

## **4. Architektenforum: Das Gebäude als Kraftwerk**

Light+Building, 3. April 2014

### **Sanierung eines Wohnhauses zu einem Plusenergiehaus mit Elektromobilität**

Renovation of a residential home to a  
plus energy house with electromobility



**VERKAUFSEXPOSE 1969**

**Darmstadt Adelongstrasse 9**  
**Nähe Parkhaus Grafenstrasse**  
**Geschäftszeiten: tägl. 8.30-18.00**  
**Samst. 9.00-13.00 Tel. 20372+20609**

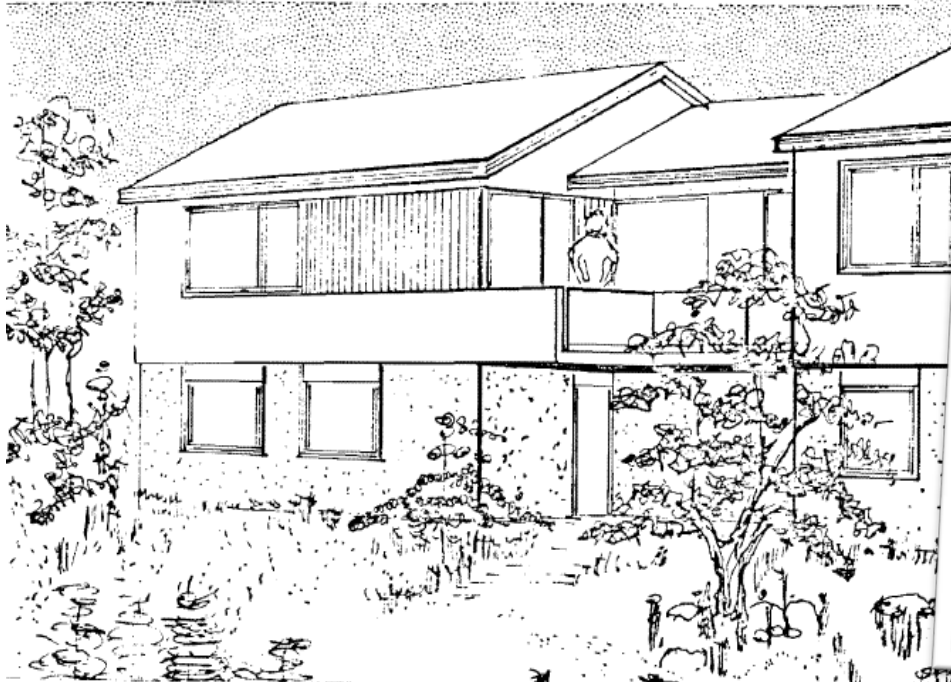
**MÜLLER KG**  
**IMMOBILIEN**

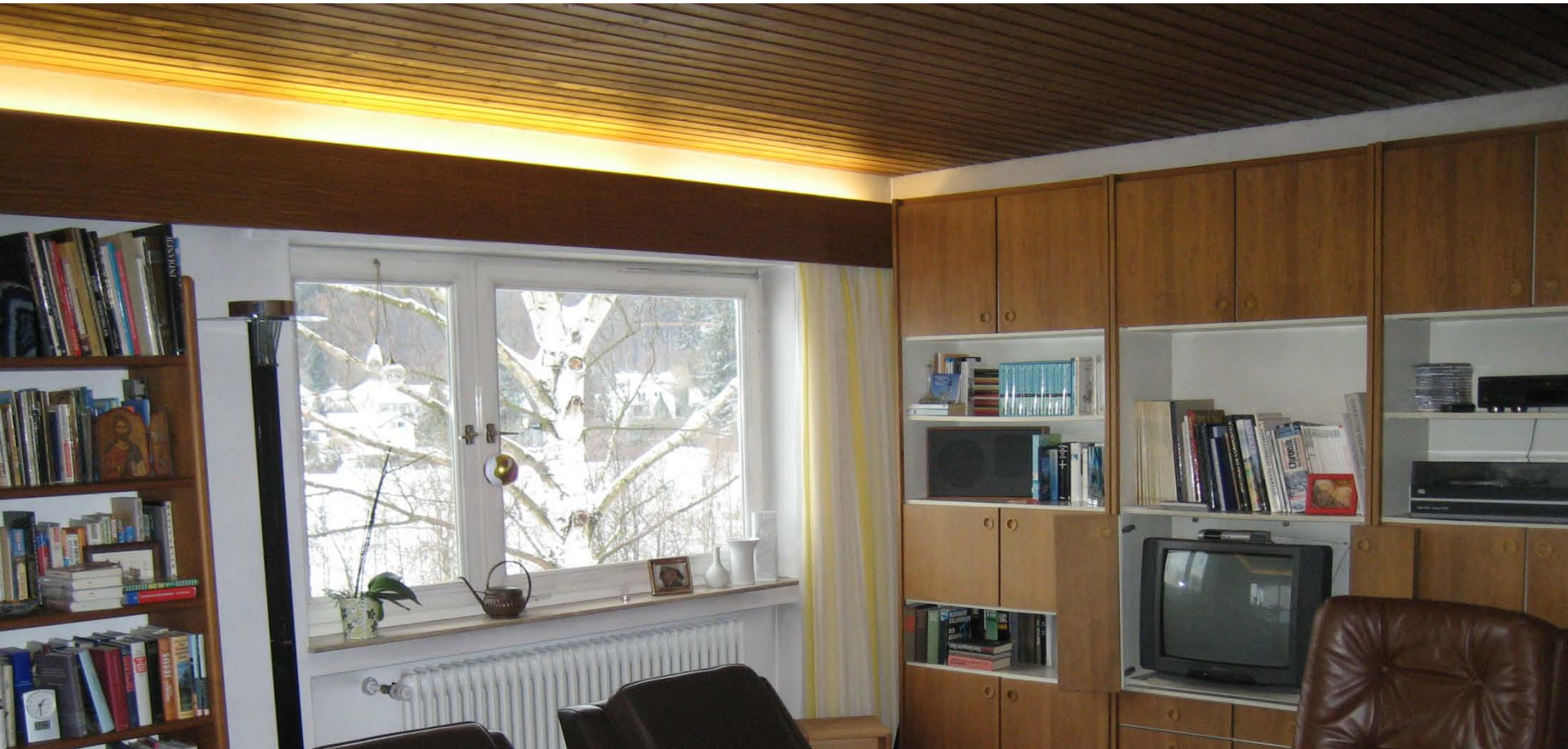
Wir gestatten uns, Ihnen auf Grund eines erteilten Verkaufsauftrages nachfolgend näher bezeichnetes Immobilien-Objekt zu offerieren:

Projekt:

Moderens Komfort-Einfamilien-Wohnhaus (Landhausstil),  
-schlüsselfertig- Villenvorort Trautheim, 5 km vom  
Zentrum Darmstadts in herrlicher, bevorzugter Südwest-  
hand-Wohnlage mit freier, unverbaubarer Fernsicht.

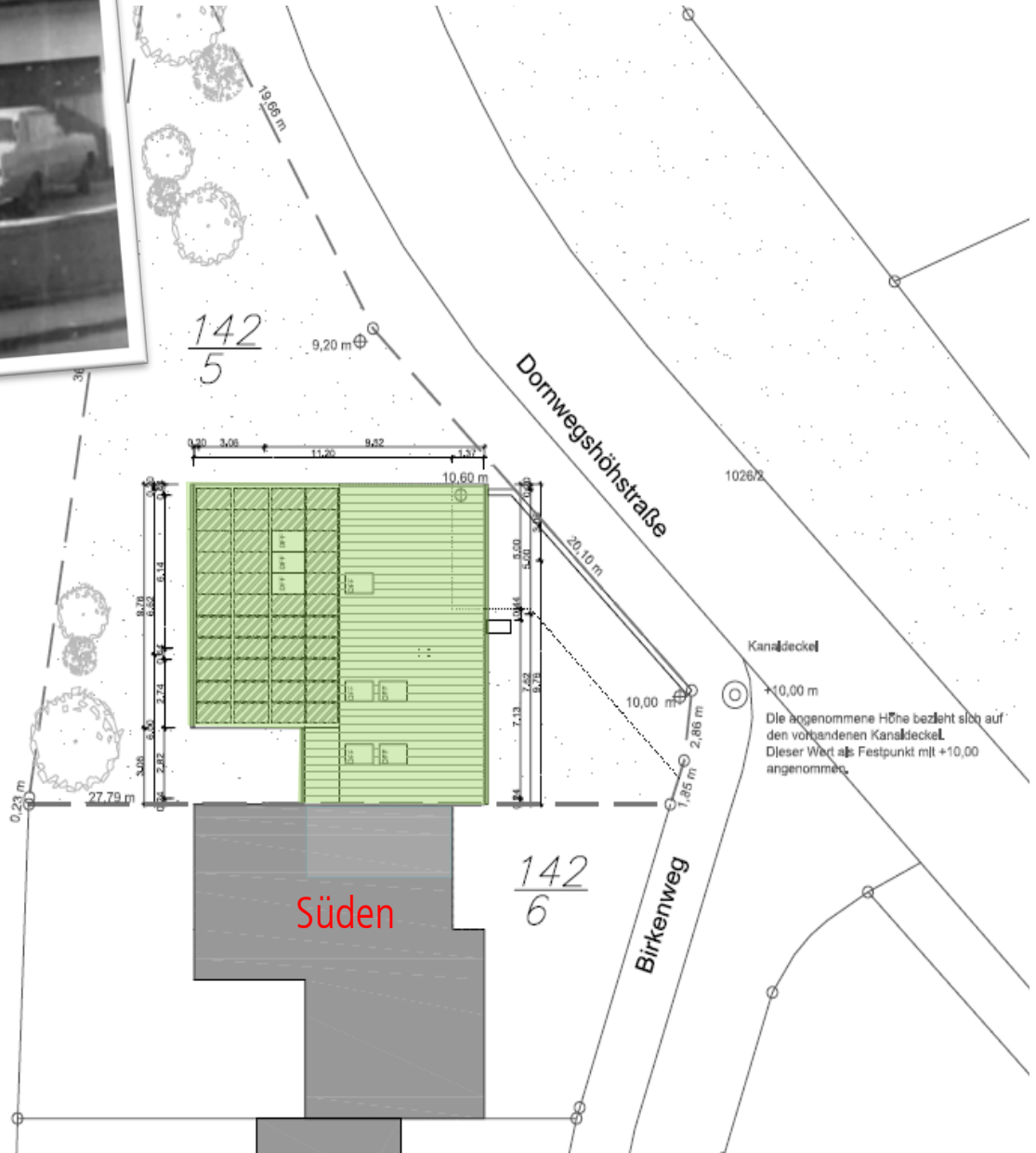
Ölzentralheizung, zentrale Warmwasserversorgung,  
überdachte Terrasse und überdachter Balkon sind  
ebenso wie eine beheizte in das Haus einbezogene  
Garage

