inhalte liegen beim Herausgeber bzw. beim Verlag.

## **SEALS**

Ein Dienst des *Konsortiums der Schweizer Hochschulbibliotheken*  
c/o ETH-Bibliothek, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz

[retro@seals.ch](mailto:retro@seals.ch)

<http://retro.seals.ch>

Talseits wurde eine Hilfsbrücke erstellt, so dass der Verkehr während der Bohr- und Jet-Arbeiten im Strassenbereich über diese Brücke geführt werden konnte bzw. die Bohrarbeiten mit max. 15 t schweren Geräten ab dieser Hilfsbrücke vorgenommen werden konnten. Von Frühjahr bis Herbst 1988 wurden rund 260 Jet-Säulen mit Einzellängen von 20–30 m ausgeführt (Bilder 7 und 8).

### Ausblick

Die Jet-Grouting-Methode kann im Zusammenhang mit Sanierung und Re-

konstruktion von Bauwerken eine Vielzahl von Aufgaben sicher und kostengünstig lösen. Die weitgehend erschütterungsfreie und setzungsarme Baumethode ist besonders für das Unterfangen von Fundamenten geeignet. Die Bohrungen für das 1-, 2- und 3-Phasen-Jet-Grouting (luftummantelter Hochdruckwasserstrahl) können mit nahezu allen bekannten Lockergesteinsbohrgeräten ausgeführt werden. Somit können Jet-Grouting-Arbeiten auch aus engen Kellerräumen ausgeführt werden. Das Verfahren ermöglicht insbesondere, die Anwendungsgrenzen der herkömmlichen Injektionsmethoden auch in feinkörnigen

und schluffigen Böden zu erweitern, wobei anstelle von Chemikalien umweltverträgliche, anorganische Stoffe verwendet werden.

Adresse des Verfassers: *Hansruedi Bart*, dipl. Techniker, Bauführer in Abt. Spezialtiefbau, Heinr. Hatt-Hallier Bauunternehmung, Bäregasse 25, 8001 Zürich.

## Dämmdicken für Gebäudehüllen

Stellungnahme zum Beitrag von Walter Baumann  
«Schweizer Ingenieur und Architekt – SIA» 109, Heft 42/9  
vom 17. Oktober 1991, Seiten 1003–1006

**In Heft 42/91 plädiert W. Baumann für wesentlich grössere Dämmstärken als üblich. Ab k-Werten von etwa  $0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$  treten aber aus gesamtheitlicher Betrachtung – Ökonomie, Ökologie und grauer Energie – andere Lösungen, mit denen man wesentlich mehr Erfahrung in der Anwendung hat, in Konkurrenz zu überdimensionierten Wärmedämmungen von 25 cm Stärke und mehr.**

### Integrale Planung

Nimmt man die integrale Planung als Aufgabe ernst, so genügt eine einseitige Betrachtung der Wärmedämmung als

VON BRUNO WICK,  
WIDEN

Wärmeschutzmassnahme selbst unter Einbezug der «grauen Energie» nicht mehr. Die Ausführungen von W. Baumann sind zwar richtig, aber viel zu einseitig. Eine integrale Planung ver-

langt, dass neben der Forderung nach der Dimensionierung auf minimalen Energieaufwand für Erstellung, Betrieb und Abbruch weitere Gesichtspunkte geprüft werden:

- Die Lösungen müssen auf ihre Kostenfolgen untersucht und verglichen werden.
- Es sollen immer grundsätzlich verschiedene Lösungen mit der Zusatzdämmung verglichen werden wie z.B. die alternative Energiegewinnung, Substitutionsstrategien, Ersatzluftanlagen statt Fensterlüftungen usw.

- Die Praktikabilität der Lösung (Langzeiterfahrung am Bau) ist ebenfalls zu prüfen und zu gewichten.
- Die Folgekosten aus Betrieb, Unterhalt, Bedienungsfreundlichkeit, Abbruch usw. sind weitere Gesichtspunkte, die es zu erwägen gilt.

