

Energiesparhaus oder Massivbauweise – Überlegungen zur Nachhaltigkeit im Bauwesen

Seit Anfang der 80er Jahre existiert unter den Bauexperten in Deutschland ein Streit über die wärmetechnischen Qualitäten und bauphysikalischen Eigenschaften der Massivbauweise und die Wirkung von Wärmedämmungen insbesondere bei Außenwänden. Hierbei wird die eine Seite von der Gegenseite zum einen als unqualifizierte Ziegelphysiker verunglimpft, wobei diese wiederum ihre Gegner als von der Dämmstoffindustrie gekaufte Dämmideologen abtun. Für den Verbraucher sind die Argumente der jeweiligen Seite oft verwirrend, da beide Seiten neben unbestreitbaren Fakten, die die eigene Position belegen auch falsche Behauptungen aufstellen wie etwa diese, dass Wärmedämmung nicht wirksam ist oder dass das Speichervermögen von Massivwänden physikalischer Unfug sei.

Die Befürworter der Massivbauweise weisen vor allem auf die Wärmespeicherkapazität und die sog. Phasenverschiebung beim Auskühlungsverhalten von Ziegelmauerwerk hin. Eine Wärmedämmung an sonnenbeschienenen Außenwänden gilt daher als kontraproduktiv, da die Wärmespeicherung der Wände behindert und notwendige kapillare Transportvorgänge unterbunden werden. Die entstehende Unterbindung kapillarer Transportvorgänge durch nicht kapillar leitende Dämmstoffe wie Styropor wirkt sich insbesondere auch bei nicht sonnenbeschienenen Außenwänden negativ aus, da hierdurch eine erhöhte Durchfeuchtung des Mauerwerks eintritt, die den Energieabtrag in der Wand verstärkt.

Die Befürworter der Wärmedämmung verweisen auf die Verminderung der Transmissions-Wärmeverluste durch Anbringung einer Wärmedämmung, die die möglichen Wärmegewinne durch Sonneneinstrahlung kompensiert und in der Summe zu einem reduzierten Energieverbrauch führt. Kapillare Transportvorgänge finden bei dieser Betrachtung keine Berücksichtigung, da sich nach Lehrmeinung der Bauphysik das Wasser nur in Dampfform im Bauteil befindet. Dies ist jedoch so eindeutig falsch, dass diese theoretische Annahme der angewandten Bauphysik neuerdings auch von einigen etablierten Bauphysikern in Frage gestellt wird¹⁾.

Während die Transmissionsvorgänge wissenschaftlich sehr gut dokumentiert sind und es für jeden Baustoff einen Wärmeleitwert gibt mit dem sich die Transmissionswärmeverluste eines Wandaufbaus scheinbar genau ermitteln lassen, gibt es für die solaren Wärmegewinne weder eine allgemeingültige wissenschaftliche Erklärung, geschweige denn eine genormte Messmethode. Prinzipiell ist klar, dass die Sonnenstrahlung ein beschienenes Außenbauteil erwärmt und sich die dort aufgenommene Strahlung in Wärme umwandelt und im Bauteil verteilt, d. h. ein Energieabtrag von warm nach kalt stattfindet. Wie der Energieeintrag und Abtrag im Mauerwerk theoretisch beschrieben und gemessen werden kann, ist wissenschaftlich nicht genau beschrieben. Zwar haben in der Vergangenheit einige Baufachleute hierzu geforscht und auch Theorien und Methoden zur Bemessung entwickelt, diese haben jedoch keinen Eingang in die offizielle bauphysikalische Lehre gefunden²⁾. Die neuere Bauphysik hat dieses Phänomen weitgehend ignoriert und, so scheint es, geradezu eine Forschung zur Vermeidung von Baustoffen mit Speichermasse und deren Ersatz durch Dämmstoffe betrieben.

Die in der DIN 4108 geregelte Berechnung solarer Gewinne opaker Bauteile lässt die Wärmegewinne dermaßen gering ausfallen, dass sie auf dieser Grundlage praktisch als nicht wirksam zu betrachten sind³⁾. Abgesehen davon, dass die hierfür in der DIN angewendete Formel willkürlich und physikalisch nicht nachvollziehbar ist, widerspricht die Ignorierung der Wärmespeichervorgänge in der offiziellen Bauphysik jedoch vor allem der praktischen Erfahrung. Es gibt zahlreiche Beispiele von Massivbauten mit schlechtem U-Wert bei denen der gemessene Verbrauch pro m² Nutzfläche weitaus geringer ist als der gemessene Verbrauch vergleichbarer gedämmter Neubauten mit gutem U-Wert⁴⁾.

