

Modellprojekt



Effizienzhaus Plus Standard

Münnerstadt (MüPEG)

Effizienzhaus-Plus Netzwerkpartner, 23.01.2015

Messe München Bau 2015

Agenda

MüPEG

=

*Münnerstädter
Plusenergiegebäude*

Gebäude

Lage
Entwurfskonzept
Grundrisse
Impressionen
Bauweise

Motivation

Bauablauf

Technik

Energiebilanz

Kosten

Ergebnisse - Monitoring

Lage Münnerstadt

Regierungsbezirk: Unterfranken
Kreis: Bad Kissingen
Biosphärenreservat Bayrische Rhön
Mittelalterstädtchen 7.932 Einwohner
Höhe: 302 m ü NN.



Nord-Westen



GEBÄUDE



Konzept und Planung: Ingenieurbüro Miller

Süden



GEBÄUDE



Konzept und Planung: Ingenieurbüro Miller

Süden



Konzept und Planung: Ingenieurbüro Miller

Konzept + Motivation

- möglichst hohe **Energieautarkie** (inkl. Elektromobilität)
....Recourcenverknappung.....Klimaschutz.....
...Energiepreisexplosionen....
- Hauptfokus auf der energetische **Qualität der Gebäudehülle (Passivhaus-Kriterien)**
- „Restenergie“-Deckung möglichst mit eigenem **PV-Strom**
- Raumkonzept **Wohnen + Arbeiten** unter einem Dach
Architekturbüro im UG + Wohnbereiche Familie im EG+OG
- Einsatz von **nachhaltigen + ökologische Baustoffen**
- Einfache und **kosteneffiziente Bauweise**

Leitmotiv

form follows energy...

MÜPEG M ünnerstädter – P lus – E nergie - G ebäude



Passiv  + aktiv  = plus 

Konzept und Planung: Ingenieurbüro Miller

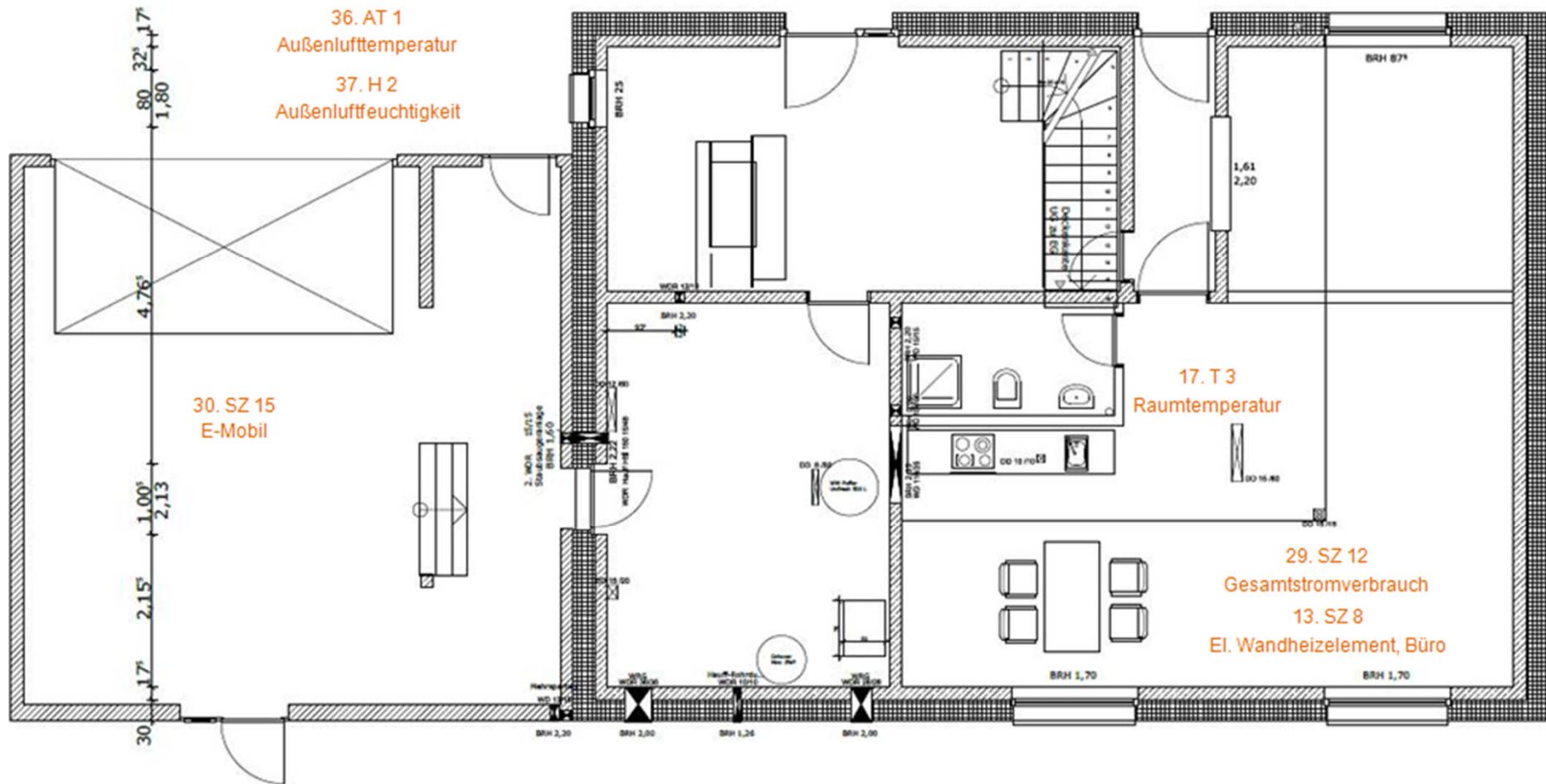
Parameter

- **Kompakte Gebäudehülle** $A/V = 0,58$
- **Wärmebrückenfreie Bauweise** Ψ max. $0,01$ W/mK
- **Hohe Luftdichtheit** baubegl. Messungen: $n50 = 0,20$ 1/h
- Hohe **solare Deckung** - „Solarkollektoren“ Fensterbauteile
- **Dachflächen** vollständig zur **Südseite** ausgerichtet zur **Sonnenstromerzeugung** = 185 m² solare Dachfläche
- **Blickbeziehung** in die Mittelgebirgslandschaft
- energetische **Verschmelzung** der Energieversorgung von **Mobilität und Gebäude** zur ökologischen und wirtschaftlichen Optimierung