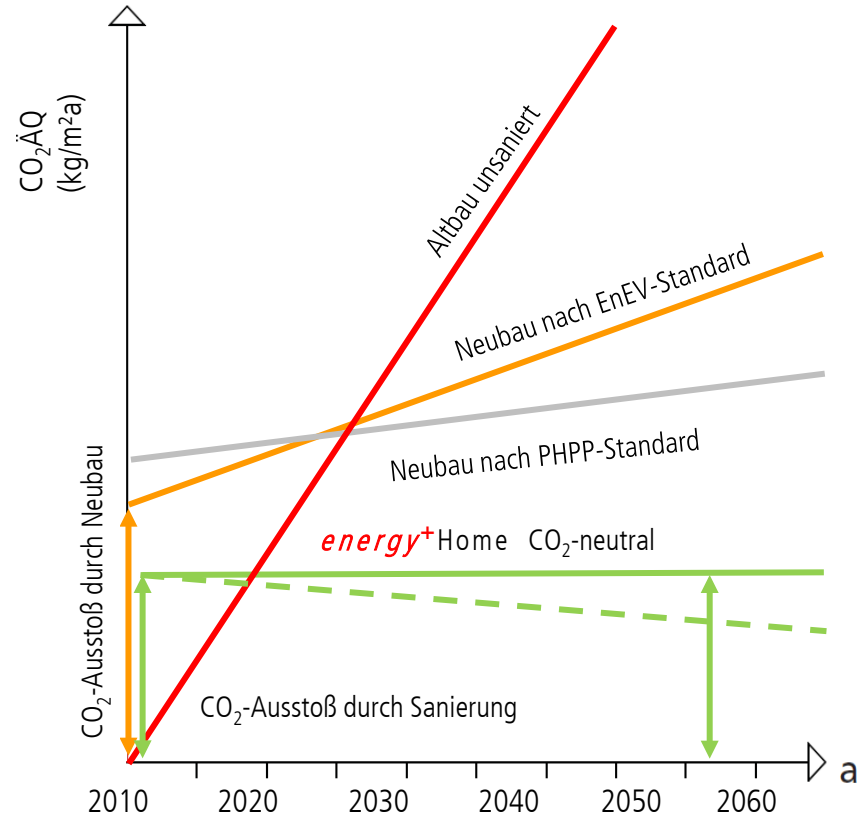
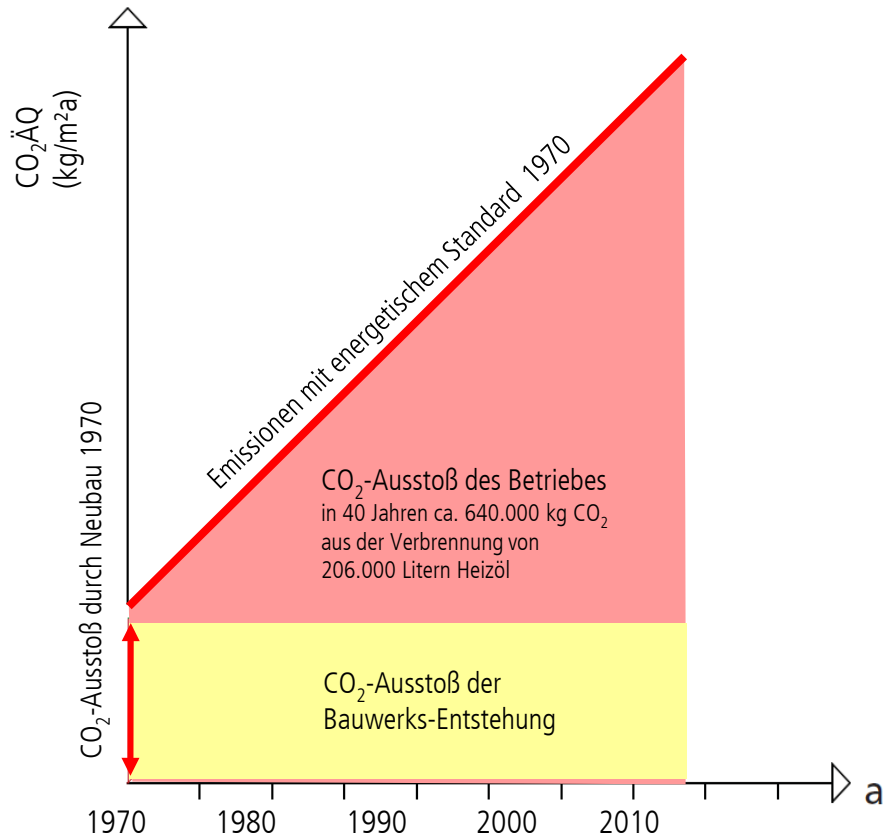






Landschaftsschutzgebiet





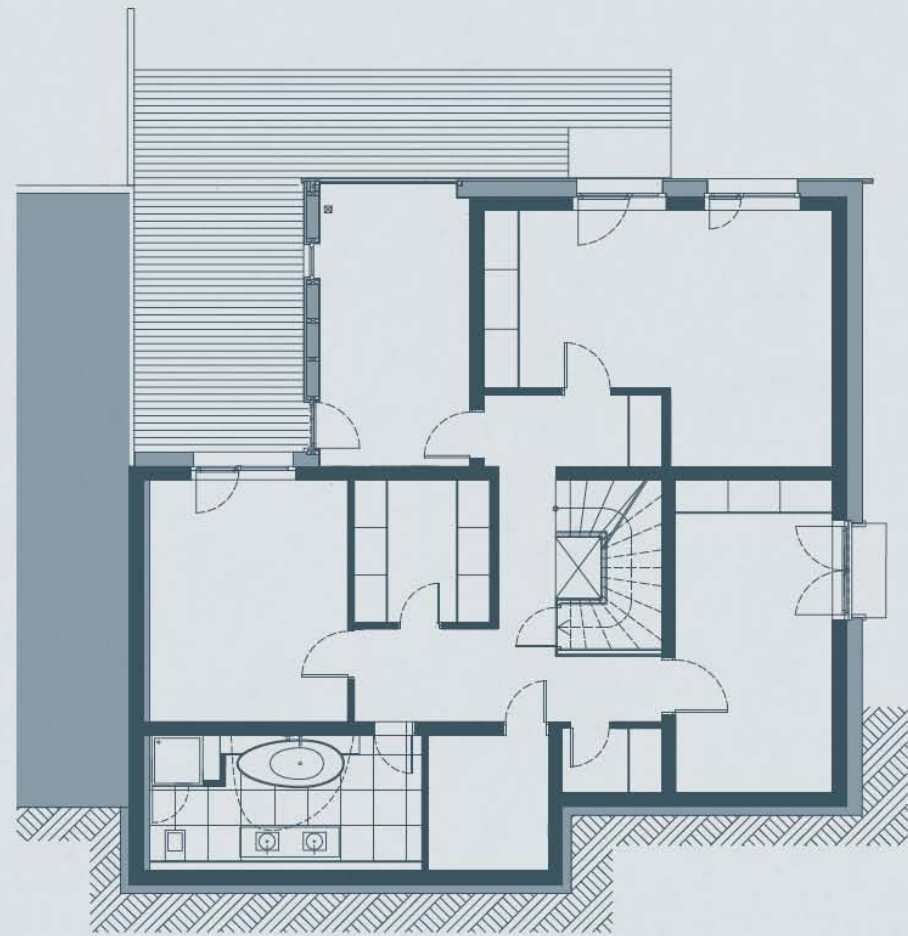


Vorher / Nachher	1970 – 2010	ab 2011
Wohnfläche	158 m <sup>2</sup>	185 m <sup>2</sup>
Heiz- und Strom- Energieverbrauch	408 kWh/m <sup>2</sup> a	<b>0 kWh/m<sup>2</sup>a</b>
Heizölverbrauch	<b>5.680 Liter/Jahr</b> (=206.000 Liter)	<b>0 Liter/Jahr</b>
CO <sub>2</sub> -Emission	16.000 kg/Jahr (= 640.000 kgCO <sub>2</sub> )	<b>- 5.000 kg/Jahr</b>



