

Projekt Schwarzwaldhaus



Fam. Steeb, Sersheim

Inhaltsverzeichnis

1.Einführung.....	3
2.Vorgeschichte.....	3
Energie sparen – aber wie?.....	3
Aussendämmung – die Alternativen.....	4
Warum Mineralwolle und hinterlüftete Holzfassade?.....	4
Warum selber machen?.....	5
Mögliche Nachteile.....	5
3.Prinzipien der Dämmung.....	6
Wandtemperatur und Wärmeempfinden.....	6
Dämmwirkung und Temperaturverlauf in einer Wand.....	6
Außen oder innen dämmen?.....	7
k-Wert und Wärmeleitzahl.....	7
Energetische und ökonomische Bewertung typischer Baustoffe.....	8
k-Werte typischer Wandaufbauten.....	8
Spezifische Wärmekapazität.....	9
Wind - nicht ganz dicht?.....	9
Durchlässigkeit für Wasserdampf.....	10
Aufbau verschiedener Dämmstoffe.....	10
4.Aufbau unserer hinterlüfteten Fassade mit Mineralwolle.....	11
Prinzip.....	11
Abschluss gegen das Erdreich.....	11
Rahmenschenkel.....	11
Lattung.....	12
Fassadenholz.....	13
Abschluss am Dach.....	14
Fensterlaibungen.....	14
Fenstersimsen.....	14
Sockelbereich.....	15
Knobelaufgabe – hinterlüftete Fassadenplatten.....	15
5.Andere Maßnahmen.....	15
Am Rande: WC-Lüftung.....	15
Kellerdecke und Bühnenboden.....	16
Zwischensparrendämmung.....	16
Fenster.....	16
6.Ergebnis.....	16
Welche Dämmwirkung hat es gebracht?.....	16
Geschätzter Wärmewert.....	17
Und die Fassade?.....	17
7.Material.....	18
Sonstiges Material.....	20
8.Arbeitszeiten.....	21
9.Literatur.....	21
10.Impressum.....	22

1. Einführung

Dieser Text beschreibt, wie wir in Eigenarbeit unser gemauertes und verputztes Haus mit Mineralwolle gedämmt und mit einer Fassade von unbehandeltem Holz verkleidet haben. Das unbehandelte Holz wird vermutlich die Farbe typischer Holzhäuser im Schwarzwald annehmen – daher unsere Bezeichnung „Projekt Schwarzwaldhaus“.

Die Titelseite zeigt die Süd- und Nordost-Ansicht der neuen Fassade. Der Schnappschuss zeigt ein Taubenschwänzchen – ein nicht mit dem Kolibri zu verwechselndes Insekt.

Ein kleiner Tipp: am Ende dieses Textes zählen wir einige Bücher und andere Quellen auf, die uns geholfen haben. Im Text verweisen Kürzel in eckigen Klammern, z.B. „[isover]“, auf diese Quellen.

2. Vorgeschichte

Energie sparen – aber wie?

Im Winter 2001 kauften wir unser Haus am Ortsrand von Sersheim. Das Haus ist Baujahr 1966, hatte im Erdgeschoss sechs Jahre alte Fenster, keine Aussendämmung und noch die erste Heizung. Im Dachgeschoss bauten wir an der Südseite eine Gaube an und dämmten dabei zwischen den Sparren (18 cm Mineralwolle 035) und in der neuen Aussenwand (10 cm Mineralwolle 035).

Bei der Hausfinanzierung hatten wir etwas mehr Geld aufgenommen, um die Heizung ersetzen zu können – da der Guss-Heizkessel schon ungewöhnlich alt war und jederzeit ausfallen könnte. Nachdem mit Gaube und Ausbau des Dachgeschosses das Größte überstanden war und die alte Heizung immer noch funktionierte, überlegten wir, was als Nächstes sinnvoll war. Für uns war klar, dass wir mit den uns anvertrauten Rohstoffen (Heizöl!) möglichst schonend umgehen wollten – dies sehen wir als Auftrag unseres Schöpfers.

Als Möglichkeiten sahen wir

- eine neue Heizung
- eine Solaranlage zur Brauchwassererwärmung
- Photovoltaik
- eine Aussendämmung

Wir hatten gelesen, dass sowohl der Umstieg auf eine wirksamere Heizung als auch die Aussendämmung grob ca. ein Drittel der Heizkosten sparen könnten.

Wir entschieden uns für die Aussendämmung, weil

- es uns klüger erschien, von vornherein weniger Wärme produzieren zu müssen, als viel Wärme zu produzieren und dabei den Brennstoff wirksamer auszunutzen;¹ und
- weil wir das (trotz Heizung) unbehagliche Kältegefühl in den Wohnräumen loszuwerden hofften.

Der vorliegende Text schildert die Erfahrungen, die wir bei dem Projekt gemacht haben. Zum einen bewahren wir damit alle Daten und Überlegungen, die wir gesammelt haben, für uns selber auf. Zum andern freut es uns natürlich, wenn andere manchen Tipp gebrauchen können – oder überhaupt

¹ Vergleich mit einem undichten Wasserefass: „Niemand käme auf die Idee, zunächst die Leistung der Pumpe zu erhöhen und erst dann die Löcher abzudichten.“ aus [M2200]

erst solch ein Projekt anpacken, trotz vielleicht der Meinung des Stuckateurs, dass sich das alles gar nicht lohnt...

Aussendämmung – die Alternativen

Nach dem Lesen etlicher Bücher zum Thema (Bücherei – sehr empfehlenswert...), etlichen Gesprächen und Angeboten von Firmen sahen wir folgende Alternativen zur Aussendämmung:

- Styropor und Putz selber anbringen – Materialkosten laut Prospekt² ca. 15 EUR/m² bei 6cm
- Styropor und Putz anbringen lassen – Endpreis laut Angebot Stuckateur (2003) ca. 50 EUR/m² bei 12cm Dämmung (in Informationen der Bausparkasse ca. ab 65 EUR/m²)
- Mineralwolle und Holzverkleidung selber anbringen – Materialkosten ca. 30-35 EUR/m²
- Mineralwolle und Klinker
- später erfuhren wir, dass es Mineralwolle auch in Form von festen Platten gibt, auf die Putz gebracht werden kann.
- PUR-Hartschaum (z.B. <http://www.Linitherm.de>) hat WLG³ 025 mit einem k-Wert < 0,025 W/(mK)
- Holzfaserdämmplatten als Dämmung haben WLG 045 und Lieferdicken 60/80/100mm
- „Transparente Wärmedämmung“ (z.B. http://www.glossar.de/glossar/z_twd.htm) zielt darauf, dass ein transparenter Dämmstoff das Sonnenlicht zum Mauerwerk durch lässt und die Wärme dort gespeichert wird („Als Vorbild diente der Eisbär“). Ca. 200 EUR/m².

Warum Mineralwolle und hinterlüftete Holzfassade?

Schließlich entschlossen wir uns dafür, Mineralwolle mit einer hinterlüfteten Holzfassade selber anzubringen – und zwar unbehandeltes Holz (sibirische Lärche), welches im Lauf der Zeit „silbergrau“ wird, eben wie die Holzhäuser im Schwarzwald. Das „Projekt Schwarzwaldhaus“ begann...

Was gab den Ausschlag für Mineralwolle und Holzfassade?