Dass die belegbaren guten wärmetechnischen Qualitäten von (Ziegel-) Mauerwerksbauten auf das hohe Speichervermögen und das verzögerte Auskühlungsverhalten der Wände zurückzuführen ist, erscheint plausibel auch wenn es hierzu keine allgemein gültigen Berechnungsmethoden gibt und damit keine Möglichkeit der Quantifizierung. Allein die Verbrauchsdaten sprechen für sich.

Auch bei den bekannten vergleichenden Untersuchungen von massiven Wandkonstruktionen mit gedämmten Konstruktionen haben die massiven Konstruktionen ganz unabhängig vom vorhandenen U-Wert ein günstigeres Verbrauchsverhalten als gedämmte Konstruktionen aufgezeigt und zwar in

Relation zur gemessenen Strahlungsintensität der Sonne⁵. Jeder kann mit einem einfachen Pyrometer die Oberflächentemperatur einer sonnenbeschienen Außenwand im Winter messen und wird dabei erstaunliche Erfahrungen machen. Es ist ebenso erstaunlich, dass die vorhandenen Temperaturen von über 50° Celsius und die damit notwendigerweise verbundenen Wärmeströme weder Eingang in die angewandte Bauphysik noch in das Berechnungsverfahren der DIN 4108 gefunden haben. Die hierzu vorliegenden eindeutigen Untersuchungsergebnisse der Arbeitsgemeinschaft Mauerziegel von 1995, sowie zahlreiche weitere mehr oder weniger gut belegte Messungen werden nach wie vor ignoriert⁶.

Dass massive (Ziegel-)Außenwandkonstruktionen energetisch so schlecht bewertet werden, liegt vor allem daran, dass sie sowohl den ästhetischen Absichten zeitgenössischer Architektur widersprechen als scheinbar auch den Anforderungen an eine möglichst rationelle und billige Bauweise. Das freie Spiel der Formen und Farben geht einher mit dem freien Spiel des Marktes, das in der jüngeren Vergangenheit hauptsächlich billige Massenware und Bauschäden hervorgebracht hat. Die offizielle Bauphysik hat sich scheinbar ebenfalls den Anforderungen des Marktes angepasst und liefert die Ergebnisse, die von der Bauindustrie als Legitimation gebraucht werden. Die Bauschadensstatistik und die tatsächlichen Energieverbräuche auch von hochwertigen Immobilien machen deutlich, dass sich die Bautechnik unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit eindeutig zurückentwickelt hat und in einer Empörung hervorrufenden Art und Weise häufig bautechnische Ausschussware in die Welt setzt.

Während moderne Bautechnik zwar immer größere Gebäudehöhen und Spannweiten zulässt, geht diese Entwicklung zu Lasten der Langlebigkeit und erfordert energieaufwendige und anfällige haustechnische Anlagen. Um hier zumindest formal gegenzusteuern, hat man sich in der Vergangenheit auf die Entwicklung möglichst Wärme dämmender Baustoffe und Konstruktionen konzentriert und als alleinigen Maßstab zur wärmetechnischen Bewertung eines Bauteils den U-Wert festgelegt. So hat heute ein normales Fensterglas einen um 50% besseren Wärmedämmwert als eine 25 cm Ziegelwand. Allein dieser Dämmwert fließt in die energetische Bewertung einer Wand zur Energiebedarfsrechnung ein ohne Berücksichtigung sonstiger physikalischer Vorgänge. Der U-Wert ist jedoch nur eine theoretische Kenngröße und legt das Verhalten von Baustoffen im Labor unter normierten Bedingungen zugrunde. Solche sog. stationären Bedingungen werden im gebauten Zustand aber nicht angetroffen und die Bauteile, bzw. das Bauwerk ist klimatischen Bedingungen ausgesetzt, die im Labor nicht reproduzierbar sind. So kommt es, dass Gebäude in der Realität wärmetechnisch ganz anders funktionieren als theoretisch berechnet. Es ist anhand zahlreicher Verbrauchsmessungen nachweisbar, dass die über den U-Wert ermittelten Energiebedarfe bei Neubauten in der Realität nicht erreicht werden. Die tatsächlich gemessenen Verbräuche liegen dabei fast ausnahmslos über den theoretisch errechneten. Andererseits liegen die ermittelten tatsächlichen Verbräuche von massiven (Ziegel-) Altbauten ausnahmslos unter den mit der U-Wert-Methode berechneten Energiekennwerten zur Ermittlung des Energiebedarfs - und zwar in so erheblichem Maße, dass nun auch die Immobilienwirtschaft, die bisher von der Entwicklung scheinbar profitierte, umzudenken beginnt⁷.

