

ati



ARBEITSKREIS ENERGIE  
ARCHITEKTEN UND INGENIEURE

Energetische Sanierung 10-Familienhaus Stuttgart – Sillenbuch  
Vortrag beim Energieberatungszentrum Stuttgart, 26. Juni 2018



Ralf Chevalier, Freier  
Architekt

- Zehnfamilienhaus in Stuttgart Sillenbuch im Besitz einer WEG
- Baujahr 1985
- Objekt zu ca. 50% vermietet, zu ca. 50% selbstgenutzt
- Eigentümer möchten aufgrund aktueller wirtschaftlicher Rahmendaten Geld in umfassende Sanierung anlegen



- Außenwände 25 cm Mauerwerk, Holzfenster mit Isolierverglasung. Sturzrollladenkästen, leicht gedämmt
- Dach mit ca. 10 cm im bewohnten Bereich gedämmt, keine Dampfbremse
- Kellerdecke ungedämmt, kalter Fußboden im EG
- Vereinzelt Undichtigkeiten an Balkonen und im Sockelbereich
- Partielle Schimmelbefall im EG, EG teilweise unter Geländeniveau
- Heizung und Warmwasserbereitung mit Gaskessel und Warmwasserspeicher.
- Einrohrheizung mit Wohnungsverteiler
- Überhitzung in einigen Wohnungen in den Übergangszeiten, bedingt durch die hohe Wärmeabgabe in Einrohrsystem-> Ablüften



2011:

Erstellung einer Energiediagnose für das 10-Familienhaus durch das Energieberatungszentrum Stuttgart.

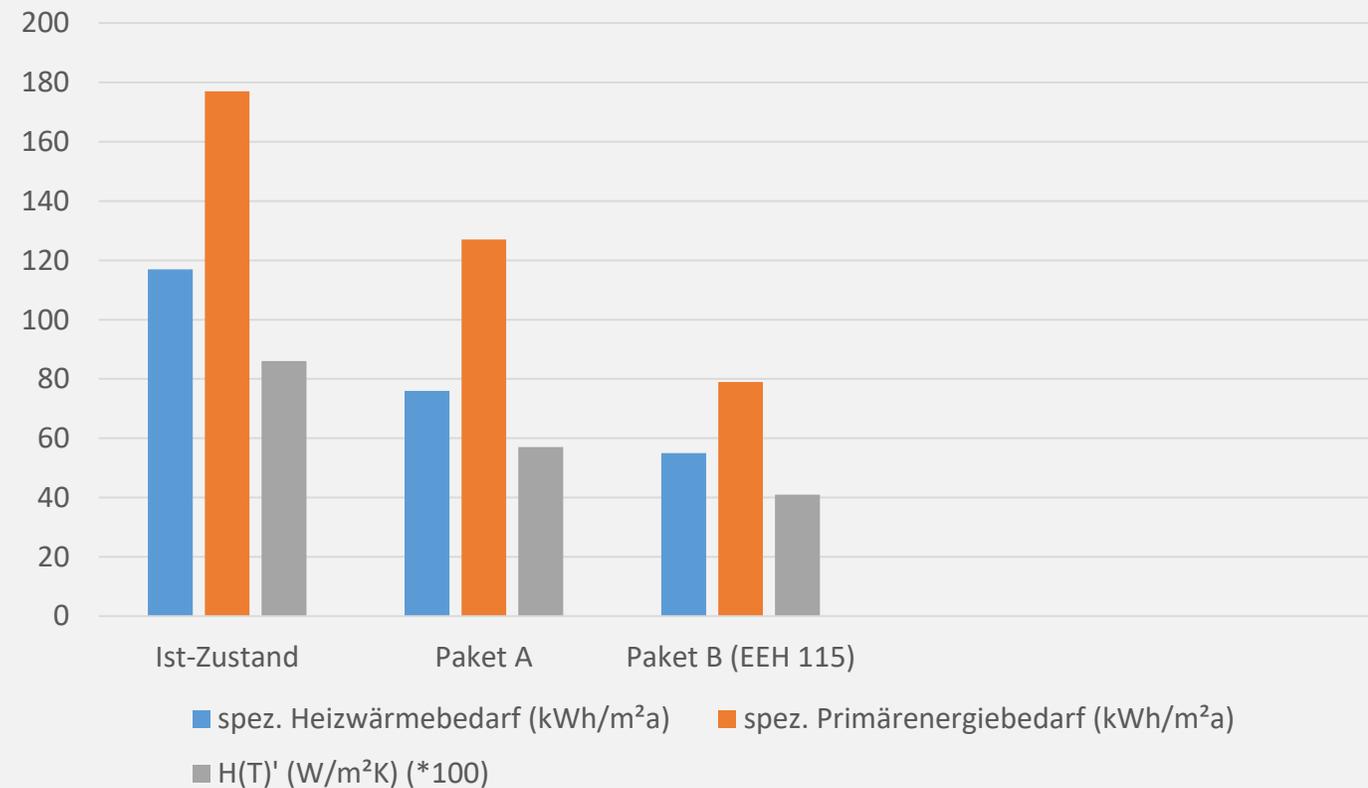
Paket A:

- Dämmung Dach: Kombination Zwischensparren- und Aufsparrendämmung
- Austausch Fenster
- Austausch Hauseingangstüren

Paket B:

- Dämmung Dach: Kombination Zwischensparren- und Aufsparrendämmung
- Austausch Fenster
- Vollwärmeschutz Fassade
- Brennwerttherme mit solarer Warmwasserbereitung

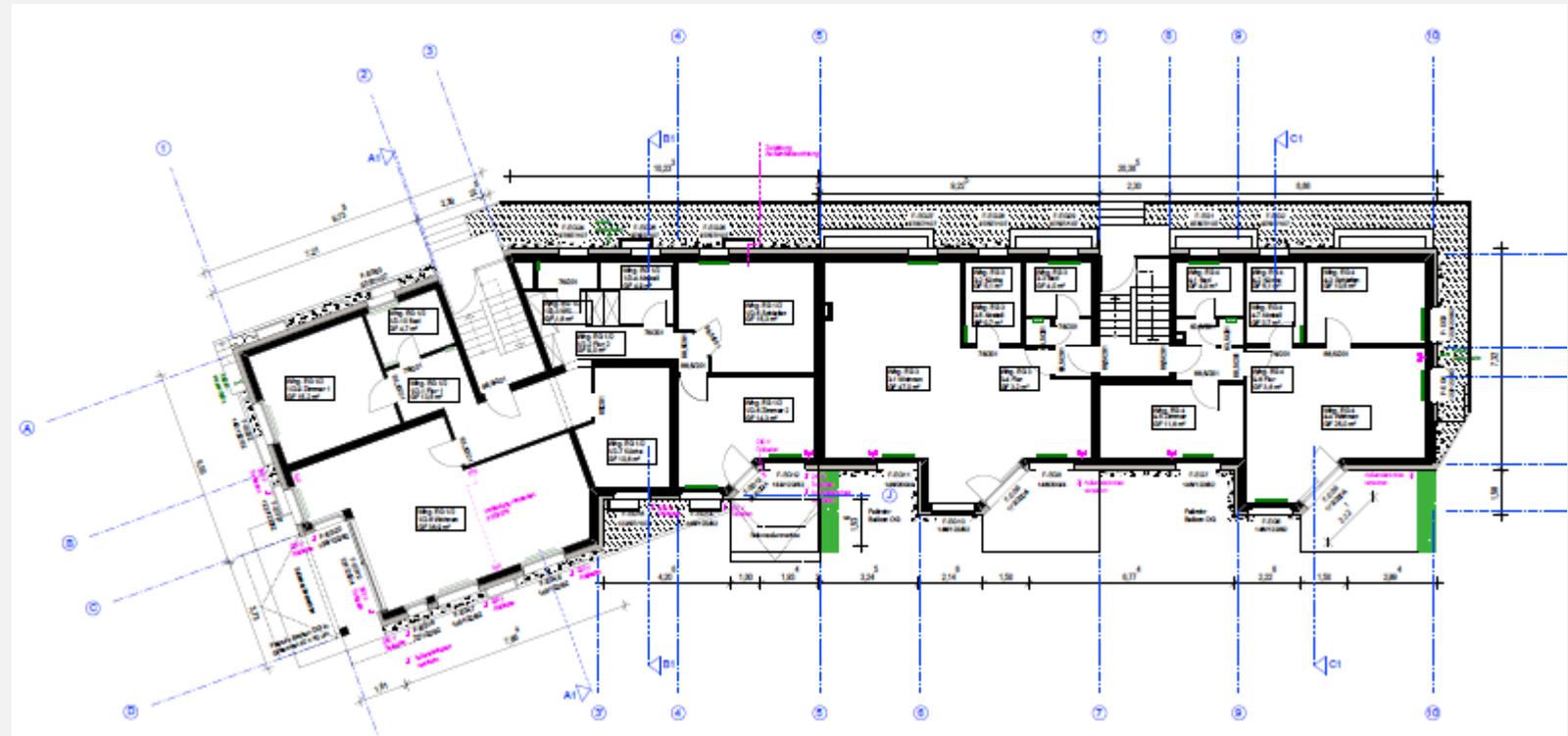
## Energiediagnose: Berechnete Werte



Auftraggeber für die anstehende Sanierung und den damit verbundenen Fragen sensibilisieren:

- Barrierefreiheit
- Gesetzliche Vorgaben (Baurecht, EnEV, E-Wärme-Gesetz)
- Grundrissänderungen
- Energetische und ökologische Aspekte
- Gesundheitliche Aspekte / Baustoffe
- Ausstattungsstandard (Oberflächen, Elektroinstallationen)
- Schallschutz
- Finanzieller Rahmen
- Eigenleistungen geplant
- Zeitliche Vorstellungen





Variante A: (Förderung Einzelmaßnahmen)

- Vollwärmeschutz 16 cm WLG 035
- Fenster KSF mit DSV, Falzlüfter, Dämmen Rollladenkästen
- Dämmung Hauptdach, Blech Ausbesserungen, DFF neu

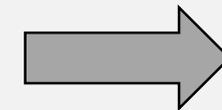
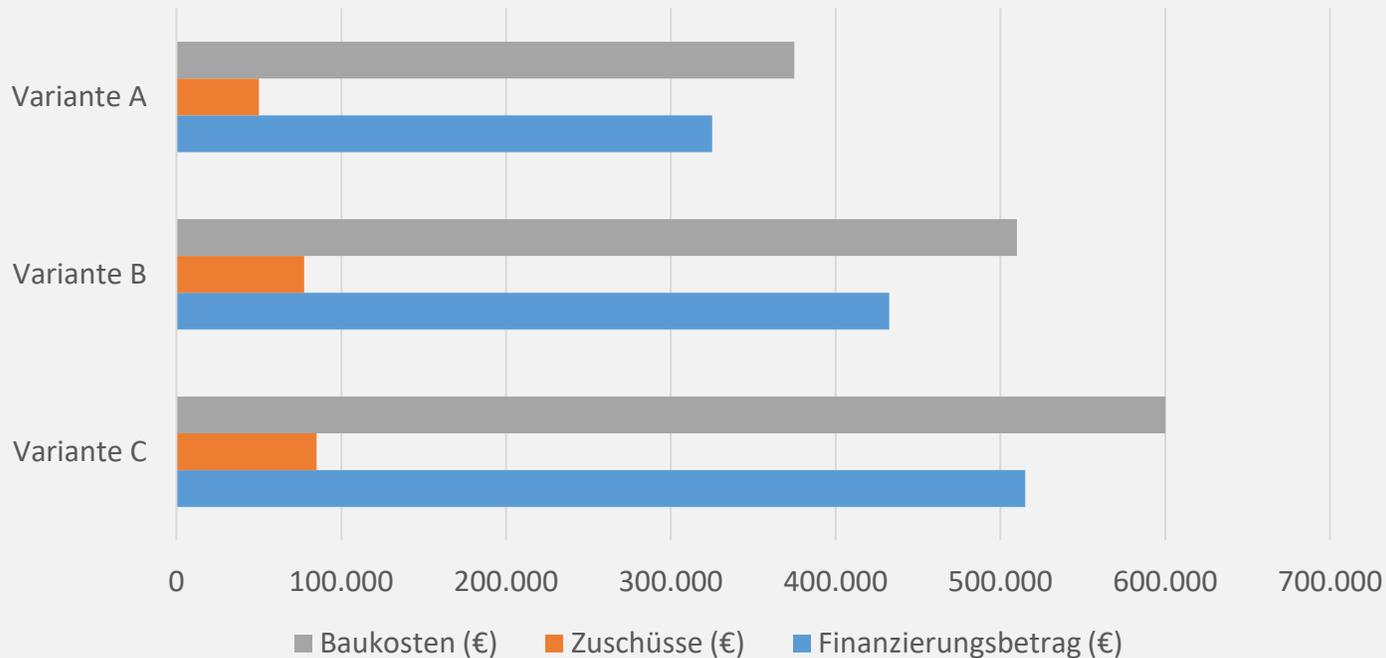
Variante B: (EEF 115), wie A aber zusätzlich

- Rollladenbehänge neu
- Hauseingangstüren Abdichtung verbessern
- Balkone Abdichtung prüfen und ausbessern
- Gauben dämmen und verkleiden, Fenster und Rollläden neu
- Verwahrungen neu
- Antennenleitungen, Luftdichtigkeitsmessung
- Brennwerttherme, sol. WW, Hydraulischer Abgleich

Variante C: (Aufwertung des Gebäudes), wie B aber zusätzlich

- Holz-Alu-Fenster, Einbau außenbündig, Anschlussarbeiten innen
- Jalousien
- Hauseingangstüren und Treppenhausfenster neu
- Balkonabdichtungen erneuern, Balkonbrüstungen neu
- Dezentrale Lüftungsanlage
- Neugestaltung Hauszugang mit Briefkastenanlage

Kostenvergleich Varianten

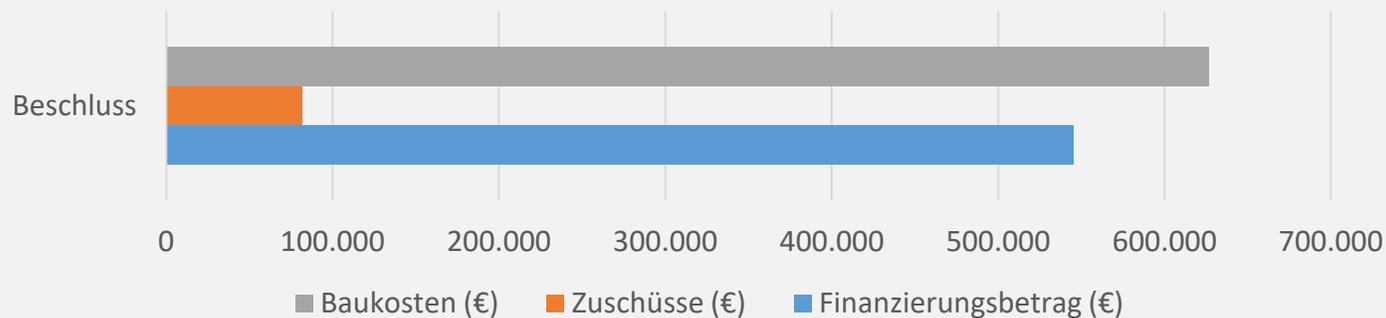


**Weiterplanung auf Basis Var. C**

- **Gesamt, Brutto:** 535.418,78 EUR \* Rundungsdifferenz: (3,25 EUR)