- Mineralwolle und Holz trauten wir uns zu, selber anzubringen
- meine persönliche Schwäche: Holz lässt sich schrauben (hin und weg), Putz nicht
- eine hinterlüftete Fassade ist vom Prinzip her besser als eine Fassade „am Stück“ (die Trennung der Wetterschale von Wärmedämmung und Tragwerk schützt die Bausubstanz; die Hinterlüftung verhindert durch Luftzirkulation einen Hitzestau im Sommer und Schäden durch eindringende Feuchtigkeit, Dampf kann ungehindert nach außen, siehe [FVHF])
- Mineralwolle lässt im Gegensatz zu Styropor Feuchtigkeit durch, es verursacht also keinen Feuchtestau in der Wand
- bei Styropor kann es Probleme mit Schwund und Rissen geben
- Mineralwolle schien mit besseren Wärmewerten verfügbar (auch WLG 035, Styropor sahen wir nur mit WLG 040)

2 Prospekt Hornbach April 2002, „Systempreis“ 14,38 EUR enthält Mörtel, Dämmplatten 60mm, Sockel- und Eckschutzschiene, Armierung, Decogrundierung, Münchner Rauputz, Dämmstoffdübel

3 „WLG“ und „k-Wert“ siehe unten

- Mineralwolle hat die Brandschutzklasse A (nicht brennbar, Schmelzpunkt > 1000°C), Styropor die Brandschutzklasse B (schwer entflammbar)
- Mineralwolle gleicht Unebenheiten der Aussenwand aus, so dass die Dämmschicht nicht hinterströmt werden kann
- Mineralwolle ist ein „natürlicher“ Stoff (Glas oder Stein, s.u.)

Warum selber machen?

Der Stuckateur versprach im Spätherbst, sich das Haus am „nächsten Sonntagvormittag“ anzusehen und ein Angebot für Styropor + Putz zu schicken. Aber vor dem nächsten Frühjahr könne er die Arbeiten sowieso nicht machen (tatsächlich kam nicht einmal das Angebot im alten Jahr). Wir wollten aber

- den kalten Winter unbedingt in einem Haus mit „Mantel“ verbringen (wir ziehen uns ja auch warm an, wenn wir in die Kälte hinaus gehen)
- uns den Ärger mit Handwerkern sparen, die zu kommen versprechen, aber weder kommen noch Bescheid geben
- uns das Geld sparen
- möglichst gute Dämmwerte mit viel Dämmung und hoher Wärmeleitzahl erzielen
- uns an einigen Stellen selber eine gute Lösung ausdenken (z.B. WC-Lüftung, siehe unten). Beim Dachgeschoss-Ausbau hatte sich das bewährt – gut Ding will Weile haben.

So begannen wir im Dezember 2002 die Aussendämmung mit Mineralwolle und Holzfassade.

Mögliche Nachteile

Als mögliche Nachteile fallen uns ein:

- Die Außenfassade sieht schließlich nicht so perfekt aus, wie wenn ein Fachmann des Holzhandwerks diese angebracht hätte.

Dies nehmen wir gern in Kauf - dafür haben einige unserer Kinder mittlerweile Erfahrung mit Bohrhammer und Bohrmaschine!

- Selber machen kostet Zeit.

„Die Zeit nehmen wir uns.“ bzw. „Das ist das Problem.“

- Das Holz könnte in kürzester Zeit wüst und unansehnlich werden. Viele Betrachter weisen uns voller Skepsis darauf hin...

Im Schwarzwald funktioniert es auch. Dort sieht man viele Holzhäuser, bei uns nicht – ist das ein Hindernis? Die Lösung muss nicht schlecht sein, nur weil man sie bei uns wenig sieht. Wir sind mit unserem „Projekt Schwarzwaldhaus“ zufrieden (siehe Kapitel „Ergebnis“).

Bei der Abwägung der oben aufgezählten Alternativen für die Verkleidung haben wir uns auch mit Fassadenbegrünung beschäftigt. Für den Fall, dass wir die Holzfassade irgendwann nicht mehr „sehen“ können, könnten wir sie mit verschiedenen Kletterpflanzen oder Ziersträuchern bewachsen lassen, die dem Haus eine „natürliche“ Hülle geben. (Nur mit dem unnachgiebigen Efeu werden wir sehr zurückhaltend sein, weil er in alle Ritzen kriecht, z.B. auch unter Dachplatten, unter das Garagendach und unter die alte 3cm starke Dämmung am Giebel.)

3. Prinzipien der Dämmung

Wandtemperatur und Wärmeempfinden

Das menschliche Empfinden von „Behaglichkeit“ wird von zwei Faktoren bestimmt (siehe z.B. [ökobuch] und [TKö]):

- von der Umgebungstemperatur (Temperatur der Raumluft), sowie
- von der einwirkenden Strahlung (z.B. Temperatur der Wandflächen, die Wärme oder Kälte abstrahlen)

Beispiele:

- stellt man sich an einem kalten Wintertag ins Freie und lässt sich von der Sonne bescheinen, „fühlt“ man sich angenehm warm – auch wenn die Luft relativ kalt ist.
- Die Abstrahlung eines Kachelofens bzw. die Abstrahlung der vom Kachelofen erwärmten Wände bewirkt ein Gefühl „wohlig warmer“.

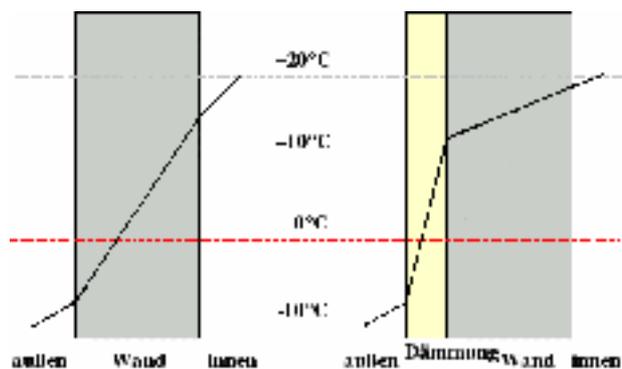
Angenommen, die vom Menschen empfundene Temperatur ist ungefähr der Mittelwert von Raumtemperatur und Temperatur der Wände. Hat dann beispielsweise die Raumluft 22° und die Wandoberfläche 14° (ungedämmte Wand), so liegt die subjektive Wahrnehmung ungefähr in der Mitte, ca. 18°. Wird die Temperatur der Wandoberfläche durch eine Aussendämmung auf 18° erhöht, genügen 18° Raumlufttemperatur, um ungefähr dasselbe Wärmeempfinden hervorzurufen!

Dämmwirkung und Temperaturverlauf in einer Wand

Haben zwei sich berührende Stoffe unterschiedliche Temperaturen, so fließt Wärme vom wärmeren zum kälteren Stoff, um die Temperaturdifferenz auszugleichen. Diese Angleichung der Temperaturen läuft um so langsamer ab, je kleiner die „Wärmeleitung“ bzw. je größer die „Dämmwirkung“ des Grenzgebietes ist.

Zwischen zwei Stoffen, die dieselbe Temperatur haben, bringt Dämmung also nichts – sie erzeugt ja keine Wärme, wo keine ist!

Ist aber z.B. die Temperatur der Luft in einem geschlossenen Raum höher als die Außentemperatur, dann bestimmt die Dämmwirkung der dazwischen liegenden Außenwand, wieviel Wärme von innen nach außen fließt. Würde die Raumluft nicht „nachgeheizt“ (durch eine Heizung oder durch Sonneneinstrahlung in den Raum), so würde die Lufttemperatur nach entsprechend langer Zeit der Außentemperatur angeglichen. Das Heizen gleicht also den Wärmeverlust zur kälteren Außentemperatur hin aus und hält somit die Raumtemperatur höher als die Außentemperatur.



Wandtemperaturverlauf, aus [M2200]

Ist die Außenwand gedämmt, so läuft die Temperaturangleichung langsamer ab, und es muss weniger „nach“-geheizt werden. Bei genügender Dämmung kann schon die Aufheizung der Raumluft durch die Sonneneinstrahlung genügen, den Raum „warm“ zu halten.

