



Fakultät Architektur und Landschaft  
Institut für Entwerfen und Konstruieren  
Nachhaltige Gebäudesysteme



Leibniz  
Universität  
Hannover



# Umbau-Projekt: Klimaneutral im Dreigenerationenhaus

Dipl- Ing. (FH) Steffen Riedel



## Dreigenerationenhaus

Dreigenerationenhaus in Lindau:

- zwei Wohnungen
- 6 Personen
- älteste Person (Kinderwagen schiebend: knapp 69 Jahre
- jüngste Person (im Kinderwagen) 5 Monate



Weihnachten im gedämmten, noch unfertigen, unbeheizten Neubau



## Dreigenerationenhaus

Bj 1957



Endenergie Öl: ca.35.000 kWh/a

2006



Endenergie Gas: ca.11.000 kWh/a

2024

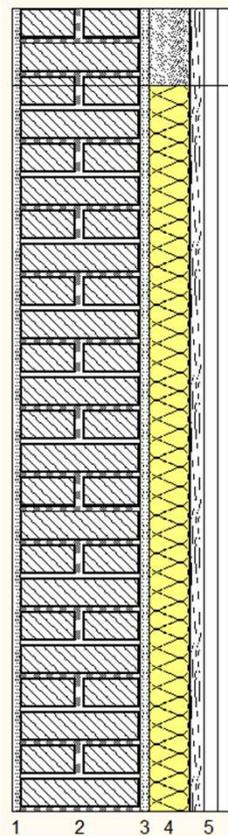


Endenergie Strom-Bezug: 0 kWh/a  
angestrebt (inkl. E-Auto)



## Dreigenerationenhaus Bestandsgebäude

### Außenwand mit Dämmung von 1992



**U-Wert = 0,44 W/m²K**

Bauteilaufbau: Schichtenfolge von innen nach außen

A Inhom. Schicht(en): Konstruktionsholz 9,6%

- 1 Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit
- 2 Bims-Hohlblöcke
- 3 Putzmörtel aus Kalk, Kalkzement und hydraulischem Kalk
- 4 Konstruktionsholz (DIN 12524 - 500 kg/m³)
- 5 Vorhangschale: Boden-Deckelschalung (senkrecht)

B Inhom. Schicht(en): Holzfaserdämmplatten 90,4%

- 1 Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit
- 2 Bims-Hohlblöcke
- 3 Putzmörtel aus Kalk, Kalkzement und hydraulischem Kalk
- 4 Holzfaserdämmplatten (DIN 68755 - WLG 045)
- 5 Vorhangschale: Boden-Deckelschalung (senkrecht)

Schichtdicke Wärmeleitzahl

s (cm) λ (W/mK)

1,50	0,700
24,00	0,460
2,00	1,000
8,00	0,130
8,00	

1,50	0,700
24,00	0,460
2,00	1,000
8,00	0,045
8,00	

Gesamtdicke: 43,50 cm



Dämmung wurde an der N/O bzw. S/W-Seite beibehalten.





## Dreigenerationenhaus Bestandsgebäude

Frühjahr 1997:

3 große Fenster (Terrasse, Balkon, Küche) mit Dreischeibenwärmeschutzglas und Xenonfüllung

$U_w = \text{ca. } 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$

Kosten: 14.798,73 DM (ca. 7500 €)

2017/18 Dreifachwärmeschutzglas

5 weitere Fenster

$U_w = \text{ca. } 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$

Kosten: 9.688,73 €



Gläser haben ihren Dämmwert nach über 20 Jahren erhalten, die Fenster wurden beibehalten.



Restliche Fenster im Bestand wurden umgesetzt, energetisch ertüchtigt (Haustüre mit Dreischeiben-WS-Glas) oder erneuert.



## Dreigenerationenhaus Bestandsgebäude

Kellerdeckendämmung mit zus. Dämmung der Heizungs-Leitungen 2003 - 2007



2012 neue  
Thermostatventile und  
hydr. Abgleich

~~Oktober 2006/August 2012:  
Brennwertkessel und  
Hocheffizienzpumpen~~



Brennwertkessel:

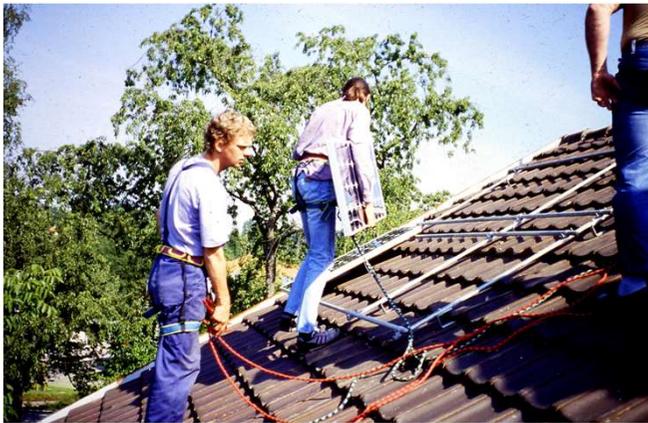
- Ca. 15 defekte CO-Fühler (insges. 1200 € Materialkosten)
- Defekter Zündkerzenstecker
- Kondensatablauf im Kessel undicht





