

Thema:

Energetische Komplettsanierung eines Altbau-
Wohnhauses - Energieverbrauch um den Faktor 10
reduziert

- Freier Fach- und PR-Journalist
- Redaktionsbüro für SHK/Gebäudetechnik
- Fach-PR für Unternehmen der SHK-Branche
- Arbeitshilfen und Vorlagen für das SHK-Handwerk

Energetische Komplettsanierung eines Wohnhauses aus den 1960er Jahren:
Mit intelligent eingesetzter Haustechnik und konsequenter Wärmedämmung
den Energiebedarf um den Faktor 10 reduziert

Haus lässt die eigenen Energiequellen sprudeln

Ein ganzheitliches Energiekonzept war der Ansatz für die komplette Modernisierung eines 1965 erbauten Einfamilienhauses am Bodensee, das dadurch die Verwandlung vom 30-Liter- zum 3-Liter-Haus vollzog. Eine hochwertige Dämmung von Dach und Außenwänden, die Nutzung passiver Wärmegevinne und eine kontrollierte Wohnungslüftung mit Wärmerückgewinnung halten die Wärmeverluste im Zaum. Die nötige Energie liefert eine rund 70 m² große Photovoltaikanlage, die eine Wärmepumpe, die kontrollierte Wohnungslüftung und dazu noch den Haushalt mit Strom versorgt. Um dies im Ganzen zu realisieren, waren allerdings detaillierte Planungsarbeit und zum Teil unkonventionelle Lösungen gefordert.

Ein bestehendes Wohnhaus komplett zu sanieren, das malerisch in die Landschaft am westlichen Ende des Bodensees zwischen der Insel Reichenau und dem gegenüberliegenden Schweizer Ufer eingebettet ist, verlangt eine behutsame Vorgehensweise. Für das 1965 erbaute Einfamilienhaus war darüber hinaus ein gut durchdachtes Energiekonzept nötig, denn aus energetischer Sicht zeigte sich das rustikale Altbauhaus als Total-Sanierungsfall. Der verantwortliche Architekt und Energieberater Willi G. Horn aus Stockach hat für den Zustand vor der Sanierung einen Primärenergiebedarf von 336 kWh pro Quadratmeter und Jahr ermittelt. Ein 30-Liter-Haus also, wie es Horn in Kurzform bezeichnet und ein Blick auf den 1975 eingebauten Ölheizkessel auch erahnen ließ. Insgesamt

Thema:

Energetische Komplettsanierung eines Altbau-Wohnhauses - Energieverbrauch um den Faktor 10 reduziert

- Freier Fach- und PR-Journalist
- Redaktionsbüro für SHK/Gebäudetechnik
- Fach-PR für Unternehmen der SHK-Branche
- Arbeitshilfen und Vorlagen für das SHK-Handwerk

sind 236 m² Wohnfläche zu beheizen, einschließlich einer Einliegerwohnung, die an Feriengäste vermietet wird. Sein erster Planungsansatz aber galt zunächst der vierköpfigen Familie Braun, die das Haus mittlerweile
20 bewohnt: "Bei allen Anforderungen an eine energetisch optimale Sanierung stehen die Wohnbedürfnisse der Bewohner immer noch im Mittelpunkt der Planung", sagt Willi G. Horn, der für die Sanierungsplanung des Hauses am Bodenseeufer ein ganzheitliches Energiekonzept entwickelt hatte.

Wärme im Haus halten und Wärmegewinne nutzen

Ausgehend von den Wand-, Dach- und Bodenflächen, die das Gebäude umhüllen, errechnete der Architekt und
30 Energieberater zunächst den zulässigen Primärenergiebedarf. Ziel war dabei, die Vorgaben der Energieeinsparverordnung (EnEV) zu unterschreiten. Willi G. Horn setzte dabei vor allem auf eine umfassende Wärmedämmung und den Einsatz effizienter Haustechnik für Wärmeversorgung und Lüftung. Bauteilflächen zu unbeheizten Räumen wurden im Energiekonzept ebenso berücksichtigt wie die alte Balkonplatte, welcher der Architekt aus energetischer Sicht die Funktion als Kühlrippe zuschrieb. Abbruch lautete deshalb
40 konsequenterweise die Maßnahme gegen diese Wärmebrücke. Der Beton-Balkon wurde ersetzt durch eine neue Stahlkonstruktion, die deutlich mehr Platz als der vorherige Balkon bietet, dafür aber vom Gebäudekörper thermisch entkoppelt ist.

