Michael Lenz
Lenz **R**esearch **C**onsultant
Herzogplatz 50
85604 Zorneding
Tel: +49 8106 20338
michael.lenz@online.de

BN-OG ZORNEDING
TROCKEN UND IMMER HEISSER

Mein klimafreundliches Reihenhaus

Aufwand, Kosten, Nutzen, Motivation

Copyright © LRC. All rights reserved

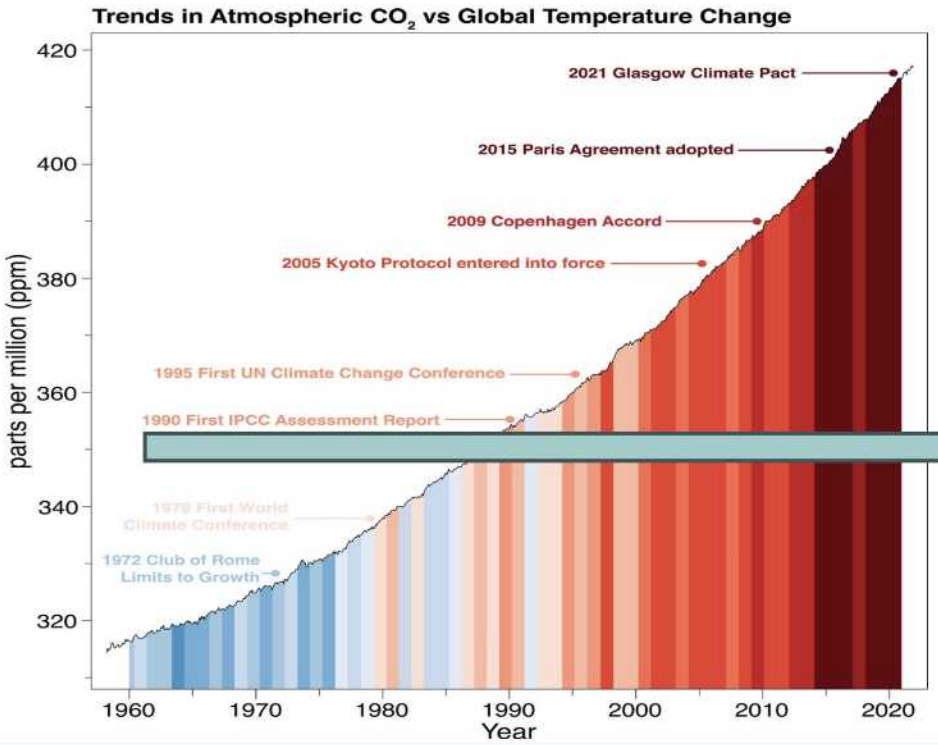
BN-OG ZORNEDING: Mein klimafreundliches Reihenhaus
Inhalt

5	
1) Motivation	5
2) **Das Konzept**	16
3) Mein individueller Sanierungs Fahr-Plan [iSFP]	3
4) Investition	3
5) **Ergebnis**	7
6) Mein Beratungsangebot	3
7) Rückblick	3
43	

Copyright © LRC. All rights reserved

1. Umweltschutz; kein CO2 mehr!

Kollektives Scheitern der Weltgemeinschaft: 423 ppm CO2 in 2023



Die Konzentration von Klimagasen ist schon seit 1990 viel zu hoch
Notwendig ist:

- Keine weiteren Emissionen
- Überschüssiges CO2 muss wieder aus Atmosphäre entfernt werden

Planetarische Grenze: 350 ppm

Schon seit 1990 gibt es kein Kohlenstoffbudget mehr !!

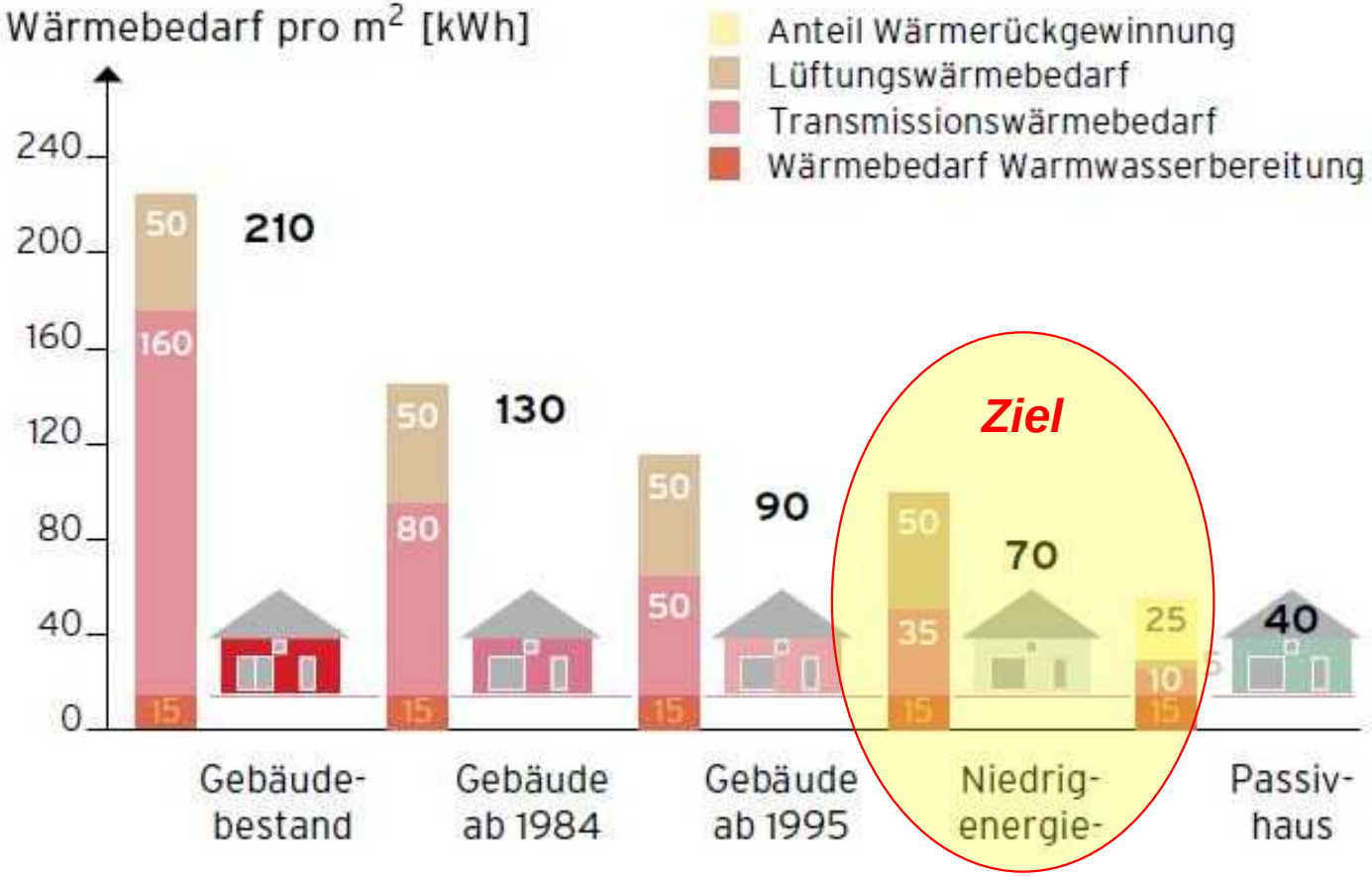
https://twitter.com/ProfMarkMaslin/status/

Hans-Josef Fell – MdB (1998-2013)
Präsident der Energy Watch Group

Copyright © LRC. All rights reserved

2. Die Stromkosten werden sinken!
3. Energiekosten aus Fossil-Verbrennung werden steigen!
4. Ich möchte Unabhängigkeit von Despoten erreichen!

