

Zukunft Bau Projekt Licht&Luft

Mehrfamilien-Plus-Energiehaus mit Intensivmonitoring

Tobias Erhart
zafh.net - **Zentrum für Nachhaltige Energietechnologie**
Hochschule für Technik Stuttgart

Berlin, 02.09.2015

- **Wer sind wir? Was machen wir?**
- **Projektbeschreibung**
- **Energiekonzept**
- **Monitoringkonzept**
- **Monitoringergebnisse**
- **Fazit**

Wer sind wir, was machen wir?

- **Forschungsabteilung der HFT Stuttgart**
- **40 Mitarbeiter (von 70)**
- **Jahresetat 2014 von 2,4 Mio. € (von 3,66 Mio. €)**
- **Schwerpunkte:**
 - **Energieversorgungssysteme**
 - **nachhaltige Stadtentwicklung**
 - **solare Systeme (Heizen, Kühlen)**
 - **PV-, Solar- und Kombikollektoren**
 - **Kältemaschinen**
 - **Speichersysteme**
 - **Nahwärme, Biomasse und Kraft-Wärme-Kopplung**

- **Mehrfamilienhaus mit 9 Wohnparteien in Tübingen**
- **Fertigstellung: Anfang 2014**
- **Baukosten: 2,137 Mio. €**
- **Wärme/Warmwasser durch Biomasse-KWK (Klärgas)**
- **Elektrisches Speichersystem und Elektromobilität**
- **Plus-Energie: positive Primärenergiebilanz (Jahr)**
- **Initiative „Zukunft Bau“, Förderung durch BBR***
- **Monitoring: Strom, Wärme, Behaglichkeit, Luftqualität, Klima**

Hochschule für Technik Stuttgart

Gebäudesteckbrief

Baujahr	2013
Bruttogrundfläche [m²]	1049
Bezugsfläche [m²]	1229
Beheizte Nettogrundfläche [m²]	891
Beheiztes Gebäudevolumen [m³]	3838
Hüllflächenfaktor A/V	0,38
Fensteranteil	0,32
H_T' [W/m²K]	0,25
Breitengrad	48,526375
Längengrad	9,087002
Höhenlage [m ü. NHN]	341
Mittlere Jahrestemperatur [°C]	9,3
Mittlere Wintertemp. (Oktober–April) [°C]	4,4
Gradtagzahl am Standort [Kd]	3761
TRY - Klimazone	5



Dachanlage sowie SO- und SW-Fassade

- **Konfiguration:** $29,3 \text{ kW}_p + 3,1 \text{ kW}_p + 2,8 \text{ kW}_p$
- **Gesamt:** $35,3 \text{ kW}_p$

- **Prognose:**
 - Dach 1013 kWh/kW_p , 594 MWh (20a)
 - Fassade SO 630 kWh/kW_p , 39,6 MWh (20a)
 - Fassade SW 629 kWh/kW_p , 38,8 MWh (20a)