Der Heizwärmebedarf sollte soweit wie möglich mit erneuerbaren Energien gedeckt werden, passive und interne Wärmequellen den Energieaufwand niedrig halten. Das Energiekonzept sah dazu die Nutzung passiver Wärmegewinne ebenso vor wie die
50 Wärmerückgewinnung aus der Raumluft. So sollten beispielsweise entsprechend großzügig bemessene

Thema:

Energetische Komplettsanierung eines Altbau-Wohnhauses - Energieverbrauch um den Faktor 10 reduziert

- Freier Fach- und PR-Journalist
- Redaktionsbüro für SHK/Gebäudetechnik
- Fach-PR für Unternehmen der SHK-Branche
- Arbeitshilfen und Vorlagen für das SHK-Handwerk

Fensterflächen im Winter die Räume mit der Sonne über dem Bodensee fluten.

Neue Dachkonstruktion mit selbsttragenden Holz-Plattenelementen

Um aber zunächst die Wärmeverluste soweit wie möglich einzudämmen, setzte Horn auf den Wärmeschutz: 25 cm Dachdämmung, Fenster und Türen mit dreifacher
60 Wärmeschutzverglasung und ein 30 cm (!) starker Vollwärmeschutz für die Außenwände. Sämtliche der teilweise raumhohen Fenster mussten maßgeschneidert gefertigt werden. Als der noch aufwändigere Teil des Sanierungsvorhabens erwies sich indessen die Dachkonstruktion. Die bestehende Höhe der Dachsparren hätte nur 160 mm Dämmstärke zugelassen. "Der Dachstuhl war darüber hinaus statisch unterdimensioniert, die Sparren wiesen dadurch Durchbiegungen auf. Eine Sanierung des Dachstuhls
70 wäre eine sehr unwirtschaftliche Lösung gewesen, zudem wäre eine Erhöhung der Firsthöhe auch nicht genehmigt worden", berichtet Architekt Willi G. Horn. Stattdessen setzte er auf einen kompletten Neuaufbau mit einem Brett-Sperrholz-Elementdach: Die 135 mm starken Großflächenelemente überspannen selbsttragend die gesamte Länge von der Dachkante bis zum First.

Aus mehreren, nebeneinandergesetzten Elementen entstand so ohne Sparrenkonstruktion die Dachfläche,
80 auf der sich eine geschlossene Dämmebene und darüber die Eindeckung aufbringen ließ. "Statisch gesehen bilden die Dachelemente eine durchgehende Platte. Die Holz-Verbundelemente sind auch in der Lage, Verformungskräfte aufzufangen, was die Standsicherheit des Dachstuhls erhöht", erläutert Horn. Hinzu kommt eine hohe Speicherfähigkeit, durch die sich das Wohnklima im Dachgeschoss deutlich verbessert. An den

Thema:

Energetische Komplettsanierung eines Altbau-
Wohnhauses - Energieverbrauch um den Faktor 10
reduziert

- Freier Fach- und PR-Journalist
- Redaktionsbüro für SHK/Gebäudetechnik
- Fach-PR für Unternehmen der SHK-Branche
- Arbeitshilfen und Vorlagen für das SHK-Handwerk

Giebeloberkanten schließt die 25 cm starke
Dachdämmung bündig mit dem
90 Wärmedämmverbundsystem der Außenwand ab.

Heizen mit erneuerbaren Energien: Bauliche Gegebenheiten schränken Systemwahl ein