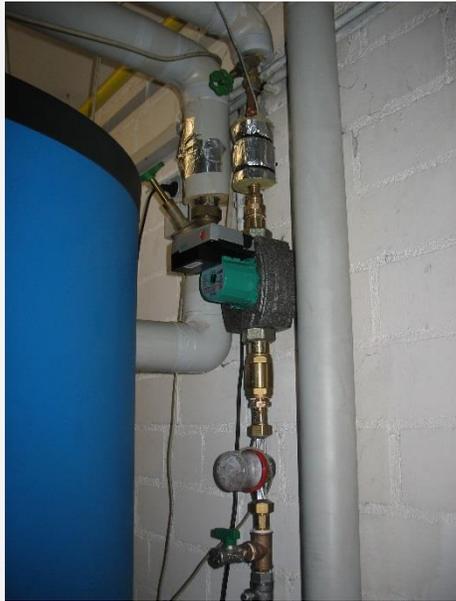
Nr. / Bezeichnung	Projektanteil %	KG	Menge/ Einheit	EP	Gesamt Netto	MwSt. (19,0%)	Gesamt Brutto
<b>200 Herrichten und Erschließen</b>	0,2%	-	1 Ps...	1.000,00	1.000,00	190,00	1.190,00
<b>200.214 Herrichten der Geländeoberfläche</b>	0,2%	-	1 Ps...	1.000,00	1.000,00	190,00	1.190,00
200.214.010 Roden von Bewuchs	0,2%	-	1 Psch	1.000,00	1.000,00	190,00	1.190,00
<b>300 Baukonstruktion</b>	79,3%	-	1 Ps...	356.801,75	356.801,75	67.792,33	424.594,08
<b>300.330 Außenwände</b>	39,0%	-	710 m²	247,08	175.426,80	33.331,09	208.757,89
300.330.312 Rohbauarbeiten	1,0%	-	1 Ps...	4.500,00	4.500,00	855,00	5.355,00
300.330.312.001 Anpassungsarbeiten	0,6%	-	1 Psch	2.500,00	2.500,00	475,00	2.975,00
300.330.312.002 Standrohre Dachentwässerung versetzen	0,4%	-	7 Stk	250,00	1.750,00	332,50	2.082,50
300.330.312.003 Rückbau Kamin Nr. 48	0,1%	-	1 Psch	250,00	250,00	47,50	297,50
300.330.318 Vertikalabdichtung	0,7%	-	100 m²	30,75	3.075,00	584,25	3.659,25
300.330.318.002 Reinigen Kelleraußenwand	0,1%	-	100 m²	2,75	275,00	52,25	327,25
300.330.318.003 Ausgleichsputz Kelleraußenwand 10 mm	< 0,1%	-	10 m²	20,00	200,00	38,00	238,00
300.330.318.005 Voranstrich	0,1%	-	100 m²	5,00	500,00	95,00	595,00
300.330.318.006 Abdichtung der Außenwände	0,4%	-	100 m²	17,50	1.750,00	332,50	2.082,50
300.330.318.007 Zulage: Hohlkehle	0,1%	-	30 m	7,50	225,00	42,75	267,75
300.330.318.008 Zulage: Installationseinführung	< 0,1%	-	5 Stk	25,00	125,00	23,75	148,75
300.330.322 Klempnerarbeiten	0,8%	-	42 m	87,50	3.675,00	698,25	4.373,25
300.330.322.001 Fallrohre Titanzink erneuern	0,4%	-	42 m	37,50	1.575,00	299,25	1.874,25
300.330.322.001 Demontage Blechverwahrung Sockeldämmung	0,2%	-	60 m	15,00	900,00	171,00	1.071,00
300.330.322.003 Blechverwahrung Terrassen EG	0,3%	-	20 m	60,00	1.200,00	228,00	1.428,00

## Budget Baubeschluss



## Beschlossenes Maßnahmenpaket: (Energieeffizienzhaus 115)

- Vollwärmeschutz 16 cm WLG 035, Sockeldämmung unter Gelände
- Hauseingangstüren, Vordach, Briefkastenanlage neu
- KSF mit DSV, Rollladenkästen dämmen, Behänge + Gurte neu, teilweise elektrisch angetrieben, teilweise erhöhter Einbruchschutz
- Balkonabdichtungen und Geländer neu
- Kellerdeckendämmung
- Dämmung und Deckung Dach und Gauben neu, 22 cm WLG 040. DFF neu mit südseitigen Rollläden.
- Brennwerttherme mit solarer WW-Bereitung,
- Antennenleitungen, Rollladenanschlüsse
- Luftdichtigkeitsmessung
- 5% Sicherheit für weitere Maßnahmen
- Prüfung einer möglichen Voruntersuchung des Trinkwasserverbrauchs in Verbindung mit dem Einbau einer Frischwasserstation und anschließendem Monitoring der Anlagentechnik.



#### Leistungen im Rahmen der Voruntersuchung und vorbereitenden Maßnahmen:

- Vorabanalyse Warmwasser- und Zirkulationsbedarf (Ermittlung der Verbräuche und Auswertung der Daten)
- Auslegung der Trinkwasseranlage gemäß Verbrauch (nicht nach DIN)
- Datenaufnahme und Berechnung der gesamten Heizungsanlage
- Überprüfung der Wohnungsverteiler Heizung
- Heizlast- und Hydraulikberechnung. Auslegung der Heizungsanlage
- Datenaufnahme der Bauteile für den hydr. Abgleich Heizung und Zirkulation
- Erstellung eines Blanko - Leistungsverzeichnisses für alle Leistungen des noch festzulegenden Konzeptes



## Ergebnisse der Voruntersuchung der Warmwasserbereitung:

- Es besteht Legionellengefahr aufgrund technischer Schwachstellen
  - Zirkulationstemperatur zu niedrig (Temperatur wird sofort erhöht)
  - Zirkulationspumpe nicht funktionsfähig (Pumpe wird sofort getauscht)
  - Totleitung vor den Rohrbelüftern im DG an allen Strängen (Spüleinrichtungen, Stilllegung der Totleitungen, Einbau von Einzelsicherungen an den Armaturen mit Brauseschlauch)
  - Hinweis auf stagnierendes Wasser in nicht betriebenen Sanitärräumen oder Küchen



Bild Fa. Milotzki



Bild Fa. Milotzki



Bild Fa. Milotzki



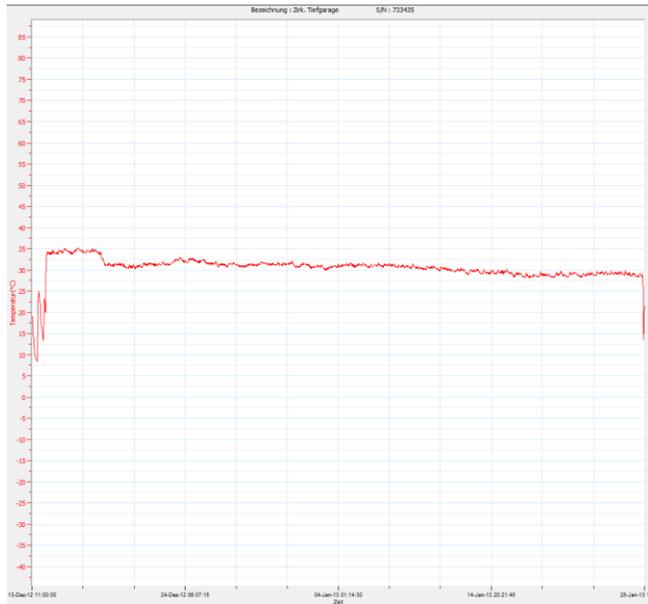
Bild Fa. Milotzki

**Ergebnisse der Voruntersuchung der Warmwasserbereitung:**

- Einzelne Zirkulationsstränge werden nur mit sehr geringer Warmwassertemperatur versorgt (Temperatur 33 Grad)
  - Hydraulischer Abgleich der Stränge ist erforderlich. Einbau von Strangregulierventilen
  - Effektive Dämmung der warmwasserführenden Leitungen unter der Keller- und TG-Decke ist dringend zu empfehlen
  - Prognose Energieeinsparung 10 – 15%



Vorgesehener Einbau Regulierventil (Bild: Fa. Milotzki)

Zirkulationstemperatur im Strang Tiefgarage nur 33 Grad  
Schaubild Fa. Milotzki

Leitungen unter Kellerdecke



Leitungen unter Kellerdecke



Leitungen unter Tiefgaragendecke

## Ergebnisse der Voruntersuchung der Heizungstechnik:

- Heizlast- und Hydraulikberechnung durch Fa. Milotzki

Gebäude	
Straße	: Friedich- Zundel- Str. 48/50
PLZ, Ort	: 70619 Stuttgart
Normaußentemperatur	: -12 °C
Mittlere Außentemperatur	: 10,2 °C
Baualtersklasse	: 1979-1983
Beheizte Grundfläche	: 730 m²
Heizlast	: 23 kW (32 W/m²)

Bauteile								
Raumdaten								
lfd. Nr.	Raumbezeichnung	Geschoss	beheizte Fläche [m²]	Heizlast [W]	Volumen [m³]	Temperatur [°C]	Q-Luftwechsel [W]	Q-Transmission [W]
1	EG 1/2 Flur 1	0	14	428	34	20	207	222
2	EG 1/2 Bad	0	5	298	12	24	80	218
3	EG 1/2 Schlafen/ Kind	0	15	485	38	20	233	253
4	EG 1/2 Wohnen	0	37	1227	92	20	565	662
5	EG 1/2 Küche	0	11	292	26	20	162	130
6	EG 1/2 Flur 2	0	9	281	22	20	138	143