Die Dämmwirkung steigt gleichermaßen mit der Dicke des Dämmstoffes und mit der Wärmeleitfähigkeit (s.u.).

In einer außen gedämmten Wand ist die Wand wärmer als in einer innen oder gar nicht gedämmten Wand – der größte Teil des Temperaturunterschiedes liegt in der Außendämmung (siehe Grafik). Das hat mehrere positive Auswirkungen:

- der Frostpunkt liegt außerhalb der Wand
- die wärmere Innenoberfläche der Wand kann mehr Luftfeuchtigkeit aufnehmen, so dass es weniger „Schwitzwasser“ (und Schimmel) geben kann
- um ein bestimmtes subjektives Wärmeempfinden zu erreichen, genügt eine niedrigere Raumtemperatur (s. voriger Abschnitt)
- an der wärmeren Innenoberfläche kühlt die Raumluft weniger ab, so dass kein unangenehmer „Zugluft“-Effekt auftritt

Außen oder innen dämmen?

Die oben genannten positiven Auswirkungen der Aussendämmung gelten für Innendämmung kaum oder gar nicht:

- die Wand selber wird noch kälter, da an der Innendämmung eine größere Temperaturdifferenz entsteht
- die Gefahr von „Schwitzwasser“ unter der Innendämmung ist größer
- da die Innendämmung nur dünn sein kann, ist die Dämmwirkung entsprechend schwächer,
- somit wird der „Zugluft“-Effekt kaum unterdrückt

k-Wert und Wärmeleitfähigkeit

Wärmeleitfähigkeit eines Stoffes („ λ_R “; auch „**Wärmeleitfähigkeit**“, Einheit W/mK): gibt den Wärmestrom an, der pro Meter Dicke und pro Temperaturdifferenz 1K durch 1 m² eines Stoffes fließt (je kleiner der Wert, desto besser die Dämmwirkung). „Wärmestrom“ ist Energie pro Zeit (W=J/s).

Wärmeleitgruppe (WLG): definiert einen Bereich der Wärmeleitfähigkeit, z.B. $\lambda_R=0,04$ W/mK entspricht der WLG 040.

Bei einem Stoff der WLG 040 fließen also durch 1 m Dicke und 1 m² Fläche und bei 1K Temperaturdifferenz 0,04W, also 0,04 J pro Sekunde oder 144 J pro Stunde.⁴

Wärmedurchgangskoeffizient eines konkreten Bauteils („**k-Wert**“, Einheit W/m²K): gibt den Wärmestrom an, der bei einer Temperaturdifferenz von 1K durch einen Quadratmeter Fläche eines bestimmten Bauteils fließt (je kleiner der Wert, desto besser die Dämmwirkung). Der k-Wert wird neuerdings „U-Wert“ genannt (aufgrund der Harmonisierung europäischer Baunormen). (aus [ÖBR2001] und [ökobuch])

Eine grobe Schätzung für den Ölverbrauch anhand des k-Wertes lautet:

$$\text{Verbrauch [l Öl/ m}^2 \text{ Jahr]} = \text{k-Wert} * 10$$

⁴ W-att ist die Einheit der Leistung, sie entspricht Arbeit (bzw. Energie) pro Zeit, J-oule ist die Einheit der Arbeit bzw. Energie

Beispiel: 1 m² Aussenmauer, k=2,0 ergibt 20 l Öl/Jahr.

Energetische und ökonomische Bewertung typischer Baustoffe

Die folgende Tabelle zeigt die Wärmeleitzahlen typischer Baustoffe, den Energieeinsatz zur Herstellung und die ungefähren Kosten, um einen bestimmten Dämmwert zu erreichen (aus [Compact] und [ÖBR2001]):

Stoff	λ_R	Schichtdicke für k=0,5 (cm)	Primärenergieaufwand (kWh/m ³)	Kosten für k=0,4 (EUR/m ²)
Mineralfaser	0,031 – 0,050	5 - 9	90 - 460	8 - 9
Polyurethan (PUR)	0,020 – 0,035	4 - 6	750 - 1030	18
Polystyrol (= Styropor, EPS)	0,035 – 0,040	5 - 7	390 - 950	6 - 7
Zellulose	0,040 – 0,045	7 – 8	75	10 - 15
Korkdämmstoff	0,040 – 0,050	7 - 9	685 - 1055	17 - 28
Holzfaserdämmplatte	0,065 – 0,090	11 - 16	200 - 330	40 - 50
Porenbeton	0,16 - 0,23	29 - 42		
Mauerziegel	0,18 – 0,52	33 - 95		
Normalbeton	2,10	384		
Natursteinmauer	2,3 – 3,5	420 - 640		

k-Werte typischer Wandaufbauten

Die k-Werte typischer Wandaufbauten sind (abhängig von der Dicke und Wärmeleitzahl des Dämmstoffes; siehe [isover]):

Dämmdicke (mm)	0	60		120	
Wärmeleitzahl	-	040	035	040	035
Betonwand 25 cm	3,50	0,56	0,50	0,30	0,27
Vollziegel 24 cm	1,70	0,48	0,44	0,28	0,25
Kalksandstein 24 cm	2,40	0,52	0,47	0,29	0,26

Die k-Werte älterer Häuser ohne Sanierung liegen üblicherweise ([ökobuch])

- für Wände, Decken und Böden zwischen 1,0 und 2,0 W/m²K, und
- für Fenster bei 2,5 – 3 W/m²K (Isolier- oder Doppelverglasung) bzw. 5 W/m²K (Einfachverglasung).

Der k-Wert eines Bauteils lässt sich nach folgender Formel berechnen:

$$k = 1 / (1/a_i + \sum(d_j/\lambda_j) + 1/a_a)$$

wobei a_i und a_a den Wärmeübergang an der inneren und äußeren Oberfläche beschreiben und d_j die Dicke, λ_j der k-Wert der betreffenden Bauteilschicht sind.

Der k-Wert kann durch folgende Formel grob abgeschätzt werden:

$$k = 1 / (x + d_i/\lambda_R)$$

mit $x = 0,17$ für Aussenwand; $0,13$ ans Erdreich grenzend; $0,21$ bei hinterlüfteter Aussenwand oder belüfteter Dachschräge; $0,34$ für Kellerdecke.

Beispiel für 25cm Aussenwand Normalbeton ($x=0,17$; $d_i = 0,25$; $\lambda_R=2,1$): $k = 1/(0,17+0,25/2,1) = 1/(0,017+0,12)$ ergibt ungefähr 3,4.

Nach der groben Formel von oben „k-Wert * 10“ ergibt sich also

- bei einer ungedämmten Betonwand als Ölverbrauch: ca. 35 l Öl pro m² und Jahr ($3,50 * 10$).
- Bei 2 cm Dämmung mit WLG 035 (z.B. dicke Innendämmung, k-Wert angenommen 1,2) beträgt der Verbrauch ca. 12 l Öl pro m² und Jahr.
- Bei 12 cm Dämmung mit WLG 035 beträgt der Verbrauch dagegen (unabhängig vom Material der Wand!) unter 3 l Öl pro m² und Jahr.

Diese Schätzwerte gelten nur für den Wandaufbau mit einem bestimmten Material, nicht für ein ganzes Haus, bei dem auch die Dämmwerte von Fenstern, Türen, Keller und Dach eine Rolle spielen.