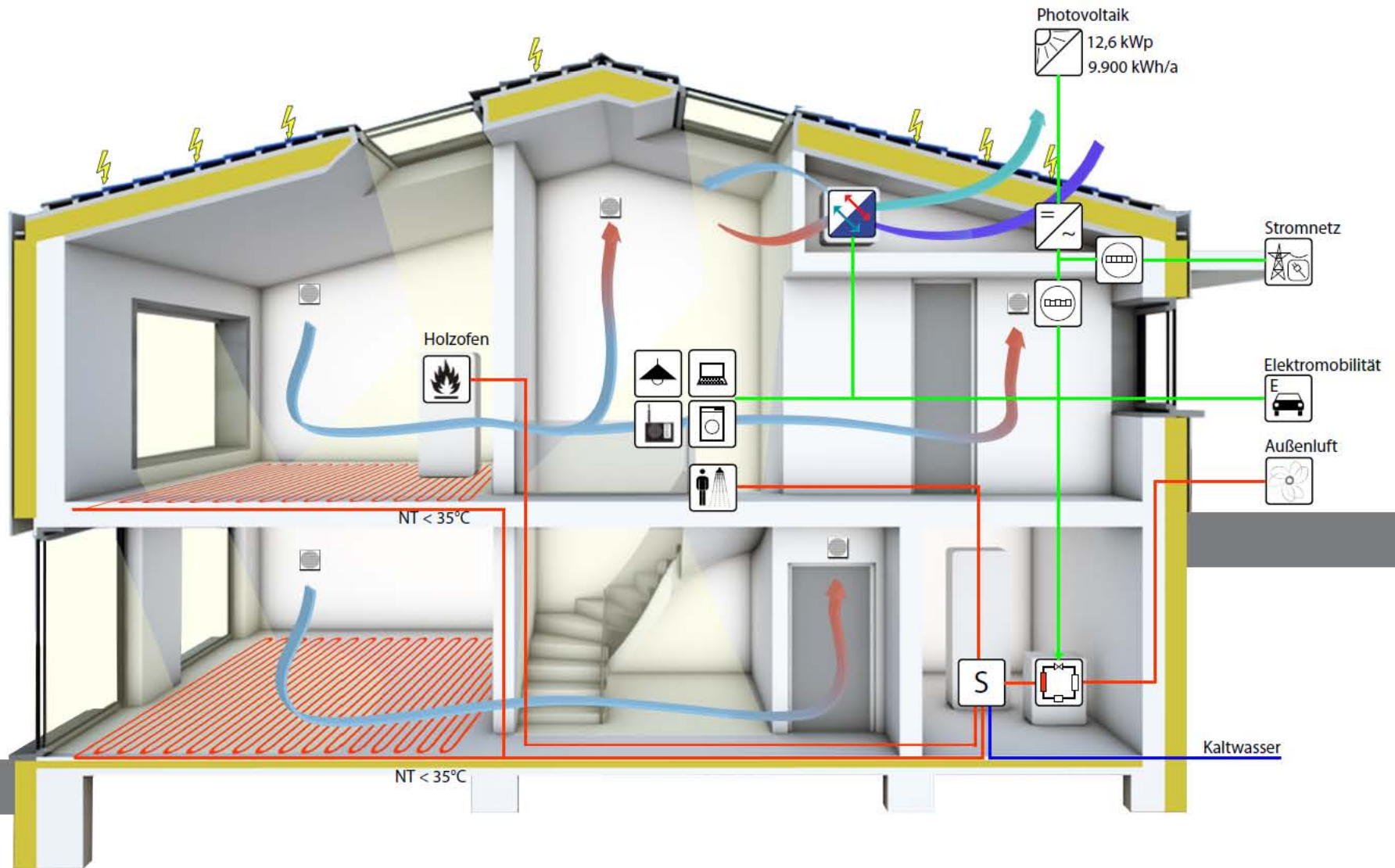


GRUNDRISS ERDGESCHOSS

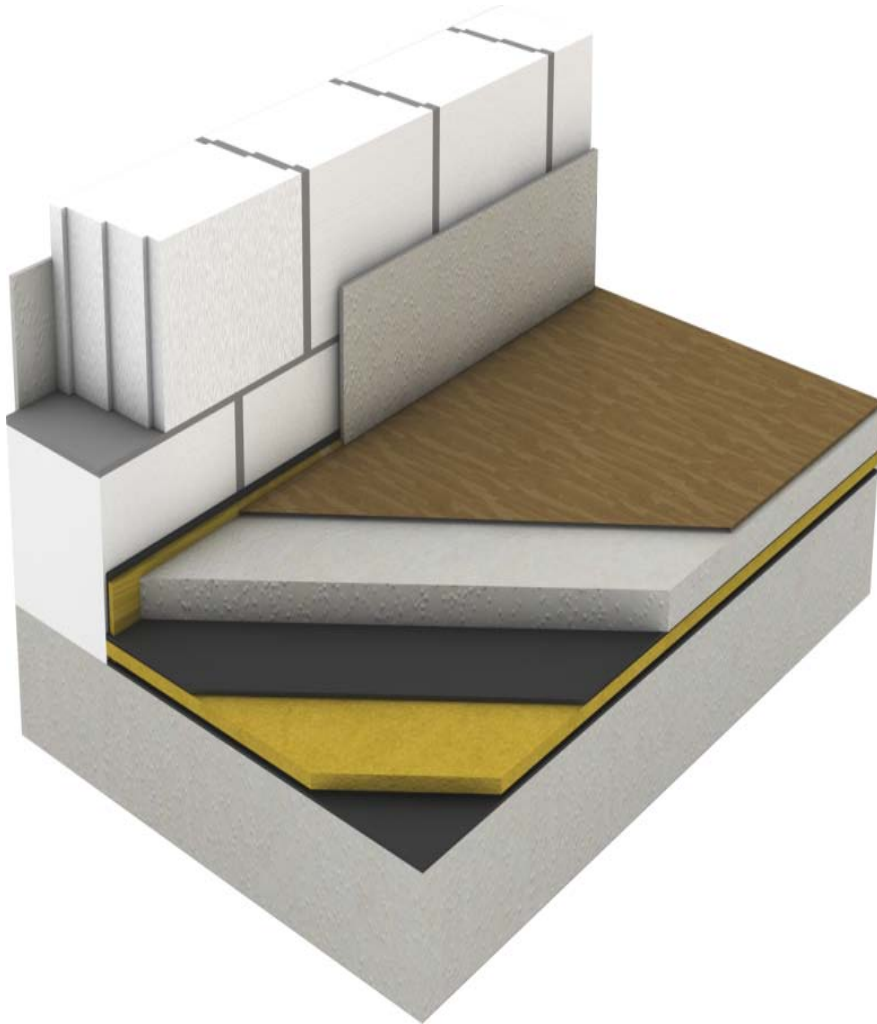


GRUNDRISS UNTERGESCHOSS

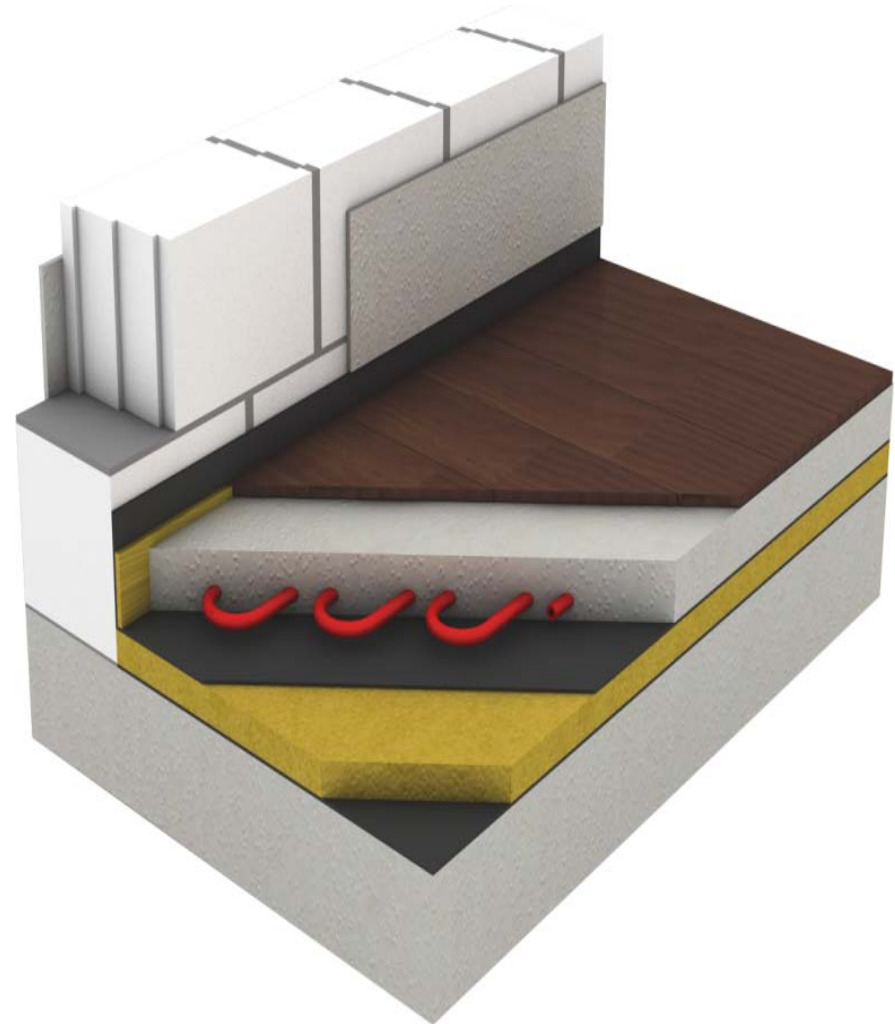


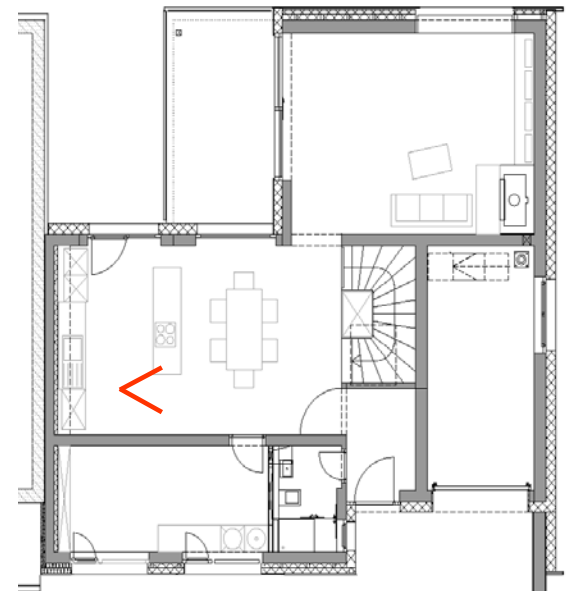


