

IWU-Tagung

15.05.2019, Darmstadt

Vom Konzept über die Umsetzung zum Betrieb

Wie kann die Minimierung des fossilen Energieeinsatzes in Mehrfamilienhäusern gelingen?

Marc Großklos
Institut Wohnen und Umwelt GmbH (IWU)

Wohin muss der Gebäudebestand bis 2050 entwickelt werden?

- Besserer Wärmeschutz und mehr regenerative Energien, möglichst keine fossile Brennstoffe
 - Neue Wege gehen (z.B. Wärmeverteilung, Haushaltsstrom nicht vergessen)
 - Neue Herausforderungen für die Planung und den Betrieb
 - Zwei Beispiele aus der wissenschaftlichen Begleitforschung des IWU
-

Beispiel 1: Sanierung Frankfurt Rotlintstraße



Zustand vor der energetischen Modernisierung



- ▶ Baujahr 1956
- ▶ 7 Gebäude in drei Blöcken
- ▶ 54 Wohnungen (61 nachher)
- ▶ ca. 3800 m² Energiebezugsfläche nach Modernisierung (2009 – 2011)



Energetische Modernisierung von 7 Mehrfamilienhäusern

Ziele:

- Passivhaus-Standard bei Bestandsgebäuden
- Dämmung überwiegen aus nachwachsenden oder recycelten Materialien
- Effizienzsteigerungen bei Verteilung, Hilfsenergie und Haushaltsstrom
- Überwiegend regenerative Energieversorgung
- Null-Emission für Heizung, Warmwasserbereitung und Hilfsstrom

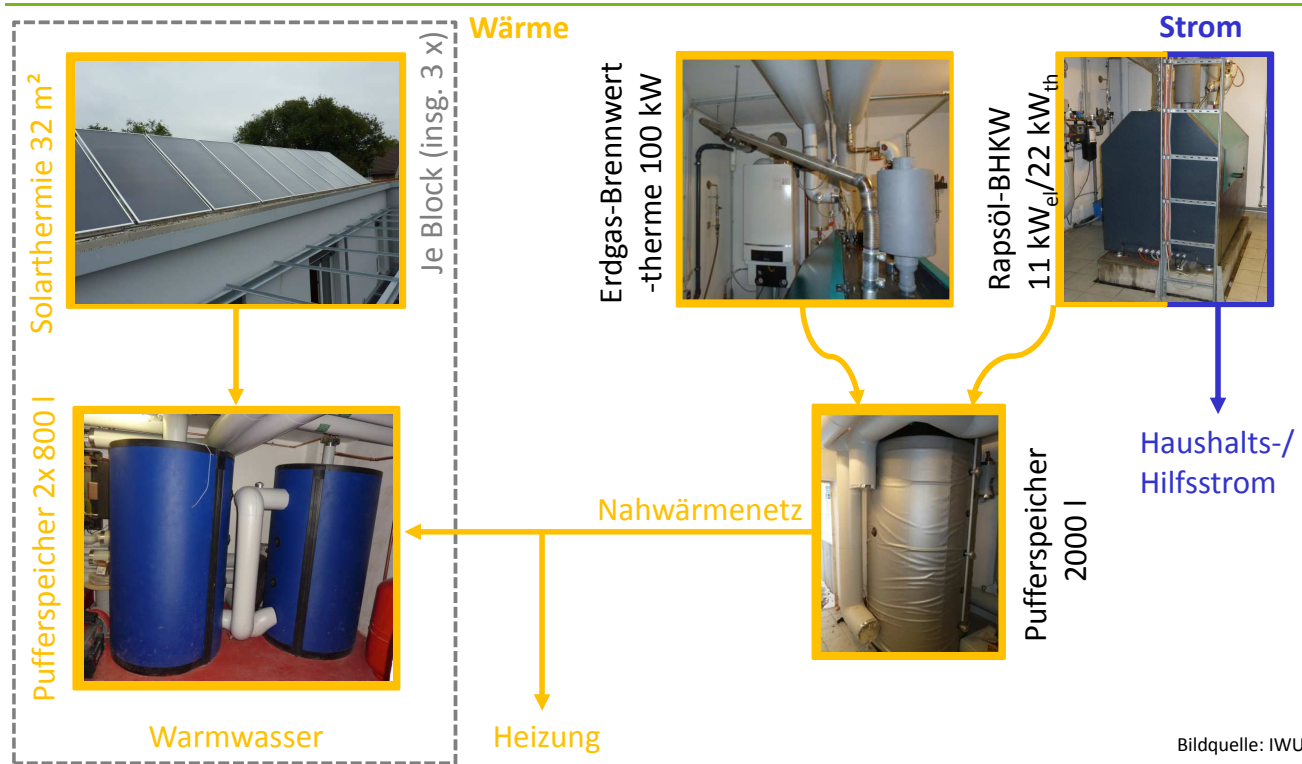
Bauherr: ABG FRANKFURT HOLDING
 Architektur, Planung, Bauleitung: faktor10, Darmstadt
 Statik, Brandschutz: bauart Konstructions, Lauterbach
 Haustechnik: IB Baumgartner, Mörlenbach
 Wissenschaftliche Begleitung: Institut Wohnen und Umwelt, Darmstadt

Förderung: Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz zusammen mit Europäischer Fonds für regionale Entwicklung der EU

"Investition in Ihre Zukunft"



Konzept Anlagentechnik – Deckung des Restenergiebedarfs



Anlagentechnik – weitere Besonderheiten

Warmwasserbereitung

- Wasser-Spararmaturen in allen Wohnungen
- Reduktion der Verteilverluste für Heizung und Warmwasser durch Dämmung der Verteilleitungen mit 50 mm im Gebäude
- Rohr-in-Rohr-Zirkulation zur Reduktion der Zirkulationsverluste
- Auf 48 °C reduzierte Warmwassertemperatur, Hygienisierung durch Diaphragmalyse