Baumsetzung + Herausforderungen

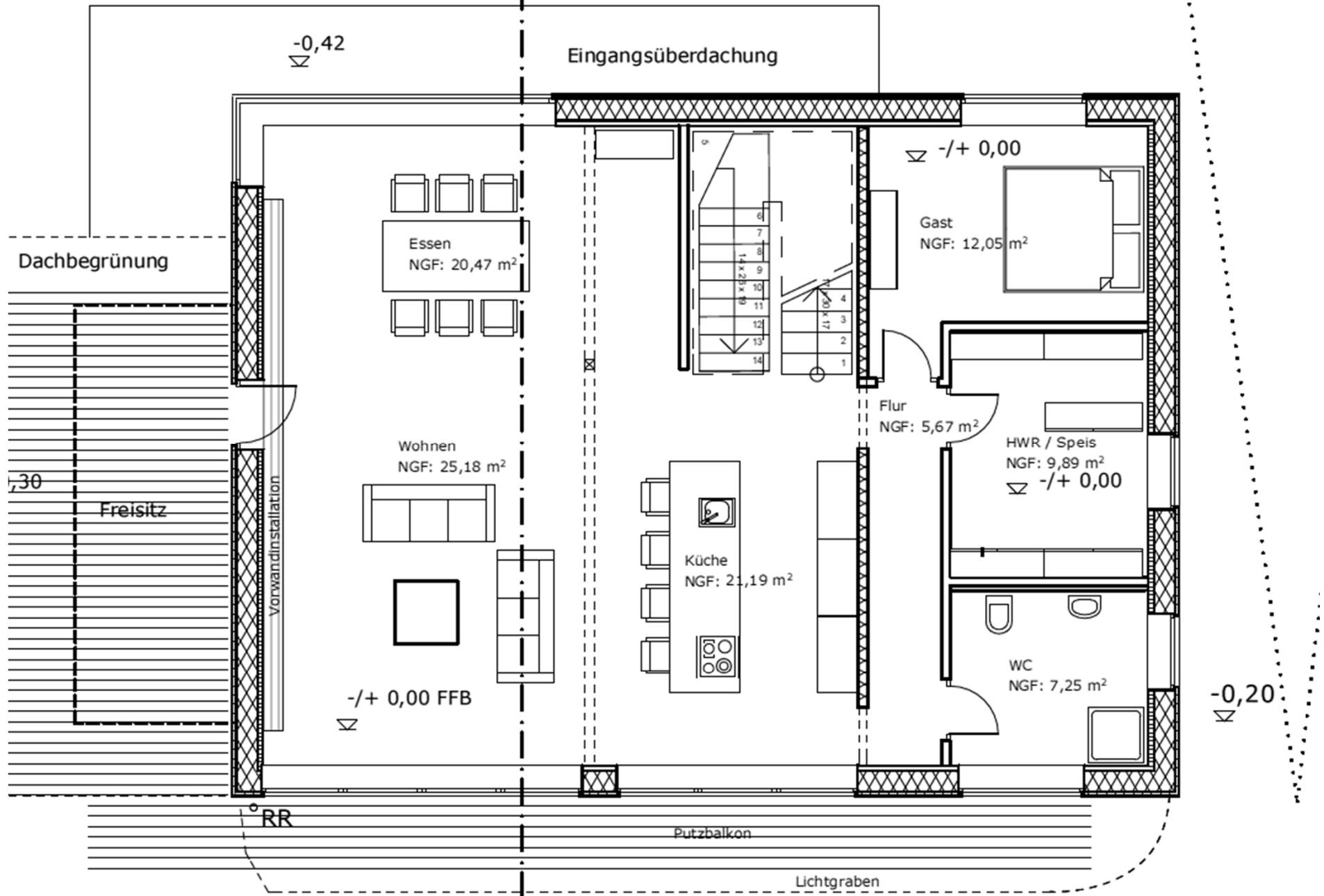
- Genehmigungsplanung im August 2010....
Bebauungsplan war nicht auf Plusenergiebauweise ausgelegt.
Befreiungen: Hausrichtung – Dachneigung – Vollgeschoss OG
- Werkplanungsphase bis April 2011
- Baubeginn Mai 2011
- ab 2012 Forschungsprojekt Effizienzhaus Plus
- Baufertigstellung Wohnung + Büro März-Mai 2012
- Messeinrichtungen Hochschule Augsburg ab August 2012
Installation Messeinrichtung funktionierte leider nicht mit best. BUS (5 Monate Testphase – dann Umstellung)
BUS-System auf Energieerfassung und Optimierungen nicht ausgelegt.