## Dreigenerationenhaus Bestandsgebäude

1996/97 Erste netzgekoppelte Solarstromanlage in Lindau

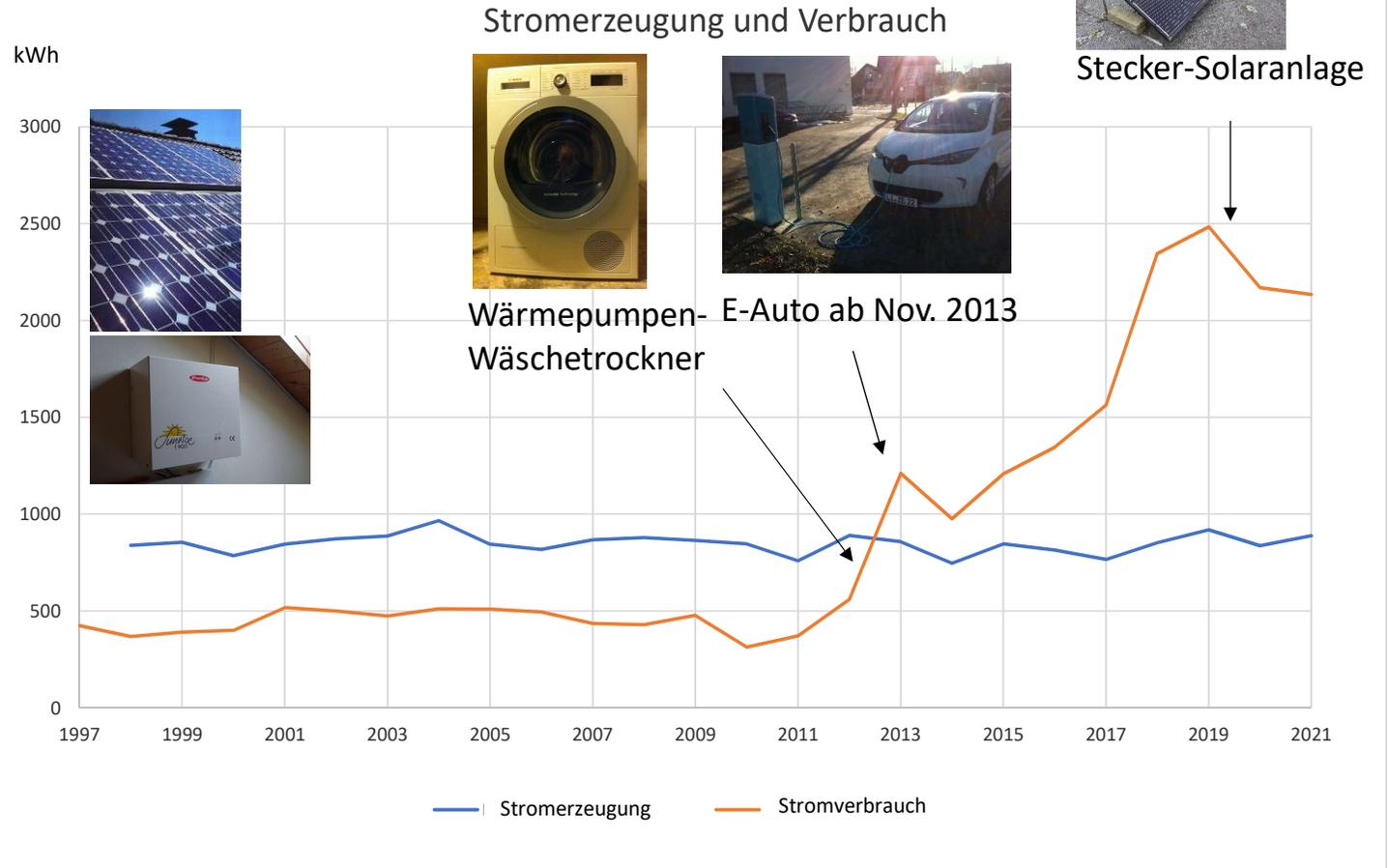




## Dreigenerationenhaus Bestandsgebäude

12 Module BP 585 (Vorserie)  
7,5 m<sup>2</sup> mit 1,02 kW  
Strangwechselrichter  
Fronius Sunrise 900  
(seinerzeit der 1. Strang-  
Wechselrichter in dieser  
Leistungsklasse auf dem Markt)

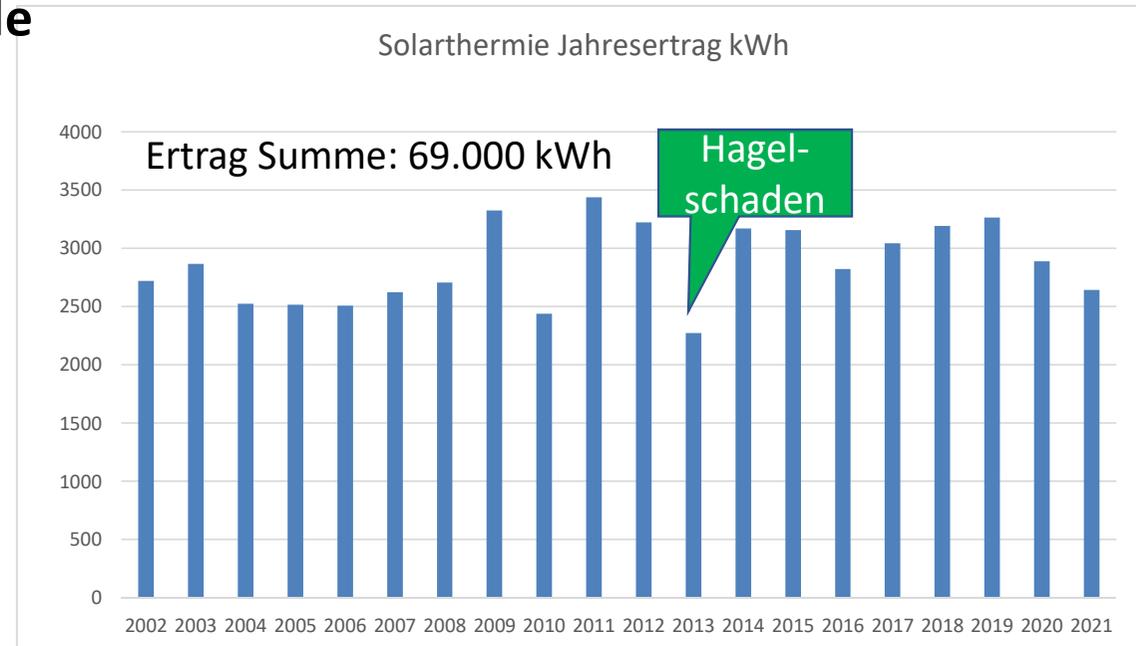
Keine Reparaturen,  
wurde abgebaut





## Dreigenerationenhaus Bestandsgebäude

Sommer 1997: Solarthermieanlage  
8 m<sup>2</sup> Sydney-Röhrenkollektor mit Wasser-  
betrieb im Solarkreislauf und 750 Liter-Speicher  
Wärme für Warmwasser und Heizung  
Kosten: 15.962 DM (ca. 8.000 €)



### Reparaturen:

- 14 Röhren wg. Hagelschaden
  - Rückschlagklappe
  - Füll- und Entleerungshahn
  - 2 Thermometer
  - Pumpentausch
- Anlage wurde abgebaut



## Dreigenerationenhaus Bestandsgebäude

Dacheindeckung erneuerungsbedürftig, z.T. Ziegelbruch wegen Schneelast an Sparrenanker mit Regenwassereintritt.

