

Wärmedämmung ja oder nein?



Glaubt nicht dem Hörensagen und heiligen Überlieferungen, nicht Vermutungen oder eingewurzelten Anschauungen, auch nicht den Worten eines verehrten Meisters; sondern was ihr selbst gründlich geprüft und als euch selbst und anderen zum Wohle dienend erkannt habt, das nehmet.

Buddha (560 – 480 v. Chr.), auch: Siddhartha Gautama (Pali: Siddhattha Gotama), Stifter der nach ihm Buddhismus genannten Religion.

Mittlerweile bilden sich bei Selbstsanierern zwei Lager, die einen halten Dämmung für überflüssig und die anderen können gar nicht genug davon kriegen.

Zwischen diesen beiden extremen Lagern, die das Problem eher als Glaubensfrage ansehen als ein technisches, gibt es die breite Masse der Sanierungswilligen die nicht so recht wissen was sie denn nun tun sollen.

Ein Blick ins Internet hilft da auch nicht viel weiter. Auf der einen Seite sind selbst ernannte Verschwörungstheoretiker und Glaubenskrieger, die eine Art unheilige Allianz bestehend aus der Dämmstoffindustrie, Regierungskreisen und Ökofaschisten ausgemacht haben wollen die sich gegen die Bevölkerung verschworen haben um nutzlose, gefährliche Dämmstoffe für teures Geld zu verkaufen, welche später auch noch die Umwelt belasten. Zur Begründung sollen getürkte Klimamodelle von Meteorologen herhalten, deren angekündigte CO₂ verursachte Erderwärmung laut den eifrigen Antidämmungsjüngern gar nicht stattfindet bzw. natürlichen Ursprungs ist. Warum so eine weitreichende Verschwörung existiert und was die angeblichen Mitglieder davon haben sollen - diese Frage wird nicht beantwortet. Die Frage wo die Energieträger in der Zukunft herkommen sollen und wie der einzelne die sicher weiter steigenden Kosten dafür finanzieren soll auch nicht. Das „Cui bono“ interessiert die Antidämmfraktion nicht. Unabhängig davon können sich die Verkünder von solchen Verschwörungsszenarien immer einer großen Aufmerksamkeit gewiss sein, vor allem wenn deren Begründungen zwar hanebüchen, aber keine große Denkarbeit beim Leser und Nachbeter erfordern. Hauptsache einfach und kein großer Aufwand beim Denken ist erforderlich.

Auf der anderen Seite gibt es die Dämmfanatiker, deren Außenwände gar nicht dick genug gedämmt sein können. Es gilt bei ihnen der Grundsatz: Je mehr bzw. je dicker je besser und damit je moderner sowie umweltbewusster der Bauherr. Wieder einem

anderen Teil ist die Erderwärmung egal, diese Bauherren wollen die Angebote, welche aus den immer wieder aufgelegten Förderprogrammen und Kreditvergaben, nutzen weil sie glauben hier wird Ihnen Geld geschenkt. Dazwischen bewegt sich die breite Masse der Verunsicherten ohne festes Glaubensbekenntnis, die je nach gerade gelesenen Artikel oder Beitrag in Internetforen mal auf die eine oder die andere Seite wechseln. Zur Sicherheit bestehen sie auf reinen „Öko“- Baustoffen, Hauptsache diffusionsoffen damit das Haus „atmen“ kann. Da wird die Schweißbahn unter dem Fußbodenaufbau schon zur Giftschleuder, die das Wasser auch noch in die Wände drückt und die Dämmung unter dem Estrich aus Schaumpolystyrol generell giftig deklariert. Das die Straße vor dem Haus mit Bitumen gebaut wurde und im durch Schaumpolystyrol gedämmten Kühlschrank das Biofleisch vom Metzger in einer Schale verpackt ist, welche auch aus Schaumpolystyrol besteht wird geflissentlich übersehen.

Ich möchte versuchen, in den nächsten Zeilen statt Glaubensbekenntnissen etwas einfaches Hintergrundwissen zu vermitteln damit sich Bauherren in dieser Entscheidungsphase selber einen Standpunkt bilden können ohne gleich ein Physiklehrbuch in die Hand zu nehmen.

1. Das Lichtenfelser Experiment oder Dämmung funktioniert gar nicht

Dieses „Lichtenfelser Experiment“, durchgeführt von einem Herrn Prof. Meier, soll beweisen, dass Wärmedämmstoffe nicht funktionieren bzw. das Materialien wie Ziegel und Holz besser dämmen als Mineralwolle und Schaumpolystyrol. Das Experiment ist die theoretische Basis der Dämmstoffgegner, deren Antidührung. Über die Qualität und Seriösität der Versuchsanordnung und deren Auswertung ist genug im Internet geschrieben worden, wer sich ausführlicher informieren will findet genug Material darüber.

Soviel kurz dazu: In einem Kasten wurden 4cm starke Proben von Ziegel, Holz, Mineralwolle und Styropor mit einer 150W starken Rotlichtlampe im Abstand von 50cm 10 Minuten lang bestrahlt und dabei der Temperaturverlauf von Vor- und Rückseite gemessen. Aus den Messergebnissen wurden die Behauptungen über die

Unwirksamkeit von Dämmungen abgeleitet. Mit der realen Situation einer Außenwand hat das nichts zu tun, weder von der Art der Wärmeeintragung noch vom Zeitverlauf her. Eine Heizperiode dauert Monate, der Wärmeeintrag hängt vom Heizmedium ab (das nie so intensiv und so heiß einwirkt) und es gibt noch andere Formen der Wärmeübertragung außer Radiation. Damit kann man höchstens das Wärmebeharrungsvermögen bzw. die Wärmespeicherkapazität von Materialien messen. Danach wäre eine verspiegelte Glasplatte von 4cm Dicke, selbst eine Bleiplatte gleicher Stärke wohl als Dämmung unschlagbar. Schon das Einpacken der Mineralwolle in Aluminiumfolie oder eine andere Eigenfeuchte des Ziegels hätte zu völlig anderen Ergebnissen geführt. Unsere normale Lebenserfahrung sagt das uns immer wieder, das Dämmung sehr wohl funktioniert. Jeder Kühlschrank, jeder Grillhandschuh zeigt das. Wer sich beim Arbeiten auf seiner Baustelle zum Ausruhen mal auf einen Stein stapel setzt wird sehr schnell darauf kommen das ein Stück Schaumpolystyrolplatte- und wenn sie nur 2 cm dick ist- nicht nur viel weicher am Hintern ist sondern sich wärmer anfühlt. Nicht weil der Schaumstoff selbst warm ist sondern weil er eine viel schlechtere Wärmeleitung als Ziegelsteine besitzt. Wärme wird vom Hintern viel weniger ins Material geleitet. Dazu kommt noch die Wärmeverteilung bzw. -Speicherung: Wenn ich lang genug sitzen bleibe stellt sich zwischen dem Schaumstoff und dem Hintern infolge von Wärmeleitung eine Art Mischtemperatur ein, die sich aus den Massen beider Körper, den physikalischen Eigenschaften wie Wärmespeicherkapazität und der Kontaktfläche nach der Richmannschen Mischungsregel ergibt. Da die Masse des Dämmstoffs sehr viel kleiner ist als die meines Hinterns liegt die Mischtemperatur praktisch auf Körpertemperatur. Wenn ich direkt auf den Steinen sitze dann stellt sich irgendwann einmal die Mischtemperatur zwischen Körper und Steinmasse ein- irgendwo bei 20°C oder so. Was in diesem zugegeben sehr dürftigem Vergleich noch fehlt ist der Wärmezu- und abfluss. Mein Körper führt Wärme nach, die Steine führen Wärme an die Umgebung ab. So ein System, egal ob dieses oder ein warmes Zimmer in einem Wohnhaus im Winter, funktionieren also auf der Grundlage zweier grundsätzlicher Prinzipien:

Der Dämmung, die bremst den Wärmeaustausch zwischen kalten und warmen Körpern, und der Wärmenachschub, der die abgeflossene Wärme ergänzt. Wenn Nachschub gleich Abschub ist, bleibt das Zimmer warm.

Die von einem Haus abfließende Wärme ergibt mit der Umwelt eine Mischtemperatur. Da die Masse der Umwelt im Vergleich zum Haus viel größer ist, bleibt die Mischtemperatur auf der Höhe der Außentemperatur. Man kann den Garten nicht durch die Wohnzimmerwand mitheizen.

Was noch bei diesem Experiment vernachlässigt wurde ist die Art der Wärmeübertragung. Wärme wird eben nur zum Teil durch Strahlung in die Umfassungswände eingetragen; eine Fußbodenheizung oder Heizkörper strahlen pro Flächeneinheit viel weniger Leistung ab als eine 150W- Infrarotlampe aus kurzer Distanz auf eine kleine Fläche. Dafür treten solche Übertragungsformen wie Transmission (Undichtigkeiten, durch die warme Luft nach außen und kalte Luft nach innen strömt), Konvektion (Wärme wird durch Teilchenströme von Wasser oder Luft innerhalb eines geschlossenen Systems übertragen) und Wärmeleitung (Wärmeübertragung in festen Stoffen) bei der Dämmung von Wohnräumen in den Vordergrund. Bezeichnenderweise sind Verfechter der Antidämmfraktion von dieser Lebenserfahrung auch nicht frei. Eine wichtige These gegen eine Außendämmung ist die Behauptung das damit zwar der Wärmestrom und damit Wärmeverluste von innen nach außen verringert werden können aber gleichzeitig auch die Wärmegewinne durch solare Einstrahlung verhindert werden. Eine Ziegelwand dämmt also genauso gut auch ohne WDVS, weil tagsüber das an Wärme solar zugeführt wird, das ohne Dämmung entweicht. Eine schöne Theorie. Im Umkehrschluss heißt das nämlich, dass solare Wärmeeinstrahlung nun doch durch Schaumpolystyrol gebremst wird. Das Lichtenfelser Experiment soll das genaue Gegenteil bewiesen haben, dass Infrarotstrahlung durch Schaumpolystyrol dringt und zwar schnell. Man legt sich die Ergebnisse also so aus wie man sie gerade braucht. Die Mär, das der Abfluss an Wärme durch den solaren Zugewinn kompensiert wird klingt theoretisch verlockend, ist aber praktisch nicht verallgemeinerbar. Jedes Haus ist nun mal anders, was Lage, Beschattung, Wetterexposition und Klimazone betrifft. In der DIN V 4108-6 findet man Referenzwerte der Strahlungsintensität pro Monat. Der höchste Wert im Monat Dezember der dort zu finden ist beträgt 33 W/m^2 in Südrichtung auf einer Wand, für Januar 56 W/m^2 und für den Februar 61 W/m^2 . Zum Vergleich: im Juni sind es 130 W/m^2 und im Juli 135 W/m^2 mit der die Fassade durchschnittlich aufgewärmt wird. Wohlgermerkt für jeweils den gesamten Monat. Der „opake Wärmegewinn“ der sich

bei einem ungedämmten Südwand einstellt, liegt günstigstenfalls etwa bei einer kWh/ m² und Monat, hier der Januar. Das ist bei so einer Wand (ich habe mit einem U-Wert von 1,23 gerechnet) und bezogen auf die gesamte Hüllfläche, also auch die anderen 3 Seiten des Hauses, vernachlässigbar. Die nächtliche langwellige Wärmeabstrahlung dieser anderen Wände wiegt den solaren Zugewinn infolge der fehlenden Dämmung auf bzw. insgesamt haben wir dann keine Wärmequelle sondern eine Wärmesenke.

Andersherum:

Bei einem hochgedämmten Haus mit einem U-Wert der Außenwand von 0,22 (das entspricht einer Dämmstärke von etwa 15 cm) wird der opake Wärmegewinn durch den hohen Dämmwert praktisch 0. Bei einer moderaten Dämmstärke zwischen 0 cm und 15 cm erfolgt ein wenn auch kleiner opaker Wärmegewinn, bei beiden Grenzwerten (gar nicht gedämmt oder Dämmstoffoverkill) praktisch gesehen nicht. Real spürbare solare Wärmegewinne erfolgen in viel höherem Maße durch Fenster und andere Verglasungen. Diesen Gewächshauseffekt kennt jeder Autofahrer.

2. Mineralwolle unters Dach, Schaumpolystyrol auf die Fassade und alles ist gut?

Ganz so einfach ist es auch nicht. Dämmung bzw. die Reduzierung von Heizungswärmeverlusten- und darum geht es letztendlich- lassen sich nicht auf diese beiden Bauteile und Materialien reduzieren. Dann ist die Vermeidung von Wärmeverlusten über die Gebäudehülle nur ein Teil dessen was die Einsparung von Heizenergie ausmacht. Wärmeverluste entstehen auch an anderen Stellen.