Bodenaufbau Bestand



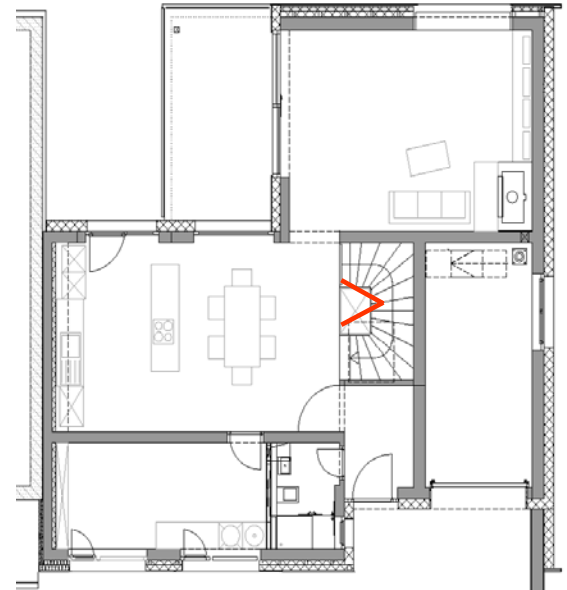
Bodenaufbau neu

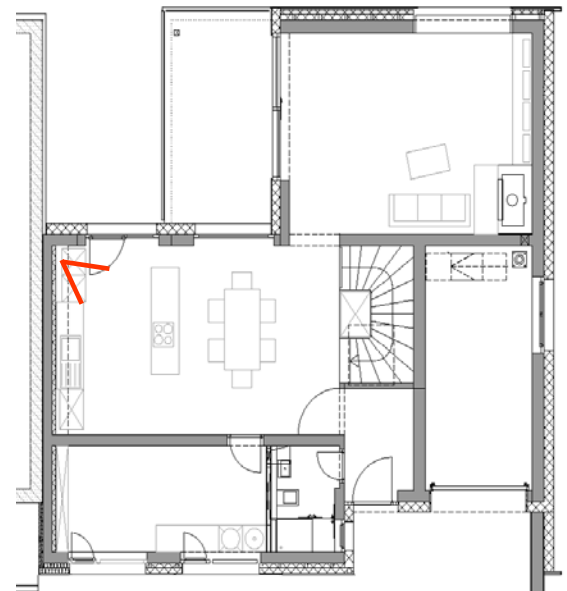






TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT





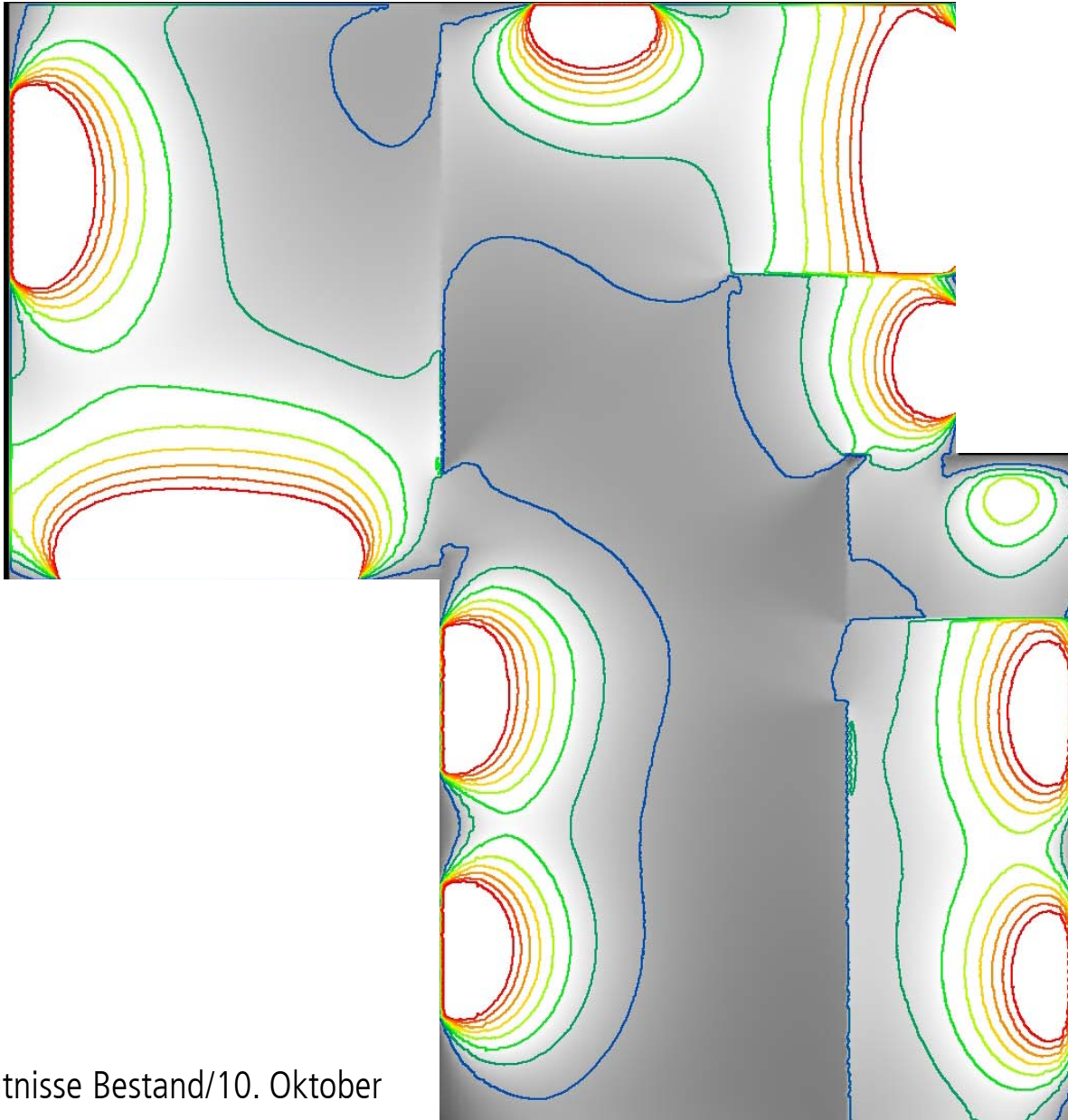




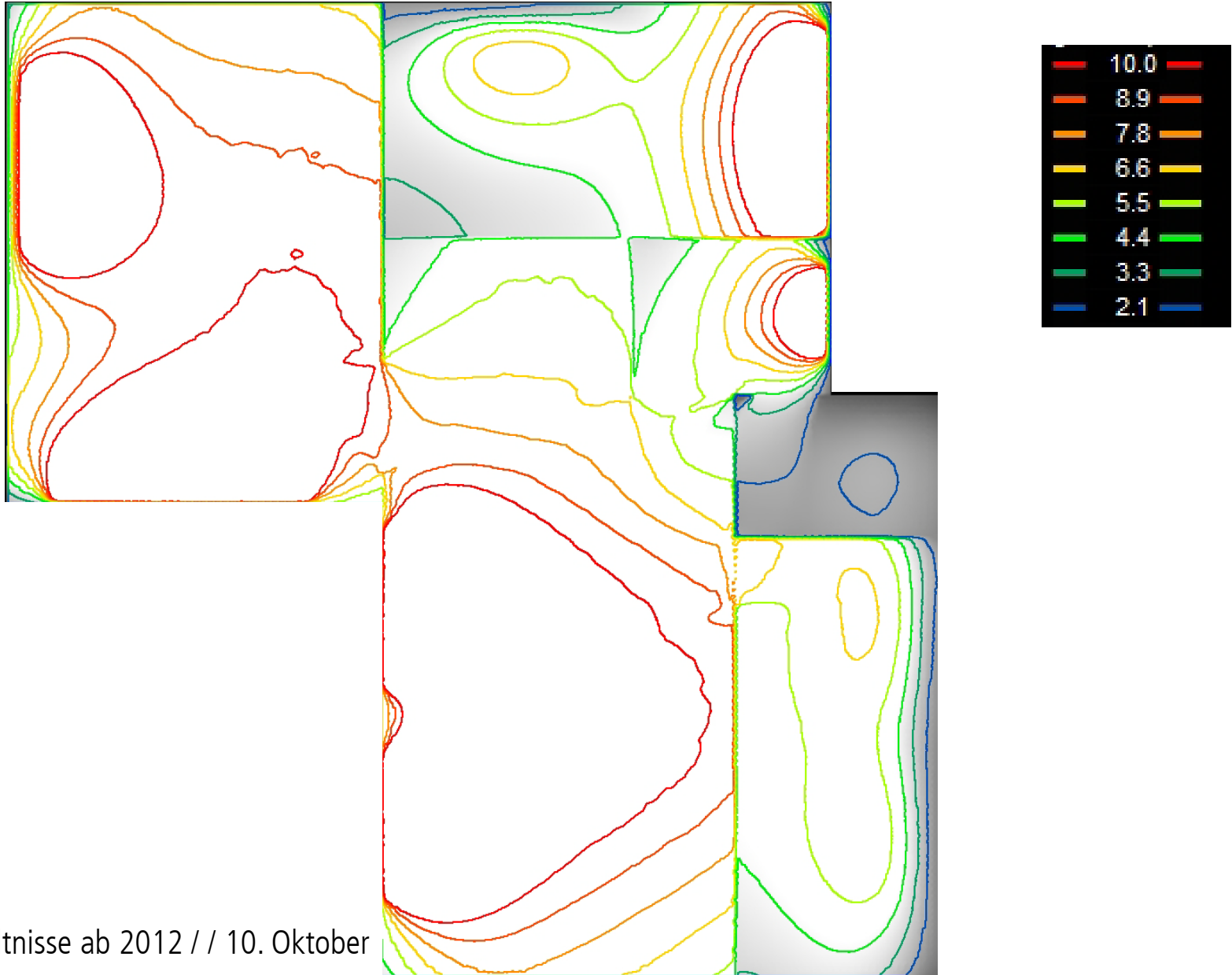






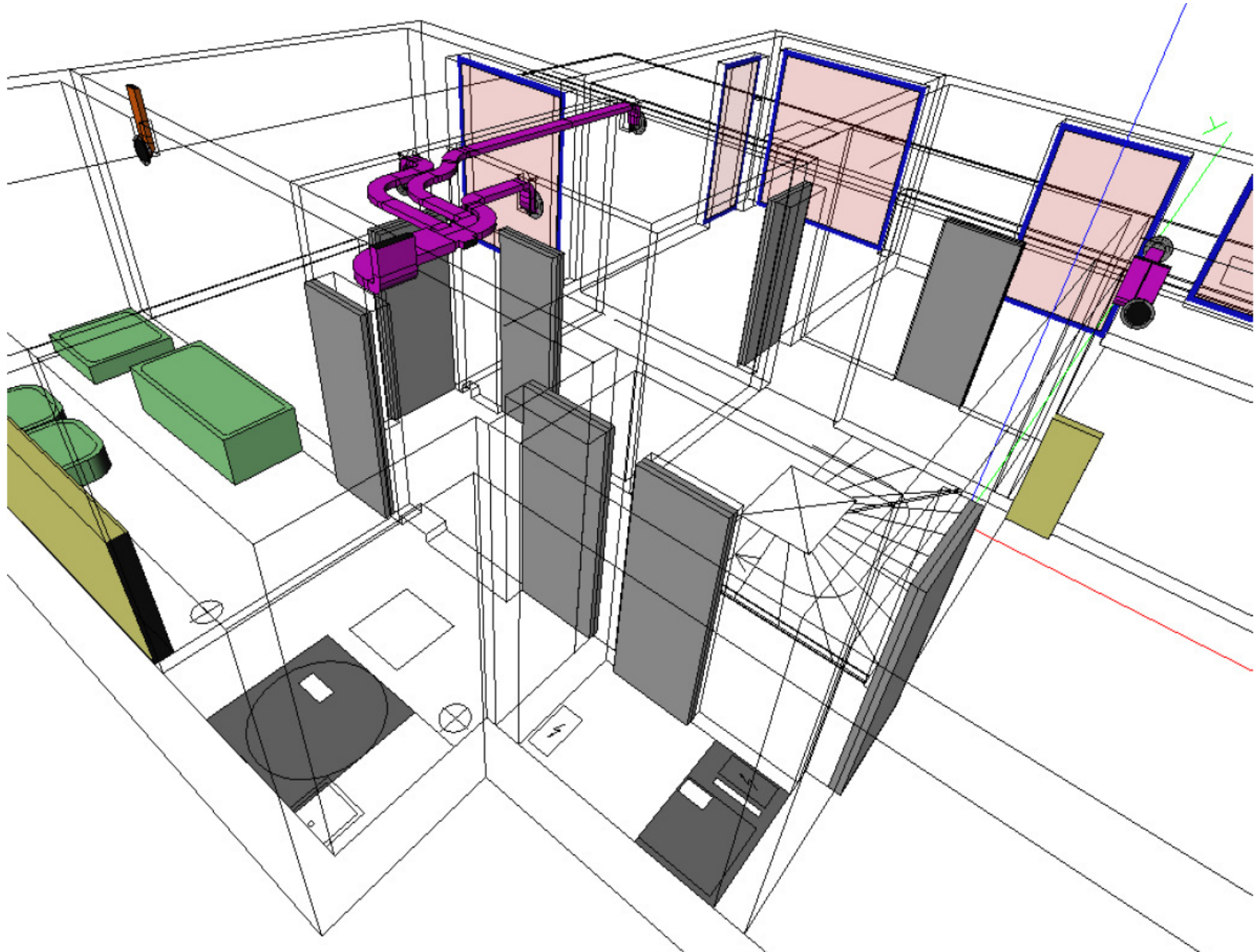


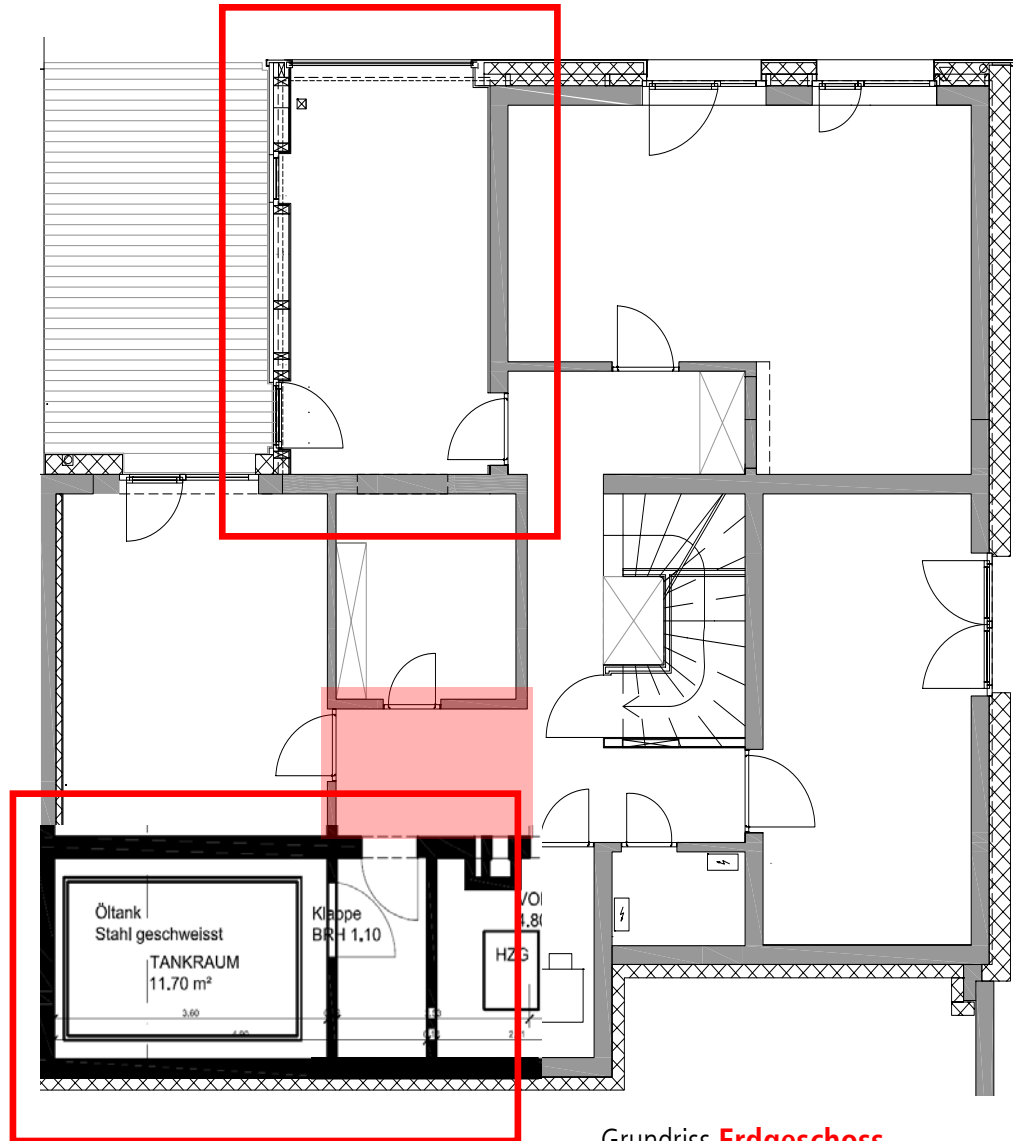
Tageslichtverhältnisse Bestand/10. Oktober