Wassereintritt am verrotteten Entlüfter

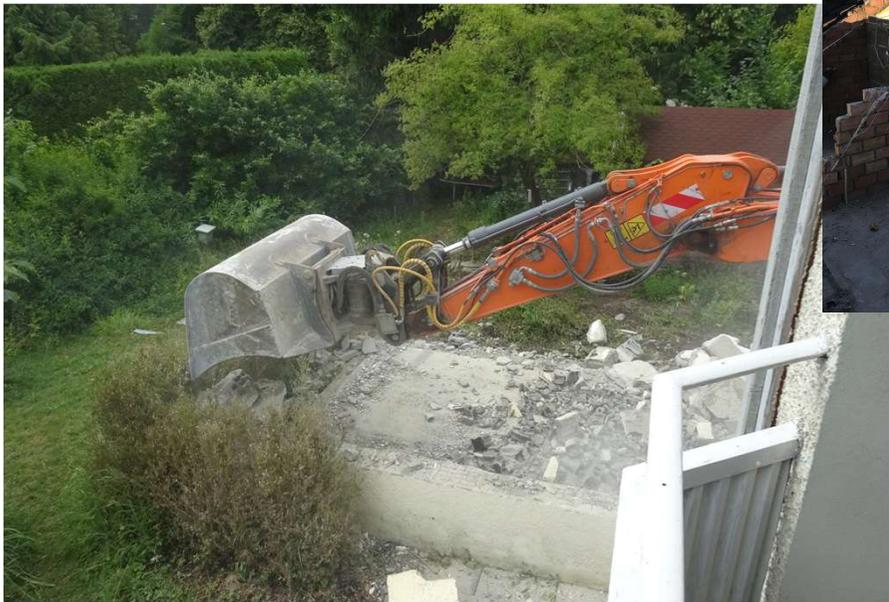
Dachdämmung und Sparren waren noch vollständig intakt



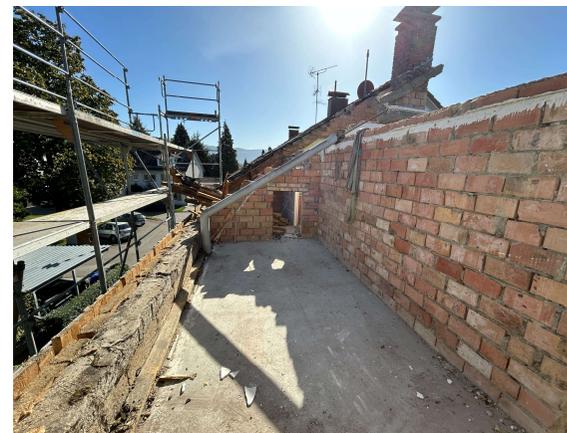
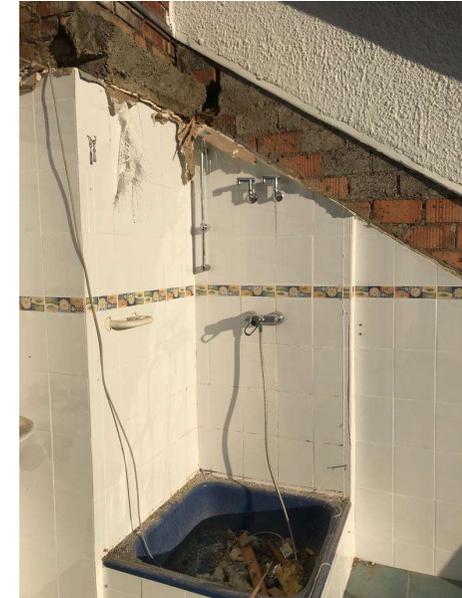


