

1. Baufach-Forum in BERG - 29./30.11.2001

Forumsveranstaltung von Schreinermeister Wilfried Berger
88276 Berg / Ettishofen bei Ravensburg

Paul Bossert, Baufachmann
CH - 8953 Dietikon

Der Baumeister und „Bauphysiker“ VITRUV schrieb an Cäsar vor 2000 Jahren:

Fachwerk, wünschte ich, wäre nie erfunden. Soviel Vorteil es nämlich durch die Schnelligkeit seiner Ausführung und durch die Erweiterung des Raumes bringt, um so grösser und allgemeiner ist der Nachteil, den es bringt, weil es bereit ist zu brennen wie Fackeln. Es scheint daher besser zu sein, die höheren Kosten des Backsteinbaus zu tragen, als durch die Ersparnis beim Fachwerkbau in Gefahr zu schweben. Auch macht das unter Verputz liegende Fachwerk durch die senkrechten und querliegenden Balken am Verputz Risse. Verputzt man sie nämlich, so schwellen sie durch die Aufnahme der Feuchtigkeit an, dann ziehen sie sich beim Trocknen wieder zusammen und so, dünner geworden, zerreißen sie die feste Schicht des Verputzes.

Aber da ja manche Leute sich doch zum Fachwerkbau gezwungen sehen, weil der Bau schnell vor sich gehen soll oder sie wenig Geld haben oder eine Trennwand an einer frei schwebenden Stelle gezogen werden muss, wird man folgendermassen verfahren müssen: Die Schwelle unterbaue man so hoch, dass sie mit der Estrichmasse und dem Fussboden keine Berührung hat. Wenn die Balken nämlich im Mörtel eingegossen sind, werden sie mit der Zeit morsch, sinken ab, neigen sich und zerstören die Schönheit des Putzes.

Auszuge aus: VITRUV, "Zehn Bücher über Architektur", übersetzt von Dr. Curt Fensterbusch, 1981 Wissenschaftliche Buchgesellschaft Darmstadt

Phänomenologie der Aussenwand

Plant ein Architekt eine Aussenwandkonstruktion, so hätte er eigentlich den nachfolgenden Anforderungskatalog mit allen 24 aufgeführten Punkten zu berücksichtigen. Nebst acht (8!) energiebezogenen Wandparametern* gibt es noch weitere 16, wie beispielsweise Statik, Ästhetik und der Preis etc. deren Erläuterung hier jedoch zu weit führen würde.

24 Allgemeine Anforderungspunkte an eine Aussenwand

1. Ästhetik
2. Statik
3. Festigkeit
4. Oekonomie
5. Sturmsicherheit
6. Dampfdiffusionsfähigkeit
7. Erstellungszeit
8. * Wärmedämmfähigkeit k-Wert
9. * - Wärmespeicherfähigkeit
10. * - Wanddicke
11. * - Wärmebrücken
12. * - Oberflächenstruktur
13. * - Feuchtigkeit / Sorptionsfähigkeit
14. * - Strahlungsaufnahmefähigkeit / Farbe
15. * - Wärmeeindring-Geschwindigkeit
16. - Schalldämmfähigkeit
17. - Haltbarkeit
18. - Feuersicherheit
19. - Wetterfestigkeit
20. - Gesundheitsverträglichkeit
21. - Entsorgungsaufwand
22. - Oekologie
23. - Gesamtenergiebilanz
24. - Energieverbrauch

In einer Aussenwand sind die nachfolgend aufgeführten acht Parameter energierelevant. Sie sind in ihren Wechselwirkungen untereinander bis heute nicht erforscht. Dennoch lassen sich mittels phänomenologischer Beobachtungen Rückschlüsse ziehen, welche eine Beschreibung der Bausubstanz ermöglicht und eine vertretbare Prognose über den realistischen Energieverbrauch und der Haltbarkeit der Systeme zulässt.

8 energierelevante Faktoren der Aussenwand

8.	*		<u>Wärmedämmfähigkeit (k-Wert / U-Wert)</u>
9.	*	-	Wärmespeicherfähigkeit
10.	*	-	Wanddicke
11.	*	-	Wärmebrücken
12.	*	-	Oberflächenstruktur
13.	*	-	Feuchtigkeit / Sorptionsfähigkeit
14.	*	-	Strahlungsaufnahmefähigkeit / Farbe
15.	*	-	Wärmeeindring-Geschwindigkeit

● Ein **U-Wert** (alt k-Wert) von 0,8 bis 0,4 W/m²K ist wünschenswert. Ein normales, verputztes Mauerwerk aus Isoliersteinen mit einem Raumgewicht von 1'400 kg/m³, 49 cm Dicke und einem k-Wert von 0,8 W/m²K sollte gesetzlich noch zulässig sein. Die favorisierten k-Wert-Verbesserungen folgen einer Hyperbelfunktion. Das bedeutet, dass eine Verdoppelung der Dämmschicht nicht gleichzeitig eine Verdoppelung des Dämmwertes ergibt (siehe Prof. C. Meier, Nürnberg)! Der wissenschaftliche Nachweis, dass zwischen k-Werten und Energieverbrauchswerten eines Gebäudes eine bedeutende Korrelation besteht, ist bis heute nicht erbracht.

● Ein **Raumgewicht von 1'400 kg/m³** sorgt für eine gute **Wärmespeicherfähigkeit** und garantiert eine optimale Behaglichkeit sowohl im Sommer als auch im Winter. Ebenso nehmen massive Aussenwände Sonnenenergie auch auf niedrigstem Niveau auf und mindern dadurch den Heizenergieaufwand. Der Einfluss des Flächengewichtes von Aussenwänden auf den Energieverbrauch ganzer Gebäude ist bis heute nicht ausreichend geklärt.

● Die **Wanddicke**, welche die Weg-Zeit der Wärme in der Wand potentiell - d.h. im Quadrat - verzögert, wurde bis heute in der Bauphysik noch nicht berücksichtigt, obwohl sie von G. Hofbauer im "Gesundheits-Ingenieur", in Heft 13 vom 29. März 1941 als **Zeitkonstante** ausführlich beschrieben worden ist. Hierbei handelt sich um einen Begriff, deren Wert als Materialkonstante mathematisch eindeutig definiert ist. Der Wärmewiderstandsvergleich von Aussenwänden infolge unterschiedlicher Dimensionen ist bis heute wissenschaftlich nicht untersucht.