- Nicht ganz einfach verlief die Auswahl des geeigneten Heizsystems, das auf Basis erneuerbarer Energien für Wärme und warmes Wasser im Haus sorgen sollte. Erdwärme und Biomasse mussten von vornherein ausgeschlossen werden: "Das Grundstück liegt durch die unmittelbare Nähe zum Bodensee in einem
100 Wasserschutzgebiet und zudem am Hang, was eine Nutzung der oberflächennahen Geothermie nicht zuließ", berichtet Architekt Willi G. Horn. Den Platz im Keller, wo zuvor ein Tanklager für 14 000 Liter Heizöl stand, hatte der Bauherr bereits für einen Sauna- und Fitnessbereich vorgesehen. Ein Holzpelletlager und große Heizwasser-Pufferspeicher ließen sich dort allerdings nicht mehr unterbringen. Die verfügbaren Möglichkeiten für den Einsatz erneuerbarer Energien schienen damit schon beinahe ausgeschöpft.
- 110 Doch dafür bot das genau nach Süden und in passender Schräge ausgerichtete Dach beste Voraussetzungen, um mit der Sonne elektrischen Strom zu erzeugen: Architekt Horn und Bauherr Alexander Braun beschlossen deshalb, dass dort eine Photovoltaikanlage installiert werden soll. Die rund 70 m² große PV-Anlage sollte den Strom für den Betrieb einer Luft/Wasser-Wärmepumpe liefern, mit der wiederum das Gebäude beheizt wird. Damit war die Lösung für die Wärmeerzeugung mit erneuerbaren Energien gefunden. Den Auftrag über die
120 PV-Anlage erteilte Braun seinem Elektro-Fachbetrieb, der bereits eine aufwändige Planung für die Elektroanlagen im Haus erstellt hatte, darunter auch moderne Kommunikationstechnik wie beispielsweise eine Video-

Thema:

Energetische Komplettsanierung eines Altbau-Wohnhauses - Energieverbrauch um den Faktor 10 reduziert

- Freier Fach- und PR-Journalist
- Redaktionsbüro für SHK/Gebäudetechnik
- Fach-PR für Unternehmen der SHK-Branche
- Arbeitshilfen und Vorlagen für das SHK-Handwerk

Sprechanlage. Auf der Südseite der Dachkonstruktion übernehmen die Solarmodule gleichzeitig die Funktion der Dacheindeckung: Die Dachkonstruktion hat der Architekt und Energieberater deshalb bereits im Vorfeld so geplant, dass die Solarmodule bündig mit der Dachkante abschließen.

130 Die eigene Solarstrom-Produktion auf dem Dach gleicht nun den Strombedarf aus, den die elektrisch angetriebene Luft/Wasser-Wärmepumpe verbraucht. Durch den hohen Dämmstandard des Hauses genügt eine Leistung von 8 kW, um damit die rund 230 m² Wohnfläche (mit Einliegerwohnung) zu beheizen und zudem noch warmes Wasser für den Bedarf von sechs Personen (davon zwei in der Einliegerwohnung) bereitzustellen.

140 Fußbodenheizung im bestehenden Estrich

Mit der Wärmeverteilung im Haus standen Architekt und Bauherr jedoch sofort wieder vor einer neuen Herausforderung: Eine Luft/Wasser-Wärmepumpe arbeitet nur in Verbindung mit einem Niedertemperatur-Heizsystem wirtschaftlich und energieeffizient. Im Haus der Familie Braun sollte also eine Fußbodenheizung für behagliche Raumwärme sorgen. Bisher hatten allerdings noch stählerne, kantige Heizkörper die Funktion der Wärmeabgabe übernommen. Im Erdgeschoss fehlte es

150 an der nötigen Höhe für den Aufbau der Fußbodenheizung. Bauherr Alexander Braun aber kennt als Geschäftsführer eines Unternehmens, das Systemlösungen für Heizungs- und Solarwärmeanlagen produziert, die aktuellen Entwicklungen und Innovationen der Heiztechnik-Branche. Bei einem der zahlreichen Hersteller von Flächenheizsystemen fand er mit "Cut-Therm" ein speziell für Modernisierungen entwickeltes Konzept: Mit einer dafür konstruierten Maschine fräst ein Montageteam des Herstellers Kanäle in den

Thema:

Energetische Komplettanierung eines Altbau-
Wohnhauses - Energieverbrauch um den Faktor 10
reduziert

- Freier Fach- und PR-Journalist
- Redaktionsbüro für SHK/Gebäudetechnik
- Fach-PR für Unternehmen der SHK-Branche
- Arbeitshilfen und Vorlagen für das SHK-Handwerk