Und es gilt: Neue Häuser haben weniger Wärmebedarf



Copyright © LRC. All rights reserved

1. Was habe ich?

Ein Reihen-Mittel-Haus BJ 1986

- mit 120...150m² Wohnfläche
- mit 580m³ umbautem Raum
- mit einem Endenergiebedarf von ca. 120 kWh/a*m2

2. Was brauche ich?

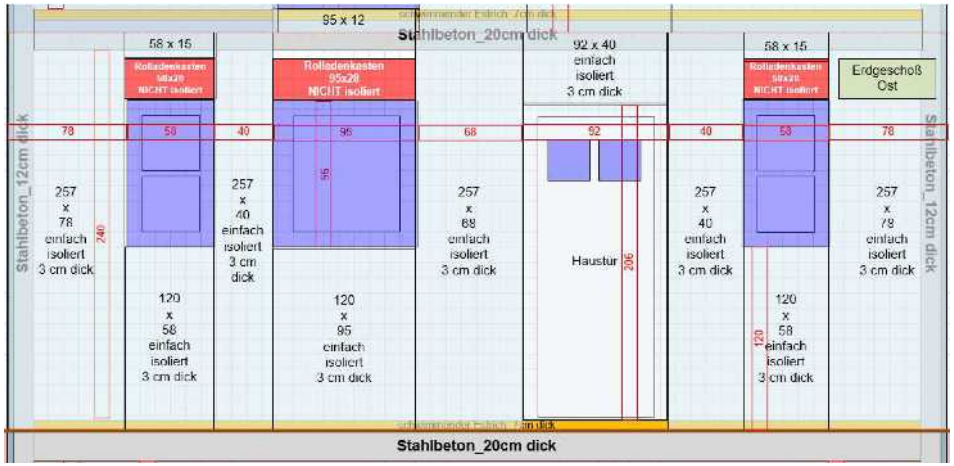
- Material-Stapel Eigenschaften für alle Flächen
- Abmaße der Hauskonstruktion
- Wärmeverluste berechnen => 2.1 **Abacus-Simulator**
- Zum Wärmebrücken aufspüren => 2.2 **Wärmebild-Analyse**
- Benötigte Vorlauftemperatur ermitteln => 2.3 **Heizungs-Know-How**

Beginnen sollte man erst, wenn geklärt ist:

- Geht das ohne CO^2-Verbrennung (nur mit Strom)?
- Geht das ohne Fußbodenheizung mit einer Wärmepumpe?

Copyright © LRC. All rights reserved

BN-OG ZORNEDING: Mein klimafreundliches Reihenhaus
2) **Konzept**_2.1 Der Abacus-Simlator

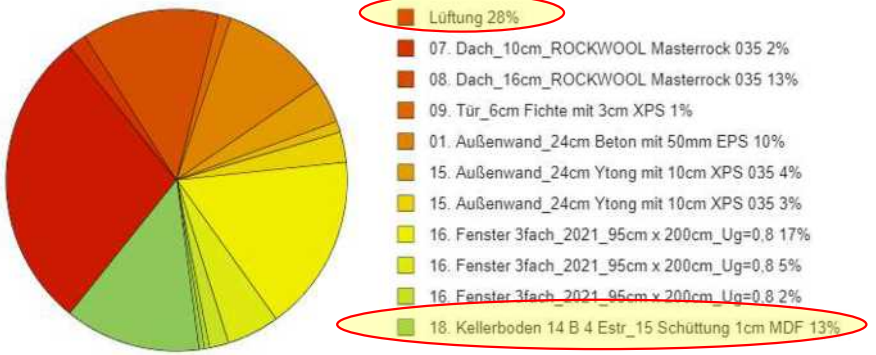


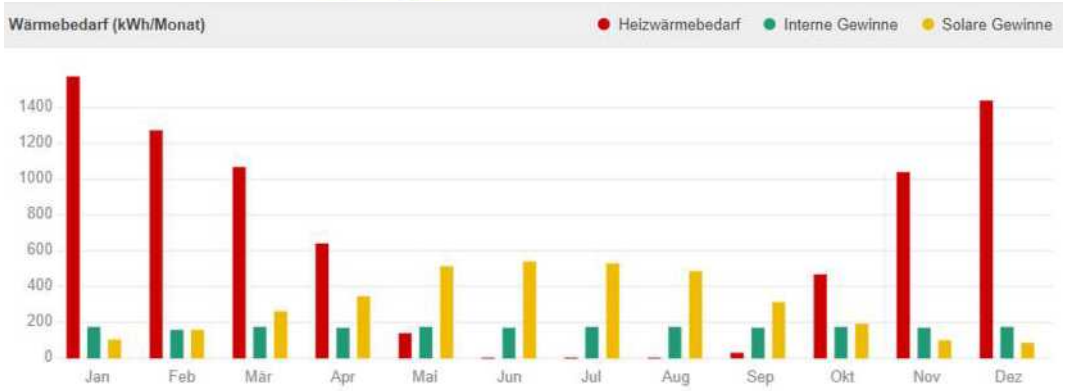
Bezeichnung	Bauteil-Typ	Bauteil grenzt an	Breite [m]	Länge [m]	Fläche [m²]	Bauteil Kennung			U-Wert [W/mK]	Transmissions-Wärmeverlust [W]
Flur_DG	Dach	außen	3,1	2,7	8,4	DA	a	U=0,24	0,24	62
Flur_DG	Dach	außen	3,1	0,4	1,2	DA	a	U=0,24	0,24	9
Flur_DG	Innenwand	innen	8,1	1	6,4				0,3	-10
Flur_DG	Innentür	innen	0,8	2,1	1,68	IT	i	U=1,80	1,80	-15
Flur_DG	Innenwand	innen	3,1	2,3	5,5				0,3	-8
Flur_DG	Innentür	innen	0,8	2	1,6	IT	i	U=1,80	1,80	-14
Flur_DG	Außenwand	außen	0	1	0	AW	b	U=0,24	0,24	0
Flur_DG	Außenwand	beheizt	8	1	8	AW	b	U=0,24	0,24	0
Flur_DG	Innenwand	innen	3,1	3,6	9,5				0,3	-14
Flur_DG	Innentür	innen	0,8	2,1	1,68	IT	i	U=1,80	1,8	-15
Flur_DG	Fußboden	innen	2,5	3,1	7,9	DE	i	U=0,24	0,24	0
Flur_DG										-5
Wohnraum_DG	Dach	außen	3,4	3,6	12	DA	a	U=0,24	0,24	166
Wohnraum_DG	Dach	außen	30,4	1	28,5	DA	a	U=0,24	0,24	246
Wohnraum_DG	Dachfenster	außen	1,1	1,4	1,54	DF	a	U=1,60	1,6	89
Wohnraum_DG	Dachfenster	außen	0,5	0,8	0,4	DF	a	U=5,00	5	72
Wohnraum_DG	Dach	außen	37,6	1	23	DA	a	U=0,24	0,24	199
Wohnraum_DG	Dach	außen	14,6	1	14,6					0
Wohnraum_DG	Außenwand	außen	4,5	1	4,5	AW	a	U=0,41	0,41	66
Wohnraum_DG	Außenwand	beheizt	21,1	1	21,1	AW	b	U=0,24	0,24	25
Wohnraum_DG	Außenwand	außen	6,3	0,3	1,9	AW	b	U=0,24	0,24	17
Wohnraum_DG	Innenwand	innen	3,1	3,6	9,5				0,3	14
Wohnraum_DG	Innentür	innen	0,8	2,1	1,68	IT	i	U=1,80	1,8	15
Wohnraum_DG	Außenwand	außen	4,5	1	4,5	AW	a	U=0,41	0,41	66
Wohnraum_DG	Außenwand	außen	0,8	1	0,8	AW	b	U=0,24	0,24	7
Wohnraum_DG	Außenwand	beheizt	12,2	1	12,2	AW	b	U=0,24	0,24	15
Wohnraum_DG	Innenwand	innen	8,1	1	6,4				0,3	10
Wohnraum_DG	Innentür	innen	0,8	2,1	1,68	IT	i	U=1,80	1,8	15
Wohnraum_DG	Außenwand	außen	3,4	2,5	2,9	AW	a	U=0,41	0,41	43
Wohnraum_DG	Außenfenster	außen	2,6	2,1	5,46	AF	a	U=0,87	0,87	171
Wohnraum_DG	Außenwand	außen	6,3	0,3	1,9	AW	b	U=0,24	0,24	17
Wohnraum_DG	Innenwand	innen	3,1	2,3	5,5				0,3	8
Wohnraum_DG	Innentür	innen	0,8	2	1,6	IT	i	U=1,80	1,8	14
Wohnraum_DG	Fußboden	innen	0,7	1,3	0,9	DE	i	U=0,24	0,24	1
Wohnraum_DG	Fußboden	innen	13,7	1	13,7	DE	i	U=0,24	0,24	0
Wohnraum_DG	Fußboden	innen	2,8	3,1	8,8	DE	i	U=0,24	0,24	-8
Wohnraum_DG	Fußboden	innen	3,2	5,6	18	DE	i	U=0,24	0,24	0
Wohnraum_DG	Fußboden	innen	3,2	4,5	14,3	DE	i	U=0,24	0,24	0
Wohnraum_DG										1205

Der Simulatior

1. Simuliert beliebige Materialstacks
2. Gibt Datenblätter dieser Stacks heraus
3. Simuliert selbst erstellte Fenstermodelle
4. Simuliert die komplette Liste der Einzelbauteile: Das Haus
5. Gibt Datenblatt der Thermosimultion des Hauses heraus