Die Arbeitsgemeinschaft für zeitgemäßes Bauen Kiel hat 2009 eine Verbrauchsdatenauswertung von 5000 Gebäuden mit 19426 Wohneinheiten vorgelegt. Im Ergebnis lässt sich feststellen, dass die theoretischen Energiebedarfsberechnungen unter Zugrundelegung des U-Wertes zu einem Ergebnis führen, dass durchschnittlich um 100% über dem tatsächlichen Verbrauch liegt⁸.

Die Berechnung und Bemessung des Heizwärmebedarfs über den U-Wert erweist sich damit als eine unzulängliche Methode zur Ermittlung des Heizwärmebedarfs von Gebäuden und liefert falsche Ergebnisse zur energetischen Bewertung insbesondere der vorhandenen Altbausubstanz.

Der gesamte bauphysikalische Ansatz zur wärmetechnischen Normierung und Bewertung von Bauteilen und Gebäuden ist in Frage gestellt, da in der genannten Untersuchung nicht nur Experimentalbauten oder Einzelbeispiele untersucht und gemessen wurden, sondern anhand tausender Bestandsgebäude der Widerspruch von Berechnungsmethodik tatsächlichem Energieverbrauch nunmehr belegt ist. Die so genannte Ziegelphysik entspringt offensichtlich nicht den verwirrten Gehirnen einiger Esoteriker und Pseudowissenschaftler, sondern hat einen realen und empirisch nachweisbaren Hintergrund. Die Vertreter der gängigen Bauphysik haben die vorgelegten Untersuchungsergebnisse noch nicht kritisch kommentiert und verweisen nach wie vor auf das

unterschiedliche Nutzerverhalten. Dies ist mit den vorgelegten Untersuchungsergebnissen jedoch wissenschaftlich nicht mehr haltbar.

Im Jahr 2010 hat ebenfalls die Arbeitsgemeinschaft für zeitgemäßes Bauen in Kiel eine Bedarfs – und Verbrauchsdatenauswertung für Neubauten im Niedrig-Energiehaus-Standard vorgelegt. Im Ergebnis zeigt die Untersuchung, dass nicht ein einziges untersuchtes Gebäude die berechneten, bzw. gesetzlich geforderten Bedarfe auch erreicht. Für die untersuchten KfW Energiesparhäuser 60 wurde eine §14 Abweichung von durchschnittliche 40% festgestellt, für die KfW Energiesparhäuser 40 eine Abweichung von 43%, wobei hier die zusätzlichen Stromkosten für die erforderlichen Wärmerückgewinnungsanlagen noch gar nicht eingerechnet wurden. Dieses Ergebnis zeigt, dass nicht nur die Berechnungsmethodik zum Wärmebedarf hinfällig ist, sondern vor allem auch, wie in der Studie ausdrücklich festgestellt wird, dass es sich bei hoch gedämmten Niedrig-Energiehäusern um Fehler intolerante Konstruktionen handelt, die schadensanfällig sind und wenig geeignet scheinen, die gewohnten Erwartungen an die Langlebigkeit einer Immobilie zu erfüllen⁹.

Bei der Entscheidung für den richtigen Baustoff ergibt sich damit für die Bauschaffenden und den Verbrauchern die Frage, ob nun die schlechter als berechnet verbrauchenden Dämm-Konstruktionen oder die besser als berechnet verbrauchenden Massiv-Konstruktionen unterm Strich im Vorteil sind. Es ist nach den vorliegenden Untersuchungen zum Heizwärmeverbrauch von Bestandsimmobilien davon auszugehen, dass für einen Massiv-Altbau mit einer Außenwanddicke zwischen 38 und 50 cm unter der Voraussetzung moderner Heiztechnik, reduzierter Lüftungswärmeverluste und ausreichender Dämmung des Daches bzw. der obersten Geschossdecke ein Heizwärmeverbrauch von 80-100 KW/m²a zu erwarten ist¹⁰. Legt man die Ergebnisse der Kieler Untersuchung zugrunde ist bei einem KfW Energiesparhaus 40 mit einem Heizwärmeverbrauch von 60 KW/m²a und beim Energiesparhaus 60 mit 90 KW/m²a zu rechnen. Wie sich diese Werte nach Jahren des Verschleißes entwickeln ist nur zu vermuten: Aus Energiesparhaus wird Energieschweißbraus und dann als Sondermüll zu entsorgen.