Lüftungstechnik

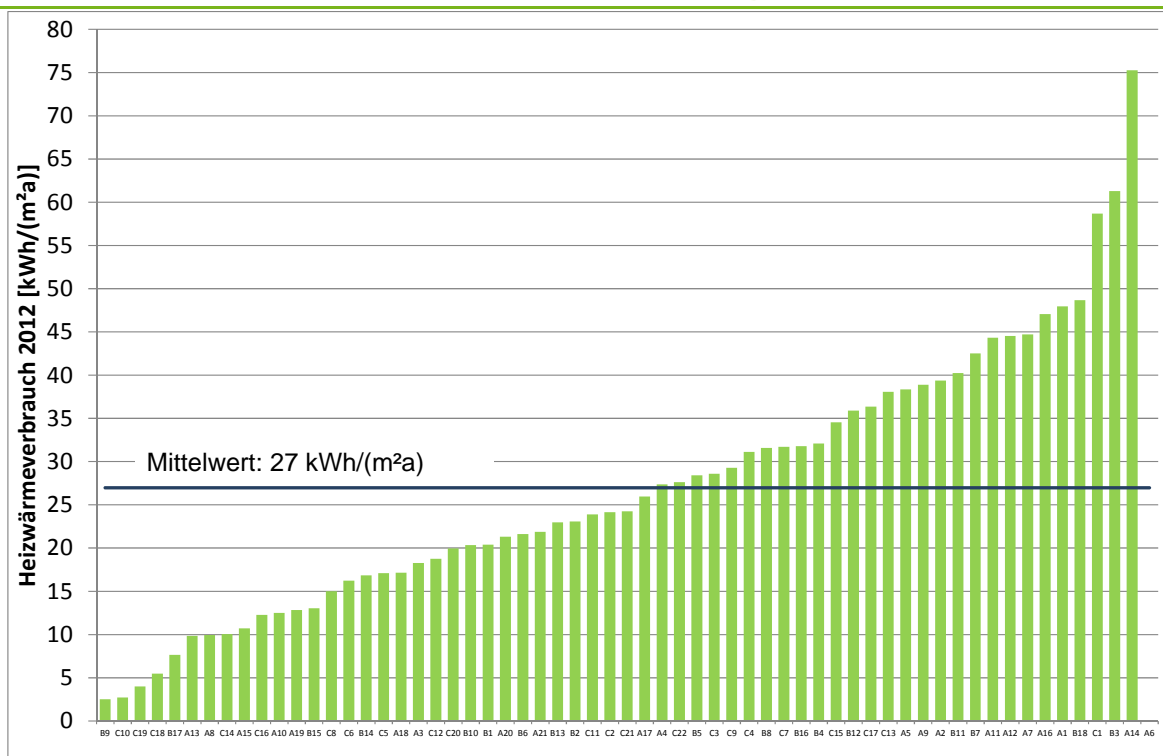
- Wohnungsweise Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung

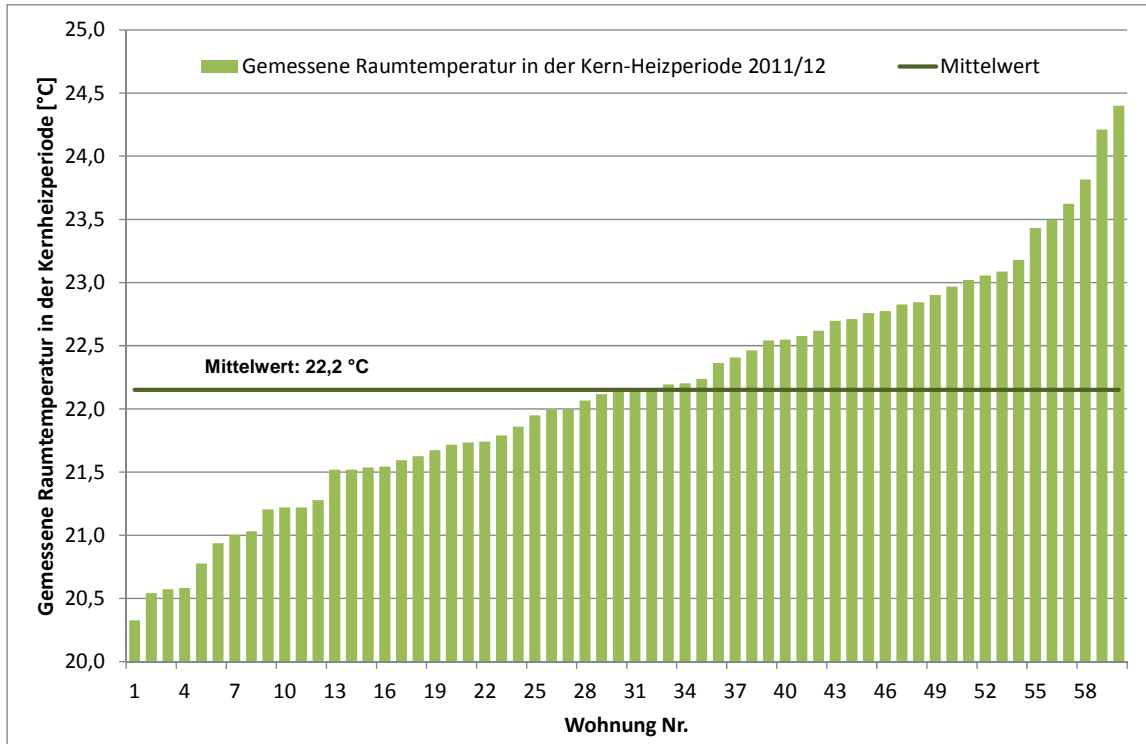
Stromeinsparung

- Effiziente Beleuchtung in Bad, Flur, Standby-Abschalter, stromsparende Aufzüge und Pumpen