## Dreigenerationenhaus Abriss

Abriss Garage



Abriss Dachgeschoß



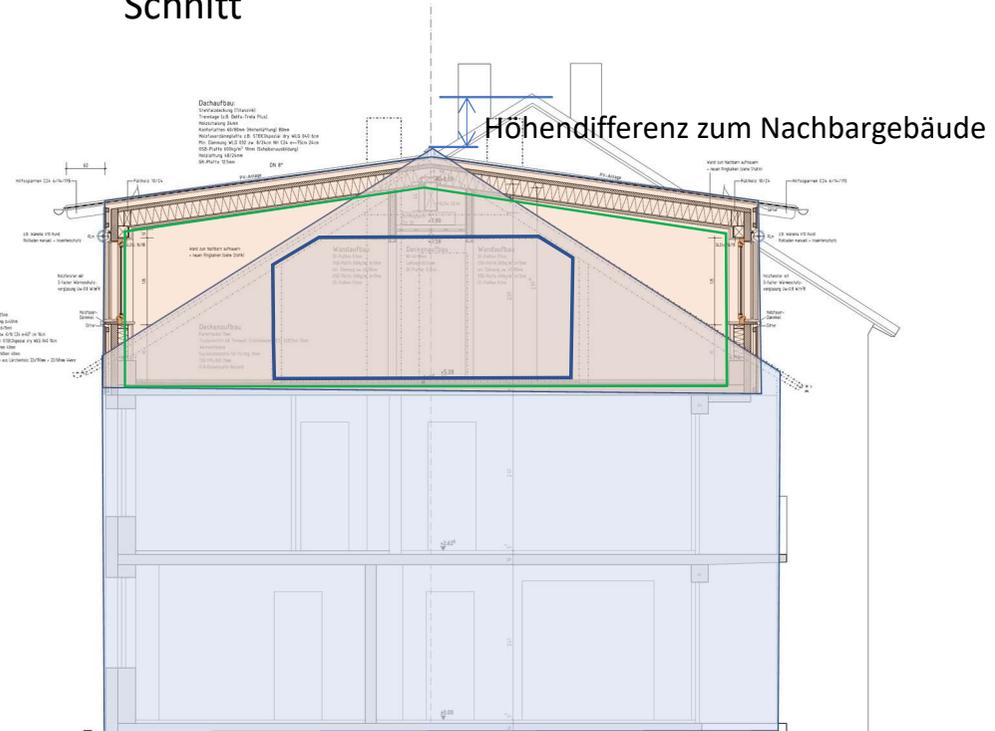


# Dreigenerationenhaus Neubau

Ansicht N/O



Schnitt



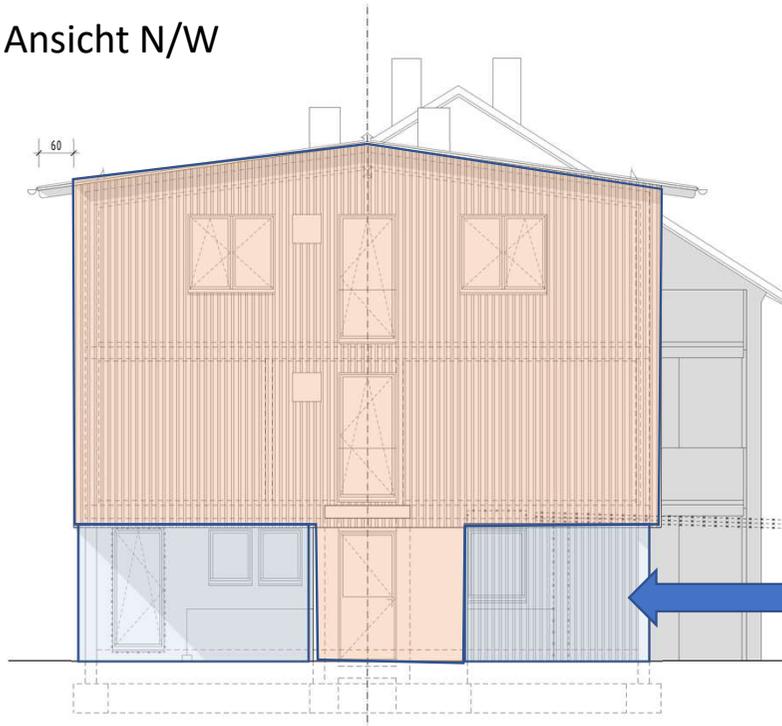
- Bestand
- Neubau

- Ursprüngl. Wohnraum DG
- Neuer Wohnraum DG

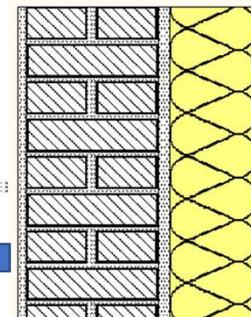


# Dreigenerationenhaus Neubau

Ansicht N/W



## Nachträgliche Dämmung Bestand N/W



**U-Wert = 0,19 W/m<sup>2</sup>K**

Bauteilaufbau: Schichtenfolge von innen nach außen

	Schichtdicke s (cm)	Wärmeleitzahl $\lambda$ (W/mK)
1 Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit	1,50	0,700
2 Bims-Hohlblöcke	24,00	0,460
3 Putzmörtel aus Kalk, Kalkzement und hydraulischem Kalk	2,00	1,000
4 Mineral. und pflanzl. Faserdämmstoff (WLG 035)	16,00	0,035
5 Putzmörtel aus Kalk, Kalkzement und hydraulischem Kalk	1,00	1,000
Gesamtdicke:	44,50 cm	

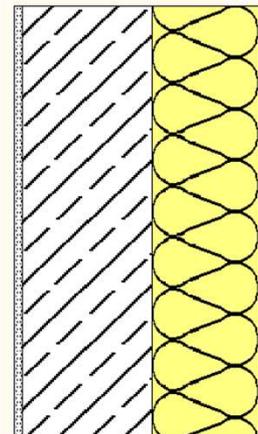
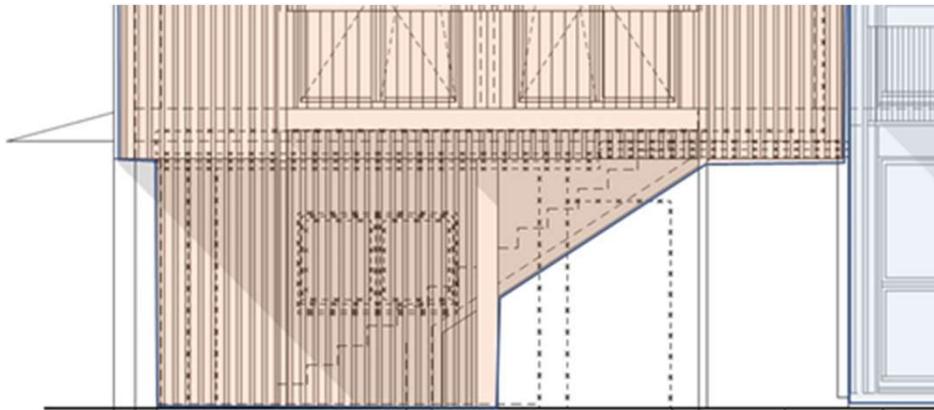
 Bestand

 Neubau



## Dreigenerationenhaus Neubau

### STB Treppenwand



**U-Wert = 0,17 W/m<sup>2</sup>K**

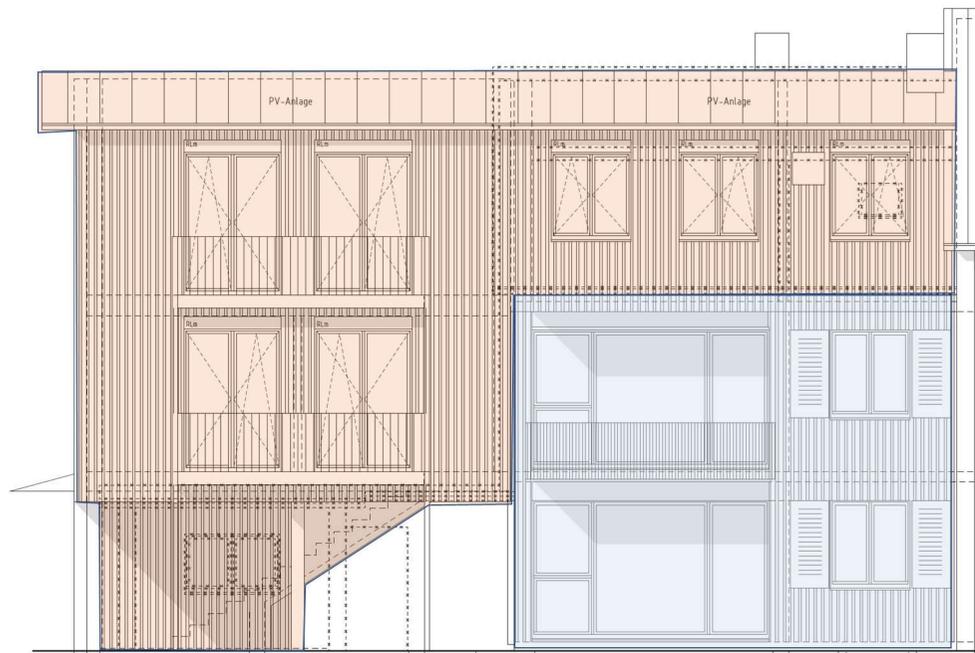
Bauteilaufbau: Schichtenfolge von innen nach außen