- 160 bestehenden Estrich, in die das Fußbodenheizungsrohr
eingelegt wird – nahezu staubfrei, wie der Anbieter
Empur betont. In den Kurven für die Umlenkungen der
Rohrschleifen klemmen sich die Kunststoffrohre ein, so
dass für die Verlegung keine zusätzlichen Befestigungen
nötig sind. Ohne den Baufortschritt aufzuhalten, konnte
so direkt nach der Verlegung und der Prüfung auf
Dichtheit der Fußbodenbelag verlegt werden. Einfach
hatte es auch der Heizungsfachmann mit dem
hydraulischen Abgleich des Fußbodenheizsystems. In
- 170 Wandschränken aus Stahlblech sind unauffällig die
Heizungsverteiler versteckt, die mit speziellen
"Topmeter"-Abgleichventilen versehen sind, so dass für
die Einregulierung nur die benötigte Durchflussmenge
eingestellt werden muss.

Hoher Dämmstandard verlangt kontrollierten

Luftwechsel

- Mit den getroffenen Maßnahmen zur Wärmedämmung
konnte Willi G. Horn die energetische Qualität der über
- 180 40 Jahre alten Bausubstanz erheblich verbessern. Durch
einen Malerfachbetrieb wurde eine 30 cm starke
Dämmung auf die Außenwände aufgebracht. Der
Architekt und Energieberater weist aber auch auf den
nötigen Luftaustausch hin: "Je besser das Gebäude
gedämmt ist, umso geringer sind die Wärmeverluste, die
über Außenflächen sowie Fenster und Türen entweichen.
Was aber bleibt, ist der nötige Luftwechsel, der bei dieser
Dämmqualität nur mit mechanischer Unterstützung
erreicht werden kann", gibt Horn zu bedenken.
- 190 Für einen hygienischen Luftwechsel gilt eine Mindest-
Luftwechselrate von 0,5 pro Stunde. Das bedeutet, dass
pro Stunde die Hälfte der gesamten Raumluft durch
frische Luft ausgetauscht werden muss, um Folgen wie
der Bildung von Schimmel wirksam vorzubeugen. Im
Keller des Wohnhauses von Familie Braun ist deshalb

Thema:

Energetische Komplettsanierung eines Altbau-
Wohnhauses - Energieverbrauch um den Faktor 10
reduziert

- Freier Fach- und PR-Journalist
- Redaktionsbüro für SHK/Gebäudetechnik
- Fach-PR für Unternehmen der SHK-Branche
- Arbeitshilfen und Vorlagen für das SHK-Handwerk

neben moderner Haustechnik wie Wärmepumpe,
Photovoltaik und Zentral-Staubsauganlage auch eine
Lüftungsanlage zur kontrollierten Wohnungslüftung
installiert. Die integrierte Wärmerückgewinnung spart
200 dabei zusätzlich Heizenergie, denn damit wird die
Wärmeenergie aus der Raumluft an die einströmende
Frischlufte übertragen und so den Wohnräumen wieder
zugeführt. Über diese Wärmerückgewinnung werden
letztlich auch die solaren Wärmegevinne genutzt, die
über die teilweise raumhohen Fenster im Winter das
Haus mit beheizen.

Photovoltaik gleicht Strombedarf der Wärmepumpe aus

210 Mit dem Energiekonzept des Architekturbüros von Willi
G. Horn wurde der Gesamtenergiebedarf des
Wohnhauses um den Faktor zehn von dreißig auf drei
Liter pro Quadratmeter und Jahr reduziert. Der Liter Öl
dient dabei aber nur noch als symbolischer Rechenwert.
Realisiert wurde der Standard "EnEV minus 30 Prozent",
was Familie Braun auch die Möglichkeit zur Nutzung der
entsprechenden KfW-Fördermittel sicherte. Pro Jahr
konnten die CO₂-Emissionen gegenüber dem
Ausgangszustand vor der Sanierung um 26 t/a reduziert
220 werden.