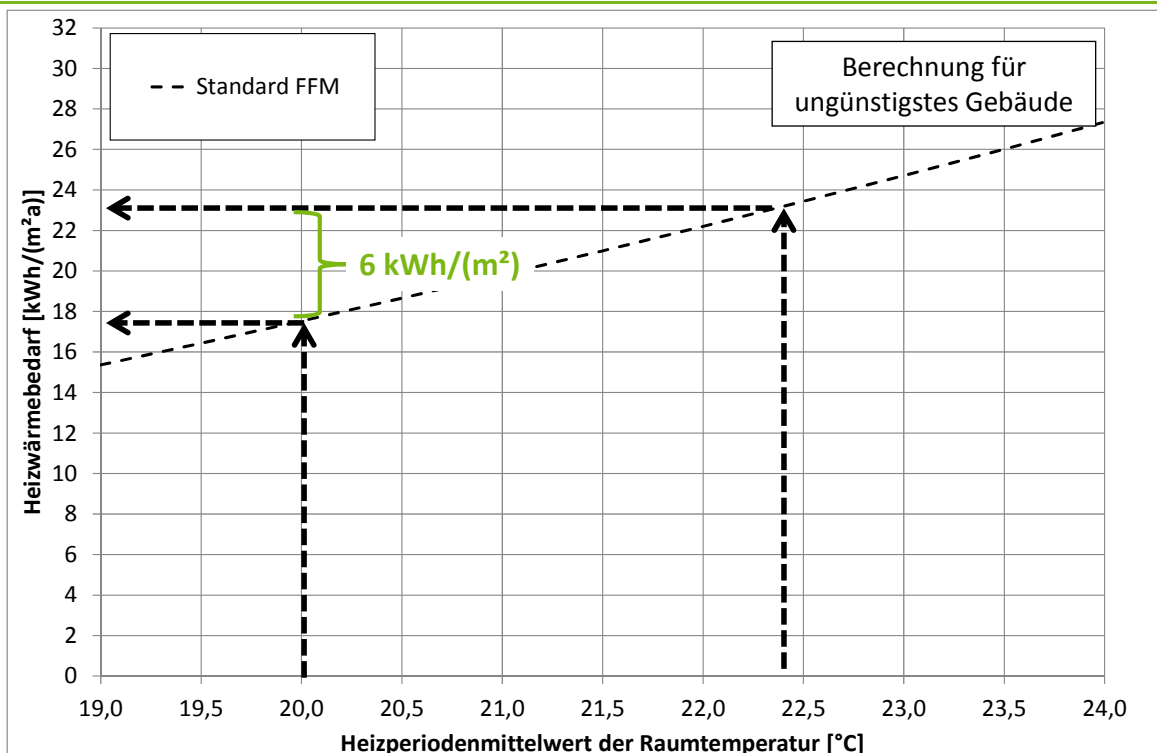


Messergebnisse: Heizwärmeverbrauch 2012 der Wohnungen

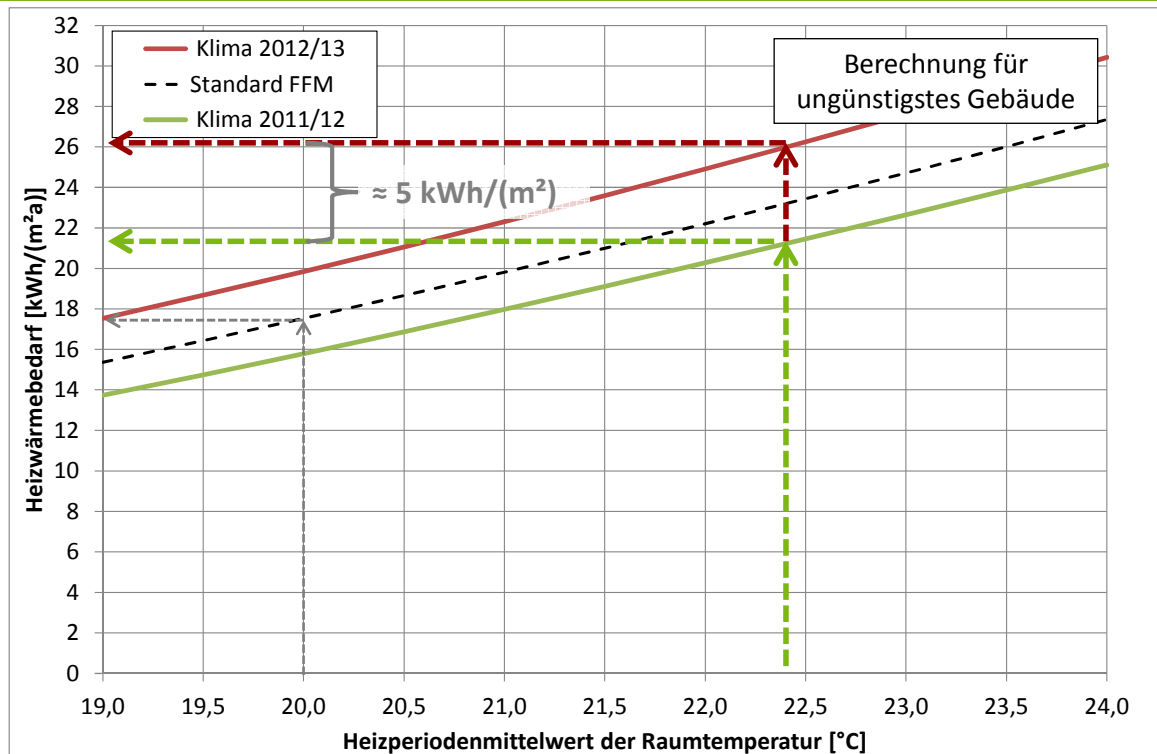




Einfluss der Raumtemperatur auf den Heizwärmebedarf



Einfluss der Raumtemperatur auf den Heizwärmebedarf

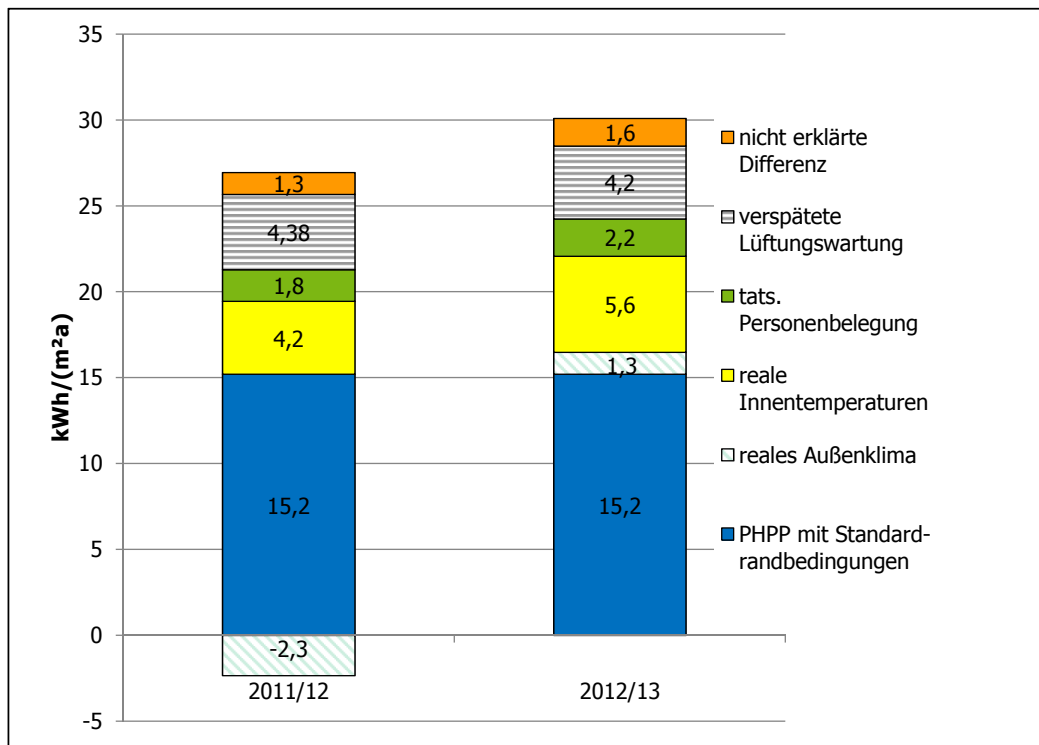


Erfahrungen bei der Nutzung der Haustechnik

- ▶ Sommer/Winter-Umschaltung der Wärmerückgewinnung erfolgt im Rahmen der Lüftungswartung. Diese wurde aber erst zwischen November und Januar durchgeführt, bei manchen Wohnungen überhaupt nicht
 - ☞ keine Wärmerückgewinnung aus der Abluft in einem Teil der Heizperiode
 - ☞ kalte Außenluft muss bis auf Zulufttemperatur erwärmt werden
 - ☞ ca. 12 % Mehrverbrauch
- ▶ Nutzung der Schiebeläden im Winter tagsüber als Sicht- und Einbruchschutz -> Reduktion der solaren Gewinne



Heizwärme im Vergleich: Bedarf und Messwerte



Erfahrungen beim Anlagenbetrieb

- Ausfall von Solarpumpen und Fehlfunktionen der Solarregelung führen zu Einbruch bei solarem Deckungsgrad; genutzte solare Wärme im Mittel 6,0 kWh/(m²a), geplant waren 11 kWh/(m²a)
- Auch im 3. Sommer war immer noch ein gewisser Sommerverbrauch von 1,1 kWh/(m²a) vorhanden, konnte aber von 4,5 kWh/(m²a) gesenkt werden



Bildquelle: IWU

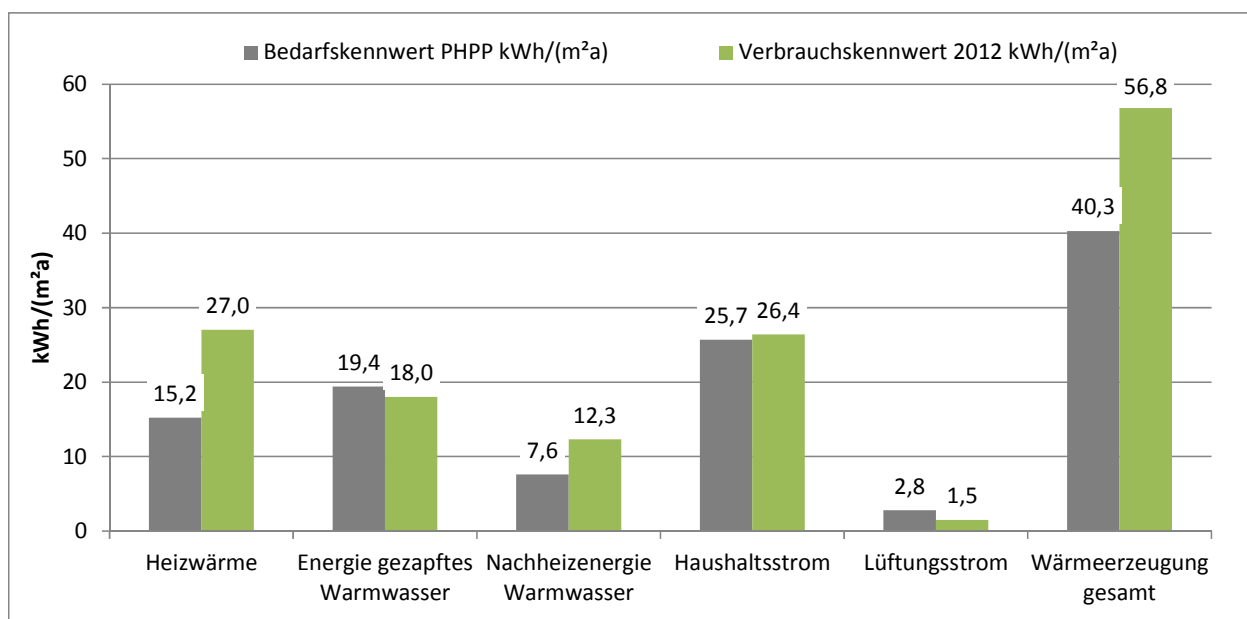


Bildquelle: IWU

- Probleme bezüglich Schallschutz wurde durch eine veränderte Befestigung des Abgaskamins beseitigt
- Starke Rußentwicklung des BHKW beim Start wurde durch Nachrüstung eines Rußfilters (aus Bereich Gabelstapler) beseitigt