Verteilung der Wärmeverluste



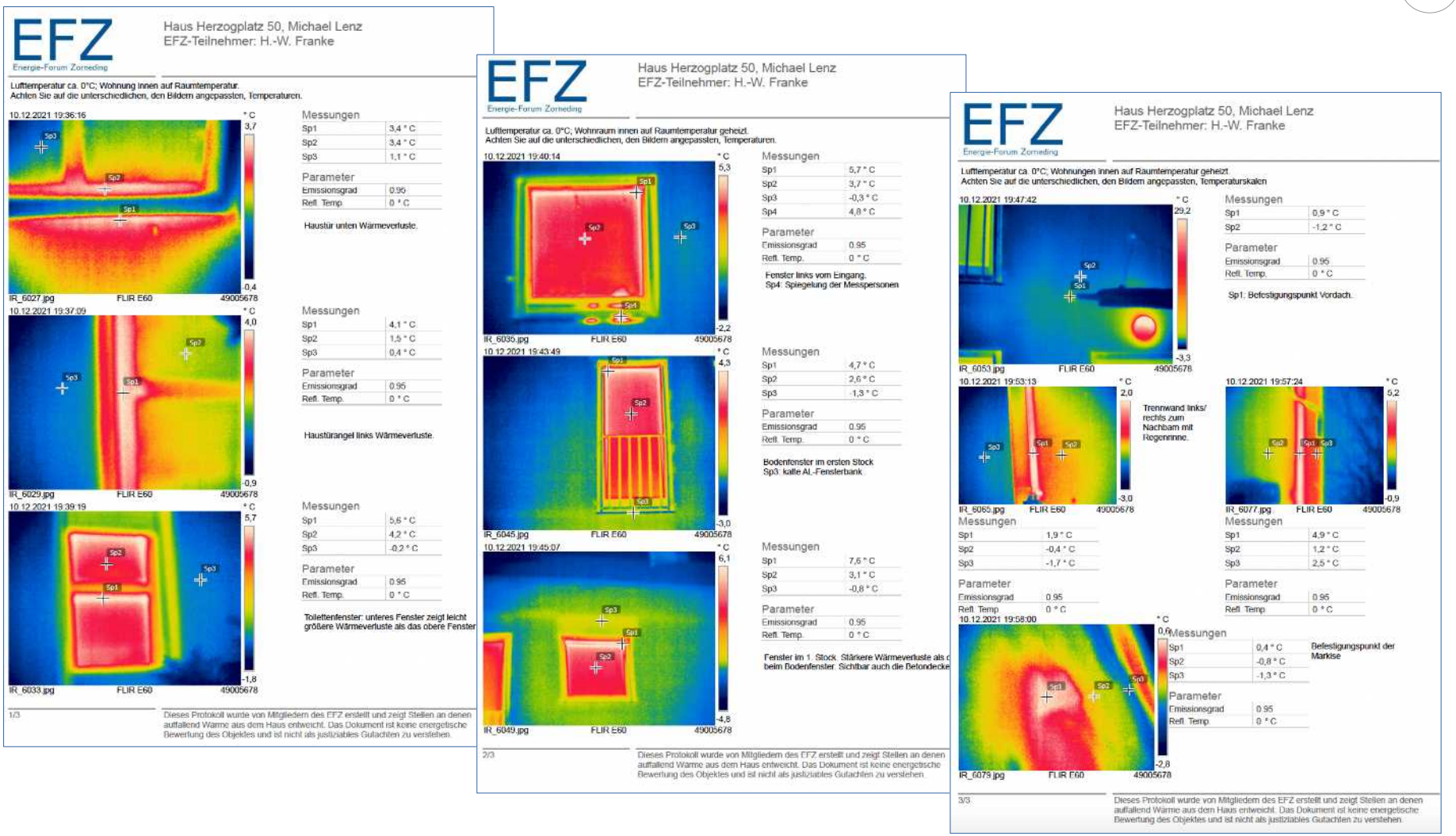


Link zum Simulator: https://www.ubakus.de/u-wert-rechner/

Copyright © LRC. All rights reserved

BN-OG ZORNEDING: Mein klimafreundliches Reihenhaus

2) **Konzept**_2.2 Die Wärmebild-Analyse des EFZ



EFZ Energie-Forum Zorneding

Haus Herzogplatz 50, Michael Lenz
EFZ-Teilnehmer: H.-W. Franke

Lufttemperatur ca. 0°C; Wohnung innen auf Raumtemperatur.
Achten Sie auf die unterschiedlichen, den Bildern angepassten, Temperaturen.

10.12.2021 19:36:16 — IR_6027.jpg — FLIR E60 — 49005678

Messungen	
Sp1	3,4 °C
Sp2	3,4 °C
Sp3	1,1 °C

Parameter	
Emissionsgrad	0.95
Refl. Temp.	0 °C

Haustür unten Wärmeverluste.

10.12.2021 19:37:09 — IR_6029.jpg — FLIR E60 — 49005678

Messungen	
Sp1	4,1 °C
Sp2	1,5 °C
Sp3	0,4 °C

Parameter	
Emissionsgrad	0.95
Refl. Temp.	0 °C

Haustürangel links Wärmeverluste.

10.12.2021 19:39:19 — IR_6033.jpg — FLIR E60 — 49005678

Messungen	
Sp1	5,6 °C
Sp2	4,2 °C
Sp3	-0,2 °C

Parameter	
Emissionsgrad	0.95
Refl. Temp.	0 °C

Toilettenfenster: unteres Fenster zeigt leicht größere Wärmeverluste als das obere Fenster

1/3

Dieses Protokoll wurde von Mitgliedern des EFZ erstellt und zeigt Stellen an denen auffallend Wärme aus dem Haus entweicht. Das Dokument ist keine energetische Bewertung des Objektes und ist nicht als justiziables Gutachten zu verstehen.

EFZ Energie-Forum Zorneding

Haus Herzogplatz 50, Michael Lenz
EFZ-Teilnehmer: H.-W. Franke

Lufttemperatur ca. 0°C; Wohnraum innen auf Raumtemperatur geheizt.
Achten Sie auf die unterschiedlichen, den Bildern angepassten, Temperaturen.

10.12.2021 19:40:14 — IR_6035.jpg — FLIR E60 — 49005678

Messungen	
Sp1	5,7 °C
Sp2	3,7 °C
Sp3	-0,3 °C
Sp4	4,8 °C

Parameter	
Emissionsgrad	0.95
Refl. Temp.	0 °C

Fenster links vom Eingang.
Sp4: Spiegelung der Messpersonen

10.12.2021 19:43:49 — IR_6045.jpg — FLIR E60 — 49005678

Messungen	
Sp1	4,7 °C
Sp2	2,6 °C
Sp3	-1,3 °C

Parameter	
Emissionsgrad	0.95
Refl. Temp.	0 °C

Bodenfenster im ersten Stock
Sp3: kalte AL-Fensterbank

10.12.2021 19:45:07 — IR_6049.jpg — FLIR E60 — 49005678

Messungen	
Sp1	7,6 °C
Sp2	3,1 °C
Sp3	-0,8 °C

Parameter	
Emissionsgrad	0.95
Refl. Temp.	0 °C

Fenster im 1. Stock. Stärkere Wärmeverluste als
beim Bodenfenster. Sichtbar auch die Betondecke

2/3

Dieses Protokoll wurde von Mitgliedern des EFZ erstellt und zeigt Stellen an denen auffallend Wärme aus dem Haus entweicht. Das Dokument ist keine energetische Bewertung des Objektes und ist nicht als justiziables Gutachten zu verstehen.

EFZ Energie-Forum Zorneding

Haus Herzogplatz 50, Michael Lenz
EFZ-Teilnehmer: H.-W. Franke

Lufttemperatur ca. 0°C; Wohnungen innen auf Raumtemperatur geheizt.
Achten Sie auf die unterschiedlichen, den Bildern angepassten, Temperaturskalen

10.12.2021 19:47:42 — IR_6053.jpg — FLIR E60 — 49005678

Messungen	
Sp1	0,9 °C
Sp2	-1,2 °C

Parameter	
Emissionsgrad	0.95
Refl. Temp.	0 °C

Sp1: Befestigungspunkt Vordach.

10.12.2021 19:53:13 — IR_6065.jpg — FLIR E60 — 49005678

Messungen	
Sp1	1,9 °C
Sp2	-0,4 °C
Sp3	-1,7 °C

Parameter	
Emissionsgrad	0.95
Refl. Temp.	0 °C

Trennwand links/ rechts zum Nachbarn mit Regenrinne.

