



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Schlussbericht August 2011

200plus - Gute Detaillösungen im Fassadenbereich

Aussenwandsanierung mit hoher Wärmedämmstärke

amena

Auftraggeber:

Bundesamt für Energie BFE
Forschungsprogramm Energie in Gebäuden
CH-3003 Bern
www.bfe.admin.ch

Auftragnehmer:

Amena AG
Unterrütiweg 22
8400 Winterthur
Tel. 052 214 14 41
ag@amena.ch

Autor:

Andreas Gütermann, amena ag

BFE-Bereichsleiter: Andreas Eckmanns

BFE-Programmleiter: Charles Filleux

BFE-Vertrags- und Projektnummer: 101968 / 153311

Für den Inhalt und die Schlussfolgerungen ist ausschliesslich der Autor dieses Berichts verantwortlich.

Zusammenfassung

Unter dem Begriff Fassade werden alle äusseren, vertikalen Bauteile eines Gebäudes verstanden, also opake (undurchsichtige) wie z.B. Mauern als auch transparente wie Fenster und Türen. Unter "alle vertikalen Bauteile" fallen daher auch jene "unter Terrain" also Untergeschosse resp. Keller. So definiert sorgt "die Fassade" für mehr als 50% aller Wärmeverluste eines (wärmetechnisch unsanierten) Gebäudes.

Im nachfolgenden Bericht werden Detaillösungen vorgestellt und dokumentiert, welche gerade für hohe Dämmstärken, wie sie heute (zu recht) gefordert werden, möglich sind (= gute Lösung). Ziel muss sein, den Bauherren eine dauerhafte, wirksame und wirtschaftliche Fassadensanierung zu ermöglichen, also im besten Sinn nachhaltig zu sein.

Wirksam bedeutet dabei sowohl energetisch als auch komfortmässig, wobei letzteres oft unterschätzt wird, da es nicht im Mittelpunkt steht. Zu unrecht! Raum und Tageslichtgewinn sowie angenehme Oberflächentemperaturen sind möglich.

Wirtschaftlich ist eine Massnahme vor allem dann, wenn sie, bei moderaten Investitionskosten und minimalen Unterhaltskosten, eine möglichst hohe Lebensdauer sowie eine Wertsteigerung der Immobilie zur Folge hat.

Summary

The general term facade means all vertical structures which are exposed to the outside like walls, windows and doors. Additionally vertical, subgrade elements are also addressed in this report. The sum of all these elements account for up to 50% of all heat losses of a normal, not retrofitted, old building.

This document reports exemplary solutions of details to renovate the building enclosure. The objective is to the home owners or investors effective and economic strategies to retrofit their buildings.

Effective is here defined to include not only energy savings but also comfort. The latter is often not included in economic analyses, but gaining space and daylight as well as comfortable surface temperatures are major benefits as well.

A solution is considered cost-effective here, if the initial costs are affordable and in a good relationship relative to the reduction in operational expenses, the construction can be expected to be long lived and the property value appreciates.



200plus - Gute Detaillösungen im Fassadenbereich

Fassadensanierung mit hoher Wärmedämmung

A. Gütermann

August 2011

amena, angewandte mess- und energietechnik ag, CH-8400 Winterthur

Bundesamt für Energie (BfE), Postfach, CH-3003 Bern

Auftraggeber:

Bundesamt für Energie BFE
Forschungsprogramm Energie in Gebäuden
CH-3003 Bern
www.bfe.admin.ch

Das Projekt entstand im Rahmen der schweizerischen Teilnahme bei der Internationalen Energieagentur IEA - Solar Heating and Cooling" Nummer 37: "Advanced Housing Renovation with Solar and Conservation".

Andreas Eckmanns (BFE) ist Mitglied des Exekutivrates der IEA

Auftragnehmer und Autor

Amena AG
Unterrütiweg 22
8400 Winterthur
aq@amena.ch, Tel. 052 214 14 41

An der in diesem Bericht dokumentierten Fassadensanierung waren massgeblich beteiligt:

R. Ackermann AG; Aussenisolationen und Fassadenverputze (Unternehmer)

Greutol AG, Aussendämmsysteme, Mörtel, Putz und Baufarben (Produzent, Lieferant)

Dosteba AG, Halbfabrikate für Wärmedämmsysteme (Produzent, Lieferant)

Lindab (Schweiz) AG, Lüftungskanäle und Zubehör

Fenster Keller Herisau, Fensterbauer (Holz-Metall)

Gugelfuss GmbH, Kunststofffenster

Tanner Holzbau, Zimmermann und Bauschreinerei (Modernisierung Türe)

Der vorliegende Bericht ist ausschliesslich zur elektronischen Publikation bestimmt und steht im Internet zum "Download" im PDF-Format zur Verfügung oder kann direkt beim Autor bezogen werden

Abbildungen:

Von den über 130 Abbildungen (siehe Abbildungsverzeichnis) stammen über 90 % vom Autor. Falls nicht, ist die Quellenangabe in Klammern () aufgeführt.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	7
1.1. Warum die Fassade?	7
1.2. Warum 200 Plus ?	8
2. Materialwahl, Isolation-, Verputz- und Anstrich-System	9
2.1. Wärmedämmung - aber mit was?	9
2.2. Das System Dämmmaterial - Verputz - Anstrich	11
3. Sockel und Perimeter	16
3.1. Temperaturverhältnisse im oberflächennahen Erdreich	16
3.2. Wärmeleitfähigkeit des Erdreichs	17
3.3. Größenordnung des Wärmeverlustes ins Erdreich	17
3.4. Perimeterdämmung contra UG-Deckendämmung bei der Gebäudeerneuerung.	17
3.5. Sockel - Sockeldämmung	21
3.6. Fazit für gute Lösung	38
4. Fenster	39
4.1. Verglasung	39
4.2. Rahmen	41
4.3. Rahmenverbreiterungen	43
4.4. Sims, Leibung und Sturz	43
4.5. Fenster und Fensteranschlag (gilt auch für Türen).	44
4.6. Beschattungselemente	65
5. Türen - Haustür	72
5.1. Neue oder alte Haustüre?	72
5.2. Türsturz / Sturzbogen	76
6. Integration von Lüftungsleitungen in die Aussenisolation	80
6.1. Wohin mit dem Lüftungsgerät?	82
7. Dachrandübergang	84
8. Weitere Detaillösungen	86
8.1. Kragplatten (Balkone und/oder Vordächer)	86
8.2. Regenwasserfallrohre, Abgasleitungen, Befestigungen	88
8.3. Befestigung der Isolationsplatten an der Fassade	89
9. Fazit	90
10. Abbildungsverzeichnis und Literaturhinweise	91

1. Einleitung

Sie werden in den folgenden Kapiteln erfahren, dass eine (konventionelle) Wärmedämmung an der Fassade nur ab 20 cm aufwärts wirklich Sinn macht, die Lebenszyklus-Kosten optimiert, den Energieverbrauch minimiert und den Wohnkomfort maximiert, also hocheffiziente Lebensqualität bedeutet:

1. Die Fenster (und Türen) aussen an der Wand angeschlagen werden, was energetisch optimal und nach aussen unsichtbar ist, sowie nach innen ein Gewinn darstellt.
2. Allfällige Lüftungsleitungen und anderweitig nötige Medienkanäle einfach "ingelegt" werden können.
3. Storenkästen keine Wärmelöcher mehr sind und trotzdem nicht vorstehen.

Ausserdem werden folgende kritischen Details und deren gute Lösungen für Dämmstarken von 20 cm (und mehr) erläutert:

- **Fenster (+Türen):** Rahmen und Glasqualität, Anschlag, Dichtung, Sims, Leibung, Sturz, Klappläden, Storen, Markisen, Gitter
- **Türen:** Verschlüsse, Schwelle
- **Sockel, UG-Wände (Perimeter), Lichtschächte**
- **Dachrandanschlüsse**
- **Regenfallrohre, Abgasleitungen**
- **Lüftungskanäle**
- **Balkone, Vordächer**

Zwar ist "Wärmedämmung" nicht die einzige Option, um ein Gebäude energetisch zu sanieren (z.B. moderne, effiziente Wärmeerzeugung), aber die Wichtigste, denn es macht wenig Sinn die Wärme nur effizient zu erzeugen ohne vorher an den Wärmeverlust zu denken.

1.1. Warum die Fassade?

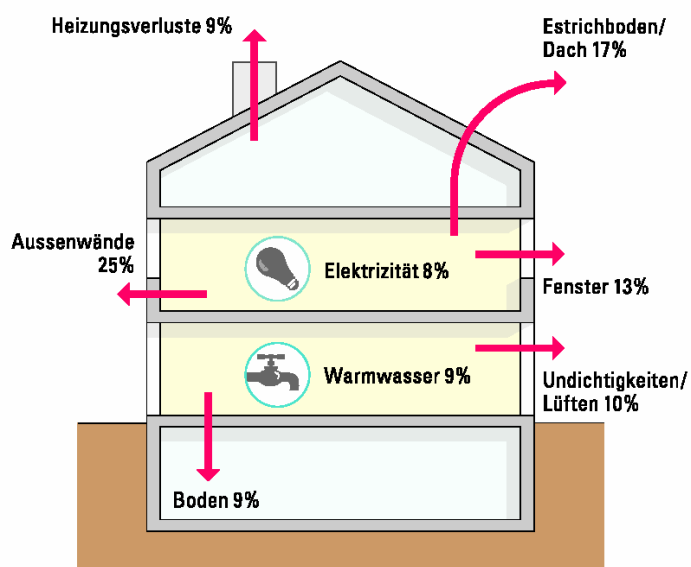


Abbildung 1-1: Die prozentualen Energieflüsse, wie sie im Durchschnitt eines bisher unisolierten Hauses auftreten (Quelle: BFE).

Das Dach oder den Estrichboden, sowie die Kellerdecke zu isolieren, sind zwar kostengünstige Massnahmen, sie betreffen aber nur einen kleinen Teil der Verluste. Dazu kommt, dass je nach dem weit über 50% der Verluste des Kellers die Wände, also Fassadenteile, seien sie erdbedeckt oder gegen Aussenluft, betreffen!

Zählt man alle Bauteile, die der Fassade zugeordnet werden können,

zusammen: Aussenwände 25%, Fenster 13% und den "Wandanteil" des Bodenverlustes 5%, so ergeben sich total 43%! Also ist die Fassade der Anteil mit dem grössten Einspar- und Komfortpotential, aber auch der "teuerste", und anspruchsvollste, bei dem am meisten "schief" laufen kann..... Daher geht es in diesem Bericht um die Fassade.

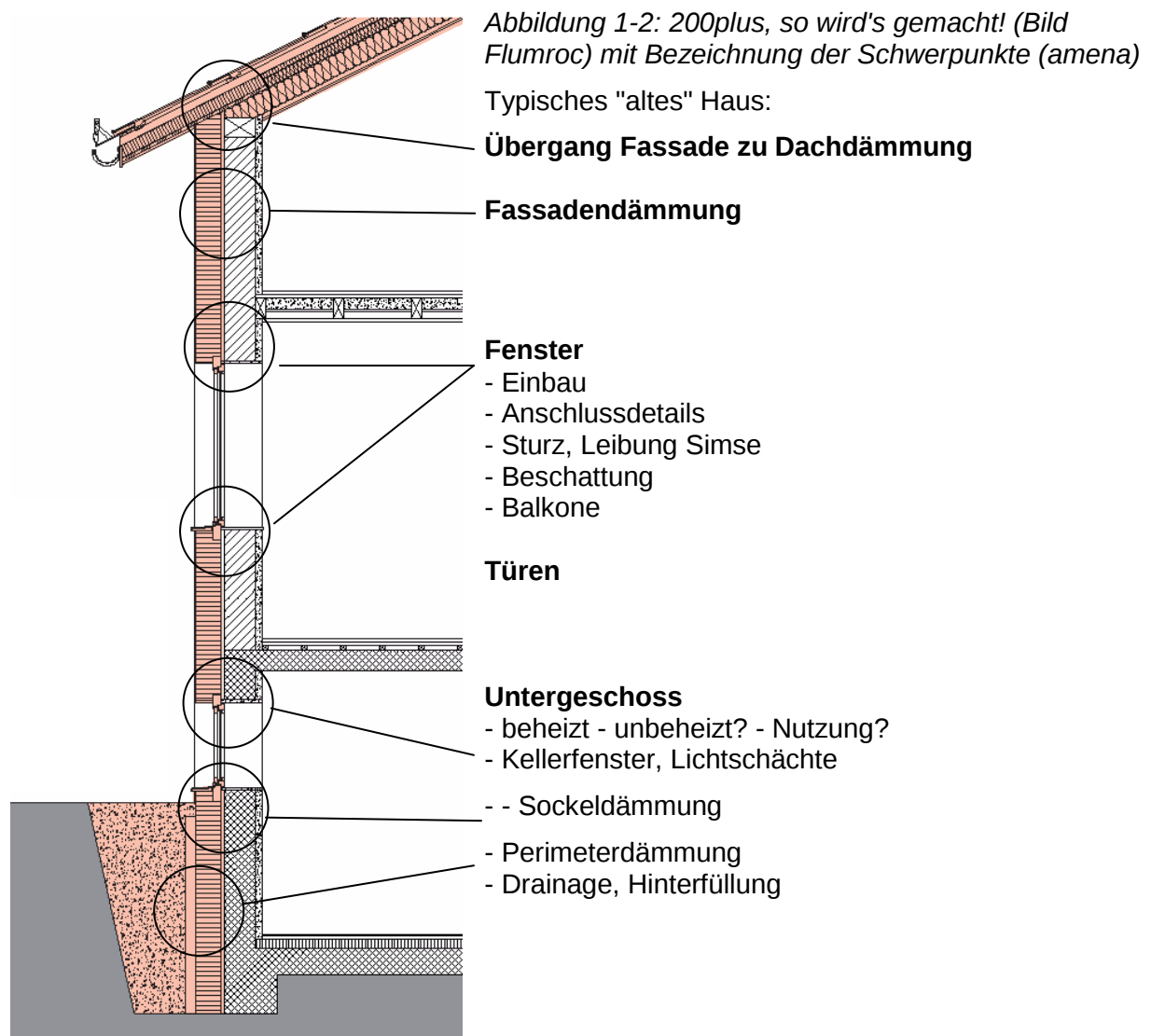
1.2. Warum 200 Plus?

Üblich ist nicht optimal...

16 cm Wärmedämmung war bereits vor 10 Jahren das wirtschaftliche Optimum (Lit. 1 - 3), welches sich, "dank" steigender Energiepreise und fallender Erstellungskosten, heute bereits bei 20 cm befindet. Dies gilt sowohl für Neubauten wie Gebäudesanierungen. Die Vorgaben des laufenden schweizerischen "Gebäudeprogramms" sind strikt und lassen Dämmstärken unter 16 cm nicht mehr als unterstützungsberechtigt gelten. Warum nicht mehr? Dies hat vor allem den praktischen Grund, dass jene Gebäudebesitzer, welche ihre Fenster bereits "am falschen Ort" ersetzt haben und mit mehr als 16 cm zu tiefe Nischen ("Löcher") in der Fassade erhielten, trotzdem profitieren können - das Optimum ist es nicht.

Das Gleiche gilt für die Verglasung der Fenster (Anforderung $\leq 0,7 \text{ W(m}^2 \text{ K)}$), was leider auch mit heute suboptimaler 3-fach Verglasung erreicht wird, obwohl "fürs gleiche Geld" $0.6 \text{ W(m}^2 \text{ K)}$ locker machbar sind. Die Vorgaben gehören also verschärft, nicht zuletzt deshalb, weil sie bereits nicht mehr dem wirtschaftlichen Optimum entsprechen.

Da die "Wärmedämmung in der Fläche", auch für grosse Dämmstärken von 20 cm und mehr, unproblematisch ist, entscheidet sich die Frage der Dämmstärke immer bei den Anschlüssen und den Fassadenöffnungen. Im Folgenden wird speziell die Wichtigste davon - Fenster - erläutert. Im zweiten Teil des Berichtes folgen dann die "Lösungen" im Detail.



2. Materialwahl, Isolation-, Verputz- und Anstrich-System

2.1. Wärmedämmung - aber mit was?

Eine der häufigsten Fragen, welche Hausbesitzer stellen, ist jene nach dem Isolationsmaterial.

Aus Platzgründen sei hier nur auf diejenigen Materialien eingegangen, welche bisher für verputzte Wärmedämmung am häufigsten zum Einsatz kamen. Bewusst wird von einem **Isolation-Verputz-Anstrich-System** gesprochen, da auch hier vielfältige Interaktionen bestehen, so dass, wie generell beim Thema "Energie und Gebäude", es nicht ratsam erscheint die Dinge unabhängig voneinander zu betrachten. Nur durch ein ganzheitlich optimiertes System lässt sich ein optimales Ergebnis erzielen, welches auch langfristig wirkungsvoll und wartungsarm bleibt.

Expandiertes Polystyrol (EPS), auch Styropor oder Sagex genannt (Markennamen), wird aus Erdöl hergestellt. Die Farbe ist ursprünglich weiss und wird oft auch als Verpackungsmaterial verwendet. Das Material besteht aus aufgeschäumten (expandierten) „Kügelchen“, welche zusammengebacken werden. Die unverletzten Kügelchen selber sind dampf- und wasserdicht, jedoch entstehen durch das „zusammenbacken“ kleine, nicht geschlossene Hohlräume, welche sich mit Wasser voll saugen können. Bricht oder sägt man das Material, so sind die einzelnen Kügelchen oder ihre Bruchstücke stark statisch geladen. Für die Fassadendämmung wird heute Graphit beigemischt, welches durch seine IR-reflektierenden Eigenschaften den U-Wert um 20% verbessert und den Platten ein graues Aussehen gibt. Ausserdem sind diese nicht mehr so leicht statisch aufladbar, was die „Sauerei“ auf der Baustelle etwas verringert. Es gibt noch ein anderes Herstellungsverfahren, das *Extrudieren*, welches eine durchgehend geschlossenzellige Struktur erzeugt, was die derart produzierten Platten absolut dampf- und wasserdicht macht und sie damit für den Einsatz „unter Terrain“, also im Socklebereich, auch Perimeter genannt, prädestiniert. Da diese Platten nicht mit Graphit versetzt werden, kommen sie je nach Hersteller in verschiedenen Farben daher „hellblau, rosarot, gelb. **Extrudiertes Polystyrol (XPS)** ist teurer und wird daher eher dort eingesetzt, wo dies erforderlich ist (Flachdach oder unter Terrain). Dort bekommt es Konkurrenz vom so genannten Schaumglas (Foamglas – bekannter Markenname), welches aus geschmolzenem Glas aufgeschäumt wird (Farbe schwarz) und ähnliche Eigenschaften hat, jedoch viel druckfester ist (aber auch einiges teurer). Geschäumtes Polystyrol lässt sich mit Hitze schneiden (Heizdraht), dadurch entsteht eine saubere, geschmolzene Oberfläche. Expandierte Polystyrolplatten sind „steif“, was bei Plattenfugen in der Regel zu durchgehenden Spalten (=Wärmebrücken) führt. Dies könnte man durch 2-lagig versetzte Verlegung verbessern (Kosten..) oder die Hersteller machen im Randbereich gezielte Einschnitte, was die Flexibilität der Platten etwas erhöht. Muss die Platte jedoch zugeschnitten werden, sind meist auch diese Einschnitte weg.

Mineralfasern, wobei entweder geschmolzener Stein (Steinwolle) oder geschmolzenes Glas (Glaswolle) durch feine Düsen gepresst, zu Fäden erstarrt und anschliessend zu Platten geformt zum Einsatz kommt. Glaswolle ist etwas günstiger im Preis als Steinwolle, jedoch wegen den kleineren und feineren Bearbeitungsbruchstücken etwas unangenehmer zu verarbeiten (Mundschutz, Handschuhe) wie Steinwolle. Ausserdem ist Steinwolle sehr „brandsicher“ und wird von der Feuerpolizei bevorzugt bzw., je nach Einsatz, gefordert. Da die Platten eine fasrige (und keine geschäumte) Struktur haben, sind sie dampfdiffusionsoffen und eignen sich daher sehr gut für eine Fassadendämmung, nicht jedoch dort, „wo Wasser ist“ (z.B. unter Terrain – Perimeter), da sie sich vollständig mit Wasser voll saugen würde. Sie sind zudem flexibler als Styroporplatten. Dadurch entstehen an den Plattenstössen keine Spalten. Hohlräume wie sie bei Anschlüssen teilweise nicht vermeidbar sind (z.B. Lüftungsrohre) lassen sich einfach „ausstopfen“. Bearbeitet werden die Platten mit dem Zackenmesser oder einer Säge.

Tabelle 1: Vor- und Nachteile der Wärmedämmmaterialien *

	Polystyrol	Mineralwolle
Dampfdiffusionsfähigkeit	gering	hoch
Erstellungskosten	-	höher
Rohmaterial	Erdöl	Stein, Sand
Energiebedarf bei der Herstellung	-	etwas höher
Wärmedämmwirkung	- (grau)	leicht tiefer
Verarbeitbarkeit auf der Baustelle*	Vor- und Nachteile	Vor- und Nachteile

* Eine Kombination ist möglich und sinnvoll; so kann grundsätzlich mit Mineralwolle gearbeitet werden, für spezifische Strukturen (Leibungen, Stürze, Perimeterdämmung) jedoch Polystyrol eingesetzt werden.

Weitere Kriterien können sein:

- Erhältliche und verarbeitbare Dämmschichtstärken "in einem Arbeitsgang". Dies wirkt sich stark auf die Kosten aus, die Entwicklung ist hier noch im Gange.
- Erfahrung des Unternehmers. Dieser Punkt ist nicht zu unterschätzen! und gilt sowohl für das Dämmmaterial, als auch für das Verputz-Anstrichsystem. Gerade für ein mineralisches Dämmschichtputz-Anstrichsystem ist spezifisches Knowhow und Erfahrung nötig. Aber auch beim Dämmmaterial ist es nicht ratsam, von einem Unternehmer, der nie Mineralwolle verarbeitet, eine solche Dämmung zu verlangen, obwohl es immer heisst "kein Problem" (damit er den Auftrag erhält...)!

Alternativmaterialien: Isolationsplatten, die verputzt werden, gibt es auch aus Holzfasern oder Altpapierflocken. Diese können, bei sorgfältiger Berücksichtigung deren Eigenschaften und der Verarbeitungshinweise, durchaus ebenfalls empfohlen werden. Sie besitzen in der Regel einen leicht schlechteren U-Wert, sind aber, was die graue Energie zur Herstellung und die Ökobilanz betrifft, unschlagbar. Da solche Materialien (noch) eine relativ kleine Marktdurchdringung haben, werden sie hier nicht weiter besprochen und wurden beim Beispielobjekt auch nicht eingesetzt.

2.1.1. Neue Isolationsmaterialien - Vakuumdämmung und Aerogel

Können nur konventionelle Wärmedämm-Materialien verwendet werden? Oder bieten neu entwickelte Isolationsstoffe nicht viel mehr bei weniger Dämmstärke? Es gibt diese neuen Materialien, sie sind aber (noch?) sehr teuer und nur als relativ dünne Platten verfügbar, sodass mehrlagig gearbeitet werden müsste, um in die Nähe einer konventionellen 20cm - Dämmung zu kommen, was die Sache noch mal stark verteuert. Ausser bei speziellen Anwendungen bei denen es "nicht anders geht" werden diese daher selten verwendet. Die Marktdurchdringung bewegt sich im Promille-Bereich und ist daher bewusst nicht Gegenstand der vorliegenden Projektes. Trotzdem sollen diese Materialien hier kurz vorgestellt werden.

Vakuumisolation-Paneele (VIP)

Vakuum ist ein annähernd perfekter Isolator (wo "Nichts" ist, kann auch nichts übertragen werden), was zumindest für die direkte Wärmeleitung von Molekül zu Molekül, sowie die Konvektion (durch sich bewegende Moleküle) zutrifft. Der dritte, meist unterschätzte Mechanismus, ist die Wärmestrahlung, doch auch hier wurden durch spezielle Beschichtungsverfahren grosse Fortschritte gemacht (Wärmeschutzverglasung und "graue" EPS-Isolation).

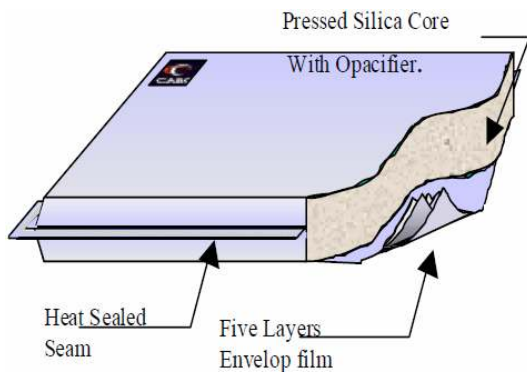


Abbildung 2-1: Aufbau einer Vakuumdämmplatte. Kern aus mikroporöser Kieselsäure mit einem Trübungsmittel zur Reduktion des Strahlungsaustausches. Mehrschichtige, aluminiumbedampfte (= gasdicht) Umhüllung zur Aufrechterhaltung des Vakuums und als (leider relativ schwacher) Penetrierschutz.

Der Randverbund stellt eine gravierende Wärmebrücke dar, gerade weil das Kernmaterial so gut dämmt. Ausserdem hält ein Verputz o.ä. nicht auf der Aluminiumoberfläche, so dass diese auch in EPS eingeschäumt erhältlich sind. Dies birgt auf der Baustelle die Gefahr, dass diese mit "normalem" EPS-Plattenmaterial verwechselt und daher bedenkenlos bearbeitet werden. Die Baustelle ist somit der grösste Feind der VIP. Einmal perforiert degradiert die Dämmwirkung auf übliche Werte.

Aerogel

Das "Wundermaterial" Kieselsäure (Siliciumoxid) lässt sich auch im sog. Sol-Gel-Process zu Aerogel umwandeln, deren nanometer-feine Porenstruktur zu 99.9% aus Luft (Aero) besteht, wobei die Luftmoleküle in der Nanostruktur des Gels gefangen sind, und daher die Konvektion als wichtigster Wärmeleitmechanismus zum Erliegen kommt. Aerogel ist extrem empfindlich auf mechanische Beanspruchung. Für Dämmzwecke an Gebäuden wird Aerogel daher mit verschiedenen Fasermaterialien (Polyester-Glaswolle oder Steinwolle) kombiniert. Die "Kunst" dabei ist, den Solo-Gel-Prozess innerhalb des Trägermaterials zu bewerkstelligen, sodass auch hier nur dünne Platten 10-20 mm hergestellt werden, die anschliessend zu dickeren Platten verklebt werden müssen. Die Platten lassen sich normal verarbeiten und sind dampfdiffusionsoffen.



Abbildung 2-2: Aerowolle. Mit Aerogel versetzte Steinwolle) einseitig kaschiert mit Gipskartonplatte zur Untersparrendämmung in sinnvoller Ergänzung zu einer Zwischensparrendämmung bei Dachsanierungen.

2.2. Das System Dämmmaterial - Verputz - Anstrich

Der Verputz steht meist nicht an erster Stelle bei der Grundsatzentscheidung "welches Dämmmaterial?". Dies ist falsch!, denn die Oberfläche, der eigentliche „Witterungsschutz“, ist ein Schlüsselfaktor für das gute und langfristige Funktionieren des ganzen Dämmsystems.

Verputzsysteme - Witterungsschutz

Diese bestehen aus 2 Grundkomponenten, dem *Verputz* und dem *Anstrich*. Sie beeinflussen sich gegenseitig, können sinnvollerweise also nicht beliebig kombiniert werden. Sie bilden ein fein abgestimmtes System, bei dem die einzelnen Komponenten zusammenspielen und nicht beliebig ausgetauscht werden sollten.

Verputz

Hier unterscheidet man den **Grundputz** und den **Deckputz**.



Abbildung 2-3: Armierungsgewebe wird in den Grundputz eingearbeitet.

Der Grundputz wird bei Wärmedämmverbundsystemen zwingend mit einem Kunststoffaser-Gitternetz armiert, welches darin eingelegt wird und dem Verputzsystem die nötige Stabilität verleiht, da der Untergrund nicht so unnachgiebig "wie eine Mauer" ist. Beim **Grundputz** unterscheidet man wiederum 2 Arten:

- **Kunststoffvergütete Dünnschichtputze**, sind meist nur 3 mm dick und werden in nur 2 Arbeitsgängen aufgetragen. Sie sind material- (Gewicht) und zeitsparend. Sie haben damit niedrige Erstellungskosten und werden daher zu 90% verbaut.

- **Mineralische Dickschichtputze**, sind mindestens 10 mm dick, werden in 3 Arbeitsgängen aufgetragen, sind also teurer in den Erstellungskosten.

Der **Deckputz** (auch Edelputz) genannt, ist der Finish, welcher der Fassade ihre "Struktur" verleiht und in einem Arbeitsgang aufgetragen wird. Hier wird nach Korngrösse (in mm) unterschieden, 2 bis 5 ist üblich.

Grundsätzlich kann jeder Deckputz mit jedem Grundputz kombiniert werden, jedoch werden auch hier sinnvollerweise für mineralische Dickschichtputze ausschliesslich mineralische Deckputze verwendet (Gründe siehe unten).

Zuletzt erfolgt der **Anstrich** (2 mal). Er hat folgenden Sinn:

- Witterungsschutz (z.B. Schlagregen) der Fassade bzw. des Verputzes
- Farbgebung der Fassade

Diese 2 Funktionen hatte ein Anstrich schon immer, auch auf einer unisolierten Mauer. Neu kommt ein weiterer hinzu:

- **Schutz vor Tauwasserfolgen** (Algen- und Pilzbewuchs). Dieser ist nötig, da eine isolierte Fassade eine sehr tiefe Oberflächentemperatur hat (das ist ja der Sinn der Wärmedämmung). In klaren Nächten ist der infrarote Strahlungsaustausch mit dem sehr kalten Nachthimmel sehr gross - die Oberfläche kühlt sich unter die Aussenlufttemperatur ab (da sie, dank der Isolation, ja nicht mehr von innen sinnlos beheizt wird), und die Luftfeuchtigkeit kondensiert an der Fassade, zuerst in Form von Nano-Tröpfchen, welche sich untereinander zu grösseren Tröpfchen zusammenschliessen - es entsteht ein **Tauwasserfilm**. Dieses feuchte Klima ist genau das, was Algen- und Pilzsporen brauchen, die immer in der Luft schweben und sich über die Jahre an der Fassade abgesetzt haben. Es kommt zu "Bewuchs", die Fassade wird unansehnlich, Pilz- und Algen Fäden dringen auch in den Verputz ein, so dass reines (aber sehr teures) "überstreichen" das Problem nur kurzzeitig "verdeckt" - es entsteht ein "ewiges Ärgernis".

2.2.1. Strategien zur Vermeidung von Algen-und Pilzbewuchs



Abbildung 2-4: Algen-/Pilzbewuchs an einer Nordfassade (unbekannt)

Die Befestigungsdübel der WD zeichnen sich ab und auch die Heizkörpernische ist frei von Bewuchs, da dort (Wärmebrücke) die Oberflächentemperatur höher ist.

Kumulative Ursachen für Bewuchs:

- Nordseite - wenig Solarstrahlung
- Beschattung (z.B. Bäume)
- ungenügender Witterungsschutz (Dachvorsprung)
- ungeeignetes Anstrich-Putz-System

"Schein" - Lösungen:

Symptombekämpfung: Der störende Algenbewuchs wird durch Zugabe von Gift (Fungizid) in den Anstrich *vorübergehend* unterdrückt. Diese Giftstoffe bleiben nicht "ewig", sie werden ausgewaschen (Bodenbelastung!!) und/oder bauen sich langsam ab (UV-Bestrahlung der Sonne) und/oder verbrauchen sich. Alles führt dazu, dass mit den Jahren der Algenbewuchs trotzdem einsetzt (sinniger Weise erst nach etwa 10 Jahren - wenn alle Garantiefristen längst abgelaufen sind).

Kontraproduktive "*Ursachenbeseitigung*": Entsteht kein Tauwasserfilm über längere Zeit, gibt es keinen Algenbewuchs. Die Zeit ist umso kürzer bzw. die Oberfläche umso wärmer, je schlechter die Fassade wärmegeklämmt ist (unter 10 cm kein Problem). Daher manifestiert sich dieses Problem auch erst heute verstärkt - aber die Fassaden einfach schlecht oder gar nicht zu isolieren, ist ja wohl keine "Lösung". Die Unterkühlung der Fassaden durch Strahlungsaustausch mit dem Nachthimmel liesse sich durch einen "selektiven" Anstrich verhindern. Solche Farben sind aber sehr teuer, nicht marktgängig (militärische Anwendungen) und die Farbwahl eingeschränkt.

Echte, "gute" Lösung:

- *Die kondensierende Feuchtigkeit müsste laufend "verschwinden", bevor sie einen geschlossenen Feuchtigkeitsfilm bilden kann.*

Diese Idee hatten ein paar findige Köpfe aus dem Umfeld des Schweizer Unternehmens *Greutol* (Anbieter von Wärmedämm- und Putzsystemen), welche sie folgendermassen umsetzten:

"Verschwinden" kann die Feuchtigkeit von der Oberfläche (bevor die Filmbildung einsetzt) nur, wenn sie durch den Anstrich hindurch in die Putzschicht diffundieren kann. Dazu muss die Putzschicht diesen Prozess unterstützen (mineralisch), genügend Aufnahmekapazität haben (Dickschichtputz), damit das Diffusionsgefälle über eine längere Zeit (ca. 12 Stunden) aufrechterhalten werden kann. Danach kehrt der Prozess um (tagsüber besteht keine Unterkühlung und der Dampfdruck der Aussenluft ist niedriger), die Feuchtigkeit diffundiert nach aussen, wo sie (ohne zu kondensieren) an die Aussenluft abgegeben wird. Es braucht also folgendes:

- Hochgradig diffusionsoffener Anstrich, der aber "grobe Tropfen" - Regen abperlen lässt (wasserhemmend).
- Dickschichtputz mit hoher Feuchtigkeitsaufnahme- und -abgabekapazität.