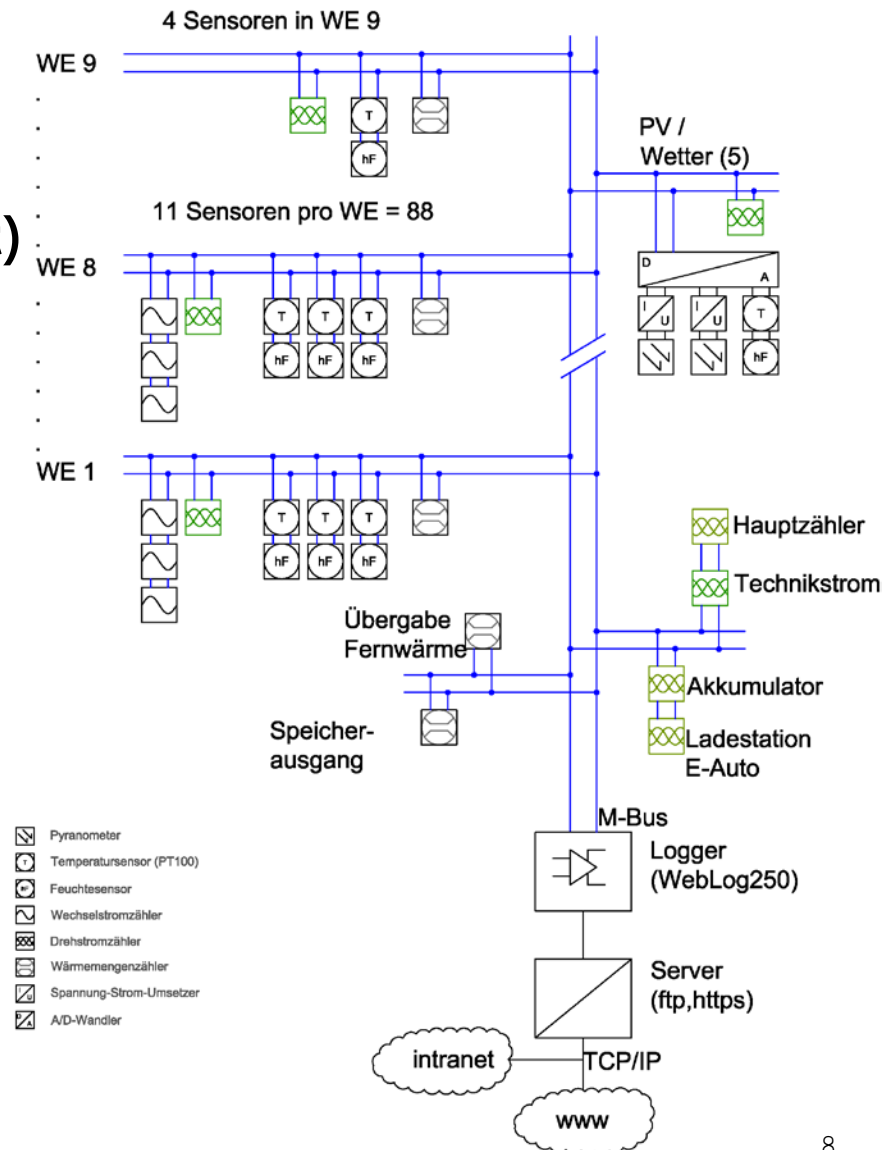
Batteriesystem

- LiFePO₄, 40 kWh/29 kWh
- DoD 70%, 5000 Zyklen
- keine Notstromfunktion
- Einspeisung 3-phasig
- Spitzenlast 18 kW
- Dauerlast 15 kW
- Wirkungsgrad 96%



Monitoringkonzept

- M-Bus (Relay Weblog250)
- 20 allgemeine Zähler
- 92 Zähler/Sensoren in den WE
- 430 Datenpunkte (15-Minutentakt)
- Datenbankserver
- Webportal, FTP-Server
- Auswertung mit ruby und EMtool
- Zusätzlich Behaglichkeitsdummy