10.12.2021 19:57:24 — IR_6077.jpg — FLIR E60 — 49005678

Messungen	
Sp1	4,9 °C
Sp2	1,2 °C
Sp3	2,5 °C

Parameter	
Emissionsgrad	0.95
Refl. Temp.	0 °C

10.12.2021 19:58:00 — IR_6079.jpg — FLIR E60 — 49005678

Messungen	
Sp1	0,4 °C
Sp2	-0,8 °C
Sp3	-1,3 °C

Parameter	
Emissionsgrad	0.95
Refl. Temp.	0 °C

Befestigungspunkt der Markise

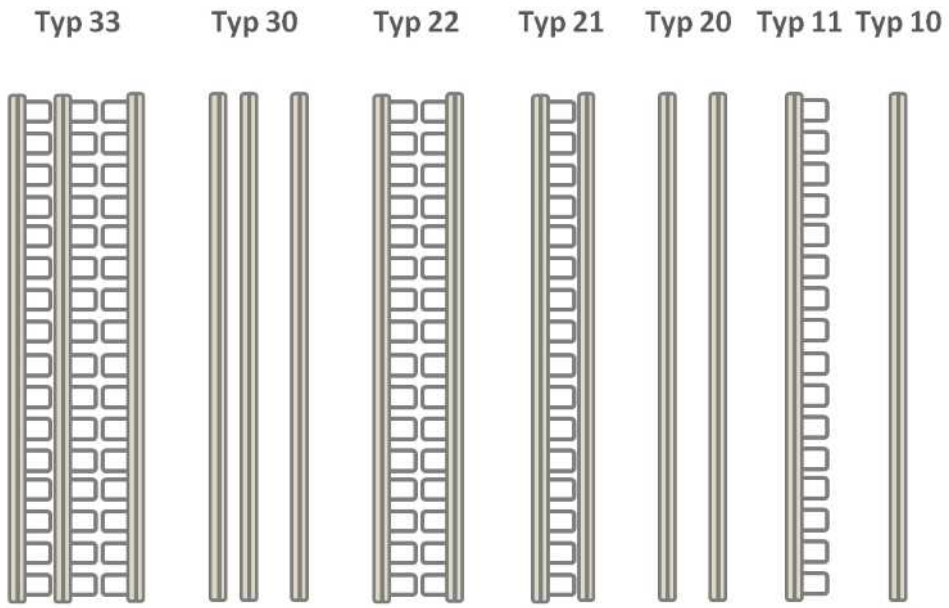
3/3

Dieses Protokoll wurde von Mitgliedern des EFZ erstellt und zeigt Stellen an denen auffallend Wärme aus dem Haus entweicht. Das Dokument ist keine energetische Bewertung des Objektes und ist nicht als justiziables Gutachten zu verstehen.

Vielen Dank an das EFZ und an Hans-Werner Franke!

Copyright © LRC. All rights reserved

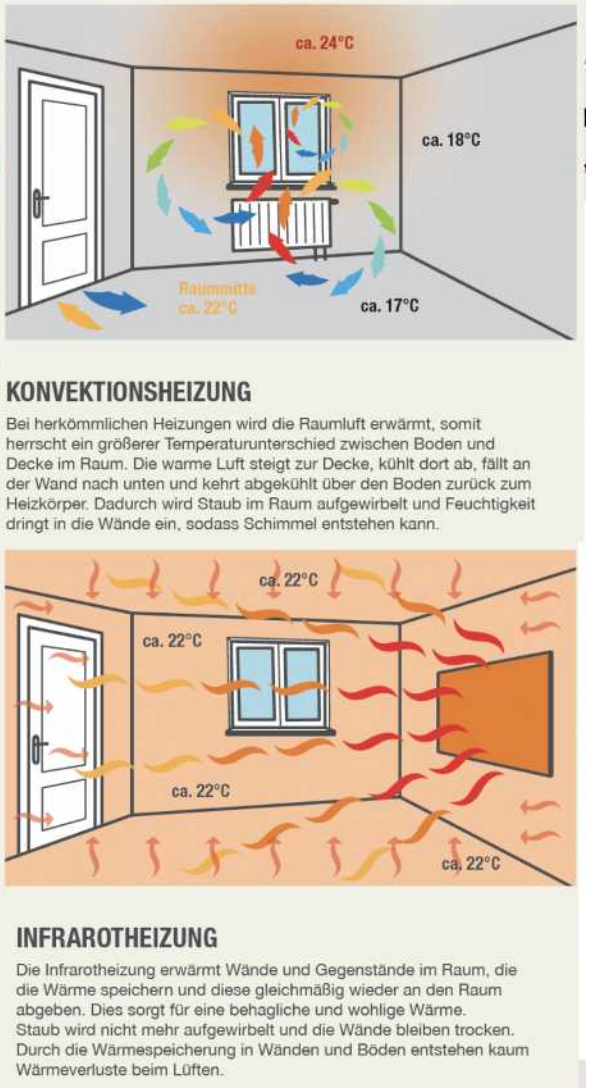
Standard-Heizkörper-Typen:



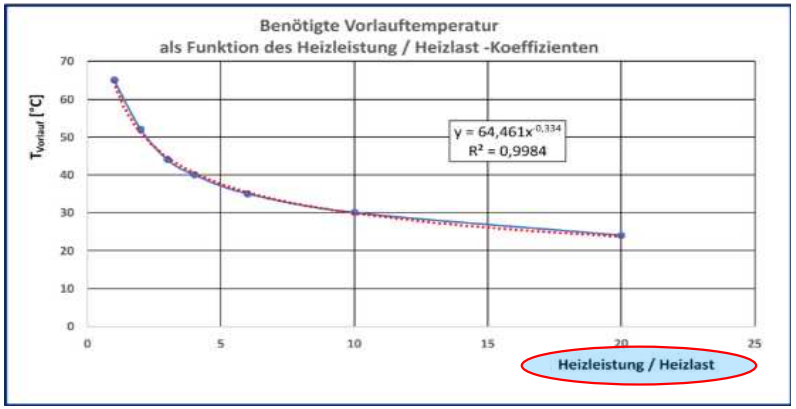
IR-Heizung:

- Preiswerte, einfach zu installierende Lösung
- nur Stromleitungen legen
- flexible Anordnung möglich
- ABER:
  - birgt das Risiko steigender Stromkosten
  - wurde zum Testen nur im Labor realisiert: 2x300W
  - Ausbau/Umbau jederzeit möglich

Aus der Werbung für Infra-Rot-Heizungen:



Copyright © LRC. All rights reserved



Ziel:

Heizung mit einer Wärmepumpe mit Vorlauftemperaturen von 40°C bis max 50°C

Die für den jeweiligen Raum benötigte Vorlauftemperatur kann mit der Formel:

$T_{Vorlauf} = 64{,}46*(\text{Heizleistung} / \text{Heizlast})^{-0{,}34}$

berechnet werden.

Beschreibung	Heizkörper	Heizleistung [W]	Anzahl [-]	Heizlast [W]	Raumleistung [W]	Heizleistung / Heizlast [-]	Vorlauf-Temperatur [°C]
Treppenflur Keller	nein	0	0	146	0	-	
Vorratskeller	nein	0	0	-	0	#DIV/0!	
Heizungsraum	Heizkörper 954mm x 500mm Typ 22_nur 1% zum Trocknen in Betrieb	1154	1	20	1154	57,70	16,64
Labor	nein	0	0	-	0	#DIV/0!	
Keller_komplett				166	1154	6,95	33,73
Wohnzimmer	Kermi Austauschheizkörper 954mm x 500mm Typ 22 VE2,5	1154	2	805	2308	2,87	45,34
Küche	Flachheizkörper Kermi Plan V-Kompakt Typ 11 links 905x 505mm	639	1	297	639	2,15	49,91
Diele Erdgeschoß	Kermi Plan Austausch-HK 959mm x 505mm Typ 22 VE2,5	1154	1	61	1154	18,92	24,14
WC-EG	Heizkörper Typ 11_905x 505mm	639	1	95	639	6,73	34,11
Treppenflur_EG	nein	0	0	-	0	#DIV/0!	
Erdgeschoss komplett				1.258	4740	3,77	41,39
Bad unten mit Installationsschacht	Heizkörper Typ 11_905x 505mm	639	1	267	639	2,39	48,16
Gästezimmer	Kermi Plan Austausch-HK 959mm x 505mm Typ 22 VE2,5	1154	1	297	1154	3,89	40,97
Nähzimmer	Kermi Plan Austausch-HK 959mm x 505mm Typ 22 VE2,5	1154	1	301	1154	3,83	41,15
Mi-Zimmer	Kermi Plan Austausch-HK 959mm x 505mm Typ 22 VE2,5	1154	1	357	1154	3,23	43,56
Treppenflur 1.Stock	nein	0	0	-	0	#DIV/0!	
1. Stock komplett				1.222	4101	3,36	43,02
Mo-Zimmer	Heizkörper 954mm x 500mm Typ 22	1154	2	758	2308	3,04	44,45
Bad oben	Heizkörper 500mm x 900mm Typ 22	1212	1	323	1212	3,75	41,46
Kofferboden	nein	0	0	-	0	#DIV/0!	
Ungeheizte Kniestock-Flächen	nein	0	0	-	0	#DIV/0!	
Treppenflur Dachgeschoß	nein	0	0	245	0	-	
Dachgeschoß_komplett				1.327	3520	2,65	46,54
Haus_komplett				**3.973**	**13.515**	**3,40**	**42,83**

Ergebnis: Alle Räume können ohne Probleme mit konventioneller Heizung und Wärmepumpe betrieben werden.