Wenn man als Vergleich ein ungedämmtes Einfamilienhaus mit dem Dämmstandard der 50-ziger- bis 60-ziger Jahre, einer Wohnfläche von 120m² und einem (wirklich hohen) jährlichen Heizenergiebedarf von ca. 350 kWh/(m²xa) bzw. 42.000 kWh/a (ohne Energie für Warmwasserbereitung) nimmt, kann man in etwa die Wärmeverluste im Einzelnen abschätzen:

Dachgeschoss- decke:	8%	oder 28,0 kWh/(m ² x a)	oder 3.360 kWh/a	oder 336,- €/a
Fenster	27%	95,5	11.460	1.150,-
Außenwände:	20%	70,0	8.400	840,-
Kellerdecke	5%	17,5	2.100	210,-
Lüftung:	17%	59,5	7.140	714,-
Heizung	13%	45,5	5.460	546,-
Warmwasser	10%	35,0	4.200	420,-

Mit dieser Tabelle kann man anhand seines eigenen Jahresverbrauches in etwa abschätzen was an Einsparungen machbar ist. Ich habe hier einen worst case mit gewaltigem Energieverbrauch abgesetzt, der so in einem Energieausweis zu finden ist.

Nur für ca. 60% der Wärmeverluste ist die Gebäudehülle zuständig, der Rest sind Wärmeverluste bzw. Aufwendungen durch Lüftung und Wärmeerzeugung.

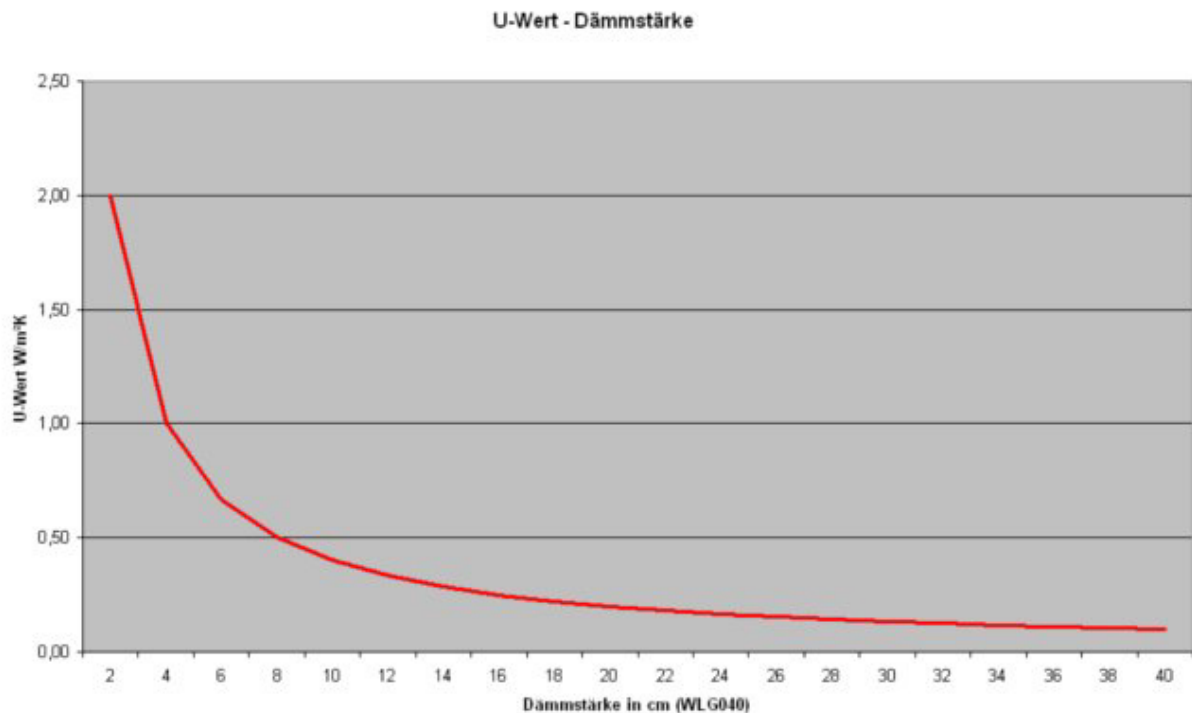
Was könnte ich also mit einer guten Dämmung der Gebäudehülle an Heizenergie einsparen:

Da ist der größte Posten an Energieverlusten, die Fenster. Die meisten Fenster sind in Deutschland bereits gewechselt, es gibt praktisch keine Einzelverglasungen mehr. Nehmen wir trotzdem an das durch den Einbau neuer Fenster der Wärmedurchgang halbiert wird. Das wäre eine Einsparung in Höhe von ca. $50 \text{ kWh/m}^2 \times 120 \text{ m}^2 = 6.000 \text{ kWh/a}$. Wenn ich mit Gas und einem Preis von $0,1 \text{ €/kWh}$ rechne ergibt das eine Einsparung von $600,- \text{ €}$ pro Jahr an Heizenergiekosten.

Jetzt kommen wir zu dem Bereich der mit Wärmedämmung an sich in Verbindung gebracht wird, der Fassade. Nur etwa 20% der Verluste kommen überhaupt durch die Fassadenfläche zustande. Das bedeutet selbst wenn es gelingen sollte die Wärmeverluste auf 0 zu bringen ist das immer nur etwa eine Wärmemenge von $8.400,- \text{ kWh}$ oder ca. $850,- \text{ €/a}$. Immerhin ein recht stolzer Wert. Wie kann ich den realisieren? Technisch gesehen nie. Eine hundertprozentige Dämmung gegen Wärmeverluste ist unsinnig.

Nehmen wir als Beispiel das genannte fiktive Einfamilienhaus mit einer verputzten 1Stein dicken Wand aus den damals üblichen Hochlochziegeln Format 1,5NF. Der Wärmedurchgangswert beträgt dafür ca. $1,25 \text{ W/(m}^2 \times \text{K)}$. Die Anforderungen der

ENEV liegen bei $0,24 \text{ W/m}^2 \times \text{K}$ (Neubau) als max. Wert, das wäre eine Einsparung von ca. $1 \text{ W/m}^2 \times \text{K}$. Versuchen wir jetzt mit einer Thermohaut außen den Wärmedurchgang zu minimieren. Um ihn um 25% zu verringern benötige ich theoretisch nur 10mm Dämmstoff der WLG (Wärmeleitgruppe 0,35), das wäre der heutige Standard bei Dämmstoffen. Damit komme ich auf $0,94 \text{ W/m}^2 \times \text{K}$. Theoretisch wäre ich dann bei ca. 9cm Dämmstärke auf einen Wärmeverlust von 0. Leider geht das nicht linear so weiter. Das Verhältnis zwischen Dämmdicke und U-Wert verhält sich nicht wie eine Gerade bzw. lineare Funktion sondern wie eine Kurve mit immer geringerem Anstieg. Bei 9cm Dämmstärke liegt der U-Wert nicht bei 0 sondern erst bei 0,33. Wenn ich die Dämmstärke auf 18cm verdopple komme ich erst auf einen U-Wert von 0,188. Noch mal 4cm mehr, also 22cm Dämmstärke, ergeben erst 0,159. Wenn ich diese schon irrsinnige Dämmstärke auf 40! cm erhöhen würde ergäbe das einen U-Wert von immer noch 0,092 also noch einmal halbiert. Mit ca. 20cm mehr Dämmung erreiche ich eine Einsparung von noch nicht einmal 8%. Das ist völlig sinn frei.