54	DG 11 Schlafen	2	14	331	25	20	153	178
55	DG 11 Wohnen	0	25	594	44	20	269	325
56	DG 12 Flur	2	3	87	7	20	46	41
57	DG 12 Küche	2	8	285	11	20	130	155
58	DG 12 Wohnen/ Schlafen	2	37	1050	72	20	438	612
59	DG 12 Bad	2	4	225	9	24	61	164

Bauteiledaten									
lfd. Nr.	Raumbezeichnung	Bauteil-Typ	Bauteil grenzt an	Fläche [m²]	Bauteil-Kennung	U-Wert [W/m²K]	λ [W/mK]	Dicke [cm]	Q-Transmission [W]
1	EG 1/2 Flur 1	Fußboden	unbeheizt	13,5		0,7			88
		Innenwand	unbeheizt	3,9		2,6			50
		Innentür	unbeheizt	1,9	IT1 ub U=2,00	2,0			19
		Innenwand	unbeheizt	5,0		2,6			65
2	EG 1/2 Bad	Fußboden	unbeheizt	4,7		0,7			43
		Innenwand	unbeheizt	4,8		2,6			111
		Außenwand	extern	5,3		0,2			37
		Außenfenster	extern	0,9	AF4 ub U=0,85	0,9			28
3	EG 1/2 Schlafen/ Kind	Fußboden	unbeheizt	15,2		0,7		99	

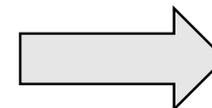
Heizkreis: Heizkreis 1	
Pumpendaten	
Pumpentyp	: Pumpe ist nicht vorhanden
Pumpenstufe	: -
Restförderhöhe	: 105 mbar (entspricht 1,05 m)
Volumenstrom	: 104 lh
Vorlauftemperatur	: 60 °C
Rücklauftemperatur	: 32 °C

Differenzdruckregler	
Der Einsatz eines Strang-Differenzdruckreglers ist nicht erforderlich.	

Sonstiges	
Δp(sonder)	: 25 mbar
Längster Strang	: 50 m
Kennw. HK-Dim.	: 49% 2,9
Benötigte Förderhöhe	: 104 mbar
Der hydraulische Abgleich wurde für eine nicht-einheitliche HK-Dimensionierung berechnet.	
Der Heizkreis hat einen Mischer. Temperatur = 59 °C	

Heizflächendaten							
lfd. Nr.	Raumbezeichnung	Raumheizlast [W]	Heizflächentyp	t <sub>R</sub> [°C]	Normleistung 75/65 °C	Verhältnis Q <sub>HK</sub> /Q <sub>R</sub>	Entf. zur Pumpe
2	EG 1/2 Bad	298	HK1 Platte 22/500/500	42	730	2,2	mittel
3	EG 1/2 Schlafen/ Kind	485	Sonderbauform1	43	950	2,0	mittel
4	EG 1/2 Wohnen	339	Sonderbauform1	31	1010	3,0	mittel
		503	Sonderbauform2	31	1500	3,0	mittel
		386	Sonderbauform3	31	1150	3,0	mittel
7	EG 1/2 Zimmer 2	240	Sonderbauform1	26	950	4,0	mittel
		255	Sonderbauform2	26	1010	4,0	mittel
B	EG 1/2 Zimmer 1/ Schlafen	419	Sonderbauform1	38	950	2,3	mittel

Thermostatventile - Ermittlung der Voreinstellwerte								
lfd. Nr.	Raumbezeichnung	Heizflächentyp	kv-Wert [m³/h]	Δp [mbar]	Durchfluss [l/h]	Gewähltes Ventil: Hersteller, Typ	Voreinstellung	Bemerkung
2	EG 1/2 Bad	HK1 Platte 22/500/500	0,059	70	16	Heimeier F-exakt	4	
3	EG 1/2 Schlafen/ Kind	Sonderbauform1	0,103	70	27	Heimeier F-exakt	5	Thermisch ungünstigste Heizfläche
4	EG 1/2 Wohnen	Sonderbauform1	0,040	70	11	Heimeier F-exakt	3	



Heizwärmebedarf und vorhandenes Einrohrsystem ermöglichen Brennwertbetrieb

## Ergebnisse der Voruntersuchung der Heizungstechnik:

- Heizungsverteiler in den Wohnungen können für den hydraulischen Abgleich umgebaut werden
- In die Heizungswohnungsverteiler können in der Regel ohne großen Aufwand Strangreguliertventile eingebaut werden
- Zusätzlich wird der Einbau von Reglern empfohlen, welche bei einer zu hohen Rücklauftemperatur und damit einem zu geringen Wärmebedarf den Volumenstrom reduzieren
- Der Einbau von Wärmemengenzähler zur Erfassung des tatsächlichen Verbrauchs unter Ausschluss der unerfassten Wärmeabgabe in den Verteilleitungen ist aus Platzgründen nur mit einem sehr hohen finanziellen Aufwand möglich
- Optional kann in jeder Wohnung ein temperaturgesteuertes Raumthermostat eingebaut werden

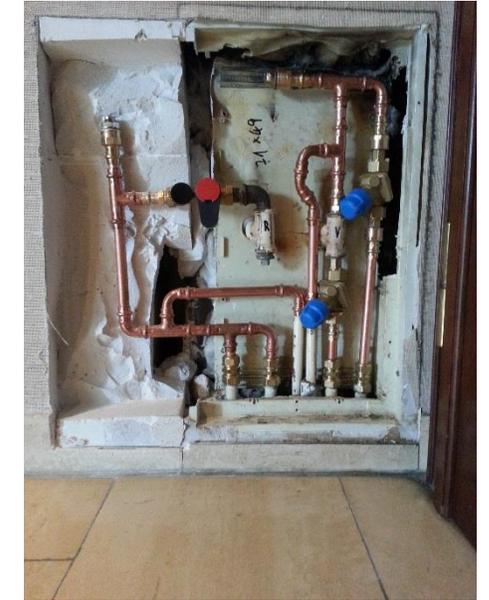


Bild Fa. Milotzki



Anderes BV der Fa. Milotzki

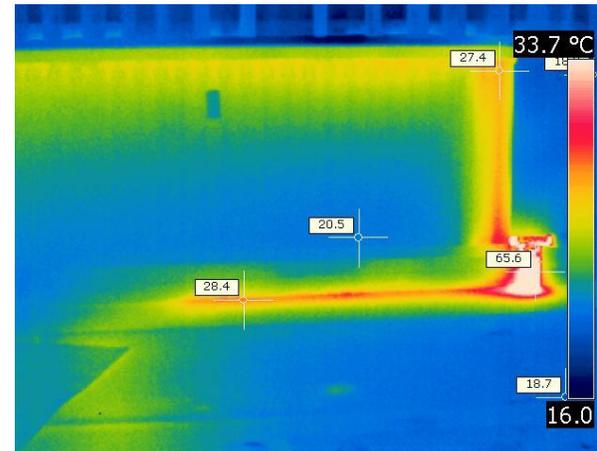


Schaubild Fa. Milotzki



Bild Fa. Milotzki

- Effektive Integration einer Solaranlage mit Heizungsunterstützung ist möglich

## GetSolar Professional 10.3.7 - Solarsimulation -

### Projektinformationen

Name Friedrich-Zundel-Straße 48-50, 60619 Stuttgart-Sillenbuch

Standort Stuttgart  
Globalstrahlung 1091,3 kWh/(m² Jahr)

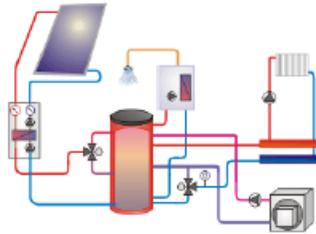
SOLVIS SolvisFera F-652-S  
21,0 m² Bruttofläche

48,0° Neigung  
35,0° Südabweichung

Pufferspeicher  
910 Liter

Frischwassermodul  
36 Liter/min

Erdgas Brennwert-Kessel  
Nutzungsgrad 103% / 85% / 70%  
bei Betrieb in Winter / Frühjahr, Herbst / Sommer