● **Wärmebrückenprobleme** entstehen dann, wenn die Wände immer dünner werden, obwohl sie angeblich ausreichend gedämmt sind und niedrige k-Werte aufweisen. Wie negativ sich Wärmebrücken von Befestigungen bei hinterlüfteten Wandkonstruktionen verhalten können, ist im EMPA-Bericht F+E Nr. 127378 ausführlich beschrieben. Bis heute existieren keine wissenschaftlich überprüfbare Messungen über die Wirkungen von Wärmebrücken auf den Energiehaushalt ganzer Gebäude.

● Die **Oberflächenstruktur** wandelt laminare Luftströmung in turbulente um, was die Auskühlung einer Fassade infolge Windeinfluss mindert. Tiefe Fensternischen ergeben energetisch wirksame Luftstapolster vor Abkühlflächen aus Glas. Gesimse funktionieren als Fassadenentwässerungen und vermindern ein Auskühlen der Wand durch abfließendes Regenwasser über mehrere Geschosse. An- und Vorbauten funktionieren als Windbrecher im aerodynamischen Bereich und reduzieren damit den Energieverbrauch eines Gebäudes. Die Strömungs-Einflüsse infolge Wind auf beheizte Hochbauten sind bis heute nicht erforscht.

● Das **Feuchtigkeitsverhalten** einer Aussenwand steht und fällt mit dem Sorptionsverhalten ihrer Schichten. Ein funktionierender Kalkputz auf der Aussenseite wirkt auch als "Sorptionsmotor" zu Entfeuchtung der Wohnräume. Wie aus den Untersuchungen der EMPA unter Prof. P. Haller aus den Jahren 1953-1958 ersichtlich wird, ist im Herbst und Frühjahr ein aussen leicht feuchtes Mauerwerk aus energetischen Gründen von Vorteil. Wasser erhöht nämlich die Wärmespeicherfähigkeit einer Mauer. Strahlungsenergie kann dann auf niedrigstem Niveau genutzt und dadurch der Energieverbrauch von beheizten Gebäuden zusätzlich vermindert werden. Die Feuchtigkeits-Einflüsse auf den Energieverbrauch von beheizten Gebäuden sind bis heute nicht erforscht. (siehe „Anstriche auf anorganischen Wetterschichten“)

● Je nach **Farbintensität** wird von anorganischen Wetterschichten mehr oder weniger Strahlungsenergie aufgenommen und in Wärme umgeformt. Diese Wärme wird kurzfristig in der Wand gespeichert und genutzt. Sie fliesst meistens in der darauffolgenden Nacht wieder gegen aussen ab. Die Verweilzeit der eingestrahlten Wärme bestimmt, wieviel Energie raumseitig zugeführt werden muss. Die Einflüsse der Farbgebung von Fassaden auf den Energieverbrauch von Hochbauten sind bis heute nicht ausreichend erforscht.

● Die **Wärmeeindring-Geschwindigkeit** hängt von der Masse, der Dimension (Wanddicke) und der Struktur des Wandbaustoffes ab. Hat die Wand infolge zu hoher Porosität, einem allzu niedrigen Raumgewicht oder zuweit auseinanderliegende Verbundstegen (Mäandrierung) und zu geringer Dicke einen zu grossen Wärmeeindring-Widerstand, so lässt sich die eingestrahlte Sonnenenergie nur in geringem Umfang nutzen. Erstmals wurden diese Zusammenhänge im Februar 1982 bei Messungen am Justus Knecht Gymnasium in Bruchsal erkannt. Die Ergebnisse wurden in der Folge als „Bruchsaler Messung“ publiziert und sind somit baugeschichtlich bekannt. Grundlagenforschungen dazu bestehen nicht.

Zieht man in Betracht, dass heutige Aussenwandkonstruktionen mit Trag-, Dämm-, Hinterlüftungs- und Wetter-Schicht Dimensionen von 40 bis 50 cm "Wandstärke" aufweisen, ist nicht einzusehen, warum nicht wieder Wände wie früher gebaut werden dürfen, die länger halten, preislich gleichwertig, energetisch besser und aus der Sicht der Wärmebrückenproblematik unbedenklicher sind. Unverständlicherweise sind aber derartige Konstruktionen heute vom Gesetzgeber verboten (!), weil sie den theoretisch geforderten k-Wert - gemäss der jeweiligen Wärmeschutzverordnung - nicht aufweisen. Auch in der kommenden "Energiesparverordnung" wird der k-Wert (U-Wert) als alleinseligmachender Grundwert zur unabdinglichen und dominierenden Einhaltung vorgeschrieben sein. Weiss man zusätzlich Bescheid über das Nichtfunktionieren von „modernen“ Wandkonstruktionen hinsichtlich ihrer Entfeuchtungseigenschaften, weil sie damit zusätzlich das Immunsystem der Menschen belasten, so sind die vom Gesetzgeber erlassenen Energiespar-Vorschriften unverantwortlich und dem Tatbestand der vorsätzlichen Körperverletzung gleichzusetzen.

Über die restlichen energierelevanten sieben Anforderungs-Faktoren existieren aus verständlichen Gründen - „Weil nicht sein kann, was nicht sein darf“ - keine Angaben. Nach wie vor gilt der Beharrungszustand!

Nun ist aber jederzeit beweisbar, dass von den insgesamt 24 Planungspunkten einer Aussenwand, deren 16 infolge alleiniger Favorisierung des k-Wertes negativ beeinflusst werden.

16 negativ beeinflusste Faktoren der Aussenwand infolge k-Wert-Favorisierung

- | | | | |
|-----|---|---|-------------------------------------|
| 9. | * | - | Wärmespeicherfähigkeit |
| 10. | * | - | Wanddicke |
| 11. | * | - | Wärmebrücken |
| 12. | * | - | Oberflächenstruktur |
| 13. | * | - | Feuchtigkeit / Sorptionsfähigkeit |
| 14. | * | - | Strahlungsaufnahmefähigkeit / Farbe |
| 15. | * | - | Wärmeeindring-Geschwindigkeit |
| 16. | | - | Schalldämmfähigkeit |
| 17. | | - | Haltbarkeit |
| 18. | | - | Feuersicherheit |
| 19. | | - | Wetterfestigkeit |
| 20. | | - | Gesundheitsverträglichkeit |
| 21. | | - | Entsorgungsaufwand |
| 22. | | - | Oekologie |
| 23. | | - | Gesamtenergiebilanz |
| 24. | | - | Energieverbrauch |

Erläuterungen zu einigen der oben aufgeführten Punkte.