- Zuverlässigkeit des BHKW verbesserungsfähig



Kennwerte für 2012



- Endenergieeinsparung von 70 % messtechnisch nachgewiesen, 79 % Einsparung waren geplant, etwa Hälfte der Differenz durch Nutzerverhalten verursacht
- Rapsöl-BHKW hat sich nicht bewährt (technisch, ökologisch)
- Andere Probleme (z.B. Regelungen) sind technisch handhabbar
- Klimaneutralität wegen Ausfällen bei BHKW nicht erreicht
- Durch sehr guten Wärmeschutz und Solarthermie sehr niedrige Verbräuche und Treibhausgasemissionen erreicht
- **Bei Klimaschutz nicht alleine auf Anlagentechnik verlassen, um die Ziele zu erreichen**

Cordierstraße 4 - Vorgängerbau

- Altes Gebäude in einfachster Bauweise aus den 1930er Jahren wies einen schlechten Zustand und statische Probleme auf
- => Sanierung war nicht mehr wirtschaftlich
- Vorgängerbau bereits seit einigen Jahren abgerissen



Beispiel 2: Cordierstraße 4, Frankfurt a.M. von Westsüdwest



Bildquelle: IWU

Abweichung aus
Südrichtung: -65°
Bezug: Frühjahr 2014

Beispiel 2: Gebäude Cordierstraße 4, Frankfurt a.M. von Südost



Bildquelle: IWU

Gebäudedaten:

- 17 Wohnungen
- Wohnfläche:
58 bis 95 qm
- 1219 m²EBF

- Effizienzkonzept für Heizung (PH), Warmwasserbereitung, Verteilung, (Haushalts-) Strom
- Vollständig regenerative Energieversorgung für Wärme sowie für Strom in der Jahresbilanz
- Primärenergieüberschuss in der Jahresbilanz („Passivhaus mit Energiegewinn“)
Teilnahme am Modellprojekt Effizienzhaus Plus
- Möglichst geringe Belastung des elektrischen Netzes