Warmwasser  
60,00 kWh/Tag =  
1290 Liter/Tag mit 50°C

Heizwärmebedarf  
42,51 MWh/Jahr  
Solares Heizen  
bei T außen < 15°C  
Heizkreis 60/50°C

Monat	Solarertrag [kWh]	Solares Heizen* [kWh]	Einstrahlung [kWh]	Fremdenergie** [kWh]	Deckungsrate Warmw. [%]	Deckungsrate Heizg. [%]	Wirkungsgrad [%]
Januar:	203	115	1093	1809	5	1	19
Februar:	411	252	1463	1616	9	4	28
März:	839	424	2218	1483	22	8	38
April:	1255	374	2818	958	48	10	45
Mai:	1456	83	3282	535	72	12	44
Juni:	1424	0	3145	421	77	0	45
Juli:	1507	0	3384	400	79	0	45
August:	1412	0	3145	499	74	0	45
September:	1021	85	2365	906	51	10	43
Oktober:	593	260	1670	1564	18	7	36
November:	316	187	1250	1707	7	3	25
Dezember:	219	126	990	1743	5	2	22
Summe:	10656	1907	26822	13640	39	4	40

### Ergebnisse der Simulation

Wärmebedarf	Warmwasser mit Speicherverlusten	22401 kWh/Jahr
	Heizwärmebedarf	42514 kWh/Jahr
	Gesamt	64915 kWh/Jahr
Deckungsraten	Warmwasser	39,1%
	Heizung	4,5%
	Gesamtdeckungsrate für Warmwasser und Heizung	16,4%
Kennwerte	Wirkungsgrad	39,7%
	Spezifischer Kollektor-Jahresertrag bezogen auf die Bruttokollektorfläche	507 kWh/m²
	Solarertrag	
Solarertrag	Warmwasser	8749 kWh/Jahr
	Heizung	1907 kWh/Jahr
	Gesamt	10656 kWh/Jahr
Öko-Bilanz	Energieeinsparung	13883 kWh/Jahr
		1388 m³ Gas
	CO <sub>2</sub> -Entlastung	2638 kg/Jahr

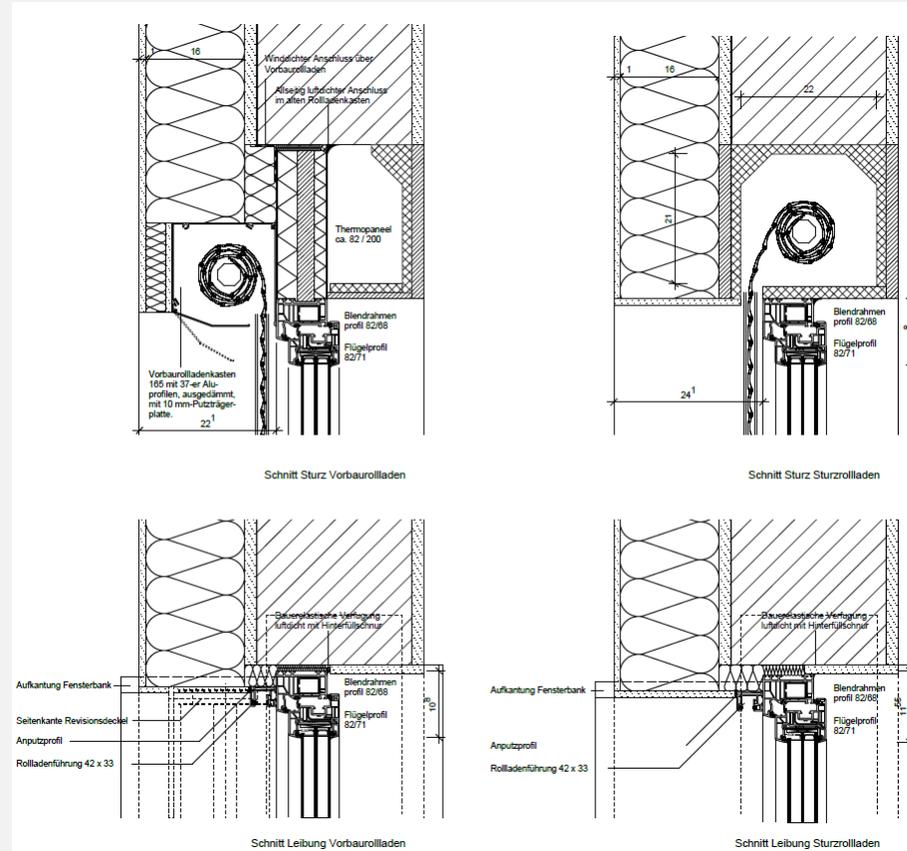
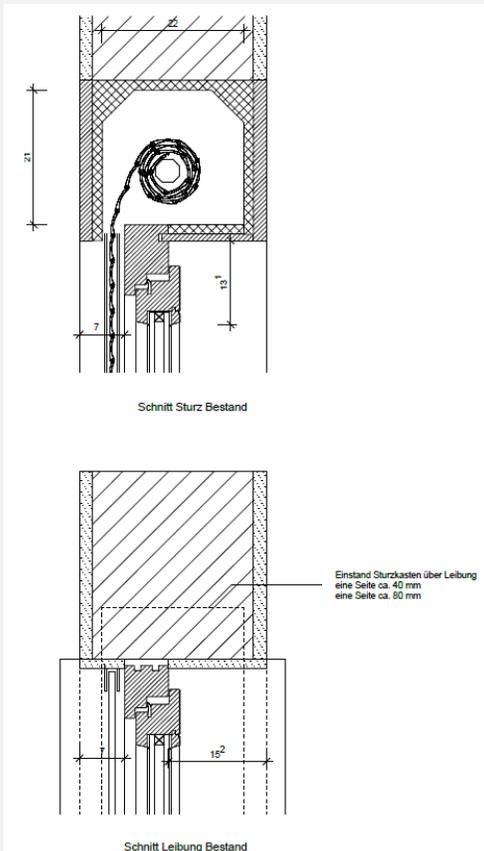
Solarsimulation Fa. Solvis

### Solar - Basis-, Bonus- und Innovationsförderung, Stand: ab dem 15.08.2012

Maßnahme	Förderung						
	Basisförderung im Gebäudebestand	Kesseltauschbonus	Kombinatorbonus <sup>§)</sup>	Effizienzbonus <sup>§)</sup>	Solarpumpenbonus	Wärmepumpenbonus <sup>§)</sup>	Innovationsförderung <sup>§)</sup> im Gebäudebestand und Neubau
... Warmwasserbereitung 20 bis 100 m² Bruttokollektorfläche	-	-	-	-	-	-	90 €/m² Bruttokollektorfläche
... kombinierten Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung <sup>1)</sup> bis 16,0 m² Bruttokollektorfläche	1.500 € <sup>§)</sup>	500 €	500 €	0,5 × Basis- förderung	50 €	500 €	-
über 16 m² bis 40 m² Bruttokollektorfläche	90 €/m² Bruttokollektorfläche						
über 40 m² Bruttokollektorfläche <sup>2)</sup>	3.600 €						
... kombinierten Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung <sup>3)</sup> 20 bis 100 m² Bruttokollektorfläche	+ 45 €/m² Bruttokollektorfläche über 40 m²	-	-	-	-	-	180 €/m² Bruttokollektorfläche
... solaren Kälteerzeugung bis 16,0 m² Bruttokollektorfläche	1.500 € <sup>§)</sup>	500 €	500 €	0,5 × Basis- förderung	50 €	500 €	-
über 16 m² bis 40 m² Bruttokollektorfläche	90 €/m² Bruttokollektorfläche						
20 bis 100 m² Bruttokollektorfläche <sup>3)</sup>	-	-	-	-	-	-	180 €/m² Bruttokollektorfläche
Erweiterung einer bestehenden Solaranlage <sup>4)</sup>	45 €/m² zusätzlicher Bruttokollektorfläche	-	-	-	-	-	-