Da nur der Dämmwert (U-Wert oder alt k-Wert) vom Gesetzgeber festgeschrieben ist, hat kein Mensch ein Interesse daran die **Wärmespeicherfähigkeit** von Aussenwänden zu erhöhen

Gleiches gilt für die **Wanddicke**, die hauptsächlich aus Gründen der Nutzung ignoriert wird. Energieeinsparungen infolge vergrössertem Auskühlungsweg können nur wenige Baufachleute nachvollziehen.

Dass mit dickeren Wandstärken die Einflüsse der **Wärmebrücken** unbedeutend werden, ist auch kaum jemandem bekannt.

Aus preislichen Gründen werden keine **Oberflächenstrukturierungen** vorgenommen um Windeinflüsse und Erosionen etc. zu verringern.

Früher wurde die Raum-**Feuchtigkeit** in „Echtzeit“ über eine Sorptionskette nach aussen geführt. Das ist bei heutigen Konstruktionen nicht mehr der Fall.

Die **Strahlungsaufnahmefähigkeit** ist vor allem bei Perimeterdämmungen gering, weil nur dünne und helle Verputz auf Kunststoffbasis appliziert werden.

Die **Wärmeeindring-Geschwindigkeit** eines hochgewichtigen Werkstoffes sorgt dafür, dass die eingestrahlte Sonnen-Energie optimal genutzt werden kann.

Membranwirkungen von dicken Dämmschichten und leichten, dünnen Tragwänden bedingen, dass die minimale **Schalldämmfähigkeit** nicht eingehalten werden kann. Speziell kritisch sind Schall-Nebenwegübertragungen von Wohnung zu Wohnung über die Perimeterdämmung.

Klimabezogene Energie-Verbrauchs-Analysen

(EVA)

Mit klimabezogene Energie-Verbrauchs-Analysen kann in erster Linie bewiesen werden, dass die herrschende Lehrmeinung nicht stimmt. Der Einfachheit halber wird dieser Nachweis anhand der Auseinandersetzung um den GEWOS-Bericht erbracht. Die Ergebnisse wurden vom Bundesverband der Ziegelindustrie, Bonn, im Juli 1996 herausgegeben und auch in der Deutschen Bauzeitung 3/96 publiziert.

Am 16. September 1996 teilte ich dem Bundesverband der Ziegelindustrie und der GEWOS als Stellungnahme zum veröffentlichten Bericht folgendes mit:

Bernd Dittert ist mit mir einig, dass seine Studie nur einen FLASH im Indizienbereich darstellt. Die aufgezeigten Streuungen sind zu gross. Deren Ursachen sind zu vage und widersprüchlich dargestellt. Die nicht einordenbaren, allzu kleinen Energieeinsparungen sind zu marginal, um für den Ziegel einen massgeblichen Vorteil zu propagieren. Ausserdem ist der gewählte Vergleichszeitraum der Bausubstanz von 1984 bis 1992 zu gering. Gradtagbereinigte Energieverbrauchs-Betrachtungen, die auch noch mit fragwürdigen Heizkostenabrechnungen verquickt sind, ergeben immer falsche Resultate.

In EB 6/97 publizierte Dr. Gerd Hauser, Universität Gesamthochschule Kassel, Fachbereich Bauphysik, eine Nachrechnung, die zum Schluss kommt:

„Das der GEWOS-Studie zugrunde liegende Datenmaterial bestätigt hervorragend die baupraktisch hohe Genauigkeit der Berechnungsverfahren EPASS, DIN EN 832, DIN V 4108-6 und Wärmeschutzverordnung.“

Im Artikel: „Wenn Milliarden verschwendet werden“ vom 25. Juni 1997 in „DIE WELT“, geht Bossert dezidiert auf die Ergebnisse von Hauser ein:

Er (Hauser) merkt nicht, dass die 47 Mehrfamilienhäuser im Mittel nur den Zielwert der Ersten Wärmeschutzverordnung von 1977 erreichen. Mit einem mittleren gemessenen Heizenergieverbrauch von 150 Kilowattstunden pro Quadratmeter Wohnfläche und Jahr ($\text{kWh/m}^2\text{a}$) erreichen sie den vom Gesetzgeber in der Zweiten Wärmeschutzverordnung von 1982 angestrebten Wert von $110 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ bei weitem nicht. Es ist aber hinlänglich bekannt, dass gute Altbauten bis Jahrgang 1930/40 heute im Mittel nur $60 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ verbrauchen. Da aber Bauten nach der Zweiten Wärmeschutzverordnung doppelt bis dreimal so gut gedämmt sind wie Altbauten, sollten sie - vorausgesetzt, die vom Bundesbauministerium favorisierte Berechnungs-Theorie stimmt - auch nur die Hälfte, also $30 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ benötigen. Die im GEWOS-Bericht beschriebenen Gebäude verbrauchen aber nicht 30, sondern $150 \text{ kWh/m}^2\text{a}$! Nach meiner Einschätzung verursachen die **Meinungen** des Bundesbauministeriums in Deutschland seit 1977 Kosten an Bau- und Energieschäden von mehr als 900 Milliarden Mark. Dies ist ein ungeheurer Skandal angesichts der leeren Staatskasse.

