



**Landsberger Energieagentur e.V.
informiert:**

**Was bringen
Wohngebäudesanierungen wirklich?**



Das Ziel von LENA e.V.:

LENA e.V. hat das Ziel, den Umwelt- und Klimaschutz zu fördern. Der Verein tritt für die Umsetzung der Forderungen der Weltklimakonferenz, insbesondere für die Reduzierung der CO₂ - Emissionen und die Nutzung von regenerativen Energien, ein. –

-

Wir weisen aber auch auf die Kosten der Energieversorgung von heute hin die höher sind als sich die meisten vorstellen mögen.



2 Drittel der CO₂-Emissionen stammen aus (Heiz-)Öl

Kreis LL Energiekennzahlen 2011:

Bevölkerung im Landkreis : **115.000 Personen**

Energiekosten gesamt 547 Millionen €

Davon verlassen 365 Millionen € den Landkreis

Emissionen aus Heizöl EL im Landkreis : 537.242 t

100 l Heizöl verursachen 320 kg CO₂ bei der Verbrennung

Pro Kopf werden 11,9 t CO₂ emittiert, ca. 8 t davon stammen aus fossilem Heizöl und Diesel (welche importiert werden müssen).

Pro Kopf werden im Kreis 5.100 kWh Strom verbraucht und 18.900 kWh thermische Energie benötigt. (Zufällig benötigt auch jeder Haushalt statistisch gesehen 18.900 kWh_{thermisch} zum Heizen.)

Jede(r) **Berufstätige** im Kreis muß pro Jahr 14.000 € Energiekosten erwirtschaften, davon verlassen 10.000 € den Kreis (schwächt die Wirtschaft und schafft ungewollte Abhängigkeiten).

Die Energiekosten pro Kopf waren 4750 € in 2011.

Die gesamte Wärmemenge von 2.179.000 MWh_{th}, die im Landkreis Landsberg am Lech verbraucht wird, entspricht rund 220 Millionen Litern Heizöl oder mehr als 12.000 Tanklastzügen mit Heizöl.



Abb. 15: Wärmeverbrauch im Landkreis Landsberg am Lech, gerechnet in Tankwagenladungen



Zur Erreichung des Zieles ist der Verein in folgenden Bereichen tätig:

- Umfassende Öffentlichkeitsarbeit und Bewusstseinsbildung im Landkreis und seinen Gemeinden,
- Beratung von privaten, gewerblichen und öffentlichen Verbrauchern,
- Unterstützung von technischen Entwicklungen, insbesondere zur Potenzialausschöpfung der Erneuerbaren Energien und von energetischen Speichermöglichkeiten,
- Förderung von Maßnahmen zur Reduzierung importierter fossiler Brennstoffe,
- Förderung und Veröffentlichung von beispielhaften Projekten,
- Zusammenarbeit mit anderen Verbänden mit gleicher oder ähnlicher Zielsetzung.



Die Fachgruppen:

Fachgruppe 1: Planen und Bauen / Sanieren im öffentlichen und privaten Bestand.

Fachgruppe 2: Erneuerbare Energien.

Fachgruppe 3: Mobilität / Unternehmen.

Fachgruppe 4: Bewußtseinsbildung / Verbraucherschutz / Klimaschutzmanagement / Finanzierung.

Fachgruppe 5: Gewerbebetriebe (KMUs) und auch kommunale

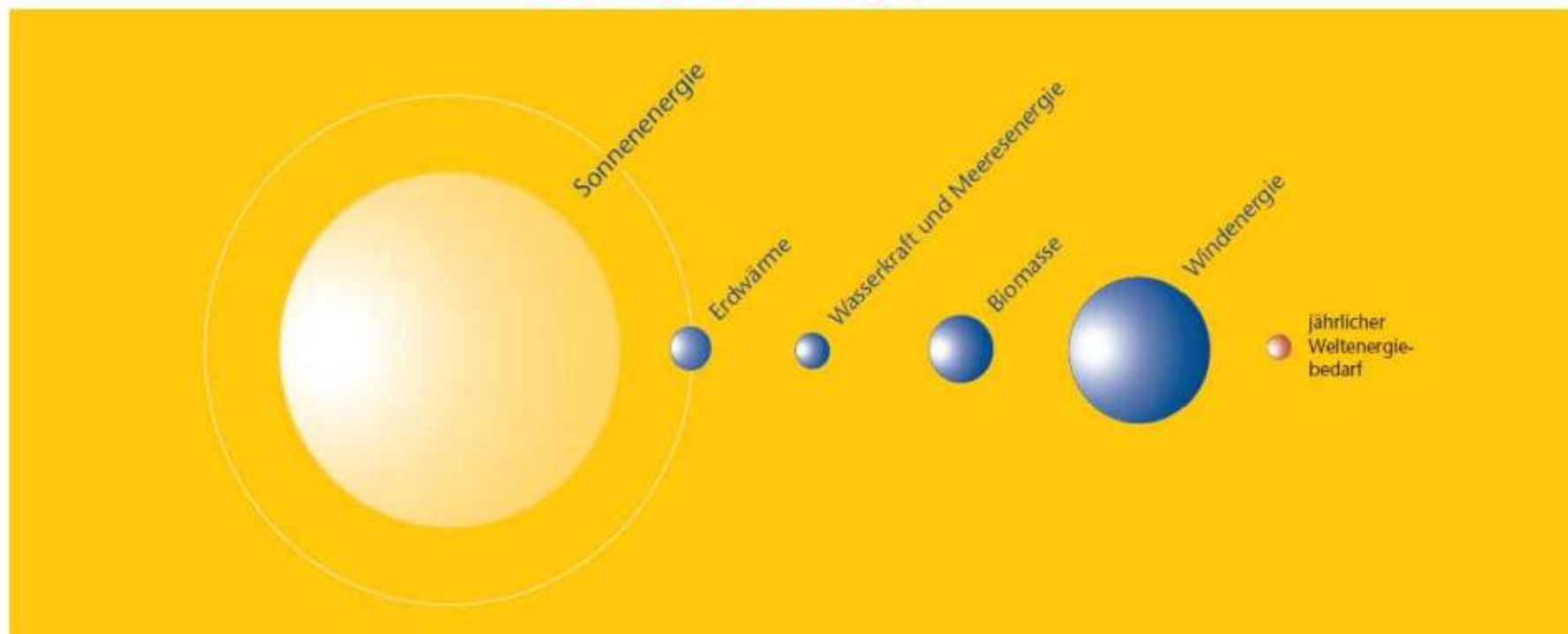


Fachgruppe 2:

Übersicht über die wichtigsten erneuerbaren Energien

	<u>Wärme</u>	<u>Strom</u>
Direkte Nutzung der Sonneneinstrahlung	Solarthermie	Photovoltaik
Indirekte Nutzung der Sonneneinstrahlung		Windkraftanlagen
	Wärmetauscher	Wasserkraftanlagen
	Anhebung der Temperatur über Wärmepumpe	
Erdwärme (tief)	Thermalwasser	Stromerzeugung möglich ab ca. 100°C
Erdwärme (Oberfläche)	Wärmetauscher	-
	Anhebung der Temperatur über Wärmepumpe	-
In Pflanzen gebundener Kohlenstoff und Wasserstoff	Holzverbrennungsöfen aller Art, Vergasungsprozesse, Gas und Ölbrenner	(Bio)Gas-, Zündstrahl-, Dieselmotore und Turbinen aller Art

EE Potentiale



© ForschungsVerbund Sonnenenergie

Genug für Millionen Jahre

EE Potentiale



Wir haben genug Energie !

© ForschungsVerbund Sonnenenergie

Genug für Milliarden Jahre

EE Potentiale



Wir haben genug Energie !

*Die Grenzen einer zukunftsfähigen Energiewirtschaft
sind Fläche und Ressourcen.*

© ForschungsVerbund Sonnenenergie

Genug für Milliarden Jahre

Eine wichtige Säule !

Laut Aussage von Dr. Harry Lehmann (UBA) ist die **Solarthermie** eine der 7 tragenden Säulen einer nachhaltigen Energieversorgung. Leider wird sie regelmäßig unterschätzt was ihre Leistungsfähigkeit anbelangt. Die solare Einstrahlung in Landsberg beträgt 1168 kWh pro m² und Jahr. Was kann man - also der Laie - sich nun darunter vorstellen ? Ein Liter Öl oder 1m³ Erdgas enthält zum Vergleich ca. 10 kWh (thermisch). Also erhalten wir eine eingestrahelte Energiemenge (die Lichtquanten sind praktisch 100% Exergie, also frei verfügbare und arbeitsfähige Energie!) von rund **110 Liter Öl pro m² Boden und Jahr**. Hochgerechnet auf den Grund der Stadt Landsberg sind dies 58.000.000 mal 110 = 6.380.000.000 l Öl Äquivalent, also mehr als **6 Milliarden Liter!** Als Würfel dargestellt bräuchte man für diese Menge einen kubischen Tank mit einer Kantenlänge von 1855 m. Dies sollte wohl doch eine ganze Weile zum Heizen reichen - oder?

Übrigens : Dänemark hat Öl im Neubau verboten!

Landsbergs Stadtfläche = 58 km²



- Eingestrahlte thermische Energie entspricht mehr als
- 6 Milliarden
- Liter Heizöl !

Die gesamte Wärmemenge von 2.179.000 MWh_{th}, die im Landkreis Landsberg am Lech verbraucht wird, entspricht rund 220 Millionen Litern Heizöl oder mehr als 12.000 Tanklastzügen mit Heizöl.



Abb. 15: Wärmeverbrauch im Landkreis Landsberg am Lech, gerechnet in Tankwagenladungen

Mein eigenes Haus Baujahr 1954



120 m² beheizbare Wohnfläche

- Ursprüngliche Heizung: Holz- und Kohleöfen in fast allen Räumen bis 1968
- Ab 1969 Ölzentralheizung
- Mit zuletzt 2.400 l Heizöl EL p.a.

Erste Maßnahme 2008 – Ersatz der Ölheizung



Eine Anlage in Benediktbeuren

Erste Idee : Ersatz der Ölheizung durch
einen Vollbrennwertkessel Fabrikat Ryll
mit Pflanzenölbrenner
scheiterte an der sog. „Mineralölbesteuerung“
mein Ziel : CO₂-Neutralität der Heizung
Vorteil : der Öltank wäre erhalten geblieben

Einbindung einer Solarthermieanlage mit Heizungsunterstützung

- Flächen von 10 bis 20 m² untersucht
- 12 Angebote eingeholt
- Mindest-Ziel : 7 Monate im Jahr Betrieb der Heizung ohne Kessel
- Wegen 2 m Deckenhöhe im Keller aber nur maximal 800 l Pufferspeicher möglich
- Somit nicht mehr als 4 Kollektoren sinnvoll

Ergebnis der Sanierung ab 2008



- Derzeitiger Verbrauch 1,45 t Pellets pro Jahr
- Solare Deckung „47%“ mit nur 750 l Pufferspeicher

Details nachlesbar unter <http://www.buttner.name/index.php?n=Main.Solarthermie>

Ergebnis: 1/3 Energieverbrauch und 1/6 Energiekosten

Die Solaranlage als wesentlicher Bestandteil (Zentrum der Heizungsanlage)



- Nicht die Kollektoren sind Ergänzung, sondern der Pellets Kessel
- Heizung läuft auch bei ausgeschaltetem Kessel rein aus dem Pufferspeicher
- Details: <http://www.buttner.name/index.php?n=Main.Solarthermie>
- Hocheffizienzpumpe im Heizkreis soll für niedrige Stromkosten und niedrige Rücklauftemperaturen sorgen
- Dennoch erwies sich der neue Kessel als Strom-„hungriger“ als der alte Ölkessel

2008: die neue Pelletsheizung



- 15 kW „Windhager“ umstellbar auf 9,9 kW
- Ölauffangwanne umfunktioniert statt 5000 l Öl nun 5000 kg Pellets
- UWP **5 bis 22 Watt** mit Leistungsanzeige
- Pelletstransport durch Luftansaugung
- Gesamtinvest 2008 32 T€ mit BAFA-Förderung (KfW-Kreditfinanziert 28 T€)



Der unsanierte Zustand des Gebäudes



Westgaube mit Feuchteschäden

- Kastenfenster und Wagnerfenster aus Holz ohne Dichtlippen
- Haustüre undicht
- Keller undicht
- Nur Radiatoren und keine Fußbodenheizung → WP nicht möglich!