Tageslichtverhältnisse ab 2012 // 10. Oktober

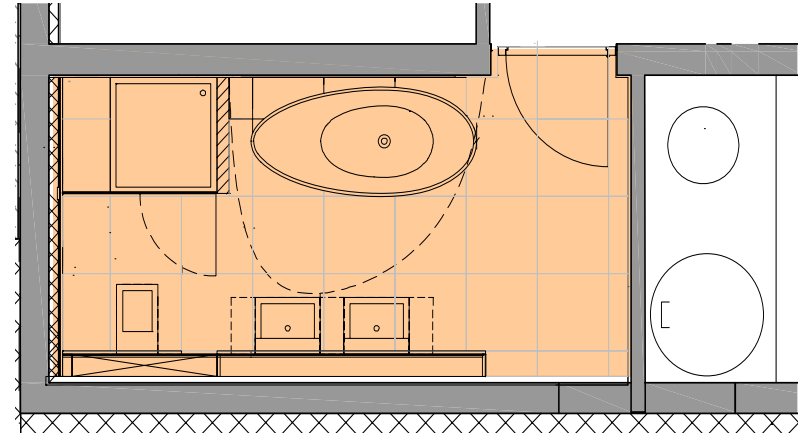
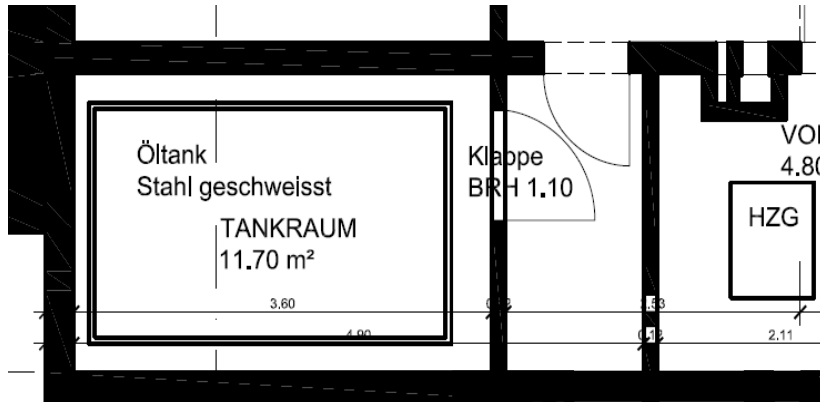
## Integration von Licht und Lüftung UG













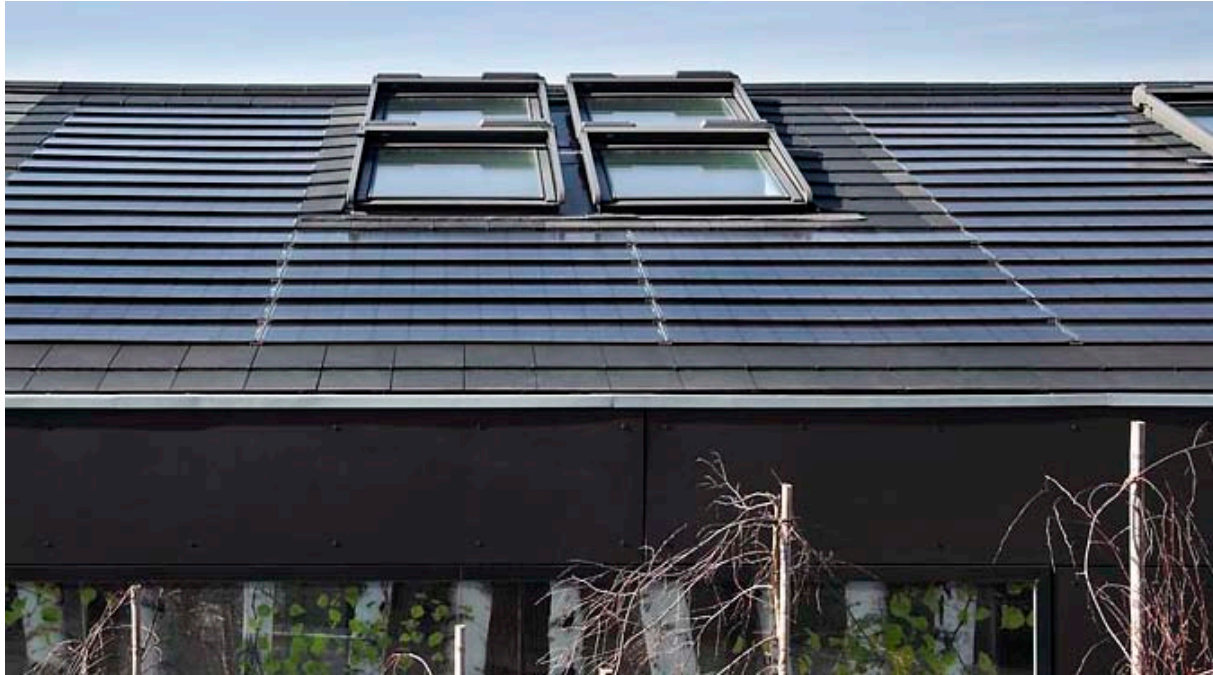




Maßnahme	EnEV 2009	KfW-70-Standard	energy+Home
Außenwand ca. 200 m <sup>2</sup>	--	+ 1.740 €	+ 3.500 €
Dach ca. 100 m <sup>2</sup>	--	+ 1.670 €	+ 2.000 €
Wand gegen Erdreich ca. 75 m <sup>2</sup>	--	+ 680 €	+ 500 €
Kellergrundfläche ca. 100 m <sup>2</sup>	--	+ 2.220 €	- 830 €
Fenster ca. 70 m <sup>2</sup>	--	+ 5.630 €	+ 11.250 €
Heizungsanlage Öl (Bestand)	Öl neu (+ 5.800 €)	Öl neu (+ 5.800 €)	Wärmepumpe + 3.000 €
Solarthermie	Keine	+ 5.500 €	0 €
Lüftungsanlage	Ja	Ja	Ja
Photovoltaik	Keine	0 €	34.000 €
Mehrinvestitionskosten	--	+ 17.440 €	+ 53.420 €
Förderung	Keine	- 1.500 € (Solarthermie)	- 5.000 € Tilgungszuschuss KfW
Mehrinvestitionskosten gegenüber EnEV-Standard	--	+ 15.940 €	+ 48.420 €
Flächengewinne durch Wegfall Öl	Keine	Keine	ca. 28 m <sup>2</sup>
<b>Wertzuwachs Flächengewinne</b> (Ansatz 2.000 €/m <sup>2</sup> Wohnnutzfläche)	Keine	Keine	- 56.000 € Umwandlung Öltankraum + Heizungsraum in Wohnfläche (Wellnessbad)
<b>Kosten abzüglich Wertgewinne</b>	<b>0,00 €</b>	<b>15.940 €</b>	<b>- 7.580 €</b>
Laufende Kosten pro Jahr	2.600 €/a	2.215 €/a	- 240 €/a
davon Gas	1.050 €/a	510 €/a	--
davon Strom	1.270 €/a	1.420 €/a	1.660 €/a Wärmepumpe + Haushaltsstrom
davon Wartung (Heizung)	285 €/a	285 €/a	100 €/a
davon Netzeinspeisevergütung	0 €	0 €	- 2.000 €/a aus Solaranlage
<b>Laufende Kosten in 20 Jahren</b> 2% Preissteigerung	<b>52.000 €</b>	<b>44.300 €</b>	<b>- 10.040 €</b>



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT



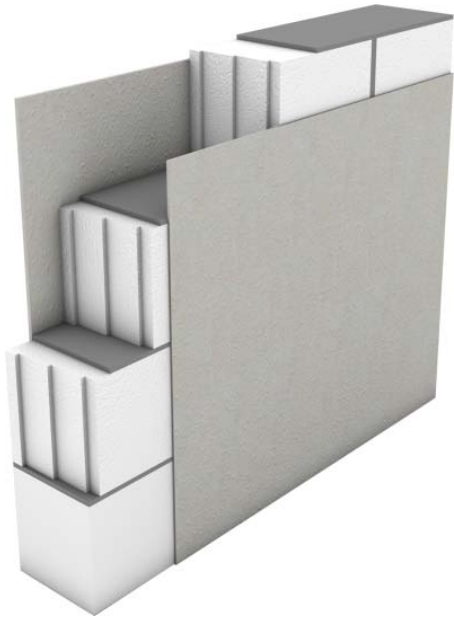
Bedarf für Haushaltsstrom und Heizsystem ca. 4.150 kWh/a  
Dieser wird von der Photovoltaikanlage mit 12,8 kW<sub>p</sub> gedeckt.