Dabei hat das Architekturbüro in den Berechnungen den
elektrischen Strom für den Betrieb der Wärmepumpe
streng nach EnEV mit dem Primärenergiefaktor 2,7
bewertet. "Das heißt, dass der Ertrag aus der
Photovoltaikanlage in dieser Rechnung noch nicht einmal
berücksichtigt ist", sagt Willi G. Horn. Die jährliche
Solarstrom-Produktion ist für diese Anlage mit 7.850
kWh/a prognostiziert. Der Endenergiebedarf für Heizung,
Warmwasser und elektrische Hilfsenergie beläuft sich
230 dagegen auf 3.950 kWh pro Jahr. "Damit wird nicht nur
der Solarstrom erzeugt, der für die Wärmepumpe und die

Thema:
 Energetische Komplettanierung eines Altbau-
 Wohnhauses - Energieverbrauch um den Faktor 10
 reduziert

- Freier Fach- und PR-Journalist
- Redaktionsbüro für SHK/Gebäudetechnik
- Fach-PR für Unternehmen der SHK-Branche
- Arbeitshilfen und Vorlagen für das SHK-Handwerk

Lüftungsanlage benötigt wird, sondern sogar noch ein Großteil des benötigten Haushaltsstroms über die Photovoltaikanlage gedeckt", resümiert Bauherr Alexander Braun.

Bilder und Bildtexte



(Bild 1)

Das Wohnhaus der Familie Braun in Kattenhorn am Bodensee verwandelte sich von einem rustikalen Altbau aus den 1960er-Jahren zu einem modernen Drei-Liter-Haus, das einen Großteil der benötigten Energie selbst produziert.

(Datei: Außenansicht_Perspektive (40))



(Bild 2)

Eine rund 70 m² große Photovoltaikanlage gleicht den Strombedarf der Luft/Wasser-Wärmepumpe, der kontrollierten Wohnungslüftung und auch einen Großteil des Haushaltsstrombedarfs aus.

(Datei: PV_Dach (0))



(Bild 3)

Vor der Sanierung: Ein Altbauhaus Baujahr 1965 als Energieschleuder mit veralteter Ölheizung.

(Datei: Außenansicht vorher (22))



(Bild 4)

Nach der Sanierung: Ein modern gestaltetes und energieeffizientes Wohnhaus, das aktiv wie auch passiv Solarenergie nutzt.

(Datei: 0164_Norden)

Thema:

Energetische Komplettanierung eines Altbau-Wohnhauses - Energieverbrauch um den Faktor 10 reduziert

- Freier Fach- und PR-Journalist
- Redaktionsbüro für SHK/Gebäudetechnik
- Fach-PR für Unternehmen der SHK-Branche
- Arbeitshilfen und Vorlagen für das SHK-Handwerk



(Bild 5)

Über das ungedämmte Dach ging teure Heizwärme ungenutzt verloren.

(Datei: Dach_innen_Abruch (15))



(Bild 6)

Mit vorgefertigten Brett-Sperrholz-Elementen wurde das Dach komplett neu aufgebaut.

(Datei: Neubau Dach (10))



(Bild 7)

Der alte Dachstuhl wurde entfernt. Mit den neuen selbsttragenden Elementen erübrigte sich eine Sparrenkonstruktion.

(Datei: Neubau Dach (19))



(Bild 8)

Die Brett-Sperrholz-Dachelemente bildeten eine geschlossene Dachfläche. Die Dämmung wurde vollflächig als Aufdachdämmung verlegt.

(Datei: Neubau Dach (21))

Thema:

Energetische Komplettanierung eines Altbau-Wohnhauses - Energieverbrauch um den Faktor 10 reduziert

- Freier Fach- und PR-Journalist
- Redaktionsbüro für SHK/Gebäudetechnik
- Fach-PR für Unternehmen der SHK-Branche
- Arbeitshilfen und Vorlagen für das SHK-Handwerk



(Bild 9)

Für die Fußbodenheizung im Erdgeschoss wurde ein spezielles Verfahren angewandt, bei dem maschinell Kanäle in den bestehenden Estrich gefräst werden, in die anschließend die Heizungsrohre eingelegt werden.

(Datei: FHB_Fräsung (25))



(Bild 10)

Ohne den Baufortschritt aufzuhalten, konnte sofort nach Verlegung der Fußbodenheizung mit dem Bodenaufbau weitergearbeitet werden.

(Datei: FBH_Verteiler (24))



(Bild 11)

Für die Fußbodenheizung im Obergeschoss wurde ein System mit Dämmplatten verwendet.

(Datei: FBH Rohre (4))



(Bild 12)

Das Verlegesystem ermöglichte auch bei beengten Platzverhältnissen den Einbau der Fußbodenheizung.