### Beispiel neues Schulhaus mit tiefem Energieverbrauch

Ein Schulhaus, das zurzeit im Bau ist, wird eine Energiekennzahl Heizen von etwas weniger als  $100 \text{ MJ/m}^2\text{a}$  haben. Dieser sehr tiefe Wert wird ohne Superwärmedämmungen erreicht. Das Dach hat einen k-Wert von  $0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$ , die Wände sind leicht schlechter gedämmt und die Fenster haben beschichtete Isoliergläser mit zwei Scheiben. Das Schulhaus hat  $3000 \text{ m}^2$  Energiebezugsfläche und würde, in Öl ausgedrückt, noch gut 7000 Liter pro Jahr verbrauchen.

Wendet man eine Superwärmedämmung nach Baumann mit 30 cm Dämmstärken an und verbessert auch die Glasqualität, so sinkt die Energiekennzahl in diesem Fall auf  $30 \text{ MJ/m}^2\text{a}$ . Man spart also knapp 5000 l Heizöl pro Betriebsjahr. Es

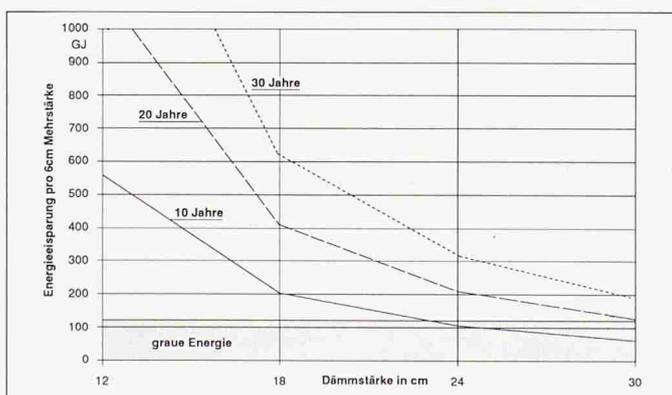


Bild 1. Energieeinsparung pro 6 cm Mehrstärke der Dämmung des Flachdaches bei Nutzungsdauern von 10, 20 und 30 Jahren.

System	Vollkosten	Investition
Sonnenkollektoren für Heizung und Warmwasser	35 Rp./kWh	200 000.–
Ersatzluftanlagen Mechanische Lüftung für minimale Frischluftversorgung mit guter Wärmerückgewinnung	13 Rp./kWh	180 000.–
Luft-Erdkollector der Ersatzluftanlage vorgeschaltet	13 Rp./kWh	30 000.–
Wärmepumpenanlage	21 Rp./kWh	60 000.–
Superwärmedämmung 30 cm	66 Rp./kWh	325 000.–

Tabelle 1. Vergleich verschiedener Systeme an Reduktion der Heizenergie

vergehen aber fast 20 Jahre, bis die graue Energie zurückbezahlt ist. Ist das noch sinnvoll und, vor allem, wie bewältigen wir diesen Neubau bautechnisch? Sind nicht diese extremen Investitionen andernorts wesentlich «energiebringender» einsetzbar? Man würde für die Einsparung von 5000 Liter Öl pro Jahr mehr als Fr. 500 000.– zusätzlich investieren; das sind hundert Franken pro eingesparten Jahres-Liter. Eine vertretbare obere Grenze bei Neubauten liegt aber heute bei rund Fr. 15.– pro Liter Einsparung, sonst bleibt kein Geld für die Sanierung der bestehenden Bauten.

### Teilbetrachtung Dach der Schule

Beim Dach ist die Zusatzdämmung am günstigsten einzubauen. Es treten praktisch keine Bauprobleme auf, und es wird kein zusätzliches Land verbraucht. Das Schulhaus mit einer Energiekennzahl E-Heizen von 100 MJ/m<sup>2</sup>a wird nun mit einer stufenweise verstärkten Dämmung von 12, 18, 24 und schliesslich 30 cm untersucht. Bild 1 zeigt, was Dämmungen in der Grössenordnung bis 30 cm Dämmung erbringen.