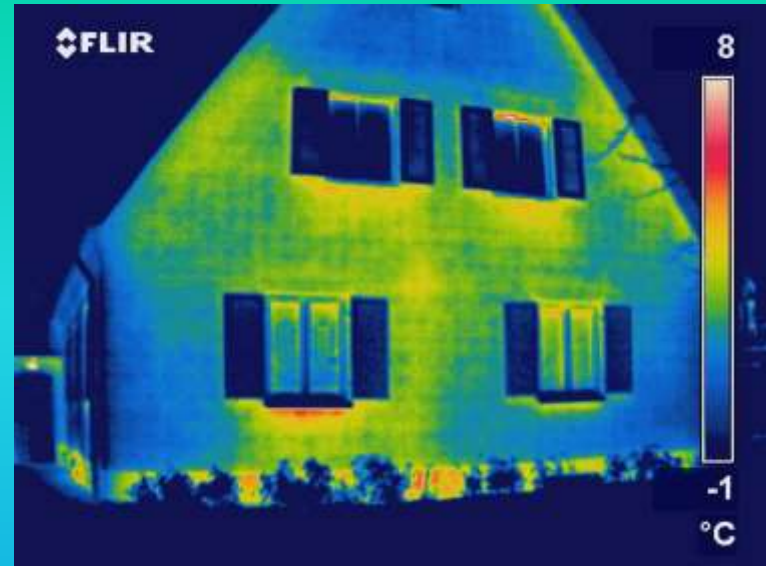


.. mußte überwiegend neu aufgebaut werden

IR-Aufnahmen

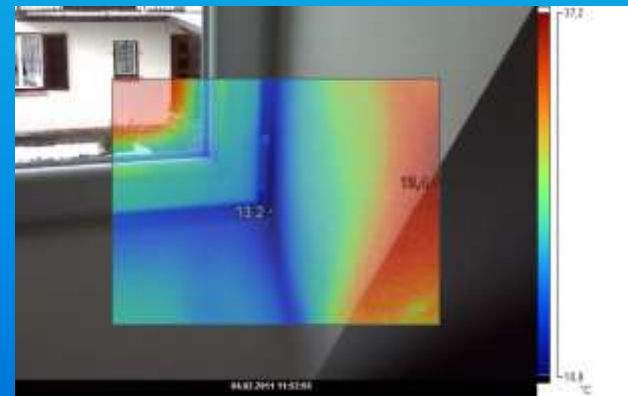


Ostseite
Westseite



Südseite

- Kellerdecke aus Beton ist größte Kältebrücke
- Immer offenes Fenster Speisekammer
- Dachanschluß undicht
- Heizkörpernischen zu dünn



Westgaube nach der Sanierung

Ziel : 30% unter ENEC 2009

Variante 4, Sanierung auf EnEV Neubau – 30 %

Zusammenstellung:

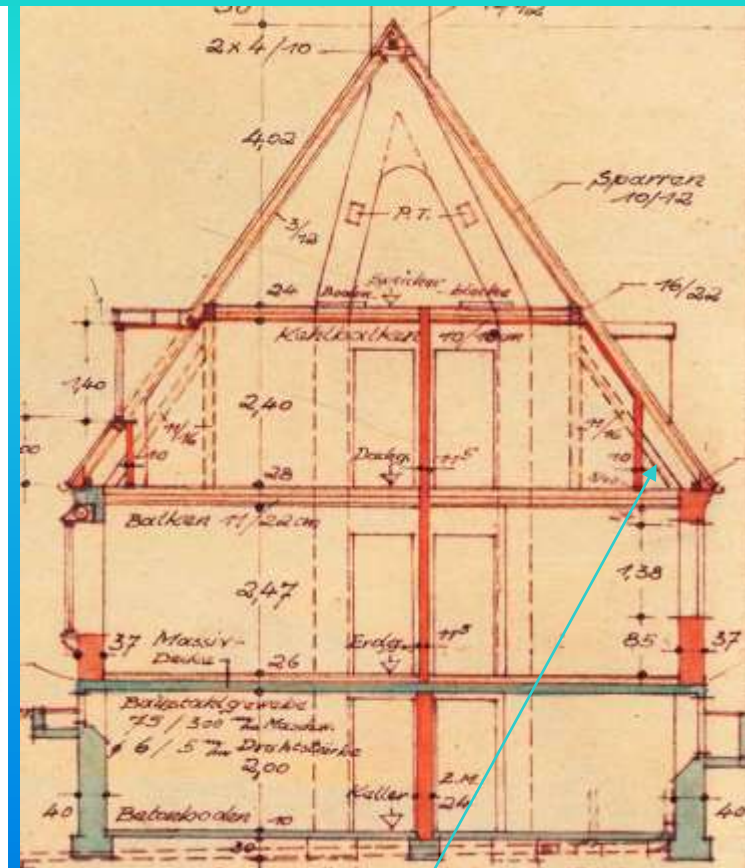
- Dämmung der Außenwand mit 14 cm (Wärmeleitfähigkeit 035)
- Dämmung der Kellerdecke mit 6 cm (Wärmeleitfähigkeit 030)
- Dämmung der Dachschräge mit 18 cm (Wärmeleitfähigkeit 035)
- Dämmung der Dachschräge mit 12 bis 50 cm Zellulose (Wärmeleitfähigkeit 040)
- Austausch der alten gegen neue Fenster mit einem max. U-Wert von 0,9 W/m²K (Gesamtfenster)

Welche finanzielle Mittel können hiermit erreicht werden?

- Mit der Sanierung nach Variante 4 werden die Voraussetzungen der KfW-Förderbank erfüllt, um einen zinsgünstigen Kredit von max. 75.000 € je Wohneinheit sowie einen Tilgungszuschuss von 12,5 % zu erhalten. 12,5% der Kreditsumme müssen nicht zurückgezahlt werden.
- Wenn statt eines Kredites ein Zuschuss in Anspruch genommen werden soll, so kann man mit den o.g. Maßnahmen nach Variante 4 einen Betrag von **17,5 %** der Investitionskosten, höchstens **13.125 €** von der Förderbank erhalten.

Das energetische Niveau das bei der Sanierung erreicht wird unterschreitet das Neubau-Niveau der gültigen Energieeinsparverordnung (EnEV) um 30%.

Wenn eine Sanierung gemäß Variante 4 durchgeführt wird, so ist unter gleichen Normbedingungen (Witterungsverhältnisse, Temperatur, Nutzerverhalten, Heizenergiekosten) eine Heizkostenreduzierung von ca. **57 %** gegenüber dem jetzigen Ist-Zustand möglich.