Copyright © LRC. All rights reserved

BN-OG ZORNEDING: Mein klimafreundliches Reihenhaus
2) **Konzept**_2.3 Zu beachten beim Wärmepumpen-Betrieb

Schall-Emission

Vaillant bwp Bundesverband Wärmepumpe e.V.

Schallberechnung

Generelle Angaben

Name:	Michael Lenz
Adresse:	Herzogplatz 50, 85604 Zorneding

Angaben zur Luft-Wärmepumpe

Hersteller:	Vaillant
Modell:	aroTHERM plus VWL 75/6 A 230V (S2)
Schallleistung nach ErP:	55.00 dB(A)
Max. Schallleistungspegel im Tagbetrieb	57.00 dB(A)
Max. Schallleistungspegel im schallreduzierten Betrieb	46.20 dB(A)
Tonhaltigkeit:	nicht hörbar

Immissionsrichtwert gemäß TA Lärm

Empfindlichkeitsstufe:	reines Wohngebiet

Aufstellung

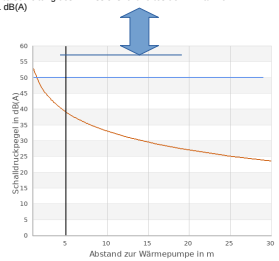
Raumwinkelmaß K0:	+6 dB(A) WP an einer Wand, Abstand zum Gerät bis zu 3 m
Distanz (s) Quelle - Empfänger:	5 m
Abschirmung:	Kein Sichtkontakt: DI = 5 dB(A)

Der Immissionsrichtwert wird sowohl im Tag- als auch im Nachtbetrieb um mindestens 6 dB(A) unterschritten. Die Anlage ist nicht relevant nach TA Lärm 3.3.2.

Tagbetrieb

Beurteilungspegel Lr: 39 dB(A)

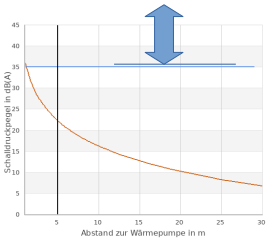
Unterschreitung des Immissionsrichtwertes der TA Lärm um 11 dB(A)



Nachtbetrieb (mit Schallreduzierung)

Beurteilungspegel Lr: 22.2 dB(A)

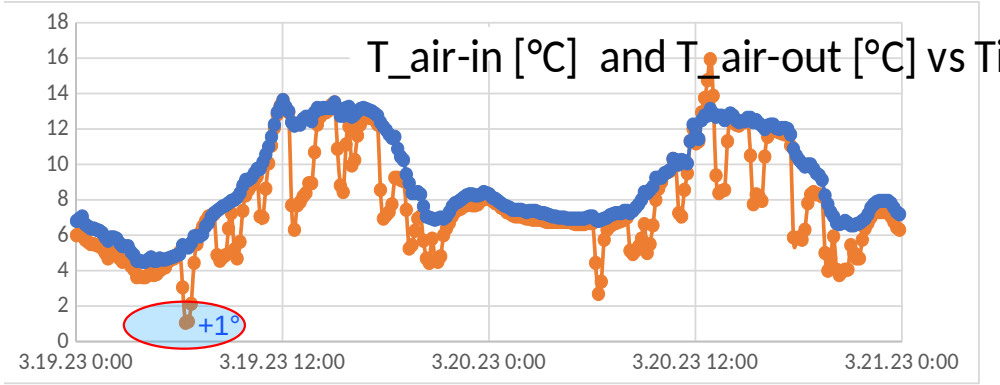
Unterschreitung des Immissionsrichtwertes der TA Lärm um 12.8 dB(A)

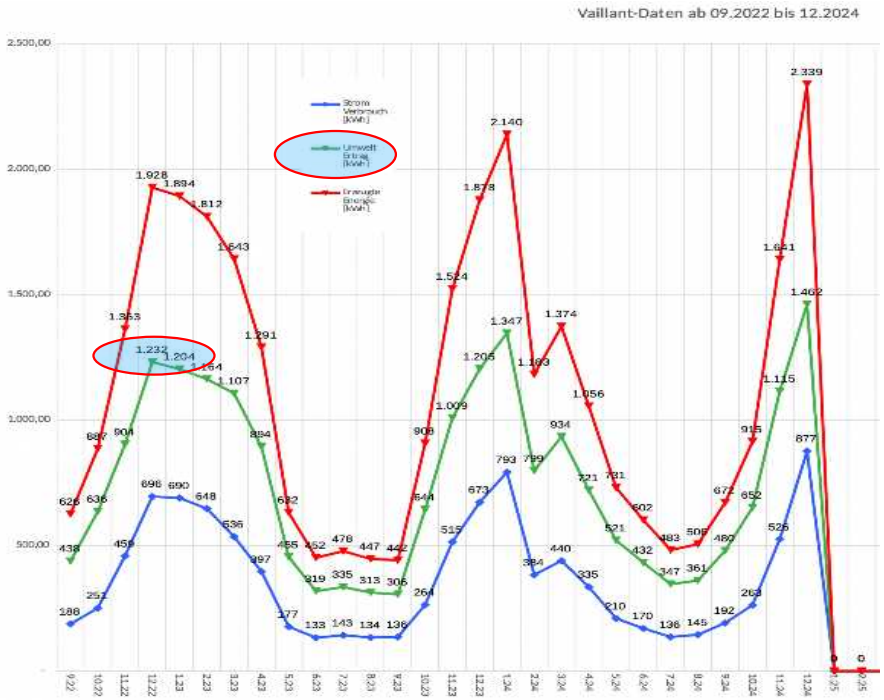


Beurteilungspegel nach TA Lärm
Grenzwert (Immissionsrichtwert) nach TA Lärm

Eine Dämpfung durch die Richtwirkung der Quelle wurde nicht berücksichtigt.
Die Vorbelastung wurde nicht einbezogen, das Ergebnis wird als Differenz zur Gesamtbelastung ausgewiesen.
Bei sämtlichen Gerätedaten handelt es sich um Herstellerangaben. Die Verantwortung für die Richtigkeit der Angaben liegt beim jeweiligen Unternehmen.
Der schallreduzierte Betrieb kann zu einer Leistungsreduzierung der Wärmepumpe führen.