Beim Berichts-Objekt, einer Nordost Fassade mit einer Mineralfaserdämmung, war diese Lösung daher Favorit.

Die zwei Komponenten, Verputz und Anstrich, müssen genau aufeinander "abgestimmt" sein, damit die Funktion optimal umgesetzt werden kann. Die Firma Greutol entwickelte ein Putz-Anstrich System (AquaPura) welches bislang diese Erwartungen voll erfüllen konnte, jedoch ein spezielles Applikations-Knowhow voraussetzt, dass bei vielen Isoleuren nicht unbedingt gegeben ist, da zu 90% die (billigeren) kunststoffgebundenen Verputze und Anstriche verarbeitet werden. Diese sind mehr (ultra-hydrophob) oder weniger (hydrophob) wasserabweisend, was das Problem aber verschärft, da sich die Feuchtigkeit an der Oberfläche kumuliert, ideale Wachstumsbedingungen für Pilze und Algen.

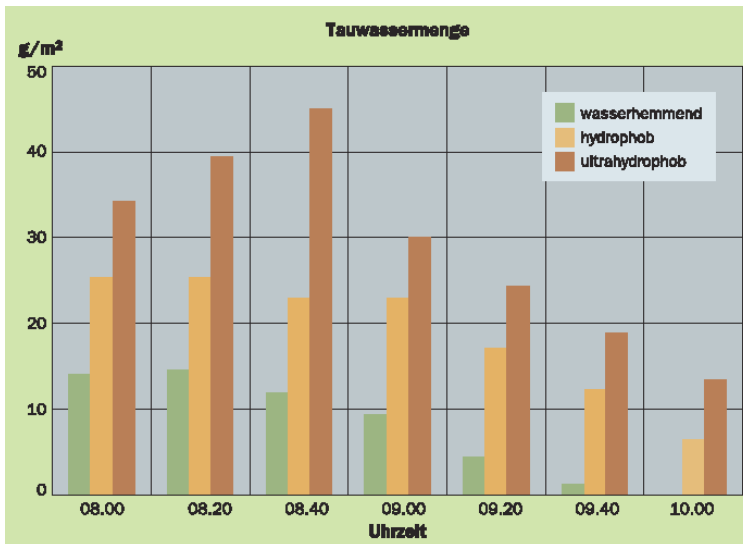


Abbildung 2-5: Gemessene oberflächliche Taufwassermenge bei unterschiedlichen Verputz-Anstrichsystemen. (ap-plica 9/2005)

Das "nur" wasserhemmende System schneidet, sowohl bei der Menge als auch bei der Dauer, deutlich besser ab.

Die diffusionsoffenen Dickschichtputz-Anstrichsysteme haben bauphysikalisch noch einen weiteren Vorteil: Sie entsprechen auch voll dem bauphysikalischen Prinzip:

Die dampfdichter Schichten sollten innen (auf der warmen Seite) sein und der Dampfdiffusionswiderstand nach aussen (zur kalten Seite) hin, stetig abnehmen.

Aus dem gleichen Grund werden auch alle Dampfbremsen an Dächern innen an der Wärmedämmung (= raumseitig) angebracht, während die Unterdachbahn möglichst diffusionsoffen gehalten wird. Es gibt keinen Grund, wieso das nicht auch für die Fassade gelten soll. Überall dort, wo diesem Prinzip nicht entsprochen wird (oder nicht entsprochen werden kann), wird es heikel und zu einer bauphysikalischen Herausforderung.

Bezüglich der Materialwahl für die Wärmedämmung bedeutet das nun folgendes:

Polystyrol ist relativ dampfdicht (Fugenfreiheit vorausgesetzt!). Damit bleibt der Dampf auf der warmen Seite, was bauphysikalisch "gut" ist. Nur wenig Dampf dringt in die Isolation ein und muss schliesslich über den Verputz und den Anstrich nach Aussen abgegeben werden. Ein, ebenfalls relativ dampfdichtes, kunststoffvergütetes Dünnschichtputz-Anstrichsystem ist problemlos - wäre da nicht das Bewuchsproblem (siehe oben), welches mit Gift kurzfristig und kurzsichtig "gelöst" wird. Hier kann nun als Alternative ein Dickschichtputz-Anstrichsystem eingesetzt werden, um das Bewuchsproblem nachhaltig zu lösen.

Mineralwolle ist dampfdiffusionsoffen. Damit kann der Dampf von innen nach aussen wandern und sollte ohne Hindernisse am Schluss über die Fassade entweichen können, was nur bei einem mineralischen Dickschichtputz-Anstrichsystem gegeben ist. Kunststoffvergütete Dünnschichtputz-Anstrichsysteme sind viel dampfdichter und daher bauphysikalisch "heikler". Trotzdem werden sie auch in Kombination mit Mineralwolle oft (aus Erstellungskostengründen) realisiert, was nicht empfehlenswert ist. Daher ist ein mineralisches Dickschichtputz-Anstrichsystem immer erste Wahl, auch weil damit das Bewuchsproblem nachhaltig gelöst ist. (Lit. 4, Lit. 5)

2.2.2. Oekobilanzen von Wärmedämm - Verputz - Systemen

Die "Graue Energie", also der Energieaufwand bis ein Produkt eine gewünschte Wirkung (z.B. Wärmedämmung $U = 0.2 \text{ W/m}^2\text{K}$) entfaltet (Herstellung, Transport, Montage), ist ein weiteres zu berücksichtigendes Kriterium neben anderen, z.B. Leistung, Preis, Dauerhaftigkeit, Diffusionsoffenheit,.... Bei einer Ökobilanz gilt es, neben der grauen Energie des Herstellungsprozesses auch die Umweltwirkung der Produkte während ihres Lebenszyklus zu erfassen. Dies ist nur teilweise und auch nicht immer exakt möglich, so wird gerade die Auswaschung der Biozide in den Farben, obwohl erwiesen, wegen "mangelnder Datenbasis" nicht berücksichtigt. Daher kann auch die untenstehende Graphik nur eine "Tendenz" abbilden. Sie entspricht 16 cm Dämmung ($U\text{-Wert } 0.24 \text{ W/m}^2\text{K}$). Bei 20 cm ($U\text{-Wert } 0.19$) bliebe die relative Aussage ähnlich.

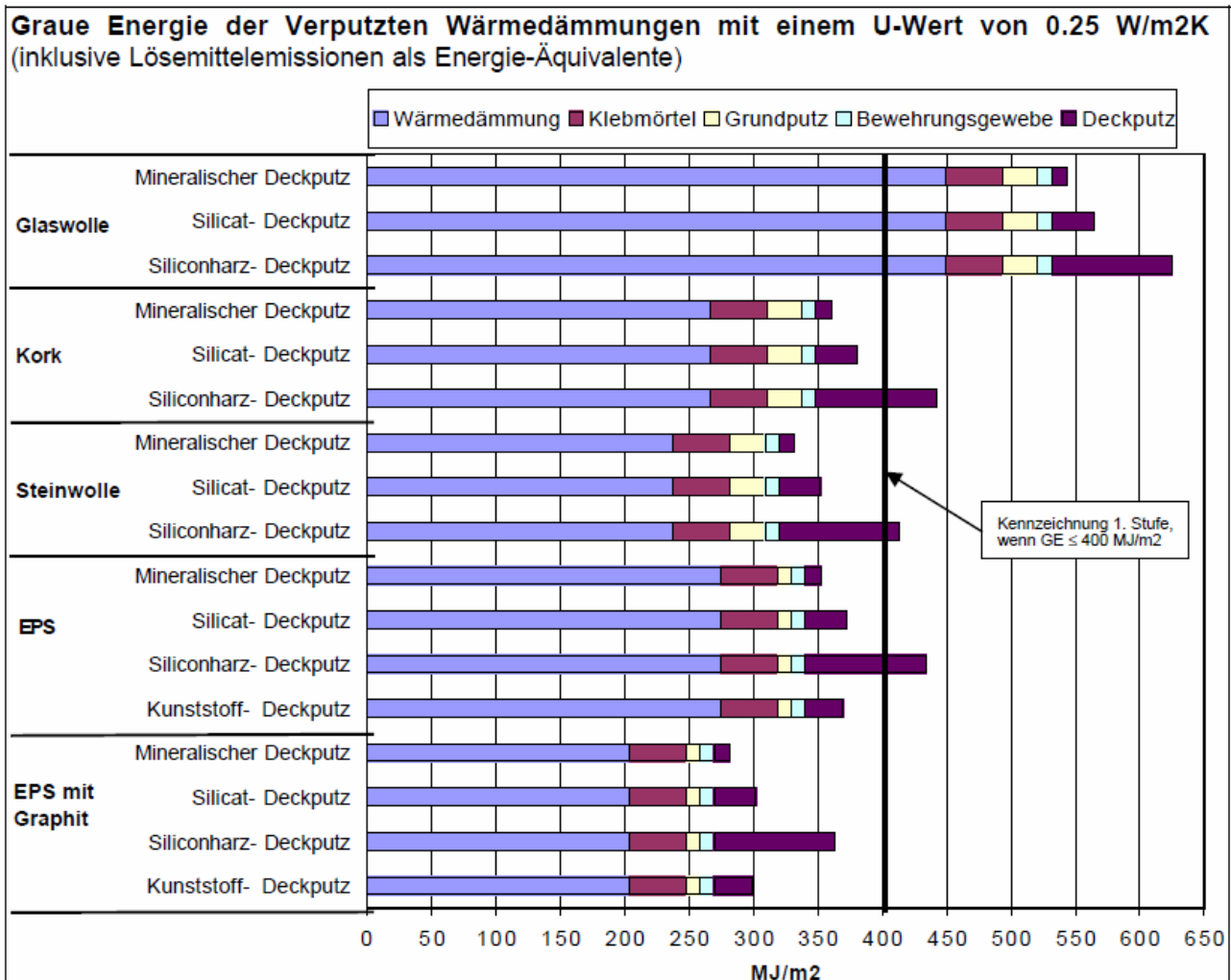


Abbildung 2-6: Graue Energie von verputzten Wärmedämmungen (eco-devis-342, www.eco-bau.ch)

Deutlich "ungünstig" schneidet die Glaswolle ab. Steinwolle hatte einmal die Spitzenposition, wurde aber durch das graue EPS mit Graphit abgelöst, da dieses einen guten Wärmedämmwert hat.

Klebmörtel und Bewehrungsgewebe braucht es überall gleich viel, jedoch sind die Grundputzschichten bei Steinwolle etc. deutlich dicker, mit den in Kapitel 2.2.1 beschriebenen Vorteilen, jedoch mit entsprechend mehr grauer Energie.

Sehr deutlich jedoch die Unterschiede bei den Deckputzen. Mineralischer Verputz ist hier deutlich besser als alle kunststoffvergüteten Deckputze.

3. Sockel und Perimeter

Wo fängt die Fassade (unten) an und wo hört sie (oben) auf?

Sind es einfach alle sichtbaren, vertikalen Strukturen "über Terrain"?

Diese Definition ist zwar korrekt, greift aber zu kurz, da der Wärmefluss nicht nur "über Terrain" stattfindet! Aber genau wegen dem Trugschluss: "Was ich nicht sehe, wird schon nicht so schlimm sein und übrigens ist der Keller ja nicht beheizt", geht über die Untergeschoss(UG)-Mauern viel Wärme verloren. Die Wärme stammt aus dem beheizten Erdgeschoss (EG), wo sie direkt über die UG-Decke und über die Wärmebrücken der Mauern ins UG gelangt. Ausserdem sind im Keller meist beträchtliche Abwärmequellen vorhanden (Heizung). Das UG ist also in der Regel sehr wohl beheizt (bzw. temperiert), nur nicht so offensichtlich über Heizkörper, sondern indirekt.

Der Wärmeverlust in das und durch das UG ist eine direkte Funktion der Raumtemperaturen im UG, der Erdreichtemperatur und dessen Wärmeleitfähigkeit, sowie der Wärmebrücken (vom beheizten EG her). Letzteres ist bei bestehenden Gebäuden als "gegeben" zu betrachten und selbst bei Neubauten wird diesbezüglich meist "gesündigt".

Die Fassade hört "dämmtechnisch" nicht einfach beim Boden des untersten, voll beheizten Geschosses auf. Unter- und Sockelgeschosse, auch wenn sie nicht oder nur teilweise beheizt sind, bilden eine Wärmebrücke:

1. Das Temperaturniveau im Untergeschoss wird durch die Aussentemperatur ebenfalls beeinflusst, was die Wärmeverluste durch die UG - Decke wiederum erhöht.
2. Die Decke des untersten beheizten Wohngeschosses (EG) ist mit der Aussenluft sehr gut "leitend" verbunden (Beton ist ein erstklassiger Wärmeleiter) und stellt daher eine der grössten, im Gebäude vorkommenden, Wärmebrücken dar.

Wird nun die Fassade nur bis zur Kellerdeck isoliert, so ist das für das Gebäude zwar energetisch wirksam, die Wärmebrückenwirkung wird aber verstärkt. Wird ausserdem die Kellerdecke isoliert, so ist das ebenfalls energetisch sinnvoll, die Wärmebrücke wird aber noch mal deutlicher.

3.1. Temperaturverhältnisse im oberflächennahen Erdreich

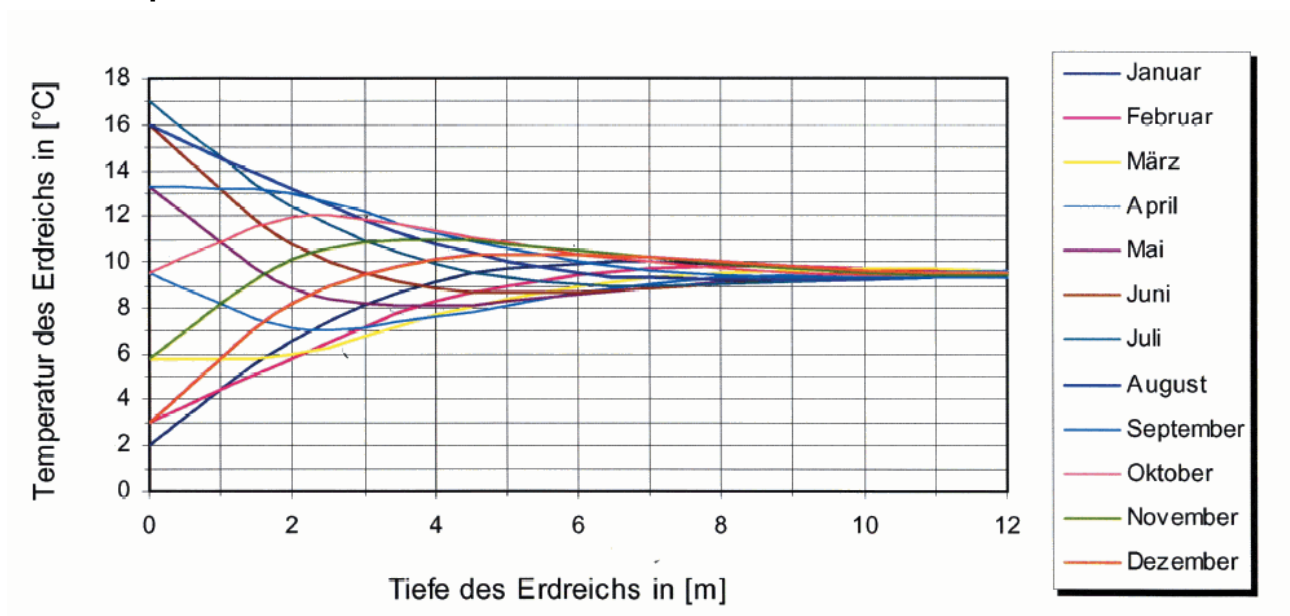


Abbildung 3-1: Monatliche Temperaturverläufe im ungestörten Erdreich (Quelle unbekannt)

Die meisten Untergeschosse reichen nur etwa 2 Meter unter Terrain (=oberflächennah). Die Temperaturverhältnisse im Erdreich mit zunehmender Tiefe können vorstehender Graphik entnommen werden.

Die Temperaturschwankungen sind natürlich direkt an, und wenige cm unter der Oberfläche, am grössten. Je tiefer desto gedämpfter und desto kleiner werden diese Temperaturschwankungen. Durch die thermische Trägheit des Erdreiches verschieben sie sich auch saisonal derart, dass das Erdreich in 6 m Tiefe im Januar etwas wärmer ist als im Juli. Ab 10 m Tiefe ist die Erdreichtemperatur dann konstant bei ca. 10 °C. Weiter "oben" beträgt das Mittel ebenfalls ca. 10°C, jedoch mit zunehmend grösseren saisonalen Schwankungen. Weiter "unten" nimmt die Temperatur dann ganz langsam zu (Wärmefluss aus dem heissen Erdkern).

Analysiert man die Temperaturen in der eigentlichen Heizperiode (November - März) in den ersten 2 Metern, so wird schnell klar, dass dann die mittlere Temperatur bei ca. 5°C liegt, also nur etwa 3°C über der mittleren Aussentemperatur in der gleichen Periode!!

3.2. Wärmeleitfähigkeit des Erdreichs

Darüber gibt es sehr viele wissenschaftliche Abhandlungen. Fazit: Im Normalfall ist die Wärmeleitfähigkeit des Erdreichs recht hoch (sonst würden Erdsondenwärmepumpen gar nicht funktionieren) und steht dem Wärmeübergang von einer ungedämmten Fassade gegen Aussenluft nicht viel nach!

3.3. Grössenordnung des Wärmeverlustes ins Erdreich

Aus den Temperaturverhältnissen (im Erdreich), der Wärmeleitfähigkeit, den durchschnittlichen Raumtemperaturen im UG und den reichlich vorhandenen Wärmebrücken wird schnell klar, dass der Verlust ins Erdreich zwar kleiner ist als jener eines voll beheizten Raumes gegen Aussenluft, jedoch in keinem Fall vernachlässigbar. Mit andern Worten: Falls die Fassadenteile voll beheizter Räume gegen Aussenluft mit 20 cm isoliert werden, dann muss man auch den Wärmefluss gegen das unbeheizte, aber wegen der Wärmebrückenwirkung keinesfalls "kalte" UG und/oder von dort gegen das Erdreich mit mindestens 10 cm isolieren.

3.4. Perimeterdämmung contra UG-Deckendämmung bei der Gebäudeerneuerung.

Meist befindet sich der (Beton-) EG-Boden (= UG-Decke) etwa 50 cm über Terrain. Die UG-Wände (ebenfalls Beton) sind als "Sockel" sichtbar. Darüber sind die Aussenwände Backstein verputzt.

Leider zu oft, wird nur die verputzte Aussenwand wärmedämmend. Dies äussert sich daran, dass der alte Sockel stark zurückspringt. Vielfach werden die Kellerdecken gedämmt, um den Wärmeverlust "nach unten" zu bremsen. Dies ist sicher nicht "falsch", die Wärmebrückenproblematik bleibt jedoch bestehen, bzw. verschärft sich noch.

Was ist also die optimale Strategie?

Ist es nicht besser, den Sockel und den Perimeter bis zum Fundament zu isolieren statt (nur) die UG-Decke?

Nachfolgend eine Darstellung der Varianten:

Variante 0: Ausgangslage - komplett unisoliert

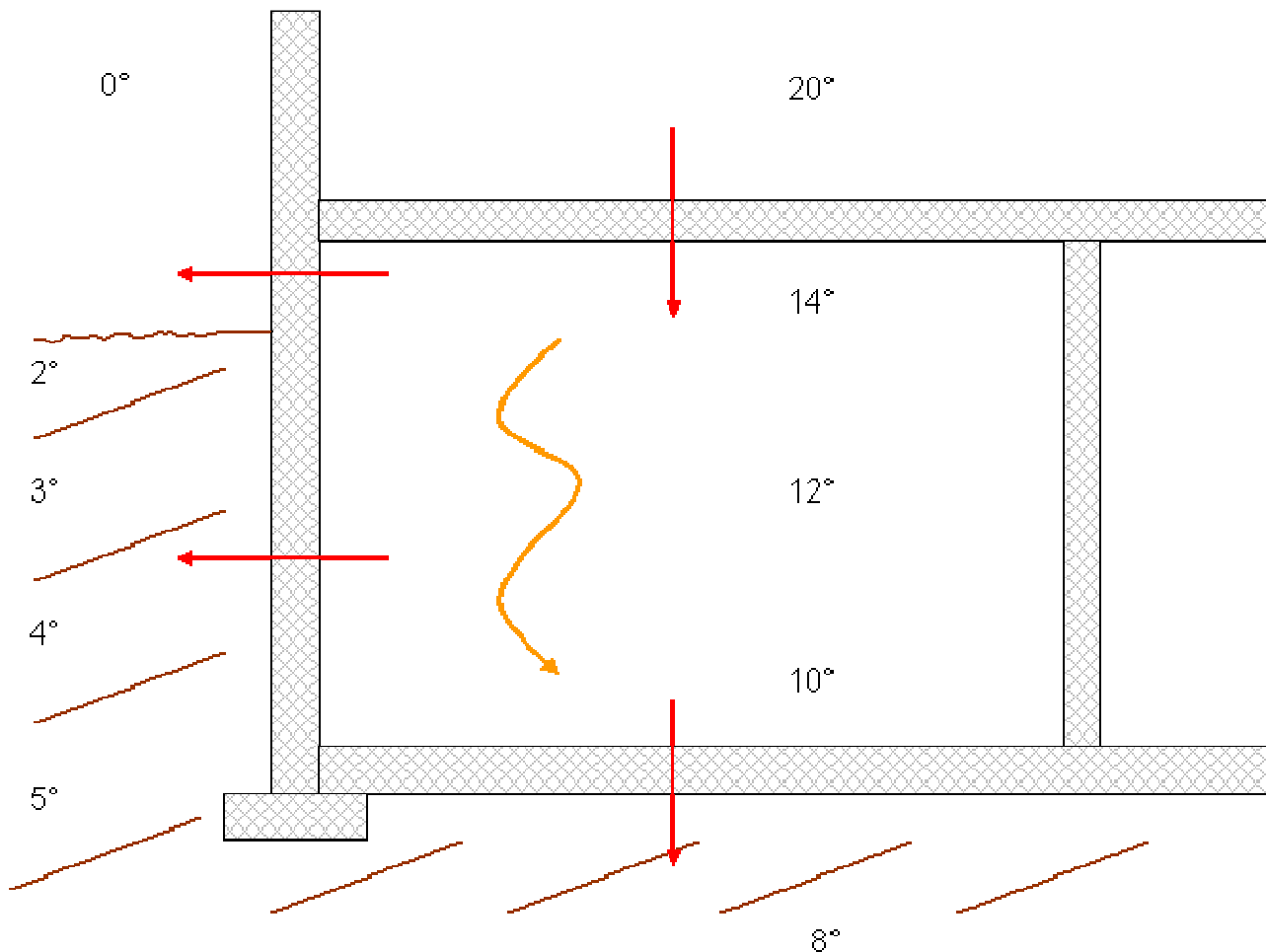


Abbildung 3-2: Unsanierte Situation im UG mit Erdreichtemperaturen

Ausgangslage:

- UG aus Beton, vollständig unisoliert, EG auf 20°C beheizt
- 0°C Aussentemperatur, Temperaturprofile im Erdreich

Folgen:

- 100% Wärmeverlust vom EG ins unbeheizte UG
- 100% Wärmeverlust durch den Sockelbereich "über Terrain"
- 100% Wärmeverlust von der UG-Aussenwand ins Erdreich
- 100 % Strahlungsaustausch zwischen UG-Decke und UG-Boden
- 100 % Temperaturschichtung (4 K); Mitteltemperatur 12°C

Der Verlust über die UG-Bodenplatte ist nachträglich "von Aussen" nicht mehr sanierbar. Hier bliebe nur eine bauphysikalisch heikle Innendämmung (bei UG-Beheizung jedoch "zwingend").

Variante 1: Übliche Passivhaus- bzw. Minergie-P Sanierung

- Fassadendämmung bis ins Erdreich.
- UG-Deckendämmung, evtl. kurze Flankendämmung.

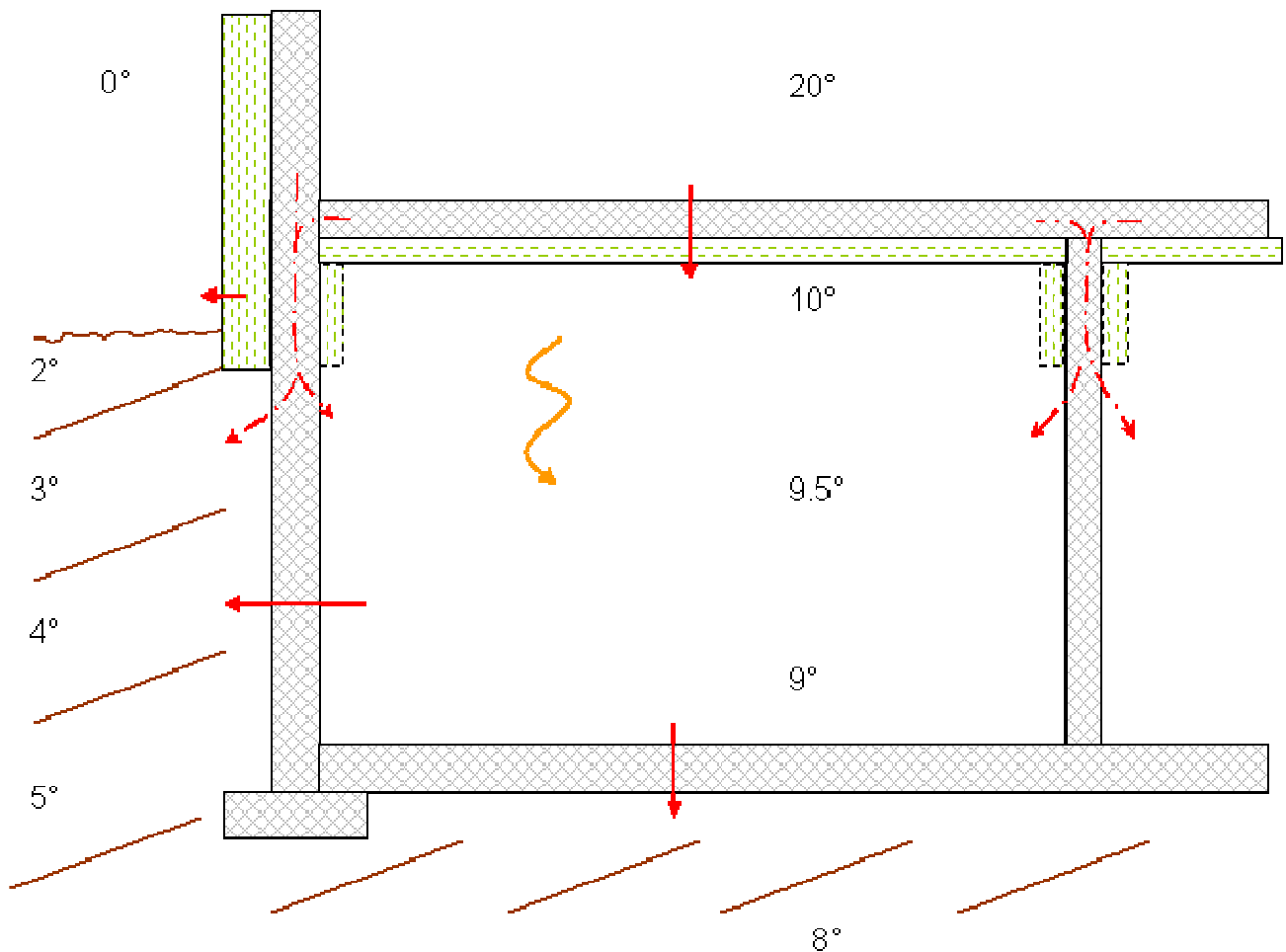


Abbildung 3-3: Übliche Passivhaus- bzw. Minergie-P -Sanierung

Vorteile:

- Sockel muss nicht bis zum Fundament gedämmt werden
- Tiefere Temperaturen im UG (Weinkeller, Fruchtelager) ist vorteilhaft für den Wärmeverlust gegen das unisolierte Erdreich

Nachteile:

- Tiefere Temperaturen im UG (Lager, Werkstatt, Eingangsbereich)
- Unansehnliche, aufwändige Flankendämmung der Wände "von innen".
- Mauerdurchfeuchtung, falls vorhanden, verschlimmert sich
- Alte Sickerleitungen, falls vorhanden, werden nicht saniert

Variante 2: Sockeldämmung und Perimeterdämmung bis auf den Fundamentstreifen

- Fassadendämmung bis ins Erdreich.
- Perimeterdämmung bis zum Fundamentstreifen.

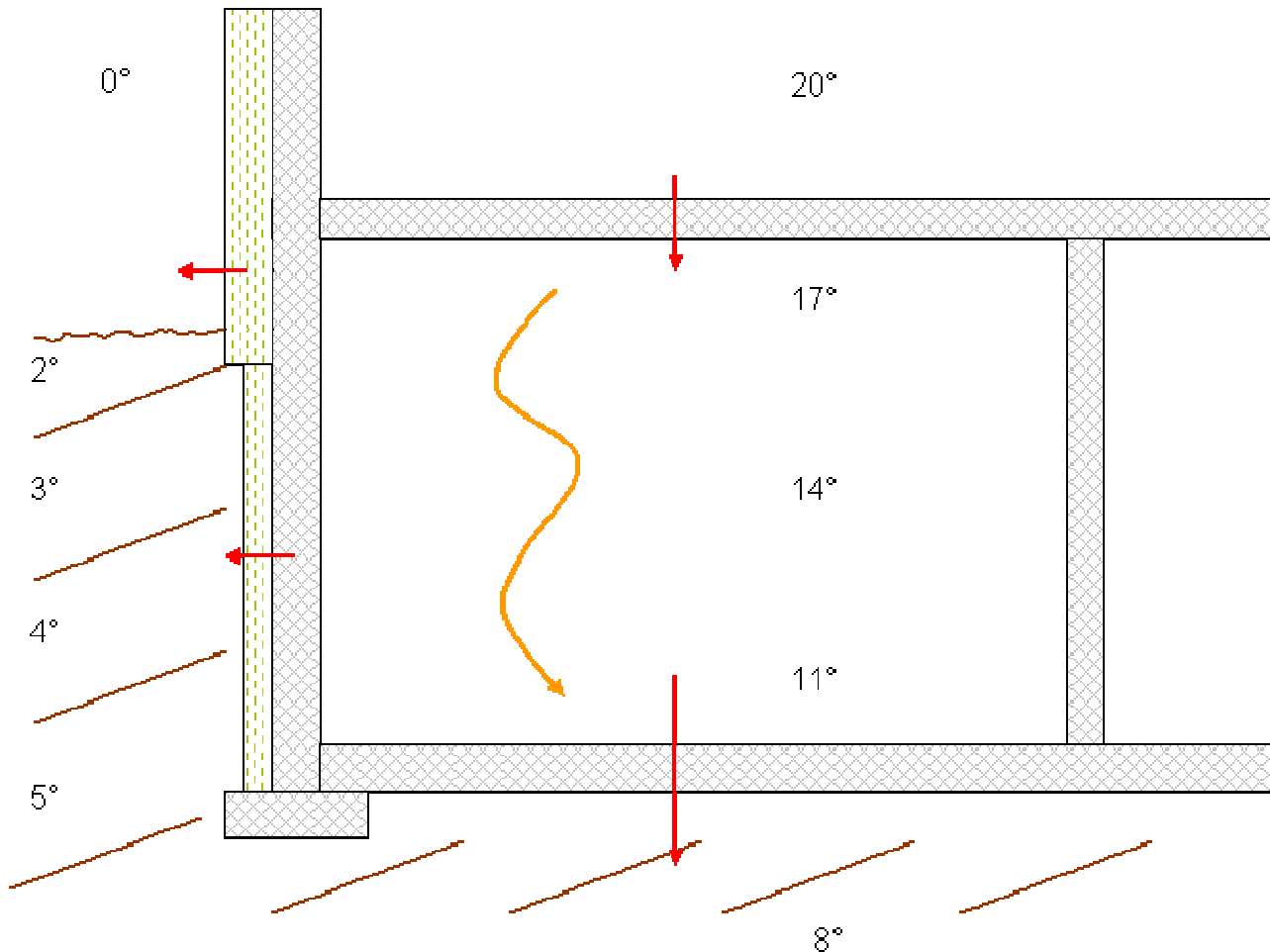


Abbildung 3-4: Sockeldämmung und Perimeterdämmung bis auf den Fundamentstreifen

Vorteile:

- Höhere Temperaturen im UG (Lager, Werkstatt, Eingangsbereich)
- Wärmebrücke entschärft
- Mauerdurchfeuchtung gelöst und Sickerleitungssanierung möglich (UG-Aussenmauersanierung möglich)
- Keine unansehnliche, aufwändige Flankendämmung der Wände "von innen"
- Keine, z.T. schwierige (Röhren), Deckenisolation des UG's.

Nachteile:

- Höhere Temperaturen im UG (ungünstig für Weinkeller, Fruchtelager). Leicht erhöhter Verlust durch die Bodenplatte.
- Aussenmauer muss bis zum Fundament (bzw. Sickerleitung) freigelegt werden.

Beide Lösungen sind möglich, Variante 2 "Perimeterdämmung" hat aber deutlich mehr Vorteile und sollte wenn immer möglich den Vorzug bekommen. Wie meistens ist die "bessere" Variante von den Erstellungskosten her etwas teurer (Grabarbeiten), jedoch ist der Nutzen (über viele Jahrzehnte) deutlich höher.

Ein "Nachteil" von Variante 2: Höhere Temperaturen im UG für Weinkeller und Fruchtelager, lässt sich leicht beheben, indem für diese (und nur für diese!) Räume Variante 1 (Deckenisolation ohne Perimeterisolation) zum Zuge kommt.

Manchmal ist es aber schlicht unmöglich, oder allzu aufwändig, die Aussenmauern unter Terrain freizulegen. In diesem Fall bleibt nur Variante 1. Da im vorliegenden Projekt aber die "guten" Lösungen beschrieben werden sollen, wird im Folgenden auf Variante 1 "Perimeterdämmung" näher eingegangen.

