Sanierungsmaßnahmen im Gebäudebestand für den Einsatz von Wärmepumpen

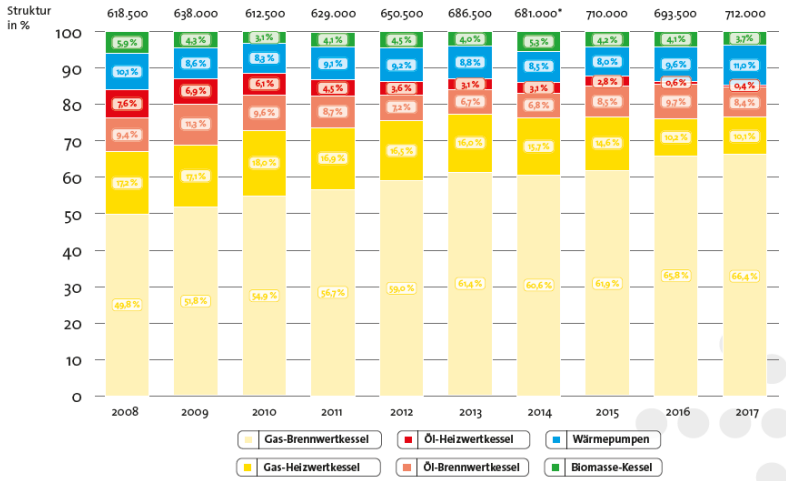
C.A.R.M.E.N.-Fachgespräch

09. Oktober 2018

Aschaffenburg

1

BDH
Bundesverband der Deutschen Heizungsindustrie



* Eine Erweiterung des Meldekreises in der Produktstatistik „Biomassekessel" im Jahr 2014 führte zu höheren Stückzahlen im Vergleich zum Vorjahr. Die prozentuale Entwicklung zum Vorjahr ist aber negativ.

10-Jahres-Verlauf Absatz Wärmeerzeuger Deutschland

2

Agenda

1. Was im Altbau zu beachten ist…
2. Anlagen-Kombinationen
3. Polysun-Optimierung
4. Praxis-Werte aus einem Wohngebäude
5. (Praxis-Werte aus einem Nichtwohngebäude)

3

Der Gebäudebestand in D…

Beschreibung/Bauweise/Baujahr	mittlere Heizlast [W/m²]
vor 1977	130
WärmeschutzV 1977	70
WärmeschutzV 1995	40
EnEV 2002	30
Niedrigenergiehaus	25
Passivhaus	10

Wichtig: Raumheizlast nach DIN EN 12831 (oder Gebäudesimulation) ermitteln und spez. Heizlast des „schlechtesten Raums“ beachten! (kann doppelt bis dreifach so hoch sein wie der Mittelwert)

4

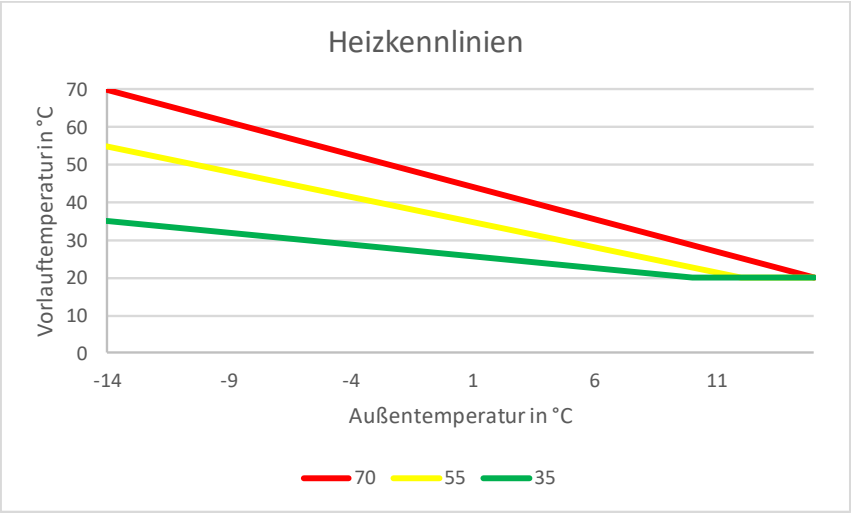
K(A)ltbau und Wärmepumpen

1. Im nicht energetisch modernisierten Altbau mit Heizkörper ist die Vorlauftemperatur bei Norm-Außentemperatur bei 70 °C und mehr…