Der weiterhin produzierte Stromüberschuss von ca. 3.350 kWh reicht aus, um mit einem elektrisch angetriebenen PKW bei einem Verbrauch von **14 kW/100 km etwa 23.000 km/a** zurückzulegen.

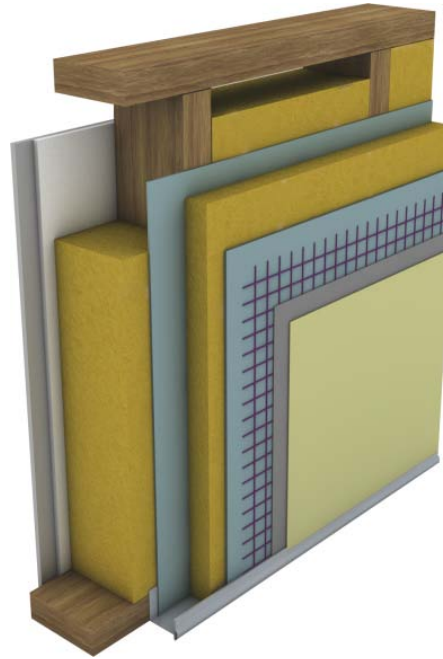
### CO<sub>2</sub> Emissionen über einen Betrachtungszeitraum von 20 Jahren



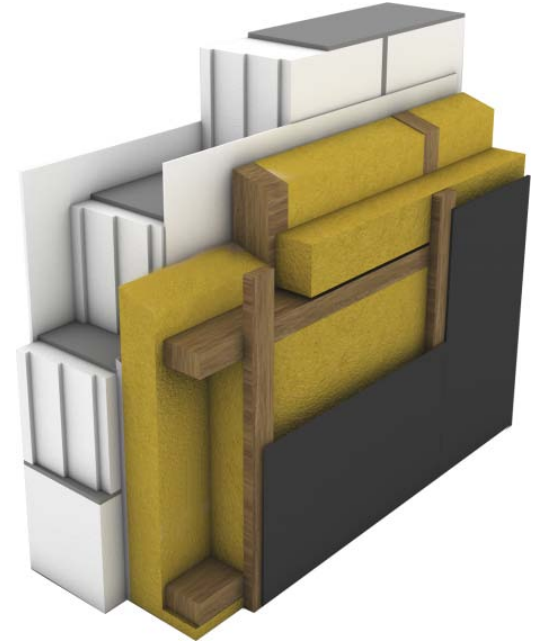
	Bestandsgebäude	EnEV-Referenzgebäude	»Passivhausstandard«	<i>energy+Home</i>
1. Jahr	24.692 kg	7.776 kg	6.000 kg	-2.000 kg
10. Jahr	247.000 kg	77.776 kg	60.000 kg	-20.000 kg
20. Jahr	494.000 kg	155.515 kg	120.000 kg	-40.000 kg



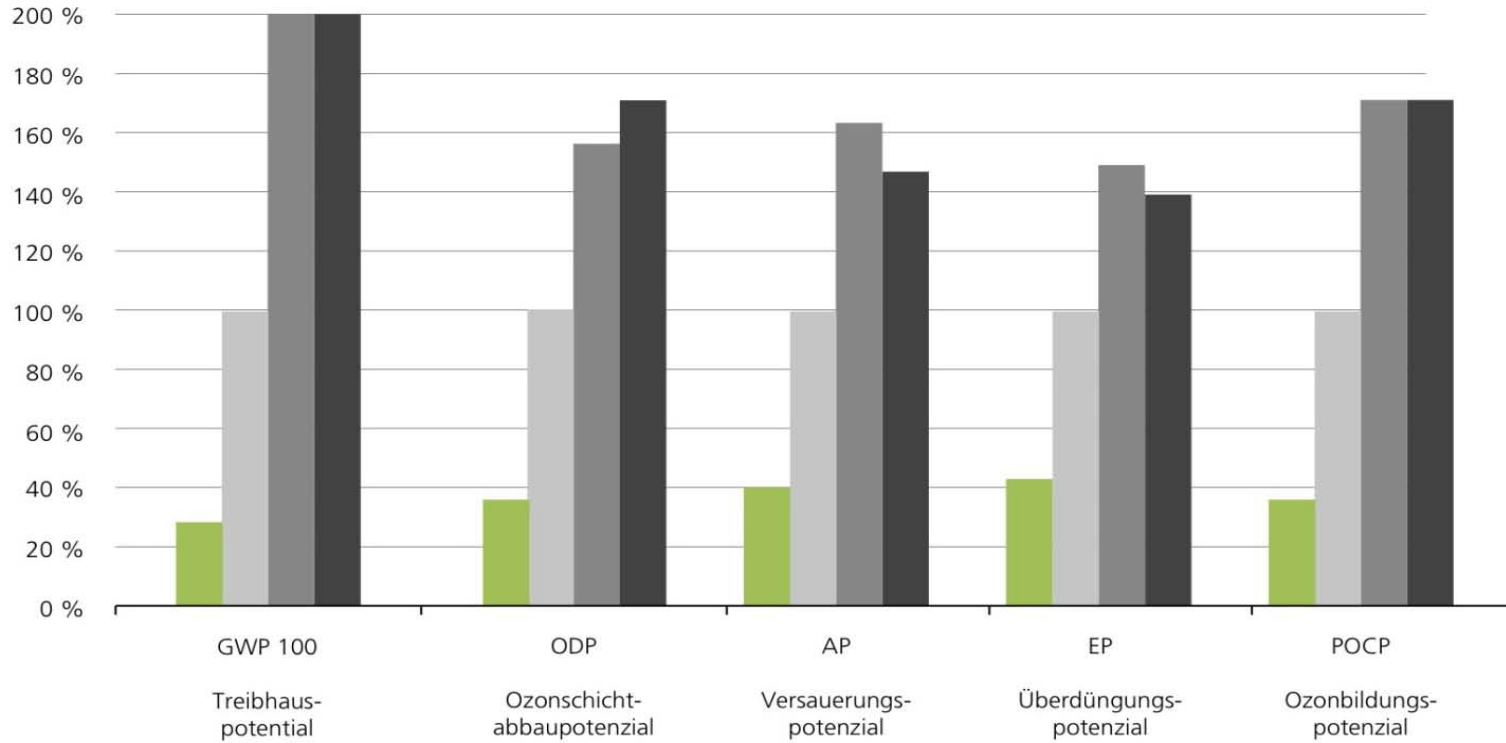
Bestand



Ehem. Terrasse UG



Fassade West/Ost NEU



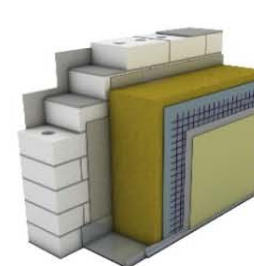
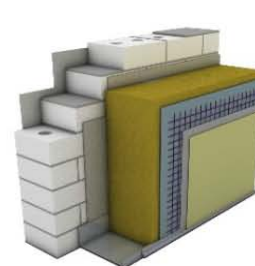
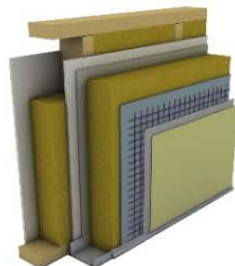
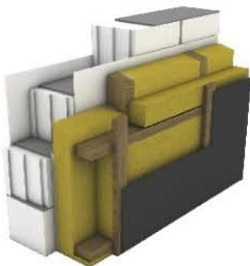
Vergleich Sanierung gegenüber Neubau – Ökologische Wirkkriterien

Sanierung Bestandswand  
energy+ Home

Neubau Variante Holzständerwand

Neubau Variante Kalksandsteinwand

Neubau Variante Porenbetonwand





00:00:39 / 00:05:00



Energy-Plus-Home

GRÖSSE



QUALITÄT







### **Stromerzeugung**

- Produktion
- Eigenverbrauch
- Netzeinspeisung

### **Wärmeerzeugung**

- Stromverbrauch Wärmepumpe
- Wärmeausgang an Warmwasserspeicher

### **Warmwasserspeicher**

- Wärmeeingang von Wärmepumpe
- Wärmeausgang Heizung
- Wärmeausgang Trinkwasser
- Speicherwärmeverluste

### **Hilfsenergien**

- Heizungspumpe
- Regler Fußbodenheizung
- Lüftungsanlage

### **Haushalt**

- Beleuchtung
- Elektrogeräte (Waschmaschine, Trockner, Kühlschrank, Backofen, Kochfeld, etc.)
- Steckdosen

