
Dämmstoffdicken alleine – kein ausreichender Garant für guten Wärmeschutz.

Die Verpflichtung bzw. der Zwang Energie einzusparen, ist von zunehmender Bedeutung bzw. Wichtigkeit geprägt in all unseren Lebensbereichen. Dies, sowohl aus ökonomischer, wie auch aus ökologischer Sicht. Das gilt nicht nur für den Verkehr und für Industrieprozesse, sondern ganz besonders auch für den Heizenergieverbrauch.

Die Politik trägt unter anderem durch stets schärfere Wärmeschutzverordnungen dazu bei, aktuell nun mit der Energieeinsparverordnung EnEV, welche das bisherige Niedrigenergiehaus zum Standard werden lässt. Die Berechnungen werden stets verfeinert und verbessert – natürlich auch aufwendiger und komplizierter.

In der Praxis muss man aber leider nur all zu oft feststellen, dass zwischen ihr und dem „theoretischen Rechenverfahren“ große Unterschiede liegen. Der k-Wert bzw. neuerdings u-Wert Nachweis eines Bauteils ist das Eine – die Praxis das Andere. Das alleinige Rechnen dicker und besonders guter Dämmstoffdicken ist dabei das Eine, der wirksame Einbau das Andere. Es ist das, was man aber leider heute in den Berechnungen nicht beachtet.

Fortschritte bei der Luftdichtheit von Gebäuden haben wir besonders im Holzbau erreicht, obwohl dieser keine gravierenden Defizite in der Vergangenheit hatte, was entsprechende Studien belegen.

Ein heute im Bereich der Bauschaffenden unbeachtetes aber wichtiges Feld ist der wirksame Einbau der Dämmstoffe.

Energieanteile zur Gebäudebeheizung.

Für den Holzbau ist die Ausführung von beheizten Gebäuden als Niedrigenergiehäuser nahezu eine Selbstverständlichkeit. Der Einbau dicker Dämmstoffschichten bereitet bei dieser Bauart kaum Probleme. Es bleiben weitgehend vertretbar dünne Wände zur ökonomischen Flächennutzung erhalten. Während die monolitische „massive“ Wand Statik und Wärmeschutz oft als Mädchen für alles mehr oder weniger vereint, werden im Holzbau Stabtragwerke eingesetzt, welche in ihren Zwischenräumen ausreichend Platz für Wärmedämmstoffe lassen.

Niedrigenergiehäuser waren und sind für den Holzbau deshalb kein nennenswertes Problem, somit auch kaum die neue EnEV. Holzhäuser üblicher bzw. guter Qualität zeigen heute k-Werte bzw. u-Werte zwischen 0,20 bis 0,25 W /m²K.

Der Transmissionswärmeverlust Q_T eines derartigen Hauses liegt üblicherweise bei 30 bis 40 %, der Lüftungswärmeverlust Q_L allerdings rechnerisch bei 60 bis 70 %. Die internen Wärmegewinne Q_I , sowie die solaren Wärmegewinne Q_S erreichen bei gut gedämmten Häusern fast die Größe der Transmissionswärmeverluste Q_T .

An diesen Zahlen wird deutlich, dass effektiven Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung eine große Bedeutung zukommt. Der Holzbau mit seinen Stabtragwerken bietet für den Einbau der erforderlichen Rohrsysteme optimale Voraussetzungen.

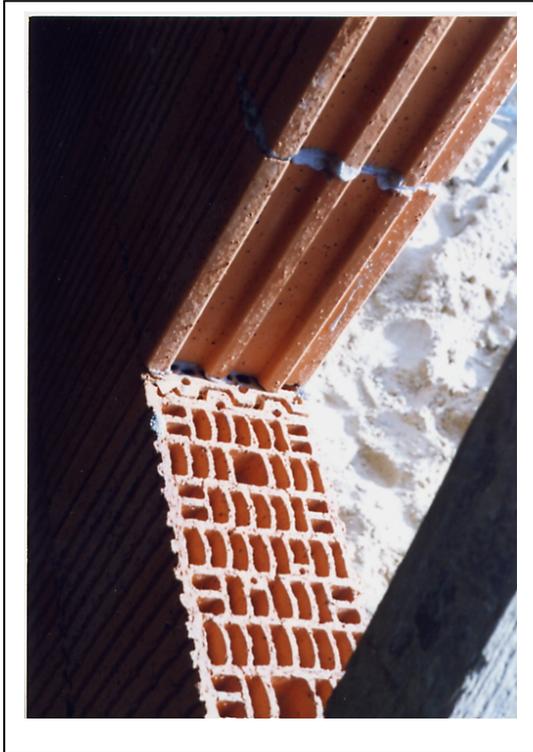
Luftdichte / Winddichte?