Spezifische Wärmekapazität

Einer Fotokopie (leider ohne Quellenangabe) entnahm ich folgende Daten:

Die **spezifische Wärmekapazität** gibt an, wieviel Wärme pro Masse und Temperaturdifferenz ein Stoff speichern kann (Einheit J/kgK). Je höher dieser Wert, desto später kommt z.B. die Mittagshitze im Innern eines Hauses an. Bei Holzfaserdämmplatten mit 2,7 kJ/kgK beträgt diese „Phasenverschiebung“ ca. 15 Stunden, bei Styropor mit 1,5 kJ/kgK ca. 6,3 Stunden und bei Mineralwolle mit 1,0 kJ/kgK ca. 5,9 Stunden.

Diese Angaben halte ich für zweifelhaft. Wieso sollten Holzfaserdämmplatten, die eine höhere Wärmeleitfähigkeit (d.h. einen geringeren Dämmeffekt) als Mineralwolle haben, aufgrund ihrer angeblich höheren Wärmekapazität die Sommerhitze länger „draußen“ halten? Vielleicht ein Werbegag für Holzfaserdämmplatten...

Wind - nicht ganz dicht?

Die Dämmung verlangsamt den Temperatenausgleich zwischen Außen- und Innenluft durch die Wand. Noch schneller als durch eine ungedämmte Wand fliegt die Wärme allerdings mit der Luft davon – beispielsweise durch ein offenes Fenster in der Wand oder durch Zugluft im Dachstuhl!

Deshalb sollten

- die Fenster wind-dicht sein,
- die Fenster nicht stundenlang, sondern nur stossweise zum Lüften geöffnet werden,
- im Dachstuhl eine Dampfbremse wind-dicht angebracht werden

Durchlässigkeit für Wasserdampf

Die **Diffusionswiderstandszahl μ** eines Stoffes gibt an, wieviel mal größer der Widerstand des Stoffes gegen Wasserdampf ist, verglichen mit einer Luftschicht - je höher also der Wert, desto weniger Wasserdampf lässt der Stoff durch.

Typische Werte sind:

<i>Stoff</i>	<i>Diffusionswiderstandszahl μ</i>
Mineralwolle	1 – 5
Holz	40
Polystyrol	20 – 300
Normalbeton	70 – 150
Kunststoff-Folien	10000 - 400000

Unter einer Styropor-Dämmung kann sich also Feuchtigkeit in der Wand stauen, unter Mineralwolle nicht, da sie Wasser fast so gut durchlässt wie Luft.

Aufbau verschiedener Dämmstoffe

(aus [ÖBR2001])

Mineralfaser ist ein Oberbegriff für **Glaswolle** und **Steinwolle**. Glaswolle besteht aus Quarzsand, Soda, Dolomit und Kalkstein, mit bis zu 70% Altglas, Steinwolle aus Basalt und Diabas. Die Rohstoffe werden eingeschmolzen, zu Fasern geschleudert und mit Bindemitteln (Phenolformaldehydharzen) stabilisiert. Nach dem Einbau geben die Dämmstoffe keine nennenswerte Menge Formaldehyd an die Raumluft ab. Alte Mineralwolle steht im Verdacht, krebserregend zu wirken. Aktuell hergestellte Fasern werden meist mit erhöhter Biolöslichkeit hergestellt: Fasern mit Kanzerogenitäts-Index (KI) von mindestens 40 gelten als nicht krebserregend.

Polyurethanschaum (PUR) wird aus Erdöl hergestellt, verrottet nicht und ist feuchteunempfindlich, die Herstellung ist aber energieaufwändig und wirft toxische Stoffe ab.

Polystyrol wird ebenfalls aus Erdöl hergestellt. Als expandierter Partikelschaum (EPS) ist es nur bedingt wasserfest, verrottet kaum, muss aber vor UV-Licht geschützt werden. Als Extruderschaum (XPS) wird das Polystyrol verflüssigt und mit FCKW, H-FCKW oder Chlorethan aufgeschäumt, nimmt dann kein Wasser auf und wird typischerweise als Perimeterdämmung eingesetzt. Ist das Ausgangsmaterial mit Flammschutzmitteln ausgerüstet, werden diese im Brandfall als hochgiftige Gase freigesetzt.

Zellulosefasern und -flocken werden aus Altpapier hergestellt und mit Borsalzen gegen Brand und Schädlingsbefall imprägniert. Problematisch beim Einbringen ist, dass sich Hohlräume bilden können oder das Material sich nachträglich setzen kann und dann nachgefüllt werden muss.

Holzwohle-Leichtbauplatten (nach dem bekanntesten Hersteller auch „Heraklith“ genannt) werden hergestellt aus Fichten- oder Kiefernholzwohle, mit Magnesit oder Zement zu steifen Platten gebunden und mit Bittersalz gegen Verrottung geschützt. Sie sind als Putzträger geeignet.

4. Aufbau unserer hinterlüfteten Fassade mit Mineralwolle

Prinzip

Wenn wir uns die Arbeit schon machen, sollte auch ein guter Dämmwert dabei herauskommen – deshalb brachten wir 12 cm Mineralwolle an, und zwar an den Wänden vom Dachüberstand oben

bis zum Erdreich unten (Styropor-, „Vollwärmeschutz“ wird oft nur bis ca. einen halben Meter über das Erdreich geführt).

Für die Befestigung der Fassade auf 12 cm Mineralwolle verwendeten wir zwei Lagen Rahmenschenkel: auf der bestehenden verputzten Wand schraubten wir Rahmenschenkel 6x6 im Abstand von ca. 70 cm senkrecht an, darauf schraubten wir waagrecht nochmal Rahmenschenkel mit ungefähr demselben Abstand. Dies hat den Vorteil, dass nur an ganz wenigen Stellen wirklich 12 cm Holz (mit schlechterem Dämmwert) anliegen, auf dem Großteil der Wandfläche liegen mindestens 6 cm Mineralwolle.



Beide Lagen Rahmenschenkel füllten wir mit Mineralwolle WLG 035.

Als Nächstes folgten Latten 24x48 mm senkrecht. Die senkrechten Latten bilden die Hinterlüftung. Darauf brachten wir unter den Fenstern Nut- und Feder-Bretter waagrecht an. Zwischen und über den Fenstern brachten wir zunächst Latten waagrecht an und darauf senkrechte Glattkant-Bretter als Boden-/Deckelschalung.

Abschluss gegen das Erdreich

Vor den Arbeiten an der Wand gruben wir zunächst am Sockel ca. 60 cm auf und brachten dort rund um das Haus Perimeter-Dämmplatten an (10 cm dick; bis zum Niveau des Erdreichs), außen gefolgt von einer Noppenbahn. Die Noppenbahn ließen wir auch oberhalb der Dämmplatten bis zur Wand verlaufen.

Die Dämmplatten mit der Noppenbahn bringen für den Keller ein wenig Wärmedämmung und Schutz vor Feuchtigkeit, und vor allem einen trockenen Abschluss nach unten.



Rahmenschenkel



Für jede Seite des Hauses zeichneten wir vorab in einen Plan die senkrechten und waagerechten Rahmenschenkel: senkrechte an den Hausecken, zu beiden Seiten der Fenster und dazwischen ca. alle 70 cm; waagerechte einige cm über dem Boden (auf der Noppenbahn), unterhalb der Dachsparren, unterhalb und oberhalb der Fenster und dazwischen ebenfalls 70 cm – 1m.

Die ursprünglich überstehenden Stein-Fenstersimsen trennten wir bündig mit der Hauswand ab (Flex).

Die erste Wand dampften wir ab, bevor wir die Dämmung anbrachten. Bei den nächsten Seiten des Hauses ließen wir es sein...