Quelle: Fachwerk. DE Beitrag von Andreas Kapitzke

Was heißt das?

Alles über 8-12cm Dämmstärke ist wirtschaftlicher und bauphysikalischer Unsinn. Das bringt Nachteile hinsichtlich der anderen bauphysikalischen Eigenschaften des

Mauerwerkes und schafft Probleme bei Fensterlaibungen, Dachüberständen, Kellerlichtschächten, Außentreppen und dem Brandschutz und führt zu einer verstärkten Veralgungsneigung. Deren Lösung überwiegt kostenmäßig die paar Euro mehr an Heizkosteneinsparung bei weitem.

Um das in ein paar Beispielzahlen zu demonstrieren:

Schon mit 40mm Dämmstärke halbiere ich den Wärmedurchgang durch die Außenwand. Das bedeutet eine fiktive Einsparung in unserem Beispiel von 4.200kW oder 420,-€/Jahr. Um davon noch mal die Hälfte einzusparen müsste die Dicke der Dämmung auf über 10 cm steigen, das ist mehr als das Doppelte. Es bringt mir aber nur eine Einsparung von theoretisch 210,- Euro pro Jahr. Dafür muss ich einen erheblichen Mehraufwand an baulichen Änderungen vornehmen. Diese 210,-€ pro Jahr sind, gemessen am Gesamtaufwand von 4.200,-€/Jahr, ein Einsparungspotential von 5%. Das ist kaum messbar bzw. nachweisbar.

Das heißt also, dass die alte preußische Tugend „Viel Feind, viel Ehr“ bei der Fassadendämmung nicht zutrifft. Ein Dämmstoffoverkill bringt nichts außer Kosten und einen Haufen Problemen. Andererseits kann eine moderate Fassadendämmung durchaus signifikante Vorteile bringen, wenn sie in das Sanierungskonzept passt und mit den anderen Maßnahmen abgestimmt wird.

Gerade diese Einordnung wird von vielen Bauherren falsch verstanden. Es rechnet sich nie, wenn ich eine Fassade nur allein wegen einer besseren Außendämmung erneuere. Nur wenn eine grundhafte Fassadensanierung ansteht sollte man eine gleichzeitige Erhöhung des Dämmstandards in Erwägung ziehen. Genau das verlangt die ENEC. Bei einer Sanierung fallen bis auf das Material und die Anbringung der Dämmung alle anderen Kosten wie Gerüstbau, Putzerneuerung usw. ohnehin an, auch ohne Dämmung.

Einfacher und billiger zu handhaben sind Dämmungen bei Kellerdecke und Dachgeschossdecken. Deren Nachrüstung kann relativ einfach und ohne Einbindung in ein Gesamtkonzept erfolgen. Auch hier halte ich eine Halbierung des Wärmedurchgangs für technisch und wirtschaftlich machbar.

Damit könnte ich eine Einsparung an Heizenergie in Höhe von etwa 1.200,-€ pro Jahr erzielen.

Was kostet das mehr im Vergleich zu einer Sanierung ohne energetische Berücksichtigung:

Nicht viel mehr. Neue Fenster sind heute generell auf dem allgemeinen Dämmstandard, nur für besondere Höchstwerte muss draufgelegt werden- also keine gesonderten Mehrkosten. Bei der Fassade rechne ich mit einem Mehrpreis von um die 3.000,- €. Die zusätzliche Dämmung von Keller- und Dachgeschosdecke rechne ich mit ca. 3.000- 4.000,- €.

Mit einem Mehraufwand von 6.000 bis 7.000 € kann ich eine jährliche Einsparung an Heizenergie von theoretisch etwa 1.200,- € erzielen. Diese Maßnahmen rechnen sich also, auch wenn dieses fiktive Beispiel eines völlig ungedämmten Hauses kaum noch zu finden ist. Selbst die Hälfte dieser Einsparung wäre schon wirtschaftlich sinnvoll. Wenn ich natürlich versuche mit einem Dämmstoffoverkill an der Fassade und dem Dach und ohne Berücksichtigung der Wartungsintervalle zu dämmen wird sich die erzielbare Einsparung kaum erhöhen, wohl aber die Kosten.

Dann habe ich noch ein anderes Einsparpotential, das ist die Wärmeerzeugungsanlage selbst und die Lüftung.

Auch die Wärmeerzeugungsanlagen sollten in den letzten Jahren mittlerweile auf einem aktuellen Stand sein. Die Dämmgegner schwören auf Einzelfeuerstätten wie Kaminöfen oder Grundöfen, die mit Holz- wenn möglich aus dem eigenen Wald- gefeuert werden. Das ist natürlich eine Alternative. Statt zu dämmen ersetze ich einfach den Wärmeabschub durch Nachschub, also immer fleißig Holz nachlegen wenn es draußen kalt ist. Bei den kW- Zahlen die sie haben sind solche Feuerstätten leicht in der Lage, ein Zimmer auf Temperatur zu bringen. Das geht sogar mit einem Zelt, wenn ich genug Holz nachlege.