3.5. Sockel - Sockeldämmung

Wie aus obigen Ausführungen hervorgeht, muss der Sockel so oder so, mit der gleichen (oder ähnlichen) Dämmstärke gedämmt werden.

3.5.1. Wie weit unter Terrain?

Die eigentliche Sockeldämmung reicht mindestens ca. 20 cm unter Terrain und geht erst dann in die Perimeterdämmung über. Das ist, selbst wenn keine Perimeterdämmung folgt, wichtig und richtig, damit kein Oberflächenwasser unter die Dämmung gelangt und auch sonst keine Kleintiere. Ausserdem ist dann die kälteste Zone des Terrains gedämmt, was die Wärmebrückenwirkung schon etwas reduziert. Hierfür muss nur ein kleiner "Graben" ca. 40 cm (Breite und Tiefe) entlang der Fassade ausgehoben werden, was sogar "mit der Schaufel" relativ einfach ist. Natürlich könnten die vollen 20 cm Dämmung auch weiter hinunter gezogen werden, etwa bis 60 cm, falls dann keine Perimeterdämmung folgt.

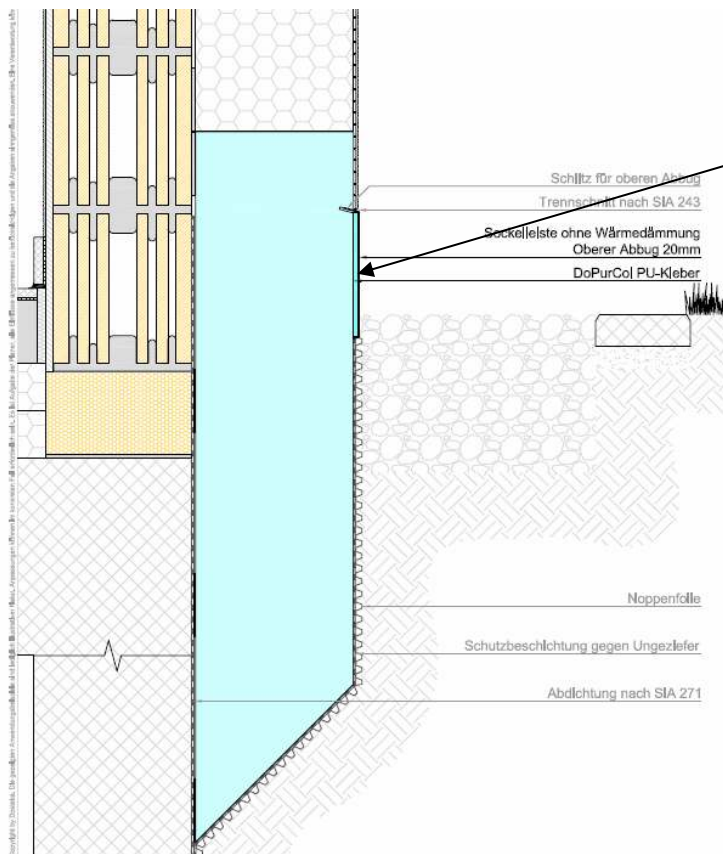
3.5.2. Aus welchem Material?

Unter Terrain (und 5-10 cm über Terrain) muss in jedem Fall verrottungsfestes und geschlossenzelliges Material verwendet werden, damit die Feuchtigkeit keine Probleme macht. Hier bieten sich Schaumglas oder *extrudiertes Polystyrol* an (letzteres wird häufiger verwendet). Es kann natürlich gleich der ganze Sockel mit diesem Material gedämmt werden.

3.5.3. Welcher Oberflächenfinish für den Sockel?

Man kann natürlich alles gleich verputzen und gleich malen wie den Rest der Fassade (wird häufig so gemacht - billiger), dies hat aber folgende Nachteile:

- Normale Fassadenputze und -farben sind für den Feuchtbereich (unter Terrain bis 10 cm über Terrain) nicht geeignet: Farbabplatzungen und Kalkausblühungen sind dort (nach der Garantiezeit...) zu erwarten. Fehlt ein Schlagregenschutz und reicht der Verputz bis ins Erdreich (aufsteigende Feuchtigkeit) so kommt es zu Folgeschäden.
- Der Sockelbereich (bis ca 50 cm über Terrain) ist stärker exponiert (Schläge usw.) als der Rest der Fassade. Die, auch für den Rest der Fassade, übliche Netzaarmierung ist hier ungenügend.
- Das Gebäude verändert definitiv optisch seinen Charakter wesentlich, wenn der Sockel "verschwindet". Dies könnte man durch eine andere Farbgebung im Sockelbereich zwar verhindern, die obigen Probleme bleiben.



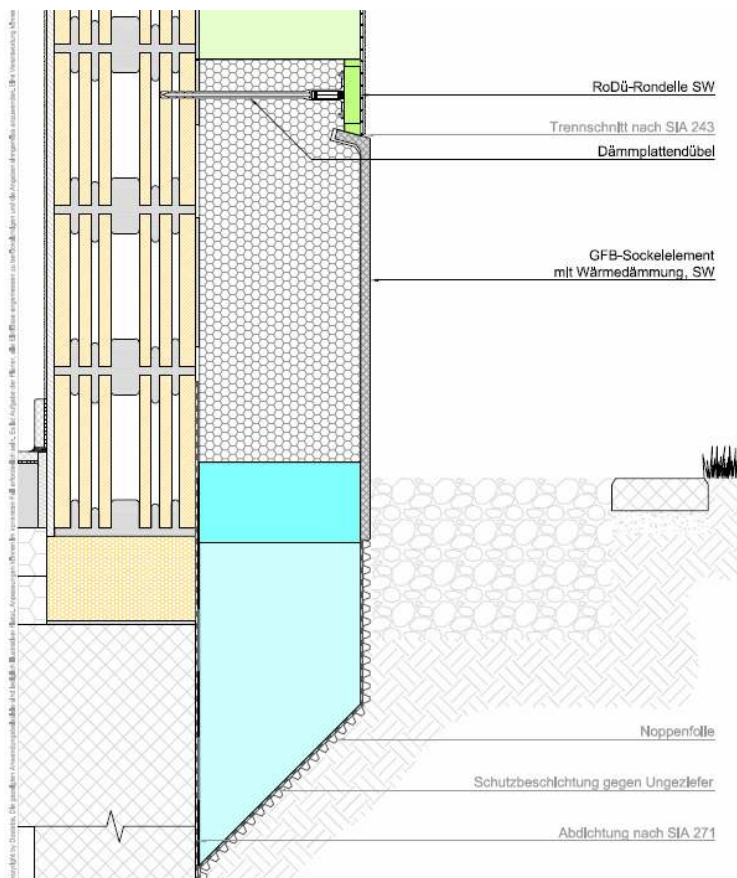
Dosteba AG, CH-8184 Bachenbülach, Tel. +41 (0)43 277 66 00, Fax +41 (0)43 277 66 11, dosteba@dosteba.ch AB.001.0801 1.008

Abbildung 3-5: Blechsockel (Dosteba)

Häufig wird im Feuchtbereich (Schlagregenschutz) daher ein schmaler Blechstreifen (Chromstahl, Kupfer oder Aluminium) anstelle des Putzes angebracht (manchmal wird mit einer solchen Blechabdeckung auch gleich der ganze Sockelbereich abgedeckt - was die Sockeloptik aber wesentlich beeinflusst).

Wichtig ist die schräge Abkröpfung oben. Sie verhindert, dass beim Übergang vom Blech auf den Putz Wasser eindringen kann.

Die "gute Lösung" für den Sockel ist ein Element, welches die Materialisierung des alten Sockels aufnimmt und die oben aufgeführten Nachteile vermeidet (siehe auch folgend).



Dosteba AG, CH-8184 Bachenbülach, Tel. +41 (0)43 277 66 00, Fax +41 (0)43 277 66 11, dosteba@dosteba.ch AB.001.0801 2.003

Abbildung 3-6: GFB-Sockel (Dosteba)

Die Firma Dosteba entwickelte auch dafür eine Abdeckung aus 12 mm Faserzement, betongrau eingefärbt. Die Elemente sind voll ausisoliert - im Feuchtbereich mit extrudiertem Polystyrol. Damit erhält man eine erhöhte Schlagsicherheit und Feuchtigkeitsbeständigkeit. Der Sockel ist als solcher weiterhin erkennbar ohne dass an der Wärmedämmung Abstriche gemacht werden müssen. Diese Sockelelemente werden vor der Fassadenisolation verlegt und bilden gleichzeitig deren (ausnivellierte) Basis mit den nötigen Übergängen schon "eingebaut". Kleiner Nachteil: Die Elemente werden in max. 125 cm Breite hergestellt, d.h. es entstehen Vertikale Fugen, die zwar mit Hybriddichtmasse ausgefüllt werden können, sie bleiben aber trotzdem "sichtbar".

Die abgeschrägte Dämmung unter dem Sockelelement, wird leider häufig weggelassen, was nicht empfehlenswert ist. Sie kann aber durch eine eigentliche Perimeterdämmung (siehe oben) ersetzt werden (→ Abbildung 3-11).



Abbildung 3-7: Vorfabrizierte und vor-konfektionierbare Sockelelemente aus Polystyrol mit Glasfaserbeton (GFB) Abdeckung (Dosteba)

Anschluss an Steinwolle (links) und EPS (rechts). Gut sichtbar ist der untere Teil aus hellblauem XPS sowie die obere, schräge Einphasung des GFB. Es sind gerade- und Eckelemente erhältlich.

Die Elemente können auf der Baustelle bearbeitet werden. Präziser ist jedoch die Vorkonfektionierung nach Plan oder Massaufnahme am Objekt und anschließende Fertigung im Werk.

Wie wichtig eine Sockeldämmung ist, dokumentieren folgende Bilder, welche mit einer Infrarotkamera bei 0°C Aussentemperatur aufgenommen wurden. Eine Infrarotkamera macht die, für das menschliche Auge unsichtbare, infrarote (IR)-Wärmestrahlung einer Oberfläche sichtbar. Bei gleichen Materialeigenschaften bezüglich Emissionsverhalten im IR-Spektrum, kann grob folgendes ausgesagt werden: Je "heller" die Farbe, (rot, gelb, weiss) einer Fläche abgebildet wird, desto wärmer die Oberfläche, desto mehr Wärme-Energie geht verloren. Umgekehrt verhält es sich mit dunklen Flächen (blau, schwarz) z.B. bei einer isolierten Fassade.

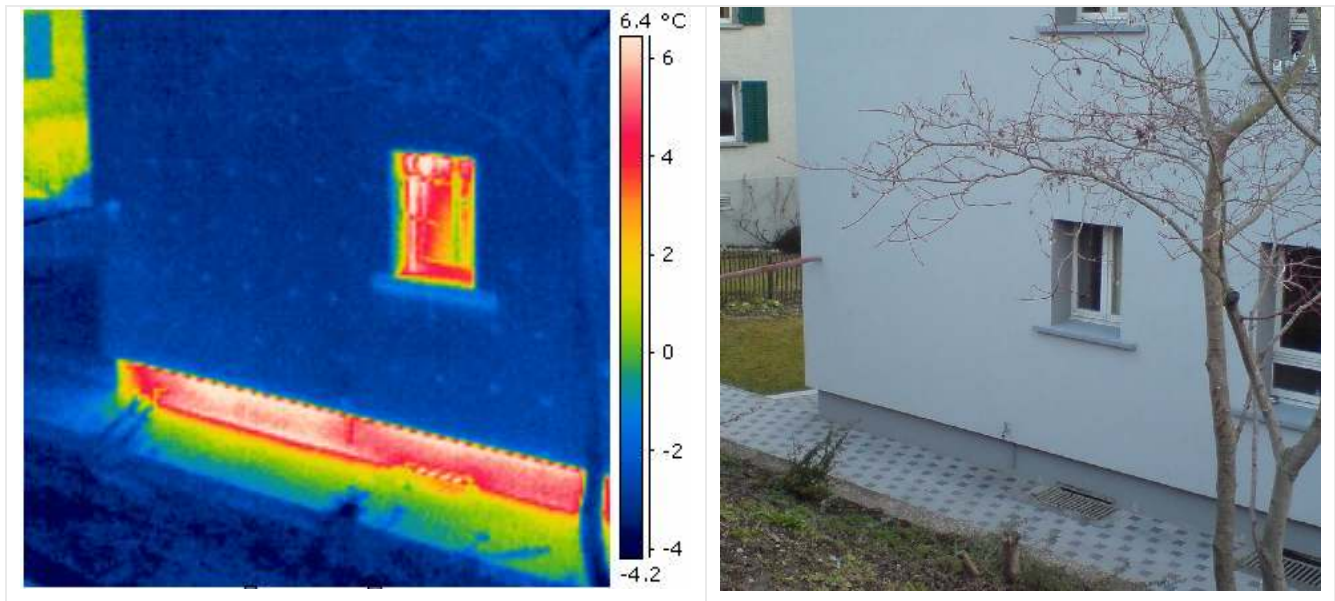


Abbildung 3-8: Fassade isoliert, Sockel jedoch nicht. Durch die sehr gute Wärmeleitung (Beton!) zwischen EG-Boden und UG Mauern ist der Sockel warm, auch wenn das UG selber unbeheizt ist.

Gut sichtbar sind die warmen Zonen im direkt anschliessenden Aussengelände, welche durch Wärmeleitung gleich mitgeheizt werden. In den isolierten Fassade sind regelmässige, helle, runde Kreise sichtbar. Sie stammen von den Plastikdübeln, mit denen die Isolation (nebst dem Klebemörtel) an der Wand befestigt sind (siehe auch Kapitel 8.3). Diese wurden zwar mit (zu) dünnen Isolationsrondellen vor dem Verputzen abgedeckt, eine relative Wärmebrücke bleibt. Ein besonders heller Fleck links an der Gebäudekante, deutet darauf hin, dass hier keine Isolationsrondelle eingesetzt wurde...

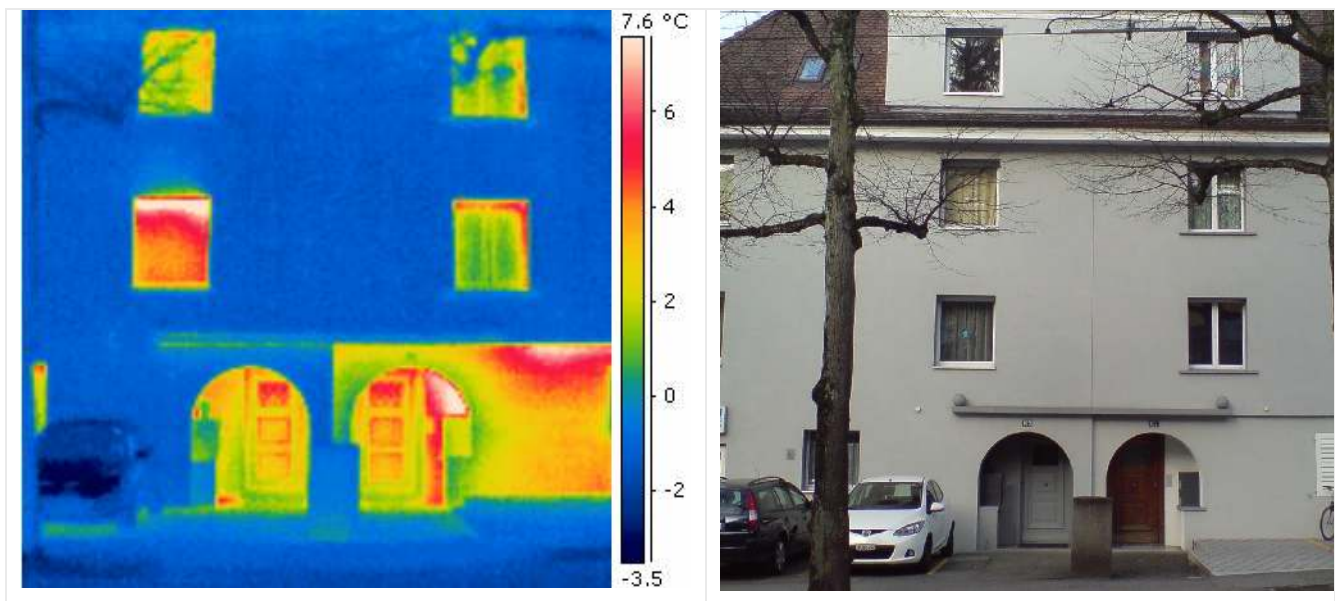


Abbildung 3-9: Doppel MFH-Haus: Der Eigentümer links lies seinen Sockel / UG-Bereich isolieren, der andere (rechts) nicht.

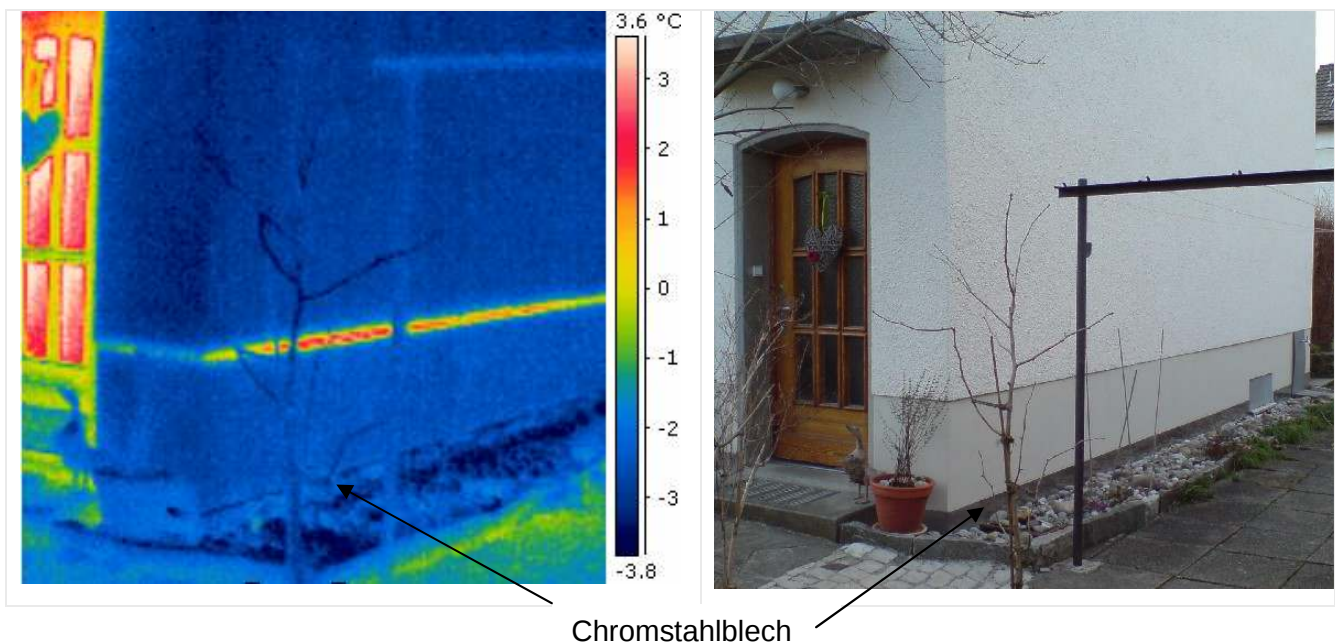


Abbildung 3-10: Isolierte Fassade und isolierter Sockel, unterschiedlich verputzt und gemalt.

Der Unterschied zu vor der Sanierung ist praktisch nicht erkennbar (rechtes Bild), ausser dass neu ein (wichtiger!) Chromstahlstreifen den unteren Abschluss bildet (= gute Lösung), der den Verputz in bodennahen Bereich ersetzt (Feuchtigkeit und mechanische Beanspruchung).

Nicht ganz optimal ist hingegen der Übergang zwischen dem oberen Fassadenbereich und dem Sockelbereich, welche nur im IR-Bild (dort aber sehr deutlich...) sichtbar wird. Dies könnte, ohne nähere Kenntnis der Umstände, evtl. auf eine mangelhafte Montage / Ausführung hindeuten.

3.5.4. Aussparungen - insbesondere für Abgasleitungen

Wie auch an der Fassade selber, ist auch der Sockel selten eine homogene Fläche. Anschlüsse an Türschwellen, Kellerfenster usw. sind die Regel und problemlos (aber mit Sorgfalt...) realisierbar. Eine Besonderheit sind runde Ausschnitte, wie sie für die heute meist üblichen Abgasleitungen von kondensierenden Heizkesseln (im UG) üblich sind. Diese sind im besten Fall "gerade" in vielen Fällen aber auch in einem Winkel von 30 oder 45 ° "schräg" nach oben, um vom UG nach aussen zu gelangen.

Bestehende Abgasleitungen sind meist nahe an der alten Fassade, so nahe, dass sie in 20 oder mehr cm Isolation problemlos "eingepackt" und damit optisch zum verschwinden gebracht werden können. Auch eine neue Abgasleitung, welche gleichzeitig mit der Fassadenisolation erstellt wird, kann grundsätzlich so realisiert werden. Aus *feuerpolizeilichen Gründen* sind diese aber nur in (unbrennbare) Steinwolle gestattet. Zumindest jenes Sockelelement bzw. die Fassade müssen diesem Bereich aus Steinwolle realisiert werden. Solche "Einlagen" sind in den Sockelelementen auf Bestellung lieferbar. Die Putz- und Inspektionsöffnung muss in jedem Fall nach aussen geführt werden, eine Bohrung im Sockelelement ist also, wie auch im Fall, dass die Abgasleitung "ausssen" an der neuen Fassade geführt wird, nötig.

Hinweis: Es ist auf jeden Fall ratsam, die Kernbohrung in der Aussenmauer für eine (spätere) Abgasleitung vor der Isolation des Sockels zu realisieren, da die Kernbohrmaschine nicht an der Isolation befestigt werden kann!! Die Hersteller der Sockelelemente sollte diese sch "gebohrt" liefern (und über diese Möglichkeit verfügen). Da für Gasheizungen, aus Gründen der Energieeffizienz, kondensierende Geräte mit Abgasleitung bereits Vorschrift sind (und dies vermutlich auch bald für Ölheizungen gelten wird) ist abzusehen, dass eine Abgasleitung früher oder später kommen wird!

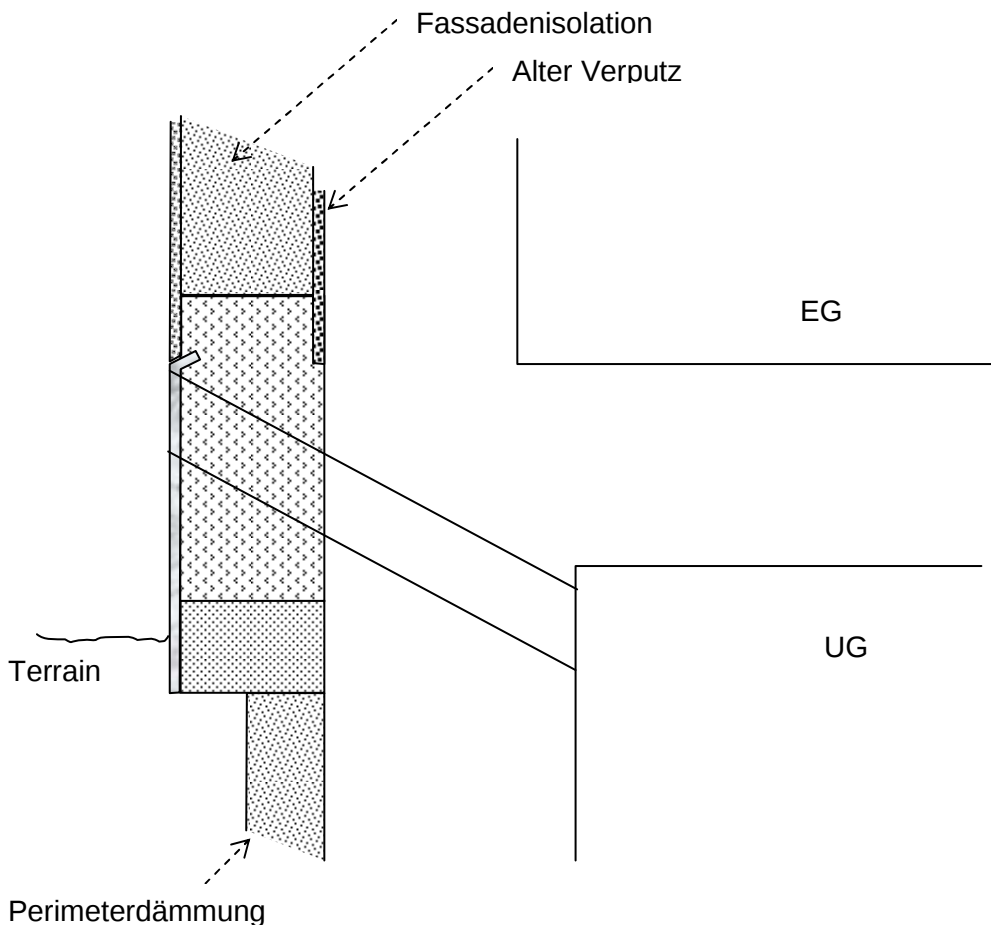


Abbildung 3-11: Skizze Sockelaussparung und Kernbohrung für eine Abgasleitung.

Das Erstellen einer massstäblichen Situationsskizze ist das Minimum, um sowohl die Kernbohrung ausssen an der alten Mauer "richtig" anzusetzen, als auch für den Sockelelementlieferanten um die Aussparung zu realisieren, sodass (im besten Fall...) beides nach der Montage (einigermassen) fluchtet, mindestens soweit, dass das Abgasrohr später problemlos durch geht.



Abbildung 3-12: Kernbohrung im Sockel

Hinweis: Die Bohrkrone muss für Bohrungen im Beton mit Wasser gekühlt werden, was beim "Ansetzen" aussen und beim Durchbruch innen eine ziemlich grosse "Schweinerei" macht und auch zu kleinen Wasserschäden führen kann. Eine entsprechende Abdeckung mit Bauplastik ist empfehlenswert.

Wird die entstandene Aussparung nicht unmittelbar verwendet, ist es ratsam, diese zu verschliessen, am besten mit einem runden Schaumkern, wie er im Handel erhältlich ist.



Abbildung 3-13: Runde, 45° steigende Aussparung (siehe Abbildung 3-11) für ein Abgasrohr mit Verschlusskern aus Schaumstoff.

Äussere Abdeckung aus Chromstahl (hier mit Abdeckfolie für das Verfugen).

Die Fassade und der Sockel sind bereits fertig wärmegeklämt, das Sockelelement im Bereich der Bohrung mit Steinwolle ausgekleidet.

Nachdem aus den vorhergehenden Unterkapiteln klar geworden ist, dass eine Perimeterdämmung die beste und nachhaltigste Lösung darstellt (aber auch die aufwändigste..), soll dies nachfolgend detaillierter beschrieben werden.

Zusätzlich ausschlaggebend für einen Entscheid pro Perimeterdämmung könnten sein:

3.5.5. Feuchtigkeitsschäden an den Aussenwänden im UG

Flecken/Verfärbungen, Schimmel, Abplatzung des Putzes oder des Anstriches, Kalkausblühungen.

Kalkausblühungen sind weisslich und von feiner Körnigkeit. Sie entstehen durch Feuchtetransport von der Mauer in den UG-Raum. Diese Feuchtigkeit kommt entweder von unten durch das Fundament oder aus dem an die Wand angrenzenden Erdreich. Letzteres hat dann die grösste Ursachenwahrscheinlichkeit, wenn:

- Die UG-Aussenmauer keinen (oder einen schadhaften) äusseren wasserdichten Anstrich hat. Dieser ist meist schwarz (teerhaltig) und daher gut erkennbar, wenn die ersten Centimeter Erdreich entfernt werden.
- Eine Sickerpackung fehlt. Diese besteht meist aus einer vertikalen Schicht Geröll (etwa 40 cm breit) welche bis ans Fundament zur Sickerleitung reicht (es könnten aber auch Sickerplatten aus Beton oder - neueren Datums - aus XPS sein).
- Die Sickerleitung fehlt oder nicht durchgängig ist (Wurzeln, eingeschwemmtes Erdreich) und/oder defekt (eingedrückt) ist. Die Sickerleitung muss so oder so "gespült" werden, damit der Wasserabfluss sichergestellt ist. Wenn der Spülstutzen irgendwo nicht durchkommt ist die Wahrscheinlichkeit, dass die Sickerleitung dort defekt ist, gross.

Nun kann es durchaus sein, dass sowohl eine Sickerleitung als auch eine Sickerpackung vorhanden ist, die Mauer aber keinen wasserdichten Anstrich hat und zudem nicht "gut" betoniert wurde. Gerade im Bauboom nach dem 2. Weltkrieg war Zement sehr teuer und knapp, so wurde oft damit gespart - der Beton wurde zum "Magerbeton", welcher Wasser ausgezeichnet leitet... "Gut betonieren" heisst aber auch "gut vibrieren", damit der Beton "dicht" ist und keine Luftlöcher zwischen dem Betonkies bleiben, die sich nach und nach mit Wasser füllen. Gute Vibriergeräte waren nach dem 2. Weltkrieg, wenn überhaupt vorhanden, dann jedenfalls teuer, so dass sich manch ein Unternehmer mit "stampfen" begnügte, was statisch für eine UG-Mauer von genügender Dicke, gerade noch ging, jedoch nicht als Feuchtigkeitsbarriere taugte. Da Feuchtigkeiterscheinungen meist erst Jahre nach dem Bau auftreten, sind die Unternehmer nicht mehr haftpflichtig... den Schaden hat der Eigentümer! Heutzutage ist eine gute Betonqualität *und* ein Schwarzanstrich *und* eine Drainageschicht üblich. Bei bestehenden, älteren Bauten jedoch nicht.

Es kann aber auch alles "gut" sein und trotzdem Feuchtigkeiterscheinungen an den UG Wänden geben, dies deshalb, weil diese kalt und die Luftfeuchtigkeit (z.B. Waschküche) hoch ist. Auch in diesem Fall ist eine Perimeterdämmung *die* Lösung, da danach die Aussenmauern höhere innere Oberflächentemperaturen aufweisen, und daher auch eine erhöhte Raumluftfeuchtigkeit kein Problem mehr ist.

Hinweis: Es gibt auch "Sperr-Putze" die innen aufgetragen werden, und so das Problem (besten Falls) scheinbar lösen. Diese, vor allem kostengünstige, Methode hat jedoch gewichtige Nachteile: Die Aussenmauer bleibt nach wie vor "feucht", bzw. wird noch feuchter als vorher, da die Feuchtigkeit nicht mehr nach innen entweichen kann. Die langfristige Haftung dieser "Sperr-Putze" ist unter diesen "Umständen" zumindest schwierig (auch wenn die Anbieter das Gegenteil behaupten) - lassen sie sich eine 5-Jahres (oder mehr) Garantie geben!

Hinweis: Eine gewisse Portion Feuchtigkeit kann auch durch die so genannte Kapillarwirkung von unten durch das Fundament in der Mauer aufsteigen. Dieser Anteil wird durch einen fachgerechten, äusseren Mauer-Feuchtigkeitsschutz gegen das Erdreich zwar nicht automatisch verhindert, kann sich aber wesentlich verbessern (Sickerleitung). Ob überhaupt Feuchtigkeit über die Fundamente aufsteigt, lässt sich dadurch feststellen, dass Feuchtigkeiterscheinungen auch an UG-Innenwänden auftreten, an denen die Feuchtigkeit nur "von unten" kommen kann. Aber selbst dann sind spezifische und teure Massnahmen (Harzinjektionen über dutzende von Bohrlöchern) gegen aufsteigende Feuchtigkeit nicht zwingend, da in vielen Fällen ein fachgerechte Sanierung der Aussenwände (inklusive Sickerleitung) das Problem vollständig zum Verschwinden bringt.

3.5.6. Sickerleitungen - Sickerpackung

Die Sickerleitung besteht aus einem Rohr (früher meist Beton, neuerdings Kunststoff) und ist dazu da, an den Aussenmauern anstehendes Wasser (Regen, Hangdruck) abzuleiten. Sie ist daher immer mit "Gefälle" verlegt und am tiefsten Punkt meist mit der Kanalisation verbunden. Unter der Voraussetzung, dass sie weder defekt noch verstopft ist, braucht sie zwei Voraussetzungen um zu funktionieren:

- Eine funktionierende, d.h. nicht verstopfte, Drainageschicht entlang der Aussenmauer. Gerade bei lehmigen Böden ist dies kritisch (und jedem Geologen bekannt), da über Jahrzehnte feine Schwemmteile aus dem Lehm in die Drainageschicht geschwemmt werden und diese schlussendlich verschliessen...!! Heute werden daher so genannte Sickerflüsse (eine Art Filtermatte) verwendet, um diesen Prozess zumindest stark zu verzögern.
- Eine richtige "Einbettung" der Sickerleitung in ein leicht V-förmiges Betonbett, das so breit ist wie die Sickerpackung und das Wasser zu den Löchern in der oberen Hälfte der Sickerleitung führt. Dies ist ausserordentlich wichtig, weil: 1. stabilisiert das Betonbett die Sickerleitung gegen Setzbewegungen und 2. kann das Sickerwasser so nicht "an der Sickerleitung vorbei sickern" und die Sickerleitung damit weitgehend wirkungslos machen. Das Wasser gelangt so zu den Fundamenten, von wo es kapillar in den Wänden wieder aufsteigt.....

Wenn also:

- die UG- Mauern feucht sind
- Nicht sicher ist ob die Sickerleitung richtig eingebettet ist und zusammen mit der Drainageschicht optimal funktioniert

dann ist das Freilegen der Aussenmauern sowieso angezeigt, damit diese nach allen Regeln der Kunst (und vor allem dauerhaft) vor Feuchtigkeit geschützt werden können. Das Anbringen einer Perimeterdämmung ist dann gleichzeitig ebenfalls möglich, womit auch die thermische Problematik gelöst ist.