### Alternativen zur Superwärmee-dämmung

Das oben erwähnte Schulhaus hatte ohne die vorgesehenen heiztechnischen Massnahmen rechnerisch eine Energiekennzahl Heizen von 160 MJ/m<sup>2</sup>a. Dieser Wert wird mit sorgfältiger und guter Dämmung, einer spontanen Einzelraumregulierung für die Heizung mittels Heizkörpern (keine Bodenheizung) und einem guten Wirkungsgrad bei der Wärmeerzeugung erreicht.

In jeder Baukommission hat es Verfechter von Sonnenenergieanlagen, Superwärmee-dämmungen, Erdsondenanlagen, Holzschnitzelheizungen usw. Um die Diskussionen zu versachlichen, empfiehlt es sich, für alle sinnvollen sowie für alle «politisch verlangten» Lösungen mittels Tabellenkalkulation eine Vollkostenrechnung zu machen, um vernünftige Vorentscheide fällen zu können. Das Beispiel der Schulanlage ergibt beim Ausgangswert E-Heizen 160 MJ/m<sup>2</sup>a für verschiedene Massnahmen-Optionen – in bautechnisch vertretbarem Mass – pro zusätzlich gesparte 1000 kWh Jahreskosten gemäss Tabelle 1.

Nachdem die Superwärmee-dämmung jeweils auch die höchste Rückzahlzeit für die graue Energie hat – etwa 10 Jahre gegenüber nur 1 bis 4 Jahren bei den anderen Systemen – scheidet sie meistens aus.

Man kann also wirtschaftlich, betrieblich und ökologisch weit interessantere Pakete schnüren als die Superwärmee-dämmung. Mit einer Ersatzluftanlage hat man zudem noch eine bessere Luftqualität, das Erdluftregister vereinfacht die Haustechnik erheblich. Die Superwärmee-dämmung bringt aber wie die Wärmepumpe keinen zusätzlichen Komfortgewinn.

### Schlussbemerkung

Man sollte sich vor der einseitigen Betrachtung der Wärmedämmung hüten. Im hier aufgezeigten Beispiel Schulhaus sind die Verhältnisse besonders krass. Hätte man ein Alterspflegeheim mit Raumtemperaturen von 24 °C und über 5500 Heizgradtagen genommen, so zeigt sich rasch, dass die Abwärmenutzung und eine ideale Wärmerückgewinnung der Superwärmee-dämmung wiederum betrieblich und energetisch weit überlegen sind.

Superwärmee-dämmungen sind im Bereich «Nullenergiehaus» angemessen.

Sie nehmen aber beim grossen Bestand unzureichend gedämmter Häuser eine ganz andere Stellung ein. Es ist weit wichtiger, 10 Altbauten mit Energiekennzahlen Heizen von 600 oder mehr auf 200 MJ/m<sup>2</sup>a zu verbessern, als 100 Neubauten von 100 auf 60 MJ/m<sup>2</sup>a zu trimmen. Bei einer mittleren Gebäudegrösse spart die Sanierung dieser 10 Altbauten 4000 GJ pro Jahr; die Gesamtheit der genannten 100 Neubauten bringt «nicht mehr» als eine Reduktion von 4000 GJ – wohl die gleiche Wärmemenge wie die 10 Altbauten, aber mit einem weit höheren, unbezahlbaren Aufwand.

Adresse des Verfassers: Bruno Wick, dipl. Ing. ETH/SIA, 8967 Widen.