Unterverteiler



Behaglichkeit

Wetter



WMZ

NSHV



M-Bus Hub

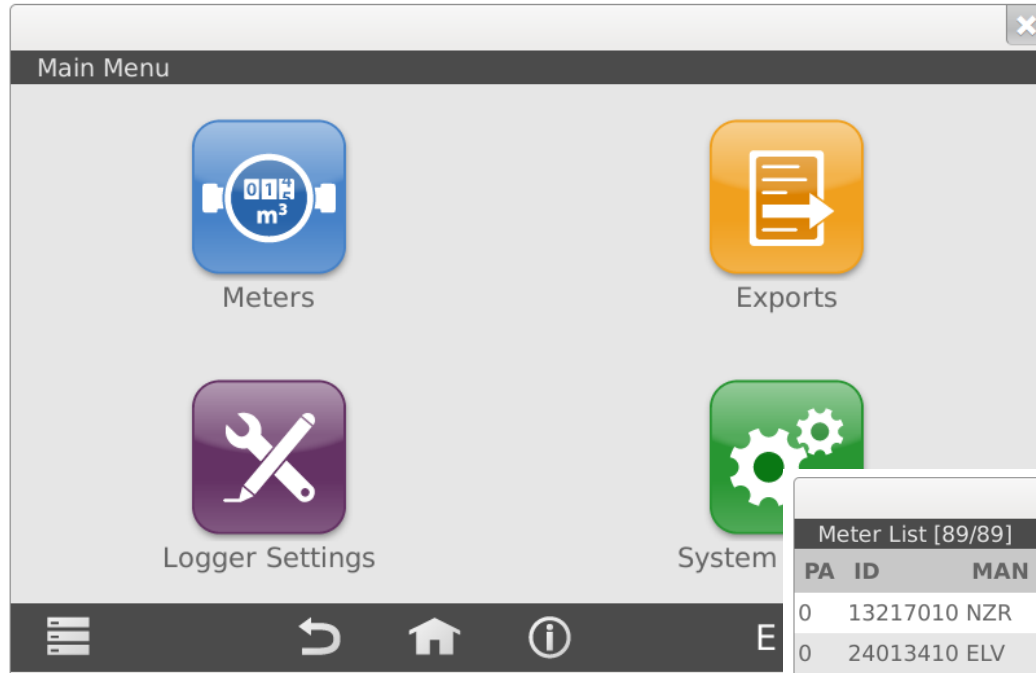


M-Bus Master



Ladestation





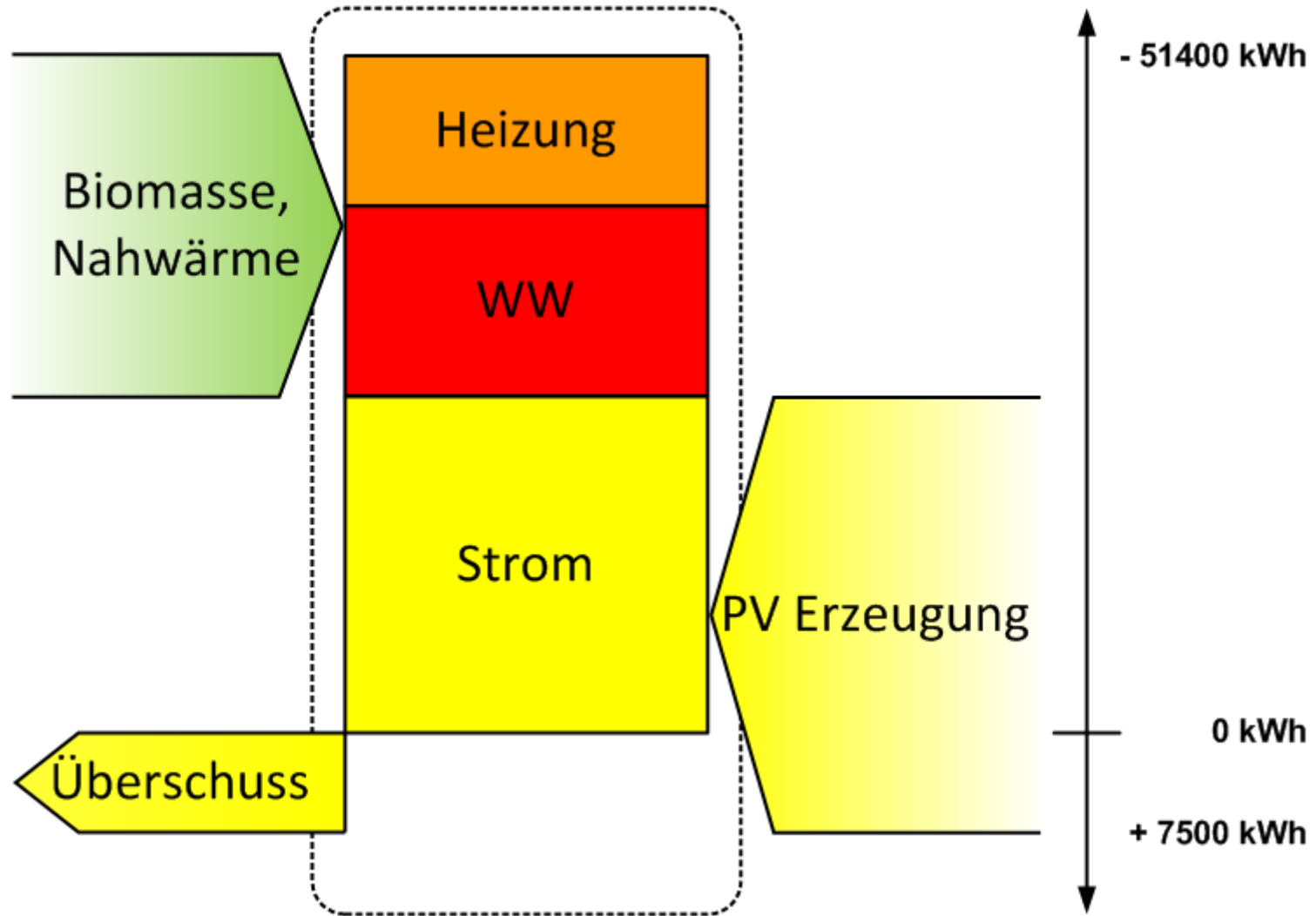
Webportal

Zählereinstellungen

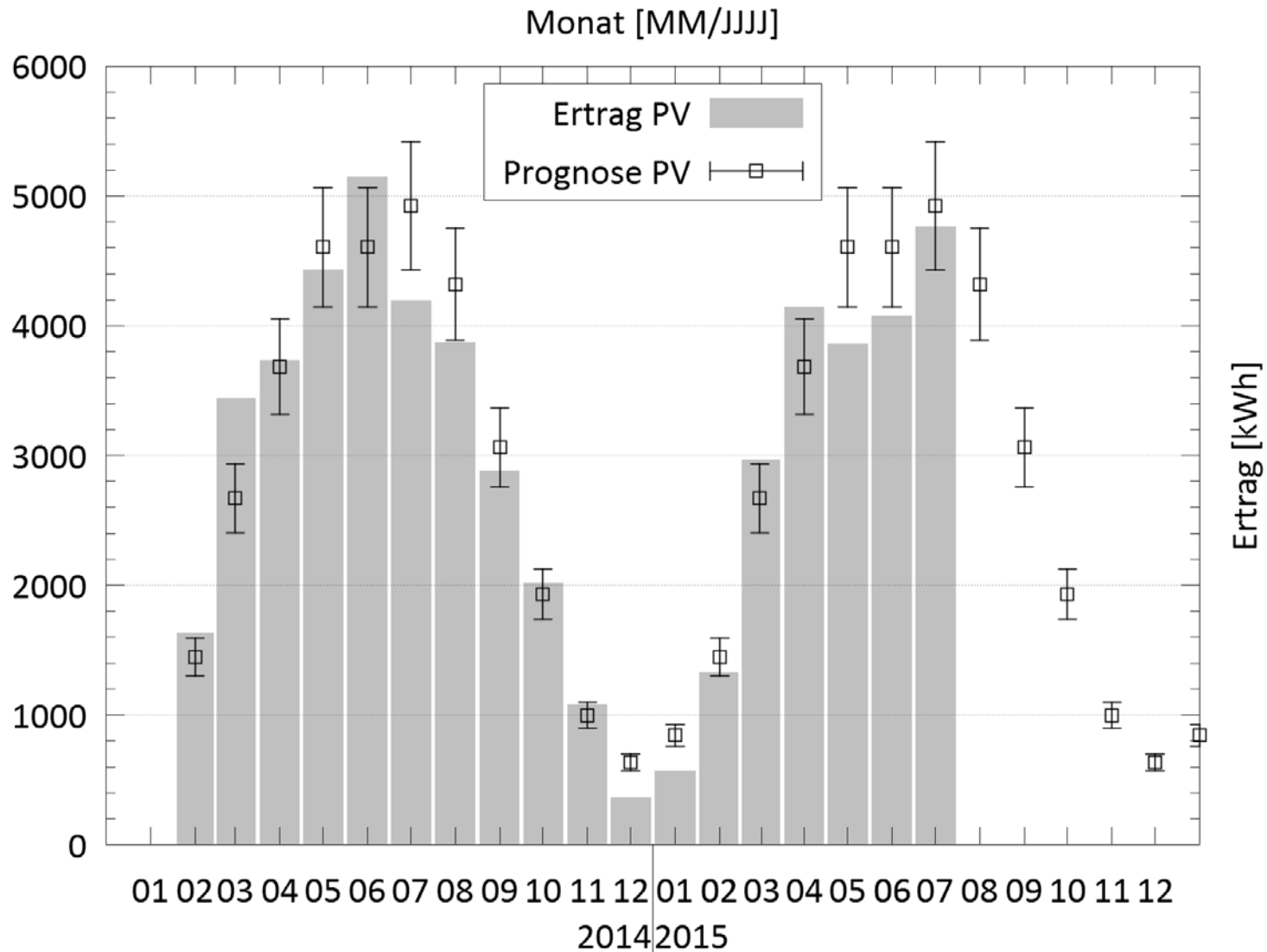
PA ID	MAN	VER	MEDIUM	BAUD	NKE	APPRES
0 13217010	NZR	8	Electricity	2400	No	No
0 24013410	ELV	22	Room sensor	2400	No	No
0 24013370	ELV	22	Room sensor	2400	No	No
0 00100080	SBC	35	Electricity	2400	No	No
0 60774161	KAM	11	Heat	2400	No	No
0 24013361	ELV	22	Room sensor	2400	No	No
0 11010181	SBC	21	Electricity	2400	No	No
0 24013412	ELV	22	Room sensor	2400	No	No
0 25000912	ELV	31	Temperature	2400	No	No
0 24013432	ELV	22	Room sensor	2400	No	No
0 11010242	SBC	21	Electricity	2400	No	No
0 24013342	ELV	22	Room sensor	2400	No	No