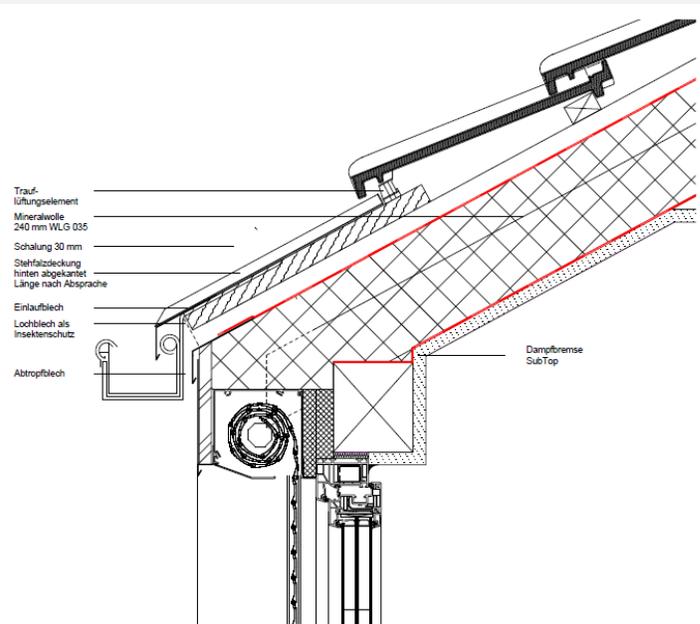
## Abstimmung der Ausführungsplanung mit Handwerksfirmen und Herstellern vor der Ausschreibung:

- Einbau von neuen Fenstern an der alten Position mit bestehendem Sturzrollladenkasten
  - Aufgrund der vorgegebenen Position der Rollladenführungsschienen muss das Fenster mit 10 mm Abstand in den Innenputzbereich eingefügt werden.
    - ➔ Verringerung des Glasanteils
  - Bestandsrollladenkästen sind in Bezug auf Wärmeschutz und Luftdichtigkeit immer ein Kompromiss.

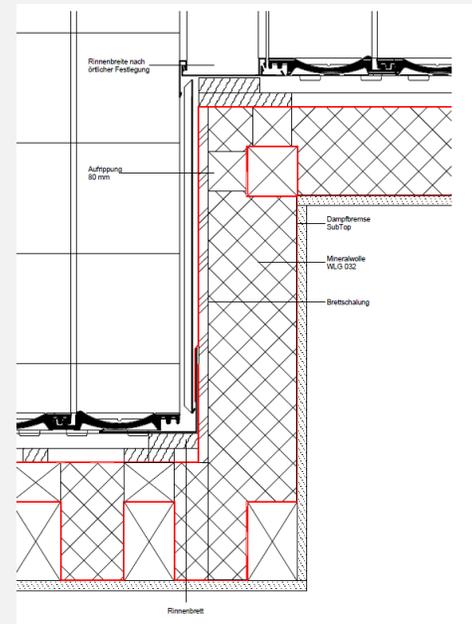


## Abstimmung mit Handwerksfirmen u. Herstellern vor Ausschreibung / Flexibilität während der Bauphase:

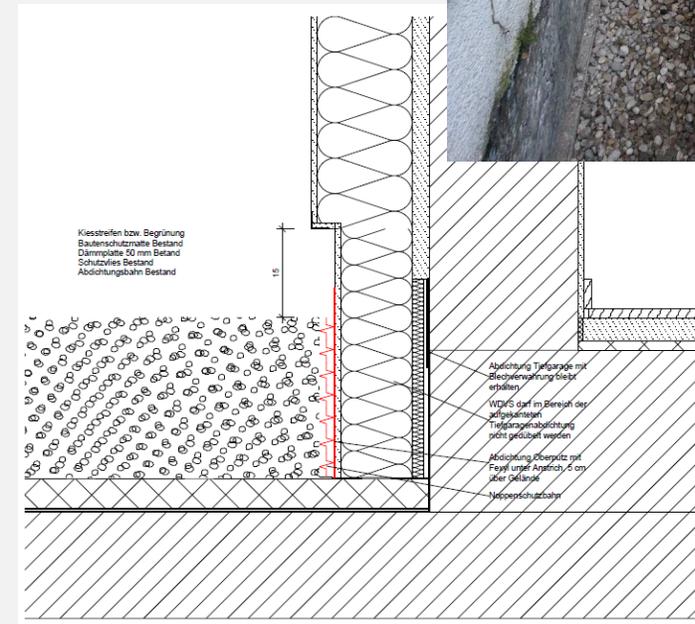
- Deckung und – Entwässerung vorab mit Fachleuten besprochen. → Feuchtediffusionsberechnung
- Die Abdichtung der Tiefgarage sollte nicht erneuert werden, der Sockelpunkt war so auszubilden, dass der spätere regelkonforme Anschluss einer Abdichtung möglich ist
- Lt. Auskunft WEG endet die vorhandene Sockeldämmung kurz unter der Geländeoberkante, es stellte sich heraus, dass sie bis weit unter das Gelände geht. Zu großer Geländeaushub musste vermieden werden. Alte Dämmung deshalb vorab verdübelt und mit neuen Dämmplatten überdeckt.



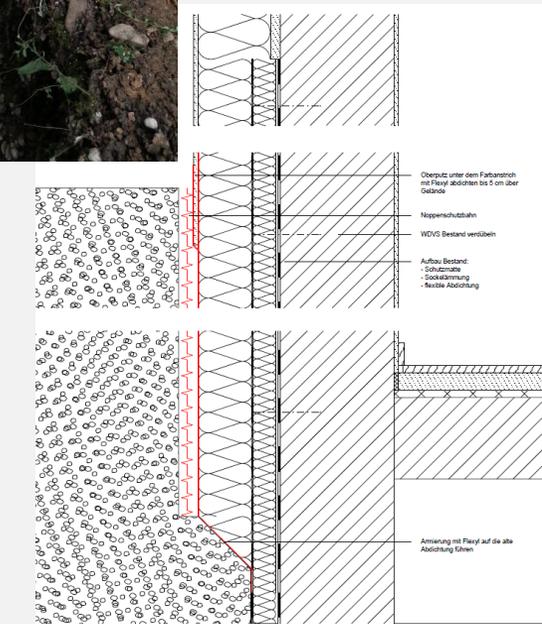
Dachtraufe Gauben



Gaubenbacke



Sockelanschluss Tiefgarage



Sockelanschluss Regeldetail

## Elektroinstallationen nach Stuttgarter Standard:

### Auszug aus LV Elektroarbeiten

*Alle Durchdringungen der Außenwand sind luftdicht herzustellen.*

*Zu verwenden sind luftdichte Dosen und beim Einbau von Leerrohren sind diese luftdicht an die Gerätedosen anzuschließen und raumseitig mit Dichtstopfen abzuschließen.*

*Leitungsdurchführungen durch Dampfbremsen sind mit Dichtungsmanschetten luftdicht herzustellen.*

*Es muss im Gebäude mittels einer Differenzdruckmessung eine erhöhte Luftdichtigkeit nachgewiesen werden. Ein Monteur muss am Tag der Messung anwesend sein, um ggf. undichte Stellen nacharbeiten zu können.*

### Versetzen Außensteckdose:

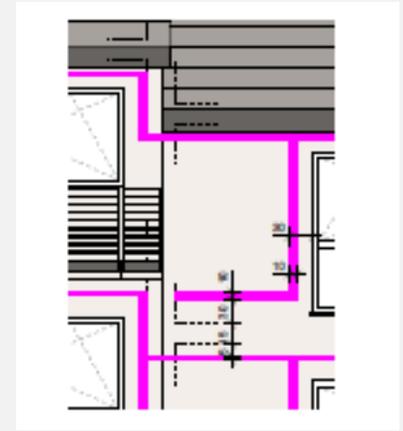
*Die bestehenden Außensteckdosen müssen aufgrund des Einbaus eines Vollwärmeschutz um ca. 18 cm nach außen versetzt werden.*

*Ausführung wärmebrückenfrei mittels nachträglich zu montierende Geräte-Verbindungsdose Kaiser ECON Styro55 oder glw.*

*Dafür wird die Elektroleitung durch den Gipsler durch die Dämmung geführt und ausgeschäumt. Nach Fertigstellung der Oberputzes wird die Aussparung mit dem dafür vorgesehenen Fräser erstellt und die Unterputzdose eingebaut. ....*

## Briefkastenanlage gedämmt:

- Wärme gedämmter Kasten
- Thermisch getrennte Frontplatte
- Zugluftgeschützte Türen mit Dichtung, selbstschließend mit Dämpfung



**Dämmarbeiten unter der Kellerdecke:**

- Die bisher ungedämmte Kellerdecke wurde mit Mineralwolleplatten 80 mm, WLG 035 unterseitig gedämmt. Dies führte zu einer spürbar höheren Fußbodentemperatur in der darüber liegenden Wohnung.
- Die warmwasserführenden Leitungen unter der Kellerdecke und in der Tiefgarage wurden mit einem ausgedämmten Trockenbaukanal umbaut.
- Die vier Zirkulationsstränge erhielten Strangregulierventile zum Abgleichen der jeweiligen Stränge.
- Die Maßnahmen führten zu einer deutlichen Energieeinsparung bei der Zirkulation.