Die erste Lage senkrechte Rahmenschenkel schraubten wir mit Schrauben 6,0x100 in 10-er Dübeln fest (ca. alle 70cm):

- 1 Damit die 10 cm langen Schrauben genügend Halt fanden und keine Schraubenköpfe überstanden, bohrten wir die Rahmenschenkel jeweils mit einem 25 mm Forstner-Bohrer ca. 1-2 cm tief vor und mit einem 10-er Bohrer durch.
- 2 Dann hielten wir den Rahmenschenkel an die Wand und bohrten mit dem Bohrhammer (10cm) durch den Rahmenschenkel das Loch in die Wand.

3 Den Schraubenkopf unterlegten wir mit einer Karosseriescheibe 8,4x24x2.

War ein Rahmenschenkel zu kurz, trennten wir ihn einfach in der Mitte durch und schraubten ihn so auf die Wand, dass die Hölzer der nächsten Lage nicht über der Lücke zu liegen kamen.

Die zweite Lage waagrechte Rahmenschenkel brachten wir mit denselben Schrauben an. Anfangs verwendeten wir dafür Holzschrauben. Wir klopfen sie mit dem Hammer durch das Bohrloch leicht in den unteren Rahmenschenkel, bis die Schraube packte; dann zogen wir sie mit der Rätse an. Das Anziehen mit der Rätse ist langwierig, außerdem brachen etliche Holzschrauben ab (wahrscheinlich vertrugen sie das Einklopfen nicht). So gingen wir später zu Torx-Schrauben über. Diese haben ein schwächeres Gewinde, lassen sich aber (ohne Klopfen!) leichter und schneller mit dem Akkuschauber festschrauben.



Damit beim Arbeiten die Dämmung nicht wieder herunter fiel, schraubten wir zunächst die jeweils nächste Lage (Rahmenschenkel oder Latten) darüber fest, bevor wir die Matten darunter schoben.

Zwischen die unterste Lage Rahmenschenkel schnitten wir Isover ZKF1 1-035 („Zwischensparren-Klemmfilz“ zum Einklemmen, jeweils ca. 1 cm breiter als der Zwischenraum der Hölzer). Die Rolle (480x120x12 cm) trennten wir stückweise in 6 cm-Lagen auf und schnitten sie mit einem altem Küchenmesser zu.

Zwischen die zweite Lage Rahmenschenkel schoben wir Isover Kontur FSP 1-035 (je Pack 10 Platten mit 100x60x6 cm). Diese Platten haben ein Schutz-Glasvlies, welches die Mineralwolle in der Bauzeit gut gegen Regen schützt. Die Platten sind fester als der Klemmfilz, wodurch sie (wie auch durch das Vlies) besser gegen Windsog geschützt sind.

Lattung

Die erste Lage senkrechte Latten (24x48 mm) brachten wir ungefähr an denselben Stellen an wie die erste Lage senkrechte Rahmenschenkel.

Zwischen und über den Fenstern kam darauf eine zweite Lage waagrechte Latten. Unten am Boden bildete ein Lüftungsgitter den Abschluss der Hinterlüftung (angebracht auf der waagrecht Latte und dem waagrecht Rahmenschenkel), ebenso über den Fenstern (am Einfachsten mit einem Lüftungsprofil als Winkel, das auf die senkrechten Latten genagelt wird). Zumindest am Ende der Latten bohrten wir die Löcher vor, da sie dort leicht aufschlitzten.

Anfangs verwendeten wir für die Latten Edelstahlschrauben. Bald gingen wir aber dazu über, nur noch für die Holzfassade Edelstahlschrauben zu verwenden.

Zwischen die ca. 70cm auseinander liegenden vertikalen Latten brachten wir meist noch eine weitere Latte an, um den Halt der Mineralwolle-Platten zu verbessern. Für diese Zwischenlatten schlitzten wir jeweils eine normale 24x48-Latte in der Mitte auf und befestigten die schmalen Latten an höchstens zwei Punkten.

Fassadenholz

Für die gesamte Fassade verwendeten wir Bretter sibirische Lärche. Diese Bretter gibt es z.B. von

der Firma Moco in Längen von 3,30 m, 3,60 m usw.

Unter den Fenstern schraubten wir direkt auf die senkrechten Latten konische Nut-und-Feder-Bretter („Variant“). Unter dem Bad- und WC-Fenster, die nahe nebeneinander liegen, ließen wir die Bretter einfach durchlaufen.



Die Nut-und-Feder-Bretter sind waagrecht einfach und schnell anzubringen (mit senkrechten Brettern wäre die Fläche unter den Fenstern viel aufwändiger).

Umgekehrt lassen sich die hohen und schmalere Flächen zwischen den Fenstern einfacher mit senkrechten Brettern verkleiden. Für diese verwendeten wir Glattkant-Bretter als Boden-Deckel-Schalung (die unterste Lage Bretter mit 10 cm Abstand nebeneinander, darauf jeweils ein 14 cm breites Brett als „Deckel“). Als Abschluss schraubten wir an das letzte Bodenbrett seitlich ein ca. 4cm breites Glattkant-Brett, an das wir die Nut-und-Feder-Bretter stoßen ließen.

Für die Flächen über den Fenstern wären an sich waagerechte Nut-und-Feder-Bretter vorteilhaft – allerdings hatten wir keine Idee, wie das letzte Brett oben seinen Platz finden sollte. Deshalb verwendeten wir über den Fenstern bis zum Dach (meist ca. 65 cm) ebenfalls Glattkant-Bretter senkrecht (Reste-Verwertung!).

An der einen Giebelseite (mit nur einem Fenster über der Garage) verwendeten wir Nut-und-Feder-Bretter für die ganze Giebelwand (waagrecht). An der anderen Giebelseite waren bereits Fassadenplatten angebracht (mit 3 cm Dämmung, einer undurchlässigen Baufolie darauf und Lattung quer!). Dort stockten wir die Dämmung ebenfalls auf 12 cm auf und brachten die Fassadenplatten wieder an (ca. 2/3 überstanden das Abmontieren). Da dies die Wetterseite ist, sind uns dort die Fassadenplatten gar nicht unrecht.

Die verschiedenen Bretter-Arten (Nut-und-Feder/Glattkant) haben wir also unterschiedlich angebracht (waagrecht/senkrecht) – damit vereinfachen sie zum einen die Arbeit an der jeweiligen Fläche und lockern zum andern die Fassade optisch auf. Die Bretter lassen sich sogar schräg anbringen, das ließen wir aber bleiben – die Schrägen am Giebel waren kompliziert genug.

Bei den Glattkantbrettern ist wegen dem Schwinden bedeutsam, wie herum ein Brett angebracht wird. Ich merke es mir so: die Jahresringe müssen wie ein Pfeil zum Haus hin zeigen. Die Experten empfehlen auch, die Schrauben des Deckelbretts nicht durch das Bodenbrett zu schrauben, damit dieses frei schwinden kann.

Die Schrauben des Bodenbretts werden soweit außen angebracht, dass das 2cm überlappende Deckelbrett sie verdeckt. Für ein 3m langes Brett nahmen wir 4 Schrauben.

Die Lärche-Bretter bohrten wir vor: Ansenken für den Schraubenkopf (10er Bohrer) und Durchbohren für die Schraube (3er Bohrer).

Als „konstruktiver Holzschutz“ ist wichtig:

- die Bretter müssen unten eine schräge „Abreißkante“ haben, damit das Wasser abtropft
- das Holz sollte nicht bis zum Erdreich reichen, dort sollten grobe Steine liegen (Spritzschutz)
- das Dach sollte möglichst überstehen
- bei waagrechten Fugen muss eine Kapillarwirkung vermieden werden (das Wasser kann zwischen zwei nahe beieinander liegenden Flächen sogar aufwärts laufen)

Abschluss am Dach

An den Seitenwänden des Hauses bildeten die hervorstehenden Dachsparren den Abschluss der Wand. Wir befestigten eine Latte waagrecht unter dem Dach zwischen jeweils zwei Sparren. Auf diese Latte (oben) und den höchsten waagrechten Rahmenschenkel (unten) brachten wir das Lüftungsgitter als Abschluss der Hinterlüftung an.