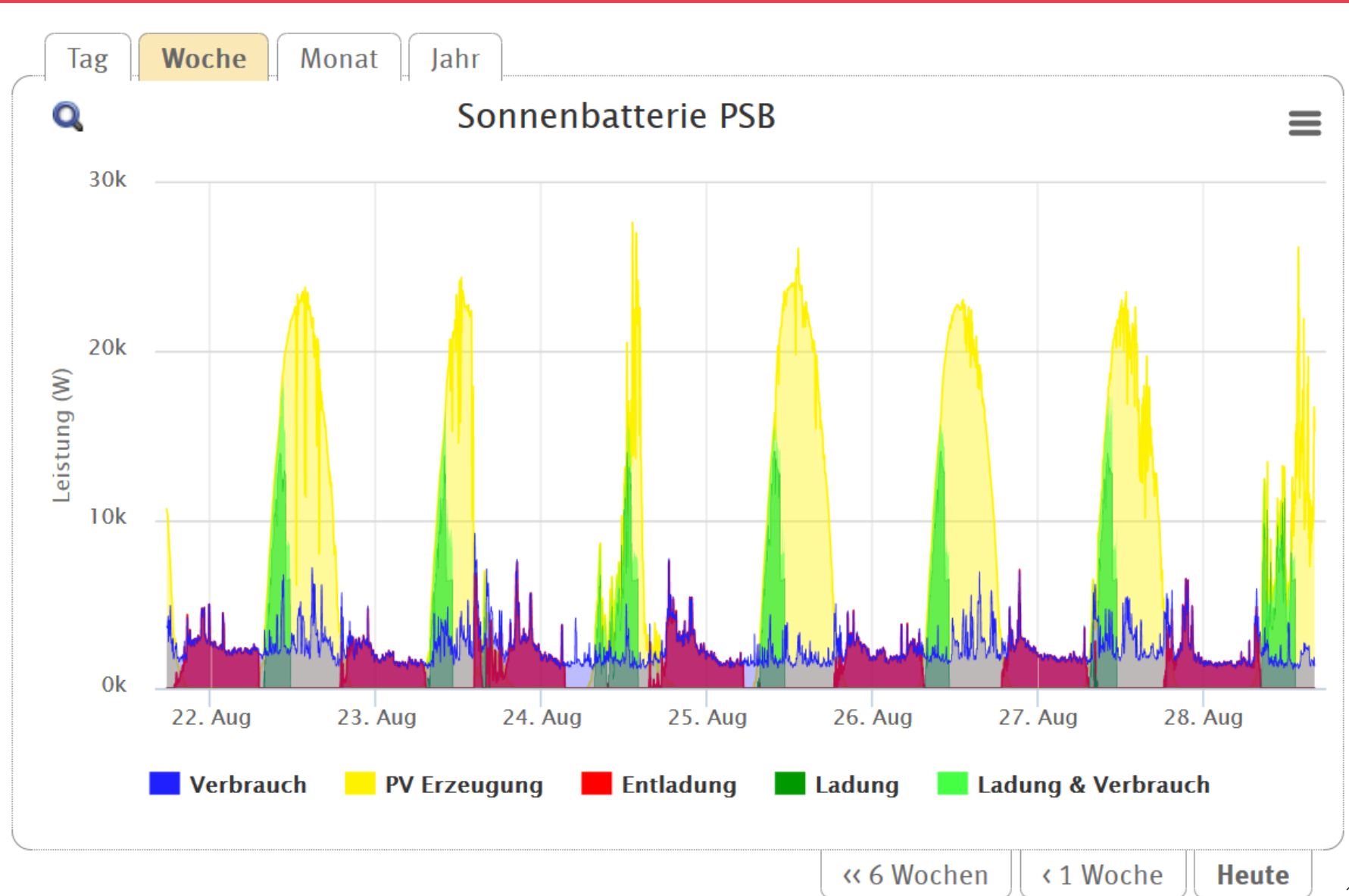
Hochschule für Technik Stuttgart

Plusenergiegebäude bilanziell – Jahr 1

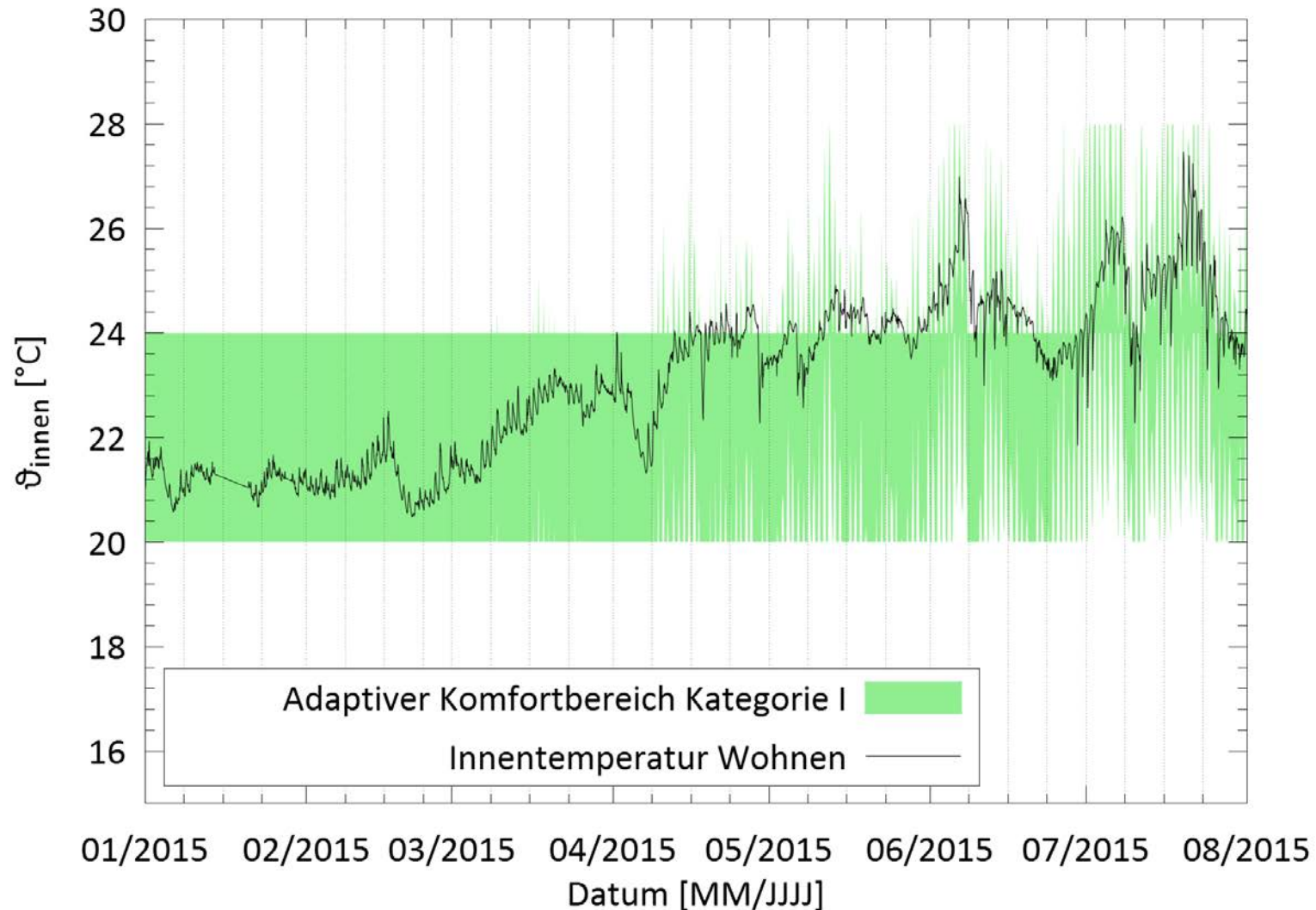


Ergebnisse - PV-Ertrag

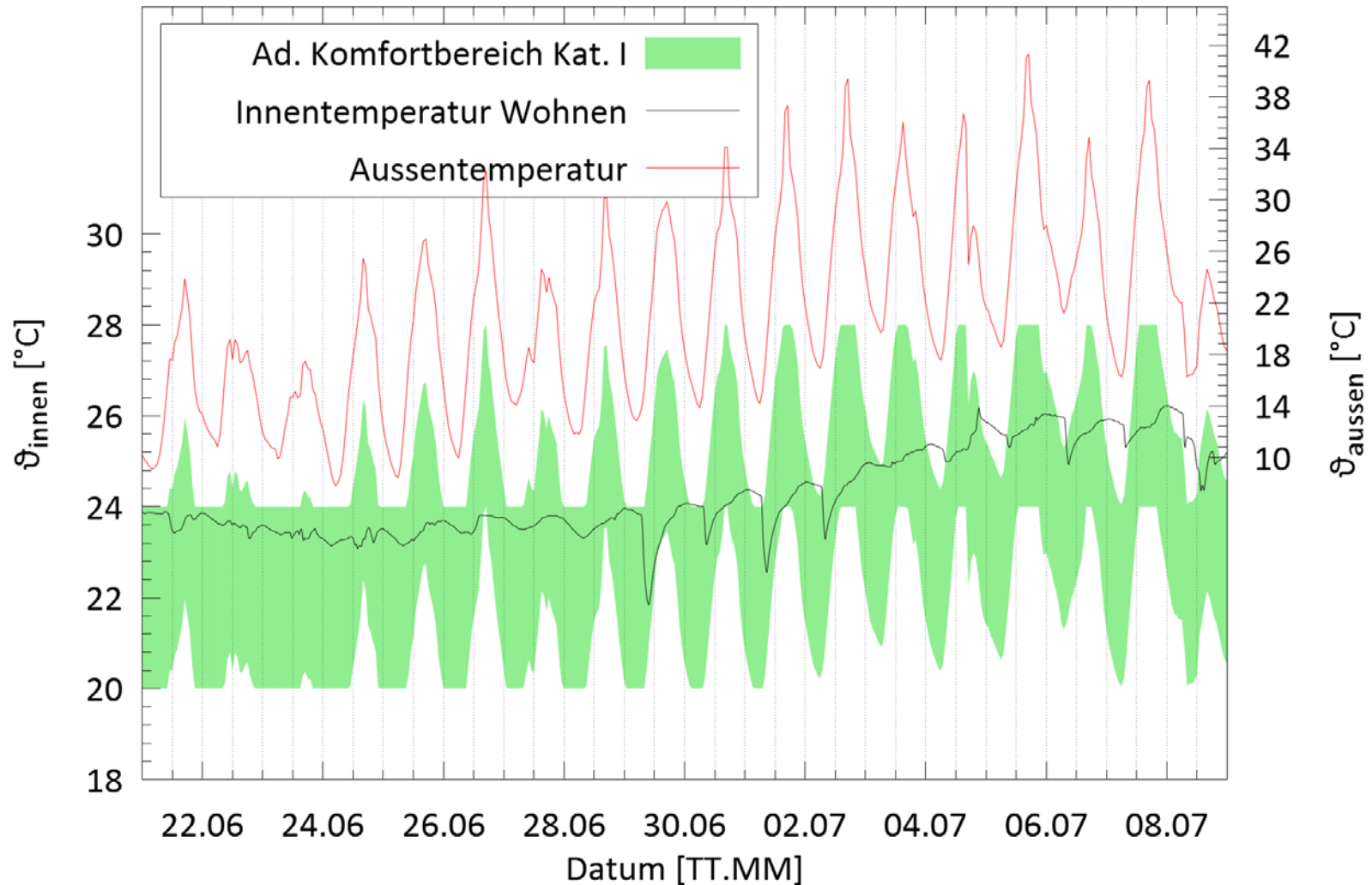




Ergebnisse - Komfort



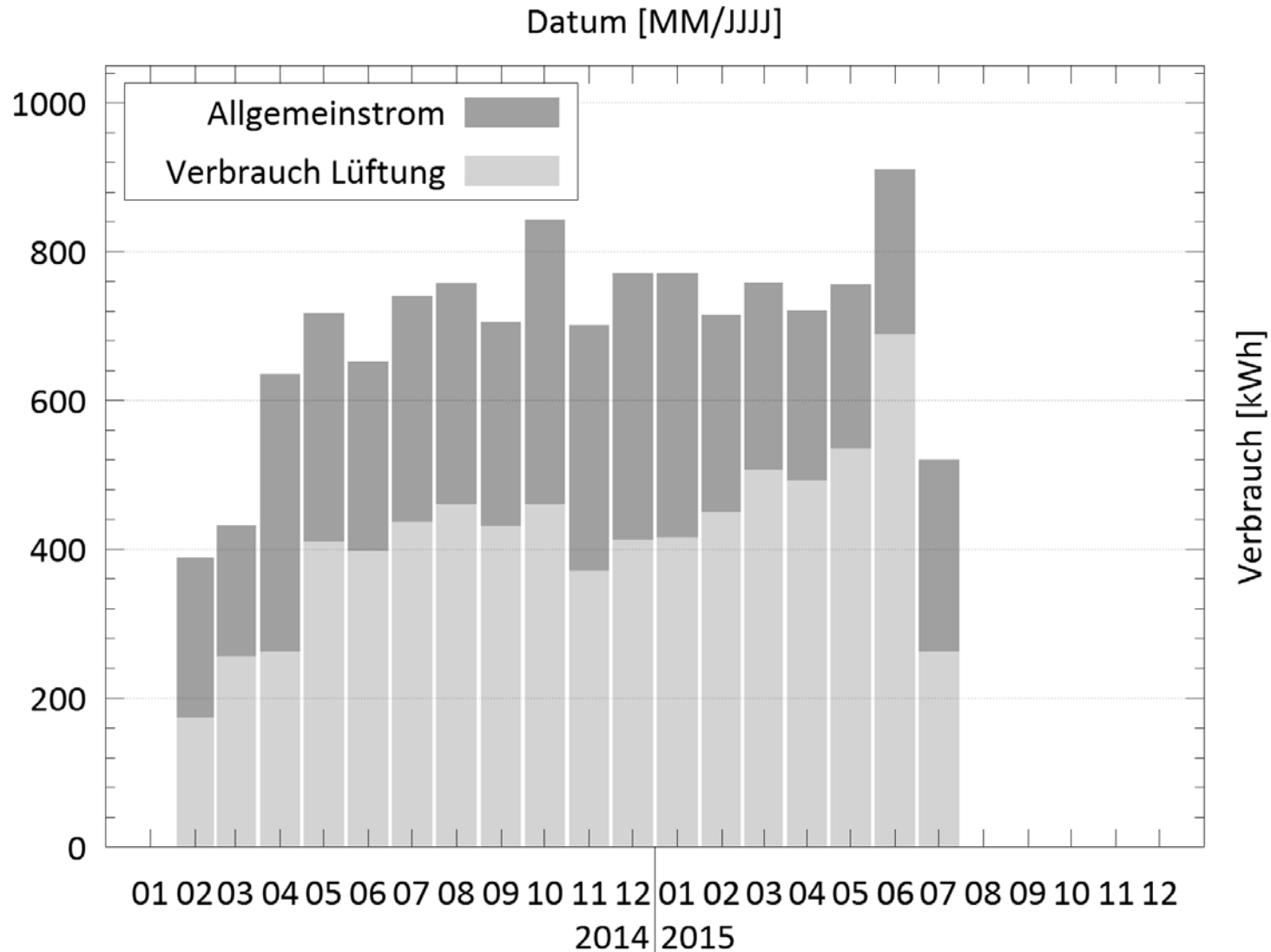
Ergebnisse - Komfort



Hochschule für Technik Stuttgart

Ergebnisse - Übersicht

Monat					Hausverbrauch							Summe
	Netz-bezug	PV-Ertrag	Ein-speisung	Eigen-verbrauch	Lüftung	Pumpen	Monitoring	Allgemein	Allgemein-gesamt	Haushalts-geräte	sonstiges	