Besonders bei lüftungstechnischen Anlagen mit Wärmerückgewinnung kommt der luftdichten Gebäudehülle eine besondere Bedeutung zu. Luftdichte (auf Grundlage der DIN 4108 – 7) hat aber mit Winddichte nicht unbedingt etwas zu tun. Zugluftprobleme in beheizten Räumen dürften wohl der Vergangenheit angehören. Bei der Luftdichte der Gebäudehülle geht es **ausschließlich** um den Austausch der Raumluft mit der kalten Außenluft – einer mit der Blower-Door messbaren Größe.

Mit Befremden ist immer wieder festzustellen, dass auch von Fachleuten Luftdichte und Winddichte und oft auch noch dazu Dampfbremse bzw. Sperre in einem Satz bzw. Zusammenhang definiert werden. Natürlich können einem einzelnen Baustoff alle Funktionen als Multitalent zugeordnet werden – das muss aber nicht sein!

Eine Folie im Holzhaus kann Dampfbremse sein, kann natürlich auch zur Luftdichtung herangezogen werden – muss es aber nicht! Die Luftdichtung kann selbstverständlich auch durch Plattenmaterialien, wie Holz – und Gipswerkstoffplatten gebildet werden. Wichtig ist nur, dass zwischen den am Bau Beteiligten Klarheit geschaffen wird, welcher Baustoff die Funktion übernimmt. Keinesfalls sollte man eine automatische Schlussfolgerung ziehen, dass eine Folie, eingebaut als Dampfbremse, auch gleichzeitig generell die Luftdichtung darstellt oder noch schlimmer – das Luftdichtheit nur mit Folien erreichbar ist und deshalb Folien grundsätzlich verklebt sein müssen. Wie sollen denn dann diffusionsoffene oder verleimte Holztafeln realisiert werden? Wo finden wir denn im Mauerwerksbau verklebte Folien?

Für Mauerwerk, und sei es noch so porös mit Hohlräumen und unvermörtelten Stoßfugen ausgeführt, genügt gem. DIN 4108, Teil 7, „in der Regel zum Herstellen einer ausreichenden Luftdicht eine Putzlage aufzubringen.“



Wir sollten im Holzbau Augenmaß behalten, letztendlich zählt das Ergebnis – und der Preis!

Winddichte.

Für diesen Begriff bestehen derzeit nur ungenügende Definitionen und vor allen Dingen keine definierbaren Messmethoden, geschweige denn, Grenzwerte. Winddichte ist also derzeit noch ein kaum definierter Begriff. Dieser Begriff sollte künftig dafür verwandt werden, die Durchströmung oder Unterströmung bzw. Unterwanderung von Wärmedämmstoffen zu definieren – einem in der Baupraxis weitgehend unbeachtetem Problem. Wärmedämmstoffe werden oft von kalter (außen) Luft durchströmt und / oder unterwandert.

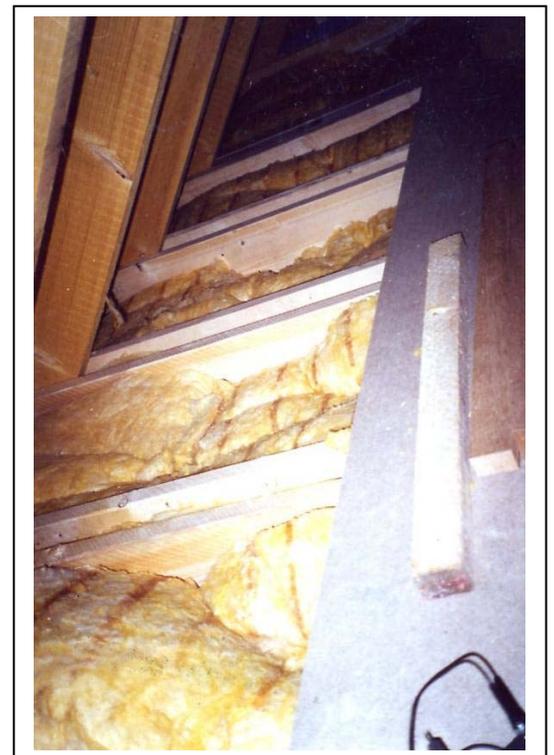
Ein Gebäude kann durch die raumseitige Luftdichtheitsschicht absolut und ausreichend luftdicht sein und infolge Durch – oder Unterströmung der Wärmedämmschicht enorme Wärmeverluste aufweisen. Insbesondere bei auch heute noch anzutreffenden belüfteten Konstruktionen ist durch Untersuchungen in den USA bekannt, dass offenliegende Mineralwolle, je nach Strömungsintensität und Struktur bzw. Rohdichte, bis zu einer Tiefe von 30 % und mehr von Kaltluft durchströmt wird und dieser Anteil der Dämmung damit nahezu unwirksam ist.