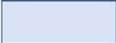
	Schichtdicke	Wärmeleitzahl
	s (cm)	$\lambda$ (W/mK)
1 Putzmörtel aus Kalk, Kalkzement und hydraulischem Kalk	1,50	1,000
2 Beton armiert mit 1% Stahl (DIN 12524)	24,00	2,300
3 Mineral. und pflanzl. Faserdämmstoff (WLG 035)	20,00	0,035
4 Putzmörtel aus Kalk, Kalkzement und hydraulischem Kalk	2,00	1,000
Gesamtdicke:	47,50 cm	



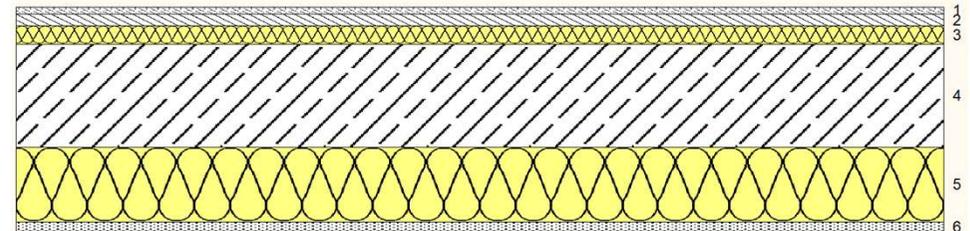
# Dreigenerationenhaus Neubau

Ansicht S/W



 Bestand  
 Neubau

## OG Bodenplatte



U-Wert = 0,16 W/m<sup>2</sup>K

Bauteilaufbau: Schichtenfolge von innen nach außen

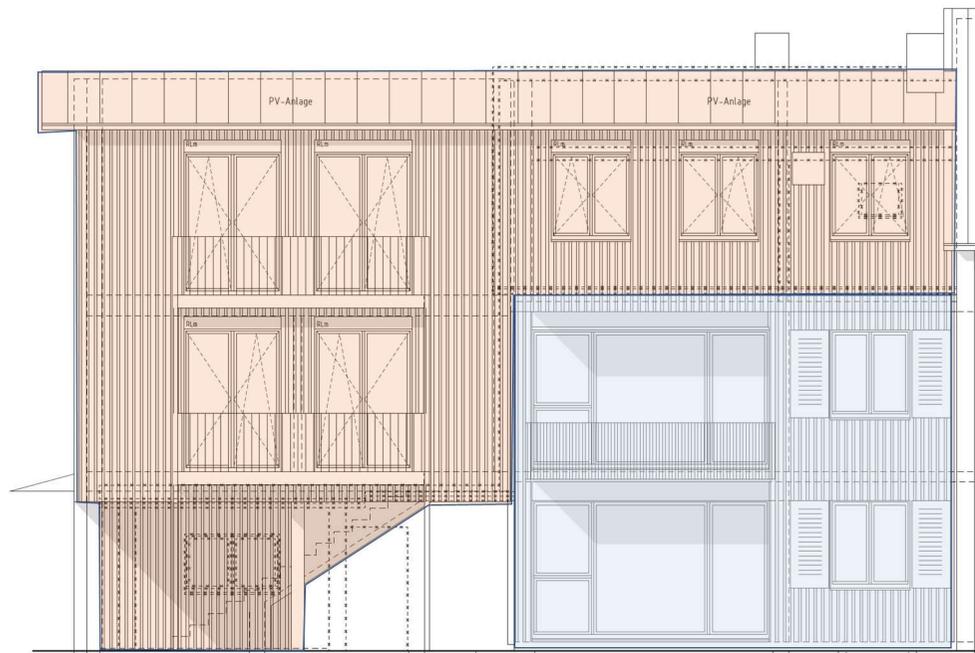
	Schichtdicke s (cm)	Wärmeleitzahl λ (W/mK)
1 Konstruktionsholz (DIN 12524 - 700 kg/m <sup>3</sup> )	1,50	0,180
2 Trockenestrichplatten	2,50	0,580
3 Polystyrol PS -Partikelschaum (WLG 035 - > 20 kg/m <sup>3</sup> )	4,00	0,035
4 Beton armiert mit 1% Stahl (DIN 12524)	22,00	2,300
5 Mineral. und pflanzl. Faserdämmstoff (WLG 035)	16,00	0,035
6 Putzmörtel aus Kalk, Kalkzement und hydraulischem Kalk	2,00	1,000

Gesamtdicke: 48,00 cm



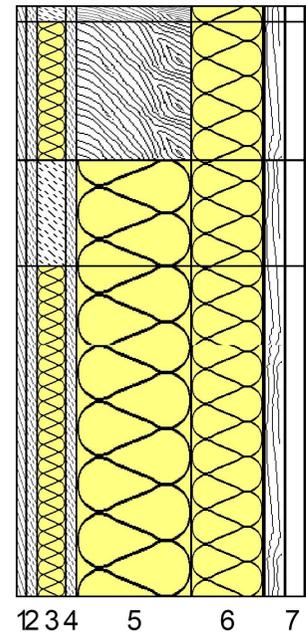


# Dreigenerationenhaus Neubau



- Bestand
- Neubau

## AW Holzständer



- A D Inhom. Schicht(en): Steicoflex 038 / STEICOzell 73,6%
- 1 Gipskartonplatten (DIN 18180)
- 2 OSB-Platten (DIN 12524)
- 3 Steicoflex 038
- 4 OSB-Platten (DIN 12524)
- 5 STEICOzell
- 6 Holzfaser Schneider best wood MULTITHERM 140
- 7 Vorhangschale: Boden-Deckelschalung (senkrecht)