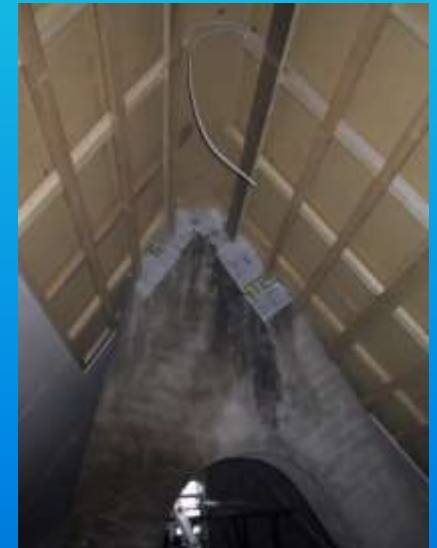
Bericht vom 13.04.2009

Alle Maßnahmen abgesprochen mit Herrn Mader

Ursprüngliche Absicht: Dämmung mit LupoTherm-IR-Folie

2 Abseitenräume

Dachdämmung von innen



- Abbruch der Abseitenwände
- Dämmung mit Holzweichfaserplatten
- Zwischen- und Aufsparrendämmung
- Innenausbau mit „Fermacellplatten“
- Keine Dispersionsfarben, nur Silikatfarben

Vorbereitung WDV



- Polystyrol WLG 035, damit die Laibung nicht zu heftig ausfällt
- Keine Perimeterdämmung, aber Kellerdecke (Beton) mit gedämmt
- Kellerdeckendämmung von unten mit PU-Platten (Alu-kaschiert)



Alle Fenster und Haustüre neu

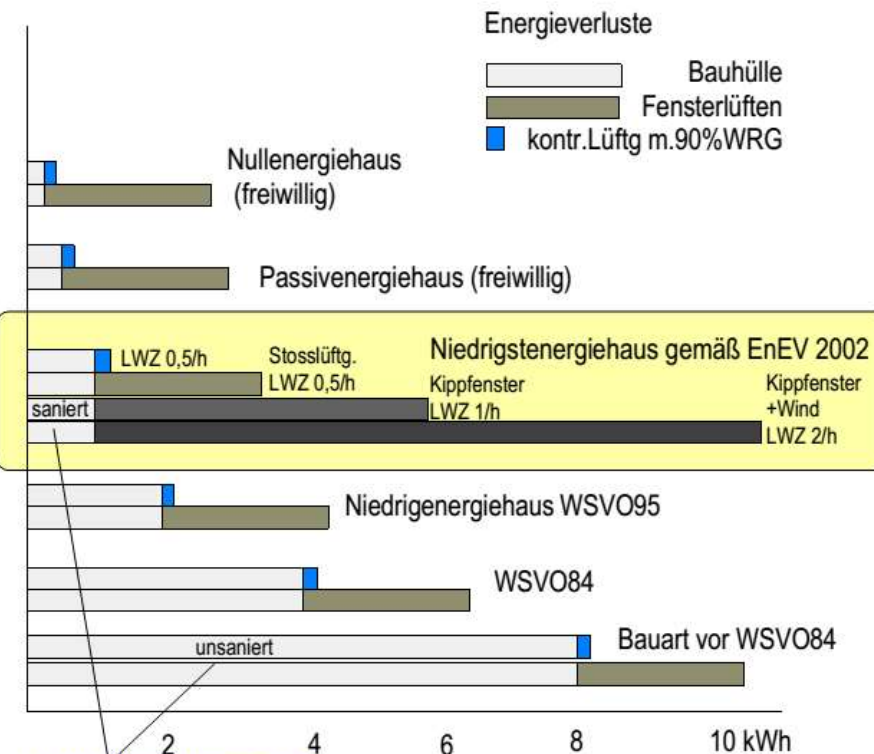
- 3-Scheiben-Verglasung
- Kunststofffenster weiß
- Eingebaut nach RAL



U-Wert der Türe:
1,2 W/(m²K)

Die Bedeutung der Luftwechselrate

Energieverluste-Vergleich verschiedene Hausbautart/
Lüftungsverluste Fensterlüftung zu kontrollierter Lüftung m. WRG
(bei gleicher Luftwechselzahl)



Effekt von Wärmedämmung und verlustarmen Fenstern und Türen

Gerechnet für Häuser mit 120 m² WF an einem Wintertag mit 0° Außen- und 22° Innentemperatur

- Je besser die Dämmung desto mehr rücken die Verluste über den notwendigen Luftwechsel in den Mittelpunkt
- Dämmen und dann mit gekipptem Fenster lüften ist sinnlos!

Weitere Details



- Randleistenheizung ersetzt Radiator
- 3 Einzelraum-Lüftungsgeräte mit WRG
- Aufzeichnung aller Temperaturen im Haus mit Feuchte und Taupunkt



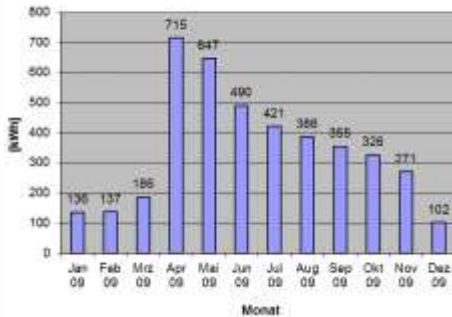
Optimierungsschritte bei der Solaranlage

- Zirkulationspumpe sofort ausgesteckt
- TWW-Zonen-Beheizung auf den späten Nachmittag verlegen (Kollektor arbeitet wegen Verschattung erst ab ca 11 Uhr)
- Rücklaufanhebepumpe manuell ausschalten, sonst beheizt der Puffer den Heizkessel!
- UWP läuft auf 5 W → niedriger Rücklauf (Kaltwasserzone soll kalt sein)
- Wettervorhersage beachten
- Haus als Puffer benutzen
- Möglichst vollen Temperaturhub pro Tag fahren – Raumtemperatur gleiten lassen
- Eigenen Bedarf richtig prognostizieren

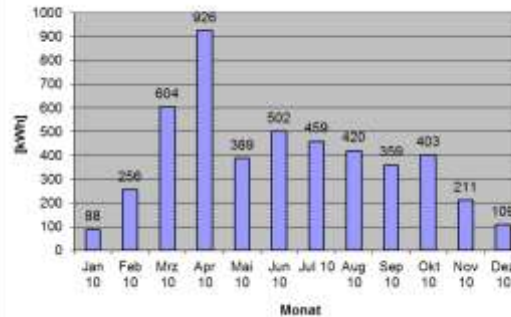


Alle solaren Erträge

Solare Erträge in 2009

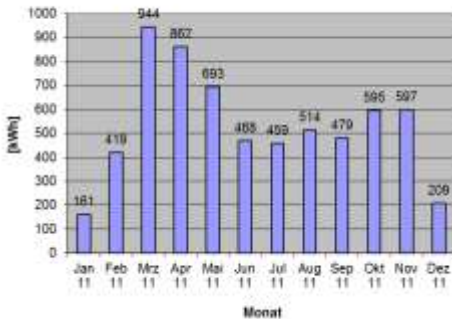


Solare Erträge in 2010

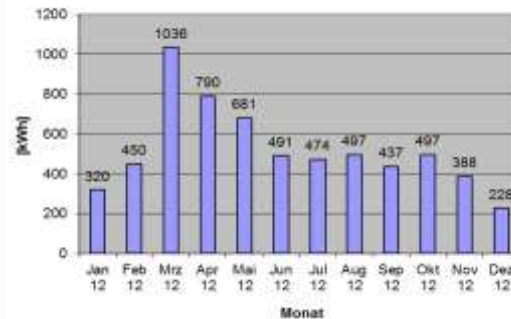


2009 und 2010 lief der Kessel mit 15 kW Leistung @ 2000 Bh/a
→ Thermie = Ergänzung