2. Je höher die Vorlauftemperatur, desto geringer die Leistungszahl einer Wärmepumpe (Effizienz-Kriterium!)

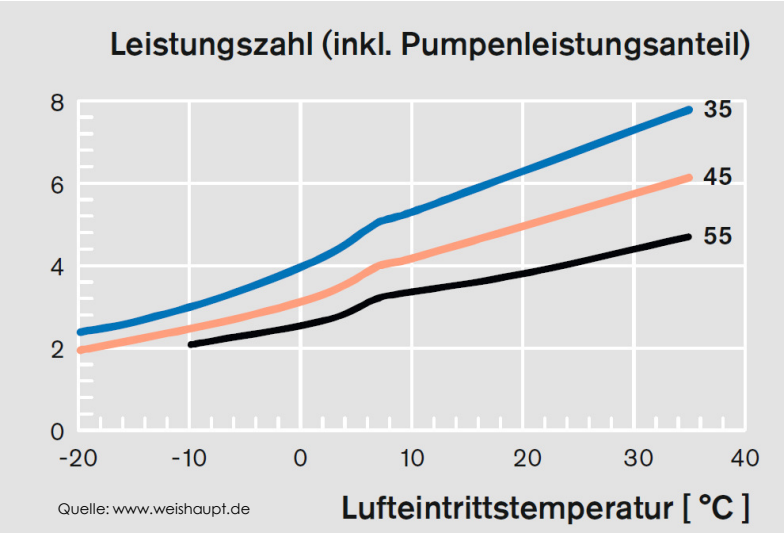
5

Heizkennlinien



6

Luft-Wasser-Wärmepumpen-Kennlinien



7

Exkurs: Hydraulische Optimierung

Modernisiertes Wohngebäude mit 2 Heizkreisen (FBH + HK):

- Vorlauftemperatur FBH: 35 °C
- Vorlauftemperatur HK: 57 °C (KfW-Anforderung erfüllt!)

→ Analyse des „schlechtesten Heizkörpers“ und Erhöhung dessen Wärmeübertragungsleistung

→ Reduktion der Vorlauftemperatur HK auf 47 °C!!!

Heizflächendaten

Lfd. Nr.	Raumbezeichnung	Raumheizlast [W]	Heizflächentyp	t_R [°C]	Normleistung 75/65 °C	Verhältnis Q_{HK}/Q_R	Entf. zur Pumpe
1	Bad	530	Heizkörper 1	39	1732	3,3	mittel
2	Essen	520	Heizkörper 1 Platte 22/600/1200	31	2033	3,9	nah
3	Flur EG+OG	441	Heizkörper 1 Platte 22/900/600	36	1413	3,2	mittel
4	Küche	207	Heizkörper 1 Platte 22/600/500	30	847	4,1	nah
5	Schlafen	592	Heizkörper 1 Platte 22/600/1400	31	2372	4,0	mittel
6	Bad	315	Heizkörper 1 Platte 22/500/800	39	1049	3,3	weit
7	Schlafen NO	635	Heizkörper 1 Platte 22/600/1400	32	2372	3,7	weit
8	Schlafen SW	864	Heizkörper 1 Platte 22/600/1400	40	2372	2,7	weit

Warum Luft-Wasser-Wärmepumpen (in gut gedämmten Gebäuden)?

1. In bivalent-teilparallelen Systemen (auch bei der Ergänzung eines bestehenden Heizungssystems) kann der Bivalenzpunkt so gewählt werden, dass der COP besser ist als bei Erdreich-Wärmepumpen
2. Investitionskosten deutlich geringer als bei Erdreich-Wärmepumpen (ca. 10 t€ für Wärmepumpe, Erdreich-Kollektor oder Bohrung zwischen 10…20 t€)

In Gebäuden mit keiner oder wenig Dämmung haben Erdreich-Wärmepumpen in der Hauptnutzungszeit (Außentemperaturen < 0 °C) einen Vorteil durch bessere Arbeitszahl, in gut gedämmten Gebäuden ist der Wärmebedarf für Warmwasser meist höher als fürs Heizen!