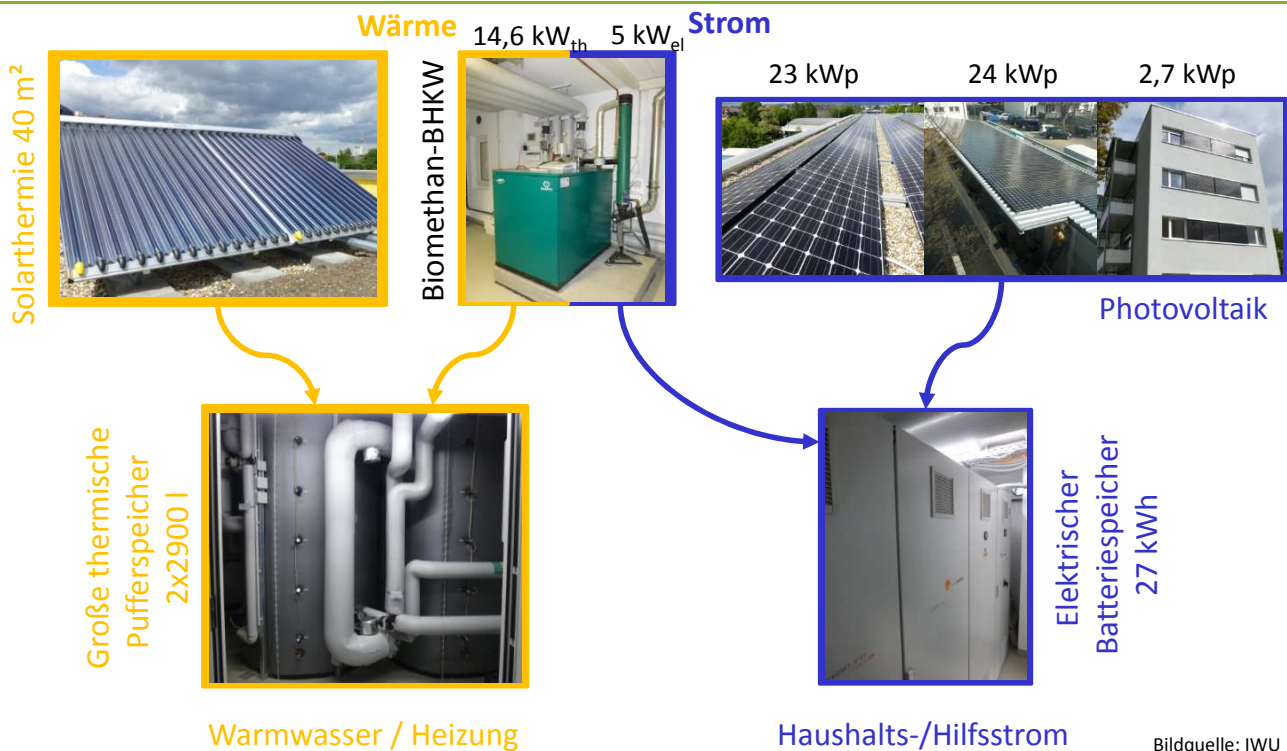
Beteiligte



Förderung



Deckung des Restenergiebedarfs mit regenerativen Energien

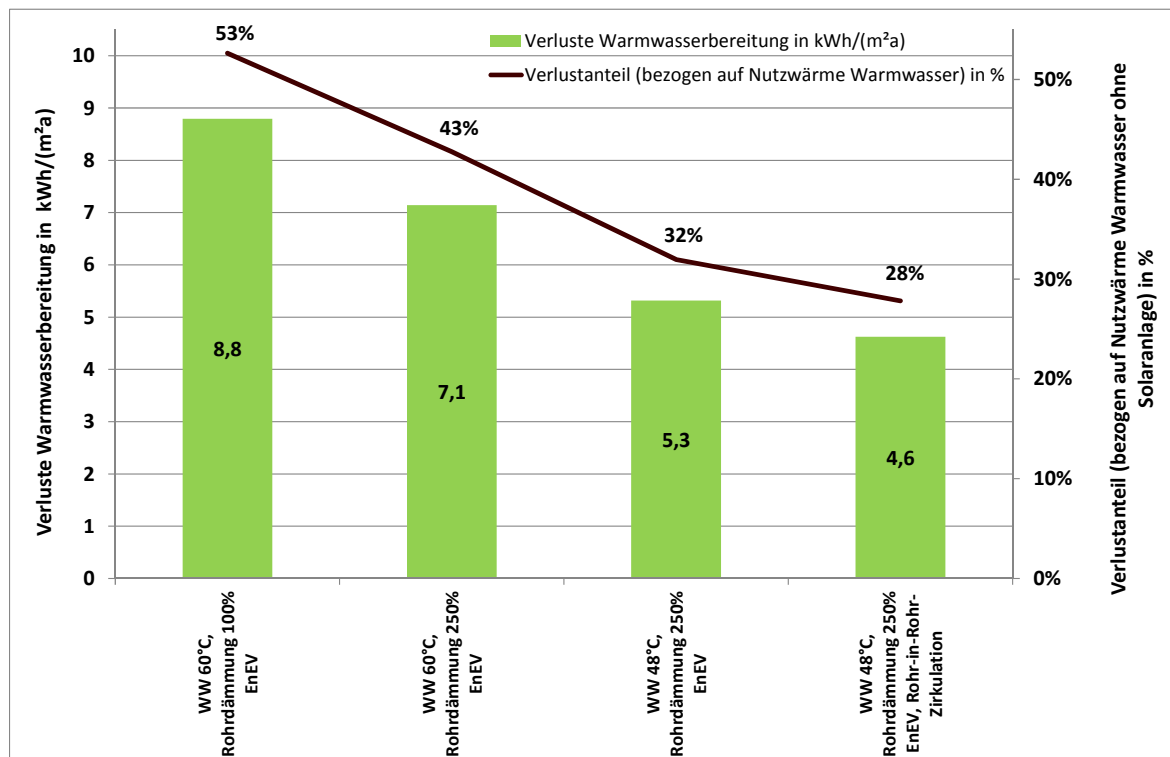


Anlagentechnik

Reduktion der Verteilverluste



Reduktion des Wärmebedarfs für Warmwasser



Reduktion des Strombedarfs



Ausstattung der Küchen mit Geräten höchster Effizienzklassen



Vorinstallierte LED-Beleuchtung in der gesamten Wohnung



Trockenschränke



Standby-Abschalter/
Schaltbare Steckdosen



Energieeffiziente Anlagentechnik

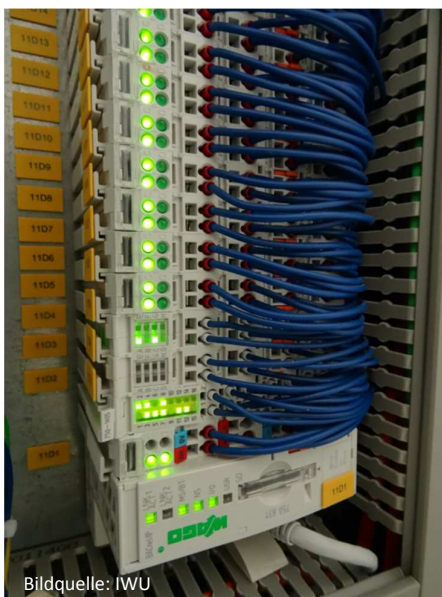
Bildquelle: IWU

Messergebnisse

Ergebnisse der Messphase Juli 2014 bis Juni 2016