Fensterlaibungen

An den Seiten der Fensteröffnungen befestigten wir ebenfalls Glattkant-Bretter in sibirischer Lärche. Da die Öffnungen ca. 24cm tief sind, setzten wir ein ganzes Brett außen und daneben ein schmaleres gesägtes Brett zum Fenster hin.

Oben am Fenster schlossen wir die Dämmung (neben dem Lüftungsgitter) mit einfachen, unbehandelten Nut-und-Feder-Brettern (Fichte-/Tanne) ab.

Fenstersimsen

Als Fenstersimsen verwendeten wir Alusimsen vom Baustoffhändler. Diese werden entweder fertig zugesägt oder in Bahnen von 6m geliefert. Da wir das genaue Maß anfangs noch nicht wussten und die Bahnen vergleichsweise billiger waren, kauften wir mehrere Bahnen mit 6m. Das war praktisch – bei schräg zulaufenden Mauerenden am Fenster konnten wir somit den Simsen genau nach Bedarf zusägen (Flex).

Als Abschluss der Simsen zu beiden Seiten gibt es fertige Schienen, die einfach aufgesteckt werden.

Auf den Rest des alten Betonsimsen und den davor angebrachten Rahmenschenkel kam zunächst eine 3cm starke Dämmplatte (druckfestes Styrodur) zur Dämmung. Darauf legten wir den Sims.



Die Tiefe der Simsen ist ein Problem: die tiefsten bei unserem Baustoffhändler erhältlichen Alu-Fenstersimsen messen 25cm. Das reicht gerade, um einen Simsen innen ans Fenster zu stoßen und außen bündig mit den darunter liegenden Variant-Brettern abzuschliessen. Nachdem wir die Simsen der Südseite so angebracht und im nächsten Sommer Blumen auf den Simsen stehen hatten,

stellten wir den Nachteil fest: beim Gießen läuft das Wasser vom Simsen direkt auf den Brettern hinunter.

Für die Nordseite fanden wir eine andere Taktik: der Sims wird nicht direkt am Fensterrahmen befestigt. Vor dem Fensterrahmen schrauben wir eine 4 cm breite Latte (30mm) durch die Dämmplatte auf den darunter liegenden alten Betonsimsen. Der Alusims wird dann seitlich an die Latte geschraubt und liegt also an der Latte und ganz außen an den Rolladenschienen an. Als Abdeckung für die Latte haben wir



Plastik- und Aluschiene verwendet: Plastikschiene 40mm x 10mm (ca. 3 EUR/2,50m), Aluschiene 43mm x 20mm (nur bei OBI, ca. 10 EUR/2,50m).

Als Abschluss der Hinterlüftung befestigten wir ein Lüftungsprofil senkrecht am obersten Fassadenbrett, so dass es bis direkt unter den Alusims reichte und somit den Zwischenraum schloss (je nach Abstand und relativer Lage von Brett und Sims haben wir die Befestigung variiert).

Um den Sims stabiler zu befestigen, können die Abschluss-Schiene seitlich an eine Latte der Fassade geschraubt werden, notfalls auch die Außenfläche des Sims an den darunter liegenden waagerechten Rahmenschenkel.

Sockelbereich

Um das Fassadenholz vor Spritzwasser zu schützen, sollte es nicht bis zur Erde reichen. Das unterste Variant-Brett sowie die Glattkant-Bretter beginnen ca. 40 – 60 cm über der Erde.

Der Sockelbereich darunter ist im Moment (Nov. 2003) noch offen. Wir wissen noch nicht, wie wir ihn verkleiden - mit Fassadenplatten, OSB-Platten oder billigen Fichte-/Tanne-Brettern, die wir austauschen, wenn sie von der Witterung zu sehr mitgenommen wurden.

Knobelaufgabe – hinterlüftete Fassadenplatten

An der Westseite waren Fassadenplatten ursprünglich auf einer Querlattung angebracht. Wir befestigten sie auf einer vertikalen Lattung, so dass die Hinterlüftung von unten nach oben funktioniert. Da die Platten allerdings nur 40cm breit sind und jede Lage gegen die nächste etwas versetzt angebracht werden muss, brachten wir die vertikale Lattung leicht schräg genau im für die Platten benötigten Abstand an, außerdem zwischen den eigentlichen Trägerlatten noch geschlitzte Latten als zusätzliche Stabilisierung.



5. Andere Maßnahmen

Am Rande: WC-Lüftung

Im Winter gibt es im WC üblicherweise zwei Möglichkeiten: ersticken oder erfrieren... Um dieses Problem zu entschärfen, bauten wir zwei Lüftungslöcher ein, deren Ausgang unter der vorgehängten Fassade verborgen ist. Das eine Loch liegt knapp über dem Fußboden, das andere in ca. 2m Höhe, so dass eine Zirkulation möglich ist.

Nachdem das jeweilige Loch in der Wand war, mauerten wir ein PVC-Abwasserrohr mit Durchmesser 10cm in das Loch (außen etwas über die Mineralwolle hinaus stehend) und brachten außen ein Gitter und innen einen schönen Abschluss an.

Tatsächlich muss nun im WC auch bei geschlossenem Fenster niemand mehr ersticken, und die Temperatur fällt aufgrund des geringen Luftaustausches auch über Nacht nicht zu tief. Falls es bei rauen Minusgraden doch zu kalt wird, können wir immer noch die Rohre zeitweise mit Dämmstoff füllen.

Kellerdecke und Bühnenboden

Zur Ergänzung der Aussendämmung hatten wir im Keller die Decken einiger Räume mit 5 cm Styropor verkleidet. Damit wurde die Temperatur am Fußboden angenehmer.

Den Betonboden des Abstellraumes im Dachgeschoss über dem Esszimmer belegten wir ebenfalls mit 5cm 035-er Mineralwolle (zwischen Rahmenschenkeln 5x5) und schraubten als Boden OSB-Platten darauf. Die Wirkung war im Esszimmer ebenfalls spürbar.



Zwischensparrendämmung

Die wirkungsvollste Maßnahme war vermutlich die Dämmung zwischen den Dachsparren im Zug des Dachgeschossausbaus. Da die Wärme im Haus nach oben steigt, sollte sie oben „aufgehalten“ werden (die Wärmeschutzverordnung von 1995 fordert für das Dach einen ca. doppelt so guten Dämmwert wie für die Aussenwand!). Damit einher ging die Abdichtung gegen Wind mit einer Folie. Selbst im Winter sind die Zimmer im Dachgeschoss oft ohne zu heizen angenehm warm – die vom Erdgeschoss aufsteigende Wärme wird durch die Dämmung in Aussenwand und Zimmerdecke ausreichend zurückgehalten.

Fenster

Verglichen mit einer gedämmten Wand lassen Fenster wesentlich mehr Wärme durch. Daher wählten wir beim Dachausbau Fenster mit möglichst gutem k-Wert: 1,1 statt der anscheinend üblichen 1,4. Die wenige Jahre alten Fenster im Erdgeschoss haben noch einen k-Wert von 1,3.

6. Ergebnis

Welche Dämmwirkung hat es gebracht?

Bereits am ersten Abend, als am Ende der südlichen Hauswand ca. 2m breit Dämmung angebracht war, konnte ich im Wohnzimmer mit der einen Hand an der gedämmten, mit der anderen Hand an der noch ungedämmten Aussenwand den Temperaturunterschied der Wände spüren! Wir hatten die Heizung wie gewohnt auf 4 aufgedreht und wunderten uns, warum es im Raum so heiß war.