(Datei: FBH Rohre (2))

Thema:

Energetische Komplettanierung eines Altbau-
Wohnhauses - Energieverbrauch um den Faktor 10
reduziert

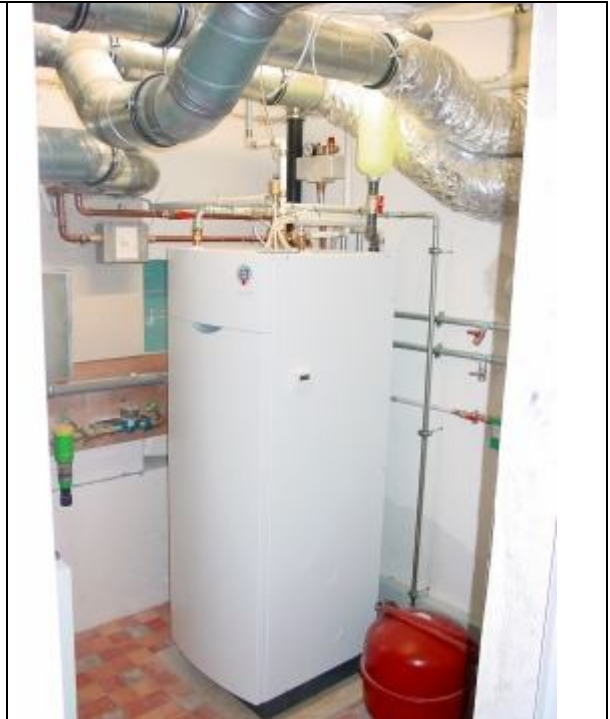
- Freier Fach- und PR-Journalist
- Redaktionsbüro für SHK/Gebäudetechnik
- Fach-PR für Unternehmen der SHK-Branche
- Arbeitshilfen und Vorlagen für das SHK-Handwerk



(Bild 13)

Vor dem Haus wurde die Außeneinheit der Luft/Wasser-Wärmepumpe aufgestellt.

(Datei: Waermepumpe_Außeneinheit (1))



(Bild 14)

Die Heizwärme wird mit einer Luft/Wasser-Wärmepumpe erzeugt. Die Photovoltaikanlage auf dem Dach gleicht die CO₂-Bilanz für den dafür benötigten elektrischen Strom aus.

(Datei: Waermepumpe (6))



(Bild 15)

Die starke Wärmedämmung des Hauses erfordert eine kontrollierte Wohnungslüftung. Eine Wärmerückgewinnungseinheit in der Lüftungsanlage nutzt die Abwärme aus der Raumluft.

(Datei: KWL_Lüftungsgerät (9))



(Bild 16)

Der nicht mehr benötigte Schornstein dient als Installationsschacht für die Lüftungsleitungen.

(Datei: KWL_Detail (2))

Thema:

Energetische Komplettanierung eines Altbau-Wohnhauses - Energieverbrauch um den Faktor 10 reduziert

- Freier Fach- und PR-Journalist
- Redaktionsbüro für SHK/Gebäudetechnik
- Fach-PR für Unternehmen der SHK-Branche
- Arbeitshilfen und Vorlagen für das SHK-Handwerk



(Bild 17)

Wo vorher ein Ölheizkessel aus dem Jahr 1975 stand, dominiert jetzt moderne Haustechnik mit Wärmepumpe, kontrollierter Wohnungslüftung, Photovoltaik (im Bild der PV-Wechselrichter) und eine Zentralstaubsauganlage.

(Datei: PV_Lüftung (8))



(Bild 18)

Der Bedarf an Heizenergie für das Wohnhaus sollte größtenteils mit erneuerbaren Energien gedeckt werden. Da weder Erdwärme noch Biomasse genutzt werden konnten, entschied sich der Bauherr für den Bau einer Photovoltaikanlage. Der Betrieb der Wärmepumpe kann damit als CO₂-neutral betrachtet werden.

(Datei: (Datei: PV_Dach_Detail (3))



(Bild 19a)

Balkonsanierung mit fliegendem Wechsel: Die alte Balkonplatte hatte aus energetischer Sicht die Funktion einer Kältebrücke. Ein Betonabbau-Unternehmen entfernte die Balkonplatten. Nach der Modernisierung ...