In „Briefe an DIE WELT“ vom 5. Juli 1997 schreibt Hauser:

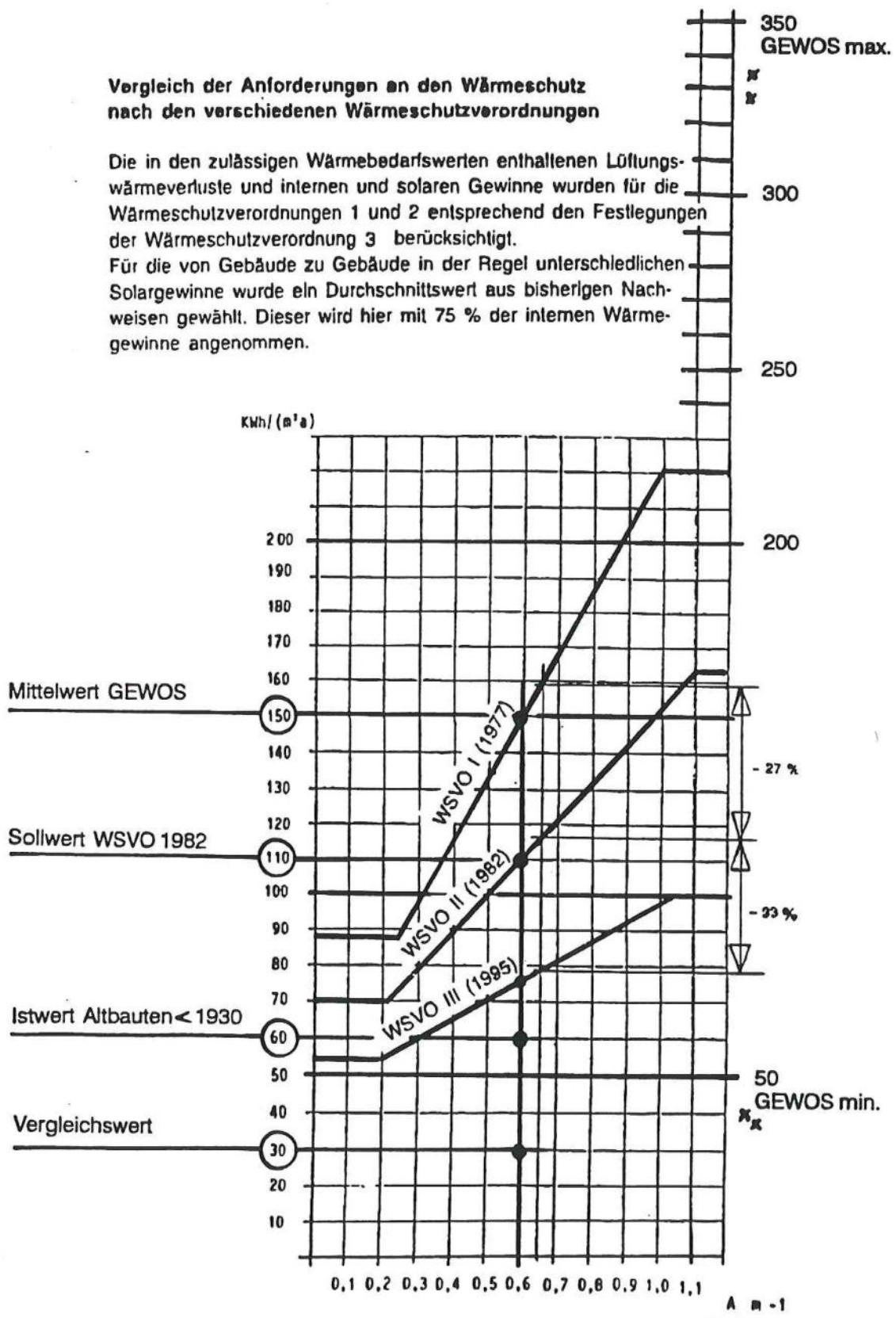
Näherungsweise kann man diesen Werten Heizwärmebedarf zuordnen. Es war nicht Aufgabe meiner Untersuchung, die Einhaltung der Wärmeschutzverordnung nachzuweisen.....und weiter unten..... In Deutschland verbrauchen diese Gebäude (siehe oben, Baujahre 1930-1940) je nach Typ und Altersklasse 220 bis $430 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ an Heizenergie.

Fazit: Gerd Hauser hat den Energieverbrauch alter Gebäude noch nicht überprüft!

In der untenstehenden Grafik mit Originaltext - die von einem Fachmann der Deutschen Ziegelindustrie stammt - sind die GEWOS-Werte nach Hauser eingetragen.

Vergleich der Anforderungen an den Wärmeschutz nach den verschiedenen Wärmeschutzverordnungen

Die in den zulässigen Wärmebedarfswerten enthaltenen Lüftungswärmeverluste und internen und solaren Gewinne wurden für die Wärmeschutzverordnungen 1 und 2 entsprechend den Festlegungen der Wärmeschutzverordnung 3 berücksichtigt.
Für die von Gebäude zu Gebäude in der Regel unterschiedlichen Solargewinne wurde ein Durchschnittswert aus bisherigen Nachweisen gewählt. Dieser wird hier mit 75 % der internen Wärme-gewinne angenommen.



zulässiger Jahresheizwärmebedarf für Transmission bezogen auf die Gebäudenutzfläche in Abhängigkeit vom Verhältnis $\frac{A}{V}$

Arch. + Ing. Paul Bossert
CH-8953 Dietikon 26.6.97

Im Brief vom 17. Februar 1998 schreibt Herr Boos, in Vertretung des Bundesbauministers an Bossert in der Angelegenheit GEWOS wörtlich:

Ich mache Sie darauf aufmerksam, daß eine große Zahl gut dokumentierter Gebäude - mit unterschiedlichen Anforderungsniveaus - mittels dieser oder vergleichbarer Berechnungsansätze geplant wurde und eine ausreichend genaue Übereinstimmung der gerechneten mit den durch Messung erfaßten Verbrauchswerten aufweist. Hierzu zählen auch die von Ihnen in einem Artikel in "Die Welt" "Wenn Milliarden verschwendet werden" genannten etwa 50 Mehrfamilienhäuser, die von der GEWOS im Auftrag eines Verbandes der Mauersteinindustrie untersucht wurden. Den Ergebnissen wurde von Fachleuten, aber auch vom BMBau in Publikationen widersprochen. Die von der Gesellschaft für Rationelle Energieverwendung/Prof. Dr. Hauser, Universität Kassel, mit heutigen erprobten Berechnungsverfahren (einschließlich der Methode der Wärmeschutzverordnung 1995) in Breite vorgenommenen und veröffentlichten Nachrechnungen haben eine ausreichend genaue Übereinstimmung von Berechnungen und Messungen ergeben. Auch weise ich Sie darauf hin, daß die Übereinstimmung mit dem Anforderungsniveau der Wärmeschutzverordnung 1982/84 gegeben ist. Heizwärme- und Heizenergiebedarf sowie die verwendeten unterschiedlichen Bezugsflächen dürfen allerdings nicht verwechselt werden. Ihre Aussagen in dem o.g. "Welt-Artikel" sind unzutreffend. Ihre Angriffe gegen das Bundesbauministerium wurden in einer veröffentlichten Zuschrift des Ministeriums an "Die Welt" bereits zurückgewiesen. Gleichwohl behaupten Sie in den jetzt übermittelten Unterlagen, daß die GEWOS-Studie eindeutig beweise, daß "das Energieeinsparziel der zweiten Wärmeschutzverordnung gewaltig verfehlt werde". Dies ist falsch.