So ein System das den Dämmgegnern vorschwebt, sieht dann folgendermaßen aus: Abends kommt der Hausherr von der Sitzung der örtlichen Umweltinitiative „Gegen alles“, stellt sein Fahrrad in die Scheune und zieht die warmen Fair-Trade Filzpantoffeln aus garantiert unbehandelten mongolischen Ziegenhaaren an, gewalkt von nackten Mädchenfüßen und nicht von schnöder Technik. Der Ofen in der Küche ist schön warm, da kann man den von der Mama selbstgestrickten Norwegerpullover aus ungefärbter Ökowolle ausziehen. Auch im Wohnzimmer knacken die selbst gesägten und gespaltenen Holzscheite im Kamin. Durch die Dielenritzen zieht es zwar ein wenig da es einen Hohlraum mit Belüftungsöffnungen

unter dem Fußboden gibt, aber die Öfen brauchen Unmengen von Verbrennungsluft, dafür reichen die undichten Fugen der einfachverglasten alten Fenster nicht aus. Man kann sich bei strengem Frost an den filigranen Kunstwerken auf den Fensterscheiben erfreuen, die Mutter Natur in Form von Eisblumen (Wer kennt heute schon noch so was!) auf die Fensterscheiben zaubert. Die bullige Wärme der Öfen (zu nah rangehen ist nicht so gut, da wird es richtig heiß) spendet ein heimeliges Wohlbehagen, so bleibt die dünne Fachwerkaußenwand immer schön trocken, da sie bis fast zur Außenfläche aufgewärmt wird. Allerdings muss man fleißig für Nachschub sorgen damit die Öfen immer genug Futter kriegen. Solange noch ein oder zwei Hänger Holz in der Scheune liegen kann der Winter kommen. Holz sägen spart den Weg ins Fitnesscenter und solange die Frau noch zwei gesunde Hände hat klappt`s auch mit dem Nachlegen.

So lehnt sich der Hausherr entspannt zurück und genießt die Stille des Abends die nicht vom Geplärre der Fernsehwerbung gestört wird, nur von den schrillen Misstönen einer Blockflöte die von der Frucht seiner Lenden im Kinderzimmer malträtiert wird.

Ein schöner Brauch.

Die großen Luftmengen die dabei durch die Feuerstätten gejagt werden sorgen für trockene Innenluft, Schimmel war nur ein begrenztes Problem in schlecht geheizten Räumen wie dem Schlafzimmer, in dem ein kerniger deutscher Mann ohne Heizung dafür mit angelehntem Fenster schläft. Für die Erwärmung gab`s abendliche Turnübungen mit der Ehefrau und Federbetten.

Nur können leider nicht alle Deutschen so leben. Die meisten wohnen in städtischen Ballungsgebieten und dann auch noch in Mehrfamilienhäusern. Die ältere Generation kennt noch die Plage in den Altbauwohnungen aus der Kaiserzeit mit Berliner Kachelofen oder Dauerbrandofen. Ob die Smogwolken und die Rauchfahnen die im Winter über den Städten hingen wieder kommen sollen, bezweifle ich. Und die wenigsten haben einen eigenen Wald und genug Fläche zum Einlagern oder kommen billig an Holz heran. Der Rest muss sich seine Energieträger kaufen, egal ob Holz, Holzpellets, Briketts, Öl oder Gas. Da wird einem sehr schnell klar, das Heizenergie Geld kostet und zwar richtig viel. Einzelöfen sind nun mal kaum regelbar, entweder war es zu kalt, dann wurde nachgelegt oder es wurde zu warm, dann wurde das Fenster aufgemacht. Ungedämmte Häuser oder Wohnungen waren am Abend wenn die Familie von Arbeit und Schule kam, ausgekühlt - es sei

denn jemand stand früher auf und heizte erst mal die Öfen durch. Unter diesen Bedingungen festzustellen wie viel Heizenergie denn nun nach der energetischen Modernisierung gespart wird ist natürlich sehr schwer, denn mit einer modernen Heizung ändern sich auch die Lebensgewohnheiten. Die Frage noch mal in den Keller gehen und eine Ladung Brikett holen oder die letzte Stunde vorm Fernseher ein bisschen frieren stellt sich dann nicht mehr. Auf jeden Fall wird, bei Vorhandensein einer zentralen Heizungsanlage, der Einbau einer neuen moderneren Heizung mit höherem Wirkungsgrad eine weitere Einsparung an Heizenergie bringen, ich schätze je nach Auslegung der Anlage bei Brennwerttechnik etwa 10- 20%.

Mit der Amortisation der Investitionen ist das schon etwas komplizierter. Der Austausch von Brenneinheit und Speicher in einer vorhandenen Anlage hält sich da noch in Grenzen; der Austausch ist ohnehin irgendwann allein aus Verschleißgründen fällig. Eine relativ neue funktionstüchtige Anlage, die noch eine Lebensdauer von 10 Jahren und mehr vor sich hat auszutauschen, um ein paar Prozent mehr Wirkungsgrad zu erhalten, rechnet sich nicht. Man kann so eine alte Anlage nicht wie ein Auto verkaufen und mit dem Neupreis verrechnen. Eine neue zentrale Heizungsanlage wird sich gegen Ofenheizung vom Anschaffungswert her auch nie rechnen. Hier spielt die Gebrauchswertterhöhung eine Rolle mit. Die Ausgaben für Bequemlichkeit und Komfort kann ich nicht mit der zu erwartenden Energieeinsparung aufrechnen.

3. Leichte Dämmstoffe oder massive Bauweise

Zwei weitere wichtige Komponenten im Themenbereich Dämmung sind hier zu beachten, das Wärmebeharrungsvermögen und die Wärmespeicherfähigkeit. Mit Wärmedämmung bzw. Energieeinsparung hat das nur indirekt zu tun, sehr wohl aber mit der Problematik der Heizung und Wärmeverteilung. Nehmen wir zwei Extreme: Das erste ist ein Leichtbau, sagen wir Holz- besser Bohlenständerwände, ca. 20 cm dick mit Mineralwolle als Dämmung gefüllt, außen mit OSB beplankt, innen mit OSB und/oder Gipskarton beplankt. Mit entsprechender Dämmung unter dem Pappdach und im aufgeständerten Fußboden kann man einen recht guten Dämmwert bzw. einen niedrigen U- Wert erreichen. Solche Häuser sind also recht gut gedämmt,