9

Sinnvolle Kombinationen

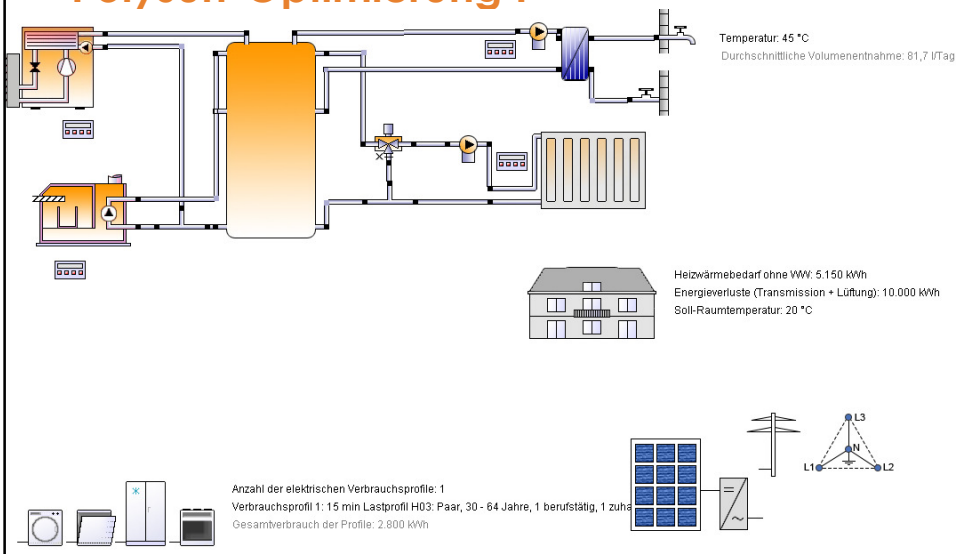
Die Kombination von Wärmepumpen mit anderen Technologien kann viele Vorteile bieten:

1. **(Luft-Wasser-)Wärmepumpe mit Photovoltaik:**
   - besserer Ertrag als Solarthermie ohne Direktstrahlung
   - sg-ready: Solarer Überschuss ist in Wärme günstiger zu speichern als mit Akku (Faktor 10…30!)
   → Pufferspeicherdimensionierung beachten!

2. **(Luft-Wasser-)Wärmepumpe mit Scheitholz:**
   - (großer) Pufferspeicher für beide Systeme notwendig
   - Ausfallsicherheit/Redundanz
   - Investition im akzeptablen Rahmen