3.5.7. Aushub

- Ist oft nur schon wegen der Zugänglichkeit eine Herausforderung. Ein Bagger muss dort arbeiten können, Aushub für das spätere Wiederauffüllen gelagert, unbrauchbares Material abgeführt und neues hingeführt werden können. Der Bagger sollte zudem klein und wendig, jedoch gross genug sein, damit er bis zur Sickerleitung ausheben kann. Ist das nicht möglich, so verbleibt meistens der Handaushub für den letzten halben Meter als einzige Variante, was aber auch den Vorteil hat, dass die Sickerleitung eher intakt bleibt.
- Die etwa 2 Meter tiefe Grube muss entweder gesichert und / oder als Böschung ausgeführt werden können.
- Alte, unterirdische Betonverbauten (Lichtschächte, Klärgruben usw.), aber auch oberirdische (Türauftritte usw.), sollten wegen der Zugänglichkeit zur Sickerleitung und den Wärmebrücken, vollständig entfernt werden, was ganz schön aufwändig werden kann. Die Abdichtung und die Perimeterdämmung sollten auf einer durchgehenden einigermaßen planen Fläche aufgebracht werden können.



Abbildung 3-14: Abspitzen eines alten Lichtschachtes.

Schalbretter als Schutz des Kellerfensters.

Der Betonbruch kann später als Sickerkermaterial verwendet werden (Recycling auf der Baustelle!)

Alte Drainageschichten, meist etwa faustgrosses Geröll, sollten bis zur Sickerleitung vollständig entfernt werden. Ist das Geröll stark verdeckt (Lehm), so muss es (auf der Baustelle "von Hand") gereinigt werden - eine Möglichkeit für "Eigenleistung".. oder abgeführt und durch neues ersetzt werden.

3.5.8. Vorbereitungsarbeiten

Ist die freigelegte Aussenmauer einigermaßen intakt, kann man "von Glück reden"... Es kann aber durchaus sein, dass diese partiell schadhaft ist (z.B. ausbrechende Kiesnester oder offene Rohrdurchführungen), weil damals bei der Erstellung unsorgfältig gearbeitet wurde (Bauleitung?) und auch die damalige Bauherrschaft nichts bemerkte, da ja gleich wieder aufgefüllt wurde (aus den Augen aus dem Sinn). Solche Schadstellen müssen mit "glasfaserhaltigen Spezialmörtel für Betonsanierungen" sorgfältig ausgebessert werden, so dass eine gleichmässige, "betondichte" Oberfläche entsteht.



Abbildung 3-15: Schadhafte Beton-UG-Aussenwand unter Terrain.

Kein "Wunder" dass eine solche Mauer durchfeuchtet...

Blick in die Grube:

links oben: Alter Sockelputz

rechts oben: einigermaßen intakte Betonoberfläche

rechts unten: Grubenböschung (hier aus Lehm, welcher die alte Sickerpackung verstopfte



Abbildung 3-16: Offener Rohrdurchbruch in der Aussenwand.

Welcher damals vermutlich nachträglich angebracht wurde um die Sickerleitung (im Bild) mit der Kanalisation zu verbinden und danach einfach "vergessen" ging...

mitte: Einlaufschalung für den Fliesmörtel

unten: Fehlendes Betonbett für die Sickerleitung! Sichtbar ist die, vollständig mit Lehm versetzte Geröllpackung, in die damals "einfach" die, so weitgehend wirkungslose, Sickerleitung eingelegt wurde.



Abbildung 3-17: Abspitzen des "Einlauftrichters"

fluchtend mit der Wand. Dazu muss der Fiesbeton nur gerade soweit "angezogen" haben, dass die Abschalung entfernt werden kann. Danach sofort den Überstand von Hand "abspitzen", noch bevor er ausgehärtet ist. Nachher nur mit maschinellem Schlaghammer möglich, was die Sickerleitung gefährden könnte.



Abbildung 3-18: "Vergessener" Mauerdurchbruch für die Dachwassereinleitung

unten mitte : Geröllpackung

unten rechts: Sickerleitung

Hier muss nach dem gleichen "Muster" wie oben saniert werden: Kleine Einlaufschalung improvisieren und halbharten Mörtel abspitzen

Nachdem die "groben Löcher" in der Mauer gefüllt und gut verschlossen sind, werden die Kiesnes-
ter mit einem Betonsanierungs-Spezialmörtel ausgespachtelt. Am Schluss wird der Spachtel dann
noch grossflächig aufgezogen, um eine ebene und geschlossene Fläche zu erhalten



Abbildung 3-19: Verspachtelte, sanier- te UG-Aussenmauer

Im oberen Bereich war die Betonober-
fläche noch "passabel" und musste
daher nicht überspachtelt werden.

Rechts unten ist die alte Betonstruktur
eines schon lange stillgelegten Klär-
grube sichtbar, welche direkt an der
Aussenmauer (Wärmebrücke) war und
daher soweit abgespitzt wurde, dass
die Mauer und die Sickerleitung zu-
gänglich wurde.



Abbildung 3-20: Einlaufbett für Sicker- leitung

Hat die Sickerleitung kein Betonbett
(wie im Beispiel), so muss dieses jetzt
soweit nachgeholt werden, dass si-
chergestellt ist, dass alles Sickerwas-
ser auch an die Löcher im oberen Drit-
tel der Sickerleitung herangeführt wird
und nicht mehr in den ca 20 cm zw-
ischen Mauer und Sickerleitung ver-
schwinden kann!



Abbildung 3-21: Wasserschutzanstrich der UG Mauer

Als nächstes gilt es, den Beton unter
Terrain dauerhaft vor Feuchtigkeit zu
schützen, z.B. mit einem bituminösen
Anstrich. Einkomponenten (1K)-
Anstriche sind stark lösemittelhaltig, in
engen Baugruben nicht ganz unprob-
lematisch (Ohnmacht)! Es gibt auch
teurere zweikomponenten (2K) -
Systeme, welche mit Härter ange-
mischt werden und nur wenig Lö-
sungsmittel enthalten. Solche hoch-
wertigen Anstriche (Brückenbau) ge-
nügen als alleiniger Schutz, vor allem
bei guter, darunter liegender Beton-
mauerqualität.



Abbildung 3-22: Anbringung einer zusätzlichen wasserdichten Schutzschicht auf den UG-Aussenmauern.

Im Beispiel wurde dieser Weg gewählt. Starke Dachbitumenbahnen werden aufgeschweis (dafür ist ein 1K Bitumenanstrich als Grundlage - Haftprimer nötig). Die Mauer ist nachher "dicht" wie ein Dach. Das Aufbringen ist schwierig und "heiss", da die Bitumenbahnen mit dem Bunsenbrenner angeschmolzen und danach regelmässig angedrückt werden müssen, was in der engen Baugrube schwierig ist! Daher kann nach dieser Erfahrung eigentlich nur der hochwertig 2-K Anstrich und ein Verzicht auf die Dachbahn empfohlen werden.

3.5.9. Kellerfenster und Lichtschächte

Bevor (nach dem Betonschutz) der Perimeter gedämmt werden kann, müssen die Details um das Kellerfenster gelöst werden.

Prinzipiell gelten die selben Grundsätze wie bei den oberirdischen Fenstern (siehe Kapitel Fenster).

- Die Fenster müssen in, oder gerade angrenzend an, die Isolationsebene angeschlagen werden. Da die alten Fenster meist, zumindest dämmtechnisch, "schlecht" sind und daher ersetzt werden, können sie gerade auf das richtige "Mauermass" aussen in der Nische bestellt werden.
- Keine Wärmebrücken: Die Fensternische stellt zwar, wenn das Fenster aussen angeschlagen wird, keine Wärmebrücke mehr dar, jedoch münden UG-Fenster meist zwangsläufig in einen Lichtschacht. Alte, direkt an die Mauer betonierte Lichtschächte (=Wärmebrücke) müssen daher entfernt (siehe *Abbildung 3-14*) und nach dem Anbringen der Perimeterdämmung, welche ja über den Fensterahmen des Kellerfensters reicht, wieder angebracht werden.

3.5.10. Kellerfensterqualität

Ausgehend von dem häufigsten Fall: UG unbeheizt und wechselnden Feuchtigkeitsbelastungen ausgesetzt, empfiehlt sich hier Kunststofffenster einzusetzen. Die Dämmwerte (U-Werte) des Rahmens und der Verglasung müssen dabei (unbeheizt = reduzierte Innenraumtemperatur) nicht ganz die Spitzenwerte eines oberirdischen Fensters erreichen. Eine gute 2-fachverglasung (U-Wert 1.1) und eine mittlere Rahmendämmqualität sind ausreichend. Ein etwas besserer Lichttransmissionsgrad ist der Vorteil (und im Lichtschacht wichtig). Ausserdem soll auch hier der Rahmenanteil minimiert werden (z.B. neu 2-teilig statt alt 3-teilig).

3.5.11. Fenstereinbau

Er unterscheidet sich von der oberirdischen Variante insofern, als die äussere Luftdichtigkeitsebene gleichzeitig wasserdicht sein muss, es sollten also entsprechende Bänder zum Einsatz kommen.



Abbildung 3-23: Altes Kellerfenster

Noch am "alten" Ort angeschlagen. Sturz (oben) und Leibung (seitlich) bleiben, nur der äussere Sims wurde abgespitzt, in diesem Fall derart, dass er auf den Innensims (im Endzustand) ausgerichtet ist.

Auf die bituminöse Mauerschutzschicht ist bereits ein (hellgrauer) Primer aufgetragen, damit das Dichtungsband besser haftet.



Abbildung 3-24: Blick in die "lehmige" Baugrube durch das bereits entfernte Kellerfenster (Waschküche).

Gut sichtbar: Der Anschlagsfalz des alten Fensters.



Abbildung 3-25: Neues Kellerfenster

Am neuen Ort angeschlagen, bündig mit der Aussenmauer, mit breitem Dichtungsband und bereit für die Perimeterdämmung, welche (10 cm XPS) gerade hochgezogen und mit Bitumenkleber aufgebracht wird. Eine zusätzliche Befestigung (Isolationsdübel) ist hier nicht nötig, da später der Anpressdruck des Erdreiches dafür sorgt, dass alles am Ort bleibt.

3.5.12. Perimeterdämmung und Hinterfüllung



Abbildung 3-26: Perimeterdämmung

Hier aus XPS. Jetzt könnte direkt mit dem Hinterfüllen begonnen werden, jedoch müsste dann die Geröllschicht als Drainage zwingend eingebracht werden. Eine Noppenfolien- Abdeckung (unten) schützt nicht nur die Perimeterdämmung vor dem Eindringen durch das Geröll, sie stellt auch eine Drainage dar, womit des Geröll zwar immer noch empfehlenswert, aber als Drainage nicht unbedingt nötig ist.



Abbildung 3-27: Noppenfolie als Drainageschicht und Schutz der Perimeterdämmung

Wird bahnenweise aufgebracht. Vorteilhaft ist hier die vertikale (überlappende) Verlegung. Die Bahnen werden oben mit Überstand an der Mauer mit Plastikdübeln befestigt, damit sie beim Hinterfüllen nicht nach unten gezogen werden. Zusätzlich werden weisse, schraubenähnliche Kunststoffhalter direkt in die Isolation geschraubt.



Abbildung 3-28: Auffüllen mit Betonbruch als Sickerschicht

Die erste, etwa 40 cm starke, vertikale Verfüllschicht ist aus Sickermaterial, entweder aus Geröll oder (ebenso gut, wenn nicht besser) etwa faustgrosser Betonbruch aus dem Abspitzen des Lichtschachtes oder anderer Strukturen. Wichtig ist, dass kein "Feinmaterial" (Betonmehl vom Spitzen) dabei ist, welches die Zwischenräume verstopfen könnte, durch welche ja das Wasser abfließen soll.



Abbildung 3-29: Auffüllen mit Geröll und Wandkies

Geht der Betonbruch zur Neige, kann die Sickerschicht mit altem, vom Lehm gesäuberten Geröll fortgesetzt werden und, falls auch dieser zur Neige geht, neues Geröll gebraucht werden. Jenseits der Sickerschicht wird die Grube mit "Wandkies" aufgefüllt (eine gut und günstig erhältliches, übliches, sickerfähiges Aushubmaterial).

Die Schalbretter zwischen Geröll und Wandkies sind eine mobile Hilfseinrichtung, damit sich die beiden Materialien nicht beim Einfüllvorgang (Bagger) vermischen. Sie werden mit dem

Einfüllen (rechtzeitig! höchstens 1/3) immer wieder nach oben versetzt und am Schluss entfernt.

Der ursprünglich Aushub - falls vor allem Lehm - darf auf keinen Fall wieder verendet werden, da er nicht sickerfähig ist und abgeschwämmte Lehmartikel über die Jahre alles (wieder) verstopfen würden.

3.5.13. Lichtschacht

Wie schon weiter oben erwähnt, müssen (sollten) beim Anbringen einer Perimeterdämmung alte, an die alte Mauer direkt anbetonierte Lichtschächte wegen der Wärmebrückenwirkung entfernt werden. Der neue Lichtschacht kann dann wärmebrückenarm auf der Isolation angebracht, bzw. nach hinten an die alte wand verankert werden. Aber welcher und wie?

Auch bei Neubauten werden Lichtschächte heute nicht mehr vor Ort betoniert, sondern kommen als Fertigelement(e) auf die Baustelle: Es gibt dabei grundsätzlich zwei Möglichkeiten:

Lichtschacht aus armiertem, vorgefertigten Betonelementen:

Die am häufigsten verwendete Variante, Die Elemente sind mehrteilig, stapelbar und können mit speziellen Abstandhaltern/Verankerungen auch wärmebrückenarm auf eine Perimeterdämmung versetzt werden.

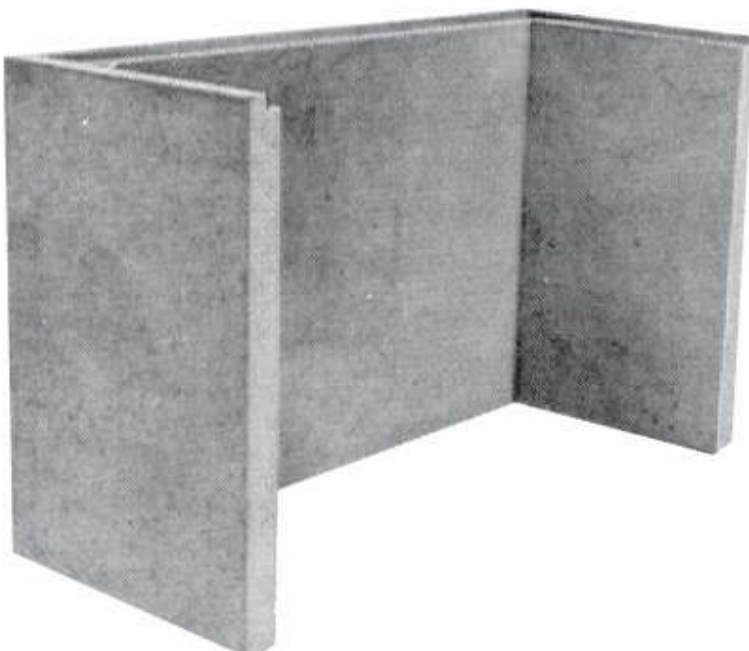


Abbildung 3-30: Lichtschacht als Betonelement (Creabeton)

U-Elemente, für höhere Lichtschächte stapelbar, auch mit "Boden" erhältlich. Elemente relativ schwer und nicht von Hand versetzbar.

Lichtschacht aus Kunststoff:

Diese werden in zunehmendem Masse verwendet. Sie sind leicht (von Hand versetzbar), hochweiss und relativ günstig.



Abbildung 3-31: Lichtschacht aus Kunststoff. (Aco)

Gut sichtbar sind die Verstärkungsrippen und die "runde" Form. Beides macht den relativ dünnwandigen Kunststoff steifer und stabiler. Die Lichtschächte werden "am Stück" geliefert, können aber mit Zusatzelementen aufgestockt werden. Montage auf und durch die Perimeterdämmung mittels Schrauben.

Allerdings sind Kunststoffe nicht beliebig lang haltbar (UV-Beständigkeit). Dies ist aber nur vordergründig kein Problem (Begründung: vergraben). Die UV-Strahlung, welche durch das Lichtschachtgitter gelangt, kann trotzdem über die Jahrzehnte zu Rissen führen. (Lösung: Glasabdeckung, Abbildung 3-34).

Lichtschacht	Betonelement	Kunststoff
Stabilität	sehr gut	ausreichend
Versetzbarkeit	mit Bagger o.ä.	von Hand
Farbe	betongrau	hochweiss
Hinterfüllung	beliebig	sorgfältig mit Rundkies
Langlebigkeit	unbeschränkt..	UV-Beständigkeit ?

Tabelle 2: Vergleich Beton- und Kunststofflichtschacht

Da es beim Beispiel-Objekt, wegen der Zugänglichkeit, äusserst mühsam gewesen wäre, Beton-Lichtschachelemente zu versetzen, wurde ein Kunststoff-Lichtschacht eingesetzt und mit einer Glasabdeckung aus Verbund-Sicherheitsglas versehen (Glas wirkt als UV-Filter).



Abbildung 3-32: Kellerfenster vor der Montage des Lichtschachtes

Erkennbar sind die vier Gewindestangen aus Chromstahl (korrosionsfest und schlecht wärmeleitend), welche in vorgängig in die Wand gebohrte und mit 2K-Mörtel versenkte Gewindehülsen, befestigt sind. Die Perimeterdämmung ist druckfest genug, dass der Lichtschacht direkt aufgeschraubt werden kann.

Die Hinterfüllung mit Rundkies ist unten schon angelegt.



Abbildung 3-33: Kunststofflichtschacht montiert

Nach dem Anbringen von Dichtungsmasse auf dem Flansch (sickerwasserdicht), wird der Lichtschacht montiert, mit der Wasserwaage ausgerichtet (leichtes Gefälle nach aussen für spätere Glasabdeckung). Die Holzplatte ist provisorisch, hilft aber beim Hinterfüllen (unten im Bild), dass sich der Lichtschacht nicht verzieht.



Abbildung 3-34: Lichtschacht fertig

Verbund-Sicherheits-Glas (VSG)-Abdeckung mit Anti-Rutsch-Punktraster.

Der Lichtschachtrand ist mit einem Chromstahl-Blechprofil (Zubehör) als mechanischem (und UV-Schutz!) abgedeckt. Als hinteres Auflager für das Glas dient ein sockelbündiges, Chromstahl L-Profil. Das Glas ist Rundum mit speziell UV-beständiger (= schwarzer) PU-Dichtungsmasse abgedichtet.

Durch die Sockelisolierung, ergibt sich "automatisch" die Möglichkeit, die Belüftung des Lichtschachtes in die Vertikale zu verlegen. Dort wurden bewusst nur halbhohle Sockelelemente verlegt und darunter "nur" mit 10 cm bis über den Fensterrahmen gedämmt. Damit entsteht ein offener, vertikale Lüftungsschlitz, der mit einer handelsüblichen Abdeckung aus feinmaschigem Chromstahldraht ("Mückengitter") abgedeckt wird. Dieser "Endzustand" des neuen Lichtschachtes hat gegenüber dem alten Zustand gleich mehrere Vorteile:

- Lichtverhältnisse im Keller deutlich (Faktor 2) verbessert, gute Sichtverbindung nach Aussen.
- Kein Laub, kein Dreck, keine Insekten, kein (Regen-)Wasser. Letzteres erübrigt eine Entwässerungsmöglichkeit für den Lichtschachtboden.
- 100 % UV-Schutz des Kunststofflichtschachtes.

Die Sichtverbindung nach aussen lässt sich durch das Einlegen eines schrägen Spiegels unten im Lichtschacht noch mal deutlich verbessern. Man bekommt damit annähernd das Licht- und Sichtniveau von (sehr teuren) voll Iverspiegelten Lichtschachtssystemen!!



Abbildung 3-35: Innenaufnahme des neuen Lichtschachtes.

Erkennbar ist der eingelegte Spiegel. Er muss den Lichtschacht nicht randlos ausfüllen, womit auch nicht unbedingt ein "Spiegel auf Mass" nötig ist.

Im Spiegel sieht man den Himmel, ein nicht zu unterschätzender Komfortgewinn, für alle, der hier unten arbeiten.

Direkte Sonneneinstrahlung wird dank des Spiegels in die Waschküche reflektiert (heller Lichtfleck an der Wand).

Ergebnis:

- Helligkeit in der Waschküche deutlich erhöht, so dass durch diese Art von Tageslichtnutzung tagsüber meistens keine künstliche Beleuchtung nötig ist.
- Kein Dreck und kein Wasser im Lichtschacht. Belüftung gleichwohl gut.
- Direkter, visueller Bezug zur Aussenwelt
- Der Raum hat an "Wohlfühlindex" deutlich zugelegt.
- Bescheidene Mehrinvestitionen.

3.6. Fazit für gute Lösung:

- Sockelgeschosse bis ins Erdreich wärmedämmen (Sockeldämmung).
- Eine anschliessende Perimeterdämmung im Erdreich unter der Sockeldämmung bringt viele Vorteile und ist daher unbedingt zu empfehlen. Allerdings stehen den Vorteilen auch gewichtige Nachteile (= Aufwand) entgegen, so dass von Fall zu Fall abgewogen werden muss. Trotzdem muss man sich im Klaren sein, dass die Nachteile nur "momentan" sind, die Vorteile jedoch viele Jahrzehnte "wirken".

4. Fenster

Das Fenster und sein "Umfeld" ist das wichtigste, teuerste und "schwierigste" Element einer Gebäudehülle, welches aber eindeutige Vorteile hat:

- Licht (Aussicht)
- Luft
- passive Solarenergienutzung (im Winter)

aber auch gewichtige Nachteile hat:

- Wärmeverlust
- Oberflächentemperaturen (Komfort)
- Kaltluftabfall (Komfort)
- Überhitzung (im Sommer):

Daher entwickelt das Fenster eine hohe Dynamik bezüglich des Gebäudeklimas. Die meisten Diskussionen und die meisten Fehler finden daher immer bei den Fenstern statt.

Grundsätzlich besteht ein Fenster aus *Verglasung* und *Rahmen*.

4.1. Verglasung

Die Verglasung hat die primäre Aufgabe, möglichst viel Licht hinein und möglichst wenig Wärme hinaus zu lassen.

Eine gute, nachhaltige und wirtschaftliche Lösung stellt heute (nur) eine 3-Fach-Wärmeschutzverglasung mit einem Wärmedämmwert (**U-Wert**) $\leq 0.6 \text{ W/m}^2\text{K}$ dar, welche auch durch Standards (Minergie P) gefordert, sowie durch Subventionen gefördert werden und daher preislich gleich attraktiv ist, wie eine thermisch wesentlich schlechtere 2-fach Wärmeschutzverglasung (U-Wert $\leq 1.1 \text{ W/m}^2\text{K}$). Auf der anderen Seite sollte möglichst viel (Sonnen-)Strahlungsenergie nach innen gelangen. Dies wird mit dem **g-Wert** angegeben, welcher ≥ 0.5 betragen sollte.

Es macht heute keinen Sinn mehr, bei voll beheizten Räumen, in etwas anderes wie eine 3-fach Wärmeschutzverglasung (mit obigen Anforderungen!) zu investieren. Sie besteht aus 3 Elementen, welche nachfolgend näher erläutert werden:

Den **Gläsern** (in der Regel je 4 mm) von denen das Innerste und das Äusserste jeweils auf der Innenseite mit einer unsichtbaren Wärmeschutzschicht beschichtet ist.

Beim Glas unterscheidet man das "normale" Floatglas, welches geringe Spuren an Eisen enthält und daher bei grösseren Glasdicken einen "Grünstich" hat, und dem (teureren) Weissglas, dem bei der Produktion dieses Rest-Eisen noch entzogen wurde. Bei 3 x 4 mm Floatglas ist dieser "Grünstich" praktisch nicht wahrnehmbar. Bei (dickeren) Schallschutzgläsern, kann der Grünstich aber wahrnehmbar werden, sodass dort und bei speziell lichtkritischen Anwendungen punktuell der Einsatz von Weissglas ins Auge gefasst werden sollte.

Die Wärmeschutzschichten haben die Aufgabe, die infrarote (IR) Wärmestrahlung so stark wie möglich zu reflektieren und sind heute weit entwickelt. Die meisten Verglasungsanbieter haben zwei verschiedene Beschichtungs-Typen im Einsatz. Die eine lässt etwas mehr Licht durch, reflektiert dafür die IR-Strahlung etwas weniger, die Andere umgekehrt, sodass manchmal ein Kombination sinnvoll ist, um sowohl einen guten Wärmedämmwert (U-Wert), als auch einen akzeptablen g-Wert (Gesamtenergie-Durchlassgrad ≥ 0.5), zu erhalten.

Den **Glaszwischenräumen**. Diese sind mit dem Edelgas Argon gefüllt, welches den Wärmeübergang infolge Wärmeleitung und Konvektion gegenüber Luft deutlich verringert. Je schwerer das Edelgas, desto grösser dieser Effekt, jedoch sind die schwereren Edelgase sehr selten, daher teuer (Krypton) oder schon gar nicht erhältlich (Xenon) und somit nicht marktgängig. Der **Glasabstand** hat aber bei allen Gasen eine entscheidende Bedeutung:

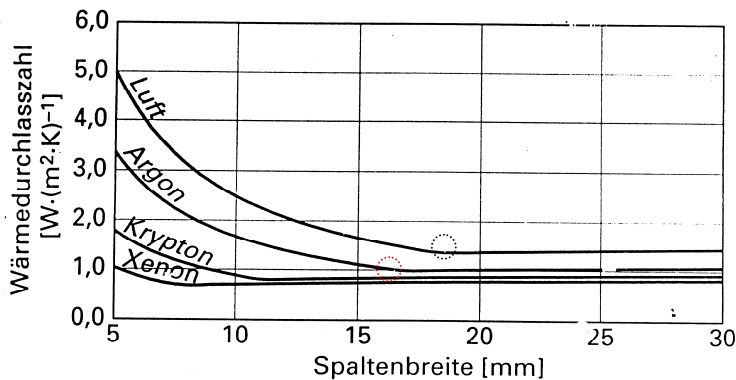


Abbildung 4-1: Abhängigkeit der Wärmedämmwirkung vom Glasabstand für unterschiedliche Füllgase (unbekannt)

Das Optimum, je nach Füllgas:

Luft 18 mm ○

Argon: 16 mm ○

Dies gilt für 100 % Füllgrad, welcher bei der Produktion aber höchstens 95 % beträgt. Kommt dazu, dass auch bei guter Dichtheit des Randverbundes

(siehe unten) der Luftanteil im Laufe der Jahre stetig zunimmt, sodass damit gerechnet werden muss, dass pro Jahrzehnt etwa 10% des Argons entweichen. Da damit der optimale Glasabstand sich demjenigen von "Luft" annähert und "zuviel" Glasabstand einen verschwindend kleinen Einfluss hat, liegt das Optimum über die Lebensdauer der Verglasung (30 - 50 Jahre) für Argon sogar **eher bei 18 mm** als bei 16 mm. Diese "Erkenntnis" scheint aber bei den wenigsten Fensterbauern angekommen zu sein... Sie versuchen krampfhaft den Kunden ihre alten, "schlanken", für 2-fach Verglasung konzipierten Rahmenprofile zu verkaufen und verlangen von den Herstellern, entsprechende 3-fach-Verglasungen zu liefern....

Fazit: Bestehen Sie auf mindestens 2 x 16 mm Glasabstand und $U_g \leq 0.6$!

Wenn sie sich fragen, welchen Fensterbauer sie nehmen sollen, dann nehmen Sie den, der dies einsieht und sich kooperativ verhält (schliesslich sind diese Gläser seit 10 Jahren erhältlich), statt sie mit Scheinargumenten vom Gegenteil überzeugen zu wollen. Das trennt das die Spreu vom Weizen... Bisher musste man in der Schweiz dazu eher zu KMU-Fensterbauern (oder deutschen Firmen). Die "grossen" Schweizer Marktteilnehmer begnügten sich mit U_g 0.7 und verschenkten damit, bezogen auf die Glasfläche, 15% Energieeinsparung ohne Mehrkosten... Seit 2011 scheint jetzt aber etwas Bewegung in die Branche zu kommen.

Der **Randverbund** einer Verglasung hält diese in dem gewählten Glasabstand zusammen und muss das Füllgas am Entweichen hindern, also gasdicht sein. Thermisch gesehen ist dieser Randverbund ein "Loch", da er die Wärme besser leitet als die Argonfüllung. Damit dieser Verlust möglichst klein ist, gibt es verschiedene Optimierungsmöglichkeiten:

- Möglichst grossflächige Verglasung. Damit wird nicht nur die Länge des Randverbundes sondern auch die Rahmenfläche im Verhältnis zur Glasfläche optimiert.
- Kunststoffelastomer- oder Edelstahl-Randverbund sind Stand der Technik und thermisch wesentlich besser als Aluminium. Damit verbessert sich der Fenster U-Wert um ca. $0.1 W/m^2K$ oder 15 % und die Oberflächentemperaturen im Randbereich werden um ca. $1^\circ C$ angehoben (= verringerte Kondenswasserbildung). Leider gibt es immer noch Verglasungshersteller, welche ihre alten, schon längst amortisierten, Aluminium-Profilpressen weiterbrauchen...

Fazit: Akzeptieren Sie keinen Randverbund aus Aluminium!

4.2. Rahmen

Der Rahmen U-Wert hängt vom Aufbau des Fensterrahmens ab. Er ist heute in der Regel schlechter als der Glas U-Wert und lässt zudem keine Strahlung herein d.h. die Rahmenfläche ist auf das absolut notwendige Minimum zu reduzieren, da es sich um reine Verlustflächen handelt:

- Festverglasungen
- möglichst grossflächige Verglasungen
- wärmedämmende Rahmenprofile

Unterschieden werden der Anschlagrahmen und der Flügelrahmen.

Der **Anschlagrahmen** ist, wie der Name schon sagt, dazu da das Fenster an der Wand zu befestigen und die Fensterflügel (oder die Festverglasung) aufzunehmen. Er sollte **komplett durch die Wärmdämmung der Fassade abgedeckt** werden! Dadurch ist sein Wärmedämmwert nicht ganz so kritisch, wie jener des Flügels, welcher sich "an der Aussenluft" befindet. Dieses Überdämmen des Anschlagrahmens kann beim Sturz und in der Leibung problemlos gemacht werden, jedoch ist der Simsbereich schwierig, da dort auf eine Entwässerung des Anschlagrahmens bestanden wird, welche bei gekipptem Fenster und Schlagregen verhindern soll, dass sich Wasser im Profil ansammelt. Allerdings muss man sich fragen, ob hier nicht "übertrieben" wird, denn Schlagregen ist lange nicht überall zu erwarten. Die Fensterhersteller beharren aber darauf (Garantie), da sie ja nicht wissen können in welcher Situation das Fenster verbaut wird.

Im **Flügelrahmen** wird die Verglasung gehalten. Um ihn wärmetechnisch zu entschärfen gibt es verschiedene Strategien, die sich teilweise ergänzen:

- Erhöhung der Rahmentiefe; also jener Dimension "in Wärmestromrichtung" (von innen nach aussen). Dies ist eine sehr gute Lösung, da sie niemanden "stört" und weil dies überhaupt nur bei geöffnetem Fenster sichtbar ist. Ausserdem können die Profile, bei gleichen statischen Anforderungen weniger breit gehalten werden, was dem Lichteinfall zugute kommt. Auch geht diese Strategie Hand in Hand mit den nötigen Dimensionen einer "richtigen" 3-fach Verglasung (siehe oben). Auch diese "Gratis-Verbesserung" ist bei den wenigsten Fensterbauern angekommen, und sie profilieren sich lieber mit möglichst "schlanken" Profilen, die niemandem wirklich etwas nützen, und keine "richtige" 3-fach Verglasung aufnehmen können...
- Erhöhung des Dämmwertes des Rahmens; Hier muss man zwischen Holz (Holzmetall)- oder Kunststoff-Fenstern unterscheiden:



Abbildung 4-2: Passivhaustaugliches Kunststofffenster. (Schüco)

Bei **Kunststofffenstern** ist die Entwicklung schon weit fortgeschritten. Durch raffinierte Mehrkammersysteme und Versteifungen aus Aluminium (roh = reflektiert infrarote Wärmestrahlung). Solche Profile lassen sich durch ein umlaufendes Kompriband im Glasfalz und Einschübe von Isolationsstreifen in einzelnen Kammern bis unter $0.8 \text{ W/m}^2\text{K}$ drücken.... Fragt sich nur, wieso immer noch im grossen Stil die "alten" (=schlechten) Stahl-Profile als Verstärkungen eingesetzt werden....

Bei den **Holzfenstern** handelt es sich um das älteste Rahmenmaterial welches im Fensterbau eingesetzt wird. Es hat grosse Vorteile:

- Nachwachsender Rohstoff
- Bessere Wärmedämmeigenschaften wie Kunststoff oder Metall.
- In Kleinbetrieben (KMU) herstellbar.

Aber auch Nachteile:

- Holz "arbeitet" (= verziehen) und muss daher sorgfältig gelagert worden sein und von hoher Qualität sein (kein Kern- oder Astholz; keine "liegenden" Jahrringe). Beides sollte man sich schriftlich garantieren lassen, kann aber nur beschränkt kontrolliert werden (Fenster gestrichen).
- Abwittern von aussen macht das Fenster "pflegeintensiv". Der Witterung ausgesetzte Farbe hält nur beschränkte Zeit. Periodisch überstrichen, wird die Farbschicht aussen immer dicker, was "bauphysikalisch" falsch ist und dem Holz daher schadet. **Holz-Metall-Fenster** stellen dafür eine gute Lösung dar, welche zwar höhere Investitionskosten, aber praktisch keine Unterhaltskosten hat. Die Dauerhaftigkeit von Holz-Metall ist Kunststoff (UV-Strahlung) deutlich überlegen. Da beim Holz-Metall-Fenster in der Regel nur die äusserste Schicht aus Aluminium besteht, ist der Wärmedämmwert mit jenem eines reinen Holzfensters vergleichbar.
- Die Wärmedämmqualität von reinen Holzfenstern ist für heutige Ansprüche ungenügend (Holzhäuser werden ja schliesslich ebenfalls isoliert). Ein Holzfensterrahmen braucht also eine (oder mehrere) zusätzliche Schichten aus Dämmmaterial. Dafür gibt es zwei Ansätze:



Abbildung 4-3: Vollgedämmtes Holz-Metall-Fenster (Internorm)

Das Aluprofil für die äussere Abdeckung wird verbreitert und ausgeschäumt.