UG - 102 m² Büro



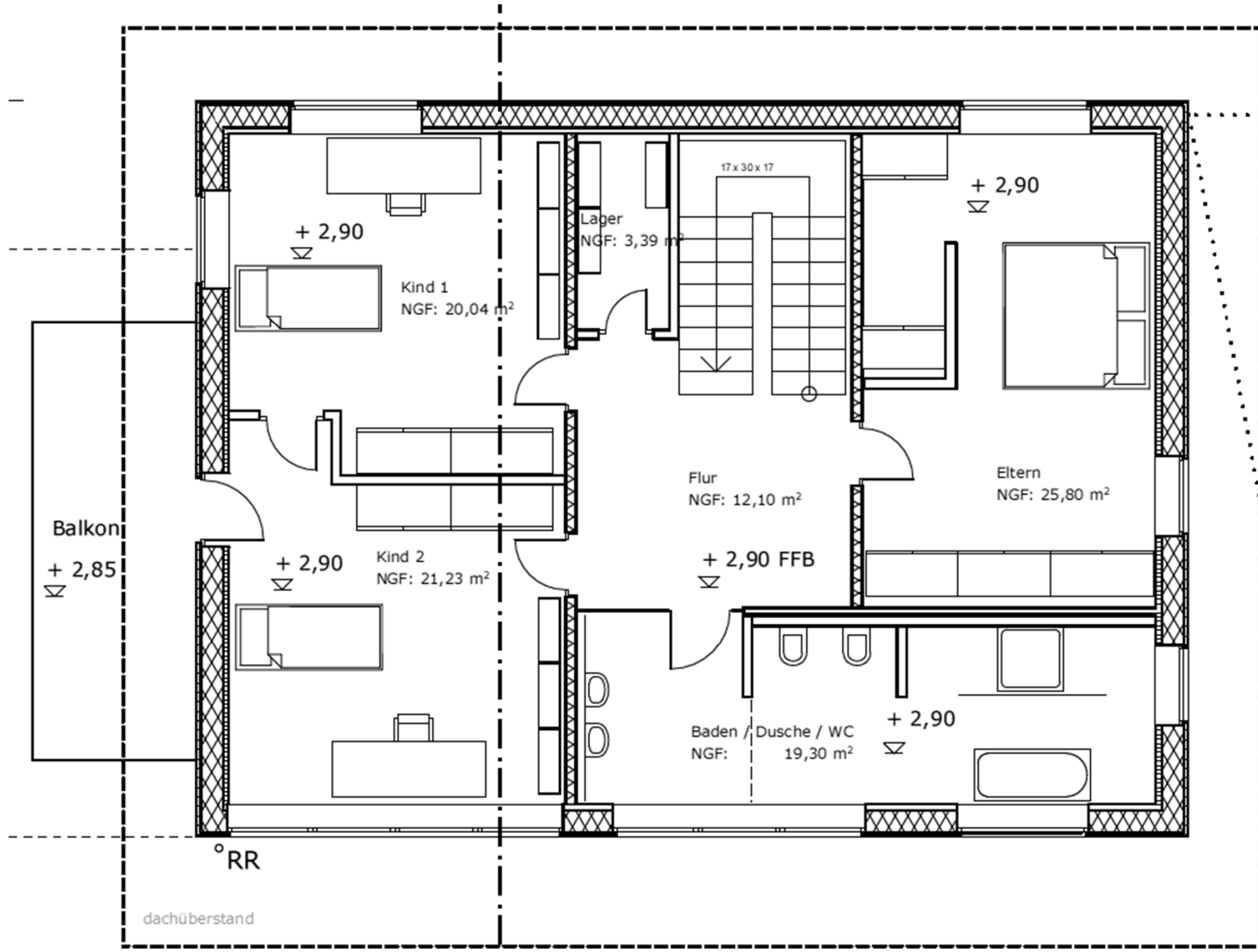
EG - 102 m² - Wohnen

GEBÄUDE



OG – Vollgeschoss - 102 m² - Schlafen

GEBÄUDE



Bauweise

Holztafelbau EG + OG – Betonfertigteile UG

- **Massivholz-Fertigteile** mit **36 cm Zellulose- und Holzweichfaserdämmung** **U= 0,10- 0,11 W/m²K**
- **Bodenplattendämmung 30 cm** **U= 0,12 W/m²K**
- **Dachdämmung 40 cm** **U= 0,10 W/m²K**
- **Passivhausfenster** mit gedämmten Rahmen
- U_w (eingebaut) = 0,69 – 0,78 W/m²K
- **Passivhaustüren** mit gedämmten Profilen
- U_d (eingebaut) = 0,68 W/m²K