verfügen aber über eine geringe Speicherkapazität, dass dort Masse fehlt kann man beim nächsten Tornado in den USA sehen, wenn solche Leichtbauten in Space-Frame- Bauweise durch die Luft geblasen werden. Wenig Masse und damit geringes Wärmebeharrungsvermögen kann, je nach Art der Wärmeerzeugung und Wärmeübertragung, sowohl von Vorteil als auch von Nachteil sein. Eine thermisch träge reagierende Heizung wie eine alte Warmwasserheizung mit riesigen Gußradiatoren und einem wuchtigen Gliederkessel in der ein paar hundert Liter Wasser zirkulieren wäre für so ein Haus völlig ungeeignet. Wenn ich im Winter nach Hause komme und die Heizung hochdrehe dauert es ewig bis die Anlage erst einmal mit Wärme aufgeladen ist. Dann wird es schlagartig tropisch, denn so eine träge Anlage lässt sich nur schwer einregeln. Zuerst zu kalt, dann zu heiß- keine gute Option. Besser sind für solche Häuser, Heizungen die schnell reagieren, mit anderen Wärmeübertragungsmedien arbeiten und besser reguliert werden können. Das wären elektrische Direktheizungen oder Gasheizungen nach dem Konvektionsprinzip mit Luft als Wärmeträger. Jeder Raum kann individuell temperiert werden das Aufheizen dauert nur Minuten der Wärmeträger wird direkt und ohne Umwandlungsverluste in den Raum eingebracht. Ideal für nur zeitweilig genutzte Räume und für zyklische Nutzung. Wenn die Bewohner tagsüber außer Haus sind wird die Wärmezufuhr gedrosselt, das spart Energie. Wenn man wieder daheim ist, wird über die Konvektion schnell aufgeheizt und gleichzeitig kann für Lüftung bzw. Luftumwälzung gesorgt.

Das andere Extrem wäre ein massiges Gebäude mit Bruchstein- oder Stampflehmwänden die einen halben Meter und mehr dick sind. Mit einem außen angebrachten Wärmedämmverbundsystem können auf dem Papier die gleichen Dämmwerte erreicht werden wie für den Leichtbau. Hier verhält es sich mit der Beheizung genau umgekehrt. Die große Masse und damit das hohe Wärmebeharrungsvermögen sind nichts für kurzzeitig laufende nutzungsorientierte Warmluftheizungen oder moderne Warmwasserheizungen mit geringen Mengen am zirkulierenden Wärmeträger Wasser. Die Heizung herunterzudrehen wenn man aus dem Haus geht bringt da nicht viel. Das Gebäude bleibt noch lange Zeit warm, da die im Vergleich zum Leichtbau riesige Menge an gespeicherter Wärmeenergie viel langsamer abfließt. Ich habe Wärme die ich zu dem Zeitpunkt nicht brauche. Das Aufheizen dauert dann wieder sehr lange. Vormittags wenn keiner im Haus ist sind

die Räume noch mollig warm, abends sind sie noch lange kalt selbst wenn die Heizung voll hochgedreht wird. Für so ein in sich träges Gebäude passt eine träge Heizung besser. Sie verhindert ein zu starkes Auskühlen der Umhüllungsflächen, die dann zu Kondensatfallen werden. Dämmgegner schwören auf solche Massen vergessen aber dass man kontinuierlich Wärme nachschieben muss. Das mag noch angehen wenn die Räume ständig genutzt sind, bei Abwesenheit fließt nutzlos Energie ab, je mehr je schlechter der Dämmwert der Konstruktion ist.

Unabhängig von der Frage der Dämmung an sich sollte also das Heizungssystem und das Übertragungsmedium auf die Nutzungsgewohnheiten und das Wärmebeharrungsvermögen abgestimmt werden.

Man kann übrigens die Vor- und Nachteile beider Extremfälle kombinieren und zwar mittels einer Innendämmung, sogar in einem Haus oder einer Wohnung. Ständig genutzte Räume werden nach innen, in die wärmeren Kernbereiche des Gebäudes verlagert und außen gedämmt, temporär genutzte Räume wie Bad oder Schlafzimmer erhalten zusätzlich eine Innendämmung, die sichert eine schnellere Aufheizzeit und eine höhere Bauteilinnentemperatur, das wiederum vermeidet Schimmelwachstum und Kondensatausfall. Ob eine Küche statt zwei nur eine Außenwand hat, dafür der Hauswirtschaftsraum zwei, trägt auch zur Energieeinsparung bei.

Eine andere Art die Problematik zu lösen ist die Art des Baustoffes.

Holz bietet da einen guten Kompromiss. Es hat gute wärmedämmende Eigenschaften und gleichzeitig ein gutes Wärmebeharrungsvermögen. Dann kann es auch konstruktiv als tragendes Bauteil eingesetzt werden. Die Lösung aller Probleme, eine Art eierlegende Wollmilchsau, ist es trotzdem nicht. Ein Nachteil ist seine Inhomogenität, jede Wand ist aus vielen kleinen Teilen zusammengesetzt, die je nach Feuchtegehalt und Temperatur schwinden und quellen. Die müssen auch noch tragfähig verbunden werden und den Forderungen des Schall- und Brandschutzes entsprechen. Man kann diesen Forderungen nachkommen wenn wandgroße Elemente unter kontrollierten Bedingungen in der Vorfertigung hergestellt werden. Es gibt dafür verschiedene Verfahren wie aus Brettabschnitten oder kurzen Kanthölzern Stapelwände hergestellt werden können. Das Fügen erfolgt mit Leim oder trocken mit Holzdübeln. So werden die bauphysikalisch heiklen Fügungen auf der Baustelle auf ein Minimum reduziert. Ein anderes Verfahren ist solche wandgroßen Abschnitte

aus Faserplatten zu fertigen die ebenfalls miteinander verbunden werden. Das ist für den Neubau eine interessante Alternative, nicht für die Sanierung. Selbst beim Neubau wird das immer nur eine Nischenlösung sein, wenn man den Baustoffbedarf ins Verhältnis zum Rohstoffaufkommen setzt.

4. Wärmeübertragung oder wie kriege ich mein Zimmer warm

Bei der Art der Wärmeübertragung gibt es noch einen weiteren Ansatz bei dem weniger mit objektiven Argumenten sondern mehr mit Glaubensdogmen diskutiert wird. Es geht um den oft zitierten „Coanda- Effekt“ und die Wärmeübertragung durch Heizleisten. Der Effekt wurde nach einem rumänischen Flugpionier benannt der feststellte, dass sich der Gasstrom aus einem Flugzeugtriebwerk nicht geradlinig fortbewegte sondern sich an die gekrümmte Rumpffläche anlegte. Heizleistensysteme sind nichts weiter als Rohre die in Fußbodenhöhe auf oder in der Wand verlegt werden in denen Warmwasser zirkuliert. Laut dem Coanda-Effekt soll jetzt die warme Luft als eine Art Warmluftschleier an der Wand entlang nach oben steigen und allerlei wohltätige Effekte verursachen. So soll kein (gesundheitsschädlicher) Staub mehr im Raum wie bei anderen Konvektionsheizungen verwirbelt werden, die Wand soll trocken und schimmelfrei bleiben, der Wandfuss wird erwärmt, trocken gehalten und braucht deshalb keine Abdichtung gegen Bodenfeuchte. Die Heizung soll als Strahlungsheizung funktionieren, da der Warmluftschleier nur die Wand erwärmt und die wiederum als Strahlungsheizung den Raum aufheizt. Das Ganze soll auch noch eine Heizenergieeinsparung von 20% und mehr erbringen. Dieses System wird bevorzugt von Dämmgegnern propagiert, die damit Energieeinsparung auch ohne Dämmung populär machen wollen. Eine dicke Ziegel- oder Stampflehm-mauer, die Sonne die im Winter draufscheint und Heizleisten- das sollte nach deren Ansicht reichen.