Was nutzt dann also die aufwendige u-Wertberechnung mit Ansatz der vollen Dämmschichtdicke? Vermeidbar ist dieser Effekt durch Verzicht auf Konstruktionen mit zur Belüftung offenliegender Mineralwolle. Auch einer evtl. Belastung durch Mineralfasern in der Raumluft käme eine derartige Abdeckung zugute.

Das Anforderungsniveau dieser sinnvollen Abdeckung (Winddichtung) benötigt allerdings nicht das Niveau einer Luftdichtung. Ein Durchströmen ist nur beim Vorhandensein von Zu- **und** Abluft möglich. Ist raumseitig eine Luftdichtungsebene ausgeführt, liegt zunächst einmal der sogenannte Flascheneffekt vor. Durch ein Rohr kann Luft durchströmen, nicht aber durch eine Flasche.

Ein ganz anderes Problem hingegen ist der Einbau der Dämmstoffe. Insbesondere der Preisdruck auf die Materiallieferanten, auch bei Mineralwolle, führt oft zu extrem niedrigen Raumgewichten mit dem Ergebnis, dass dieses Material oft nicht einmal nach dem Dekomprimieren seine Nenndicke erreicht.

Durch das Einpressen in die Gefache wird die Dicke dann nochmals reduziert. Kein seltener Anblick, dass bei einer Kehlbalckenhöhe mit z. B. 20 cm nach dem Einbau von Mineralwolle mit einer Nenndicke von 20 cm noch die Hälfte der Kehlbalckenhöhe sichtbar ist.

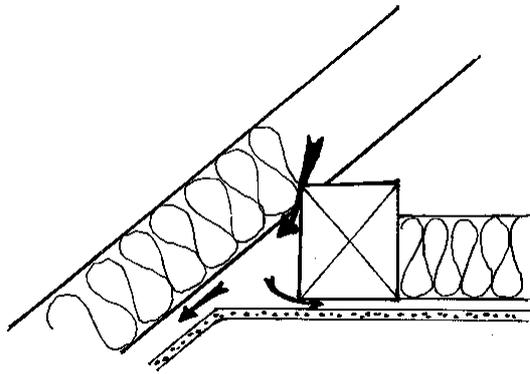


Was bringt da die so genaue und detaillierte Berechnung des u-Wertes (statt k-Wertes), wenn wir 20 cm Dämmstoff in Ansatz bringen, aber nur 15 cm effektiv vorhanden sind, wovon dann auch noch 5 cm an der Oberfläche von Kaltluft durchströmt werden?

Das größte Problem in der Praxis stellt aber in der Regel, besonders bei gedämmten Dachausbauten, die Unterströmung der eingebauten Dämmstoffe dar, vor allem in den Bereichen der nicht ausgedämmten raumseitigen Traglattungen – egal ob oberhalb oder unterhalb der als Dampfbremse oder Luftdichtung eingebauten Folie. (Die Lage der Folie, oberhalb oder unterhalb der nicht ausgedämmten Lattung, hat allerdings etwas mit dem Diffusionsschutz zu tun!)