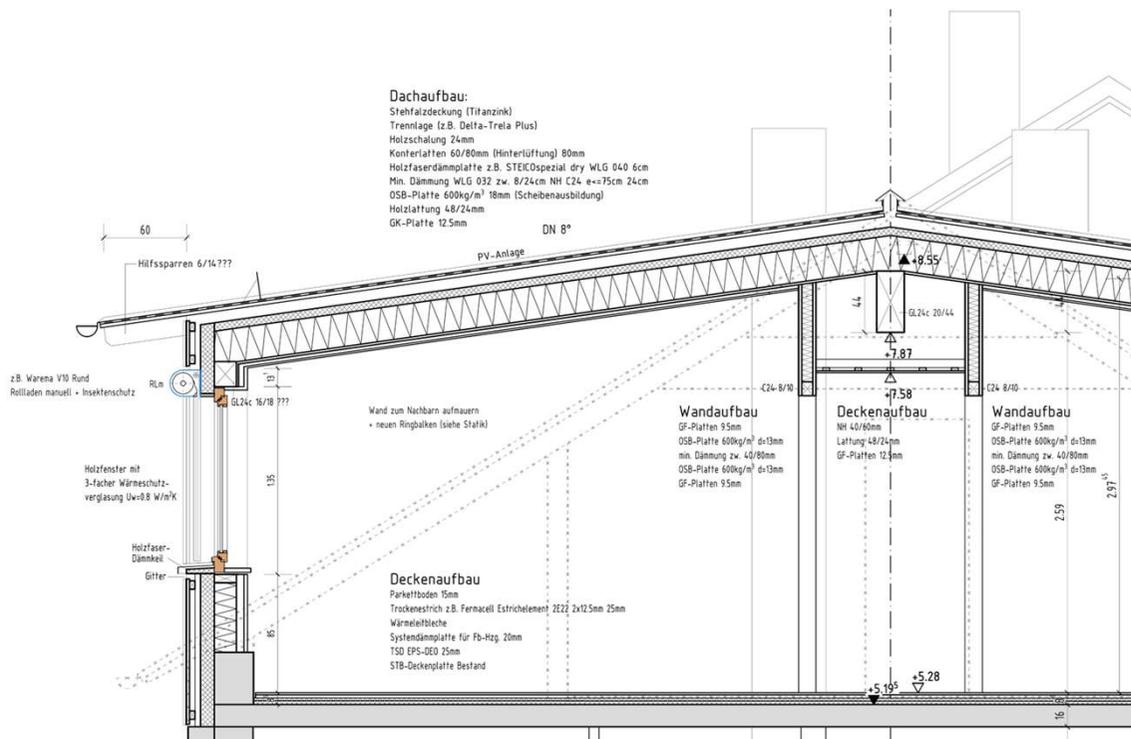
Schichtdicke	Wärmeleitfähigkeit	
s (cm)	$\lambda$ (W/mK)	
1,25	0,250	
1,50	0,130	
1	4,00	0,040
2	1,50	0,130
3	16,00	0,040
4	10,00	0,042
5	8,00	
6		
7	42,25 cm	

**U-Wert = 0,14 W/m<sup>2</sup>K**

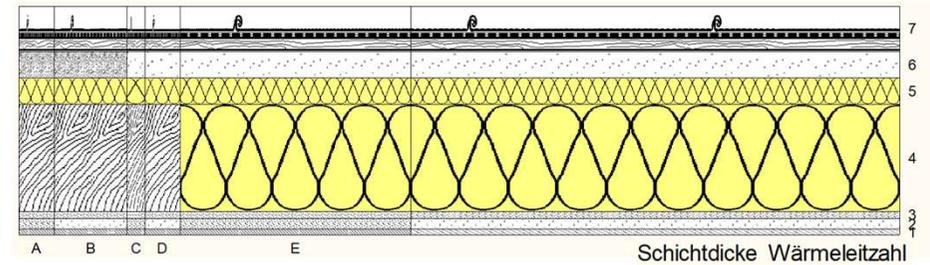




# Dreigenerationenhaus Neubau Dach



## Aufbau Dach



	s (cm)	λ (W/mK)
1 Gipskartonplatten (DIN 18180)	1,25	0,250
2 ruhende Luftschicht (horizontal) bis 300mm Dicke	2,40	0,150
3 OSB-Platten (DIN 12524)	1,50	0,130
4 STEICOzell	24,00	0,040
5 Holzfaserdämmplatten (DIN 68755 - WLG 040)	6,00	0,040
6 stark belüftete Luftschicht (horizontal) bis 300mm Dicke (hinterlüftetes Bauteil)	6,00	0,000
7 Deckung: Stehfalz Zinkblech/Kupfer auf Schalung	10,00	
<b>Gesamtdicke:</b>	<b>51,15</b>	<b>cm</b>