(Datei: Balkon Abbruch (20))



(Bild 19b)

... bietet eine moderne Stahlkonstruktion einen großzügigen Sonnenplatz mit Blick auf den Bodensee. Eine der ersten Maßnahmen des gesamten Umbaus war, die benötigten Stützfundamente für die neue Balkonkonstruktion zentimetergenau zu vermessen.

(Datei: Haus Feb (7))

Thema:

Energetische Komplettsanierung eines Altbau-
Wohnhauses - Energieverbrauch um den Faktor 10
reduziert

- Freier Fach- und PR-Journalist
- Redaktionsbüro für SHK/Gebäudetechnik
- Fach-PR für Unternehmen der SHK-Branche
- Arbeitshilfen und Vorlagen für das SHK-Handwerk

Info-Kasten

Objektdaten:

Einfamilienwohnhaus, Baujahr 1965, Sanierung 2008, Wohnfläche 236 m² (inkl. Einliegerwohnung)

Baustoffe und Wärmedämmung:- Dachstuhlkonstruktion:

Leno Brettsper Holz-Bauelemente

Hersteller: Finnforest-Merk GmbH, 86551 Aitrach, www.finnforest.de

- Außenwanddämmung:

Maxit Por Speedy WLG032, Maxit ML Speedy WLG040

Hersteller: F-Plus-Tec GmbH, 53809 Ruppichterath, www.fplustec.de

- Fenster:

Kunststofffenster SI82 3fach UG 0,7; Balkontüren Corona SI82 6-Kammerprofil UG 0,6

Hersteller: Schüco International KG, 33609 Bielefeld, www.schueco.com

Haustechnik:- Photovoltaik-Anlage:

Solarmodule: Sunmodul plus mono; Wechselrichter: Sunny Boy

Hersteller: SolarWorld AG, 53175 Bonn, www.solarworld.de

- Wärmepumpe:

Luft/Wasser-Wärmepumpe Thermia Atria, 8 kW

Hersteller: Multitherm GmbH, 18182 Bentwisch, www.multitherm.de

- Kontrollierte Wohnungslüftung:

Zentral-Lüftungsgerät mit Wärmerückgewinnung WRGZ-ECO/GB-DIGI

Hersteller: Benzing Lüftungssysteme GmbH, 78056 VS-Schwenningen, www.benzing-ls.de

- Fußbodenheizung:

EMPUR Flächenheizungen, KLIMAPEX PE-Xc-Rohr 15,0 x 1,8 mm

Erdgeschoss: Modernisierungssystem CUT-THERM,

Obergeschoss: PUR-THERM Flächenheizungssystem mit Dämmplatten

Hersteller: Empur Produktions GmbH, 53567 Buchholz, www.empur.com

- Heizkreis-Verteilsystem:

Tacosys Fußbodenheizungsverteiler und Verteilerschränke

Hersteller: Taconova GmbH, 78224 Singen, www.taconova.de

- Zentral-Staubsauganlage:

Variovac Premium 200 VIP

Vertrieb: ZSA Vertriebs GmbH, 76877 Offenbach, www.zsa-online.de

Bauplanung, Fachhandwerksbetriebe:

- Architektur, Energieberatung, Sanierungsplanung: planzwo-horn intelligente architektur, 78333 Stockach, www.planzwo-horn.de

- Heizung, Sanitär, Wärmepumpe, Fußbodenheizung, Wohnungslüftung, Zentralstaubsauganlage:

Sanitär Schwarz GmbH, 78239 Rielasingen, www.sanitaer-schwarz.de

- Elektroinstallation, Gebäudeleittechnik, Photovoltaik: Elektro Georgius, 78256 Steißlingen, www.elektro-georgius.de

- Holzbau, Bedachung, Zimmerarbeiten: Kiefer Holzbau GmbH, 78333 Stockach, www.kiefer-holz.de

- Malerarbeiten, Putz, Trockenbau, Wärmedämmung: Malerfachbetrieb Michel & Maier, 78333 Stockach, www.maler-maier.net

- Schlosserarbeiten, Balkonkonstruktion: Schlosserei-Metallbau Walter Reiser, 78333 Stockach, www.metallbau-reiser.de

- Fenster, Rollläden: Wurst Fensterbau, 78333 Stockach, www.fensterbau-wurst.de

- Innenausbau, Treppen: Die Schreinerei, 78479 Insel Reichenau, www.die-schreinerei.com