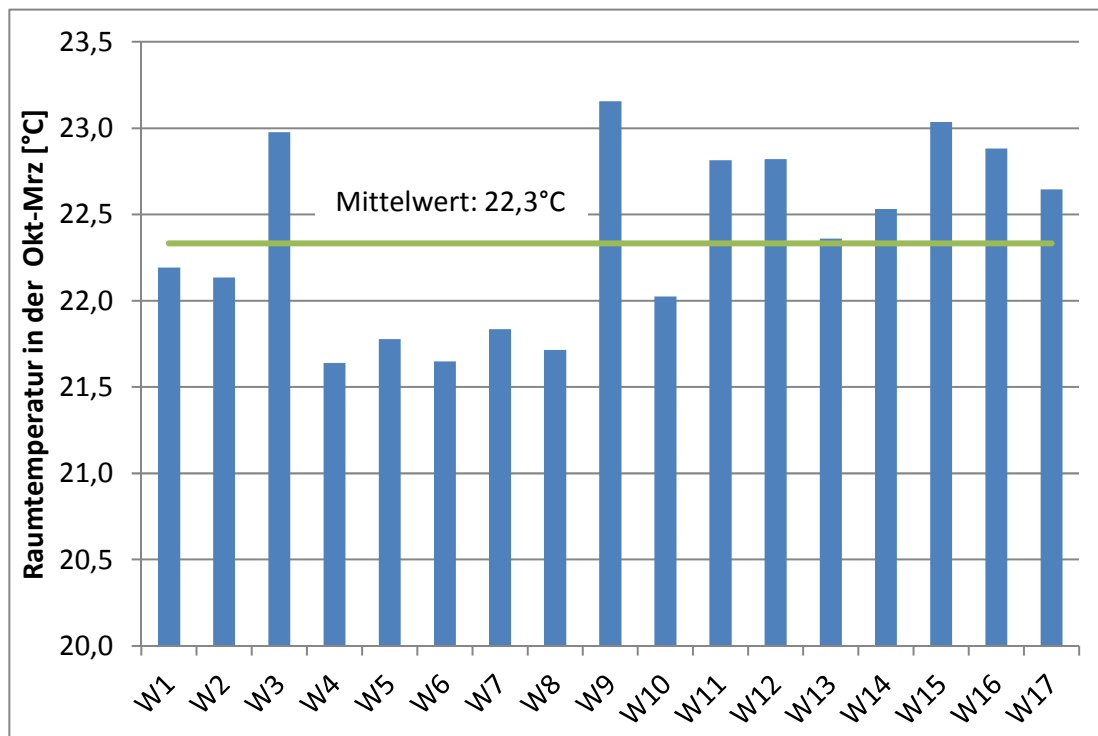
Bildquelle: IWU



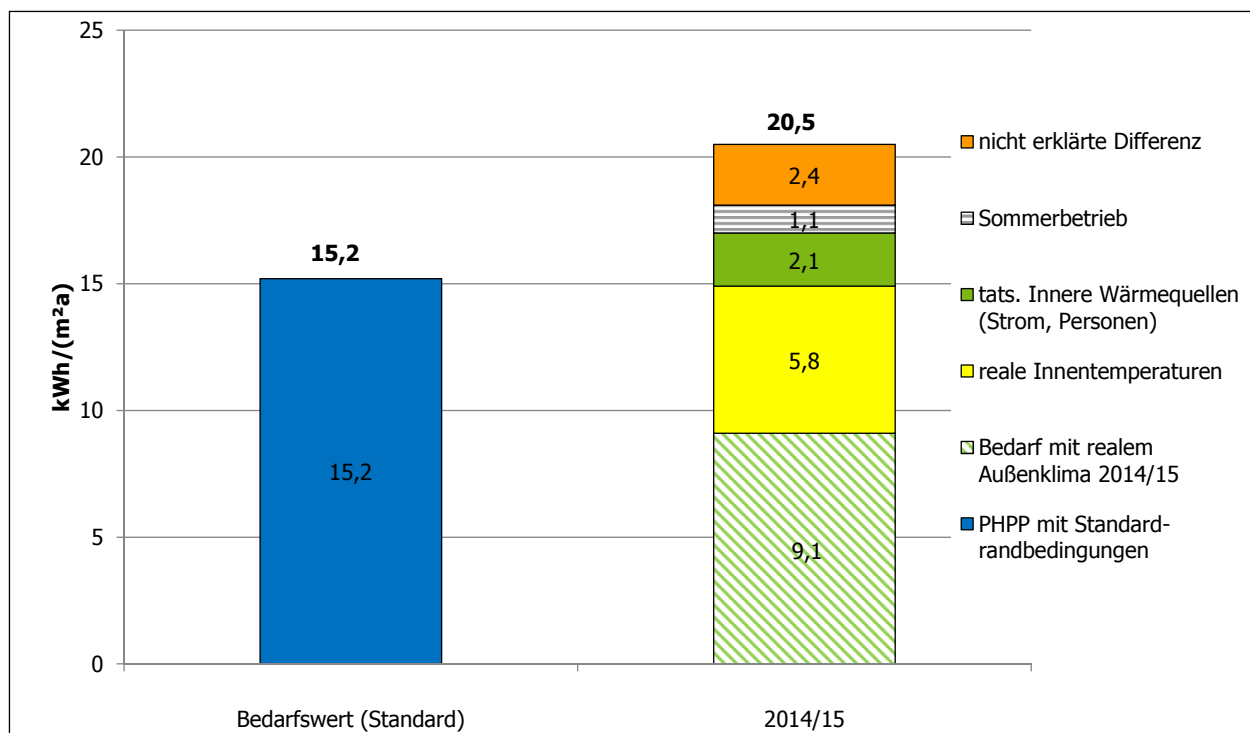
Bildquelle: IWU



Bildquelle: IWU



Heizwärmeverbrauch

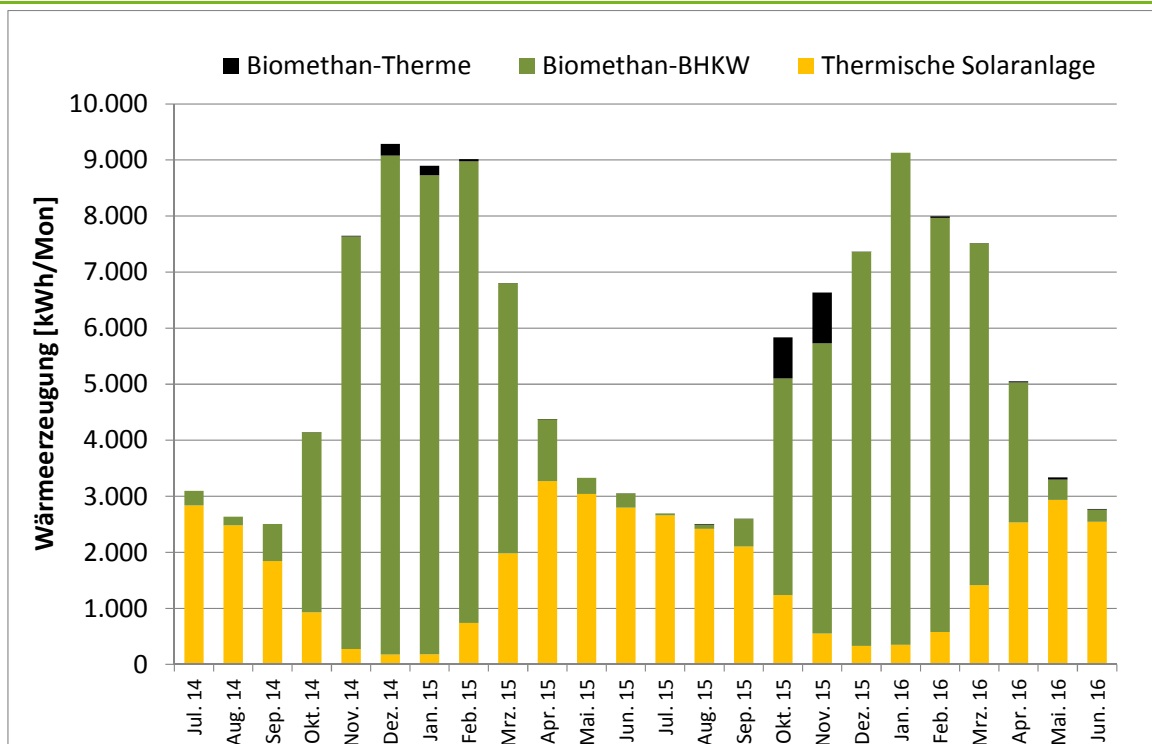


Verbräuche: Heizwärme und Warmwasser

	absolut	bezogen auf A_{EBF}	Bedarf nach PHPP bzg. auf A_{EBF}
	[kWh/a]	[kWh/(m ² a)]	[kWh/(m ² a)]
2014/15			
Verbräuche			
Heizwärmeverbrauch	24.959	20,5	15,2
Wärme Warmwasserbereitung	19.489	16,0	16,6
Verluste			
Verluste Heizwärmeverteilung	4.375	3,6	0,9
Verluste Warmwasserbereitung	2.565	2,1	3,5
Verluste Wärmespeicherung	13.015	10,7	1,0
Erzeugernutzwärmeabgabe	64.403	52,8	37,3



Wärmeerzeugung



Erfahrungen Wärmeerzeugungsanlagen

BHKW

- Zuverlässig im Betrieb
- Biomethan aus lokaler Erzeugung, bilanzielle Lieferung über Erdgasnetz
- Nur geringe Brennwertnutzung im externen Wärmetauscher
- Standardregelung des Herstellers führte zu einer kontinuierlichen Durchmischung des Wärmespeichers -> wurde geändert
- Regelung mit einem Toleranzband statt fester Schaltschwelle bei der Nachheizung würde den Ertrag der Solarthermie erhöhen
- **Kombination von BHKW und Solarthermie ist unüblich und wirtschaftlich nicht attraktiv – aber ökologisch sehr sinnvoll!**