Leitungsdämmung im Keller



Strangregulierventil in TG-Decke



Leitungsdämmung im Heizkeller



Leitungsdämmung in der Tiefgarage



Deckendämmung in der Waschküche

## Durchführung eines Luftdichtigkeitstest zur Qualitätssicherung und zur Optimierung der Rechenwerte:

- Bei der Berechnung für den Energieausweis und somit für die Zuschüsse kann bei einem nachgewiesenen Luftwechsel von  $< 1,5$  1/h bei einem Druckunterschied von 50 Pascal anstatt dem üblichen Luftwechsel von 0,7 nun 0,6 veranschlagt werden.
- Um bei Nichtbestehen des Tests das Risiko des Zuschussverlustes auszuschließen wurden die Anforderungen übererfüllt, mit kleineren Zusatzmaßnahmen hätte die Lücke geschlossen werden können.
- Der größte Schwachpunkt stellt die von außen eingebaute Dampfbremse dar, sonst wären die Werte noch deutlich besser.

$\Delta p_{02}$	-1,7	-----	-----	-----	$\Delta p_{02}$	-1,0	-----	-----	-----
Korrelationskoef. r:		1,000	Vertrauensintervall (95%)		Korrelationskoef. r:		0,999	Vertrauensintervall (95%)	
$C_{env}$ ( $m^3/(h Pa^n)$ )	78	max. 81	min. 75		$C_{env}$ ( $m^3/(h Pa^n)$ )	69	max. 80	min. 59	
$C_L$ ( $m^3/(h Pa^n)$ )	79	max. 81	min. 76		$C_L$ ( $m^3/(h Pa^n)$ )	69	max. 80	min. 59	
n	(-)	0,65	max. 0,66	min. 0,64	n	(-)	0,69	max. 0,73	min. 0,65

### Ergebnis, Kenngrößen

	V =	891 m <sup>3</sup>	A <sub>F</sub> =	365 m <sup>2</sup>	A <sub>E</sub> =	680 m <sup>2</sup>		
	<b>V<sub>50</sub></b>	Unsicherheit	<b>n<sub>50</sub></b>	Unsicherheit	<b>W<sub>50</sub></b>	Unsicherheit	<b>q<sub>50</sub></b>	Unsicherheit
	m <sup>3</sup> /h	%	1/h	%	m <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> h)	%	m <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> h)	%
Unterdruck	<b>1016</b>	+/- 7 %	1,1	+/- 9 %	2,8	+/- 9 %	1,5	+/- 9 %
Überdruck	<b>1043</b>	+/- 7 %	1,2	+/- 9 %	2,9	+/- 9 %	1,5	+/- 9 %
Mittelwert	<b>1029</b>	+/- 7 %	<b>1,2</b>	+/- 9 %	<b>2,8</b>	+/- 9 %	<b>1,5</b>	+/- 9 %

### Anforderungen nach:

### Energieeinsparverordnung (2009)

<b>3,0</b>	1/h	<b>7,8</b>	m <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> h)	<b>3,0</b>	m <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> h)
------------	-----	------------	------------------------------------	------------	------------------------------------

### Bewertung:

Die Anforderungen der Vorschrift werden erfüllt.

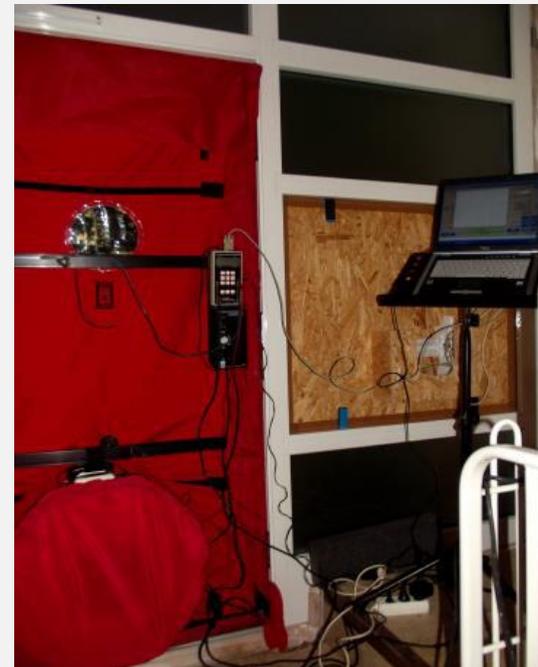
Das Messergebnis schließt (verdeckte) Mängel in der Konstruktion nicht aus.

Auftragnehmer : Holger Becker

Energieberatung Becker

71554 Weissach im Tal

Protokoll Luftdichtigkeitstest (IB Becker)



Messtechnik (Bild IB Becker)

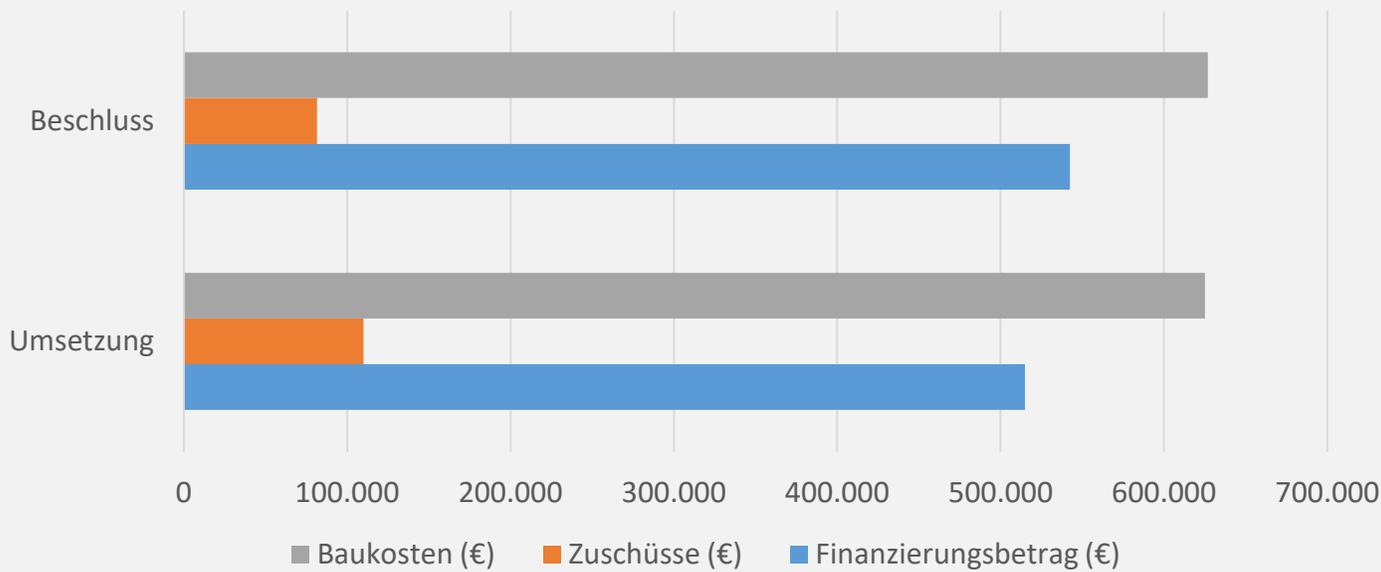


Leckage Kellertüren (Bild IB Becker)