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	
Mrz 14	1406	3443	2570	873	256	91	15	70	432	39	969	1439
Apr 14	1106	3731	2823	908	262	88	14	270	635	169	1257	2062
Mai 14	1047	4429	3411	1018	411	91	15	200	717	200	1220	2137
Jun 14	816	5146	4011	1135	398	88	14	151	652	171	1142	1965
Jul 14	921	4194	3131	1063	436	91	15	199	741	189	1096	2026
Aug 14	970	3872	2910	962	460	88	14	194	758	151	1056	1965
Sep 14	1282	2881	2048	833	431	91	15	168	705	195	1239	2139
Okt 14	1666	2015	1353	662	460	88	14	279	842	198	1409	2450
Nov 14	1771	1081	466	615	371	91	15	224	701	194	1378	2273
Dez 14	2259	365	84	281	413	88	14	255	770	182	1606	2558
Jan 15	2093	569	178	392	416	91	15	248	770	178	1476	2424
Feb 15	1373	1328	469	859	450	82	13	169	715	154	1219	2088
Summe	16710	33053	23452	9601	4764	1070	175	2428	8437	2021	15069	25526
		anteilig			18.7%	4.2%	0.7%	9.5%	33.1%	7.9%	59.0%	100%
		spezifisch [kWh/m²]			3.9	0.9	0.1	2.0	6.9	1.6	12.3	20.8



Fazit

- Wärmebedarf ist sehr gering
- Wärmeprognose sehr gut, Warmwasser leicht zu hoch
- Raumklima ist gut, tendenziell zu warm und trocken im Winter
- Komfortbereich nach DIN 15251 (Kat. I) eingehalten
- PV-Anlage erfüllt die Prognose
- Einbau der Batterie (3-phasig) nicht trivial
- Lüftung ist der größte Einzelverbraucher (18.7%)
- Autarkiegrad 36%, Eigenverbrauchsquote 29% (ohne Batterie)
- Erhöhung des Eigenverbrauchs mit Batterie bleibt abzuwarten
- Hürden für Anschaffung eines Elektroautos sind hoch

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!