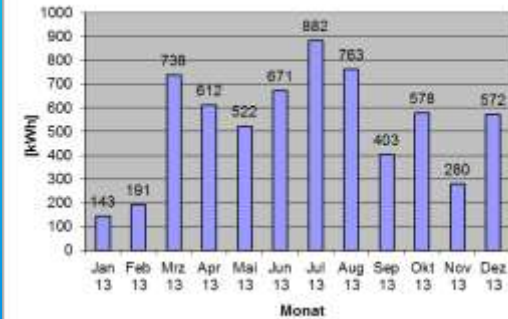
Solare Erträge in 2011



Solare Erträge in 2012



Solare Erträge in 2013



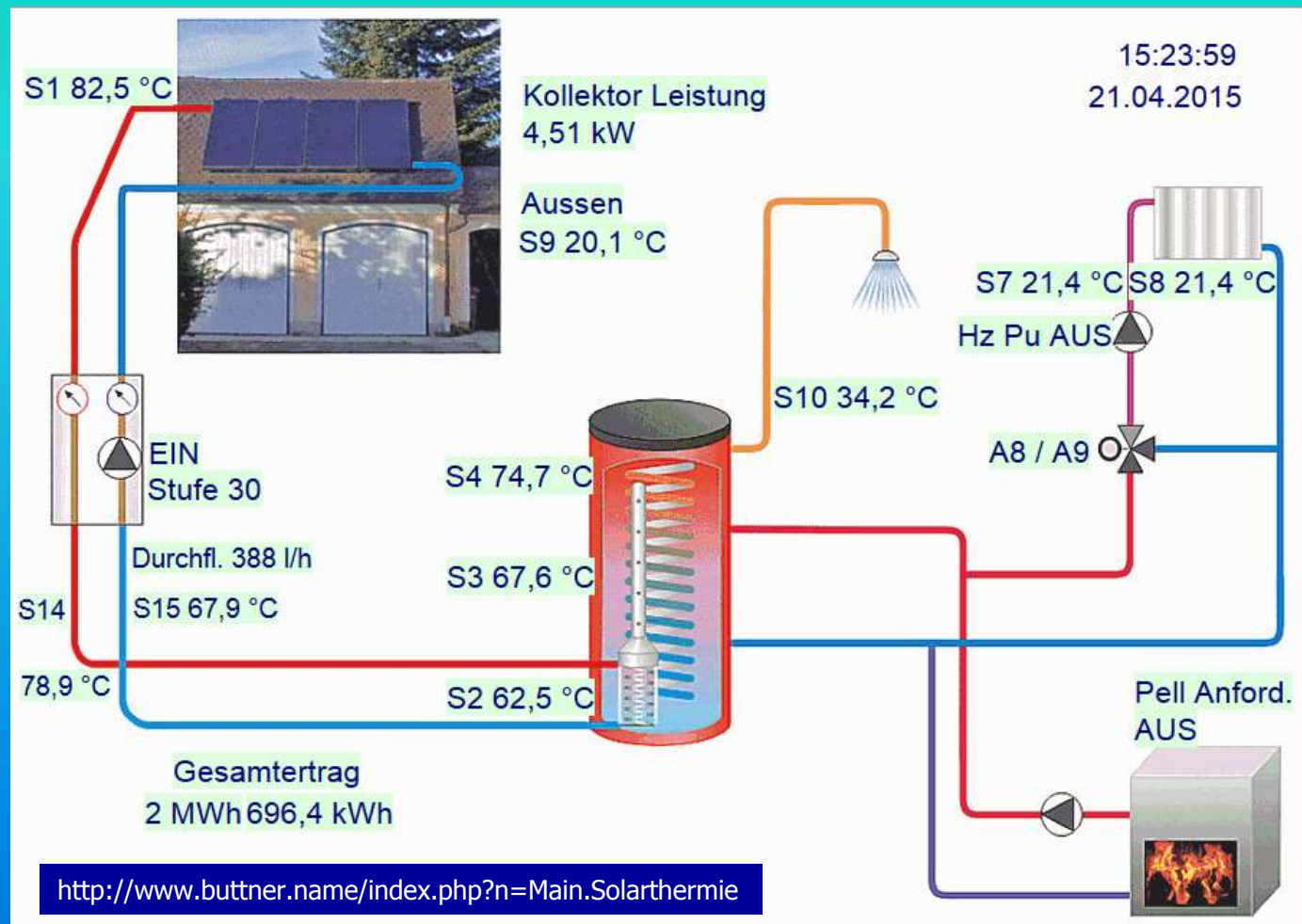
		Pelletsverbrauch	kWh _{thermisch ges.}	solare Deckung
Gesamtertrag 2009	4172	4,37 t	26.022	16,0%
Gesamtertrag 2010	4726	3,19 t	20.676	22,9%
Gesamtertrag 2011	6400	1,44 t	13.600	47,1%
Gesamtertrag 2012	6289	1,43 t	13.439	46,8%
Gesamtertrag 2013	6355	1,78 t	15.255	41,7%

Dämmung im Sommer 2010 durchgeführt

danach lief der Kessel 800 Bh/a mit 9,9 kW
→ Pellets = Ergänzung

Aber Vorsicht: die Ertragsmeßwerte unterliegen einem Fehler von ca. 40%!