Auch bei abgedrehter Heizung sind die Räume am Morgen noch angenehm warm – bei nächtlichen Außentemperaturen im November um die null Grad fällt die Temperatur im Wohnzimmer von ca. 21 Grad nur auf ca. 19 Grad ab.

Spürbar ist der Effekt auch im ungeheizten Schlafzimmer. Vor der Dämmaktion war es dort im

Winter immer unangenehm kalt. Mittlerweile bleiben die Temperaturen auch dort angenehm „überschlagen“. Selbst nach einer längeren Stoßlüftung ist die Raumtemperatur (ohne Heizung!) schnell wieder angenehm.

Vor der Dämmaktion war die Temperatur in den Giebelzimmern des Dachgeschosses morgens merklich kühler als in den anderen Zimmern: die Giebelzimmer hatten eine noch ungedämmte Giebelwand, während sämtliche Aussenwände der anderen Dachgeschosszimmer mit der neuen Gaube bereits gut gedämmt waren. Mittlerweile läßt sich im Dachgeschoss kein Temperaturunterschied mehr feststellen.

Der Ölstand im Tank sank im Winter 2001 (ohne Dämmung der Außenwände) um ca. 72 cm, im Winter 2002 (mit Südseite und Giebel Ost gedämmt) in einem vergleichbaren Zeitraum nur noch um ca. 55cm. Das entspricht einer Einsparung von ca. 23% - bei nur teilweiser Dämmung. Die Messung im Frühjahr 2004 nach dem ersten Winter mit vollständiger Dämmung zeigt eine Reduzierung des Ölverbrauchs um insgesamt ein Drittel (ca. 33%).

Geschätzter Wärmewert

Die Wand besteht aus Hohlblocksteinen mit 12 cm Dämmung der WLG 035. Der schlechter dämmende Holzanteil (knapp 10% der Fläche) muss bei der Berechnung berücksichtigt werden. Die Dämmschicht mit WLG 035 und Rahmenschenkeln entspricht ungefähr einer 12 cm starken durchgängigen Styroporschicht der üblicherweise verwendeten WLG 040. Zusätzlich muss allerdings auch die Wirkung der vorgehängten Holzfassade berücksichtigt werden.

Der k-Wert unserer Wandflächen (ohne Fenster und Fassade) liegt somit ungefähr zwischen 0,25 und 0,3 (gemäß obiger Tabelle und einer Faustformel aus [Compact]).

Nach einer Tabelle aus [RW] beträgt der k-Wert eines Daches geschätzt nach dem „Bauteilverfahren“ (angewandt bei Gebäuden mit weniger als zwei Vollgeschossen / drei Wohnungen) bei 10% Holzanteil und 13 cm Dämmung WLG 035 ca. 0,30 W/(m²K).

Und die Fassade?

Die Südwand (viel Sonne, kaum direkter Regenfall) ist mittlerweile (April 2004) 16 Monate mit unbehandelter sibirischer Lärche verkleidet. In dieser Zeit wurde das Braun kräftiger, aber von Grau oder einem wüsten Schwarz ist noch nichts zu entdecken.

Die Nordwand (kaum Sonne, dafür direkter Regenfall) ist ca. 10 Monate verkleidet, hier sind vor allem die waagrecht angebrachten Nut-und-Feder-Bretter viel heller geworden.

Bisher sehen wir also keine Probleme. Aus den hellen Brettern der Nordseite könnte irgendwann das viel genannte „Silbergrau“ werden.

Nicht verschweigen können wir, dass wir unser Haus mit der Holzfassade nun viel schöner finden als vorher. Beim Betrachten von Fotos, die das Haus mit dem früheren weißen Putz zeigen, können wir es kaum fassen, dass unser Haus einmal so ausgesehen hat – es ist jetzt viel interessanter! Sooft wir vom Joggen heim kommen, muss ich auf der Treppe vor dem Haus Pause machen und dankbar die sympathische Holzfassade bestaunen.

Von dieser Sympathie schrieb schon die Stuttgarter Zeitung (Do. 2003-11-13 Seite 33) unter dem Titel „Ein sympathisches Haus, obwohl Lehranstalt“: „Kantige Lärchenholzanbauten lassen den alten Schulbau in Winterbach deutlich jünger aussehen. ... Statt der vertrauten Putzfassaden begrüßt im Kindergarten... ein kubischer Lärchenholzbau die ankommenden Kinder.“

7.Material

Preise Stand 2002/2003.

<i>Material (Hersteller)</i>	<i>Kosten (inkl. Mwst, abzgl. Skonto)</i>	<i>ca. Bedarf und Kosten pro m² Außenwand</i>	<i>Anmerkungen/ Überschlagsrechnung</i>	<i>Unsere Bezugsquelle</i>
Rahmenschenkel 6x6	1,18 EUR/lfm	3 lfm/m ² -> 3,54 EUR/m ²	z.B. 4m breit 2m hoch, 5 St. x 2m x 2 Lagen = 20 lfm/8m ²	Holzhandlung
Latten 24x48	0,30 EUR/lfm	2 lfm/m ² -> 0,60 EUR/m ²	Wie Rahmenschenkel (2 Lagen bei Boden/Deckel, 1 Lage bei Variant)	Holzhandlung
Bretter Sib. Lärche Variantprofil gehobelt 26mm x 146mm (Moco)	18,60 EUR/m ²	18,60 EUR/m ² x 1,2 -> 22,30 EUR/m ²	Nut und Feder, Mehrbedarf durch Überlappung (ca. Faktor 1,2)	Holzhandlung
Bretter Glattkant Sib. Lärche gefast 21mm x 142mm (Moco)	2,32 EUR/lfm (Aufschlag 15% bei weniger als 56 Brettern)	18 EUR/m ²	Boden/Deckel Überlappung 2cm links, 2cm rechts, ca. 8lfm/m ²	Holzhandlung
OSB-Platten (ca. 67x180; oder ca. 62x250; OBI ca. 67x205)			Für: Decke über Terrasse, Einkleidung Hauseingang, Sockel?	Baustoffhandlung / Baumarkt
Dübel S10	5 EUR/50 Stück	? 2/m ² -> 0,25 EUR/m ²	z.B. 4m breit 2m hoch ~ 10lfm ~ 15 Dübel /8m ²	Baumarkt
Schrauben 4,0x40 Flachsenkkopf Teilgewinde	13,24/1000 Stück	< 8 St./m ² -> 0,15 EUR/m ²		Baumarkt
Schrauben 6,0x100 Flachsenkkopf Teilgewinde Torx	10,75 EUR/100 Stück	4/m ² -> 0,4 EUR/m ²		Eisenwaren
Edelstahlschrauben 5,0x45	17,50 EUR/200 Stück	?		
Edelstahlschrauben 5,0x50	19,40 EUR/200 Stück	10 St./m ² -> 1 EUR/m ²	für Fassade Variant,	Eisenwaren