Seit 1974 erhebe ich darauf den Anspruch, dass ich immer noch „der beste k-Wert-Rechner aller Zeiten“ bin. Demzufolge bin ich auch jederzeit in der Lage, die obenstehenden Behauptungen von Herrn Boos nachzuvollziehen. Selbstverständlich kann ich auch identische Berechnungen erstellen und auf die gleiche Art wie das Bundesbauministerium „beweisen“ dass die k-Wert-Theorie mit der Realität übereinstimmt.

Wenn man aber einmal vom „Apfel der Bau- + Energie-Erkenntnis“ gegessen hat - und das war bei mir vor 24 Jahren der Fall - der wird in seinen Aussagen vorsichtig und bescheiden und würde es nicht wagen, derartig abstruse Dinge wie die obenstehenden von sich zu geben. Seit Jahren erhalte ich Briefe mit ähnlichem Inhalt von Herrn Boos. Der Mann vom BMBau hat demzufolge noch nie selbst überprüft, ob das was er behauptet stimmt. Er zitiert immer andere und immer die gleichen.

Im Forumsbeitrag vom 1. September 1980 habe ich in der Basler Zeitung unter dem Titel: **„Mit verbundenen Augen auf dem falschen Dampfer“** sinngemäss geschrieben: Jede Hausfrau ist in der Lage festzustellen, dass die Berechnungsweise der Wärmeschutzverordnung nicht stimmt. Würde sie nämlich hingehen und den Energieverbrauch unterschiedlicher Bauten ermitteln und durch die jeweilige Gebäudedeckung dividieren, so würde sie - weil sie noch von der Volksschule her den Dreisatz beherrscht - sofort feststellen, dass die Behauptungen der angeblichen Energieexperten im Bundesbauministerium unzutreffend sind.

Nun sind 24 Jahre vergangen und die Mitarbeiter des Bundesbauministeriums haben es immer noch nicht gewagt, selbst festzustellen, ob das was Sie dem Bürger als Gesetz diktieren mit der Wirklichkeit übereinstimmt.

Klimabezogene Energie-Verbrauchs - Analyse von Bundesbauten

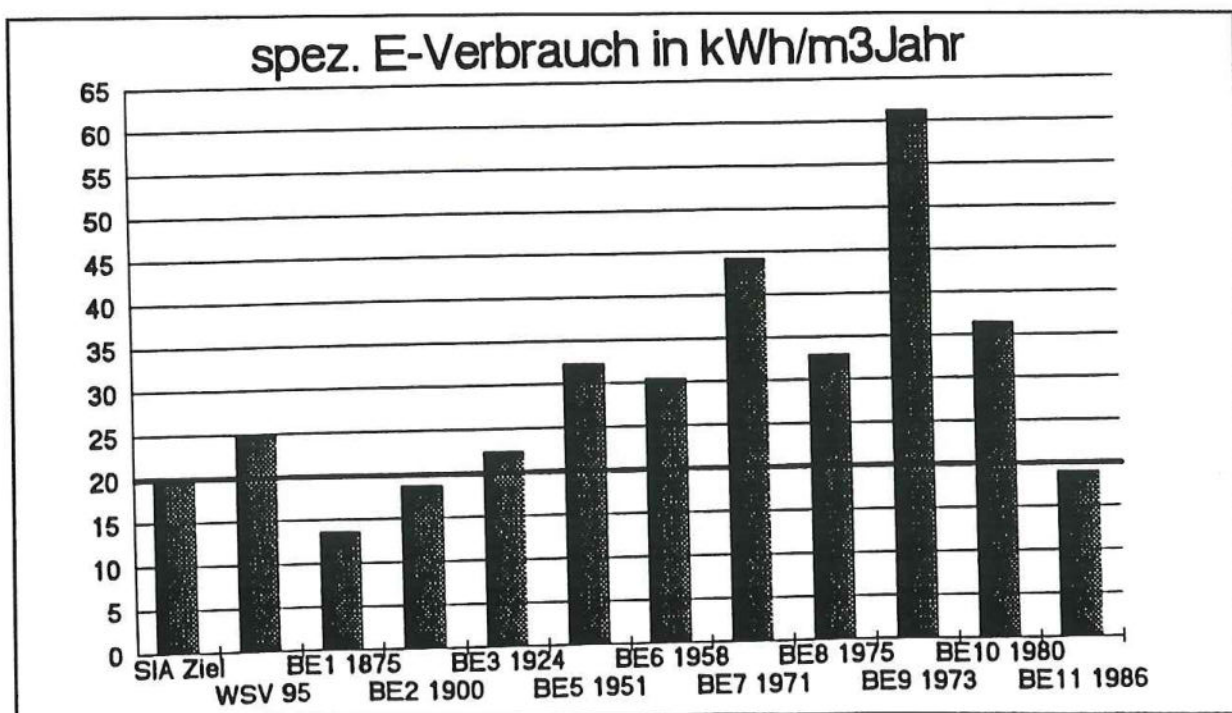
Seit Mai 1996 ist die bisher einzige Untersuchung fertiggestellt, die sich mit der vergleichenden Energieverbrauchsproblematik von beheizten Gebäuden befasst. Sie wurde mit den heutigen und allgemein verwendeten Energieberechnungs-Werkzeugen erstellt. Die Analyse erstellte ich für 10 Objekte des Eidgenössischen Amtes für Bundesbauten (AFB) in dessen Auftrag.

Graphik 1

In der untenstehenden **Graphik** sind die spezifischen Energieverbrauchswerte der untersuchten Objekte in kWh/m³a aufgetragen. Die ersten beiden Balken sind der schweizerische SIA-Zielwert und der bundesdeutsche Grenzwert der Wärmeschutzverordnung 95 für Bürobauten.