### Replik des Verfassers

Die in meinem Aufsatz präsentierten Berechnungsergebnisse beziehen sich auf den konventionellen Wohnungsbau, wie sich dem Text entnehmen lässt. Abwärmenutzung und Wärmerückgewinnung wurden in der Tat nicht berück-

Dämmung		Energie							
Dämm-dicke mm	k-Wert W/m <sup>2</sup> K	graue Energie MJ/m <sup>2</sup>	Bedarf. Transm.+ Lüftung MJ/m <sup>2</sup> a	Gewinn ohne/mit ERG MJ/m <sup>2</sup> a	230	Total			
						ohne ERG 20 MJ/m <sup>2</sup> a	50 (1)	mit ERG 20	50 MJ/m <sup>2</sup> a
100	0,339	120	250+133	100	230	289	285	159	155
150	0,230	180	219+133	100	230	261	256	131	126
200	0,175	240	202+133	100	230	247	240	117	110
250	0,140	300	192+133	100	230	240	231	110	101
300	0,118	360	186+133	100	230	237	226	107	96
Theoretische energiewirtschaftliche Dämmdicken									
412	0,086	494	176+133	100		233			
651	0,055	781	167+133	100			216		
345	0,103	414	181+133		230			105	
537	0,066	644	171+133		230				87
Praktische energiewirtschaftliche Dämmdicken									
205	0,170	246	201+133	100		246			
284	0,124	341	187+133	100			227		
208	0,168	250	200+133		230			115	
296	0,119	355	186+133		230				96
(1) Nutzungszeit in a						ERG = Energierückgewinnung			

Tabelle 1. (Replik) Auszug aus den Berechnungsergebnissen für ein Mehrfamilienhaus, Standort Bern, beheiztes Gebäudevolumen 2300 m<sup>3</sup>, Energiebezugsfläche 870 m<sup>2</sup>, Gebäudehülle 1230 m<sup>2</sup>. Die Zahlen sind – als Beispiel – wie folgt zu interpretieren: Ohne Wärmerückgewinnungssysteme beträgt die praktische energiewirtschaftliche Dämmdicke bei einer Nutzungszeit von 20 Jahren 205 mm; der Energieverbrauch des Gebäudes beträgt in diesem Fall 246 MJ/m<sup>2</sup>a. Beträgt die Nutzungszeit jedoch 50 Jahre, erhöht sich die energiewirtschaftliche Dämmdicke auf 284 mm (Energieverbrauch 227 MJ/m<sup>2</sup>a). Aus der Tabelle ist sodann ersichtlich, dass Wärmerückgewinnungssysteme die energiewirtschaftliche Dämmdicke nicht wesentlich beeinflussen. Aber selbstverständlich ist in diesem Fall der Gesamtenergieverbrauch geringer, er beträgt nur noch rund 100 MJ/m<sup>2</sup>a.

Bei der theoretischen energiewirtschaftlichen Dämmdicke ist der Gesamtenergiebedarf minimal, bei der praktischen energiewirtschaftlichen Dämmdicke liegt er etwa 5% (bis 10%) über diesem Minimum.

sichtigt; aus folgendem Grund: Als Berechnungsmodell dienen die in der SIA-Dokumentation 80, «Energie im Hochbau», vorgestellten Bauten. Die Berechnungen wurden streng nach SIA 380/1, «Energie im Hochbau», durchgeführt (auch darauf habe ich in meinem Aufsatz hingewiesen).

Wenn wir zusätzlich Abwärmenutzung und Wärmerückgewinnung in die Berechnungen einfließen lassen, reduziert sich logischerweise der Gesamtenergieaufwand, aber die praktische energie-wirtschaftliche Dämmdicke ändert sich dadurch unwesentlich! Für das schweizerische Mittelland ergeben sich nach

wie vor Dämmdicken, die sich so um 20 cm herum bewegen – sofern wir die Nutzungszeit mit 20 Jahren einsetzen.