Glatteis-Bildung durch Energie-Entzug





Copyright © LRC. All rights reserved

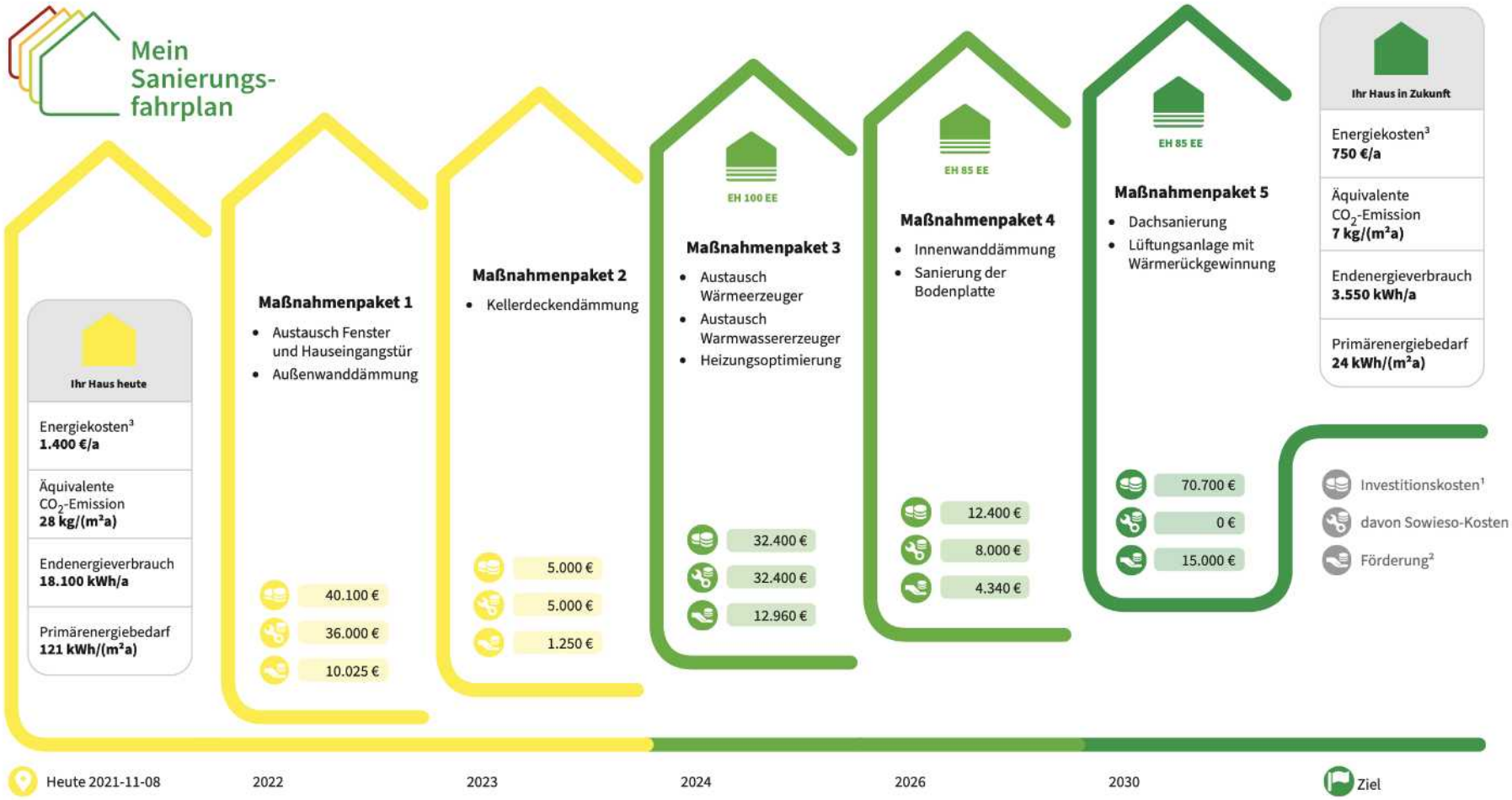
Hauszustand vor der Sanierung:

Hauszustand nach der Sanierung:

Das sieht einfach aus!
Das ist es aber nicht!

Copyright © LRC. All rights reserved

BN-OG ZORNEDING: Mein klimafreundliches Reihenhaus
4) Investitionen

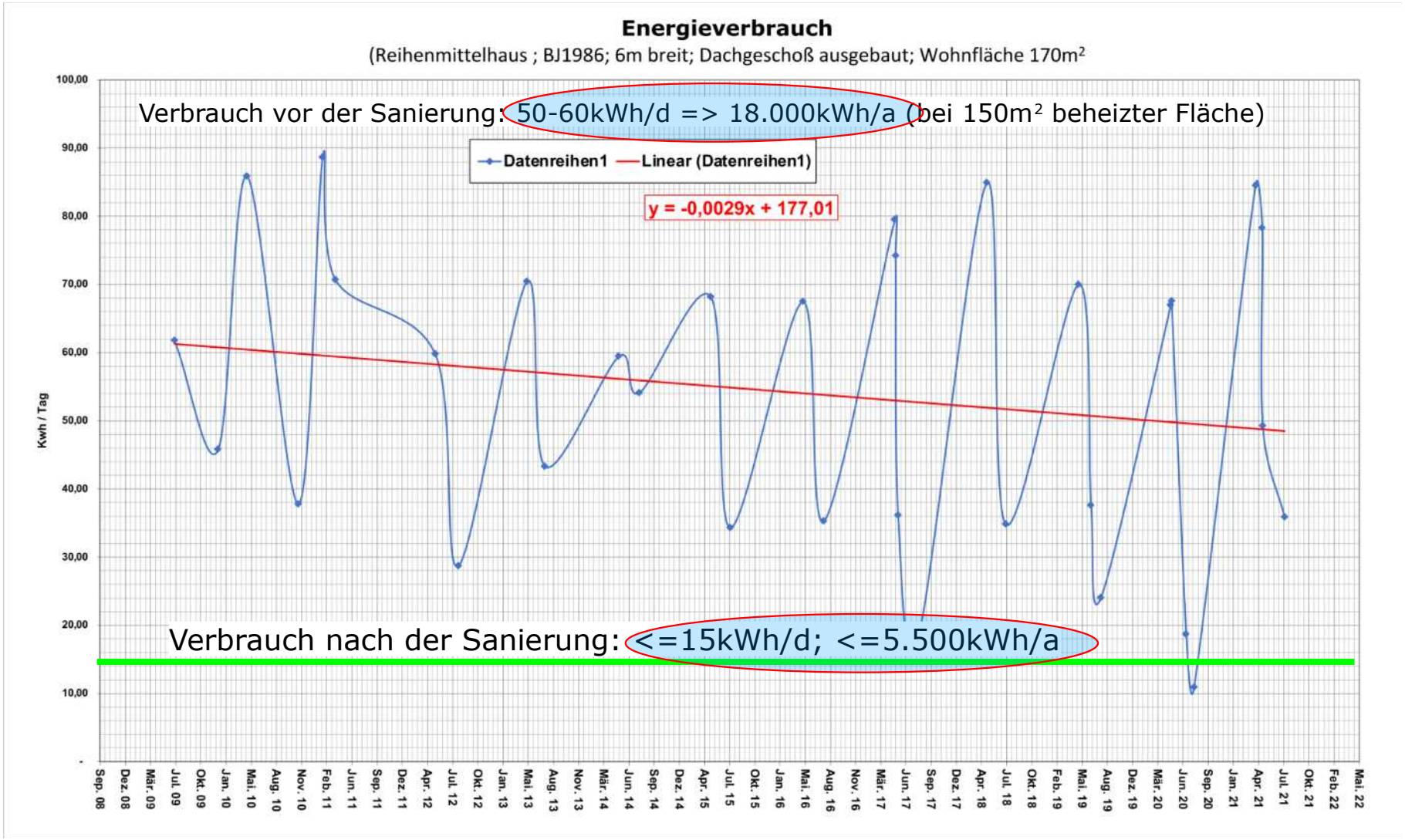


Die Maßnahmenpakete 1 bis 4 wurden in 2022 umgesetzt!