Bern 1, erstellt anno 1875 benötigt unter vergleichbaren Bedingungen am wenigsten Heizenergie. Dann steigen Jahrgang und Energieverbrauch an bis zum Höchstwert eines mit Aluminiumblech verkleideten Turmbaues von 1973, für welchen gegenwärtig eine Sanierungsplanung durchgeführt wird. Objekt Bern 11, lässt sich nicht direkt vergleichen und benötigt jedoch wenig Energie. Allerdings wurde hier die Energieeinsparung mit riskanten Baumethoden erkauf. Bereits heute kann man schon erkennen, dass dieses Gebäude kaum so lange benutzbar sein wird wie das Gebäude Bern 1 von 1875!

Die Ursachen der oben aufgezeigten Differenzen liegen hauptsächlich im generellen Versagen der Baukunst. Da noch keine tauglichen mathematischen Berechnungs-Grundlagen vorliegen, können die baulichen Schlussfolgerungen vorerst nur **phänomenologisch** erklärt werden (siehe Seiten 1 - 4). Welche Energie-Parameter in welcher Folge energiewirksam sind, ist gegenwärtig auch nicht bekannt.



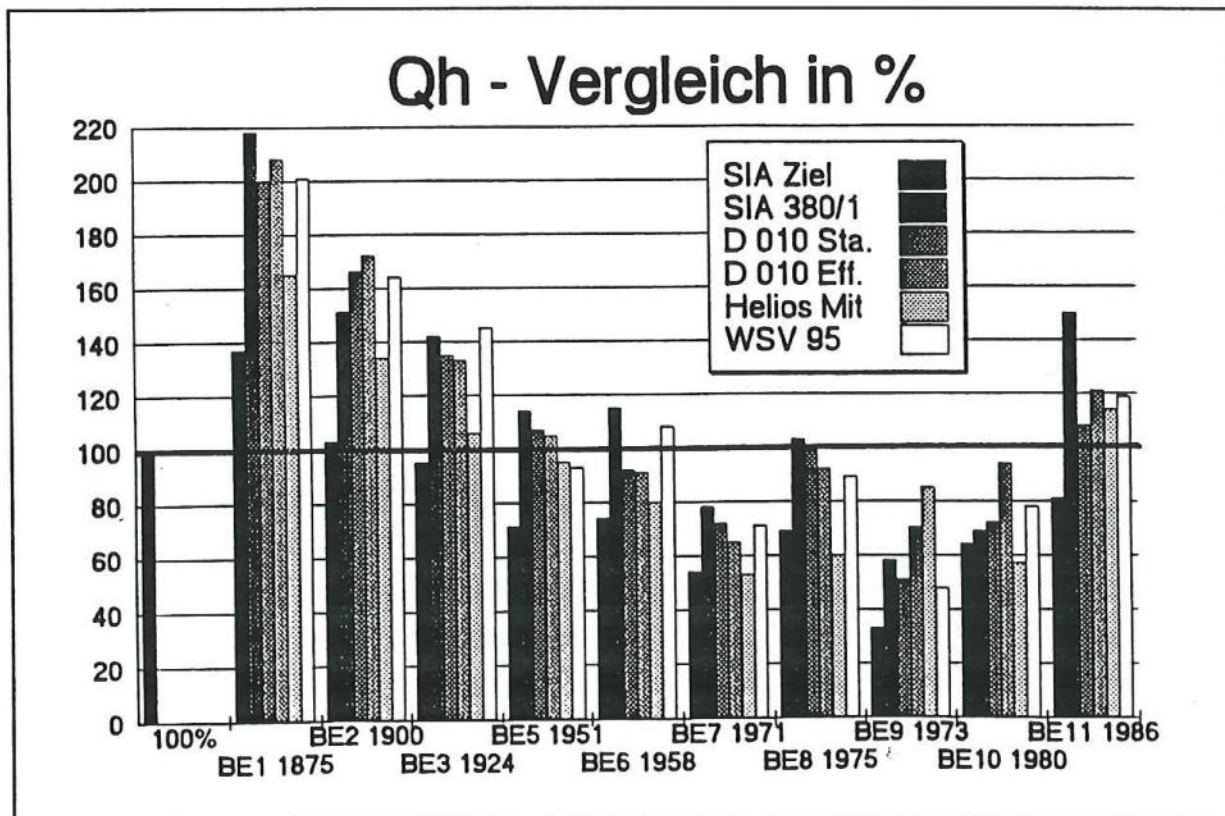
Berechnungsprogramme sind ungenügend

Die untersuchten Objekte wurden auch mit am Markt erhältlichen Berechnungsprogrammen nachgerechnet. Es wird dabei festgestellt, dass mit keinem der verwendeten Computerprogramme der Energiebedarf von beheizten Gebäuden vergleichend und allgemein gültig berechnet werden kann. Ausser dem Programm HELIOS der EMPA sind alle Berechnungs-Programme k-Wert dominant. Mit dem Untersuchungsergebnis ist deshalb schlüssig bewiesen, dass die k-Wert-Theorie zur Berechnung des Energiebedarfs von Hochbauten falsch ist. Es wird auch erkannt, dass selbst die Grad-Tag-Theorie mit dem energetisch-dynamischen Verhalten von Gebäuden nicht übereinstimmt. Je nach Baujahr reagiert eine Bausubstanz mit unterschiedlichem Energieverbrauch auf das vorhandene Klima.

Grafik 2

Die oben erwähnten Zusammenhänge sind aus der untenstehenden Grafik ersichtlich, die den energetischen Qh-Vergleich der Objekte in Prozenten darstellen. Für das jeweilige Objekt sind immer 100 Prozent des Energieverbrauchs angegeben. Dieser Verbrauch orientiert sich gemäss erstem Balken in schwarz am SIA-Zielwert. Der Energieverbrauch von Bern 1 liegt 36 Prozent unter diesem Wert und derjenige von Bern 7 liegt 45 Prozent darüber. Die Berechnungsprogramme liegen bei Bern 1 bis über 200 Prozent darüber (daneben!) und bei Bern 9 rund 50 Prozent darunter.

Diese fehlerbehafteten Energiebedarfsrechnungen für Altbauten sowie für die - infolge k-Wert-Theorie - falsch berechneten Neubauten beweisen somit, dass für die gegenwärtig gesetzlich vorgeschriebenen Energiesparvorschriften keine wissenschaftlich abgesicherten Erkenntnisse und Grundlagen vorliegen.