Wenn wir uns aber dazu bekennen, dass die Nutzungszeit eines Gebäudes inklusive dessen Wärmedämmung 50 Jahre sei und damit für die Wärmedämmung ebenfalls eine Nutzungszeit von 50 Jahren berücksichtigen, so erhalten wir als Berechnungsergebnis (vorläufig noch?) überdimensioniert erscheinende Dämmdicken um 30 cm herum – selbst bei Nutzung von Abwärme und Alternativ-Energien sowie Wärmerückgewinnung! Und diese Berechnungsergebnisse entstammen einer für den Wohnungsbau

ganzheitlichen und keineswegs einseitigen Betrachtungsweise, unter der Voraussetzung, die «graue Energie» des Dämmsystems (Mineralwolle) betrage 20 bis max. 30 Megajoules pro Kilogramm. Details dieser Berechnungen können Tabelle 1 entnommen werden.

Welches die energiewirtschaftliche Dämmdicke eines Schulhaus-, Spital- oder Bürogebäudes ist, dies nach SIA 380/1 zu berechnen bin ich für einen konkreten Fall gerne bereit.

Walter Baumann, Ing. HTL/SIA  
Hasenweg 10, 8405 Winterthur

## Ehrungen

### Akademische Ehrungen für Angehörige der ETH Zürich

Prof. Dr. *Wilhelm Schmidt-Lorenz*, Professor der ETH Zürich im Ruhestand, wurde in Anerkennung seiner Leistungen in Lehre und Forschung auf dem Gebiet der Lebensmittel-Mikrobiologie und der Lebensmittel-Hygiene in Bern die Werder-Medaille und der Werder-Preis 1990 überreicht.

Prof. Dr. *Jean-Philippe Schütz*, Professor der ETH Zürich für Waldbau, wurde in Paris zum Correspondant étranger de l'Académie d'agriculture de France gewählt.

Prof. Dr. *Krystina Urbanska*, Titularprofessorin und Privatdozentin am Geobotanischen Institut der ETH Zürich, wurde zum Mitglied der Polnischen Akademie der Wissenschaften gewählt.

Die Universität Stuttgart hat Prof. Dr. *Daniel L. Vischer*, Professor der ETH Zürich für Wasserbau, in Anerkennung seiner Verdienste um den konstruktiven Wasserbau, insbesondere der Wasserkraftnutzung, die Würde eines Dr.-Ing. ehrenhalber verliehen.

Prof. Dr. *Heinrich Zollinger*, Professor der ETH Zürich im Ruhestand, wurde zum Honorary Fellow des Shenkar College of Textile Technology and Fashion (Höhere Technische Lehranstalt Israels für alle Bereiche der Textiltechnologie) in Ramat-Gan, Israel, ernannt.

Das Istituto Lombardo, Accademia di Scienze e Lettere, in Mailand hat Prof. Dr. *Daniel Bernoulli*, Professor der ETH Zürich für Geologie, zu ihrem auswärtigen Mitglied gewählt.

Der Louisa Gross Horwitz Prize for Biology or Biochemistry 1991 der Columbia University wurde am 17. Oktober in New York den beiden ETH-Professoren Dr. *Richard R. Ernst*, Professor der ETH Zürich für Physikalische Chemie, und Dr. *Kurt Wüthrich*, Professor der ETH Zürich für Biophysik, verliehen für ihre Pionierbeiträge zur Entwicklung und Anwendung der Kernresonanzspektroskopie in der dreidimensionalen Strukturbestimmung biologischer Makromoleküle in Lösung.

Prof. Dr. *Peter Günter*, Professor der ETH Zürich für Experimentalphysik, wurde kürzlich zum Fellow of the Optical Society of America ernannt.

Die Bündner Regierung hat Prof. Dr. *Christian Menn*, gebürtig von Zillis GR, Professor der ETH Zürich für Baustatik und Konstruktion, den Bündner Kulturpreis 1991 verliehen.

## Bücher

### Rheinzink-Anwendung im Hochbau

Hrsg. Rheinzink GmbH, D-Datteln. 206 S., viele Zeichnungen und Bilder, kart., Format A4, Preis: Fr. 30.–. Bezug: Rheinzink Consulting und Engineering AG, Täferstr. 22A, 5405 Baden-Dättwil

Das in neunter Auflage vorliegende Rheinzink-Fachbuch «Anwendung im Hochbau» ist zum führenden Standardwerk der Spengler-technik mit Titanzink geworden. Das Buch, mit dessen Hilfe vollständige und exakte Ausschreibungsunterlagen erstellt werden können, beschreibt in 195 Positionen alle spengler-technischen Arbeiten. Es ist damit eine nützliche Planungshilfe für Handwerker, Architekten und ausschreibende Stellen.