Bauphase



Holzbau – Wände + Decken

Bauphase



HWL + Zellulosedämmung

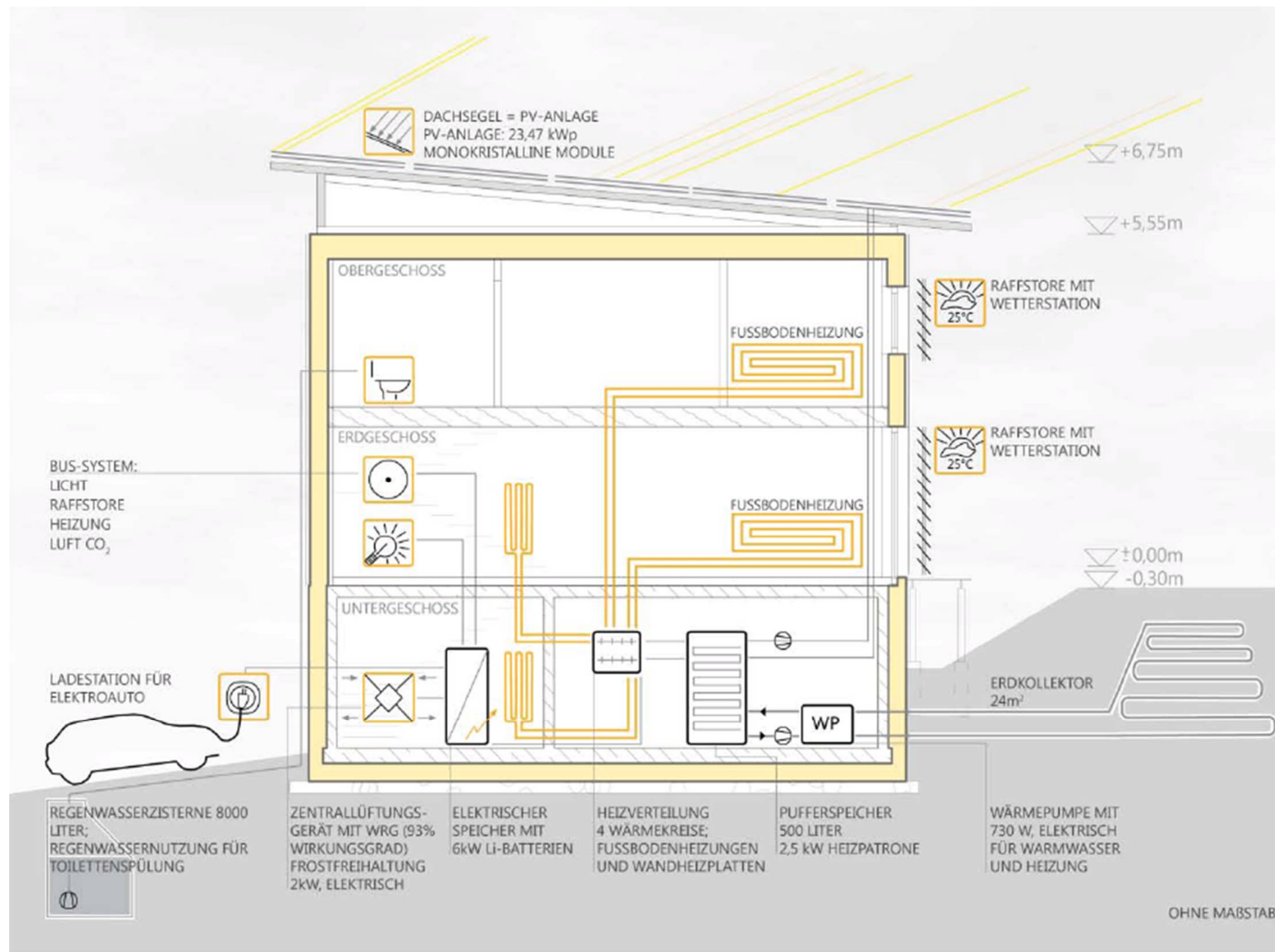


Tabelle 24: Vergleich von Prognose und Messergebnissen

	Prognose [kWh/a]	Nov 12 - Okt 13 [kWh/a]	Nov 13 - Okt 14 [kWh/a]
Heizen, TWW, Lüftung	5.264	3.470	1.792
Haushalt	2.500	4.250	4.187
Summe Aufwand	7.764	7.720	5.979
PV-Strom Erzeugung	20.057	20.992	22.209
Überschuss (rechnerisch)	12.293	13.272	16.230

Berechnung/Prognose nach EnEV DIN 18599 + Haushaltstrom Effizienzhaus-Plus-Rechner

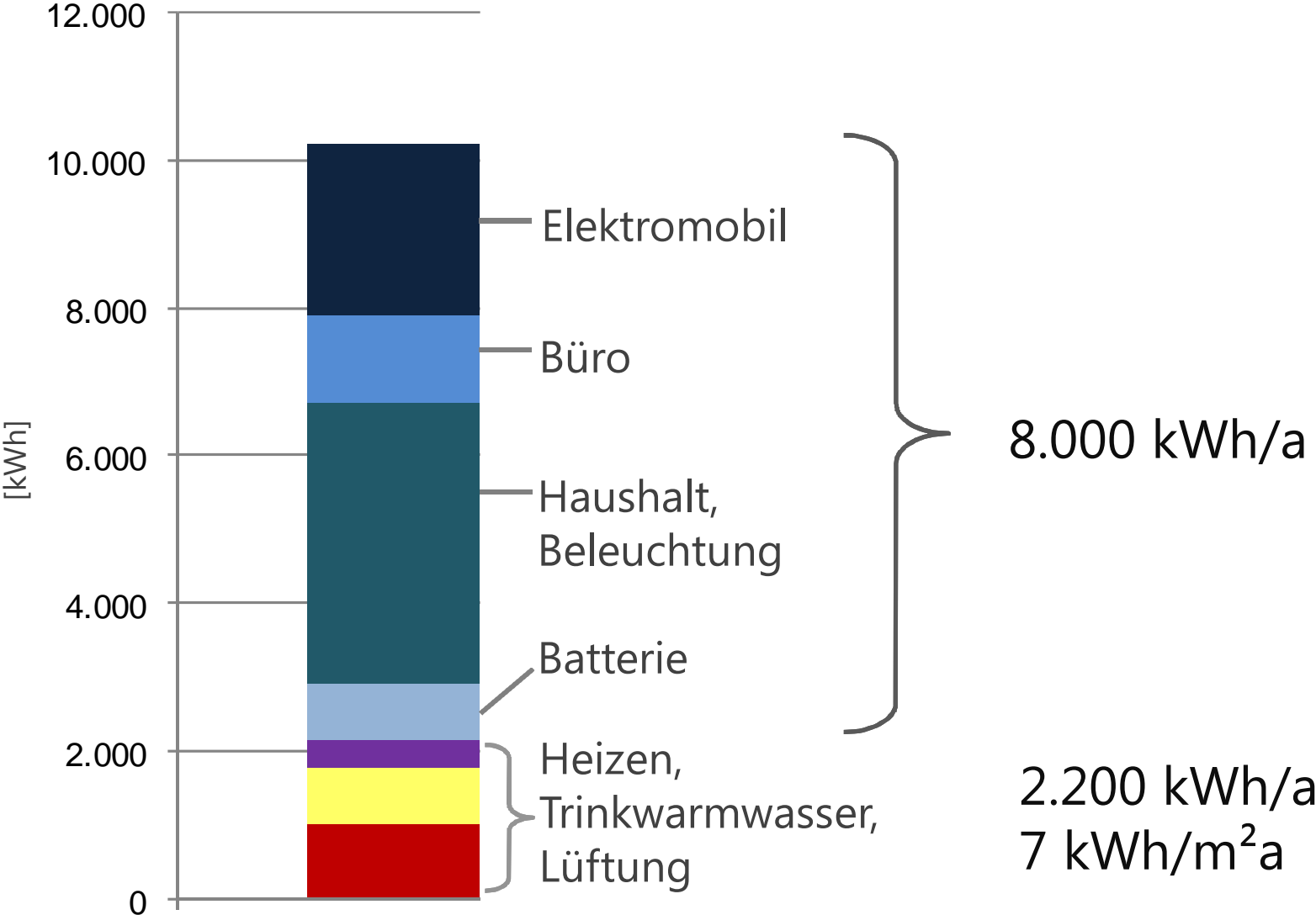
Ergebnis:

geringerer Verbrauch für Heizung – höherer Verbrauch für Haushaltstrom

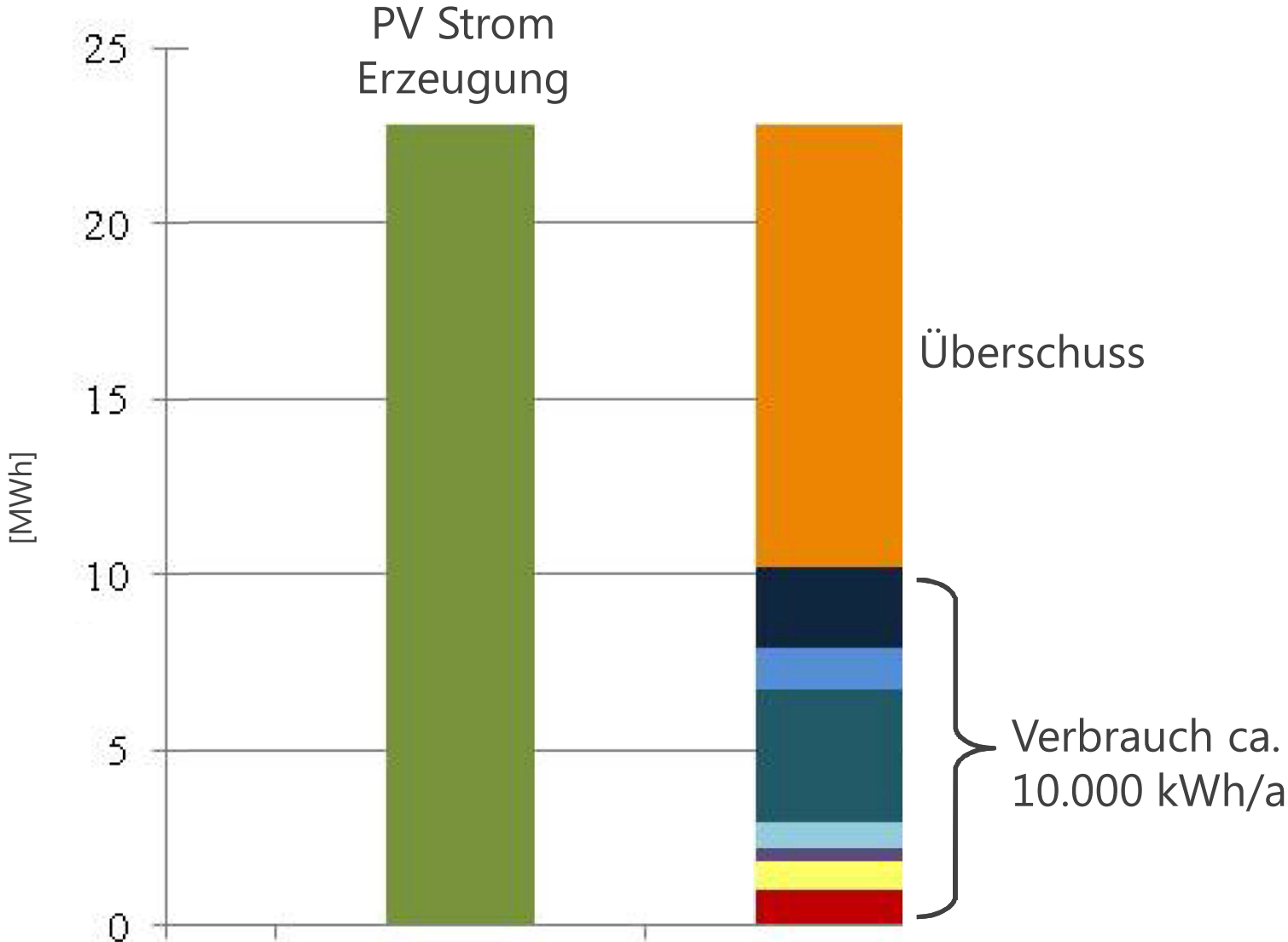
(z.B. Server für Messeinrichtungen, Wasserbett, Umwälzpumpe Schwimmbad, Beleuchtung.....

etwas höherer PV-Überschuss als nach Norm ermittelt

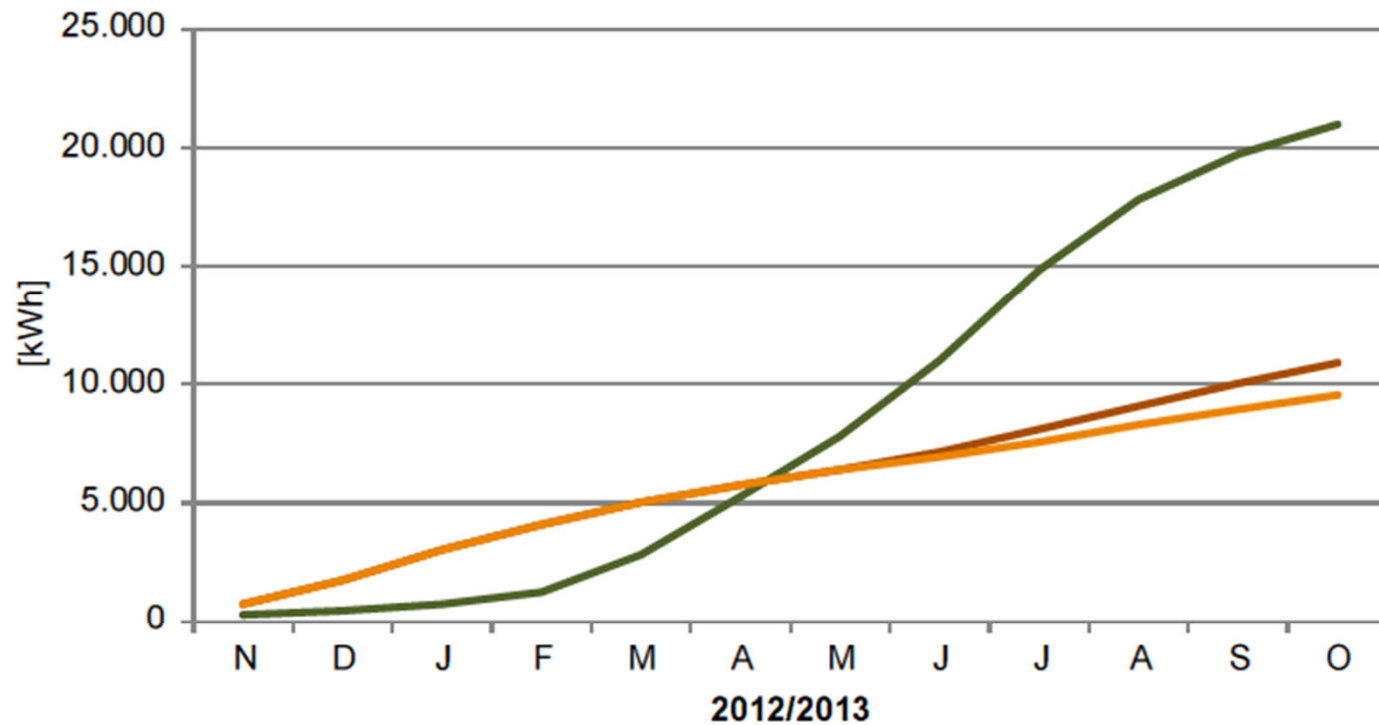
JAHRESBILANZ VERBRAUCH (MESSWERTE)