Heizenergetische Betrachtung unterschiedlicher Wohnhäuser

Wohnhäuser Baujahr 1850 bis 1950		
Mauerwerkstyp: Vollziegel	2 Stein	1 1/2 Stein
Rohmasse	52 cm	39 cm
Fertigmass inkl. Verputz	56 cm	43 cm
U-Wert (alt k-Wert)	1,3 W/m ² K	1,6 W/m ² K
Q _h > E-Bedarf bei A/V 0,5	0,5 W/m ³ K	0,6 W/m ³ K
Luftwechsel QL pro m ³ Gebäude	0,1-fach	0,15-fach
QL = 1,0 x 0,75 x 0,32 x 0,1	0,024 W/m ³ K	0,036 W/m ³ K
QLa = 83 ' 333 Kh x QL W/m ³ K	2 kWh/m ³ a	3 kWh/m ³ a
QL in Deziliter Heizöl pro m ³ Jahr	2 dl/m ³ a	3 dl/m ³ a
Klima, CH - Mittelland	3 ' 472 HGT	
Heizgrenze innen > aussen	+ 20°C	+ 12°C
Jährliche Heiz-Grad-Zeit		83 ' 333 Kh
Q _h > E-Bedarf x Kh inkl. QLa	40 kWh/m ³ a	50 kWh/m ³ a
Q _h > E-Verbrauch inkl. QLa	<20 kWh/m ³ a	<25 kWh/m ³ a
Q _h in Liter Heizöl pro m ³ Jahr ca.	1,5 - 2,0 L/m ³ a	2,0 - 2,5 L/m ³ a

Wohnhäuser Baujahr 1980 bis 2000		
Mauerwerkstyp: AWD	Ziegel	Dämmung
Rohmasse	12 - 18 cm	6 - 16 cm
Fertigmass inkl. Verputz		20 - 36 cm
U-Wert (alt k-Wert)		0,2 - 0,5 W/m ² K
Spez. E-Bedarf bei A/V 0,5		0,1 - 0,2 W/m ³ K
Luftwechsel QL pro m ³ Gebäude	kontr. Lüftung	0,05-fach
QLa = 83 ' 333 Kh x QL W/m ³ K		1 kWh/m ³ a
Q _h > E-Bedarf x Kh inkl. QLa		10 - 15 kWh/m ³ a
Q _h > E-Verbrauch inkl. QLa		35 - 45 kWh/m ³ a
Q _h in Liter Heizöl pro m ³ Jahr ca.		3,5 - 4,5 L/m ³ a

Hochgedämmte Gebäude haben allgemein einen Heiz-Energieverbrauch (Q_h) von 35 bis 45 kWh pro m³ und Jahr inkl. Luftwechselanteil. Da die hochgedämmten Häuser jedoch um mehr als das Doppelte so gut gedämmt sind als Altbauten, sollten sie maximal nur 10 kWh/m³a oder weniger Heizenergie verbrauchen. Sie verbrauchen aber 3^{1/2} bis 4 mal mehr Heizenergie im Jahr als sie sollten (siehe St. Alban-Rheinweg, Basel / Baloise: Grenchen und Winterthur) und benötigen in der Regel 1^{1/2} bis 3 mal mehr als Altbauten, die 3 mal weniger gut gedämmt sind!

System-Anforderungen für verputzte Aussenwärmedämmungen (AWD):

1. Dämmstoff muss vom Maurer verarbeitbar und konventionell verputzbar sein!
2. Kraftschlüssiges Aufziehen der Aussendämmung mit hydraulischem Kalk/Zementkleber auf Ziegel und Beton, ohne spätere Rissebildungen!

3. Verputz-System:

Kalk/Zement-Spritzbewurf	HK 250 + PC 250	kg/m ³ Sand
Kalk/Zement-Grundputz	HK 250 + PC 100	kg/m ³ Sand
Hydraul. Kalkdeckputz, eingefärbt!	HHK 300	kg/m ³ Sand

4. System-Eigenschaften für verputzte Aussenwärmedämmungen (AWD):

wärmedämmend
raumgewichtig
raumbeständig
druck- und scherzugfest
unbrennbar (im System)
schlagregenfest
sorptionfähig
diffusionsfähig
strahlungsabsorptionsfähig
giftfrei
oekologisch inert / abbaubar
oekonomisch
strukturierungsfähig
einfärbbar
ästhetisch ansprechend

5. Dämmstoff-Sollwerte für verputzte Aussenwärmedämmungen (AWD):

Wärmeleitfähigkeit	0,04	W/mK
Rohdichte	200	kg/m ³
Druckfestigkeit	15	kg/cm ²
Scherzugfestigkeit	10	kg/cm ²
Ausdehnkoeffizient	0,01	mm/mK
Wärmekapazität	0,40	Wh/kgK
Dampfleitfähigkeit	0,10	mg/mhPa
Sorptionfähigkeit	0.03	gr/dm ³ hK

Diese Sollwerte werden nur von den folgenden zwei Werkstoffen erfüllt:

Kork, dampfgepresst und Hartschaum-Leichtbeton

Mauerwerk Evaluation

Kosten- und Energie-Vergleich von 4 unterschiedlichen Mauerwerksarten

Basis:

Energie-Verbrauchs-Analysen (EVA) aufgrund gemessener Heizenergie.

1. Aussenwärmedämmung (AWD) mit Kunststoffverputz
2. 2-Schalen Mauerwerk (2-Sch-s) in Sichtbackstein
3. 2-Schalenmauerwerk (2-Sch-v) mit 3-Schicht-Verputz
4. Normal-Mauerwerk (NMW) mit 3-Schicht-Verputz