### Probleme im Alpenraum aus wissenschaftlicher Sicht

Das Geographische Institut der Universität Bern hat mit Blick auf die zweite Ministerkonferenz der Alpenländer in Salzburg (6./7. November 1991) einen Bericht über die Probleme im Alpenraum erarbeitet. «Die Alpen – eine Welt in Menschenhand» ist ein Statusbericht aus wissenschaftlicher Sicht, der alle Aspekte zur Erhaltung der Alpen als einzigartige, schöne und vielfältige Landschaft und als stabiler Lebens- und Wirtschaftsraum berücksichtigt.

Der Bericht ist die allgemeinverständliche Umsetzung der Resultate eines langjährigen Forschungsprogrammes des Nationalfonds über sozioökonomische Entwicklung und ökologische Belastbarkeit im Berggebiet, das vor wenigen Jahren abgeschlossen wurde. Der Bericht erscheint dann auch, leserfreundlich gestaltet und mit zahlreichen Abbildungen versehen, als eigentliches «Alpenmagazin», das die heutige Situation im

schweizerischen Alpenraum in ihren Widersprüchen zu beschreiben und zu verstehen versucht. Das Ergebnis ist eine klare Bestandaufnahme helvetischer Berggebietspolitik.

Der Bericht richtet sich an alle an der Berggebietsproblematik Interessierten und eignet sich auch als Lehrerheft für den Unterricht. Das 72seitige «Alpenmagazin» kann gratis bei der Eidgenössischen Drucksachen- und Materialzentrale (EDMZ) unter der Bestellnummer 319.110.d mit einer voradressierten Klebeetikette bestellt werden. Das Magazin ist auch in italienischer und französischer Sprache erhältlich.

### Das Buch vom Dachausbau

Von *Horst Fischer-Uhlig*, Eberhard-Blotter-Verlag, 6204 Taunusstein. 1991. 128 S. im Grossformat mit 210 farbigen Fotos und 89 farbigen Zeichnungen. Gebunden DM 29,80/ISBN 3-89367-021-1.

Der Dachgeschossausbau nimmt heute mehr und mehr eine Spitzenposition bei geplanten Modernisierungs- und Ausbaumassnahmen ein. Verwunderlich ist das nicht. Denn wo sonst kann man die begehrten Quadratmeter Wohnfläche so preiswert schaffen! Das gilt für Wohnungen in Ein- oder Zweifamilienhäusern, in denen zusätzliche Räume unterm Dach geschaffen werden sollen als Schlafzimmer, Kinder- oder Spielzimmer, als Arbeitszimmer oder einfach als Refugium zum Zurückziehen. Das gilt aber auch für ein grosses Dachgeschoss in einem städtischen Mehrfamilienhaus, das als vollständige Dachwohnung ausgebaut werden soll.

Ziel dieses Buches ist es, in vielen farbigen Ausbaubeispielen die Wohnwelt unterm Dach vorzuführen: um Bauherren bzw. Hauseigentümer anzuregen, um die Fülle an Ideen, Gestaltungen, Nutzungen und Detaillösungen darzustellen, die heute unterm Dach realisierbar sind.

Hinweise zu Planungs- und bautechnischen Fragen, mit Fotos und Zeichnungen illustriert, sind vorausgeschickt: von Grundrissplanung, Dachaufbau und Dachdämmung bis zu Innenausbau, Werkstoffen, Belichtung und Installation. Ein Fachbegriff-Lexikon erleichtert die Zusammenarbeit zwischen Bauherr, Handwerker und Architekt; ein Register macht das Nachschlagen leicht.