JAHRESBILANZ (MESSWERTE)



Überangebot Solarstrom März - November



— Photovoltaik

— Stromverbrauch mit Elektromobil und projektspezifischem Verbrauch

— Stromverbrauch ohne projektspezifischen Verbrauch und ohne Elektromobilität

Screening – November 2013 - ca. 58 % bilanziell autark (ohne Batterie)

Datum	PV-Strom [kWh]	Strom-Lieferung [kWh]	Strom-Einspeisung [kWh]	Bilanz [kWh]	Autarkiegrad [%]
31. Okt	56	39	43	52	108
01. Nov	20	15	11	24	83
02. Nov	51	14	40	25	204
03. Nov	0	0	0	0	-
04. Nov	17	27	4	40	43
05. Nov	15	12	5	22	68
06. Nov	12	17	6	23	52
07. Nov	5	20	1	24	21
08. Nov	8	25	0	33	24
09. Nov	40	38	28	50	80
10. Nov	14	25	3	36	39
11. Nov	13	14	3	24	54
12. Nov	15	20	5	30	50
13. Nov	17	21	7	31	55
14. Nov	4	34	0	38	11
15. Nov	4	24	0	28	14
16. Nov	7	28	0	35	20
17. Nov	8	14	1	21	38
18. Nov	18	11	7	22	82
Zeitraum	324	398	164	558	58
Gesamt	34538	4452	31391	7599	455