Die Investitionen dafür lagen bei 130.000 €

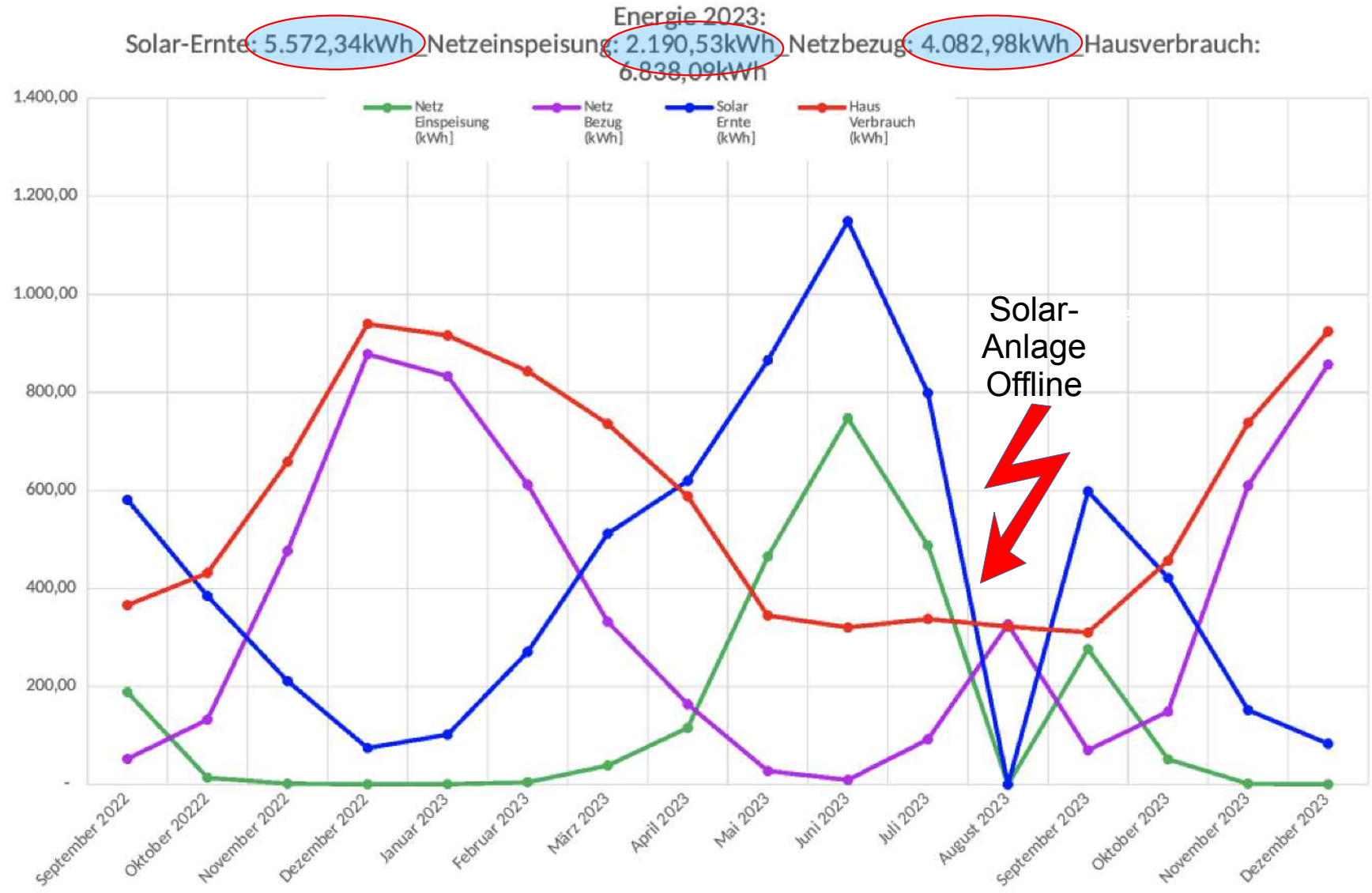
Copyright © LRC. All rights reserved

5) Ergebnis_Energieverbrauchs Ziel



Copyright © LRC. All rights reserved

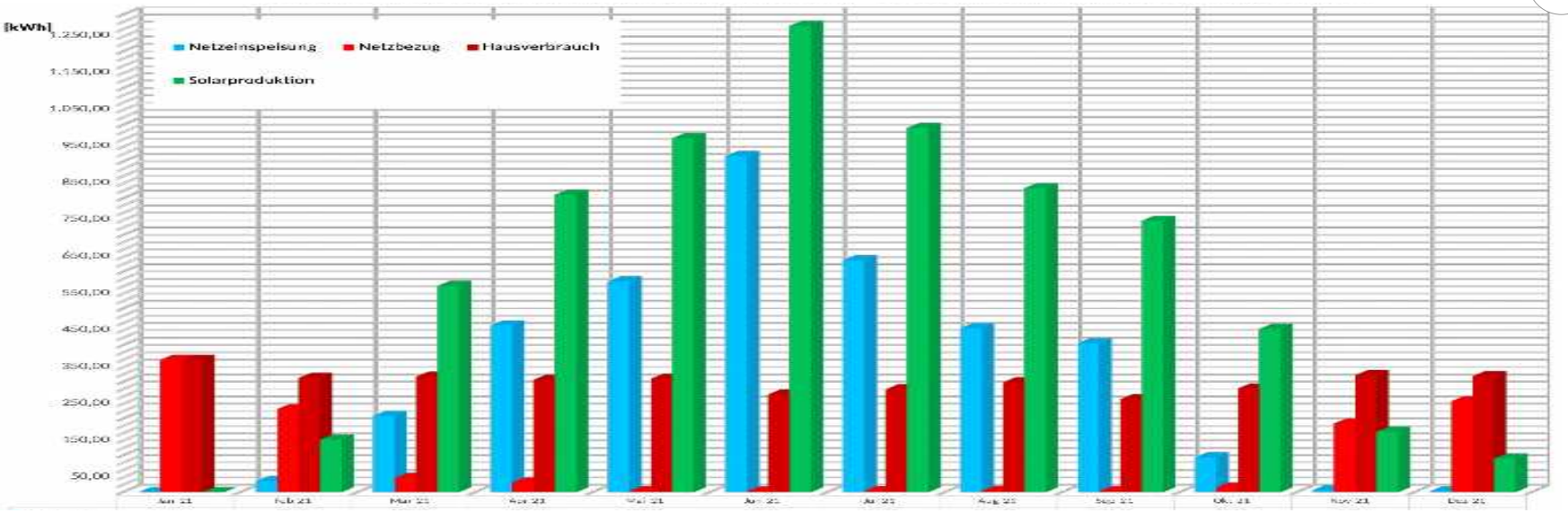
BN-OG ZORNEDING: Mein klimafreundliches Reihenhaus
5) Ergebnis_Energie-Erzeugung und -Verbrauch



Copyright © LRC. All rights reserved

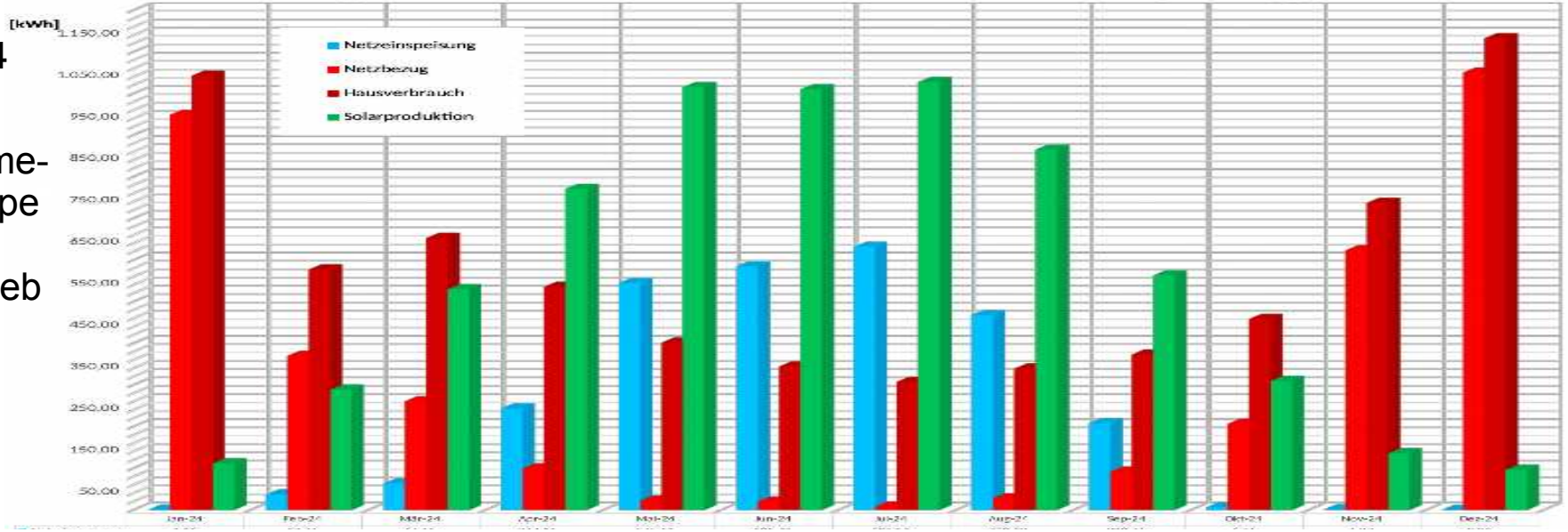
BN-OG ZORNEDING: Mein klimafreundliches Reihenhaus
5) Ergebnis_Elektro-Energieverbrauch vor und nach Sanierung