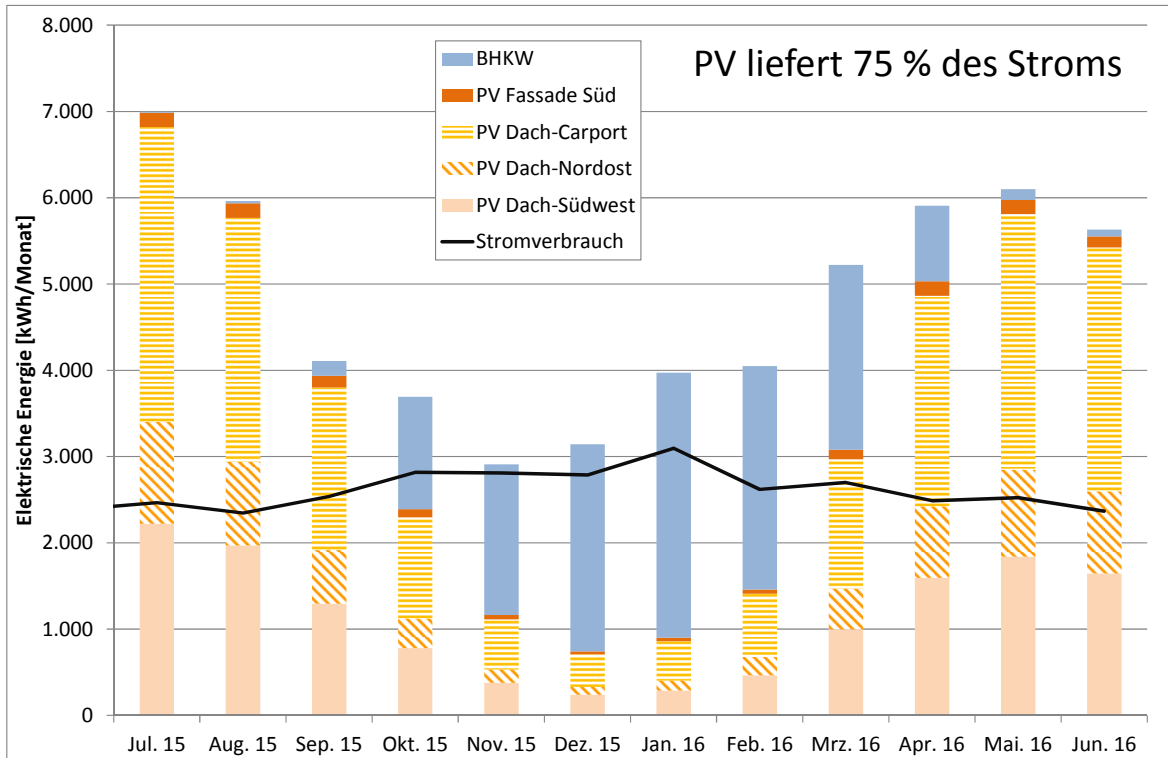
Brennwerttherme

- War kaum in Betrieb (0,4 bzw. 2,8 % der Wärme bereitgestellt)

Verbräuche: Haushalts- und Hilfsstrom

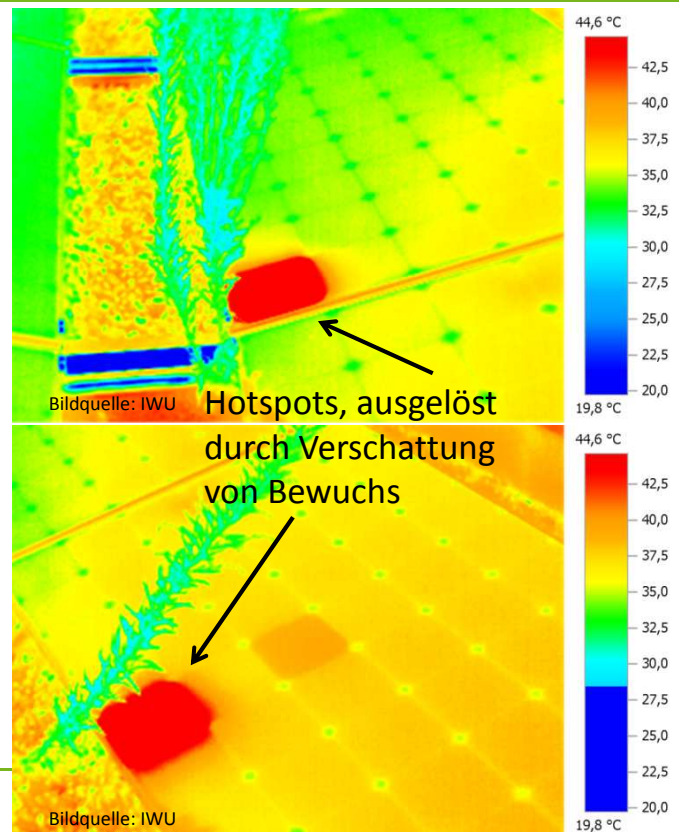
2015/16	absolut	bezogen auf A_{EBF}
	[kWh/a]	[kWh/(m ² a)]
Haushaltsstrom	21.339	17,5
Allgemeinstrom	2.255	1,8
Hilfsstrom Anlagentechnik	6.275	5,1
Aufzug	1.684	1,4
Summe Stromverbrauch	31.553	25,9
Messtechnik	466	0,4

- Planungswert für Haushaltsstrom: 20,9 kWh/(m²a) 👍 **15 % unter Planungswert**



Erfahrungen PV-Anlagen

PV-Dachanlage nach einem Jahr





Li-Eisenphosphat-Speicher mit
38 kWh brutto / 27 kWh nutzbarer Nettokapazität,
3-phasig, Netzalternativbetrieb

Erfahrungen Elektrospeicher

- Zu Beginn eine Reihe von Ausfällen durch Defekte von elektronischen Schützen und Softwareproblemen
- Speicher mit Netzalternativbetrieb (heute kaum noch verbreitet) verursachte zusätzliche Probleme durch Belastung der Schalteinrichtungen
- Längere Betriebsunterbrechung bis zur Klärung der Frage, ob der erforderliche Kurzschlussstrom vom Speicher geliefert werden kann
- Von Mai 2015 bis Sommer 2016 (Ende Monitoring) reibungsloser Betrieb

Eigenverbrauch, Autarkiegrad, Primärenergie, Brennstoff

- Eigenverbrauchsanteil (mit Speicher): 57 %
- Elektrischer Autarkiegrad (mit Speicher): 81%
- Primärenergiebilanz:
2014/15: 17,4 kWh/(m²_{EBF}a) Überschuss
- Biomethanverbrauch mit 43,5 kWh/(m²_{EBF}a) aufgrund der Verluste in den Wärmespeicher über den Planwerten



Fazit Cordierstraße

- Verbräuche für Heizung und Warmwasser liegen trotz pauschaler Abrechnung sehr niedrig
- Speicherverluste sind zu hoch
- Aufwändige Anlagentechnik muss eingeregelt werden
- Primärenergieüberschuss in beiden Messjahren
- Ziele des Vorhabens durch Messungen überwiegend bestätigt
- Weitgehend regenerative Energieversorgung erreicht
- **Gebäude kann auch im Winter die Nachbarschaft mit Strom beliefern und entlastet damit das elektrische Netz**

Fazit aus den innovativen Projekten

- Anforderungen des Klimaschutzes führen zu neuen Aufgaben bei Planung und Bau von Gebäuden:
Wärme- / Strombedarf, Nutzung regenerativer Energien
- Neue Aufgaben für die Betriebsführung beim Eigentümer (Analyse und Optimierung)
 - Erprobung neuer Konzepte: Leistungsphase 10 (Betriebsoptimierung) beauftragen
 - Alle Gebäude: Energiecontrolling auf Basis ohnehin vorhandener Daten (ggf. leicht erweitert) durchführen
- Augenmerk auf Hydraulik und EE-Anlagen mit (fossilen) Backup-Systemen, da Fehlfunktionen hier oft nicht bemerkt werden
- **Gebäude, die Klimaschutzanforderungen für 2050 erfüllen, sind heute schon umsetzbar und funktionieren**

**Vielen Dank
für Ihre Aufmerksamkeit!**

Projektberichte sind unter www.iwu.de als kostenfreier Download verfügbar