Die hauptsächlich in der Praxis anzutreffenden Schwachstellen sind:

- „rund eingelegte Dämmstoffe.“ Die Mineralwollplatten oder Matten sind an der Pressfläche zum Sparren oder Kehlbalken eingedrückt oder knicken bei zuviel Überbreite in der Feldmitte aus. Das Ergebnis ist von der Traufe bis zum Spitzboden **unter der Dämmung** durchströmende kalte Außenluft, die sich im Bereich der Lattung, bei Folie auch durch den Durchhang, flächig auf der Raumseite ausbreitet.
- Installationsleitungen, vor allem Entlüftungsleitungen in der Dachschräge oder Kehlbalkenlage, deren Geometrie nicht sorgfältig mit Mineralwolle umhüllt wird. Aber auch Elektroleitungen und andere Installationen bewirken hier durchströmbare Hohlräume.
- Nicht sorgfältig angepasster Dämmstoff im Bereich von Zangen, vor allem Doppelzangen und Laschen.
- Hohlräume zwischen der Oberkante der Dachgeschosswände (auch Innenwänden) und Unterkante Sparren. Hier kann im Drempel – oder Abseitenbereich Kaltluft eintreten und bis zum Spitzboden durchströmen und sich im Bereich der Lattung ausbreiten.
- Am Giebel mit geringer Distanz anliegender Sparren. Der Hohlraum zum Giebel ist zu klein um ihn sorgfältig auszudämmen.
- Besonders im Zusammenwirken mit den vorgenannten Schwachstellen dient dieser Hohlraum optimal der Verteilung der Kaltluft bzw. Außenluft im Bereich der Lattung unterhalb der Dämmung und setzt diese weitgehend außer Funktion.



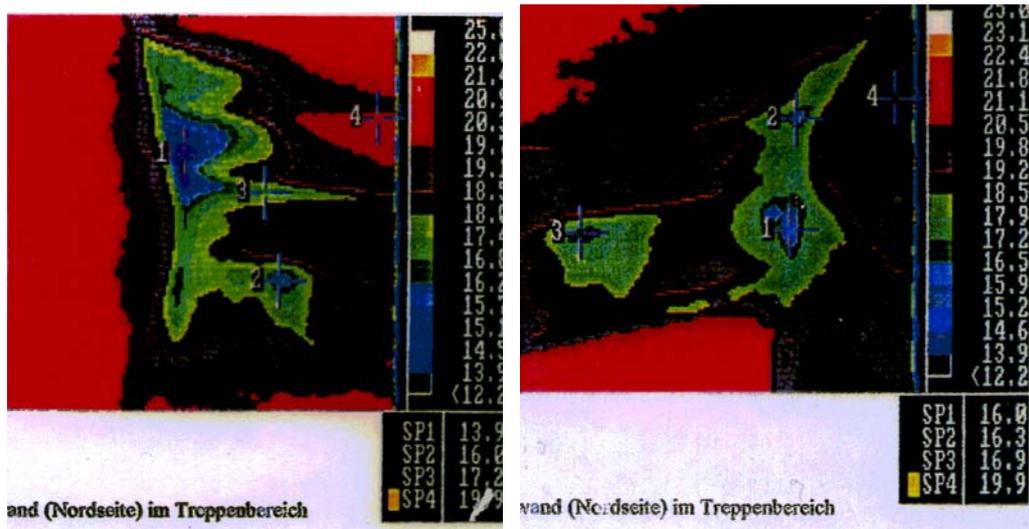
Auswirkungen der Unterströmung von Dämmstoffen.

An verschiedenen Objekten, welche von erfahrenen Herstellern errichtet wurden, sind sowohl Thermografien wie auch Messungen der Oberflächentemperaturen mit Kontaktthermometern erfolgt. An einem Einfamilienwohnhaus wurden, da die Aufheizung der Räume im Dachgeschoss beanstandet wurde, obwohl die Berechnung der Heizungsanlage nicht zu beanstanden war, die Oberflächentemperaturen im Bereich der Mittelpfette im Dachgeschoss gemessen.

Während an der Oberfläche ungestörter Flächen der Außenwände ca. 21°C gemessen wurden, konnten im Bereich der Mittelpfette, sowohl an der Dachschräge wie auch an der Kehlbalckenlage, 14°C gemessen werden, mit zunehmendem Abstand zur Mittelpfette auf 18°C ansteigend. Dies bei rund 22°C Raumtemperatur und einer Außentemperatur von ca. -5°C.