Den Coanda- Effekt gibt es. Was es im normalen Wohnbereich so gut wie nicht gibt sind nackte, kahle Außenwände mit glatter, möglichst reibungsarmer Oberfläche. Nun ist so eine Wand kein Tragflächenprofil und das bisschen aufsteigender Warmluft kein auf mehrere hundert m pro Minute beschleunigter Abgasstrahl einer Flugzeugturbine, der mit einigen hundert Grad C austritt. Fensterbretter, Gardinen,

Schränke, Bilder- all das würde diese Strömung stören und unterbrechen. Was übrig bleibt ist eine linienförmige Konvektionsheizung am Wandfuss. Was man damit aber durchaus erreichen kann ist das Trockenhalten eines feuchten Wandfußes, nur zu welchem Preis? Der ständige Wärmenachschub führt zu einer verstärkten Verdunstung, wenn mehr Wasser verdunstet bleibt die Wand trocken. Energie wird nicht zum Heizen des Raumes verbraucht sondern zum Verdunsten von Wasser- und dafür braucht man eine Menge. Das gleiche schafft auch eine Abdichtung, aber ohne ständige Energiezufuhr und ohne die Anreicherung von Salzen an der Wandoberfläche. Ob der als Vorteil propagierte Wegfall von Luftbewegungen durch Konvektion überhaupt erzielbar ist bezweifle ich. Luft bewegt sich nun mal wenn sie wärmer als die Umgebung ist. Wer will denn schon in seiner eigenen Miefglocke sitzen und die Luft einatmen die sein Nachbar gerade ausgeatmet hat? Unsere Wohnräume benötigen eine ständige Luftumwälzung, die für den notwendigen Luftaustausch und eine gleichmäßige Temperierung aller Flächen sorgt. Nun ist es letztendlich egal wie eine gewisse Wärmemenge in einen Raum gebracht wird, man kann sie dadurch nicht vermehren. Wer sich so etwas einbauen will hat aber eben nur eine Konvektionsheizung mit besonders niedrigem Wirkungsgrad. Die unmittelbare Lage auf einer (ungedämmten) Massivwand führt dazu, dass infolge Wärmeleitung ein großer Teil der abgestrahlten bzw. eingeleiteten Wärme in die Wand und je nach Dämmwert mehr oder weniger schnell nach außen geleitet wird. Das soll nicht heißen das Wandheizungen schlecht sind; bei Sichtfachwerkwänden und Innendämmung haben sie Ihre Berechtigung. Die Innendämmung minimiert die Wärmeverluste durch Wärmeleitung, lässt aber noch so viel durch, das die Wand quasi von innen heraus trocken gehalten wird. Eine Sichtfachwerkwand kann man nämlich nicht so einfach gegen Schlagregen abdichten wie einen Mauerwerkssockel. Ein anderer sinnvoller Einsatzbereich ist die Temperierung großer Speichermassen wie z.B. in Museen die in Schlössern, Burgen sowie anderen alten, massiven Gemäuern eingerichtet sind und deren Nutzung nur im Sommer stattfindet. Die Besucherströme tragen hier große Mengen an Luftfeuchte ein, die zu Kondensatausfall an den kühlen Wandoberflächen führt. Eine Wandtemperierung mindert diese Feuchtebildung drastisch. Dafür reichen schon ein paar Grad Temperaturerhöhung der Wandoberfläche, nicht des Raumes.

Ach ja, dann noch die schöne Geschichte von der „reinen“ Strahlungsheizung, die viel gesünder ist da kein Staub herumgewirbelt wird und die Energie spart. Klingt schön ist aber physikalischer Nonsens. Wärmeübertragung erfolgt, außer im Hochvakuum des Weltalls, immer auch durch Konvektion. Als Beispiel wird von Verkäufern gern der hochalpine Skiurlaub angeführt, wenn man sich bei minus 5°C in den Liegestuhl setzt und einem die Sonne angenehm durchwärmt (jedenfalls auf der sonnenzugewandten Seite). Das mag im Schnee gehen aber nicht in einem Wohnraum. Jedes Bauteil dessen Temperatur über die der Umgebungsluft gehoben wird verursacht indirekt Konvektionsströme, denn an der Oberfläche erwärmt sich Luft, wird dadurch leichter und steigt nach oben. Natürlich kann man sich vor einen Infrarotstrahler setzen und sich direkt durch die Strahlung aufwärmen. Deshalb werden die Luft und nicht nur der Mensch, sondern alle Gegenstände im Raum erwärmt. Die Luft, zwar nur indirekt da sie Wärmestrahlung praktisch nicht bremst, sondern durch Kontakt mit warmen Oberflächen. Wir haben nun mal keinen Schnee in unseren Wohnräumen. Selbst bei unserem Beispiel aus dem Skiurlaub könnte man mit einer Schlierenaufnahme feststellen, wie die erwärmte Luft rasant über den Körpern der Sonnenanbeter aufsteigt- eben Konvektion.

Bleibt noch ein letzter Punkt, die Lüftung oder genauer gesagt die

5. Transmissionswärmeverluste

Außer den bereits genannten Möglichkeiten der Einsparung steht nur noch dieses Potential und das Nutzerverhalten zur Verfügung. Gemessen am jetzt geltenden Status laut ENEC ist das Einsparpotential über Dämmmaßnahmen der Gebäudehülle und den Wirkungsgrad der Heiztechnik technisch bereits ausgereizt. Ein paar Prozent mehr Einsparung herauszuquetschen ist den immensen Aufwand dafür nicht wert. Erst mal reduziert sich, gemessen am ungedämmten unsanierten Altbau, der Lüftungswärmeverlust ohnehin drastisch mit neuen Fenstern und dem Wegfall von Einzelfeuerstätten, denn dann werden auch überflüssige Schornsteinzüge eliminiert. Ungenutzte Schornsteine wirken im Winter nicht nur wie riesige Kühlrippen, sondern sorgen für einen hohen Luftaustausch. Diese Maßnahmen bewirken aber auch eine