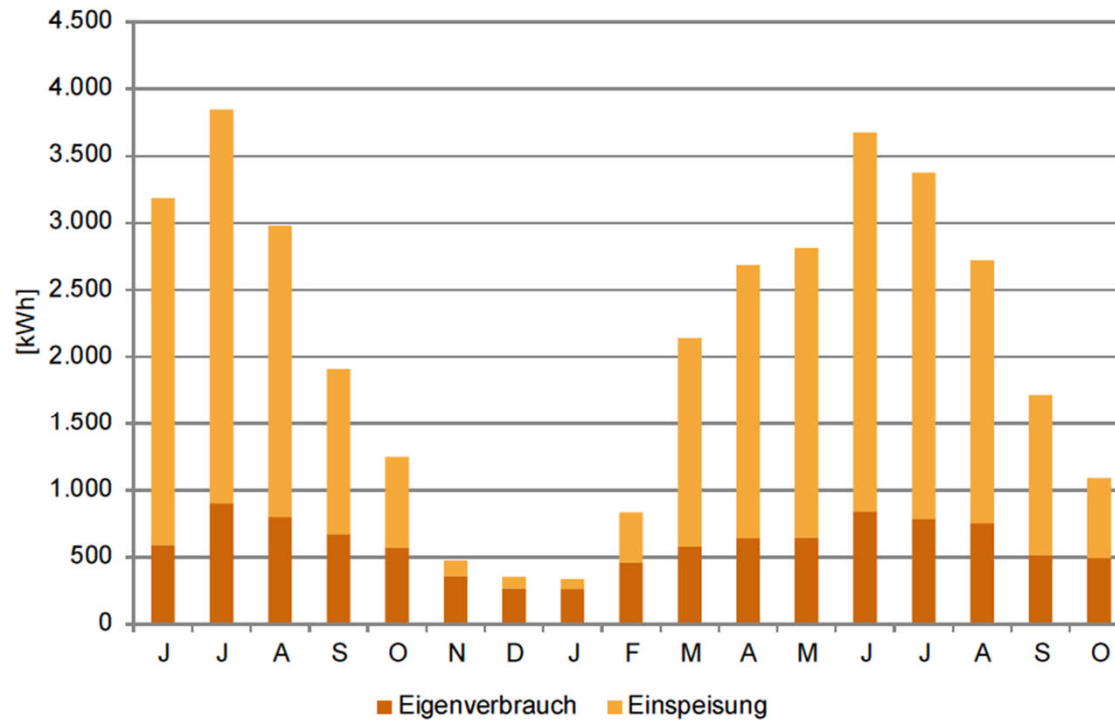
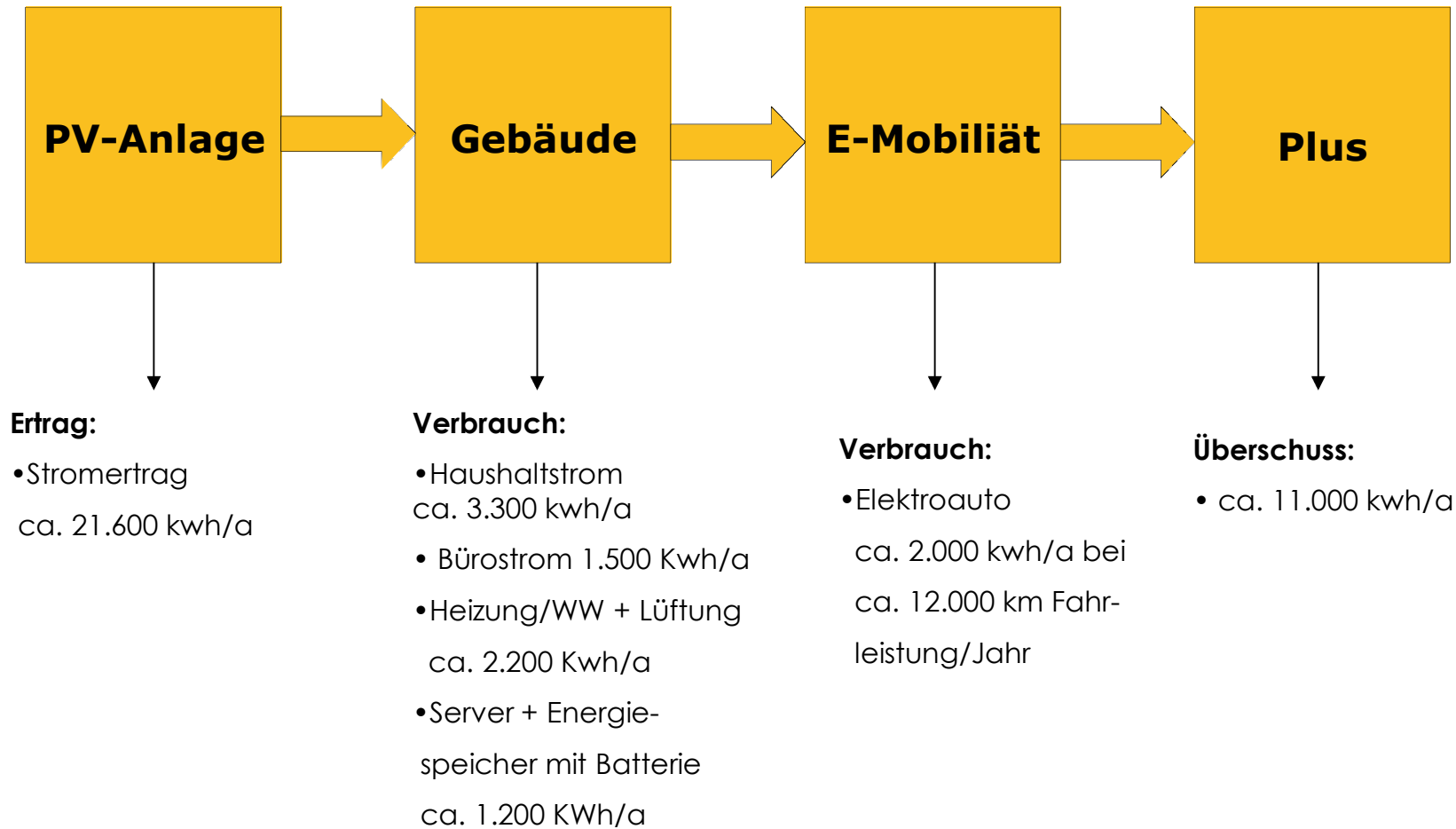


Abb. 34: Eigenverbrauch PV-Strom rechnerisch

Eigenverbrauch incl. Batterie 6600 kWh = ca. 65 % Bedarfsdeckung
 Eigenstromnutzung PV-Anlage = ca. 30 % Deckungsquote

ENERGIEBILANZ - PV-Deckung incl. Batterie 65 %

kaum Justierungen - weitere Optimierungen: Energiemanager, Speicher...





Geringe Mehrkosten gegenüber konventionellen Wohngebäude

Voraussetzung für das Einhalten eines reduzierten Kostenansatzes sind eine **strukturierte und kostenoptimierte Ausführungen** sowie disziplinierte Einhaltung des Kostenrahmens bei der Auswahl der Oberflächen.

* Ohne, Nebengebäude, Vordach und Außenanlagen. Malerarbeiten, Bodenbeläge

* incl. PV-Anlage



Konzept und Planung: Ingenieurbüro Miller



Konzept und Planung: Ingenieurbüro Miller

offene moderne Bauweise

GEBÄUDE



Konzept und Planung: Ingenieurbüro Miller

großzügige Grundrisse

GEBÄUDE



Konzept und Planung: Ingenieurbüro Miller

helle + sonnige Räume

GEBÄUDE



Konzept und Planung: Ingenieurbüro Miller

Blickbeziehungen Außen + Innen

GEBÄUDE



Konzept und Planung: Ingenieurbüro Miller

Behaglichkeit:
Lufttemperaturen Innen

Verlängerung der
Sommertemperaturen
ohne Heizung
bis Frühjahr + Herbst

Monat	UG	EG	OG
	°C	°C	°C
Nov 13	22,5	22,5	21,9
Dez 13	20,4	21,8	21,3
Jan 14	20,0	21,7	21,1
Feb 14	20,0	22,0	21,4
Mrz 14	21,8	24,5	23,6
Apr 14	23,5	25,8	24,6
Mai 14	24,2	25,7	24,6
Jun 14	24,2	25,1	24,2
Jul 14	25,2	26,6	25,8
Aug 14	25,6	25,9	24,9
Sept 14	24,4	25,4	24,3
Okt 14	23,9	24,6	23,6
Mittelwert Heizperiode*	21,7	23,3	22,5