Unabhängig davon, dass bei diesen Verbrauchsergebnissen der finanzielle Mehraufwand für die Energiesparhäuser, d.h. im Wesentlichen für die Wärmedämmung, völlig unwirtschaftlich ist, kann es im Hinblick auf die Nachhaltigkeit keinen Zweifel geben, dass massive Wände die energetisch bessere und wirtschaftliche Lösung sind. Denn während massive Ziegelbauten die Generationen überdauert haben, sich den unterschiedlichen Anforderungen der Nutzer anpassen und bei entsprechender Pflege an Wert gewinnen, haben sich die Energiesparhäuser als Fehler intolerant, technisch undurchdacht und schadensanfällig erwiesen. Statistisch ist jeder zweite Neubau nach 20 Jahren ein Sanierungsfall und verschlingt noch einmal so viel Geld für die Sanierung wie für die Herstellung¹¹). Diese Entwicklung scheint sich durch die Anforderungen der EnEV und die damit verbundenen Auswirkungen auf die Baukonstruktion (erhöhte uneffektive Dämmung) und Anlagentechnik (verstärkte uneffektive Wärmerückgewinnung) noch weiter zu verschlimmern.

Hält man sich vor Augen, dass die Wärmetransmission über die Außenwände max. 20% des Heizwärmeverbrauchs eines Gebäudes ausmacht, ist das Ergebnis für die Energiesparhäuser niederschmetternd: Der rechnerische Vorteil für ein Energiesparhaus beträgt für ein durchschnittliches Einfamilienhaus gerade mal den Heizwert einer einzigen Kleinwagen-Tankfüllung pro Jahr.

Dies ist natürlich nur eine theoretische Modellrechnung auf Grundlage der geltenden Vorschriften und daher genauso viel oder wenig aussagekräftig für den Einzelfall wie eine Wärmebedarfsrechnung, die dem Bauherrn die sinnlose Einhaltung bestimmter U-Werte vorschreibt, ohne das Ziel zu erreichen.

Verdeutlicht man sich, dass die genannten Abweichungen der ermittelten Wärmebedarfe und Verbräuche lediglich den winterlichen Wärmeschutz betreffen und bei den zunehmenden Belastungen beim sommerlichen Wärmeschutz die Massivbauweise klimatisch ohnehin und unbestritten im Vorteil ist, wird klar, dass die gültigen Bauvorschriften zur Energieeinsparung und die gängige Baupraxis wenig zur geforderten Nachhaltigkeit des Energiegebrauchs beitragen. Die geforderten extrem guten Energieverbrauchswerte werden heute mit den gängigen Dämmkonstruktionen lediglich auf dem Papier erreicht. In der Praxis kommt es zu vollkommen abweichenden Verbrauchswerten, insbesondere bei technisch aufwendigen Gewerbeimmobilien, die mit nicht mehr akzeptablen Betriebskosten durch zu hohe Energieverbräuche zu kämpfen haben. Hinzu kommt es im

Zusammenspiel eines falschen bauphysikalischen Berechnungsansatzes mit einer mangelhaften Ausführung zu Fehlkonstruktionen, die zu Bauschäden und gesamtwirtschaftlichen Folgekosten in Milliardenhöhe jährlich führen.

Die Berechnungsverfahren zum Wärmeschutz und die sich hieraus ableitenden Baukonstruktionen sind dringend auf den Prüfstand zu stellen. Hierbei gilt es umfangreichere und genauere vergleichende Untersuchungen anzustellen und auszuwerten sowie bessere theoretische Grundlagen zur Ermittlung des Wärmebedarfs zu entwickeln. Dass die wärmetechnischen Qualitäten der Massivbauweise durch die gängige Bauphysik so wenig wissenschaftlich untersucht und offensichtlich falsch bewertet sind, ist ein Versäumnis der Vergangenheit, dass es dringend aufzuarbeiten gilt. Die Massivbauweise kann ganz offensichtlich im Zusammenwirken mit moderner Mess- und Anlagentechnik bei der Umsetzung einer nachhaltigen Umgangsweise mit den Ressourcen eine größere Rolle spielen und damit zukünftig zu einer besseren Wirtschaftlichkeit von Immobilien beitragen.