Das Problem "nicht überdämmte Rahmen im Sims-bereich" ist wesentlich entschärft.



Abbildung 4-4: Fensterrahmen als Holz-Kork-Verbund noch vor dem Lackieren und vor dem Einsetzen der Verglasung (Frinorm)

Statt Vollholzrahmen werden Holz-Kork-Sandwich-Rohlinge eingesetzt, welche auf normalen Holzverarbeitungsmaschinen verarbeitet werden können und normal lackierbar sind, allerdings sind die sehr rauen Korkoberflächen vorerst zu verspachteln.

Warum haben sich solche Holz-Kork Verbundrahmen (noch) nicht am Markt durchgesetzt?

- Teurer als Vollholz
- Sehr gut geschärfte Bearbeitungswerkzeuge nötig, sonst reisst der Kork leicht aus.
- Planungsaufwand zum bestimmen der Korklagen, wegen Beschlägen, Dichtungsnuten usw.
- Mangelnde Nachfrage bei den Kunden.
- Keine Rahmenqualitätsanforderungen. Es wird nur die Glasqualität und eventuell ein Gesamtfenster-Wärmedämmwert vorgeschrieben. Durch geschickte Wahl der Rahmengeo-metrie beim Prüfling ("Normfenster") und immer bessere Verglasungen können sich hier die Hersteller "durchmogeln". Was der Kunde dann schlussendlich auf der Baustelle in der konkreten Einbausituation bekommt, weicht davon ab. Hier bleibt (leider) nur der "Druck" des Kunden.

Fensterlüftungsverlust:

Das Fenster (sofern es nicht fest verglast ist) hat nicht nur einen Transmissionsverlust, sondern auch einen Lüftungsverlust (willkürlicher Luftwechsel) und Fugenverluste (unwillkürlicher Luftwechsel). Der Fugenverlust hat folgende Randbedingungen:

- Dichtungsebenen und Materialien; mindestens 2 Lippendichtungen aus Kautschuk sind heute Standard.
- Schliessmechanismus: Stabil und vollflächig dichtziehend, Drehkipp- und Schiebetüren heikel!
- Verzugs- und verwindungssteife Rahmen

Wichtig: Es gibt auch noch den (je nach dem sehr grossen) willkürlichen Fensterlüftungsverlust durch manuelles Öffnen! Steht das Fenster immer offen, bzw. ist es dauernd "gekippt" (z.B. weil zuviel geheizt wird; oder schlechte Luft), nützt der beste U-Wert nichts!!!!

Thermische Schwachstellen in der Gebäudehülle rund ums Fenster

- Rolladenkästen
- Rahmenverbreiterungen
- Brüstungen (meist "beheizt", da innen ein Heizkörper)
- Anschläge des Fensters an der Fassade und Simse können grosse Wärmebrücken sein!

4.3. Rahmenverbreiterungen

Von einer Rahmenverbreiterung redet man, wenn die Struktur des Anschlag-Fensterrahmens verbreitert wird. Dies kann viele Gründe haben: Rolladenkasten, Heizkörperbrüstungen usw. Allen Rahmenverbreiterungen ist gemeinsam, dass sie viel zu dünn sind um genügend wärmedämmend zu sein - sie müssen also überisoliert werden!

Da hier davon ausgegangen wird, dass die Fenster ersetzt werden, betrifft das automatisch auch die Rahmenverbreiterung. Die "neue" Rahmenverbreiterung hat heute zwar in der Regel (nachfragen!) einen Isolationskern. Trotzdem ist diese nach wie vor zu dünn. Auch hier gilt, je tiefer der Rahmen desto mehr Platz für Wärmedämmung. Ein Fensterahmen unter 68 mm Tiefe ist auch deshalb nicht empfehlenswert.

Bestehende Rahmenverbreiterungen im unteren Bereich eines Fensters dienen oft dazu, die Verglasung nicht ganz nach unten laufen zu lassen (z.B. Sichtschutz) oder einen Heizkörper zu kaschieren. Beides, vor allem aber die Heizkörperkaschierung, muss, analog zu einer Wand, ebenfalls mit 200 mm wärmedämmend werden. Falls davon schon 4 cm in der Rahmenverbreiterung integriert ist, bleiben immer noch 16 cm....

Sichtbare Heizkörper direkt hinter einer Verglasung sind zwar (leider) nicht verboten, aber selbst bei der besten auf dem Markt erhältlichen Verglasung energetisch inakzeptabel!

4.4. Sims, Leibung und Sturz

Rund um das Fenster (dem so genannten Gewände) gilt die Regel: Alles muss voll isoliert sein, also ebenfalls (oder zumindest annähernd) 200plus.

Das Fenster im alten Fensterfalz anzuschlagen und rundum nur mit 1-2 cm zu isolieren (es handelt sich dabei mehr um eine Wärmebrückenkaschierung...), ist also ausdrücklich falsch und schon gar keine "gute Lösung", sondern die zweit-schlechteste (kommt gerade nach "gar nicht wärmedämmen"). Trotzdem ist es (leider) die häufigste Sanierungsvariante, mit der man der Branche (Fenster, Isoleur) auch in 30 Jahren wieder Arbeit verschafft.

4.5. Fenster und Fensteranschlag (gilt auch für Türen).

Der Fensteranschlag ist matchentscheidend, was durch viele Studien untermauert wird: Der "alte Ort" bzw. Anschlagsmauerfalz ist der schlechtest mögliche, da er nicht nur viel zu tiefe "Löcher" in den isolierten Fassaden hinterlässt, sondern auch die Wärmedämmwirkung durch ungenügende Flankendämmung (meist nur 2 cm) bewirkt. Mit diesem "Kompromiss" leben aber viele Gebäudeeigentümer notgedrungen, da sie: 1) schlecht beraten wurden, 2) die Fenster am alten Ort bereits ersetzt sind, 3) das "aussen anschlagen" teurer ist. Aber "üblich" ist weder wirtschaftlich noch von der Wohnqualität und der Ästhetik ("dunkle Löcher") befriedigend.

Abbildung 4-5: zeigt sehr deutlich, wie stark der Wärmebrückeneffekt den an sich guten U-Wert eines modernen Fensters mit 3-fach Verglasung und gedämmtem Rahmen beeinflusst, je nach dem wo es platziert wird. Der "alte" Ort, nämlich der Maueranschlagsfalz etwa mittig der alten Mauer ist der denkbar schlechteste. Dieser Maueranschlagsfalz ist übrigens eine "Schweizer Besonderheit", welche sich aus der Art des Mauerns mit den hier üblichen ca. 30 cm Gesamtmauerstärke ergab. Früher wurde "im Verbund" gemauert (breite und schmale Backsteine im Wechsel) später kam das Doppelschalenmauerwerk, welches, im besten Fall, eine ca 2 cm Dicke Isolationschicht, oder auch nur "Luft" als Zwischenraum hatte. Nach der ersten Ölkrise (1973) wurden diese Isolationsschichten "im Spalt" zunehmen dicker (bis 6 cm - also besser aber nach heutigen Erkenntnissen und Baugesetzen völlig ungenügend...). Sowohl beim Verbund- als beim Doppelschalenmauerwerk konnte somit leicht ein Anschlagfalz für das Fenster gemauert werden. In Deutschland z.B: war und ist jedoch das Einsteinmauerwerk üblich, welches sich auch bei uns heute für

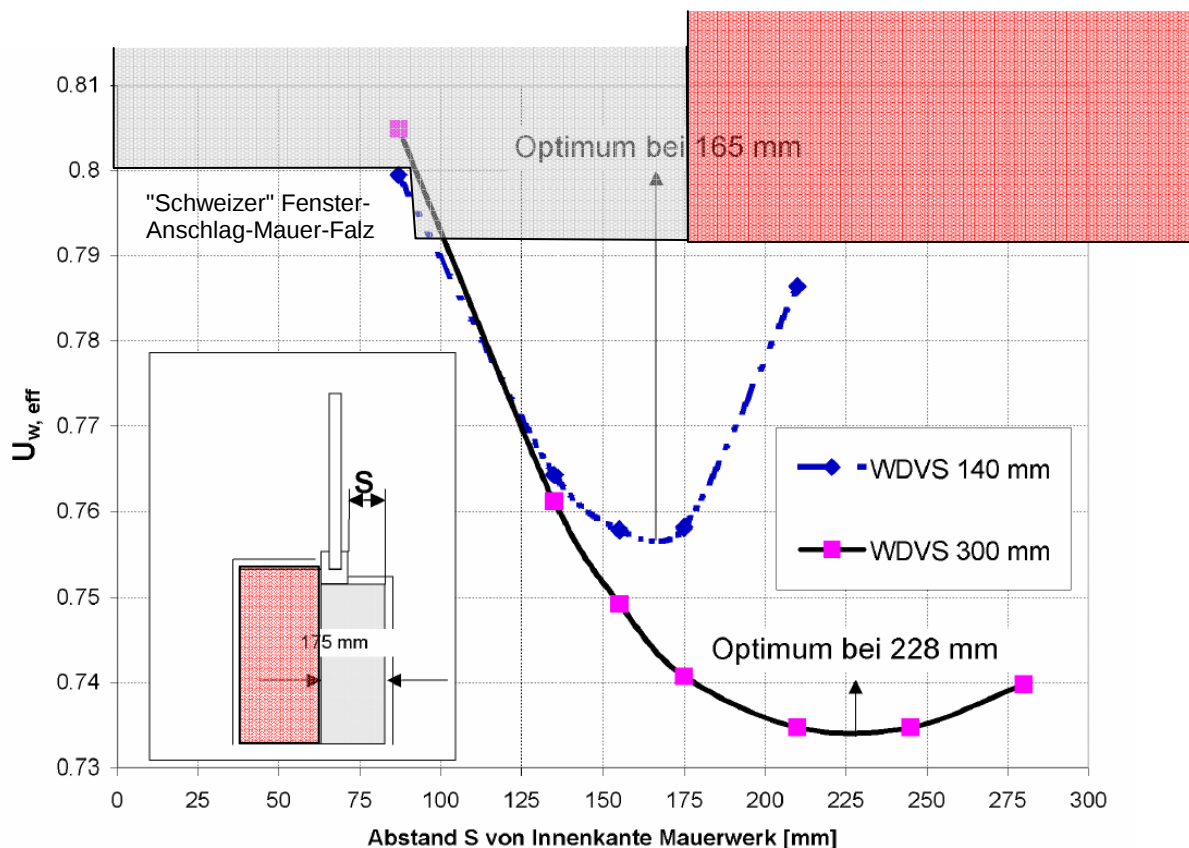


Abbildung 4-5: Optimale Position des Fensters bei 2 unterschiedlichen Aussenisulationsstärken (Grafik PHI, Ergänzungen amena)

Neubauten durchgesetzt hat. So oder so wird aus Abbildung 4-5 klar, dass bei (bisher unisolier-tem) Mauerwerk mit (neuer) Aussenisolation, der "alte" Anschlagort des Fensters der denkbar ungünstigste ist. Die beiden optimalen Varianten sind:

- Fenster **aussen auf der Mauer** anschlagen (beste Lösung), da dort bauphysikalisch der "richti-ge" Ort für eine 200plus - Isolation ist. Das Fenster als wärmedämmendes Element gehört in die Wärmedämmebene (= Aussenisolation). Rein theoretisch wäre der optimale Ort bei noch größe-ren Isolationsstärken sogar noch weiter "draussen", was aber aus praktischen Gründen schwieri-ger und aufwändiger zu realisieren ist, da es zusätzlich geeignete, vollisolierte und lasttragende Distanzhalter bräuchte. Die Kurve in *Abbildung 4-5* verläuft jedoch in diesem Bereich so flach, dass darauf verzichtet werden kann. Die Wärmestromlinien "am richtigen Ort" und für die "2- beste Lösung" zeigt *Abbildung 4-6*. Hinzu kommt, dass bei einem Anschlag aussen auf der Mau-er mehr Glaslicht gewonnen werden kann, da der Rahmen je nach Konstruktion weitgehend "ver- schwindet".
- Fenster **in der Leibung ganz aussen** anschlagen (2. beste Lösung - unten rechts)

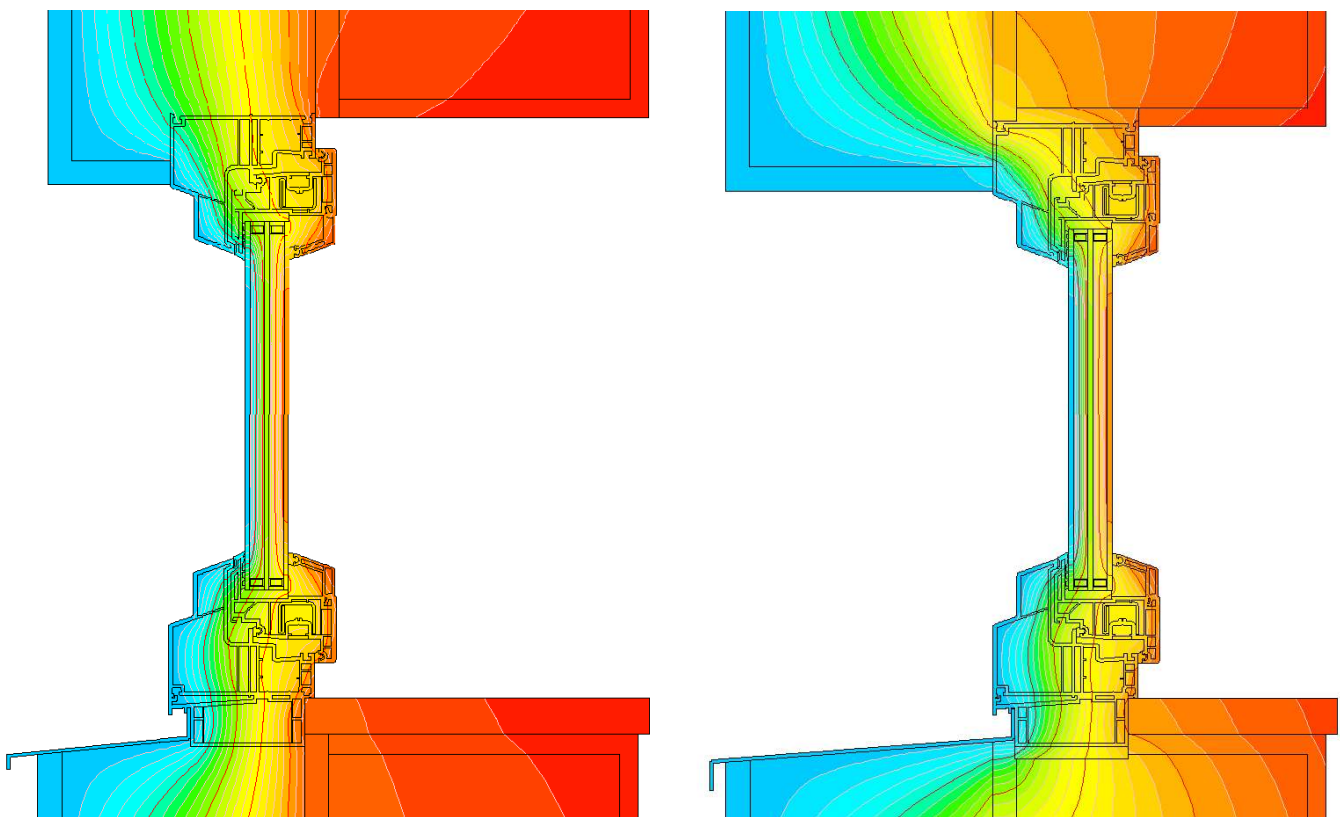


Abbildung 4-6: Wärmestromlinien für die gute (links) und die 2. beste Lösung (rechts) (PHI). Deutlich sichtbar die höheren Innenwandtemperaturen bei der guten Lösung

Keine gute Lösung:

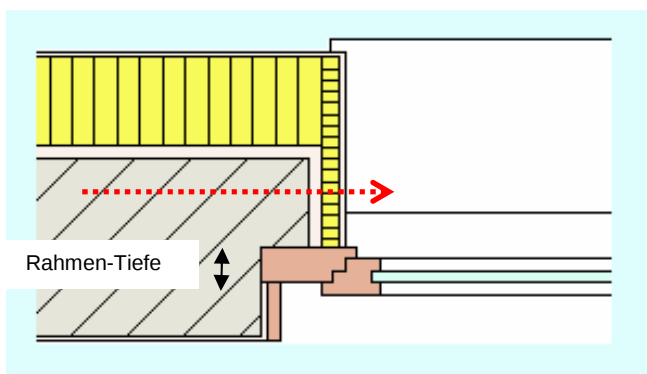


Abbildung 4-7 (Quelle BFE): Das neue Fenster am alten Ort (Anschlagfalz).

Keine gute Lösung, die auch nur dann einiger- massen wirkt, wenn die Flankendämmung min- destens 4 cm beträgt, wobei 1 cm trotzdem besser ist als Nichts. Gut sichtbar sind die sehr tiefen Leibungen. Auch so genannte "Renovati- onsfenster" machen (auch wenn sie noch so

gute Werte haben) diesen Fehler, da sie auf dem alten Rahmen am alten Ort aufsetzten.



Abbildung 4-8: Leibungs- und Sturzdämmung bzw. Wärmebrückenkaschierung.

Fenster am alten Ort angeschlagen. Überisolation von Sturz (oben), Leibung (seitlich) und Sims (unten) mit ca 2cm. Danach überragt die Dämmung den alten Anschlagrahmen noch etwas. Die Fensterbank wird also kleiner und wesentlich tiefer.

Der Sims (unten) ist bereits fertig. Das Schutzblech liegt ebenfalls auf einer dünnen Isolationslage auf dem alten Sims. Auch hier liegt mehr nicht drin, da die Entwässerungsöffnungen des Anschlagrahmens noch frei bleiben müssen.

Simsbereich

Abbildung 4-9: Wärmebrückenkaschierung im



Abbildung 4-10: Wärmebrückenkaschierung bei Sims/Türschwelle

Bei Türschwellen (z.B. Balkontüren) ist in der Regel noch weniger möglich, da, die Schwellenhöhe gegeben ist. Nur eine "radikale" Lösung, d.h. strafen oder entfernen des Gewändes (Simse / Leibung / Sturz) und Aussenanslag der Fenster bringt eine, zwar aufwändige aber gute Lösung.

Keine Regel ohne Ausnahme.....:

Leider ist meist "der Zug bei bestehenden Gebäuden schon abgefahren" und die alten Fenster schon "am alten Ort" ersetzt worden, was kurzfristig am billigsten ist / war, meist aber dazu diente, dass die Fensterbauer ihre Restbestände an 2-fach Verglasung loswurden.... Jetzt ist ein teures Fenster, das aber nicht dem heutigen Standard (3-fach Verglasung) entspricht, am falschen Ort so verbaut, dass der Rahmen aussen nur 1 cm "ins Licht steht". Es gibt nun 2 Möglichkeiten:

- Sie beissen in den sauren Apfel, schreiben dem damaligen Fensterbauer einen bösen Brief, er habe sie schlecht beraten (was tatsächlich stimmt). Falls sie überhaupt eine Antwort erhalten, dann vermutlich die, "dass das alle, immer schon so gemacht haben"... Sie reißen also die noch lange nicht amortisierten Fenster wieder raus und schlagen "gute", "am richtigen Ort" an.
- Sie isolieren die Flanken der Fensteröffnung mit 1 - 2cm Das ist zwar besser als gar nichts (der erste cm ist der Wertvollste), jedoch bei weitem nicht "gut" sondern bestenfalls ein schlechter Kompromiss:
 - Mit einer "anständigen" Aussendämmung der Mauer von 20 cm ergeben sich hässliche "dunkle Löcher" an der Fassade, die gerade das erfolgreich vermindern, für das Fenster eigentlich erfunden wurden: Licht hineinlassen! Daher werden Sie nur maximal 16 cm isolieren, was suboptimal und immer noch dunkel und unschön ist.... Ausserdem entsteht eine lokal gravierende Wärmebrücke, da sich die Wärmestromlinien in den Flanken der Fensteröffnung stark verbiegen und verengen $\Rightarrow$ Wärmeverlust.
 - Sie (oder ihre Nachfolger) nehmen 2 Mal viel Geld in die Hand, denn irgendwann ist der schlechte Kompromiss so schlecht (spätestens beim nächsten Fensterersatz), dass alles "noch mal" gemacht wird...

.... und keine (finanzielle) Situation ohne Ausweg!

Meist sind die Finanzen (zu) knapp, um gleich das ganze Haus wärmetechnisch "durchzusanieren" und meist bleibt dabei die Wärmedämmung der Fassaden auf der Strecke.... und die Fenster werden "als Einzelmassnahme" ersetzt, ohne gleichzeitig zu dämmen. Mögliche Auswege:

- Falls Sie unbedingt die Fenster "am alten Ort" anschlagen wollen, dann sollten Sie umlaufend den Anschlagrahmen etwa 4cm ins Licht stehen lassen, dass die Flanken später nicht nur mit 1 cm isoliert werden können. **Achtung:** Glaslicht wird kleiner und später, wenn das Geld für die Aussendämmung reicht entstehen die dunklen, tiefen Löcher.....



Abbildung 4-11 Beispiel eines "richtigen" Nur - Fensterersatzes:

Seitlich (und oben) vorstehender Anschlagrahmen für spätere Flankendämmung. Die Rahmenentwässerung unten beim Sims lässt sich nur eingeschränkt überisolieren. bzw. nach sorgfältiger Abklärung der Bewitterungsverhältnisse. Zumindest kann aber der Absatz unter dem Wetterschenkel entfernt werden.

- Stellen Sie die neuen Fenster, wenn immer möglich aussen bündig in die Maueröffnung. Sie können dort gut gedichtet und der Rahmen später problemlos überisoliert werden. Der Anblick von aussen ist dann vorerst etwas gewöhnungsbedürftig aber durchaus auch "schön" und es gibt ganze Gegenden in Europa, die das immer schon so machten (Holland, England, usw.) und auch hiesige "moderne Architektur" arbeitet oft so. Nachdem dann später isoliert wird, entsteht wieder eine Fassadennische bei den Fenstern, deren Tiefe einigermaßen erträglich ist. **Achtung:** Damit sie nicht gleich viel Glaslicht verlieren wie bei Variante 1, sollten sie den Sturz und die seitlichen Leibungen (und evtl. auch den Sims) zurückschneiden. Dies vor allem dort, wo die Fenster eh schon "klein" sind.



Abbildung 4-12: Beispiel eines "richtigen" Fensterersatzes, damit später problemlos die 2. beste Lösung realisiert werden kann.

Hier wurde der Verputz ergänzt, jedoch nicht gestrichen (da in absehbarer Zukunft isoliert werden soll), darum die Farbunterschiede.

Bei einem reinen Fensterersatz kann evtl. bei sorgfältigem Schneiden und Verfugen auf die Putzergänzung verzichtet werden.

- **Etappieren** sie die Fassadenisolation, aber richtig! Es ist besser, zuerst bei nur eine Fassade die Fenster (am richtigen Ort!) zu ersetzen und die Fassade gleichzeitig zu isolieren, und alle 5 Jahre eine weitere Fassade, als überall zuerst die Fenster, um dann "irgendwann" die Wärmedämmung suboptimal nachzuschieben... Eine optimale Etappierungsstrategie hängt stark von den individuellen Gegebenheiten ab. Bedenken, dass dies zu unansehnlichen Absätzen oder Ecken führt sind unbegründet und ein späterer "Anschluss" einer weiteren Fassadenisolation problemlos.



Abbildung 4-13: Etappierte Fassadenisolation an zwei Beispielen.

Vorerst wird "nur" die Stirnseite wärmegeklämt (links), die Fuge zur alten Wand ist praktisch unsichtbar und wird nur von "Insidern" erkannt. Ebenfalls eine stirnseitige Isolation, welche aber "über Eck" gezogen wurde zeigt das rechte Bild.

Wenn hier nur die Isolation neu gemalt worden wäre, wäre der Übergang zur alten Fassade deutlicher, aber keineswegs störend.

4.5.1. Die "Gretchenfrage": Mauernische erweitern oder nicht?

Unter der "Erweiterung der Mauernische" wird hier verstanden, dass beim Fenster das Gewände (Sturz, Leibung und Sims) soweit zurückgeschnitten (entfernt) werden, dass der alte Fensteranschlagfalz verschwindet. Die Mauernische *nicht* zu erweitern kommt nur in folgendem Fall in Frage:

- Die Fenster sind hoch und / oder breit genug, um einen Glaslichtverlust zu verkraften. Bedenken muss man dabei zusätzlich, dass gute 3-fach Verglasung ca. 20% weniger Licht durchlässt (dafür 5 mal besser wärmegeklämt...) als alte 2-fach Verglasung! Dieses "hoch und breit genug" ist in alten Häusern relativ selten!

Bei der Erweiterung der Mauernischen muss Folgendes beachtet werden:

- Sind Leibung und Sturz (meist als Sandstein-Imitation aus Beton) vorhanden?
- Wie tief laufen diese jenseits des sichtbaren Teils noch weiter (unter dem Putz)?
- Wie weit nach aussen trägt der armierte Sturz?



Abbildung 4-14: Fassade vor der Sanierung.

Es sind verschiedenen "Varianten" an Fenstern vorhanden. Alle haben einen Sims, eines (mit Läden) sogar Leibung und Sturz aus Sandsteinimitation.

Die unsichtbaren Stürze der anderen Fenster sind (bei diesem Objekt) aus Ortsbeton gegossen und im unteren Bereich durch Flacheisen armiert.

Oft kann das überhaupt nur durch "sondieren" (Bohren, Spitzen) festgestellt werden, da Pläne fehlen. Aber auch wenn solche vorhanden sind, sollte sondiert werden, denn es ist nicht sicher, ob auch nach den Plänen gebaut wurde...

In der Abbildung sind solche "Sondierungen" bei den Ziergittern der unteren Fenster sichtbar. Jene bei den oberen Fenster wurden erst nach dem Gerüsten durchgeführt. Auch umlaufend sichtbare Leibung/Sturz reichen oft weit unter den Putz und dort ist auch der Sturz armiert.

Beim Erweitern der Mauernische sind auch Mischformen in beliebiger Kombination denkbar:

- Verbreitern (Leibung)

- Erhöhen (Sturz)
- Sims schneiden oder entfernen.



Abbildung 4-15: Fensternische 1 im "Rohbau"

Hier wurden der Sturz und die Seiten-Leibung zurückgeschnitten, so dass der alte Fensteranschlagfalz vollständig verschwindet.

Beim Sims wurden (in diesem Fall) nur die äusseren Vorstände an der Fassade und der Fensterladenanschlagfalz entfernt.

Das alte Fensterbrett wurde entfernt.

Der neue Anschlagrahmen ist bereits gesetzt, d.h. aussen an der Wand angeschlagen.



Abbildung 4-16: Fensternische 1 verputzt

Fluchtend mit dem ursprünglichen Putz und bereit für den Maler.

Die Unterlage für das neue, wesentlich breitere, Fensterbrett wurde verlegt, nach dem Auffüllen des Absatzes (*Abbildung 4-15*). Dabei kam eine sog. Wedi-Platte zum Einsatz, eine 6mm XPS-Schaumplatte die beidseitig armiert und kaschiert ist.



Abbildung 4-17: Fensternische 1 fertig

Hinweis:

Durch das Aussen anschlagen der Fenster wird die Distanz zum Erreichen des Fenstergriffes grösser. Daher sollte dessen Position gegebenenfalls tiefer liegen, damit er auch für kleinere Personen gut erreichbar bleibt.

Für das Bedienen allfälliger Klappläden, muss man sich, unabhängig vom Ort des Fensteranschlages, nach der Fassadeisolation weiter vorbeugen. Daher ist die Höhe des inneren Fenstersimses für eine einfache Bedienbarkeit auch für kleinere Personen eventuell tiefer zu wählen.



Abbildung 4-18: Fensternische 2 "Rohbau"

Das Küchenfenster, ursprünglich 3-flügelig mit sehr hoher Brüstung (Abbildung 4-14), wurde auf 2 Flügel reduziert (= mehr Verglasungsfläche = mehr Licht und weniger Wärmeverlust.

Leibung bleibt bestehen. Sturz wurde zurück geschnitten. Sims komplett entfernt und die Brüstung nach unten versetzt.

Gut sichtbar wie doch relativ breit (ca. 10 cm) die Fensteranschlagfalze sind!



Abbildung 4-19: Fensternische 2 fertig

Hell, freundlich und deutlicher Raumgewinn.

Die seitlichen alten Fensteranschläge wurden schräg überbrückt, was Lichteinfall und Raumgefühl zusätzlich verbessert.

Wegen der Tageslichtausnutzung sollten Fensternischen nur weiss (hochweiss) gestrichen werden.

Hier wurde der Fenstergriff tiefer gelegt (siehe Kommentar Abbildung 4-17)

Bei der Entscheidungsfindung für die eine oder andere Art der Ausgestaltung der Fensternische spielt ebenfalls die Dimensionen des neuen Fensterrahmens eine wichtige Rolle, also jene Teile des Fensters, die zwar nötig aber möglichst "unsichtbar" sein sollten. Man unterscheidet:

Anschlagrahmen:

Anschlag "ausser auf der Mauer"

Die **Breite** des äusseren Rahmens (in den dann die Flügel mit der Verglasung nach der Montage eingehängt werden) ist in diesem Fall nicht von Belang bzw. muss möglichst wenig "ins Licht" ragen aber als Ganzes breit genug sein, damit eine problemlose Befestigung von Aussen am bestehenden Mauerwerk möglich ist.

Anschlag "ausser in der Nische"

Die Breite des Flügelrahmens ist hier äusserst wichtig, da sie voll "ins Licht steht". Zusätzlich müssen 5-10 mm "Luft" für die Montage und das Dichten berücksichtigt werden.

Hinweis: Je genauer die Maueröffnungs-nische vor der Fenstermontage "im Winkel" und "im Wasser" ist desto weniger "Luft" braucht es.

Flügelrahmen

Dieser ist in der Regel zum öffnen, muss also Scharniere und den Verschluss beherbergen, sowie die Funktion eines "Verglasungshalters" erfüllen. Er ist voll sichtbar, nimmt also Licht weg und sollte so **schmal** wie möglich sein, ganz im Gegensatz zur Rahmentiefe.

Die **Tiefe** ist die Dimension "von innen nach aussen" und in geschlossenem Zustand praktisch nicht wahrnehmbar. Daher soll sie grosszügig gewählt werden, da:

- Die Rahmentiefe die Wärmedämmwirkung "von innen nach aussen" bestimmt
- Genug Tiefe für die Aufnahme einer optimalen Verglasung vorhanden sein muss

Die Tiefe der Rahmen bemerkt man nur bei offenem Fenster (da sonst unsichtbar) und sie stellt deshalb kein "optisches Problem" dar. Dies ganz im Gegensatz zur Rahmenbreite, daher:

Regel Nr. 1 Fensterrahmen so wenig breit, dafür so tief wie möglich und nötig

4.5.2. Fensteranschlag: Die 2. beste Lösung

Der Fensteranschlag aussen **in** der Mauernische, sodass der neue Fensterahmen aussen mit dem alten Mauerwerk fluchtet.

Wie schon erwähnt, kann dies in folgenden Fällen sinnvoll sein:

- Die Fassadenteile werden mit 14cm (oder weniger) Isoliert, was vor allem dann sinnvoll sein kann, wenn:
 - Es sich um ein bereits mit 6 - 10cm "im Spalt" isoliertes Doppelschalenmauerwerk handelt. In diesem Fall wäre es sogar "rein thermisch" akzeptabel, die neuen Fenster am alten Ort zu belassen - die tiefen Mauernischen gibt's aber trotzdem...
 - Es sich um ein unbeheiztes UG-Zimmer (z.B. Waschküche) handelt, dessen erdberührte Wände (Perimeter) sinnvoller Weise nur mit ca. 10 cm wärmedämmung wird (siehe auch Kapitel 3. Sockel und Perimeter).
- Die Fassade wird (oder kann) erst später gedämmt werden.

Im Folgenden wird anhand eines Waschküchenfensters der Vorgang der 2. besten Lösung (Anschlag aussen **in** der Nische) im Einzelnen besprochen. Sie gilt sinngemäss auch "überirdisch".



Abbildung 4-20: Das alte Fenster von aussen.

Sturz und Leibung bleiben erhalten, nur die Fensterbank wird entfernt, damit das Sims nachher nicht zu hoch zu liegen kommt (Entscheid von Fall zu Fall).



Abbildung 4-21: Altes Fenster demontiert, Ansicht von innen.

Gut sichtbar der umlaufende Mauerfals an dem das alte Fenster angeschlagen war.

Oben der Betonsturz, welcher in diesem Fall "ungestraft" belassen wird.



Abbildung 4-22: Das neue Fenster, Ansicht von aussen.

Aussen bündig in der Mauernische angeschlagen und bereits mit einem Dichtungsband, welches in diesem Fall wasserdicht (unter Terrain) sein muss, abgedeckt.



Abbildung 4-23: Überisolieren des neuen Fensterrahmens.

In diesem Fall (Perimeterdämmung) mit 10cm XPS. Die Isolation verdeckt schlussendlich den Fensterrahmen vollständig, also auch oben (Sturz).

In den Ecken sind die Befestigungspunkte (Gewindestangen aus Chromstahl) für den neuen Lichtschacht erkennbar (siehe auch Kapitel 3.5.13 Lichtschacht).