*Heizperiode November 2013 bis April 2014 und Oktober 2014

Behaglichkeit
 Luftfeuchte Innen
 gutes Raumklima

Monat	UG	EG	OG
	%	%	%
Nov 13	47,0	49,1	49,9
Dez 13	44,2	44,9	45,7
Jan 14	44,3	44,0	44,9
Feb 14	42,2	41,0	41,9
Mrz 14	40,2	37,5	38,9
Apr 14	40,8	37,4	39,1
Mai 14	44,1	41,9	43,6
Jun 14	44,5	42,8	44,1
Jul 14	52,2	49,1	49,7
Aug 14	47,7	47,2	48,4
Sept 14	51,6	51,1	52,3
Okt 14	51,1	51,3	52,6
Mittelwert Heizperiode*	44,3	43,6	44,7

*Heizperiode November 2013 bis April 2014 und Oktober 2014

Tabelle 32: Zusammenstellung der Werte für den mittleren monatlichen CO2-Gehalt

Behaglichkeit
CO² Innen

frische
unverbrauchte
Luftverhältnisse

Monat	CO2-Gehalt
	ppm
Nov 12	0
Dez 12	0
Jan 13	0
Feb 13	0
Mrz 13	0
Apr 13	0
Mai 13	0
Jun 13	644
Jul 13	606
Aug 13	604
Sept 13	700
Okt 13	845
Mittelwert	-

Monat	CO2-Gehalt
	ppm
Nov 13	906
Dez 13	963
Jan 14	858
Feb 14	782
Mrz 14	770
Apr 14	696
Mai 14	706
Jun 14	607
Jul 14	607
Aug 14	597
Sept 14	681
Okt 14	783
Mittelwert	746

Solartankstelle

Die überschüssige Energie der PV-Anlage soll als **öffentliche Solartankstelle** für E-Bikes und E-Mobile an **Reisende und Nachbarn** mit einer **Chipkarte** zu Herstellungskosten an der Ladeinfrastruktur unkompliziert erfolgen



Konzept und Planung: Ingenieurbüro Miller

Nachhaltigkeit ist ein Gemeinschaftsprojekt!



Forschen für Nachhaltigkeit

Dank an die Hochschule Augsburg

•



ENERGIE EFFIZENZ DESIGN E2D

Messwerterfassung

Messstellenliste, Datenserver Übersicht

	Kommentar	Messstelle	Einheit	Sensor	GW-Min	GW-Max	Basis	Faktor	Exp	Überw.
1	I_1_Global_horizont	0.0	Vm	mV 1	---	---	0	1.149	2	
2	I_2_Global_vertikal	0.1	Vm	mV 1	---	---	0	1.08	2	
3	AT_1_Außenlufttemp	0.2	°C	Ntc	---	---	---	---	0	
4	T_3_Temperatur_UG	0.3	°C	DIGI	---	---	---	---	-2	
5	T_4_Temperatur_EG	0.4	°C	DIGI	---	---	---	---	-2	
6	T_5_Temperatur_OG	0.5	°C	DIGI	---	---	---	---	-2	
7	CO2_EG	0.6	ppm	D260	---	---	0	2	2	
8	AH_1_Außenluftfeucht	0.12	%H	%RH	---	---	---	---	0	
9	H_3_Raumfeuchte_UG	0.13	%H	DIGI	---	---	---	---	-1	
10	H_4_Raumfeuchte_EG	0.14	%H	DIGI	---	---	---	---	-1	
11	H_5_Raumfeuchte_OG	0.15	%H	DIGI	---	---	---	---	-1	
12	SZ_10.1_Herd	0.40	kWh	Puls	---	---	---	---	1	-3
13	SZ_10.2_Backofen	0.41	kWh	Puls	---	---	---	---	1	-3
14	SZ_10.3_Dampfgarer	0.42	kWh	Puls	---	---	---	---	1	-3
15	SZ_11.1_Kühlschrank	0.43	kWh	Puls	---	---	---	---	1	-3
16	SZ_11.2_Eisschrank	0.44	kWh	Puls	---	---	---	---	1	-3
17	SZ_11.3_Waschen	0.45	kWh	Puls	---	---	---	---	1	-3
18	SZ_11.4_Spülen	0.46	kWh	Puls	---	---	---	---	1	-3
19	SZ_13_PV_Strom_erz	0.47	kWh	Puls	---	---	---	---	1	-3
20	SZ_14.1_Beladung_Sp	0.48	kWh	Puls	---	---	---	---	1	-3
21	SZ_14.2_Entladung_Sp	0.49	kWh	Puls	---	---	---	---	1	-3
22	SZ_3_Pumpenstromverb	0.80	kWh	Puls	---	---	---	---	1	-3
23	SZ_1_Wärmepumpe_elek	0.81	kWh	Puls	---	---	---	---	1	-3
24	SZ_4_Wärmeverteilung	0.82	kWh	Puls	---	---	---	---	1	-3
25	SZ_5_Zirkulation	0.83	kWh	Puls	---	---	---	---	1	-3
26	SZ_6_Lüftung	0.84	kWh	Puls	---	---	---	---	1	-3
27	SZ_7_el_Heizelem_OG	0.85	kWh	Puls	---	---	---	---	1	-3
28	SZ_8_el_Heizelem_UG	0.86	kWh	Puls	---	---	---	---	1	-3
29	SZ_9_el_Heizstab_Sp	0.87	kWh	Puls	---	---	---	---	1	-3
30	SZ_12_Büro_Gesamtstr	0.88	kWh	Puls	---	---	---	---	1	-3
31	SZ_15_E_Mobil_Ladung	0.89	kWh	Puls	---	---	---	---	1	-3
32	SZ_16.1_Bezug_Hausan	1.20	kWh	Puls	---	---	---	---	1	-3
33	SZ_16.2_Einspeisung	1.21	kWh	Puls	---	---	---	---	1	-3
34	WMZ_1_el_WP_erzeugun	1.22	kWh	Puls	---	---	---	---	1	-3
35	WMZ_2_Th_SP_TWV	1.23	kWh	Puls	---	---	---	---	1	-3
36	WMZ_3_Th_Sp_Heizung	1.24	kWh	Puls	---	---	---	---	1	-3
37	WMZ_4_ZirkulationTWV	1.25	kWh	Puls	---	---	---	---	1	-3
38	SZ_17_Server	1.26	kWh	Puls	---	---	---	---	1	-3