Dem sanierungswilligen Hausbesitzer ist zu raten, dass er vor einer möglichen Sanierung unbedingt den tatsächlichen Heizwärmeverbrauch mit dem Ergebnis des Energieausweises abgleicht. Der errechnete Verbrauchskennwert ist zumeist falsch und führt zu falschen Rückschlüssen. Die dann oft empfohlene Anbringung einer Außenwanddämmung ist fast immer unwirtschaftlich und kann langfristig zu Bauschäden führen. Der Einbau neuer Fenster ist nur dann sinnvoll, wenn sie ohnehin ausgewechselt werden müssen. Zumeist ist ein Austausch der Dichtungen völlig ausreichend, um zu hohe Lüftungswärmeverluste zu reduzieren. Eine Dämmung des Daches und/oder der untersten/obersten Geschossdecke ist zu empfehlen, jedoch sollte hier wegen des sommerlichen Wärmeschutzes auf eine möglichst hohe Wärmespeicherkapazität der Dämmung geachtet werden. Durch eine regelmäßige Überprüfung der Thermostatventile und des Heizkörperdurchflusses, sowie eine Überprüfung der Heizungssteuerung kann ebenfalls viel Energie gespart werden, ohne gleich eine neue Heizungsanlage einbauen zu müssen. Sollte diese erforderlich sein, ist darauf zu achten, dass der Brenner nicht zu groß ausgelegt wird und neue Heizkörper mit einem möglichst hohen Strahlungsanteil oder Flächenheizungen eingebaut werden, die niedrigere Vorlauftemperaturen ermöglichen und eine angenehme und gesunde Wärme liefern.

Die genannten Maßnahmen sind effektiv und kostengünstig, so dass eine Finanzierung mit KfW-Mitteln, die den Hausbesitzer dann zur Umsetzung unwirtschaftlicher und sinnloser Maßnahmen zwingt, nicht erforderlich ist. Bei einigermaßen günstiger Ausrichtung des Gebäudes sollte es für fast alle Vorkriegsbauten möglich sein, den Energieverbrauch mit wirtschaftlich angemessenem Aufwand auf Neubaustandart zu bringen.

Für den Neubau gilt ganz offensichtlich, dass sich hoch gedämmte Konstruktionen zur Erreichung der KfW-Förderungsvorgaben und gesetzlichen Energiesparziele im Allgemeinen nicht bewährt haben. Insbesondere ist von Wärmerückgewinnungsanlagen abzuraten, da diese oft, vor allem im Mietbauten, gar keine energieeinsparende Auswirkung haben und zumeist reparatur- und wartungsanfällig sind¹²⁾.

Da der bauwillige Bauherr jedoch zur Einhaltung der EnEV gezwungen ist, stehen ihm derzeit nur Leichtlochziegel oder Porenbetonsteine zur Verfügung, wenn er eine zusätzliche Wärmedämmung der Außenwand vermeiden möchte. Hier ist der Leichtziegel klar zu bevorzugen, da er bessere kapillare Eigenschaften und ein besseres Wärmespeichervermögen sowie entsprechende Schallschutzeigenschaften aufzuweisen hat. Leider gibt es für den Einsatz von Massivwänden und die Berechnung der solaren Energiegewinne kein adäquates Berechnungsverfahren, das allgemein anerkannt wäre. Zwar lässt die EnEV Ausnahmen zur Erreichung der Ziele und damit generell auch alternative Berechnungsverfahren zu, doch gibt es in Deutschland nur eine handvoll Ingenieure, die bereit und in der Lage wären, eine solche Berechnung anzustellen und auch für den Erfolg, d. h. für den sich tatsächlich einstellenden Heizwärmeverbrauch, einzustehen.

Immerhin existieren für massive Ziegelwände einige Konstruktionsempfehlungen wie die des Schweizer Architekten Paul Bossert, der einer der wenigen Fachleute ist, die das wärmetechnische Verhalten von Massivwänden über Jahrzehnte theoretisch analysiert hat und dem Praktiker mit seinen „8 energierelevanten Faktoren der Außenwand“ wertvolle Hilfestellung gibt. Die von Bossert

aufgestellten Energieverbrauchsanalysen haben auch ergeben, dass sorgfältig ausgeführte Dämm-Maßnahmen zu guten Energieverbrauchswerten führen können. Angesichts der üblichen Schlamperei am Bau und der erwiesenen Fehler-Intoleranz der hoch gedämmten Konstruktionen sollte sich jeder Bauherr überlegen, ob er die negativen Erfahrungen mit nach dem U-Werten bemessenen Außenwänden teilen möchte. Hinsichtlich der Langlebigkeit und Werthaltigkeit sind massive Ziegelwände die eindeutig bessere Empfehlung und haben auch energetisch und physiologisch, vor allem in Verbindung mit einer Strahlungsheizung, einen höheren Nutzwert.