2021



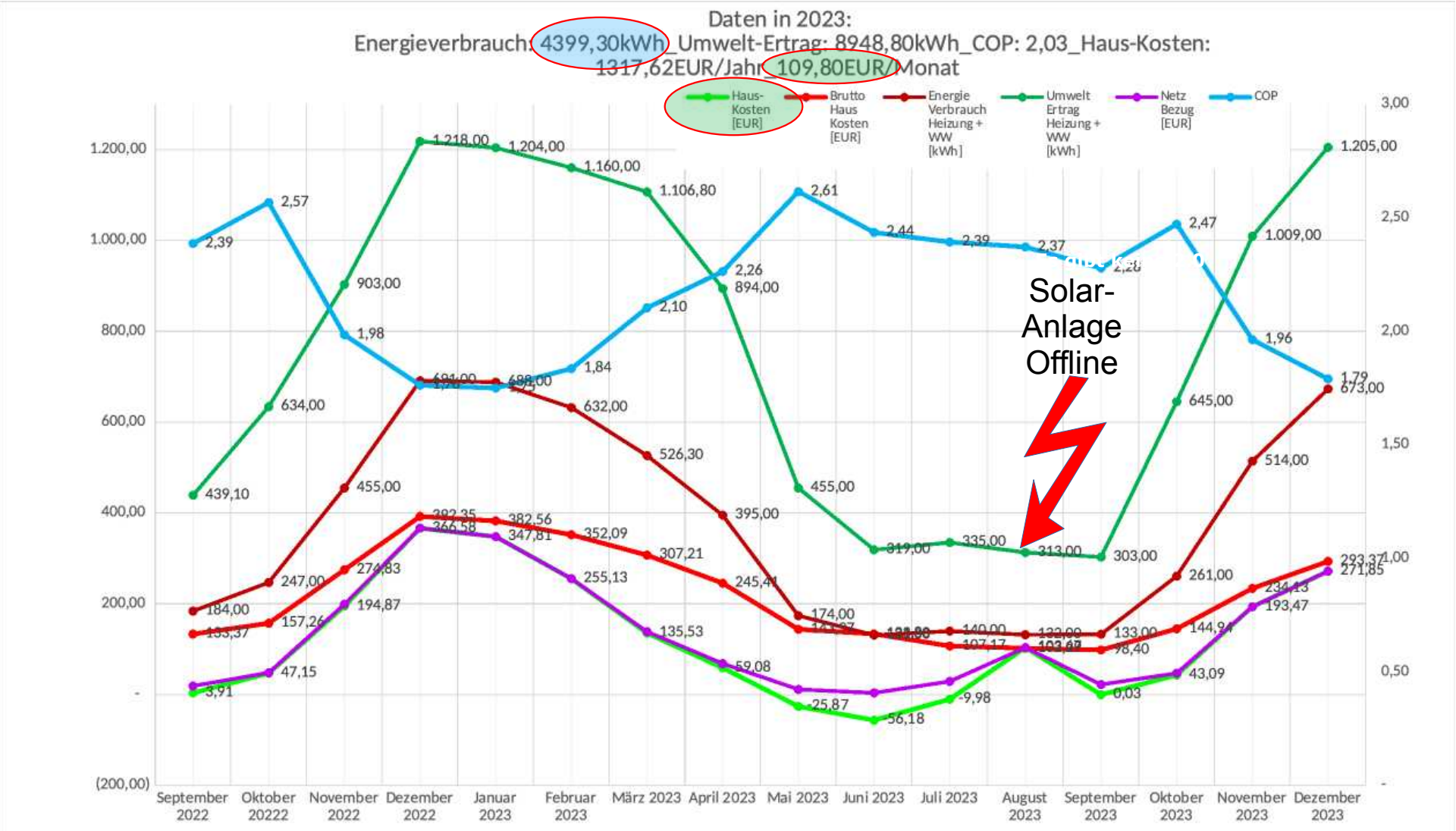
2024

Wärme-pumpe in Betrieb



Copyright © LRC. All rights reserved

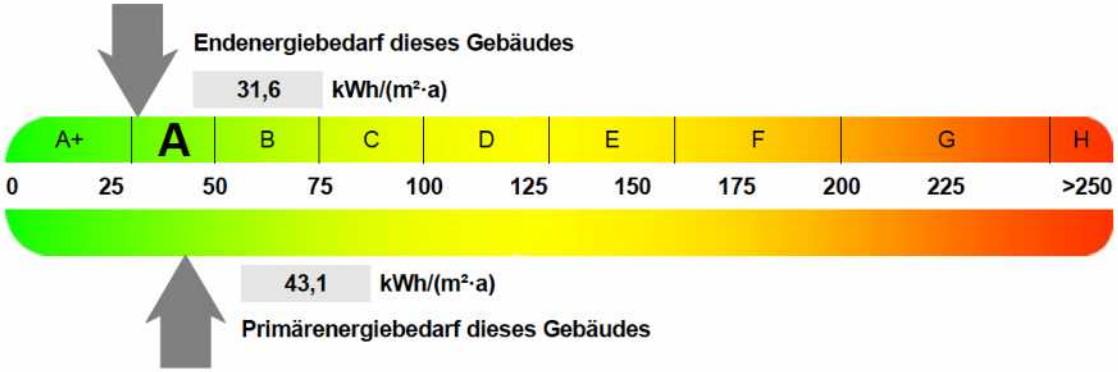
BN-OG ZORNEDING: Mein klimafreundliches Reihenhaus
5) Ergebnis_Energieverbrauch und Haus-Kosten



Copyright © LRC. All rights reserved

Energiebedarf

Treibhausgasemissionen 13,4 kg CO_2-Äquivalent /(m²·a)



Anforderungen gemäß GEG [2]

Primärenergiebedarf

Ist-Wert 43,1 kWh/(m²·a) Anforderungswert 86,4 kWh/(m²·a)

Energetische Qualität der Gebäudehülle H_T'

Ist-Wert 0,39 W/(m²·K) Anforderungswert 0,91 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
- ☐ Regelung nach § 31 GEG ("Modellgebäudeverfahren")
- ☐ Vereinfachungen nach § 50 Absatz 4 GEG

Endenergiebedarf dieses Gebäudes [Pflichtangabe in Immobilienanzeigen] 31,6 kWh/(m²·a)

Der Endenergiebedarf des Hauses lag vor der Sanierung bei 121kWh/a*m²

Er ist um 74% auf 31,6kWh/a*m² reduziert worden.

Copyright © LRC. All rights reserved

6) Mein Beratungsangebot an Sie!

Sie bekommen auf Wunsch das Info-Paket per mail:

23-04-16_INFO_V1.zip

Das ist der heutige Inhalt des Info-Paketes:

- 01_Hausdaten_21-09-02.pdf
- 01_Temp-Min-Typ-Max in EBE.png
- 01_Wärmebilder_21-12-12.pdf
- 02_Maßnahmen-Umsetzung_23-01-10.pdf
- 03_Heizlasten_Herzogplatz 50_22-07-01.pdf
- 04_Energieausweis_Herzogplatz_50.pdf
- 04_Wärmebedarfsentwicklung.JPG
- 06_Lautheits-Tabelle.JPG
- 06_Messgrößen und Pe...| Umweltbundesamt.pdf
- 06_WP-Schall-Emission...t_39,0dB und22,2dB.pdf
- 07_Anlage_WP_aroTHER...plus VIH QW 19 6 E.pdf
- 07_Vaillant aroTHERM pl...for Herzogplatz 50.png
- 07_Vorgarten_22-07-29.pdf
- 08_E3DC-Anlage_8k8k...V mit 13k2kWh-Accu.pdf
- 08_HKW_und_Tigo-Dat...loser Tag_21-04-23.pdf
- 09_Kontakte_für Sanierung
- 10_Literatur_Unsere Ge...tion pennt seit 35 Jahren

Fragen dazu und zum weiterem Vorgehen beantworte ich gern!

Copyright © LRC. All rights reserved

7) Rückblick_Stress am Bau und Aktionsliste

- Es dauert ca. 6 Monate
- Beeinträchtigung durch Schmutz und Krach
- Haus mit Gerüst-Planen verhüllt; keine Sicht heraus
- Aber ganztags Sicht vom Gerüst nach Innen
- Man fühlt sich wie ein Fisch im Aquarium
- Bis zu 20 Handwerker gleichzeitig tätig
- Das alte zu Hause wird zerlegt
- Zusätzliche ungeplante Aktionen entstehen
- Alle Probleme müssen rasch gelöst werden
- Wir waren heilfroh als das Haus fertig war
- Vielleicht ins Hotel ziehen?

sehr viele

Copyright © LRC. All rights reserved

Es wurde mit realen Messungen gezeigt:

Die 85EE-Restaurierung von Bestandshäusern,
auch in dichter Bebauung, ist möglich!

Beeindruckend zeigt das der Endenergieverbrauch.
Er ist von 121kWh/(a*m²) auf unter 31,6kWh/(m²*a) gesunken ist.
Die protokollierten Daten zeigen die erwarteten Verbrauchswerte.

Die Fossil-Verbrennung wurde auf Null reduziert.

Der Energieverbrauch ist durch PV und Wärmepumpe deutlich gesenkt.
Aus dem Energienetz nur noch wenig benötigt.

Neue Wärmepumpen ermöglichen die Einhaltung der „ta Lärm".
Flüsterbetrieb in der Nacht und „Eulenflügel-Rotorblätter" machen das möglich.

Die Sanierung war nicht gerade preiswert.
Aber ich meine: Sie ist den Preis wert!

Für mich
„rechnet"
sich die Sanierung sicher nicht,
für die Umwelt schon!

Copyright © LRC. All rights reserved

Michael Lenz
Lenz **R**esearch **C**onsultant
Herzogplatz 50
85604 Zorneding
Tel: +49 8106 20338
michael.lenz@online.de

Berater der Gemeinde bezügl. TG:
https://www.zorneding.de/Klima-Umwelt/Ihr-Beitrag-Kontakte/

Mitglied im EFZ:
https://energie-forum-zorneding.de

Copyright © LRC. All rights reserved