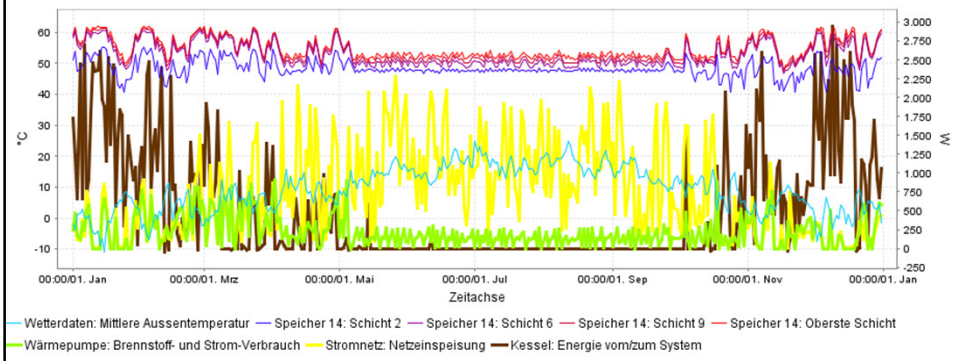
10

Polysun-Optimierung I



11

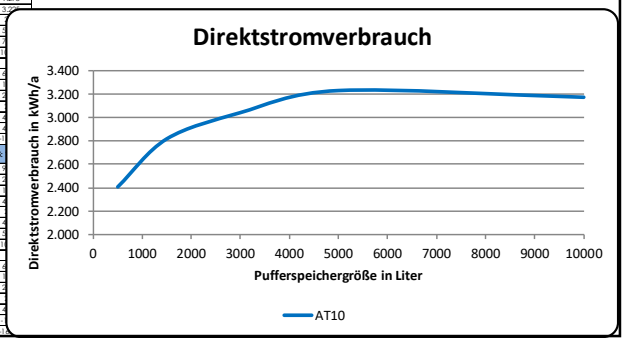
Polysun-Optimierung II



12

Polysun-Optimierung III

Umschalt-Außentemperatur: 10 °C, Leistung Wärmepumpe: 10 kW (therm.), ohne Akku	V1: 500 l	V2: 1.500 l	V3: 3.000 l	V4: 5.000 l	V5: 10.000 l
PV-Ertrag	9.409	9.409	9.409	9.409	9.409
Stromverbrauch Haushalt	2.800	2.800	2.800	2.800	2.800
Stromverbrauch WP (Eaux)	1.254	1.628	1.899	2.080	1.914
Wärmemenge WP (Qaux)	2.990	3.818	4.409	4.862	4.440
JAZ WP	2,38	2,35	2,32	2,34	2,32
Biomasseverbrauch (Qaux)	4.803	4.433	4.263	4.278	4.428
Biomasseverbrauch (Eaux)	6.622	6.082	5.806	5.756	5.887
Gesamt-Wärmemenge	7.793	8.251	8.672	9.140	8.868
Wärmeanteil WP	38	46	51	53	50
Netzeinspeisung	7.003	6.592	6.368	6.176	6.234
Netzbezug	1.668	1.631	1.678	1.667	1.559
Direktverbrauch (Rdcs)	2.406	2.816	3.041	3.232	3.174
Direktverbrauchsanteil (Rdcs)	25,6	29,9	32,3	34,4	33,7
Gesamt-Stromverbrauch	4.074	4.448	4.719	4.900	4.734
Endenergie-Bilanz	-381	-510	-562	-420	-347
Primärenergie-Bilanz	-16.145	-15.213	-14.703	-14.247	-14.373
Umschalt-Außentemperatur: 5 °C, Leistung Wärmepumpe: 10 kW (therm.), ohne Akku	**V1: 500 l**	**V2: 1.500 l**	**V3: 3.000 l**	**V4: 5.000 l**	**V5: 10.000 l**
PV-Ertrag	9.409	9.409	9.409	9.409	9.409
Stromverbrauch Haushalt	2.800	2.800	2.800	2.800	2.800
Stromverbrauch WP (Eaux)	1.303	1.441	1.515	1.565	1.273
Wärmemenge WP (Qaux)	3.435	3.666	3.792	3.920	3.[illegible]
JAZ WP	2,64	2,54	2,50	2,50	[illegible]
Biomasseverbrauch (Eaux)	4.345	4.553	4.846	5.171	[illegible]
Biomasseverbrauch (Eaux)	5.953	6.178	6.512	6.877	[illegible]
Gesamt-Wärmemenge	9.388	9.844	10.304	10.797	[illegible]
Wärmeanteil WP	37	37	37	36	[illegible]
Netzeinspeisung	7.189	6.998	6.877	6.755	[illegible]
Netzbezug	1.903	1.829	1.803	1.731	[illegible]
Direktverbrauch (Rdcs)	2.220	2.341	2.532	2.653	[illegible]
Direktverbrauchsanteil (Rdcs)	23,6	24,9	26,9	28,2	[illegible]
Gesamt-Stromverbrauch	4.123	4.240	4.335	4.385	[illegible]
Endenergie-Bilanz	-1.236,0	-820,0	-365	122,0	[illegible]
Primärenergie-Bilanz	-16.658	-16.177	-15.854	-15.524	[illegible]
Umschalt-Außentemperatur: 0 °C, Leistung Wärmepumpe: 10 kW (therm.), ohne Akku	**V1: 500 l**	**V2: 1.500 l**	**V3: 3.000 l**	**V4: 5.000 l**	**V5:**
PV-Ertrag	9.409	9.409	9.409	9.409	[illegible]
Stromverbrauch Haushalt	2.800	2.800	2.800	2.800	[illegible]
Stromverbrauch WP (Eaux)	2.066	1.962	1.944	1.951	[illegible]
Wärmemenge WP (Qaux)	5.578	5.204	5.162	5.190	[illegible]
JAZ WP	2,70	2,65	2,66	2,66	[illegible]
Biomasseverbrauch (Eaux)	2.458	2.960	3.411	3.826	[illegible]
Biomasseverbrauch (Eaux)	3.393	3.997	4.530	5.040	[illegible]
Gesamt-Wärmemenge	8.971	9.201	9.692	10.230	[illegible]
Wärmeanteil WP	62	57	53	51	[illegible]
Netzeinspeisung	7.240	7.089	6.949	6.879	[illegible]
Netzbezug	2.719	2.462	2.305	2.241	[illegible]
Direktverbrauch (Rdcs)	2.168	2.320	2.459	2.530	[illegible]
Direktverbrauchsanteil (Rdcs)	23,0	24,7	26,1	26,9	[illegible]
Gesamt-Stromverbrauch	4.888	4.782	4.765	4.771	[illegible]
Endenergie-Bilanz	-3.847,0	-3.092,0	-2.419	-1.839,0	[illegible]
Primärenergie-Bilanz	-17.037	-16.614	-16.225	-16.006	[illegible]