Abbildung 4-24: Neue Fensternische im Rohbau

Der Fenstersims ist mit Ausgleichsmörtel ausgeebnet. Seitlich und oben wurde der alte Anschlagfalz mit Gipsplatten überbrückt, sodass eine trichterförmige "Öffnung" entsteht, ähnlich wie bei alten Engadienerhäusern, mit dem Vorteil, dass so der Raum besser ausgeleuchtet ist.



Abbildung 4-25: Das fertige neue Fenster

Als ob es nie anders gewesen wäre...

(Details zum Lichtschacht siehe Kapitel 3.5.13 "Sockel und Perimeter")

4.5.3. Fensteranschlag: Die beste Lösung

In der Folge wird der Ablauf der Fenstermontage, der Isolation und der Detailgestaltung (Beschattung, Erscheinungsbild) näher beschrieben, wenn das Fenster dort montiert wird, wo es hingehört, nämlich in die Isolationsebene, d.h. aussen **auf** der Mauer angeschlagen (Kapitel 4.5).

Fensterbestellung

Nachdem sie einen Fensterbauer gefunden haben, welcher ihnen das Fenster nach den besprochenen Kriterien (und zu einem fairen Preis) liefern kann, nämlich:

- Isoliertes Rahmenmaterial
- schlanke, tiefe Profile die Platz für eine 4/16/4/16/4 Wärmeschutz-Verglasung ($U\text{-Wert} \leq 0.6 \text{ W/m}^2\text{K}$ und thermisch optimiertem Randverbund) bietet,

muss der Fensterbauer vor Ort die Fenster ausmessen. Die Schwierigkeit dabei ist, dass er nicht an einem Rohbau (Neubau) ausmisst, sondern an einem bestehenden, bewohnten Gebäude, bei dem noch die alten Fenster am alten Ort sind. Er muss also die Fensternischenmasse "nachher" vorhersagen können. Dazu braucht er genaue Angaben welche Mauernischenverbreiterung vorge-

sehen ist und wie der verputzte Endzustand genau sein wird. Es geht darum, die verglaste Fläche so gross wie möglich zu halten, d.h. mit dem Anschlagrahmen so knapp wie möglich zu bleiben, dass die Scharniere für die Fensterflügel gerade noch Platz haben und auch beim Sturz und beim Fensterbank knapp zu bleiben.

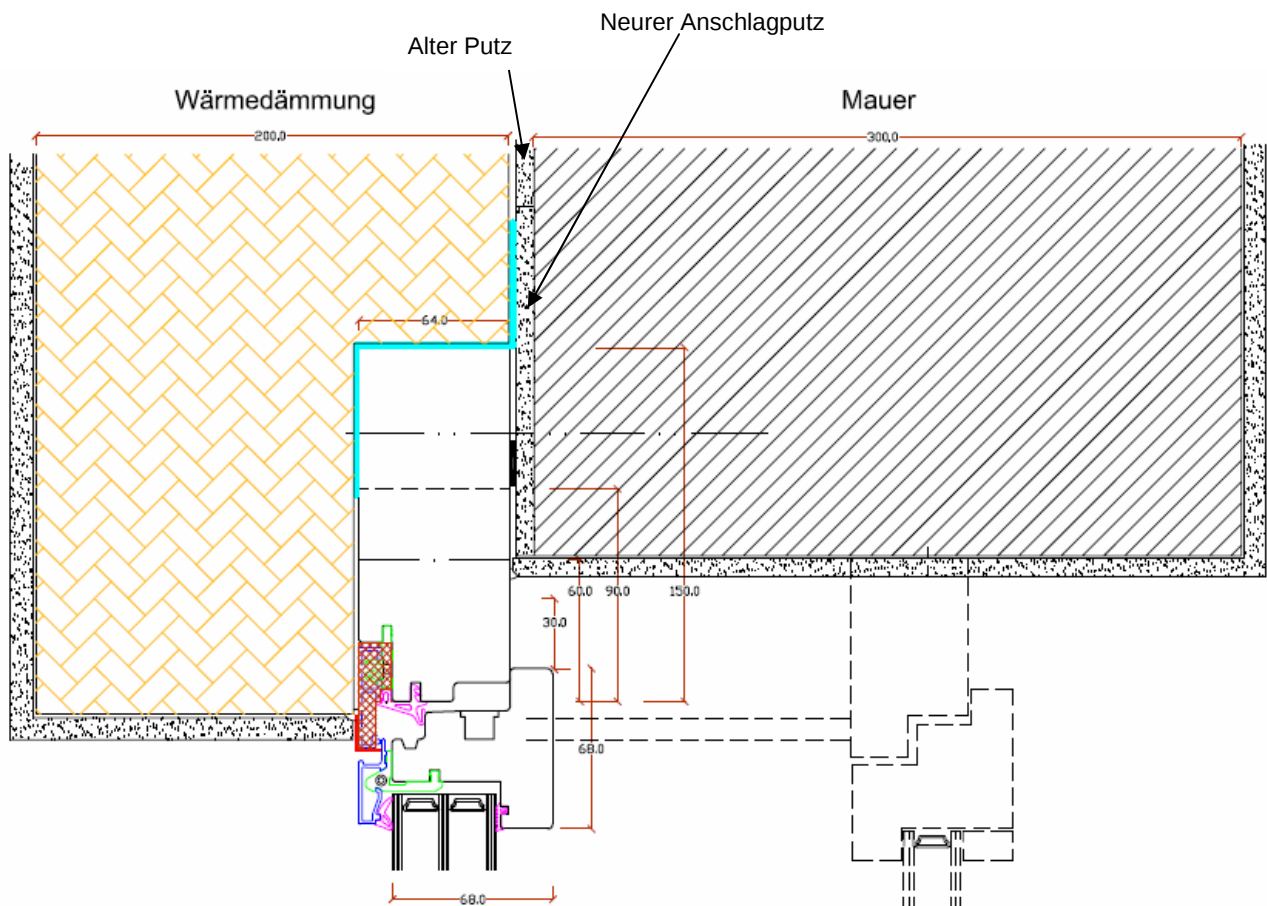


Abbildung 4-26: Der Anschlag eines Holz-Metall-Fensters, die wichtigste der "guten Lösungen". (Connex, amena)

- Das alte Fenster *und* der alte Fensteranschal müssen entfernt werden (gestrichelt).
- Das neue Fenster ist aussen angeschlagen. Dazu muss der Anschlagrahmen rundum ca 8-10 cm auf der Mauer (Anschlagputz und Kompriband) aufliegen, also breiter sein als "gewöhnlich" (gestrichelt), damit die selbstschneidenden Anschlagschrauben genug Material haben und nicht ausbrechen. Das Ausmessen der Fenster muss akribisch genau erfolgen. Minimal sind 30 mm umlaufend nötig (Scharniere, usw.) damit ergibt sich mehr Glaslicht als vorher! Alternativ kann aussen in der Mauernische angeschlagen werden (2 beste Lösung - Kapitel 4.5.2), dabei sollte der Anschlagrahmen nur max. 60 mm ins Licht stehen (stichpunktierte Linie).
- Der Rahmen wird mit einem breiten Band (hellblau) luftdicht (aber diffusionsoffen) abgedichtet.
- Der Flügelrahmen (68 x 68mm) kann auch "gute" 3-fach Gläser mit je 16 mm (besser je 18mm!) Glasabstand aufnehmen.
- Die Isolation wird über den Rahmen verlegt und gegen den Rahmen "verdeckt" gekittet (Hybrid-Dichtungsmasse) und nachher verputzt (gute Lösung: Mineralischer Dickschichtputz - Aqua pura). Der Putz muss mit dem sog. Schwedenschnitt verarbeitet werden. Diese kleine Kerbe gegen den Fensterrahmen, schützt vor Rissen.
- Innen wird der Putz ergänzt (Schwedenschnitt gegen den Rahmen) und (gegebenenfalls) ebenfalls gekittet. Somit sind 3 Dichtungsebenen vorhanden (Kitt, Kompriband und Dichtungsband) was für die Luftdichtheit mehr als ausreichend ist.

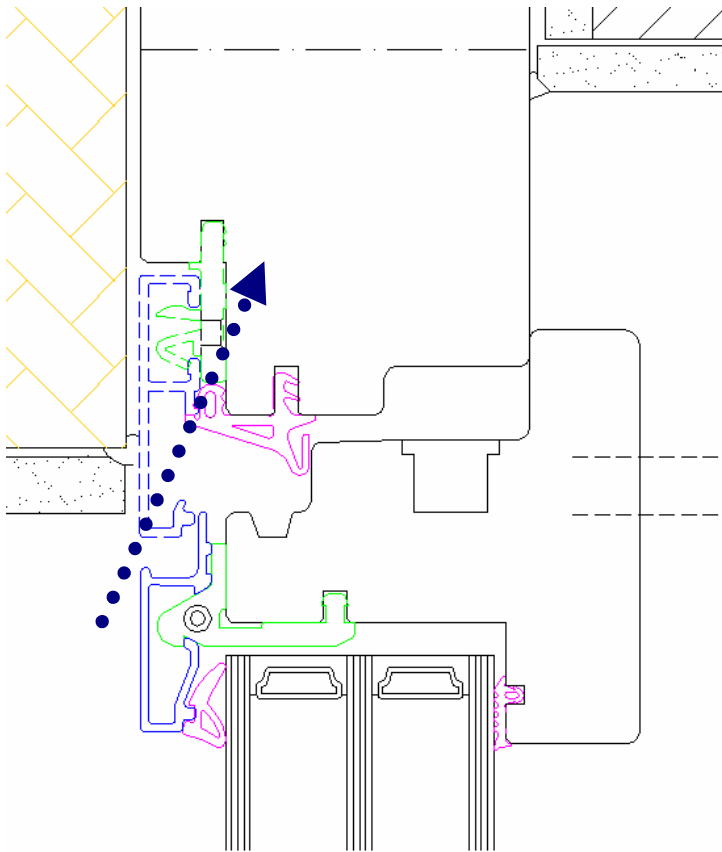


Abbildung 4-27: Ausschnitt eines konventionellen Holz-Metall Anschlagrahmens (Connex, amena)

Die Aluminiumprofile (blau) werden auf den Anschlagrahmen (gestrichelt) und den Fensterahmen "aufgeklipst". Die Klips (grün) sind aus Kunststoff, ca. alle 20 cm einer.

Aluminium ist ein ausgezeichneter Wärmeleiter - solange irgend ein Teil davon "an der frischen Luft" ist, ist jegliche Überisolation nutzlos! Da dies ausschliesslich beim Anschlagrahmen so ist, gilt es hier eine "gute Lösung" zu finden.

Eine solche wurde im Rahmen dieses Projektes, zusammen mit der Firma Fenster Keller in Herisau, entwickelt

Zwei Anforderungen mussten erfüllt werden:

- Wartungsfreiheit und Dauerhaftigkeit
- Wärmebrückenlos im Bereich der Dämmung.

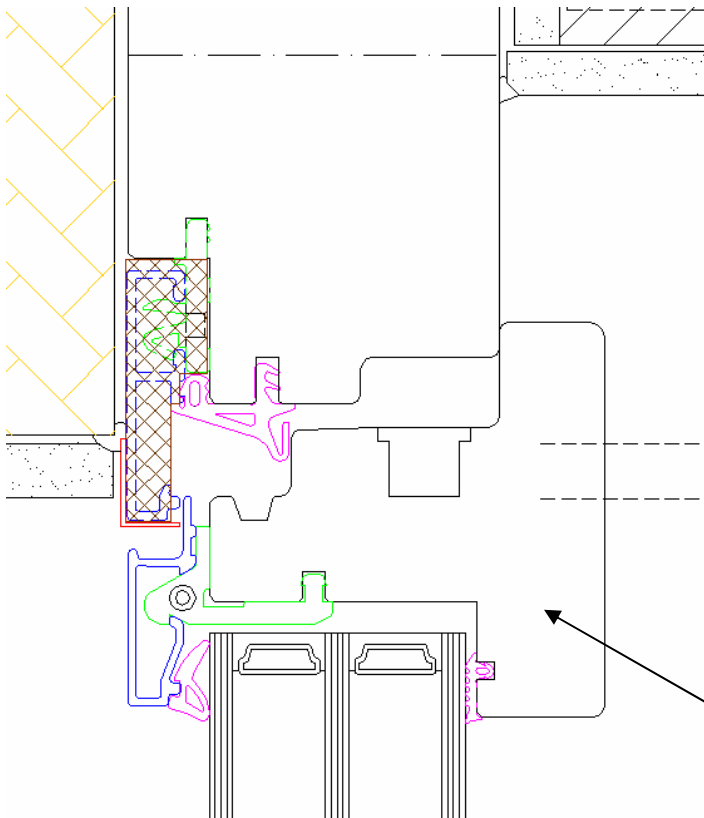


Abbildung 4-28: Wärmebrückenfreier Anschlagrahmen des Fensters. (Connex, amena)

Das Anschlagrahmenprofil inkl. Klip wird ersetzt durch ein Hartholzprofil (braun) und nur die, der Witterung ausgesetzte Kante wird durch ein dünnes, aufgeklebtes Standart-Alu-Winkelprofil abgedeckt (rot), welches in der gleichen Farbe eingefärbt ist wie das Flügelrahmen-Alu-Profil.

Der Alu-Winkel reicht soweit, dass der Verputz dort anschliesst.

Die Konstruktion wurde am Objekt zur vollen Zufriedenheit ausgetestet, und führte zu keinen Mehrkosten.

So ist der Anschlagrahmen wärmebrückenfrei überisoliert und der Flügelrahmen ist zur besseren Wärmedämmung als Holz-Kork-Mehrfachsandwich ausgeführt.

4.5.4. Vorbereitungsarbeiten - Vergrössern der Mauernische



Abbildung 4-29: Vorbereitung Fensterersatz

Soll eine Leibung nicht gänzlich entfernt werden (da sie noch gleichzeitig Auflager für den Sturz ist, muss diese seitlich zurück geschnitten werden.

Dies gilt auch für die Türe, welche selbstverständlich ebenfalls in die Dämmebene verschoben, und aussen auf die alte Mauer angeschlagen, wird (Kapitel 5).



Abbildung 4-30: Der erste Schnitt

Das Ziergitter ist entfernt und die vorstehenden Teile des Fenstersims entfernt. Der fehlende Putz unter dem Sims offenbart, wie gross ein solcher Sims ist und wie wenig davon "sichtbar" ist.

Links oben sind die "Sondierungen" sichtbar (Meissel, Bohrer) um die genauen Abmessungen des Sturzes (und dessen Armierung vorgängig abzuklären. Dies ist vor allem für breite Fenster wichtig, bei schmalen Fenstern ist das weniger kritisch, da der Backsteinverband, je nach Belastung, schon einiges "hält". Die Situation muss für jedes Fenster einzeln beurteilt werden.



Abbildung 4-31: Sturzarmierung

Die Leibung ist seitlich bereits zurückgeschnitten. Der alte Fensteranschlagrahmen ist freigelegt und "hängt" nur noch lose in der Öffnung (wenn die Lieferungen der Fenster sich verzögert, für ein paar Monate...)

Der Sturz ist bis zur halben Tiefe zurückgeschnitten, dort befand sich ein Armierungseisen. Es wurde entfernt, was allerdings sorgfältig bedacht werden will. Hier kein Problem, da keine grossen Lasten darüber, und der Sturz nicht sehr lang ist. Der zimmerseitige Sturz ist zudem nicht tangiert, so dass das darüber liegende Verbundmauerwerk ohne weiteres "hält".



Abbildung 4-32: Erweiterte Mauernischen

Das Fenster (rechts) ist bereits freigelegt. Bei der Türe fehlt nur noch ein Stück des oberen Sturzbogens. Auch ein solcher, runder Sturz kann nachher durch Isolationsmaterial wieder nachgebildet werden (Kapitel 5.2).

Bei diesen Arbeiten können die alten Putzschichten nicht immer derart sauber geschnitten werden, dass sie für das neue Fenster (oder einen aufgedoppelten alten Türrahmen) als Anschlag dienen können. Der Anschlag sollte eben und glatt sein, damit das Dichtungsband (Kompriband), das bei der Montage umlaufend appliziert wird, auch luftdicht ist und hält. Um dies zu verbessern wird vorgängig etwas Kontaktkleber aufgebracht.



Abbildung 4-33: Anschlagputz und Dichtungsband

Zum Anschlagen des Fensterrahmens braucht es 2 Anschlagwinkel, von denen einer im Bild links unten ersichtlich ist. Dort wird der Rahmen aufgestützt und ausgerichtet, bevor er mit selbstschneidenden Schrauben im Mauerwerk befestigt wird.

Das Kompriband bildet eine erste luftdichte Barriere, die zweite folgt...

Links im Bild ist ein Streifen Verputz

entfernt worden, dort werden die Lüftungsrohre befestigt (siehe nächstes Kapitel).



Abbildung 4-34: Fensteranschlag

Auch hier wurde die "richtige" Montage eines neuen Fensters an einer alten Fassade vorgenommen, bevor die Wärmedämmung angebracht wurde.



Abbildung 4-35: Fenster angeschlagen

Das Fenster (hier aus Kunststoff) ist mit selbstschneidenden Schrauben fertig angeschlagen und ausgerichtet (weisse Schift-Plättchen unterlegt).

Der nächste Arbeitsschritt ist das lückenlose, luftdichte Abkleben des Anschlagrahmens zum Anschlagputz.

Geeignete und ausreichend breite Bänder sind erhältlich und wurden von den Herstellern extra zu diesem Zweck entwickelt. Sie sind auf der Rückseite an



einer Kante (weiss) selbstklebend an der anderen (grau) mit einem Kittstreifen versehen, der

direkt auf dem Anschlagputz haften sollte..., was er auch tut, hier ist jedoch das zusätzliche Aufbringen eines Kartuschenklebers ratsam. Mit dem Kartuschenkleber müssen sowieso die Ecken gedichtet werden, da sich dort die Bahnen überlappen und eingefaltet werden müssen.

Links im Bild das (kleinere) Badezimmerfenster aus Kunststoff. Beachten sie die (bewusst) fehlenden Entwässerungsöffnungen, welche den Rahmen thermisch nur zusätzlich schwächen würden. Sie sind hier, in diesem speziellen Fall, auch deswegen nicht nötig, da dieses Fenster durch ein Vordach gut vor Regen geschützt ist.

Rechts ein grösseres Fenster (Holz-Metall), welches unten eine isolierte Rahmenverbreiterung hat, welche aber vollständig überisoliert wird. Hier sind die Entwässerungsöffnungen im untern Fensterrahmen-Aluprofil gut sichtbar.



Die überlappenden Eckstösse werden gerade verklebt



Abbildung 4-36: Montage der Haltewinkel für den Fensterbank

Entweder auf die Rahmenverbreiterung oder direkt unter den Fensterrahmen auf der alten Mauer. Die Hersteller der voll-isolierten Fensterbänke (z.B. Dosteba) liefern solche Haltewinkel mit den "richtigen" Schenkellängen auf Bestellung gleich mit.



Abbildung 4-37: Fenstergewände

Kurz vor dem Aufsetzen des Sturzes.

Alle Gewände-Elemente (Fensterbank, Leibung und Sturz) sind aus vorgefertigten Isolationselementen mit einer oberflächlichen Faserzementschicht (für den "Sandstein - Look").

Das ganze Element (rote Umrandung) ist nur etwa zur Hälfte sichtbar (graue Faserzementschicht). Der Rest des Isolationskerns aus EPS ist hier steinwollgekaschiert um einen materialmässig einheitlichen Übergang zum Rest der Fassadendämmung zu gewährleisten. Gut sichtbar ist die zusätzliche, versenkte Verdübelung, bevor diese mit Isolationsrondellen abgedeckt wird (siehe Kapitel 8.3).

Ausserdem erkennbar ist beim Dachanschluss die bereits ausisolierte, entfernte Mauerausfachung zwischen den Sparren. Das ist die einzige Möglichkeit, die Zwischensparrenisolation des Daches wärmebrückenfrei in die Fassadenisolation übergehen zu lassen.

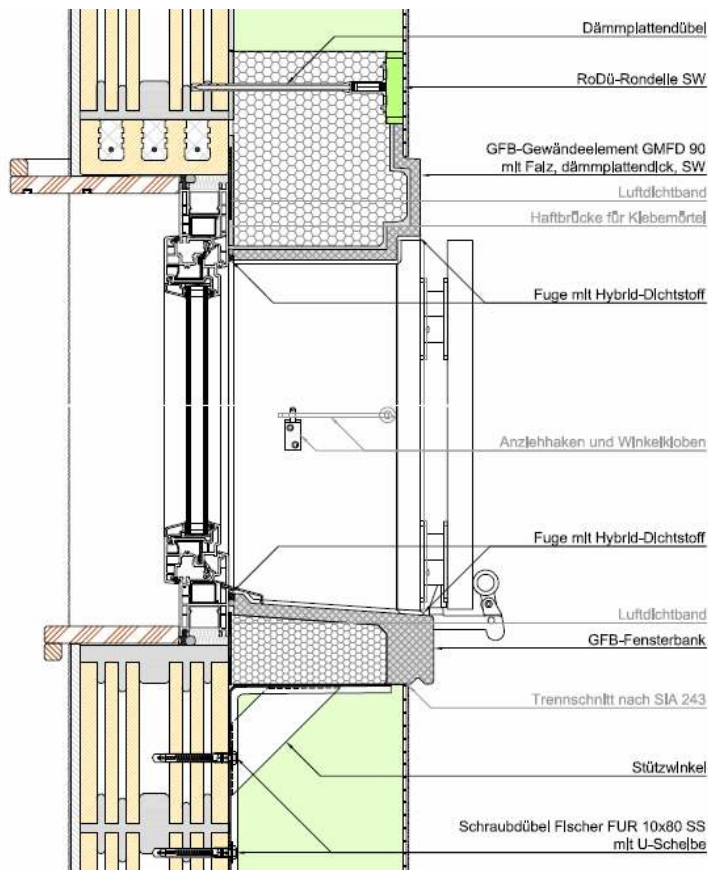


Abbildung 4-38: Querschnitt Fensterbank und Sturzelement (Quelle: Dosteba)

Das Sturzelement ist identisch mit dem Leibungselement. Alle Elemente bestehen aus einem Kern aus expandiertem Polystyrol (EPS) mit einer äusseren, stabilen Schicht aus Faserzement. Für Steinwolle - Fassadendämmung (grün) ist der äussere Bereich entsprechend kaschiert.

In dieser Darstellung ist das Fenster aussenkant Mauerwerkrisse bündig gezeichnet (= 2 beste Lösung), die "gute Lösung" wäre "vorgesetzt", bzw. aussen auf der Mauer angeschlagen.



Abbildung 4-39: Fensternische aus Fassadenisolation

Es geht auch "einfacher" indem die Fensternische direkt aus Fassadenisolation ausgebildet und verputzt wird.

Im Bild das Einlegen des (nötigen) Kantenschutzes.

Das Fenstersims ist wie in *Abbildung 4-38* ein isoliertes Faserzement-Element.

Ein gegebenenfalls früher vorhanden gewesenes Steingewände kann sehr gut über einen Putz- und Farbwechsel in diesem Bereich imitiert werden, so täuschend "echt", dass sogar Denkmalschützer das "auf Distanz" nicht erkennen.

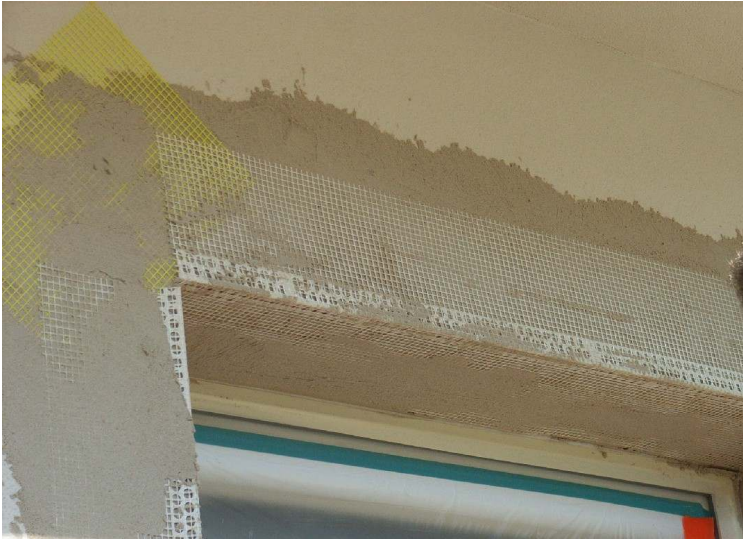


Abbildung 4-40: Ausbildung der Fensterbank (auch Türe) direkt mit der Fassadenisolation.

Kantenschutz inkl. Gewebe obligatorisch!



Abbildung 4-41: Fensterbankersatz durch Blech

Wer sogar auf ein "massives" Fensterbank-Element verzichten möchte, kann auch hier die Fassaden-Isolation zu Hilfe nehmen und alles am Schluss durch ein eingefärbtes Alublech bewitterungsdicht abdecken. Achtung, diese Variante ändert den "Ausdruck" einer Fassade sehr stark...

4.6. Beschattungselemente

Jedes Fenster (ausser vielleicht an der Nordfassade) braucht eine **ausserliegende** Beschattungsmöglichkeit für den Überhitzungsschutz im Sommer.

Innenliegende Vorhänge usw. dienen als *Blendschutz* und sind als Beschattungselement denkbar ungeeignet, da die Wärme dann schon drin ist, was im Winter durchaus gewünscht wird (sog. passive Solarenergienutzung), im Sommer jedoch nicht! Umgekehrt ist ein Beschattungselement als Blendschutz im Winter völlig ungeeignet, da dann ja die Wärme der Sonne im Innenraum gewollt ist. Ein gutes Fenster braucht also beides!, sowie einen Benutzer der beides "richtig" d.h. situationsgerecht bedient.

4.6.1. Klappläden

Viele alte Häuser haben Klappläden und sollen sie auch behalten..., da gerade das Weglassen derselben das Aussehen einer Fassade massiv verändert. Es gibt nur wenig Gründe, Klappläden abzuschaffen, am ehesten noch der, dass bei Storen eine Automatisierung möglich ist, aber wo wird diese schon (richtig) eingesetzt? Die Bedienbarkeit "von innen" ist in den meisten Fällen (Wohnbereich) kein stichhaltiges Argument. Im Winter braucht es eine Beschattung sowieso selten, da mit innen liegendem Blendschutz gearbeitet werden soll! Im Sommer ist das "Fensteröffnen um die Läden zu schliessen" sowieso kein Problem.

Neue Klappläden sind meist aus Aluminium und 100% wartungsfrei. Aber auch die alten, ursprünglichen Holzläden können weiterverwendet werden, das Gebäude behält damit sein ursprüngliches "Cachet". Ob Holzläden alle 10 Jahre wirklich neu gestrichen werden müssen, ist Geschmackssache. Farbanstriche halten nicht "ewig", vor allem auf Holz welches der Witterung ausgesetzt ist. Allerdings sind hier holztonfremde Farben (z.B. Grün) heikler, da ein Abblättern sofort (störend) auffällt. Dunkelbraun ist hier am einfachsten, da es in etwa dem Farbton von abgewittertem Holz entspricht und so kann auf einen häufigen "Renovationsanstrich" auch verzichtet werden.

Befestigung

Klappläden sind in der Regel an runden, in der Mauer verankerten Bolzen (den sog. "Kloben") eingehängt. Um Wärmebrücken zu vermeiden muss diese Verankerung neu in der Isolation stattfinden, wofür es verschiedene Möglichkeiten gibt, u.a.

- Spezielle "Montageelemente": Welche an den kritischen Stellen hochverdichtetes Isolationsmaterial oder ähnliches eingelegt haben und an denen in der Regel auch Rückhalter und Stopper befestigt werden können.

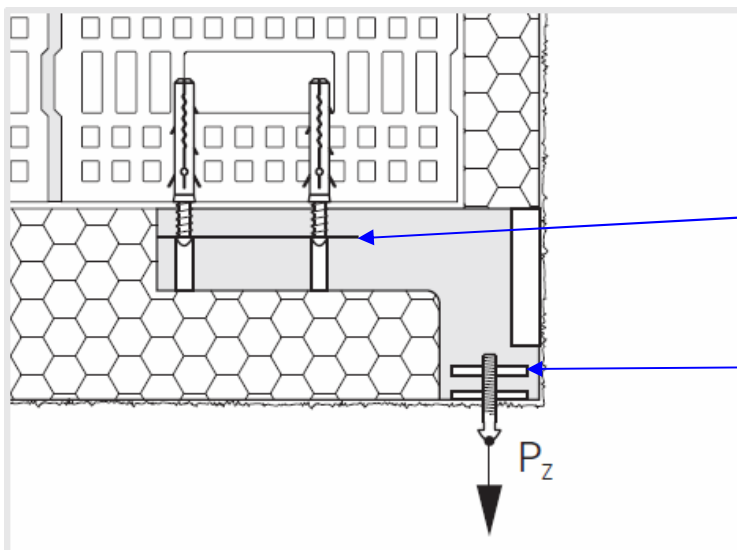


Abbildung 4-42: Klobentragelement
(Quelle: Dosteba)

Das Element ist durchgehend aus hochdichtem Polyuretan (PU) mit einer Hülle aus Polyethylen. Darin eingelegt ist eine Platte als Schraubenaufleger für die (wichtige) kraftschlüssige Befestigung an der Mauer.

Für die Befestigung der Kloben selber ist eine Aluminiumplatten eingelegt.

Vorne eine Compactplatte aus Kunststoff zur Aufnahme des Anpressdruckes beim Verschrauben.



Abbildung 4-43: Schliessen der Isolation nach der Montage des Klobenelementes (Dosteba)



Abbildung 4-44: Befestigung des Klobens vor dem Einhängen der Klapppläden. (Dosteba)

Diese Methode eignet sich vor allem, wenn das Gewände direkt aus Fassaden-Isolationsmaterial erstellt und anschliessend ohne Falz (für den Klappladen) verputzt wird. Da der Falz für den Klappladen auch im Sturz fehlt, muss dort ein kleiner Anschlag montiert werden.

Vollisolierte Faserzementgewände (wie weiter oben beschrieben, *Abbildung 4-37* und *Abbildung 4-38*), enthalten an den nötigen Stellen "Verstärkungen", so dass die Kloben direkt eingeschraubt werden können. Ausserdem sind die Leibungs- und Sturzelemente mit Falz erhältlich und ein separater Anschlag erübrigt sich.

4.6.2. Rollladen(kästen)

Rollläden wurden früher meist innen über dem Fenster platziert. Sie sind schlecht (bzw. nicht) isoliert und undicht, da die dünne Holzverkleidung nur aufgeschraubt ist. Im Rollladenkasten herrscht Aussenklima!



Abbildung 4-45: Sanierungssystem für innenliegende Rollladenkästen (unbekannt)

Diese "Notlösung" wäre nur empfehlenswert, wenn die Fassade nicht wärmegeklämt würde, da die Dämmung zwar besser wie vorher, aber immer noch sehr dünn ist.

Hier gibt es nur eine "gute" Lösung: Demontieren des Rollladens und vollständiges sowie winddichtes ausisolieren des alten Rollladenkastens. Die "neue" Beschattung gehört aussen vor das Fenster, was bei einer 200plus Wärmedämmung problemlos möglich ist. Meist wird dabei der Rollladen durch einen Rafflamellenstoren (oder Stoffstoren) ersetzt. So oder so kann und soll der neue Storenkasten aussenliegend sein, er kann dort problemlos in der Isolation untergebracht werden, die ja mindestens 20 cm (200plus) stark ist. Daher bleibt noch genug Platz um gegen den Fensterahmen (Rahmenverbreiterung) zu dämmen.



Abbildung 4-46: Aussenliegender Rolladenkasten (Schenker)

Solche Fertigungskombinationen werden von verschiedenen Herstellern angeboten und können problemlos in die Aussenisolation integriert werden.

4.6.3. Rafflamellenstoren



Abbildung 4-47: Integrierter Lamellenstoren

Der wärmedämmtechnische Unterschied zu den Rolläden ist der wesentlich schmalere Kasten. Damit besteht die Möglichkeit, den Storenkasten noch weiter aussen zu platzieren und so stark wie möglich die Rahmenverbreiterung des Fensters, bzw. die alte Sturzkonstruktion zu überisolieren. Dabei empfiehlt sich eine Sichtblende aus Blech, da sie weniger aufträgt, und durchaus eine reizvolle Optik bietet, als Alternative zu den verputzten Blenden als nahtloser Teil der Aussenisolation, da diese doch wesentlich mehr Platz brauchen (siehe unten).

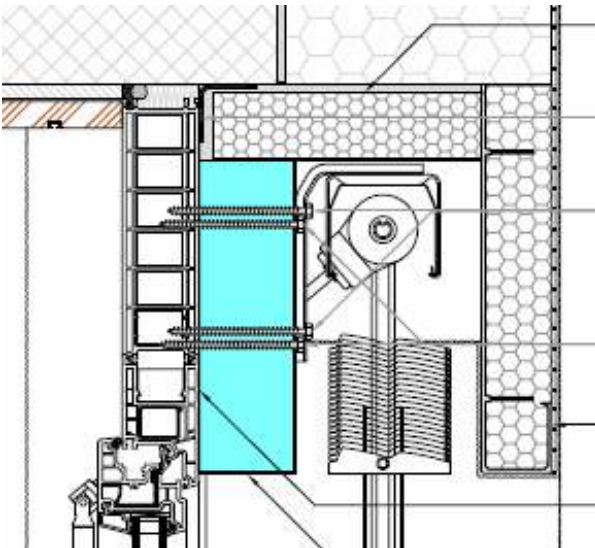


Abbildung 4-48: Detail Storenkasten (Bild Dosteba)

Die Isolation der Rahmenverbreiterung (oder des alten Sturzes) ist so stark wie möglich auszuführen, daher ist es aus wärmetechnischen Gründen sinnvoll, eine vom Storenhersteller in allen RAL-Farben lieferbare Blende aus Alublech zu verwenden (Abbildung 4-47 oben), welche vorne nicht aufträgt, dafür hinten mehr Platz (für die Isolation) lässt. Im Bild ist vorne ein Schürzenelement aus Isolationsmaterial dargestellt, welches einen durchgehenden Aussenputz ermöglicht, jedoch wärmetechnisch "vorne" nichts bringt. Diese Isolationsschicht wird besser zur noch besseren Überdämmung der Rahmenverbreiterung gebraucht.