Mauerwerk	AWD	2-Sch-s	2-Sch-v	NMW
	verputzt	sicht	verputzt	verputzt
Abmessungen in cm:				
Innenputz	1.5	1.5	1.5	1.5
Backstein	17.5	17.5	17.5	44.0
Dämmung	10.0	10.0	10.0	-
Luftschicht	-	2.0	1.5	-
Backstein	-	15.0	15.0	-
Aussenputz	1.0	-	2.5	2.5
Total Wandstärken in cm	30.0	46.0	48.0	48.0
U-Wert Norm (alt k-Wert) in W/m ² K	0.31	0.28	0.28	0.74
Spez. E-Verbr. EVA, Q _n in kWh/m ³ a	35 - 40	30 - 35	33 - 38	20 - 25
U-Wert eff. gemäss EVA in W/m ² K	1.8	1.4	1.5	0.7
Flächengewicht in kg/m ²	240	470	490	580
Speicherwirksames Flächengewicht	240	260	260	580
Schall-Dämmung	-	+	+	++
Solarstrahlung Absorptionsgrad in %	40	65	55	70
Raumfeuchtigkeit in % Nov. bis März	55 - 65	55 - 60	55 - 60	35 - 45
Dauerhaftigkeit in Jahren	20	25	25	100
Kosten pro m ² (ohne Annuität)				
Erstellung ohne Innenverputz	185.-	295.-	235.-	370.-
Unterhalt und Ersatz in 50 Jahren	300.-	400.-	400.-	150.-
Heizbetrieb: 10 Rp./kWh in 50 Jahren	675.-	525.-	565.-	260.-
Gesamtkosten pro m ² Mauerwerk	1'160.-	1'220.-	1'200.-	780.-

Ursachen der Diskrepanzen: Missachtung der Sonnen-Energie-Nutzung und Bauschäden infolge Verstösse gegen die anerkannten Regeln der Baukunst. Für die oben betrachteten Mauerwerks-Varianten existieren keine experimentellen Messungen über die Energie-Wirksamkeit.

A Aussendämmung mit Polystyrol und Kunststoff-Verputz

Brandrisiko bei erhöhter Zündtemperatur infolge Brandsatz, Signalpistole oder Leuchtschmuckmunition.

Brandschaden in CH-8134 Adliswil, Pfingsten 1992. Die Brandsatz-Stelle befindet sich auf der rechten Hausseite. Der Brand breitete sich nicht nur vertikal nach oben, sondern beinahe explosionsartig auch auf die linke, abgewinkelte Gebäudeseite aus. Alle betroffenen Wohnungen sind ausgebrannt. Verletzt wurde niemand. Wäre die Feuerwehr nicht in kürzester Zeit zur Stelle gewesen, hätte mit einem Siedlungs-Grossbrand gerechnet werden müssen.

Schallrisiko infolge Membranwirkung des Dämmsystems.

Kunststoff-Verputz ist nicht strahlungs- und wetterbeständig.

Rissegefahr infolge Unterkühlung der allzu dünnen Verputzschicht und damit einhergehender Erhöhung der Temperaturdifferenz von Innen und Aussen. (siehe SIA-Dokumentation 25, März 1978, Mechanik der Rissebildung von Prof. H.H. Hauri, ETHZ)

Meistens zu geringe Wärmespeicherfähigkeit und bei Verwendung von hellen bzw. weissen Putzen (Rissegefahr bei dunklen!) geringe passive Solarenergie-Nutzung.

Meistens geringe Wandstärke und somit kurzer Auskühlungsweg.

Erhöhte Raumluft-Feuchtigkeit, weil der Dämmstoff und somit das Wandsystem nicht sorptionsfähig ist.

Wärmebrückeneffekte geometrischer Art und speziell bei Verarbeitungsfehlern bei Stossfugen, erhöhen den Energieverbrauch.

Erhöhter Energieverbrauch infolge Auskühlung durch abfliessendes Regenwasser auf der nicht saugfähigen Verputzfläche.

Die Energiewirksamkeit ist experimentell nicht überprüft!

B Aussendämmung mit Mineralwolle (Stein- od. Glaswolle) und Kunststoff-Verputz bzw. Wasserglas-Verputz

Schallrisiko infolge Membranwirkung des Dämmsystems.

Kunststoff-Verputz ist nicht strahlungs- und wetterbeständig.

Der Verputz löst sich längerfristig ab, wenn der Dämmstoff nass und feucht wird. Das gilt auch für Mineral-Verputze auf Kaliwasserglasbasis und Kalkdeckputze, weil alle Systeme über den gleichen, kunststoffmodifizierten Spachteluntergrund mit Gewebeeinlage verfügen. Wasser dringt durch systembedingte Risse ein und kann flächig nicht mehr verdunsten!

Rissegefahr infolge Unterkühlung der allzu dünnen Verputzschicht und damit einhergehender Erhöhung der Temperaturdifferenz von Innen und Aussen. (siehe SIA-Dokumentation 25, März 1978, Mechanik der Rissebildung von Prof. H.H. Hauri, ETHZ)

Meistens zu geringe Wärmespeicherfähigkeit und bei Verwendung von hellen bzw. weissen Putzen (Rissegefahr bei dunklen!) geringe passive Solarenergie-Nutzung.

Meistens geringe Wandstärke und somit kurzer Auskühlungsweg.

Erhöhte Raumluf-Feuchtigkeit, weil der Dämmstoff und somit das Wandsystem nicht sorptionsfähig ist.

Wärmebrückeneffekte geometrischer Art und speziell bei Verarbeitungsfehlern bei Stossfugen, erhöhen den Energieverbrauch.

Erhöhter Energieverbrauch infolge Auskühlung durch abfliessendes Regenwasser auf der nicht saugfähigen Verputzfläche.

Die Energiewirksamkeit ist experimentell nicht überprüft!

C Aussendämm. mit Mineralwolle und Faserzementplatten

Bauregelverletzung bei den Faserzementplatten: Die Kombination von Zement und Kunststoff-Fasern sind in Anwesenheit von Feuchtigkeit nicht langzeitbeständig (Alkalität!). Da dem mineralischen Bindemittel noch zusätzliche organische Bindemittel zugemischt sind, entstehen Flechten- und Algenbildungen auf den Nord- und Ostseiten von Gebäuden.

Korrosionsrisiko der Befestigungen

Meistens zu geringe Wärmespeicherfähigkeit und praktisch keine Nutzung der passiven Solarenergie.

Meistens geringe Wandstärke und somit kurzer Auskühlungsweg.

Höhere Raumluf-Feuchtigkeit, weil der Dämmstoff und somit das Wandsystem nicht sorptionsfähig ist.

Wärmebrückeneffekte geometrischer Art und bei den Befestigungspunkten (Ankern), erhöhen den Energieverbrauch gemäss EMPA-Bericht Nr. 127 378.

Erhöhter Energieverbrauch infolge Auskühlung bzw. Unterkühlung durch abfliessendes Regenwasser auf der nicht saugfähigen Fassadenfläche.

Quellrisiko der Mineralfaserdämmstoffe.

Die Energiewirksamkeit ist experimentell nicht überprüft!