Neuer Regler (mit WMZ) UVR1611



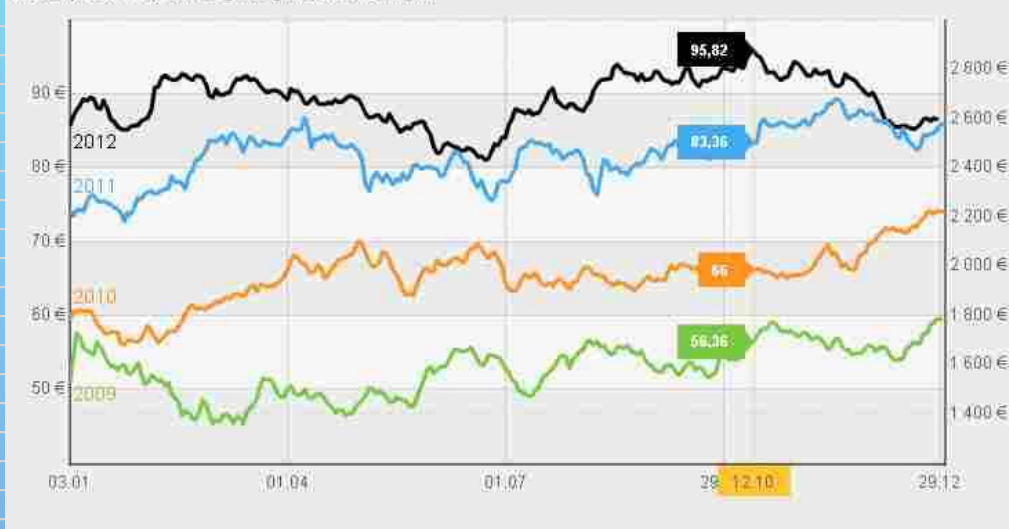
- Inbetriebnahme 19.Juni 2014
daher noch kein Jahresertrag verfügbar

Endergebnis in Zahlen + Fakten

erzielte Einsparung durch die Gesamtanierung des Hauses

vorher	24.000 kWh	in Form von Heizöl
nachher	7.500 kWh	in Form von Pellets
	6.300 kWh	solare Erträge
eingesparte Endenergie	16.500 kWh	inkl. Solaranlage
eingesparte Endenergie	10.200 kWh	ohne Solaranlage
gesparte "Ölkosten" p.a.	1.518,00 €	(bei einem derzeitigen Preis von 0,92 €/l in 2012)
gesparte "Ölkosten" solar allein p.a.	579,60 €	

Heizölpreis-Entwicklung für ganz Deutschland



Quelle:

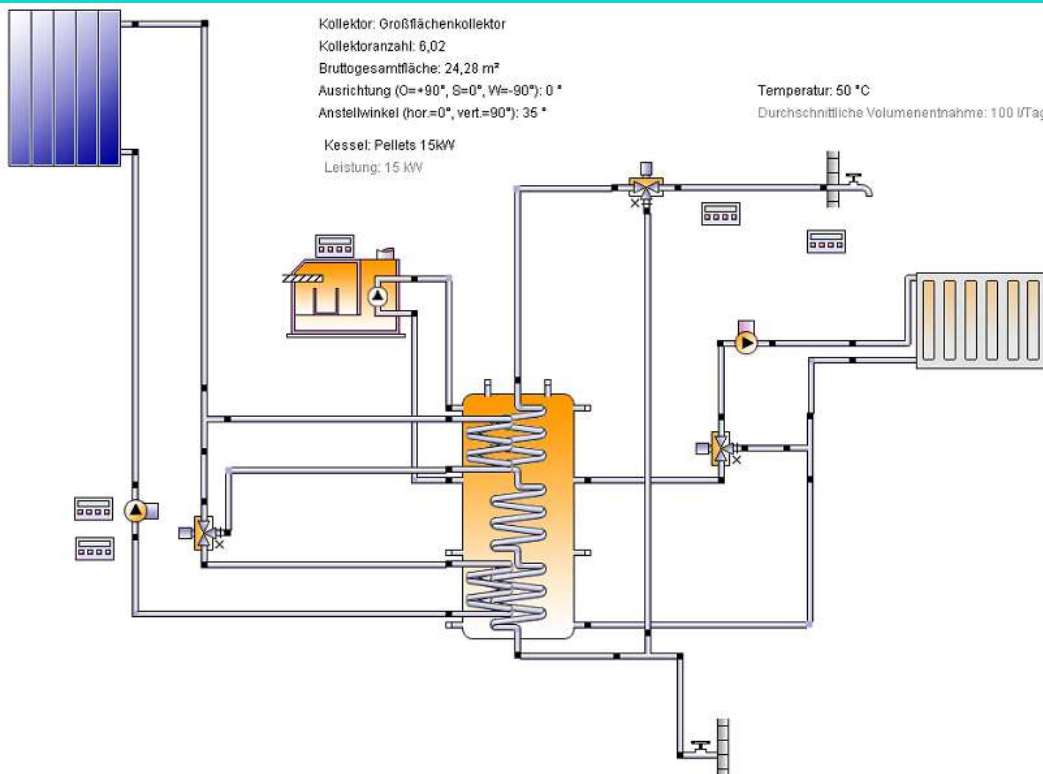
http://www.esyoil.com/heizoelpreis_entwicklung.php

- „47%“ solare Deckung
- Heizkessel läuft nur noch 800 statt vorher 2000 Bh/a
- Einsparung ist höher als die Zinsen für die 2 KfW-Kredite
- KfW inkl. Tilgung 6 T€/a

Simulationsrechnung ergibt:

- Mit 24 m² Kollektorfläche und 6 m³ Pufferspeicher wäre ein **Sonnenhaus** real machbar gewesen.
- Jede elektrische kWh erntet ein mehrhundertfaches an thermischer Energie
- Ziel ist die Schonung der kostbaren Ressource Holz (nachwachsend ja – aber nicht beliebig vermehrbar). Wir können nicht ganz Deutschland mit Holz beheizen.