Bei 20cm Fassadendämmung und Fensteranschlag aussen auf der Mauer "rutscht auch der Storenkasten nach aussen, und eine reine Sichtverblendung mit einem Blech (ähnlich Abbildung 4-47 oben) wäre vorteilhaft um die Überdämmung (hellblau) der Rahmenverbreiterung möglichst stark ausführen zu können.

4.6.4. Markisen



Abbildung 4-49 Stoffmarkise zur Beschattung des Küchenfensters

Ein weiters, weit verbreitetes Element zu Beschattung von Fenstern und Sitzplätzen im Freien (z.B. Terrassen) sind Stoffmarkisen. Diese sind insofern "heikel" zu montieren, da durch die Ausladung eine grosse Hebelwirkung entsteht, welche durch Windlasten noch erheblich verstärkt werden können. Daher gilt es, eine weitgehend wärmebrückenfreie und sehr stabile Unterlage für die Montage zu erstellen. Es braucht vollisolierte, sog. Schwerlastelemente. Diese gibt es, je nach Lastanforderungen, auch für andere Dinge, die an der Fassade aufgehängt oder abgestützt werden sollen (z.B. Vordächer, usw.)

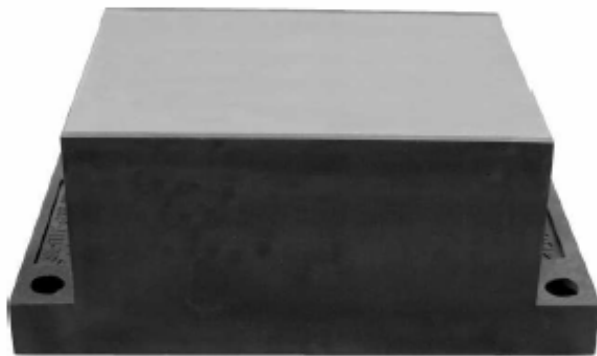


Abbildung 4-50: Schwerlastelement (Bild : Dosteba)

Allen "Befestigungspunkten" ist gemeinsam, dass sie wenn immer möglich vor der Fassadenisolation geplant werden müssen, damit sie gleichzeitig angebracht und sauber überisoliert und verputzt werden können. Ausserdem müssen sie in den Plänen eingezeichnet und exakt vermassst werden, damit man sie auch nachher, wenn alles zugewetzt und gestrichen ist, noch findet. Bewährt hat sich das (zusätzliche) Anbringen eines Nagels in der Mitte der Verstärkung, dann findet man die Verstärkungen auch nachträglich. Nachfolgend soll stellvertretend die Montage einer Markise erläutert werden.

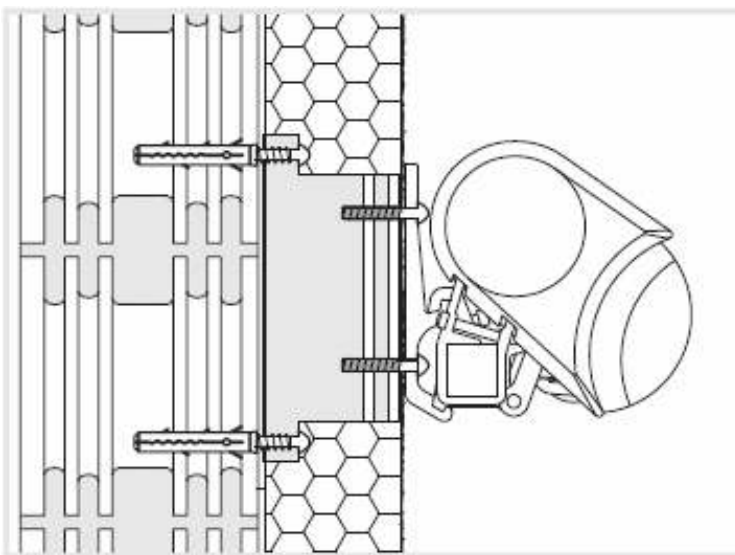


Abbildung 4-51: Querschnitt Montageplatte (Bild Dosteba) am Beispiel einer Markise



Abbildung 4-52: Schwerlastelement mit aufgeschnittener Montageplatte (Bild Dosteba)

Druckstabile Phenolharzplatte

Dicke Aluminiumplatte für Gewindebohrung (Montageplatte)

Kunsthharzplatten zur Kraftübertragung zwischen Montageplatte und Grundplatte

Polyurethan Isolation

Grundplatte zur Wandbefestigung und Lastverteilung



Abbildung 4-53: Klebemörtelbett für Schwerlastelement (Bild Dosteba)

Da ja auch die Isolation selber mit Klebemörtel befestigt wird, ist dies "zum Ausgleich" auch hier wichtig, da am Schluss alles einigermassen eben fluchten sollte.

Bei Gebäudesanierungen ist der Untergrund auch oft nicht so "eben" wie im Bild dargestellt....



Abbildung 4-54: Schwerlastelement montiert.

Die Montage der Schwerlastelemente, wenn die Isolation (aus Versehen...) schon angebracht wurde, ist möglich durch Ausschneiden der Isolation. Besser wäre es gewesen, mit der Isolation nur "in die Nähe zu fahren, so dass man gut "fluchten " kann, jedoch genug Platz fürs Anziehen der Schrauben hat!!

Hier wurden zur Montage Gewindestangen verwendet, die vorgängig im Mauerwerk mit Klebedübeln fest verankert wurden.

Die Schrauben/Muttern vorerst nur so weit anziehen, dass die Oberfläche mit der Isolation fluchtet. Mörtel hart werden lassen und fertig kraftschlüssig anziehen (nicht vergessen!!)



Abbildung 4-55: Fertig "eingepacktes" Schwerlastelement, bereit für den Verputz

Und wenn erst später eine Markise oder sonst ein Element an der bereits wärmege­dämmten, verputzten und gestrichenen Fassade befestigt werden soll, welche keine Schwerlastelemente integriert haben? Aufwändig wäre des Aufschneiden der Isolation und nachträgliche Anbringen eines Schwerlastelementes inklusive Isolations- und Putz- und Anstrichergänzung (die man sowieso nicht mehr exakt im gleichen Farbton" hinbringt..) Auch hier gibt es Möglichkeiten, welche zwar nicht ganz die thermischen Werte des obigen Schwerlastmoduls erreichen, aber durchaus empfohlen werden können.

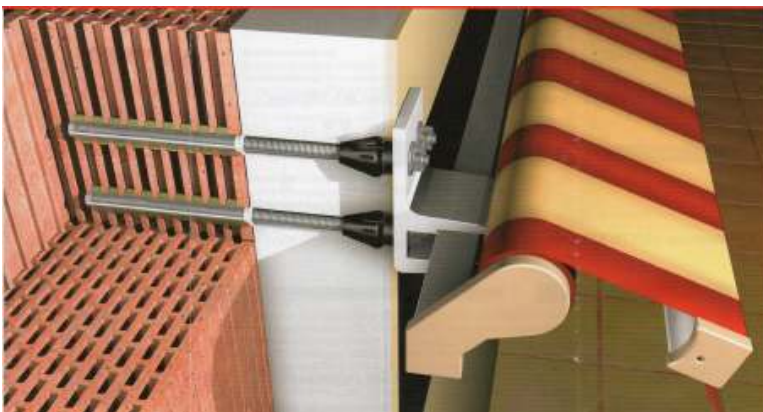


Abbildung 4-56: Lasttragender und thermisch getrennter Abstandhalter (Bild Fischer Thermax)

Die Belastbarkeit hängt von der "Ausladung", also direkt von der Stärke der Wärmedämmung ab und ist bei 20cm nicht mehr sonderlich gross, je nach Anzahl Befestigungen aber für eine Markise noch ausreichend.

5. Türen - Haustür

Neben den Fenstern ist auch die Türe eine Fassadenöffnung. Hier gelten generell die gleichen Grundsätze wie bei den Fenstern:

- Türe muss in die Isolationsebene verschoben, also aussen neu angeschlagen werden.
- Qualitätsanforderungen identisch mit denen der Fenster (siehe dort)
- Detaillösungen im Türbereich wie bei Fenstern

Falls es sich um eine voll verglaste Balkon- oder Terrassentüre handelt, ist die Ähnlichkeit zum Fenster ja sowieso augenfällig. Handelt es sich jedoch um eine eigentliche Haustüre, sind einige Spezialitäten zu beachten.

5.1. Neue oder alte Haustüre?

Haustüren waren und sind eigentliche "Visitenkarten" eines Hauses. Neue Haustüren, welche Passivhausstandard (inklusive Türschwelle) erreichen sind (sehr) teuer, trotzdem eine richtige und wichtige Investition.

Windfang vorhanden?

Selbst eine Passivhaustüre hat folgendes Problem: Sobald sie geöffnet wird, ist die kalte Luft im Haus. Ein Windfang mit seiner Schleusenwirkung ist also in jedem Fall richtig, nicht aber in jedem Fall (sogar - leider- eher selten) vorhanden. Eine umfassende Fassadensanierung ist also der geeignete Moment, einen solchen zu realisieren, gegebenenfalls als kleiner Vorbau (Platzgewinn für Garderobe). Der Windfang darf aber nicht beheizt sein, sonst wird er zur Energieschleuder... Neben dem Schleuseneffekt (die kalte Luft beim Öffnen fällt nicht direkt ins Haus), gibt es weitere Vorteile, da zwei thermische "Dichtungsebenen" vorhanden sind:

- Die thermischen Anforderungen an die Haustüre und die Windfangtüre sinken, da das Temperaturgefälle zwischen Windfang und Aussen (bzw. Innen) nur etwa die Hälfte des gesamten Temperaturgefälles beträgt. Dies ermöglicht, dass die bestehende Türe "nachgerüstet" werden kann und damit als "Visitenkarte des Hauses" erhalten bleibt.
- Die Türdichtungen müssen nur gut und nicht "ausgezeichnet" sein.

Alte Haustüren sind oft sehr schöne Handwerksarbeit (Geschmackssache) welche aber heute, wollte man sie im gleichen Stil nachbauen, wahrlich "unbezahlbar" wären. Trotzdem prägen sie das Gesicht einer Fassade wie kein zweites Element (Visitenkarte), haben aber in der Regel keine, oder nur ungenügende Dichtungen und die Wärmedämmqualität (Massivholz, Verglasung) ist ebenfalls ungenügend. Trotzdem können Sie weiterverwendet werden und das zu wesentlich kleineren Kosten, wenn:

- Ein Windfang vorhanden ist, oder realisiert werden kann
- Ein neuer Türrahmen aussen an der Fassade (in der Isolationsebene) angeschlagen wird, eventuell als Aufdopplung zum alten Türrahmen.
- Richtige Türdichtungen im Rahmen (und in der Schwelle) eingelassen werden.
- Das Türblatt aufgedoppelt wird, sodass mehr Holz (möglicherweise sogar mit Isolationseinlage) und eine gute (gegebenenfalls zusätzliche) Verglasung angebracht werden kann.
- Die Türfalle durch eine solche mit 3-Punkt-Anzugverschluss (Roll-Triblock) ersetzt werden kann, welche die neue-alte Türe in die Dichtung zieht.
- Die Türschwelle muss erneuert werden.

Am Beispielobjekt wurde diese Methode gewählt. Ein (innerer) Windfang war (und bleibt!) vorhanden, sodass die Haustüre weiter verwendet werden kann.



Abbildung 5-1: Vor der Fassadensanierung: Haustüre als prägendes Element



Abbildung 5-2: Schneiden und entfernen des alten Gewändes und der Türschwelle.



Abbildung 5-3: Der alte Türrahmen wird komplett freigelegt

Auch der Runde Türsturz wird ausgeschnitten.



Abbildung 5-4: Neuer Türrahmen, außen angeschlagen(links)

Der alte Türrahmen wurde von innen mit dem neuen fest verschraubt, dies war in diesem Fall auch wegen den alten Scharnieren die beste Lösung

Der Türrahmen ist bereits mit breitem, grauen Dichtungsband rundum gegen die alte Mauer abgedichtet.

Bild rechts: Innenaufnahme des noch nicht gemalten alten Rahmens am neuen Ort. Nur die tiefere Nische und der Raumgewinn bleiben.



Abbildung 5-5: Haltewinkel für die neue Türschwelle:

Die Türschwellelemente unterscheiden sich nicht von den Fenstersimsen. Es sind die gleichen, vollisolierten Elemente, welche auch gleich montiert werden.

Der alte Rahmen ist hinter dem neuen sichtbar



Abbildung 5-6: Sockelelement unter Türschwelle

Als erstes wird das Sockelelement bei der Türschwelle eingepasst und nach hinten mit Bitumen-Klebemörtel an den alten Sockel befestigt. Unten steht das Sockelelement (dort mit hellblauem extrudiertem Polystyrol (XPS) gedämmt) auf der Perimeterdämmung auf und ist dort mit Dichtklebstoff (aus der Kartusche) gedichtet.

Die Höhe der Türschwelle diktiert das Sockelelement darunter und damit die Flucht des gesamten Sockels



Abbildung 5-7: Türschwelle und anschließende Sockelelemente

Die Türschwelle ist ein "normales" isoliertes Simselement, wie es auch bei den Fenstern zum Einsatz kommt. Dieses auf Montagewinkeln (siehe Bild oben) aufgelegt, sowie darauf und nach hinten mit dem alten Sockel verklebt (Kartusche-Dichtungsklebstoff).

Die anschließenden Sockelelemente bilden die Basis für die oben anschließende Fassadenisolation und werden genau horizontal auf die Kante der Türschwelle ausgerichtet.

Auch bei den Sockelelementen (wie bei der Perimeterdämmung) wird feuchtigkeitsstabiler, bituminöser (schwarzer) Klebemörtel verwendet und am oberen Rand zusätzlich verdübelt (Kapitel 8.3).

Die Sockelelemente reichen ca. 10cm unter das Terrain und setzen auf die Perimeterdämmung auf.

Im Hintergrund das spezielle Sockelelement über dem Lichtschacht (siehe auch Kapitel 3.5.13)



Abbildung 5-8: Schwellenprofil mit Gummidichtung

Hiermit ist dieser Bereich zwar "dicht", das Aluminium ist aber eine sehr gute Wärmebrücke. Leider gab es zur Zeit dieser wärmetechnischen Gebäudemodernisierung für alte Türen keine besseren (= thermisch getrennten) Profile im Handel. Hier sind neue Haustüren im Vorteil.

Gut sichtbar der innere, alte Rahmen mit der provisorischen, weissen V-Dichtung und der äussere, neue Rahmen in dem auch schon die Nut für eine "richtige" Gummiprofil-Dichtung eingefräst ist, welche dann mit der Aufdopplung zusammen dieTüre dichten wird.

Die Aufdopplung der Türe wurde aus verschiedenen Gründen zeitlich verschoben, so dass sie zwar geplant, aber erst ein Jahr später realisiert wurde. Daher ist in diesem Bericht die Aufdopplung der Türe nicht dokumentiert. Durch das Versetzen der alten äusseren Gläser in die neuer Aufdopplung, bleibt der "Look" (Abbildung 5-4) der Türe erhalten und es wird Platz für eine zusätzliche Verglasung gewonnen.

5.2. Türsturz / Sturzbogen

Viereckige Haustüren sind zwar die Norm, aber auch etwas "langweilig". Es ist nun in keinem Fall nötig solche runden Türstürze wegen der Anbringung einer Aussenisolation, bzw. wegen des Neuanschlages der Haustüre "ausser", zum Verschwinden zu bringen. Die Nachbildung solcher "runden Stürze" ist ohne wesentlichen Mehraufwand möglich, wie nachfolgend beschrieben (teuer wird die Sache erst, wenn man den runden Sturz als isoliertes Faserzement-Element nachbauen will).



Abbildung 5-9: Runde Sturznachbildung aus Polystyrol

Geklebt und gedübelt (wie die normale Fassadenisolation). Sichtbar sind die Steinwolle-Rondellen, welche die Dübel zur Vermeidung von Wärmebrücken abdecken.

Rechts an der Vertikalen ist der Kantenschutz bereits angebracht. Links fehlt er noch und erst das Klebemörtelbett dafür ist schon vorhanden.

Das "Mischen" der Isolationsmaterialien ist nicht aussergewöhnlich, jedoch wird in der Regel bei einer Steinwolle-

fassade die Polystyrolelemente mit einer dünnen Steinwollematte (1-2cm) kaschiert, um Materialwechsel welche unterschiedliche Oberflächentemperaturen (und damit längerfristige Abzeichnungen) zur Folge haben könnten, von Anfang an zu vermeiden. Ob dies auch bei sehr grossen Wärmedämmstärken immer noch ein Thema ist, wurde hier im Experiment ausprobiert. In den Infrarotbildern (siehe Kapitel 9) lassen sich jedoch keinerlei Unterschiede bei den Oberflächentemperaturen feststellen, sodass, zumindest bei Dickschichtputzen und in ähnlichen Situationen (Schutz durch Vordach), auf solche kostentreibenden Massnahmen verzichtet werden könnte (Langzeiterfahrung liegt im vorliegenden Fall noch keine vor).



Abbildung 5-10: Kantenschutz Türsturz

An den vertikalen Kanten ist der Kantenschutz ganz "normal" eingearbeitet.

Beim runden Sturz muss der Kantenschutz nur etwas "eingeschnitten" werden, und schon legt er sich problemlos an die Rundung an.

Hinweis:

Oft sind die alten Gewände leicht angeschrägt und öffnen sich nach Ausen. Falls dies ohne grossen Mehraufwand mit dem Isolation-Verputz-System nachempfunden werden kann, ist das wegen das "Eindrucks" auch weiterhin wünschbar.



Abbildung 5-11: Kantenschutzprofil mit Gewebearmierung

wie es für Fassadenisolationen zur Anwendung kommen sollte. Zusammen mit der flächendeckenden Gewebearmierung die anschliessend über die ganze Fassade in den Grundputz eingearbeitet wird (siehe untenstehende *Abbildung 5-12*), ergibt sich im Kantenbereich eine Überlappung, die durchaus sinnvoll ist, da dort eine zusätzliche "Verstärkung" Sinn macht.



Abbildung 5-12: Gewebeamierung vollflächig im Grundputz eingearbeitet.

Die Türnische ist an den Stirnseiten schon derart "perfekt" verputzt, das Unebenheiten, insbesondere jene die vom Zuschneiden des runden Polystyrolsturzes noch übrig blieben, ausgeglichen sind.

Der Grundputz wird im "Dickschichtverfahren" (Aqua pura, siehe auch Kapitel 2.2) in mehreren Arbeitsgängen aufgetragen, da seine Schichtdicke "fertig" mindestens 10mm betragen muss, um die gewünschte Funktion (Tauwasserfreiheit) zu erfüllen. Dazu muss auch der abschliessende Deck- resp. Edelputz (unten *Abbildung 5-13*) materialtechnologisch genau auf den Grundputz abgestimmt sein.



Abbildung 5-13: Edelputz im Leibung- und Sturzbereich.

Die letzte Verputzschicht ist der so genannte Edelputz, welcher der Fassade die Struktur gibt. Im Leibung- und Sturzbereich (hell) der Türe wurde ein normaler, feiner Edelputz mit Korngrösse 0.5 gewählt, um das ehemalige, massive Gewände möglichst "echt" nachzubilden.

Die Fassade selber erhält einen Edelputz mit einer (üblichen) Korngrösse von 3 mm. Dieser trägt also deutlich mehr auf, was sich am Übergang der beiden Putzarten als kleiner Absatz manifestiert - ein durchaus gewollter optischer Effekt, der genau dort verläuft, wo auch das alte Gewände gewesen wäre.

Der Edelputz ist Teil des rein mineralischen "Aqua pura"-Dickschicht-Verputzsystem" der Firma Greutol, welches die Dampfdiffusionsoffenheit und Bewuchsfreiheit (ohne Fungizide) langfristig sicher stellt.

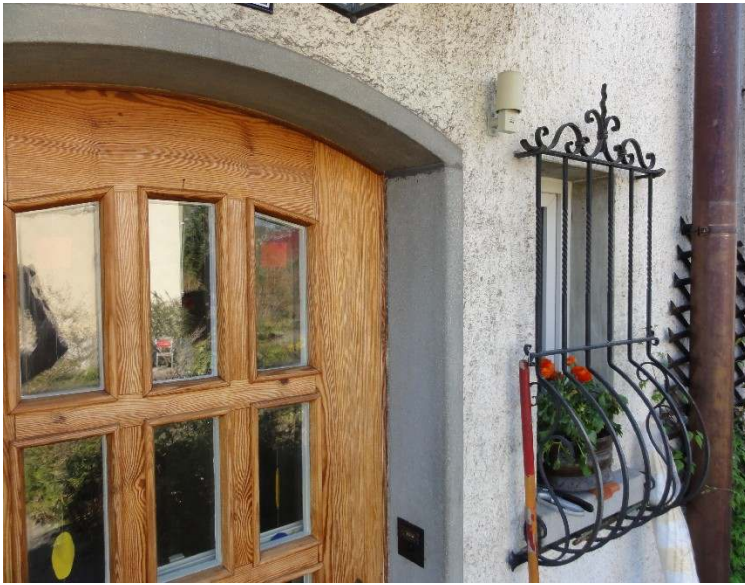


Abbildung 5-14. Türe und ihre Umgebung im "Urzustand".

Bis auf das, dass alles etwas heller und aufgefrischer wirkt, ist kein Unterschied festzustellen

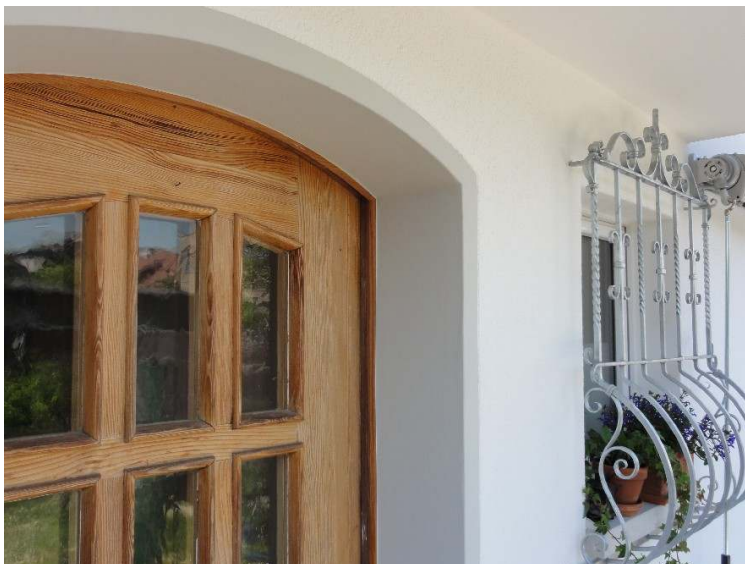


Abbildung 5-15: Türe und ihre Umgebung "wärmetechnisch saniert".

Im Vergleich zu "vorher" (Abbildung 5-14 oben) wirkt einfach alles etwas heller, aufgefrischer und freundlicher.

Die Fassade (grober Verputz) ist hell gestrichen mit einer, auf den mineralischen Grund- und Deckputz genau abgestimmten, mineralischen Farbe.

Das Türgewände ist auf feinem Verputz sandsteingrau angemalt - die perfekte Täuschung, welche optisch 100% ist und auch von Spezialisten (Denkmalschutz) erst beim nah und genau hinschauen entlarvt wird...

6. Integration von Lüftungsleitungen in die Aussenisolation

Über die Notwendigkeit einer kontrollierten (=mechanischen) Lüftung in neuen oder erneuerten Liegenschaften mit dichter Gebäudehülle (sehr gute Fenster und Türdichtungen sowie ohne Ausenluftöffnungen (z.B. Dunstabzughauben in der Küche) lässt sich - und wird - trefflich gestritten. Fakt ist, dass bei der, unbedingt anzustrebenden Luftdichtheit der Gebäudehülle, gelüftet werden muss, sonst "stinkt's". Sehr disziplinierte Bewohner, können dies auch mit richtig praktizierter und dosierter (wenige Sekunden) Stoss-Querlüftung bewerkstelligen und die dadurch entstehenden Energieverluste einigermaßen in Schach halten. Aber was ist in der Nacht, wenn alle bei frischer Luft ungestört 8 Stunden durchschlafen wollen? Das gekippte Fenster ist dort, selbst wenn die Heizung im Schlafzimmer (hoffentlich) abgestellt ist, keine gute Lösung, da die Wände auskühlen (= Energieverlust). Schlussendlich wird nichts an einer kontrollierten Lüftung vorbeiführen. Diese sollte aber nicht ungeregelt und mit viel zu hohen Luftmengen arbeiten, wie heute üblich, sondern "bedarfsgerecht" (wenn niemand zu Hause ist, muss in der Regel auch nicht gelüftet werden...).

Soll zumindest die Möglichkeit einer kontrollierten Wohnungslüftung geschaffen werden, ist jetzt der Zeitpunkt diese in weiser Voraussicht in die Aussenisolation zu integrieren.

Da es sinnvoll ist, die Lüftungsrohre so stark wie möglich zu überisolieren, sollten sie möglichst wenig von der Fassade abstehen. Eine Möglichkeit, welche 2cm mehr Überdämmung bringt, ist das Entfernen des (ca. 2cm starken) alten Verputzes, dort wo die Lüftungsrohre aufliegen.

Bei 20cm Fassadendämmung und einem $\varnothing$ 10cm Lüftungsrohr, verbleiben so 12cm Überisolation. Dies ist ein Minimum, sollen doch die Lüftungsrohre (20°C) keine Wärmebrücke bilden und ihre Wärme verlustlos vom Verbraucher zum Lüftungsgerät (mit Wärmerückgewinnung) und umgekehrt transportieren können - Ein weiteres starkes Argument, die Fassade mit mindestens 20 cm zu dämmen (= 200plus).

Für den energetisch optimalen, und komfortmässig für 95% der Fälle hinreichenden, Betrieb eines Lüftungsgerätes mit ca. 60m³/h (EFH oder Wohnung) ist ein $\varnothing$ 10cm Lüftungsrohr ausreichend als Sammelleitung für die je ca. 4 Einzelabsaug- oder -einblasstellen. Für die Stichleitungen zu den einzelnen Ein-/Auslässen genügt dann $\varnothing$ 8cm. Eventuelle Telefonie (also das Übertragen von Geräuschen über die Lüftungsleitungen muss, bzw. kann, falls diese dann tatsächlich innerhalb eines EFH/Wohnung stören sollten, mit handelsüblichen Schalschluckeinsätzen direkt hinter dem Ein-/Auslassventil (auch nachträglich) eliminiert werden. Heikel wird es dort, wo mehrere Wohnungen (MFH) am gleichen Lüftungsgerät hängen. Dort müssen die Sammelleitungen pro Wohnung separat bis zum Lüftungsgerät geführt werden und der dortige "Sammelkasten" sehr gut Schallisoliert werden. Diese Regeln gelten unabhängig davon, ob die neuen Lüftungsleitungen im Innern des Gebäudes geführt werden (können?), oder wie hier beschrieben auf der Aussenwand.



Abbildung 6-1: Lüftungsleitungen

Die Abluftleitungen werden durch Kernbohrungen zu den Ablufteinlässen (Küche und Bad) geführt. Die Stichleitungen ($\varnothing$ 8cm) sind über einen Sammeltrichter an das Sammelrohr ($\varnothing$ 10cm) angeschlossen. Die Lüftungsleitungen dürfen nirgends die Mauer direkt berühren (Körperschallübertragung!) und sind daher entsprechend mit 3mm selbstklebendem Armaflexband unterlegt. Auch die Haltebänder und der Aufgewinkel sind unterlegt. Sämtliche Übergänge sind mit dem Lindab Doppellippen-dichtungssystem "Save" luftdicht.



Abbildung 6-2: Lindab "Save" - Dichtung

90° Bogen, oben mit grösserem Radius ($R 1.5 \times \varnothing$) was weniger Druckverlust und damit weniger Stromverbrauch für den Ventilator bedeutet. Unten der "Normale" mit ($R 1 \times \varnothing$). Manchmal ist nur dieser einsetzbar (z.B. Mauerdurchführungen - siehe *Abbildung 6-1*). Bögen mit ($R 1.5 \times \varnothing$) sind, wenn immer möglich, den Vorzug zu geben.

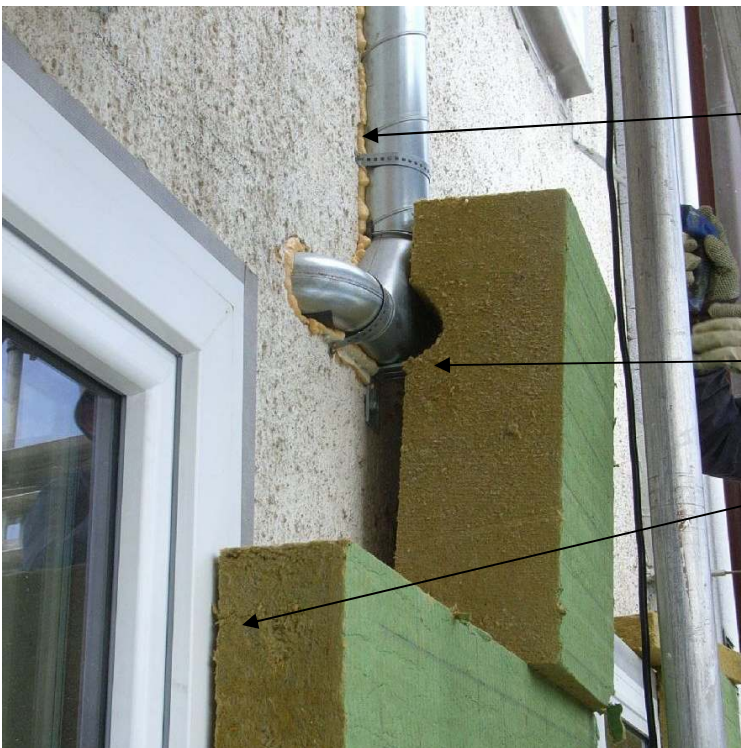


Abbildung 6-3: Dämmung der Lüftungsleitungen (1)

Der Spalt zwischen den Lüftungsleitungen und dem alten Verputz, welcher unter den Röhren entfernt wurde damit sie möglichst wenig vorstehen, ist ausgeschäumt, damit nirgends zusammenhängende Lufträume bzw. -spalten entstehen.

Die Isolation wird im Bereich der Lüftungsleitungen ausgenommen.

Unten rechts die Überdämmung des Fensterrahmens. Auch diese "Ecke" wurde vorgängig bei den Isolationsplatten ausgenommen.



Abbildung 6-4: Dämmung der Lüftungsleitungen (2)



Abbildung 6-5: Dämmung der Lüftungsleitungen (2)

Die Spalten, welche durch das zwangsläufig nicht ganz exakte Ausschneiden der Lüftungsleitungen zur Dämmung entstehen, werden mit Hilfe von Verschnittmaterial und mittels ausgeklapptem Metermass ausgestopft.

Bei so etwas ist Mineralwolle gegenüber steifen Dämmmaterialien im Vorteil.

6.1. Wohin mit dem Lüftungsgerät?

Falls ein Lüftungsgerät nirgends in den Wohnräumen sinnvoll platziert werden kann (damit würde sich meist auch die Erschliessung über die Fassade erübrigen), bleiben grundsätzlich zwei Standorte, die in einem bestehenden Gebäude dafür in Frage kommen:

- Keller
- Estrich

Dies auch deshalb, weil die Lüftungsleitungen, welche an den Fassaden montiert werden, irgendwo bis zum Gerät geführt werden müssen, ähnlich wie Heizungsleitungen zum Kessel. Ausserdem ist dann das, wenn auch minimale, Geräusch des Gerätes "ausgelagert".

Ob Keller oder Estrich hängt von der Situation ab. Der Estrich kann eine gute Lösung sein, weil das Einführen der Lüftungsleitungen von der Fassade her deswegen kein Problem ist, weil die nichttragende Mauerausfachung zwischen den Dachsparren sowieso entfernt werden muss, damit keine Wärmebrücken entstehen (siehe Kapitel 7). Ausserdem können die Lüftungsleitungen auch bei einem (teilweisen) Estrichausbau einfach zwischen die Sparren verlegt werden und sind nachher unsichtbar.



Abbildung 6-6: Einführung der Lüftungsleitungen in den Estrich.

Blick von Aussen, die Mauerausfachung zwischen den Sparren ist entfernt. Oben die Dachuntersicht und im Hintergrund die, schon früher applizierte Dachdämmung (Ausblasen zwischen den Sparren mit Altpapierflocken).



Abbildung 6-7: Einführung der Lüftungsleitungen in den Estrich, Blick von Innen.

In diesem "Schlupf" in einem ansonsten voll ausgebauten Estrich wird später das Lüftungsgerät platziert.

6.1.1. Feuchterückgewinnung?

Die Wärmetauscher in der Lüftung können, neben der Wärme der Abluft, auch einen grossen Teil der Feuchte der Abluft an die Zuluft übertragen, wenn sie im Falle eines *Rotationswärmetauschers* über eine hygroskopische Oberflächenbeschichtung verfügen, oder im Falle eines *Plattenwärmetauschers* dieser nicht aus Aluminium, sondern aus einer hygroskopisch aktiven Kunststoffmembran besteht. Dies verhindert zu trockene Zuluft im Winter, was aber nur bei unnötig hohen Luftraten ein Problem ist.

Der eigentliche Vorteil dieser Technik ist ihre Frostsicherheit, da es keine Tropfenbildung mehr gibt, weil die Feuchtigkeit fortwährend abtransportiert wird. Dies ermöglicht es, ohne Aussenluftvorwärmung (z.B. Erdregister) zu arbeiten. Allerdings verschenkt man damit auch den (kleinen) Wärmeertrag des Erdregisters, im Falle eines Estricheinbaues ist der direkte Aussenluftansaug aber einigermassen zwingend.