### **Outdoor-Erfassung / Klima**

- Außenlufttemperatur
- Relative Luftfeuchtigkeit
- Globalstrahlung auf horizontale Fläche
- Globalstrahlung auf senkrechte Fläche (Süd)

### **Indoor-Erfassung / Klima**

#### **Lüftungsanlage**

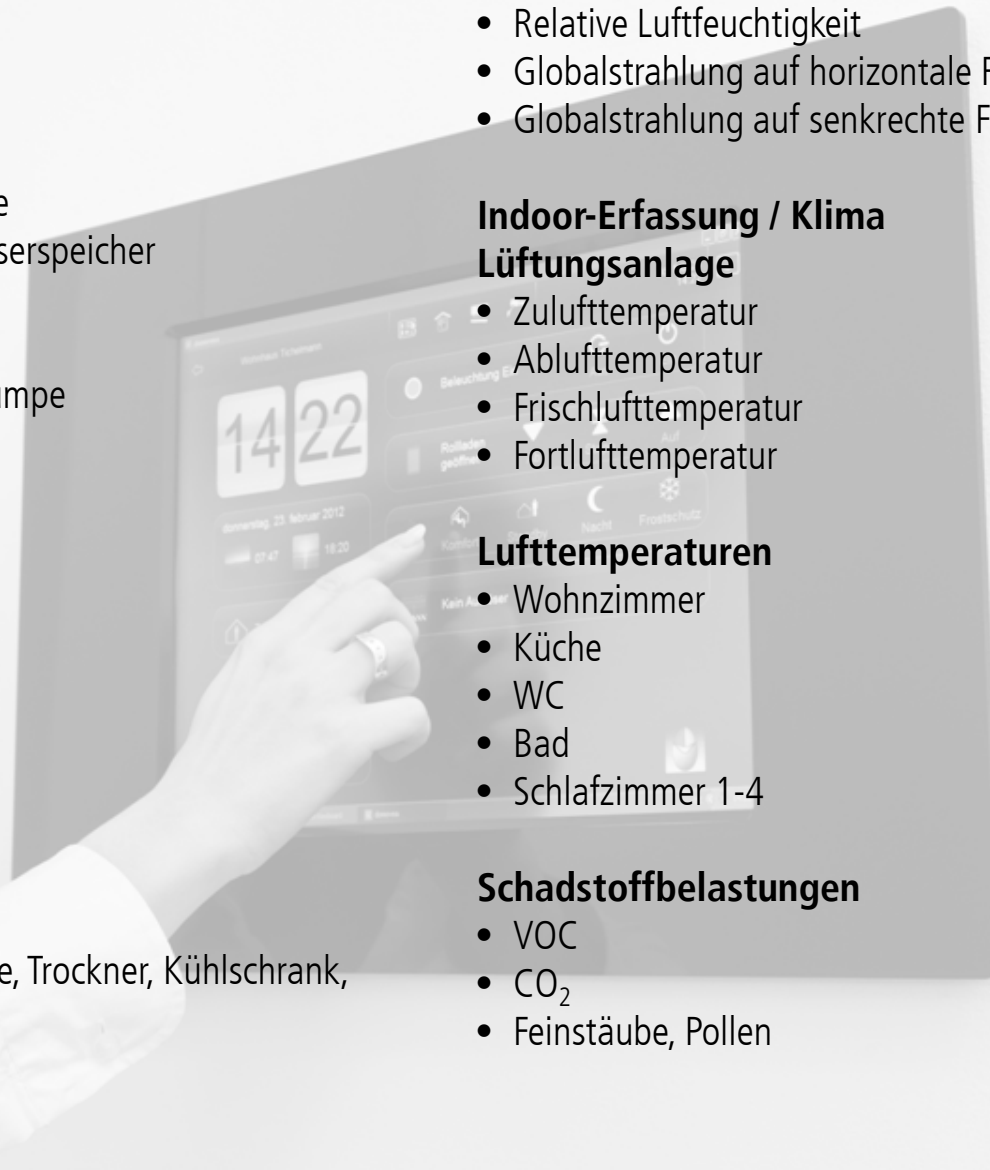
- Zulufttemperatur
- Ablufttemperatur
- Frischlufttemperatur
- Fortlufttemperatur

#### **Lufttemperaturen**

- Wohnzimmer
- Küche
- WC
- Bad
- Schlafzimmer 1-4

### **Schadstoffbelastungen**

- VOC
- CO<sub>2</sub>
- Feinstäube, Pollen



## Gamification



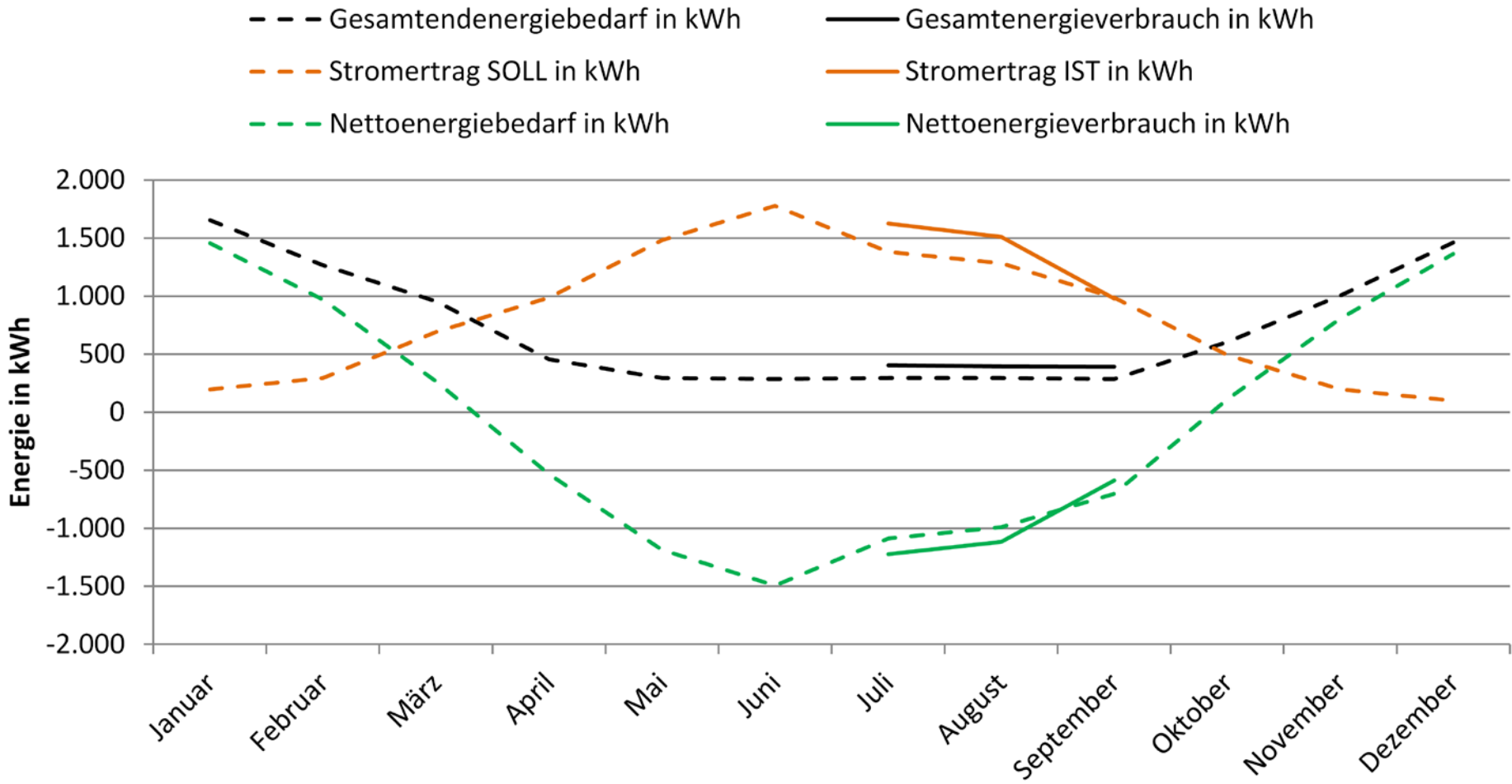
**Gamification:** bezeichnet man die Anwendung spieltypischer Elemente und Prozesse in spielfremdem Kontext. Zu diesen spieltypischen Elementen gehören unter anderem Erfahrungspunkte, Highscores, Fortschrittsbalken, Ranglisten, virtuelle Güter oder Auszeichnungen. Durch die Integration dieser spielerischen Elemente soll im Wesentlichen eine Motivationssteigerung der Personen erreicht werden, die ansonsten wenig herausfordernd empfundene oder zu komplexe Aufgaben erfüllen müssen.

## Feedbackphase 2



# Gegenüberstellung Berechnung und Messung

## Berechnungs- und Messergebnisse Stromverbrauch und Stromerzeugung







**energy<sup>+</sup>Home**



Die erste Sanierung eines Wohnhauses zu einem Plusenergiehaus mit Elektromobilität.  
The first renovation of a residential home to a plus energy house with electromobility.



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT







## PROJEKTPARTNER



Mosa. Tiles.



Fliesenfachbetrieb seit 1919



So wird gedämmt



die HighTechManufaktur



PARADOR



ENJOY WATER®



feinste Bauchemie



Damit wird gebaut.



Türen · Tore · Zargen



volcanic limestone baths