Auszug aus einer Simulationsrechnung

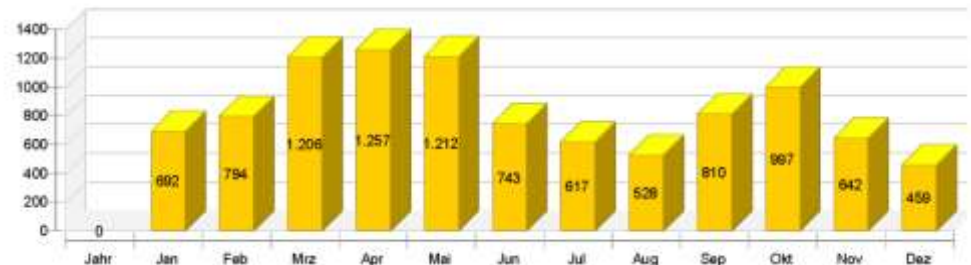


Solarthermische Energie an das System [Qsol]

kWh

Dieser Report wurde erstellt durch:

Axel Horn
Buchenstr. 38
82054 Sauerlach



Messtechnische Ermittlung der Heizlast im quasi stationären Zustand 2009

Ermittlung der realen Heizlast bei durchschnittlich $-11,5^{\circ}\text{C}$ Außentemperatur

9,37	02.02.2012 08:00	[t]	kg/h:	kW:		Betriebsstunden Rücklaufanhebepumpe		
9,59	14.02.2012 09:00	0,22	0,76	3,81	bei einer mittleren Außentemperatur von $-11,5^{\circ}\text{C}$	05.02.2012 17:30 1144,3	ED [%]	
						14.02.2012 09:00 1296,6	152,3	73,4%

U-Wert gemessen $0,347 \text{ [W/(m}^2\text{K)]}$ < $U_{zul} = 0,35$

Grenzwerte für das berechnete Gebäude gemäß Energieeinsparverordnung (EnEV):

Primärenergiebedarf EnEV-Neubauniveau:	115,59 kWh/m² a
Transmissionswärmeverlust EnEV-Neubauniveau:	0,50 W/m² K
Primärenergiebedarf EnEV-Neubauniveau - 30%:	80,91 kWh/m² a
Transmissionswärmeverlust EnEV-Neubauniveau - 30 %:	0,35 W/m² K

Gebäudevolumen und -flächen:

Bruttovolumen (V _e):	485,93 m ³
Nettovolumen (V):	369,31 m ³
Bezugsfläche (A _N):	155,5 m ²
Wärmeübertragende Umfassungsfläche (A):	371,86 m ²
A/V _e - Verhältnis:	0,77
Grundfläche (Gebäude):	95,55 m ²
Umfang (Gebäude):	40 m

Im Dauerlauf reichen also 4 kW an Heizleistung bei $-11,5^{\circ}\text{C}$

Berechnung von Endenergie und Primärenergiebedarf

ENERGIEAUSWEIS für Wohngebäude
 gemäß den §§ 16 ff. Energieeinsparverordnung (EnEV)

Berechneter Energiebedarf des Gebäudes
 Dominikus-Zimmermann-Str. 7
2

Energiebedarf

CO₂-Emissionen¹⁾ **11** [kg/(m²·a)]

↓ **Endenergiebedarf**

130 kWh/(m²·a)

0 50 100 150 200 250 300 350 ≥400

↑ **35 kWh/(m²·a)**

Primärenergiebedarf "Gesamtenergieeffizienz"

Anforderungen gemäß EnEV²⁾
Primärenergiebedarf
 Ist-Wert **35 kWh/(m²·a)** Anforderungswert **115 kWh/(m²·a)**
 Energetische Qualität der Gebäudehülle H_T
 Ist-Wert **0,39 W/(m²·K)** Anforderungswert **0,56 W/(m²·K)**
 Sommerlicher Wärmeschutz (bei Neubau) ☐ eingehalten

Für Energiebedarfsberechnungen verwendetes Verfahren
☒ Verfahren nach DIN V 4108-6 und DIN V 4701-10
☐ Verfahren nach DIN V 18599
☐ Vereinfachungen nach § 9 Abs. 2 EnEV

Endenergiebedarf

Energieträger	Jährlicher Endenergiebedarf in kWh/(m ² ·a) für			Gesamt in kWh/(m ² ·a)
	Heizung	Warmwasser	Hilfsgeräte ⁴⁾	
Holz	112,1	13,7	0,0	125,7
Strom	0,0	0,0	3,8	3,8

99% Emissionsminderung im Bereich Heizung sind darstellbar!

Wolfgang Buttner													
Istzustand (Berechnung der Emissionsminderung)													
In dieser Tabelle sehen Sie, wie sich die CO2-Emissionen (Äquivalente) zusammensetzen:													
Energieträger	Menge	Einheit	direkter Emissionsfaktor	Einheit	Menge CO2-Emissionen direkt	kg	indirekter Emissionsfaktor	Einheit	Menge CO2-Emissionen indirekt	kg	Emissionsfaktor gesamt	Einheit	Gesamtmenge CO2 (inkl. Vorkette)
Strom	0,00	kWh	-		-		-		-		0,406	kg/kWh	0,00 kg
Heizöl	-2.400,00	l	2,620	kg/l	-6.288,00	kg	0,499	kg/l	-1196,76	kg	3,119	kg/l	-7484,76 kg
Erdgas	0,00	m³	2,150	kg/m³	0,00	kg	0,335	kg/m³	0,00	kg	2,485	kg/m³	0,00 kg
Flüssiggas	0,00	l	1,640	kg/l	0,00	kg	0,264	kg/l	0,00	kg	1,904	kg/l	0,00 kg
Diesel	0,00	l	2,640	kg/l	0,00	kg	0,492	kg/l	0,00	kg	3,132	kg/l	0,00 kg
Benzin	0,00	l	2,330	kg/l	0,00	kg	0,585	kg/l	0,00	kg	2,915	kg/l	0,00 kg
Holzpellets	1.450,00	kg	-				0,066	kg/kg	95,27	kg	0,066	kg/kg	95,70 kg
													Summe:
													-7389,06 kg
Anmerkungen:													Einsparung in %
													98,7%
Die verbrauchte/ingesparte Menge des jeweiligen Energieträgers multipliziert mit dem Gesamtemissionsfaktor ergibt die Gesamtmenge CO2-Äquivalente													
Beispiel:	Einsparung von 50 l Heizöl ergibt eine CO2-Einsparung von 151,75 kg!												
Rechnung:	50 l * 3,119 kg/l = 155,93												

Quelle: http://www.lfu.bayern.de/umweltwissen/klima_energie/index.htm

Diplomarbeit Koch:

Vergleich Passivhaus mit Sonnenhaus

8.4.1 CO₂-Bilanz

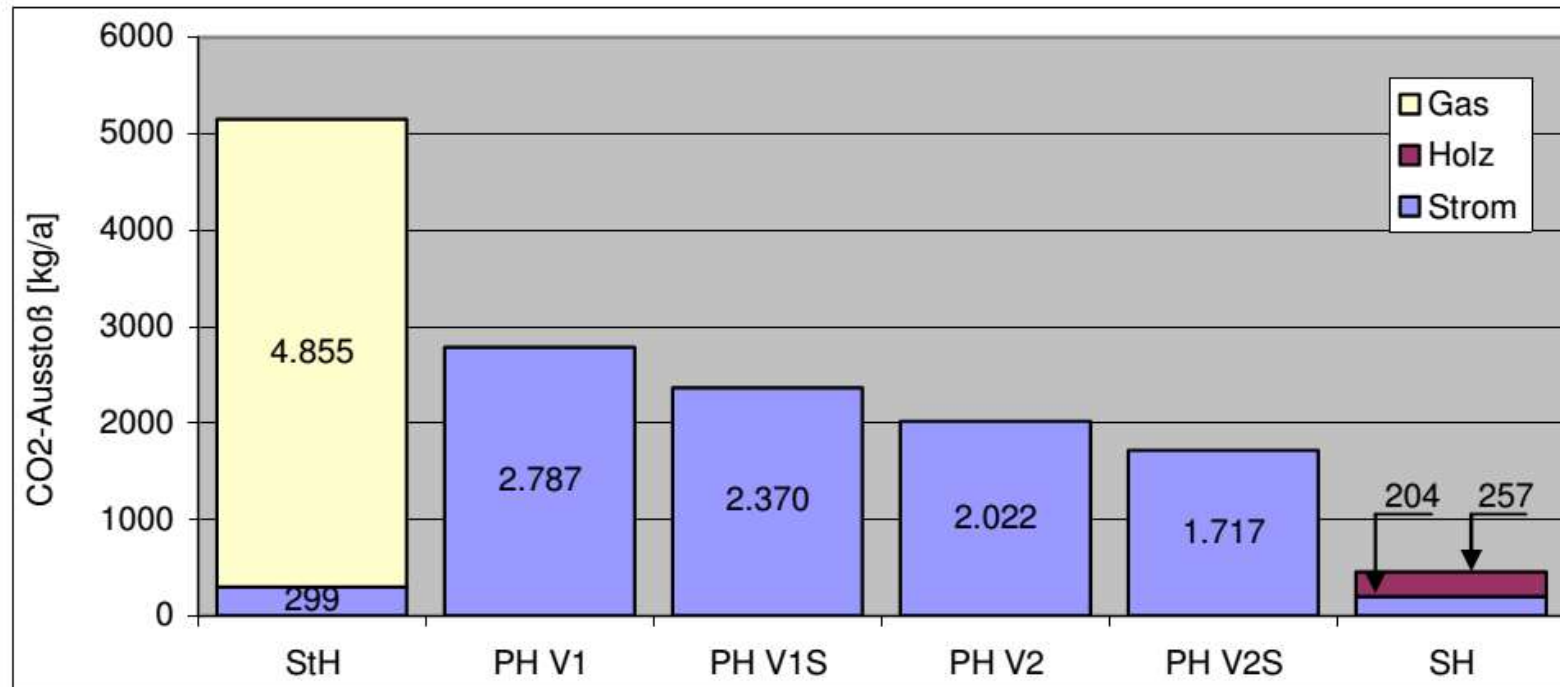
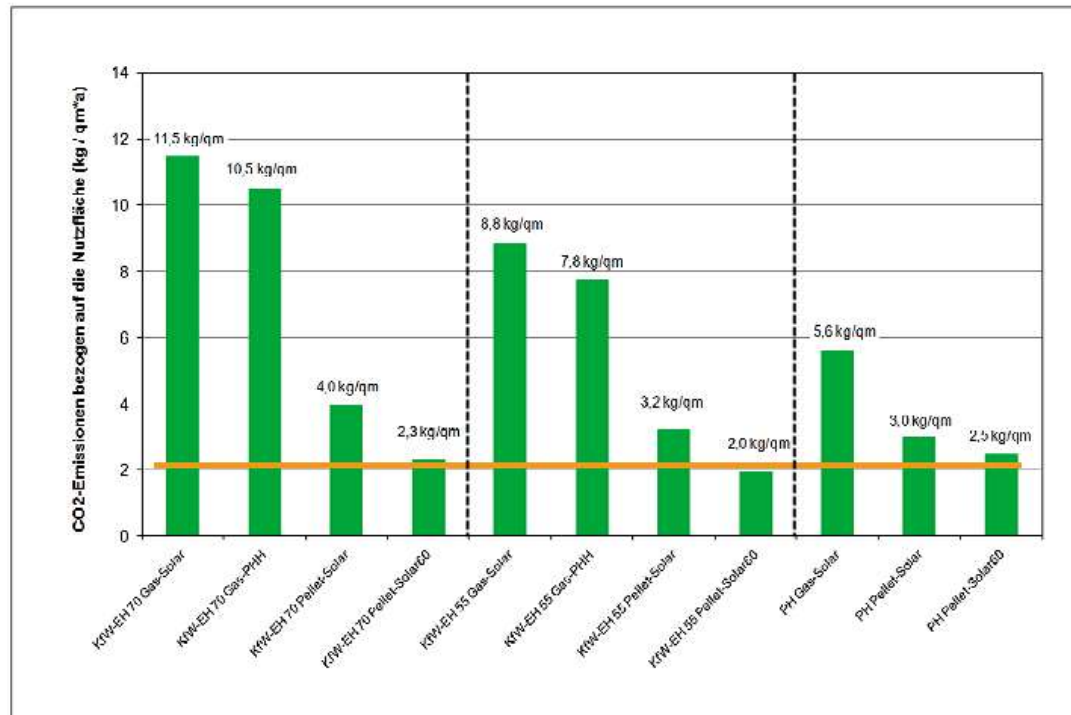


Abbildung 37: CO₂-Bilanz bezogen auf den Endenergieverbrauch

CO₂-Reduktion mit Solarthermie

Ergebnisse EFH CO₂-Emissionen

16



Erläuterung:

KfW-EH = KfW-Effizienzhaus, PH = Passivhaus, PHH = Passivhaushülle
Passivhaus-Varianten mit Lüftungsanlage

Orange Linie: CO₂-Emissionen des KfW-Effizienzhaus 70 Pellet Solar60

Was würde ich heute anders lösen?

- 6000 l Pufferspeicher in die Garage stellen
- Garage neu eindecken mit 24 m² Kollektor
- Pelletskessel mit Brennwerttechnik
- Dämmung Haus außen mit 3 cm IR-Folie „Lupotherm“ statt mit 15 cm Polystyrol
WLG 035
- Gleich von Anfang an mit Solarregler UVR1611 arbeiten (= echter WMZ)

Datenaufzeichnung mit Ertrag



- Alle Betriebszustände werden laufen protokolliert und ermöglichen so Fehlererkennung und ggf.eine Analyse
- Hier ist die partielle „SoFi“ abgebildet



Danke für ihre Aufmerksamkeit

Landsberger Energieagentur e.V.