Projekt Schwarzwaldhaus

<i>Material (Hersteller)</i>	<i>Kosten (inkl. Mwst, abzgl. Skonto)</i>	<i>ca. Bedarf und Kosten pro m² Außenwand</i>	<i>Anmerkungen/ Überschlagsrechnung</i>	<i>Unsere Bezugsquelle</i>
Edelstahlschrauben 5,0x70	26,80 EUR/200 Stück	12 St./m ² -> 1,50 EUR/m ²	für Fassade Deckelbretter, z .B. 4m x 2m: ca. 34 Bretter, davon ca. 17 Deckel zu je 6 Schrauben -> 100 St./8m ² -> 12 St./m ²	Eisenwaren
Karoseriescheiben Edelstahl 8,4x25	13,10 EUR/100 Stück		Anfangs verwendet zur Befestigung der oberen Lage Rahmenschenkel – unnötig	
Karoseriescheiben verzinkt 8,4x24x2 (Reisser)	3,30 EUR/100 Stück	4/m ² -> 0,10 EUR/m ²	Gleiche Anzahl wie Schrauben 6,0x100	Eisenwaren
achpappstifte verzinkt 2,5x20	3,50 EUR/kg	?		Baustoffhandlung
ZKF1 1-035 120mm, Paket 5,76m ² (Isover)	5,50 EUR/m ² (3% Sk.)	2,75 EUR/m ²	Zwischensparren-Klemmfilz – 6cm für untere Lage (je halbiert)	
Kontur FSP 1-035 60mm, Paket mit 6 Platten zu 60cm x 100cm (Isover)	5,42 EUR/m ²	5,42 EUR/m ²	Vlies-kaschierte Dämmplatten – obere Lage	
Styrodur 2500C 3cm, Pack 10,5m ²	ca. 4,60 EUR/Pack		Unter Fenstersimsen	Baustoffhandlung
Alusimsen 25cm breit, 6m lang	103 EUR (alternativ: auf Maß bestellen inkl. 2 Abschlüsse, dann Preis pro lfm)	ca. 1,2 EUR/m ²	ca. 1 Fenster mit 2m Breite je Wand 2m breit 3m hoch = 6m ²	Baustoffhandlung
Abschlüsse für Alusimsen (2 Stück)	5,22 EUR	ca. 0,5 EUR/m ²	1 St. je m Fenster -> 1 St./6m ²	Baustoffhandlung
Außenfensterbank Granit 176x20x2	37,50 EUR	--	Alternativ zu Alusimsen	Baumarkt
Lüftungsprofil 5cm breit Rolle 5m	6,82 EUR/Rolle	0,5 EUR/m ²	braun oder rot; z.B. 3m hoch, 10m breit -> 10lfm/30m ²	Baustoffhandlung
Lüftungsprofil 10cm breit Rolle 5m	8,30 EUR/Rolle	0,6 EUR/m ²	braun oder rot, auch 15cm breit	Baustoffhandlung

Projekt Schwarzwaldhaus

<i>Material (Hersteller)</i>	<i>Kosten (inkl. Mwst, abzgl. Skonto)</i>	<i>ca. Bedarf und Kosten pro m² Außenwand</i>	<i>Anmerkungen/ Überschlagsrechnung</i>	<i>Unsere Bezugsquelle</i>
Lüftungs-Winkelprofil 30mm 2,5m	0,97 EUR/lfm	0,3 EUR/m ²	braun; als Abschluss unter Deckelbrett unten und unterm Dach oben -> ca. 1lfm je Wand lfm, bei Wand 3m hoch 0,3lfm/m ²	
Lüftungs-Winkelprofil 50mm 2,5m	1,16 EUR/lfm	0,4 EUR/m ²	braun; z.B. Abschluss unterm Fenster -> 2lfm bei 6m ²	
Lüftungs-Winkelprofil 70mm 2,5m	1,32 EUR/lfm	0,4 EUR/m ²	Braun; z.B. Abschluss überm Fenster	

Sonstiges Material

<i>Material (Hersteller)</i>	<i>Kosten (inkl. Mwst, abzgl. Skonto)</i>	<i>ca. Bedarf und Kosten/m²</i>	<i>Anmerkungen</i>	<i>Bezugsquelle</i>
Eternit-Dachplatten 40cm x 20cm („Fassadenplatten“)	1,52 EUR/Stück		Dunkelbraun (Sonderfarben teurer); Überlappung ca. 3cm je Richtung	
Eternit-Dachplatten 60cm x 30cm	3,67 EUR/Stück			
Klebeband (SIGA-Sicrall)	?/Rolle		Abdichtung Dampfbremse Dachstuhl („bäbbd wie'd Sau!“), viel billiger als die mit den Marken-Folien angebotenen Klebebänder	Baustoffhandlung
Styrodur C3035 CS 100mm, Platte 0,75m ²	18,25 EUR/m ²		Stufenfalz, für Kellerdämmung; „Perimeter-Dämmplatten“	Baustoffhandlung
Noppenbahn 8mm, 2m hoch, Rolle 20m	2,38 EUR/m ²		Kellerabdichtung	Baustoffhandlung

8.Arbeitszeiten

<i>Tätigkeit</i>	<i>Geschätzte Arbeitszeit (Tage für 1 Person)</i>	<i>Anmerkungen</i>
als unteren Abschluss ins Erdreich eingraben: 60cm hohe Platte Styrodur und Noppenbahn	0,5 für Hausseite 10m	60 cm aufgraben, Styrodur anbringen
2 Lagen Rahmenschenkel: Dübellöcher, Holz bohren, anschrauben, Dämmung einpassen	3 für Hausseite 10m / 3m hoch	
Lüftungsgitter unter Dachschräge	1 für Hausseite 10m	
Lattung, Lüftungsgitter unten und Variant-Bretter	1 für eine Bretterbreite (z.B. ein Feld unter einem Fenster)	
Lattung, Lüftungsgitter unten, Boden-Bretter, Lüftungsgitter unter Deckel-Bretter an Erdboden und Dachschräge, Deckel-Bretter	1 für ein Feld zwischen Fenstern z.B. 3m	
Feld über einem Fenster (Bretter 65 cm hoch): Lüftungs-Winkelprofil überm Fenster, Boden-Bretter, Lüftungsgitter unter Deckel-Bretter und an Dachschräge, Deckel-Bretter	1 für 2 Fenster z.B. 2m	Viel Zeit, wenig Fläche
Fenstersims: Styrodur-Platte aufbringen, Alusims zuschneiden, Abstandslatte anbringen, Abschluss der Lüftung unterm Fenster	1 für 3 Simsen	Lüftungsgitter hält auf (Arbeitszeit ohne Abdecken der Abstandslatte)
Fensterlaibung mit Brettern verkleiden	1 für 6 Fenster	

9.Literatur

[Compact] Max Direktor: Dämmungen und Isolierungen, Compact Verlag, 1995/96

[FVHF] „Ökologie – Vorteil für Bauherren: Vorgehängte hinterlüftete Fassaden“ (<http://www.fvhf.de/archiv/28.html>); „VHF - ein System das mehr Wert schafft“ (<http://www.fvhf.de/system/index.html>)

[isover] <http://www.gh-isover.de/SEITEN/2/2311.HTM>

[M2200] mosaik 2/2000: S. 77f. „Besser dämmen – weniger heizen“

[ÖBR2001] Ökologisch Bauen und Renovieren 2001, S. 62ff.

[ökobuch] Ingo Gabriel, Heinz Ladener (Hrsg.): Vom Altbau zum NiedrigEnergieHaus, ökobuch Freiburg, 3. Auflage 2002

[RW] Prospekt, „Dämmung von Schrägdächern“ (Hochbau 1.100.2), Rockwool

[TKö] Thomas Königstein: Ratgeber energiesparendes Bauen. Auf den Punkt gebracht: Neutrale Fachinformationen für mehr Energieeffizienz; Eberhard Blottner Verlag Taunusstein / Fraunhofer IRB Verlag Stuttgart, 2003 (sehr informativ!)

10.Impressum

Helmut und Angelika Steeb

Königsberger Str. 11

74372 Sersheim

Kontakt: siehe <http://www.jsteeb.de/>



Wir übernehmen keine Gewähr für die in diesem Text dargestellten Informationen und Vorgehensweisen.

Textversion: 1.3 2005-01-22