Ob sich die von den Befürwortern der Massivbauweise behaupteten wärmetechnischen Eigenschaften physikalisch beweisen lassen oder nicht, ist aus derzeitiger Sicht nicht zwingender in Frage zu stellen als bei den gedämmten Konstruktionen, die die gemachten Versprechen nicht einhalten. Die Energieverbräuche von massiven Ziegelbauten sind im durchschnitt viel besser als die Normen erlauben und im Einzelfall herausragend gut. Was hindert Architekten und Ingenieure daran, es diesen Einzelfällen gleich zu tun und sich an Ergebnissen messen zu lassen, ohne sich hinter irreführenden Vorschriften und Gesetzen zu verstecken? Die Massivbauweise hätte es verdient, zukünftig sowohl in der Bauforschung als auch in der Baupraxis stärker berücksichtigt zu werden, wenn der Begriff der Nachhaltigkeit in der Bauwirtschaft tatsächlich ernst genommen werden soll.

Dirk van den Brink
Dipl. Ing. Architekt

Berlin, 15.06.2011

Literatur:

- 1) Vgl. G. Hauser, F. Otto: Auswirkungen der neuen europäischen Norm EN ISO 13788 "Raumseitige Oberflächentemperatur zur Vermeidung kritischer Oberflächenfeuchte und Holzschutz von Außenbauteilen in Holzbauart, Bauforschungsbericht Fraunhofer IRB 2003
- 2) Vgl. H. Fischer, W. Körte: Sonnenlichtanalyse, Moderne Bauformen Heft 11, Stuttgart 1932 und J. Grobler: Die Besonnungsdauer; Deutsche Bauzeitung Nr. 41, Berlin 1932 und E. Lindauer: Einfluss der Absorption von Sonnenstrahlung auf die Transmissionswärmeverluste von Außenwänden aus Ziegelmauerwerk, Bericht REB 4/1996, Fraunhofer IBP, Holzkirchen 1996
- 3) Vgl. M. G. Bumann: Solare Gewinne opaker Bauteile, Berlin 200
>http://www.fewb.de/info/download/Solare_Gewinne_opaker_Bauteile.pdf<
- 4) Vgl. P. Bossert: Klimabezogene Energie-Verbrauchs-Analysen von 10 Objekten des Amtes für Bundesbauten, Dietikon 1996
- 5) Vgl. H. Werner, R. Marquardt, H. Schaube: Untersuchungen über den effektiven Wärmeschutz verschiedener Ziegel-Außenwandkonstruktionen TI.1. Rechnerische Untersuchungen über die thermische Wirkung von Wärmebrücken TI.2, Fraunhofer IRB 1983
- 6) Vgl. Arbeitsgemeinschaft Mauerziegel im Bundesverband der Deutschen Ziegelindustrie e.V.: Solarabsorption auf Außenwänden und Reduktion der Transmissionswärmeverluste, Bericht 5/1997
- 7) Vgl. J. Schlotmann, Pressemitteilung Haus und Grund Eigentümerschutz Gemeinschaft Schleswig Holstein 08.09.2009
- 8) Vgl. Arbeitsgemeinschaft für zeitgemäßes Bauen e. V. Kiel: Unsere alten Häuser sind besser als ihr Ruf, Nr. 238, Heft 1/09
- 9) Vgl. Arbeitsgemeinschaft für zeitgemäßes Bauen e. V. Kiel: Unsere neuen Häuser verbrauchen mehr als sie sollten, Nr. 239, Heft 1/10
- 10) Vgl. P. Bossert: Energie- und Kostenvergleich von Mauerwerks-Varianten, Dietikon 2003
>http://www.fewb.de/info/download/Bossert_Mauerwerksvariante_7.pdf<
- 11) Vgl. VIK A Ingenieur GmbH: Lebenszyklus optimierte Gebäude-Bauen ohne Horizont?, Aachen 2011
- 12) Vgl. A. Kerschberger: Innovative Niedrigenergiesanierung Albert-Schweitzer-Viertel Berlin-Friedrichshagen, Stuttgart 2004