Da die Vor- und Nachteile der verschiedenen Lüftungstechnologien nicht Gegenstand des vorliegenden Berichtes ist, soll hier nur eine grobe Entscheidungshilfe für die Verlegung der Lüftungsleitungen an der Fassade gegeben werden:

- Anlage im Estrich: Frostsicherer, hygroskopischer Wärmetauscher, Zuluft direkt von Aussen
- Anlage im Keller (UG): Normaler Plattenwärmetauscher, Zuluft über (groszügiges!) Erdregister

Da, gerade im Sanierungsbereich, die Verlegung eines genügend leistungsfähigen Erdregisters selten realisierbar ist, kann die Estrich- bzw. Wohnungsvariante als starker Favorit gelten.

7. Dachrandübergang

Der Dachrandübergang ist die Schnittstelle zwischen Fassade und Dach. Sobald die Fassade isoliert wird, würde an diesem Ort eine Wärmebrücke entstehen, weil der zwischen den Dachsparren mit Mauerwerk ausgefacht wurde. Diese Backsteine haben keine statische Funktion, da die Sparren auf der Fusspfette aufliegen. Sie können daher ohne weiteres entfernt, und durch Isolationsmaterial ersetzt werden. So einfach das tönt, so selten wird es (leider) gemacht.

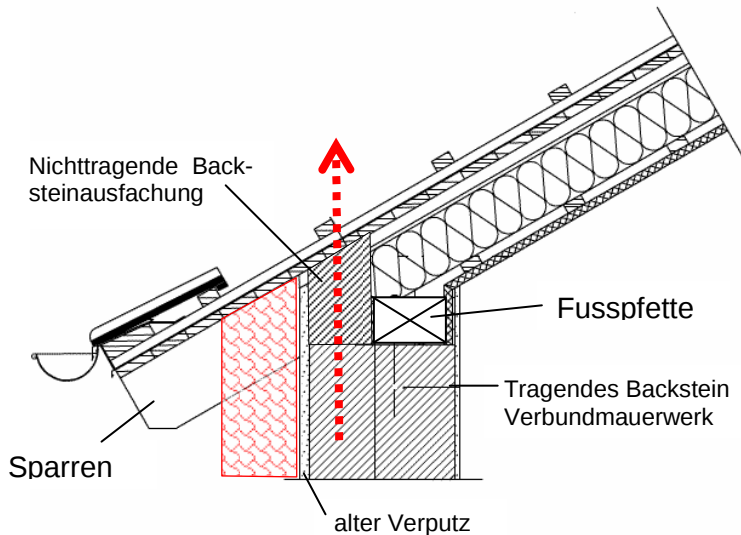


Abbildung 7-1: Typisches Dachrand - Detail eines Altbaues

Das Dach wurde irgendwann während der letzten Jahr bereits "zwischen den Sparren" isoliert (Dachstockausbau).

Solange die Fassade nicht ebenfalls wärmegeklämt ist, stellt die Ausfachung zwischen den Sparren keine spezielle Wärmebrücke dar - nachher dafür umso mehr! Die Ausfachung muss (und kann problemlos) entfernt, und durch Isolationsmaterial ersetzt werden, da die Sparren einzig auf der Fusspfette aufliegen. Die Isolations-ebene zwischen Fassade und Dach muss geschlossen sein (wichtig!)



Abbildung 7-2: Ansicht der alten Dachuntersicht.

Obwohl es so aussieht, wie wenn die Sparren direkt auf dem Mauerwerk aufliegen würden, ist dies nicht der Fall.



Abbildung 7-3: Dachrand nach Entfernung der Mauerausfachung.

Die tragende Fusspfette, auf welcher die Sparren aufliegen, ist freigelegt und die "alte" Zwischensparrenisolierung (hier mit Zelluloseflocken ausgeblasen) wird sichtbar. Ein (entfernter) Backstein ist links unten erkennbar. Als willkommener "Nebeneffekt", können auch Lüftungsrohre im Sparren-zwischenraum eingelegt werden.



Abbildung 7-4: Wärmedämmung des Dachrandes

Rechts ist die entfernte Mauerausfachung zwischen den Sparren bereits mit Wärmedämmung ausgefüllt.

Links der oberste Isolationsplattenabschnitt. Er wird hier vorgängig (mit Klebemörtel) angebracht, damit die konische Anpassung an die Dachuntersicht einfacher vorgenommen werden kann

Der kleine Isolationsrest ist nur dazu da diesen obersten Isolationsstreifen an Ort zu halten, bis der Klebemörtel hält. Nachher wird die Lücke "normal" mit einem Plattenzuschnitt ausisoliert



Abbildung 7-5: Fertig Wärmegegedämmter Dachrandanschluss

Der fachgerechte Übergang zur Dachisolation ist dahinter verborgen - vermutlich der Grund wieso viele Unternehmer darauf verzichten (merkt ja niemand...). - Dies ist aber kein Kavaliersdelikt, sondern ein klassischer, einklagbarer, "versteckter Mangel".... Nur wer merkt den schon? Wo kein Kläger, dort kein Richter.

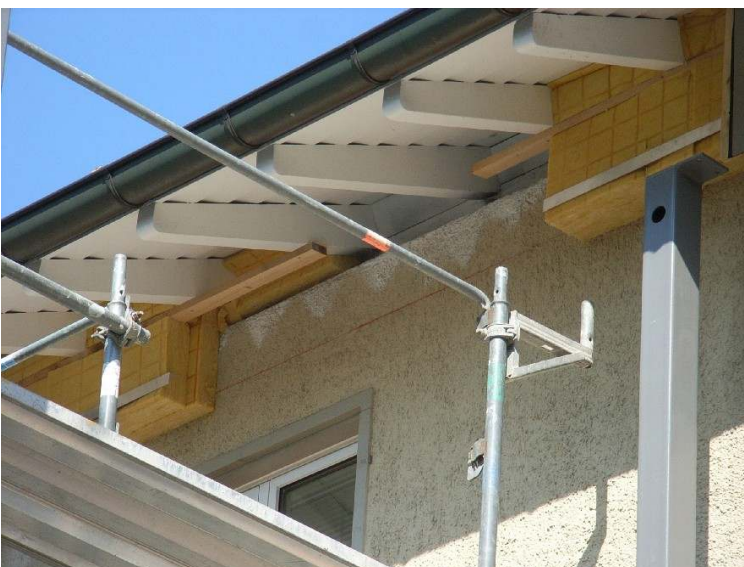


Abbildung 7-6: Weiteres Beispiel einer Dachrandisolation

Auch auf dieser Baustelle wird "nach den anerkannten Regeln der Baukunst" vorgegangen und zuerst der Sparrenzwischenraum ausgedämmt.

Danach wird die Fassadendämmung angebracht und zwischen den Sparren hochgezogen.

8. Weitere Detaillösungen

Wie schon aus den vorangegangenen Kapiteln klar (Fenster, Türen) wurde, sind die Fassadenöffnungen, und die Details rund um diese, der weitaus aufwändigste und anspruchsvollste Teil einer Fassadenisolation, aber nicht die Einzigen.

8.1. Kragplatten (Balkone und/oder Vordächer)

Balkonplatten oder massive Vordächer aus Beton sind klassische Wärmebrücken der schlimmsten Sorte. Sie zu belassen ist ein Schildbürgerstreich den man sich selber spielt, da diese Strukturen eigentliche "Kühlrippen" darstellen, allseitig gut von der kalten Winterluft umströmt leiten sie die Kälte ungehindert über die Decken ins Haus bzw. die, mit der Heizung erzeugte "Kompensationswärme", nach aussen. Es ist, wenn auch nicht sinnlos, dann doch widersinnig, die Fassade mit 20cm oder mehr zu dämmen und die "Kühlrippen" zu belassen. Allerdings haben diese frei schwebenden Strukturen auch ihren (optischen) Reiz. Lösungen?:

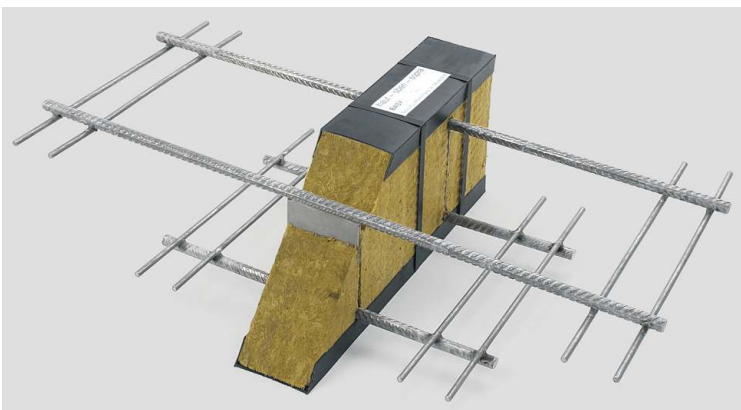


Abbildung 8-1: Isolierter Kragplattenanschluss.

Diese werden im Neubau eingesetzt (als Sanierungsmethode nicht möglich!), wenn das "Frei-Schweben" denn unbedingt sein muss. Sie verbinden die Balkonplatte mit der Betondecke lasttragend und sind in der Isolationsebene ebenfalls isoliert, die Wärmebrücke durch die Armierungseisen bleibt jedoch, allerdings ist diese wesentlich reduziert. Wichtig ist, dass diese Armie-

rungseisen aus hochlegiertem, säurebeständigem Chromstahl bestehen, da dieser die Wärme wesentlich (Faktor 3) schlechter leitet.

Bei Gebäudesanierungen weit verbreitet ist das Abtrennen der alten, massiven Kragplatten aus Beton. Vordächer werden am besten durch leichtere Strukturen aus Stahl, Glas oder Holz ersetzt, Balkone können separat abgestützt oder aufgehängt werden.

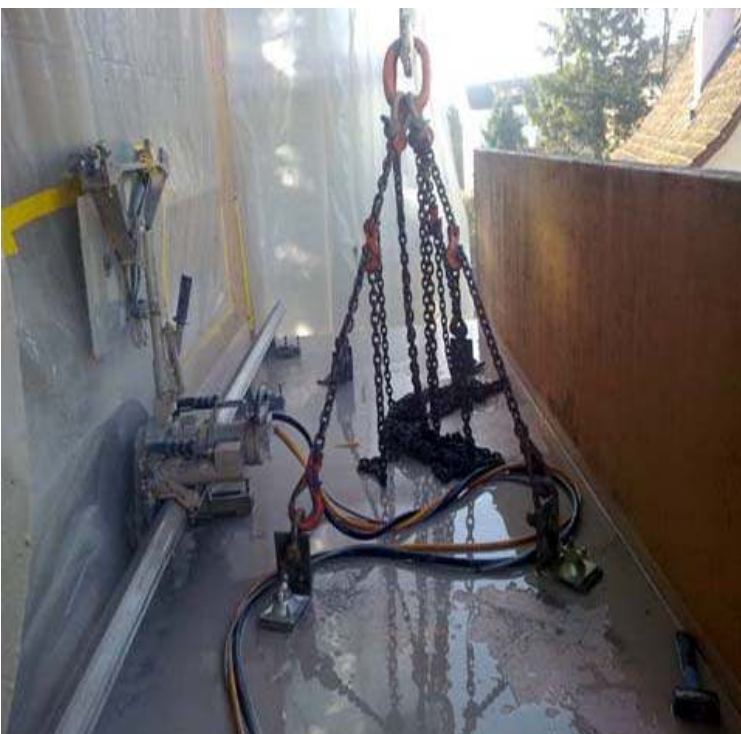


Abbildung 8-2: Betonfräsen einer Balkonplatte mit Kransicherung (Bild: AS-Partner)

Die Betonfräse ist auf einer Vorschubschiene montiert und in voller Aktion. Der Plastik ist da, um die Fassade (und die Nachbarn..) vor herumspritzenden Schneidwasser einigermaßen zu schützen.

Die Platte ist an einem Kran aufgehängt. Kleinere Vordächer können eventuell auch weniger aufwändig entfernt werden.



Abbildung 8-3: Balkonsanierung MFH

Dieses alte MFH wurde umfassend modernisiert und wärmegeklämt so wie der Wohnbereich durch einen Anbau (rötlich rechts im Bild) und einen Dachstockausbau erweitert. Die neue Balkonplatte ist auf der vorderen Stirnseite separat abgestützt und ans alte Haus verankert. Die hintere Stirnseite über einen isolierten Kragplattenanschluss im Betonboden des neuen Anbaues abgestützt.

Separat abgestützte Balkone sind eine "gute Lösung", welche auch keine Einschränkung in der Balkongrösse hat. Die Stützen sind aber sichtbar und müssen gut fundamentiert sein.



Abbildung 8-4: Grosse, separat abgestützte Balkone

Ob derart "riesige" Balkone nur Vorteile haben? Immerhin sind sie sauber thermisch vom Rest der (wärmegeklämten) Fassade getrennt und sogar mit einer Verglasung versehen (Windschutz). "Echte" sog. "verglaste Balkone", sind sie deshalb noch nicht, da diese 2-fach verglast sein sollten, um eine Art "Wintergarten" zu sein und eine thermische Wirkung zu entfalten.



Abbildung 8-5: Aufhängung (und Abstützung) eines neuen Balkons an der Mauer.

Innovativ sind alternative Aufhängungen und Abstützungen, welche ebenfalls mit den im Kapitel 4 "Fenster" unter 4.6.4 "Markisen" beschriebenen Schwerlastelementen realisiert werden können. Schwere Balkonplatten sind dabei durch Leichtbaukonstruktionen zu ersetzen.

8.2. Regenwasserfallrohre, Abgasleitungen und weitere nur leicht belastete Befestigungen

An den meisten Fassaden, hat es irgendwo ein Regenwasserfallrohr, eine Abgasleitungen eines kondensierenden Heizkessels, eine Lampe, ein Aussentemperaturfühler, usw., welche befestigt werden müssen, aber keine grosse Last darstellen. Für diese gibt es spezielle Rondellen, die entweder durch die ganze Isolation reichen, oder nur ein paar cm dick sind (je nach nötiger Schraubenlänge und Last). Was sicher nicht geht, ist diese direkt in die Isolation zu verankern, da diese zuwenig Halt für eine Schraube bietet.



Abbildung 8-6: Verschiedenen Montage-
rondellen (Dosteba)

für das Einlegen in die Isolation.

Die Isolation wird mit dem Lochfräser ausgenommen und die Rondellen mit Montagekleber eingesetzt.



Abbildung 8-7: Befestigungsrondellen,
eingelegt für zukünftige Abgasleitung.

Links neben dem Regenfallrohr (rechts die Abgasleitung des Nachbarn).

Die zu befestigenden Teile können direkt in die, aus höher verdichtetem Isolationsmaterial bestehenden Rondellen eingeschraubt werden.

8.3. Befestigung der Isolationsplatten an der Fassade

Nur Kleben oder auch noch Dübeln?

Theoretisch sind die heute verwendeten Klebemörtel eine "sichere Sache". Das hängt aber von der Sorgfalt der Verarbeitung und vom Untergrund ab.

- Ist der alte Putz wirklich (überall) tragfähig, "sauber" und trocken, damit der Klebemörtel auch nach 50 (100) Jahren noch hält?
- Wurde der Klebemörtel immer nach den Regeln der Baukunst angewendet bzw. aufgetragen?

Da dies nicht 100% sichergestellt werden kann, ist es ratsam jede Isolationsplatte mindestens 1 mal zu dübeln, vor allem bei Sanierungen. Bei einem Neubau fällt zwar der erste Punkt weg, der Zweite bleibt..... So ist es bei Neubauten zwar üblich nicht zu dübeln, bei Sanierungen sollte jedoch nicht darauf verzichtet werden!!!



Abbildung 8-8: Isolationsplattendübel

Vorbereitung der Verdübelung durch Ausschneiden einer Vertiefung (oben) für die Dübelteller (unten)

Die Dübel werden hinten im alten Mauerwerk verankert

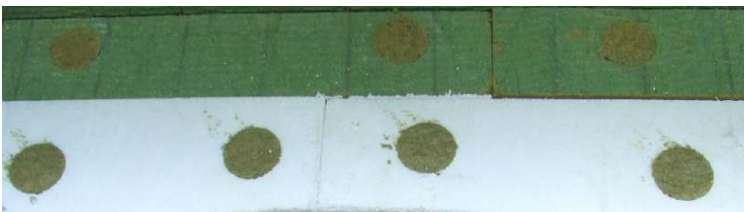


Abbildung 8-9: Abdecken der Isolationsplattendübel mit Rondellen aus Wärmedämmmaterial.

Auch im weissen EPS wurden hier grüne Steinwollerondellen eingesetzt (siehe Kapitel 5.2).

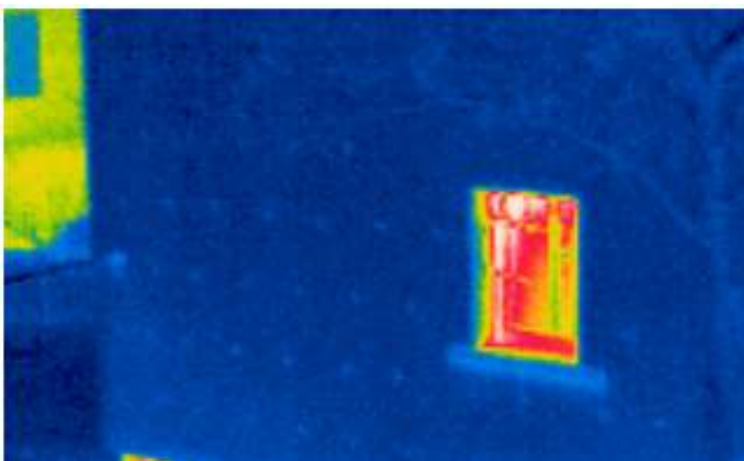


Abbildung 8-10: Isolationsplattendübel im Infrarotbild

Werden die Isolationsplattendübel gar nicht, nicht sorgfältig oder nicht stark genug mit Wärmedämmung überdeckt, entstehen viel kleine Wärmebrücken (siehe auch *Abbildung 3-9*).

Anders beim Beispielobjekt (siehe unten, *Abbildung 9-2*), dort sind keine Dübel erkennbar.

9. Fazit



Abbildung 9-1: Vor (kleines Bild oben) und nach der Wärmedämmung 200plus der Fassade.

Nachbarhaus links unverändert, Nachbarhaus rechts 160 mm und Fenster am alten Ort.

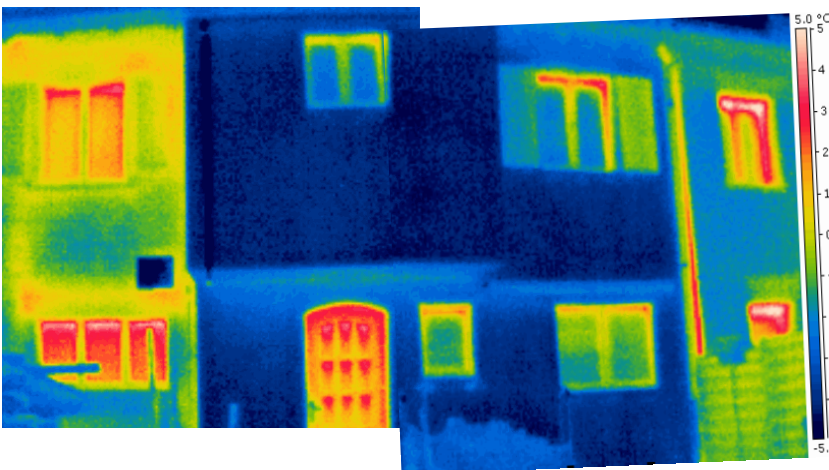


Abbildung 9-2: Infrarotaufnahme der wärmegeprägten Fassade

Die Aufnahme musste zusammengesetzt werden, da die verwendete IR-Kamera keinen Zoom hat. Die Kalibrierung ist identisch.

Grobe Regel: Je wärmer die Farbe, desto wärmer die Oberfläche, desto mehr Wärmeverlust (bei gleichem Emissionsverhalten im IR-Spektrum).

Besonders deutlich ist der Unterschied zum ungedämmten Zustand (links) bezüglich Fenster und Fassade, aber auch zum Reihenhauses rechts, welches weniger stark gedämmt wurde und nur die übliche 2-fach Wärmeschutzverglasung hat. Einziger verbleibender Schwachpunkt beim 200plus-Objekt ist, trotz Windfang, die alte Türe, welche noch nicht aufgedoppelt wurde (geplant Herbst 2011). Der "rote Rand" oben beim Schlafzimmerfenster liegt einfach daran, dass dieses in der Nacht gekippt war und erst vor wenigen Minuten geschlossen wurde (die kontrollierte Lüftung wird erst in Betrieb genommen, wenn auch die südseitige Fassade isoliert wird (geplant 2017)).

Die Wärmedämmung einer bestehenden Gebäudefassade mit mindestens 20 cm ist nicht nur machbar, sondern hat auch viele Vorteile und kann daher uneingeschränkt empfohlen werden. Die guten Detaillösungen ergeben sich meist genau wegen diesen hohen Dämmstärken und steigern daher den Nutzen einer Fassadendämmung ausserordentlich.

10. Abbildungsverzeichnis und Literaturhinweise

Abbildung 1-1: Die prozentualen Energieflüsse eines bisher unisolierten Hauses.	7
Abbildung 1-2: 200plus, so wird's gemacht!	8
Abbildung 2-1: Aufbau einer Vakuumdämmplatte.	11
Abbildung 2-2: Aerowolle. Mit Aerogel versetzte Steinwolle	11
Abbildung 2-3: Armierungsgewebe wird in den Grundputz eingearbeitet	12
Abbildung 2-4: Algen-/Pilzbewuchs an einer Nordfassade	13
Abbildung 2-5: Gemessene oberflächliche Tauwassermenge	14
Abbildung 2-6: Graue Energie von verputzten Wärmedämmungen	15
Abbildung 3-1: Monatliche Temperaturverläufe im ungestörten Erdreich	16
Abbildung 3-2: Unsanierte Situation im UG mit Erdreichtemperaturen	18
Abbildung 3-3: Übliche Passivhaus- bzw. Minergie-P Sanierung	19
Abbildung 3-4: Sockeldämmung und Perimeterdämmung bis auf den Fundamentstreifen	20
Abbildung 3-5: Blechsockel	22
Abbildung 3-6: GFB-Sockel	22
Abbildung 3-7: Vorfabrizierte und vorkonfektionierbare Sockelelemente ²³	
Abbildung 3-8: Fassade isoliert, Sockel jedoch nicht.	23
Abbildung 3-9: Doppel MFH-Haus	24
Abbildung 3-10: Isolierte Fassade und Sockel, unterschiedlich verputzt und gemalt.	24
Abbildung 3-11: Skizze Sockelaussparung und Kernbohrung für eine Abgasleitung.	25
Abbildung 3-12: Kernbohrung im Sockel	26
Abbildung 3-13: Runde, 45° steigende Aussparung für ein Abgasrohr	26
Abbildung 3-14: Abspitzen eines alten Lichtschachtes.	29
Abbildung 3-15: Schadhafte Beton-UG-Aussenwand unter Terrain.	29
Abbildung 3-16: Offener Rohrdurchbruch in der Aussenwand.	30
Abbildung 3-17: Abspitzen des "Einlauftrichters"	30
Abbildung 3-18: "Vergessener" Mauerdurchbruch für die Dachwassereinleitung	30
Abbildung 3-19: Verspachtelte, sanierte UG-Aussenmauer	31
Abbildung 3-20: Einlaufbett für Sickerleitung	31
Abbildung 3-21: Wasserschutzanstrich der UG Mauer	31
Abbildung 3-22: Anbringung einer wasserdichten Schutzschicht auf UG-Aussenmauer	32
Abbildung 3-23: Altes Kellerfenster	33
Abbildung 3-24: Blick in die "lehmige" Baugrube durch das bereits entfernte Kellerfenster.	33
Abbildung 3-25: Neues Kellerfenster	33
Abbildung 3-26: Perimeterdämmung	34
Abbildung 3-27: Noppenfolie als Drainageschicht und Schutz der Perimeterdämmung	34
Abbildung 3-28: Auffüllen mit Betonbruch als Sickerschicht	34
Abbildung 3-29: Auffüllen mit Geröll und Wandkies	35
Abbildung 3-30: Lichtschacht als Betonelement (Creabeton)	35
Abbildung 3-31: Lichtschacht aus Kunststoff. (Aco)	36
Abbildung 3-32: Kellerfenster vor der Montage des Lichtschachtes	36
Abbildung 3-33: Kunststofflichtschacht montiert	37
Abbildung 3-34: Lichtschacht fertig	37

<i>Abbildung 3-35: Innenaufnahme des neuen Lichtschachtes.</i>	38
<i>Abbildung 4-1: Abhängigkeit der Wärmedämmwirkung vom Glasabstand</i>	40
<i>Abbildung 4-2: Passivhaustaugliches Kunststofffenster. (Schüco)</i>	41
<i>Abbildung 4-3: Vollgedämmtes Holz-Metall-Fenster (Internorm)</i>	42
<i>Abbildung 4-4: Fensterrahmen als Holz-Kork-Verbund</i>	42
<i>Abbildung 4-5: Optimale Position des Fensters</i>	44
<i>Abbildung 4-6: Wärmestromlinien für die gute und die 2. beste Lösung</i>	45
<i>Abbildung 4-7 Das neue Fenster am alten Ort (Anschlagfalz).</i>	45
<i>Abbildung 4-8: Leibungs- und Sturzdämmung bzw. Wärmebrückenkaschierung.</i>	46
<i>Abbildung 4-9: Wärmebrückenkaschierung im Simsbereich</i>	46
<i>Abbildung 4-10: Wärmebrückenkaschierung bei Sims/Türschwelle</i>	46
<i>Abbildung 4-11 Beispiel eines "richtigen" Nur - Fensterersatzes.</i>	47
<i>Abbildung 4-12: Beispiel eines "richtigen" Fensterersatzes</i>	48
<i>Abbildung 4-13: Etappierte Fassadenisolation an zwei Beispielen.</i>	48
<i>Abbildung 4-14: Fassade vor der Sanierung.</i>	49
<i>Abbildung 4-15: Fensternische 1 im "Rohbau"</i>	50
<i>Abbildung 4-16: Festernische 1 verputzt</i>	50
<i>Abbildung 4-17: Fensternische 1 fertig</i>	51
<i>Abbildung 4-18: Fensternische 2 "Rohbau"</i>	51
<i>Abbildung 4-19: Fensternische 2 fertig</i>	51
<i>Abbildung 4-20: Das alte Fenster von aussen.</i>	53
<i>Abbildung 4-21: Altes Fenster demontiert, Ansicht von innen.</i>	53
<i>Abbildung 4-22: Das neue Fenster, Ansicht von aussen</i>	54
<i>Abbildung 4-23: Überisolieren des neuen Fensterrahmens.</i>	54
<i>Abbildung 4-24: Neue Fensternische im Rohbau</i>	55
<i>Abbildung 4-25: Das fertige neue Fenster</i>	55
<i>Abbildung 4-26: Der Anschlag eines Holz-Metall-Fensters</i>	56
<i>Abbildung 4-27: Ausschnitt eines konventionellen Holz-Metall Anschlagrahmens</i>	57
<i>Abbildung 4-28: Wärmebrückenfreier Anschlagrahmen des Fensters</i>	57
<i>Abbildung 4-29: Vorbereitung Fensterersatz</i>	58
<i>Abbildung 4-30: Der erste Schnitt</i>	58
<i>Abbildung 4-31: Sturzarmierung</i>	59
<i>Abbildung 4-32: Erweiterte Mauernischen</i>	59
<i>Abbildung 4-33: Anschlagputz und Dichtungsband</i>	59
<i>Abbildung 4-34: Fensteranschlag</i>	60
<i>Abbildung 4-35: Fenster angeschlagen</i>	61
<i>Abbildung 4-36: Montage der Haltewinkel für den Fensterbank</i>	62
<i>Abbildung 4-37: Fenstergewände</i>	62
<i>Abbildung 4-38: Querschnitt Fensterbank und Sturzelement</i>	63
<i>Abbildung 4-39: Fensternische aus Fassadenisolation</i>	63
<i>Abbildung 4-40: Ausbildung der Fensternische direkt mit der Fassadenisolation.</i>	64
<i>Abbildung 4-41: Fensterbankersatz durch Blech</i>	64
<i>Abbildung 4-42: Klobentrageelement (Quelle: Dosteba)</i>	65
<i>Abbildung 4-43: Schliessen der Isolation nach der Montage des Klobenelementes</i>	66

<i>Abbildung 4-44: Befestigung des Klobens vor dem Einhängen der Klappläden.</i>	66
<i>Abbildung 4-45: Sanierungssystem für innenliegende Rollladenkästen</i>	67
<i>Abbildung 4-46: Aussenliegender Rolladenkasten</i>	67
<i>Abbildung 4-47: Integrierter Lamellenstoren</i>	68
<i>Abbildung 4-48: Detail Storenkasten</i>	68
<i>Abbildung 4-49 Stoffmarkise zur Beschattung des Küchenfensters</i>	69
<i>Abbildung 4-50: Schwerlastelement</i>	69
<i>Abbildung 4-51: Querschnitt Montageplatte (Bild Dosteba) am Beispiel einer Markise</i>	69
<i>Abbildung 4-52: Schwerlastelement mit aufgeschnittener Montageplatte</i>	70
<i>Abbildung 4-53: Klebemörtelbett für Schwerlastelement</i>	70
<i>Abbildung 4-54: Schwerlastelement montiert.</i>	70
<i>Abbildung 4-55: Fertig "eingepacktes" Schwerlastelement, bereit für den Verputz</i>	71
<i>Abbildung 4-56: Lasttragender und thermisch getrennter Abstandhalter</i>	71
<i>Abbildung 5-1: Vor der Fassadensanierung: Haustüre als prägendes Element</i>	73
<i>Abbildung 5-2: Schneiden und entfernen des alten Gewändes und der Türschwelle.</i>	73
<i>Abbildung 5-3: Der alte Türrahmen wird komplett freigelegt</i>	74
<i>Abbildung 5-4: Neuer Türrahmen, aussen angeschlagen</i>	74
<i>Abbildung 5-5: Haltewinkel für die neue Türschwelle.</i>	74
<i>Abbildung 5-6: Sockelelement unter Türschwelle</i>	75
<i>Abbildung 5-7: Türschwelle und anschliessende Sockelelemente</i>	75
<i>Abbildung 5-8: Schwellenprofil mit Gummidichtung</i>	76
<i>Abbildung 5-9: Runde Sturznachbildung aus Polystyrol</i>	76
<i>Abbildung 5-10: Kantenschutz Türsturz</i>	77
<i>Abbildung 5-11: Kantenschutzprofil mit Gewebearmierung</i>	77
<i>Abbildung 5-12: Gewebearmierung vollflächig im Grundputz eingearbeitet.</i>	78
<i>Abbildung 5-13: Edelputz im Leibung- und Sturzbereich.</i>	78
<i>Abbildung 5-14. Türe und ihre Umgebung im "Urzustand".</i>	79
<i>Abbildung 5-15: Türe und ihre Umgebung "wärmetechnisch saniert".</i>	79
<i>Abbildung 6-1: Lüftungsleitungen</i>	80
<i>Abbildung 6-2: Lindab "Save" -Dichtung</i>	81
<i>Abbildung 6-3: Dämmung der Lüftungsleitungen (1)</i>	81
<i>Abbildung 6-4: Dämmung der Lüftungsleitungen (2)</i>	81
<i>Abbildung 6-5: Dämmung der Lüftungsleitungen (2)</i>	82
<i>Abbildung 6-6: Einführung der Lüftungsleitungen in den Estrich.</i>	82
<i>Abbildung 6-7: Einführung der Lüftungsleitungen in des Estrich, Blick von Innen.</i>	83
<i>Abbildung 7-1: Typisches Dachrand - Detail eines Altbaues</i>	84
<i>Abbildung 7-2: Ansicht der alten Dachuntersicht.</i>	84
<i>Abbildung 7-3: Dachrand nach Entfernung der Mauerausfachung.</i>	84
<i>Abbildung 7-4: Wärmedämmung des Dachrandes</i>	85
<i>Abbildung 7-5: Fertig Wärme gedämmter Dachrandanschluss</i>	85
<i>Abbildung 7-6: Weiteres Beispiel einer Dachrandisolation</i>	85
<i>Abbildung 8-1: Isolierter Kragplattenanschluss.</i>	86
<i>Abbildung 8-2: Betonfräsen einer Balkonplatte mit Kransicherung</i>	86
<i>Abbildung 8-3: Balkonsanierung MFH</i>	87

Abbildung 8-4: Grosse, separat abgestützte Balkone	87
Abbildung 8-5: Aufhängung (und Abstützung) eines neuen Balkons an der Mauer.	87
Abbildung 8-6: Verschiedenen Montagerondellen	88
Abbildung 8-7: Befestigungsronellen, eingelegt für zukünftige Abgasleitung.	88
Abbildung 8-8: Isolationsplattendübel	89
Abbildung 8-9: Abdecken der Isolationsplattendübel mit Rondellen aus Dämmmaterial.	89
Abbildung 8-10: Isolationsplattendübel im Infrarotbild	89
Abbildung 9-1: Vor und nach der Wärmedämmung 200plus der Fassade.	90
Abbildung 9-2: Infrarotaufnahme der wärmegeämmten Fassade	90

Literaturhinweise

1. Kosten und Nutzen - Wärmeschutz in Hochbauten, BFE, 2004
2. Energetische Verbesserungen des Gebäudebestandes, econcept, 2006
3. Ende der Legende - Wärmeschutz ist wirtschaftlich, factor 1/2004
4. Beeinflussung der Oberflächenfeuchte zur Vermeidung von Algenbewuchs, Martin Krus, Cornelia Fitz, SMGV Schweizerischer Maler- und Gipser -Verband, Fachzeitschrift Applicia 9/205
5. "Gebäudefassaden als Quelle für Gewässerverschmutzung", Medienmitteilung der EAWAG, Dübendorf 2008