**U-Wert = 0,15 W/m<sup>2</sup>K**





## Dreigenerationenhaus Fundament und Stützen



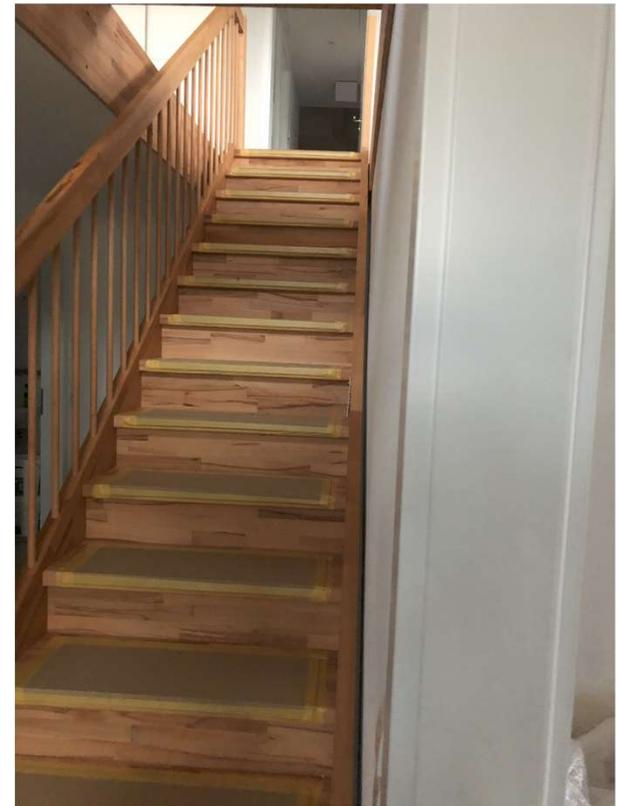


## Dreigenerationenhaus Treppenbau



Treppe EG-OG

Treppe OG-DG





## Dreigenerationenhaus

Dachmontage



Ansicht N/W





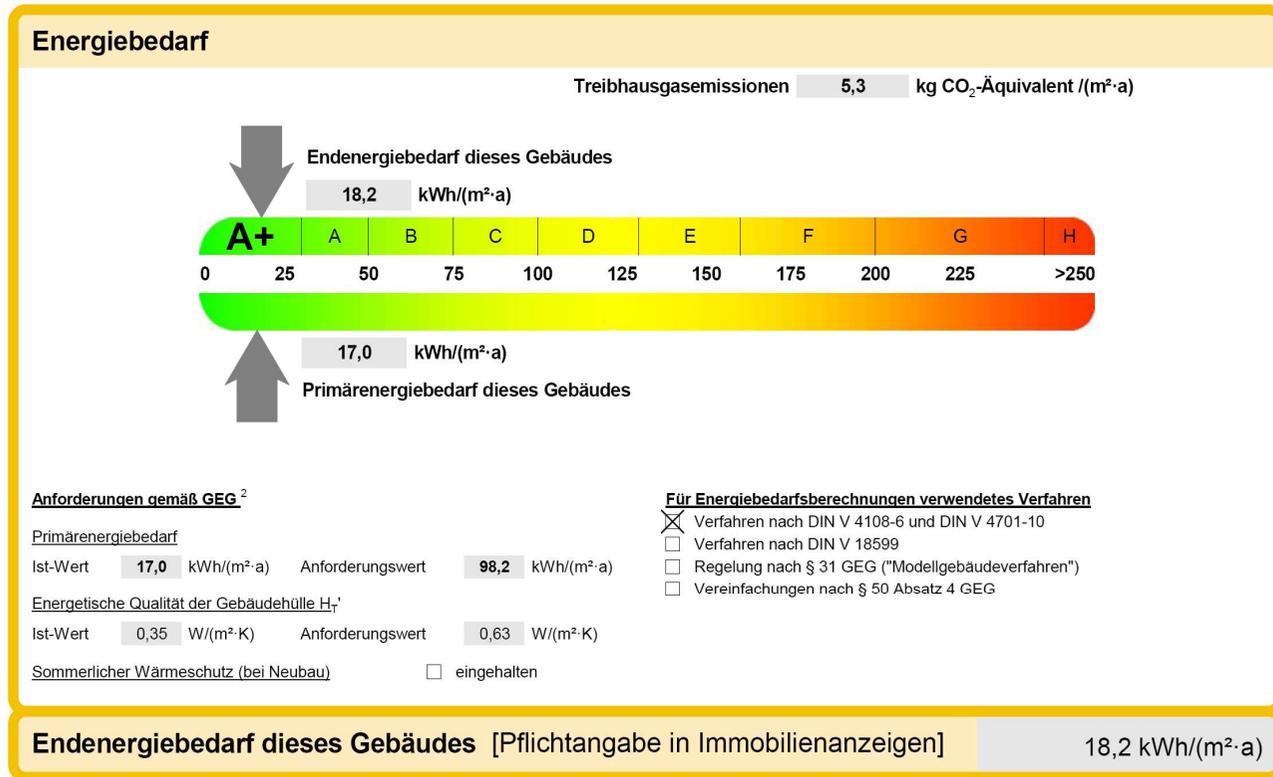
## Dreigenerationenhaus

Ansicht S/W



Ansicht N/O und N/W







## Dreigenerationenhaus Innenräume

Kombinierter Wohnraum mit Küche



Blick in die Schweizer Alpen





## Dreigenerationenhaus Innenräume

Gang OG



Bad OG



Arbeitszimmer OG





## Dreigenerationenhaus Innenräume

### Kinderzimmer



### Aufgang vom Altbau zum Neubau





# Dreigenerationenhaus Technik

## Luft-Wasser-Wärmepumpe Außeneinheit



Viessmann Vitocal 250 A

Hochtemperatur möglich

## Inneneinheit



Fußbodenheizung im Neubau

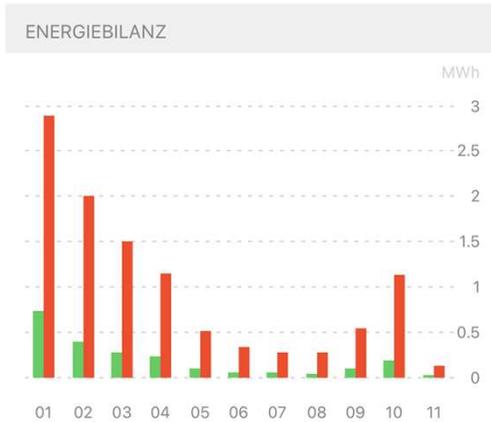




# Dreigenerationenhaus Technik

Luft-Wasser-Wärmepumpe Verbrauch (MWh) und Leistung (kW) Heizung und Warmwasser

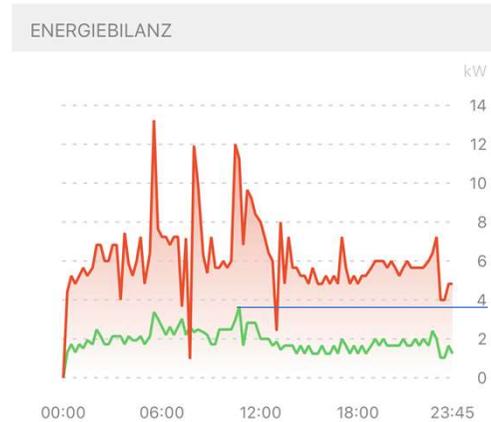
## Bilanz 2024



1. Januar – 31. Dezember 2024

⚡ Energieverbrauch ⓘ	2,16 MWh
⌋ Thermische Leistung ⓘ	10,7 MWh

## Kalter Wintertag

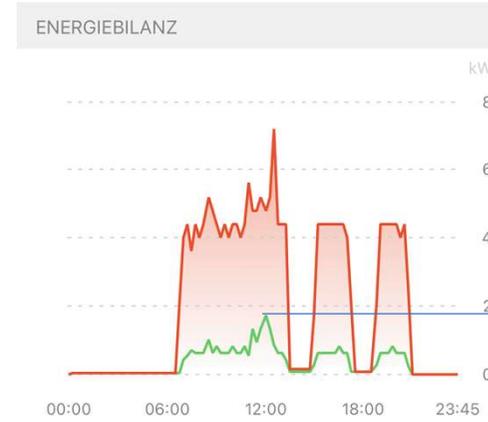


20 Januar 2024

⚡ Energieverbrauch ⓘ	44,9 kWh
⌋ Thermische Leistung ⓘ	146 kWh

Max. el. Leistung : 3,8 kW

## Herbsttag

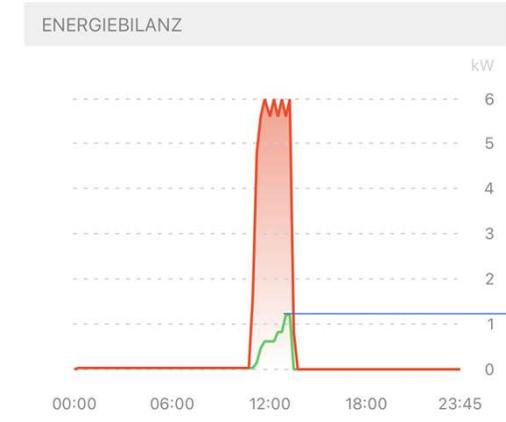


30 Oktober 2024

⚡ Energieverbrauch ⓘ	7,89 kWh
⌋ Thermische Leistung ⓘ	49,2 kWh

Max. el. Leistung : 1,8 kW

## Warmwasserbereitung 55°C



12 August 2024

⚡ Energieverbrauch ⓘ	1,66 kWh
⌋ Thermische Leistung ⓘ	13,5 kWh

Max. el. Leistung : 1,2 kW



## Dreigenerationenhaus Technik

### Lüftungsanlagen

Zehnder Wohnraumlüftungsgerät ComfoAir 160 V,  
160 m<sup>3</sup>/h (100 Pa) für DG Neubau