plötzliche Änderung des Raumklimas. Im unsanierten Altbau klagten die Bewohner häufig über zu trockene Luft im Winter, die angesaugte und erwärmte Frischluft hatte eine sehr niedrige relative Luftfeuchte. Kalte Luft hat, wenn sie sich erwärmt, nur geringe absolute Feuchte. Im sanierten, nahezu luftdichtem Haus ist dieser automatisch vorhandene Luftaustausch nahezu ausgeschlossen. Der Nutzer selber muss jetzt für diesen Luftwechsel sorgen, entweder manuell oder per Lüftungstechnik. Dabei stellt sich die Frage, wie viel Luft braucht der Mensch? Die technischen Regeln schreiben eine hygienische Mindestluftwechselrate (0,5facher Luftwechsel pro Stunde) vor, das ist die unterste Grenze um nicht gesundheitliche Schäden davonzutragen. Sauerstoff ist da immer noch genug vorhanden um nicht zu ersticken, aber die Konzentration des ausgeatmeten Kohlendioxides ist das Problem. Dieses Gas, das Anhydrit der Kohlensäure, ist ab einer bestimmten Konzentration für den Menschen schädlich. Frischluft hat einen CO²- Gehalt von ca. 0,03%, der obere hygienische Grenzwert liegt bei 0,15% (Büros und öffentliche Versammlungsräume), die sog. Pettenkoferzahl bei 0,1 Volumen%. Sie stellt den Grenzwert für dauernd bewohnte Gebäude dar. Unsere Ausatemungsluft hat einen CO²- Gehalt von 4-5 Vol%. Schon bei 6-8% CO² in der Raumluft können sich erste Lähmungserscheinungen einstellen, ab 10% würde eine Kerze verlöschen und ein Mensch sterben. Neben dem CO² produzieren wir noch reichlich Wasserdampf, der ständig von uns abgegeben wird. Die relative Luftfeuchte sollte aus gesundheitlichen Gründen und zum Schutz der Bausubstanz zwischen 30% und etwa 55% liegen. Zusätzlich zu CO² und Wasserdampf enthält Raumluft eine steigende Anzahl von Schadstoffen, die sich aus Möbeln, Bauteilen, Kleidung usw. anreichern können wenn nicht ordentlich gelüftet wird. Jeder hat schon mal so einen schlecht gelüfteten Raum erlebt, beim Eintritt prallt man regelrecht gegen eine feuchte, drückende miefige Wand. Heizenergie zu sparen in dem man weniger lüftet ist also keine gute Idee. Wer aus einem ungedämmten, schlecht abgedichteten Altbau in eine sanierte Wohnung zieht, muss seine Gewohnheiten umstellen, da die vorher vorhandene natürliche Streulüftung infolge der vorher undichten Gebäudehülle weggefallen ist. Schon der Einbau neuer, dicht schließender gedämmter Fenster kann in einem sonst noch ungedämmten zentralbeheizten Altbau verheerende Folgen haben wenn man sich nicht darauf einstellt. Plötzlich sind die Fenster nicht mehr als kältestes Bauteil Zwangskondensationspunkt, sondern die (noch) ungedämmte Außenwand. Hier sind

es dann einzelne Stellen wie Gebäudeecken oder schlecht gelüftete Bereiche wie hinter einem Sofa oder der Schrankwand, an denen überschüssige Luftfeuchte zuerst kondensiert. Die ist bei neuen, dicht schließenden Fenstern reichlicher vorhanden da der vorherige Luftaustausch durch die Fensterfugen weggefallen ist. Temperaturen der Wandinnenfläche um 15°C und darunter, relative Raumlufffeuchten um die 70% - die überschüssige Feuchte lagert sich auf der Tapete ab statt wie früher nach draußen abzulüften oder an der Scheibe zu kondensieren. Für Schimmel gibt feuchte Tapete mit ihrem Gehalt an Zellulose und Hausstaubbelag ein ideales Nährsubstrat. Da auch die Rechtsprechung und die Bauvorschriften mittlerweile davon ausgehen das Schimmelfreiheit in sanierten bzw. neugebauten Wohnungen eine Sache ist die der Vermieter zu gewährleisten hat kommt man bei Mietwohnungen nicht mehr darum herum, im Zuge der energetischen Sanierung auch die Lüftung mit einzubeziehen. Einmal unabhängig davon wie blöd sich Mieter beim Lüften anstellen, um hygienische Mindeststandards zu sichern und dann um die Forderungen der ENEC zur Energieeinsparung zu erfüllen. Das geht eben nicht mehr in dem ich einfach mehr Dämmung auf die Außenwand packe. Einsparpotential ist praktisch nur noch in der Lüftung bzw. der Wärmerückgewinnung aus der Verbrauchsluft- sprich Senkung der Transmissionswärmeverluste- zu erzielen. Ob solche Anlagen das Ergebnis rechtfertigen bleibt abzuwarten. Für ein paar eingesparte kWh Heizenergie muss ich zusätzliche Energie für die Luftumwälzung einsetzen und habe erhebliche Aufwendungen für die Anlagentechnik und die Wartung solcher Anlagen. Andererseits sichern sie eine nutzerunabhängige Frischluftzufuhr auch ohne Wärmerückgewinnung.

6. Schlußworte

Die Wahrheit wird also wie meistens irgendwo zwischen den Grenzwerten liegen. Es gibt keine allumfassenden Wahrheiten die universell anwendbar sind, höchstens ein paar Allgemeinplätze und die Physik. Jedes Gebäude ist anders, die Nutzungen und die Bedürfnisse unterscheiden sich, die Bauart und das Material des Bestandsgebäudes. Es gilt, ein gesundes und vernünftiges Maß zwischen Aufwand

und Ergebnis zu suchen. Dafür stehen eine Menge an Verfahren, Techniken und Baustoffen zur Verfügung.

Spannst du eine Saite zu stark, wird sie reißen.

Spannst du sie zu schwach, kannst du nicht auf ihr spielen.

[Buddha](#) (560 – 480 v. Chr.), auch: Siddhartha Gautama (Pali: Siddhattha Gotama),
Stifter der nach ihm Buddhismus genannten Religion.

7. Links

http://www.ing-buero-ebel.de/B-B_Meier.htm

<http://ingenieurbüro-böttcher-asl.de/mediapool/88/885822/data/Waermedaemmung.pdf>

http://www.tfo-meran.it/?page_id=62

<http://www.wohnungs-lueftung.de/>

<http://www.konrad-fischer-info.de/213baust.htm>

Georg Böttcher fecit