Signifikant niedrige Temperaturen wurden bis zu einem Abstand von 1,5 m beidseits der Ecke Kehlbalckenlage / Dachschräge festgestellt. Ursache waren die erwähnten Schwachstellen, welche Kaltluft in den dreieckigen Hohlraum hinter der Mittelpfette eintreten ließen.

Derartig geringe Temperaturen durch Unterströmung der Dämmung werden auch durch Thermografien anderer, weniger krasser Objekte, belegt.



Ohne große wissenschaftliche Ableitung (die Randbedingungen sind sowieso zu vielfältig) kann durch die Oberflächentemperaturen zusammen mit der Außentemperatur, auf den theoretischen k-Wert oder auch u-Wert zurückgerechnet werden. (ca. Werte!!!)

Oberflächen- temperatur T_{io} [°C]	k- bzw. u-Wert [w/m ² K]	resultierende Dämmschichtdicke [mm] (bei WLZ 0,040)
14,5 °C	2,17	10
15,5 °C	1,71	15
16,0 °C	1,40	20
17,5 °C	1,04	30

Die Thermografiewerte zeigen eine gute Übereinstimmung mit den durchgeführten Messungen der Oberflächentemperaturen an einzelnen Objekten, ebenso die Flächengrößen. Bei den üblichen „kleinen“ Verarbeitungsschwächen.

Auswirkungen auf den Heizwärmebedarf.

An dem Objekt, von welchem durchgeführte Thermografien vorlagen (siehe Abbildung), lag die zu erwartende Oberflächentemperatur bei etwa 0°C Außentemperatur, bei 20,5°C. Der **berechnete** k-Wert lag bei 0,23 W/m²K. Aus den gemessenen Oberflächentemperaturen lässt sich nun der „**praktische**“ k-Wert berechnen . Er reicht von ca. 1,04 bis 2,20 W/m²K.

Auf eine detaillierte Teilflächenermittlung aus den Fotos kann verzichtet werden – es handelt sich um ca. 25 bis 30 m².

Ein mittlerer Ansatz des „praktischen k-Wertes“ der von Außenluft unterwanderten Bereiche, kann bei diesem Beispiel mit 1,2 W/m²K angesetzt werden. Der Heizenergieverlust, ohne Beachtung des Heizungsanlagenwirkungsgrades und ohne Beachtung der Energiegewinne und Nutzungsgewohnheiten kann überschlägig berechnet werden nach der Formel:

$$Q_T = \text{Fläche} \times \text{k-Wert} \times 24 \text{ h} \times 3.200 \text{ Heizgradtage.}$$

Da der praktische Energiemehrverbrauch von Interesse ist, wird als k-Wert die Differenz zwischen Soll-Wert und praktischem Ist-Wert eingesetzt:

$$Q_T \cong 27,5 \text{ m}^2 \times (1,20 - 0,23) \times 24 \text{ h} \times 3.200 \text{ Heizgradtage}$$

$$Q_T = 2.048.640 \text{ W} \hat{=} 2.048 \text{ kW.}$$

Dies entspricht einer zusätzlichen Energieeinsatzmenge gegenüber den Berechnungen von ca. 205 m³ Gas bzw. Liter Heizöl, je nach Anlagenwirkungsgrad und Nutzung ggf. auch mehr!

Betrachtet man demgegenüber die Einsparung an Energie durch z. B. Einbau von Dämmstoffen mit einer Wärmeleitzahl von 0,035 statt 0,040 W/mK, so verändert sich beispielsweise bei ca. 20 cm Dämmstoffeinsatz, wie heute üblich, der k-Wert von 0,192 auf 0,169 W/m²K, also um eine Differenz von ca. 0,023 W/m²K.

Die Fläche der Dachschräge und Kehlbalkenlage insgesamt, erreicht bei einem üblichen Einfamilienwohnhaus ca. 90 m². Mit dem Einsatz des hochwertigen Dämmstoff im gesamten Dachbereich wird nun aber nur (theoretisch) demgegenüber ein vergleichsweise geringe Wärmemenge eingespart und zwar ca.:

$$Q_T = 90 \text{ m}^2 \times 0,023 \text{ W/m}^2\text{K} \times 24 \text{ h} \times 3.200 \text{ Heizgradtage.}$$

$$Q_T = 158.976 \text{ W} \cong 159 \text{ kWh} / \text{a.}$$

Dies entspricht einer Energieeinsparung von lediglich 16 m³ Gas oder Liter Heizöl, ein Bruchteil dessen, was durch kleine Unsauberkeiten beim Einbau der Dämmstoffe verloren geht.