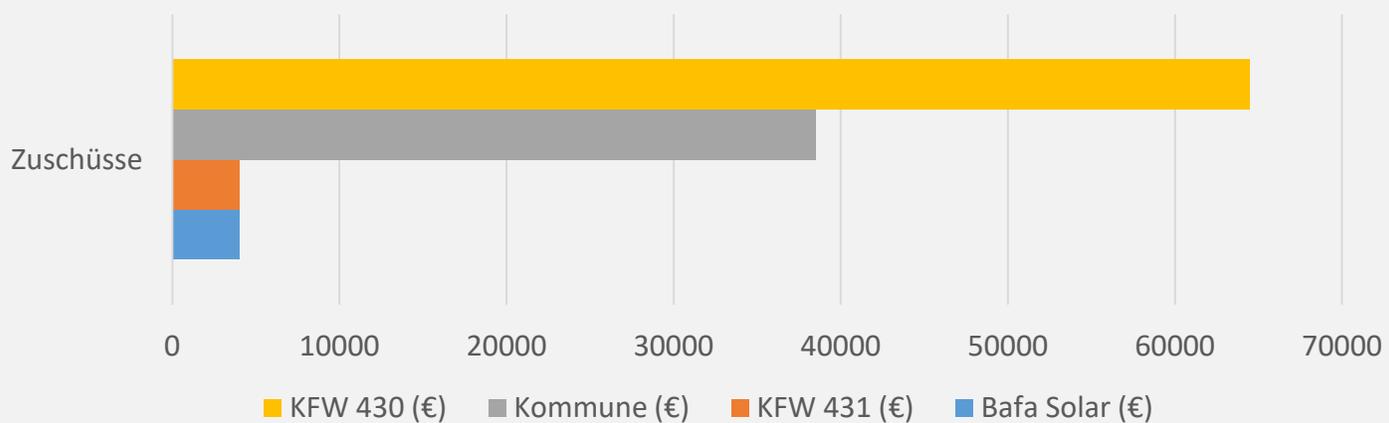


Leckage Vorsatzschale (Bild IB Becker)

### Kostenvergleich Beschluss / Umsetzung

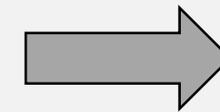


### Zusammensetzung Zuschüsse



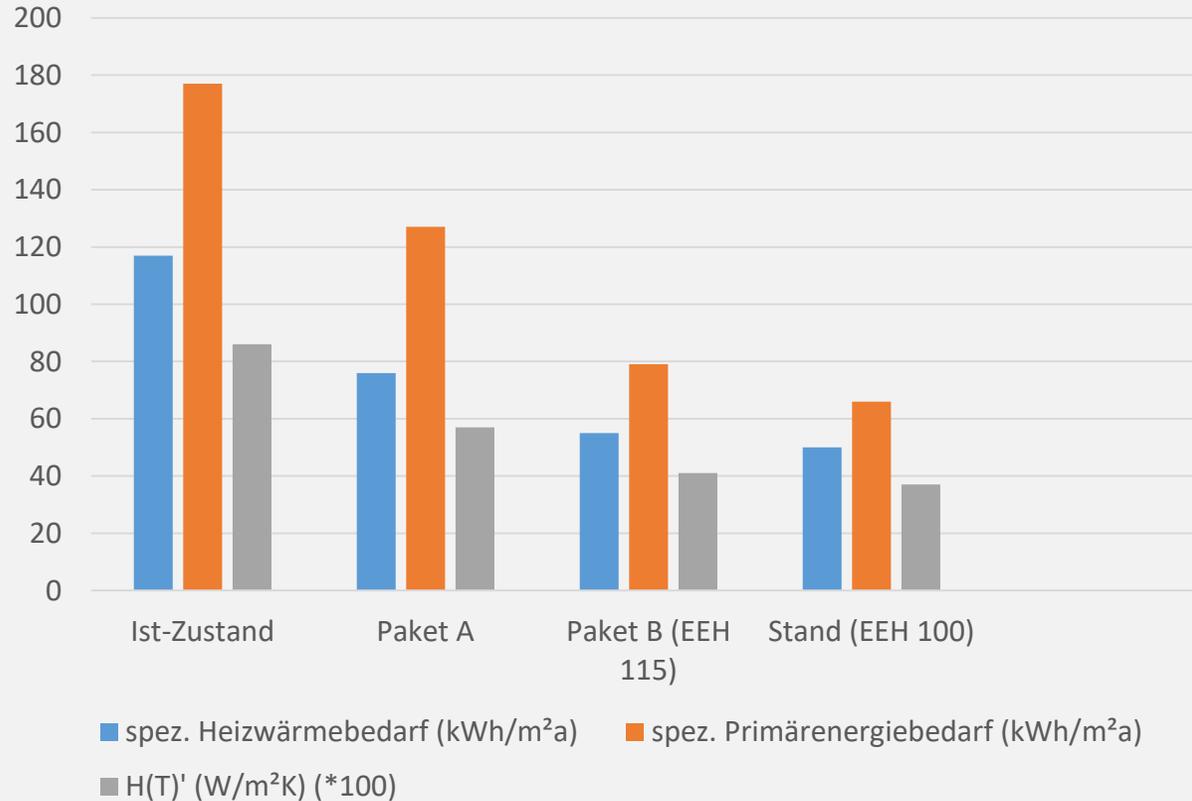
### Umgesetztes Maßnahmenpaket: (Energieeffizienzhaus 100)

- Vollwärmeschutz 16 cm WLG 032, Sockeldämmung unter Gelände
- Hauseingangstüren, Vordach, Briefkastenanlage neu
- KSF mit DSV, Vorbaurollläden neu, teilweise elektrisch angetrieben, teilweise erhöhter Einbruchschutz
- Balkonabdichtungen und Geländer neu
- Dämmung und Deckung Dach und Gauben neu, 22 cm WLG 035. DFF neu mit südseitigen Rollläden.
- Kellerdeckendämmung, Dämmkästen Warmwasserleitungen
- Brennwerttherme mit Frischwasserstation, Pufferspeicher, solarer WW-Bereitung + Heizungsunterstützung
- Hydraulischer Abgleich Trinkwasseranlage
- Antennenleitungen, Rollladenanschlüsse
- Luftdichtigkeitsmessung
- Außenanlagen komplett überarbeitet

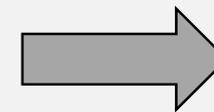
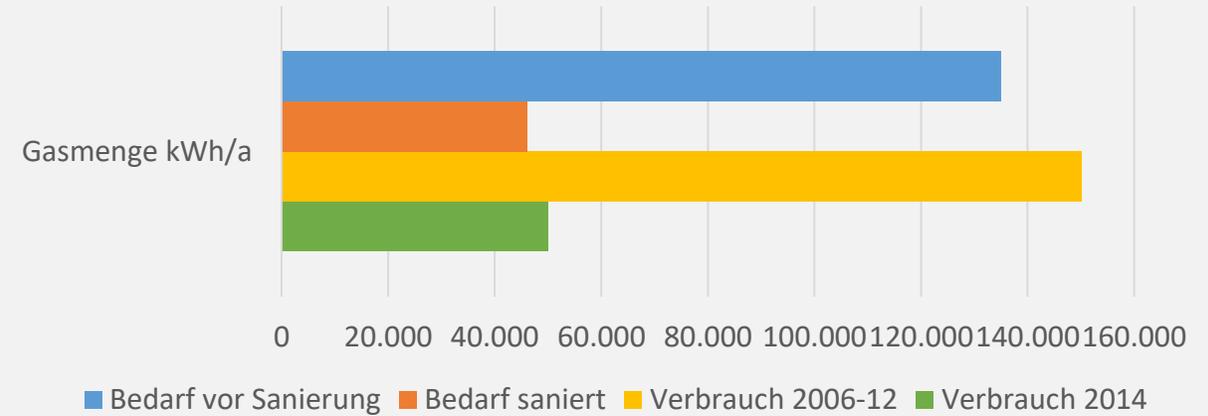


**Baukosten € 680.-/m<sup>2</sup> beheizter „Wohnfläche“**

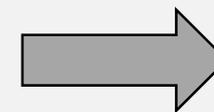
### Energiediagnose: Berechnete Werte



### Vergleich Endenergiebedarf / Endenergieverbrauch pro Jahr



**Endenergieverbrauch 2014 / m² beheizter „Wohnfläche“  
= 68 kWh/m²a**



**Endenergieverbrauch 2014 / m² beheizter „Fläche A(N)“  
= 59 kWh/m²a**

A red graphic with a network diagram. The diagram consists of a grid of 20 squares, each containing a portrait of a person. The text 'NETZWERK' and 'ENERGIEBERATUNG' is written in orange. The logo 'ati' is in the top right. Below the grid, there are three orange bars with the text 'ARCHITEKTEN', 'INGENIEURE', and 'BAUPHYSIKER'. At the bottom, the website 'www.akai-stuttgart.de' is written in black.

NETZWERK  
ENERGIEBERATUNG

ati

ARCHITEKTEN  
INGENIEURE  
BAUPHYSIKER

[www.akai-stuttgart.de](http://www.akai-stuttgart.de)