Luftqualität bei geschlossenen  
Fenstern und Grundlüftung



Meltem M-WRG-S  
Luftleistung 15 bis 97 m<sup>3</sup>/h  
für OG Neubau

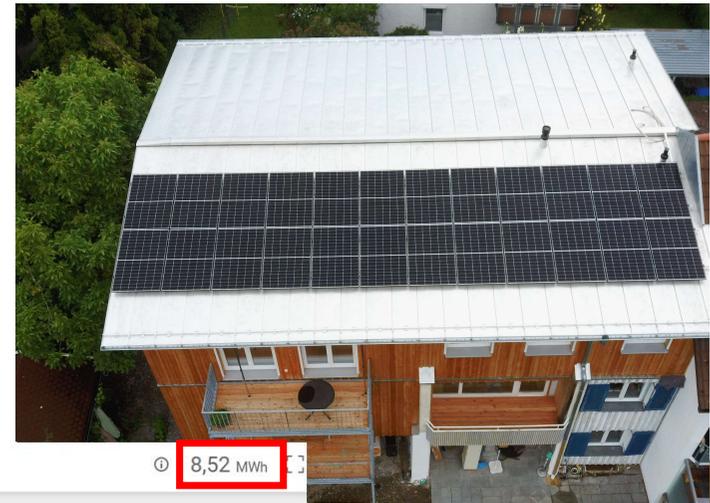


Quelle: Meltem



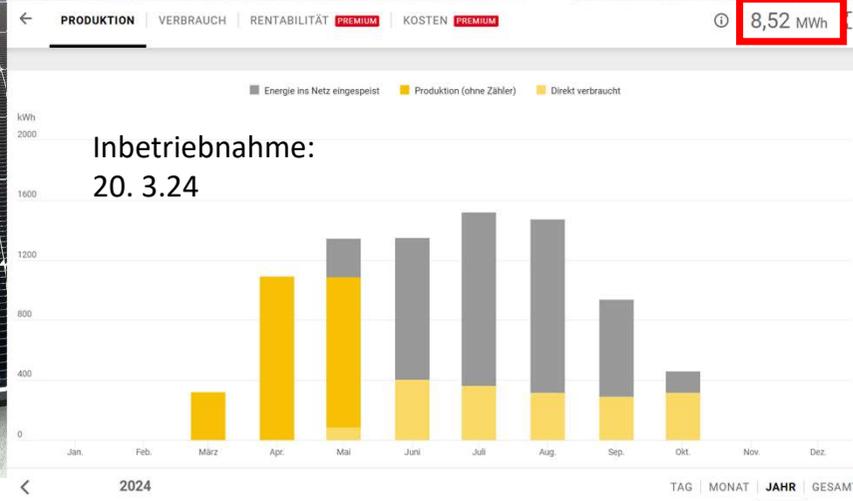
# Dreigenerationenhaus Technik

PV-Anlage 10,2 kWp



Geplant:  
Speicher  
mit 10 kWh

Quelle: BYD





# Dreigenerationenhaus Technik

## Mobilität



Batterierestkapazität: ca. 89%

Renault ZOE



Oktober 2013





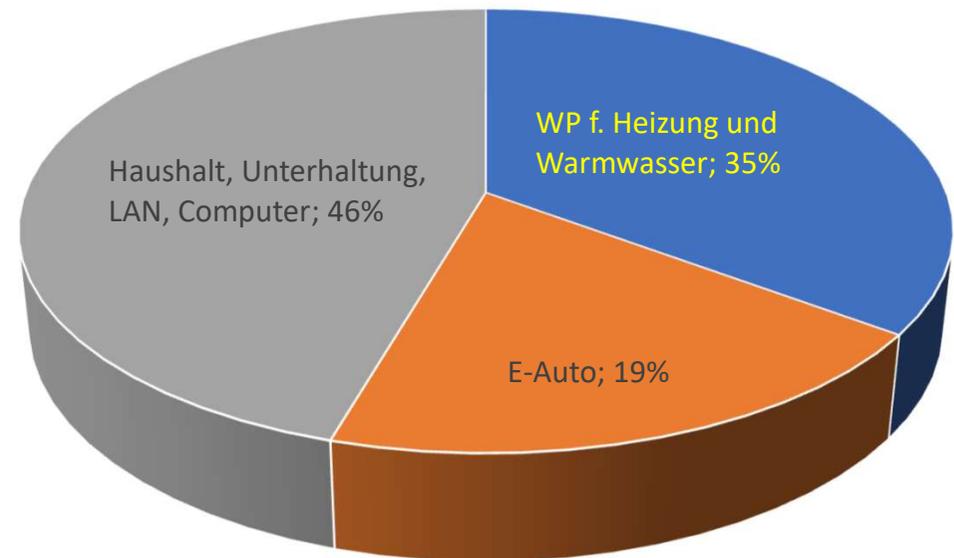
## Dreigenerationenhaus Energiebilanz

Energieverbrauch Jan. - Okt. 2024	Kilowattstunden
WP f. Heizung und Warmwasser	2.607
E-Auto	1.443
Haushalt, Unterhaltung, LAN, Computer *)	3.375
Summe	7.425

Energieertrag PV-Anlage März - Okt. 24	Kilowattstunden
Produktion	8.555
Ins öffentliche Netz geliefert	5.889
direkt genutzt	2.666

### Energieverbrauch prozentual aufgeteilt



\*) Spül-, Waschmaschine, Trockner, Herd, Lüftung, Unterhaltungselektronik, Computer und Licht



## Dreigenerationenhaus Garten und Umgebung

### Regenwasserüberlauf