Eine noch krassere Situation, von welcher leider keine Thermografien vorliegen, wurde an einem Wohngebäude, 1,5-geschossig mit Pfettendach, festgestellt. In dem Dreieck zwischen Pfette und Dachschräge konnte Kaltluft einströmen, durch die bereits aufgezeigten üblichen Schwachstellen. Bei einer auf die Beheizung abgestellten Oberflächentemperatur von ca. 21°C (bei knapp 22°C Raumtemperatur), wurden beidseitig der Pfetten, wie bereits erwähnt, Temperaturen von 14°C bis auf 18°C ansteigend auf ca. 1,5 m Abstand beidseits der Pfette, mittels Messfühler festgestellt. Dies bei einer Außentemperatur von ca. -5°C. Es ergibt sich dadurch ein mittlerer „praktischer k-Wert“ und von ca. 1,75 W/m²K auf einer Fläche von 4 x 1,5 = 6,00 m x 11,80 m Gebäudelänge \cong 75 m².

Seite 26

Der Energiemehrverbrauch an diesem Objekt unter den vorgenannten Randbedingungen errechnete sich mit ca. 8.755 kWh / a, entsprechend ca. 875 l Heizöl oder m³ Gas.

Zugegeben, bei diesen Einbaufehlern und den Nachweisen sind, will man es ganz genau nachweisen, eine Vielzahl von zusätzlichen Randbedingungen zu beachten. Dennoch dürften die Zahlen für eine Grobeinschätzung der Auswirkungen derartiger Einbaufehler ausreichend sein. Die Zahlenbeispiele machen deutlich, dass uns nicht noch aufwendigere und präzisere Nachweisverfahren mit Wärmebrückenzuschlägen und anderem, gem. Energieeinsparverordnung, weiterhelfen, sondern dass das Augenmerk, wenn wir Wärmeschutz nicht nur auf dem Papier betreiben wollen, auf eine wirksame Ausführung der Dämmung zu richten haben.

Sinnvolle Maßnahmen.

Um die volle Wirkung der einzubauenden Dämmschichten sicher zu stellen, sollten folgende Grundlagen beachtet werden:

- Verwendung qualitativ hochwertiger Dämmstoffe bzgl. der Formstabilität in der Bauteilebene.
- Vermeidung von belüfteten, d. h. also zum kalten, belüfteten Hohlraum offenliegenden Dämmstoffschichten, insbesondere bei Mineralwolle.
- Vermeidung von Hohlräumen in der gesamten Bauteilschichtung, vor allem im Bereich der Traglattung für die raumseitige Bekleidung.
- Abschotten der Dämmschichten in der Dachschräge am unteren und oberen Ende mit Dämmstoffschotte. Sehr gute Ergebnisse werden durch ein Einpressen von weichem Polystyrolpartikelschaum (Trittschallstyropor) erreicht.
- Sorgfältiges Ausdämmen im Bereich von Installationen und Abschotten durch Dämmstoff.
- Sorgfältiges Ausdämmen und Einpassen des Dämmstoffes bei Zangen und Laschen.

Zusammenfassung.

Das Auskühlen und insbesondere Durch- und Unterströmen von Dämmstoffen durch Kaltluft stellt baupraktisch betrachtet, ein zu wenig beachtetes Problem dar. Es ist nicht damit getan, aufwendige u-Wertberechnungen anzustellen und üppige Dämmstoffdicken einzubauen, wenn bei der Verarbeitung und konstruktiven Ausführung der eingebaute Dämmstoff zur teilweisen Wirkungslosigkeit degradiert wird.

Die Auswirkungen derartiger in der Praxis vorhandener Ausführungsmängel sind in ihren Auswirkungen von so großer Bedeutung, dass geringe Schwächen bei der Ermittlung der k-Werte bzw. u-Werte und Schwächen im Bereich der Luftdichtung in den Hintergrund treten. Dämmstoffdicken allein und sich daraus ergebene theoretische k- oder u-Werte sind nicht alles, wenn wir es mit dem Wärmeschutz ernst meinen. Dämmstoffdicken und Dämmstoffqualität alleine garantieren noch lange keinen guten Wärmeschutz.

Dipl.-Ing. E. U. Köhnke