Polysun-Optimierung III

Folgende Annahmen gelten für eine PV-Anlage ohne Wärmepumpe mit Holzpelletofen:

- ✓ PV-Ertrag: 9.409 kWh/a
- ✓ Direktverbrauch: 1.746 kWh/a

→ Deckung des Haushaltsstromverbrauchs zu ca. 60 %!

- ✓ Holzpelletverbrauch: ca. 3 Tonnen
- ✓ Zusätzlicher Stromeinkauf: ca. 1.000 kWh/a
- ✓ Endenergiebilanz: ca. 8.000 kWh/a

Polysun-Optimierung III

Folgende Annahmen gelten für eine PV-Anlage mit Wärmepumpe sowie 4.000 l Pufferspeicher und Holzpelletofen:

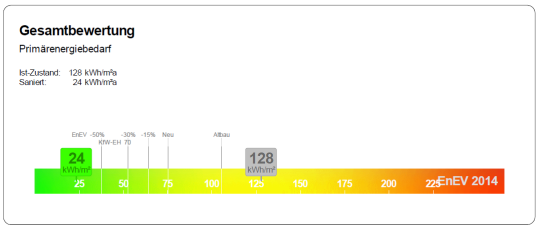
- ✓ PV-Ertrag: 9.409 kWh/a
- ✓ Direktverbrauch: ca. 3.200 kWh/a

→ Deckung des Stromverbrauchs zu ca. 65 %!

- ✓ Holzpelletverbrauch: ca. 1 Tonne
- ✓ Zusätzlicher Stromeinkauf: ca. 1.700 kWh/a
- ✓ Endenergiebilanz: ca. -600 kWh/a

15

Praxis-Werte aus einem Wohngebäude I



Praxis-Werte aus einem Wohngebäude II

So wird aus einem Altbau ein „KfW-EH 55“ mit ca. 50 t€ Zuschuss!!!

Praxis-Werte aus einem Wohngebäude III

Energie-Bilanz seit Sept. 2017:

✓ PV-Ertrag:	ca. 8.400 kWh/a
✓ Stromeinspeisung:	ca. 6.100 kWh/a
✓ Stromeinkauf:	ca. 2.400 kWh/a
✓ Stromverbrauch:	ca. 4.600 kWh/a
✓ Scheitholzverbrauch:	ca. 4 Ster/a (weich, nass)
✓ Endenergiebilanz:	ca. 0 kWh/a

Praxis-Werte aus einem Wohngebäude IV

Kostenbilanz:

- ✓ Verbleibender Stromeinkauf: ca. 700 €/a
- ✓ Einnahme EEG-Vergütung: ca. 800 €/a
- ✓ Ausgabe Scheitholz: ca. 300 €/a

→ Einsparungen von ca. 2.500 €/a bezüglich der Ausgangs-Situation (Heizen+Warmwasser+Haushaltsstrom)!!!

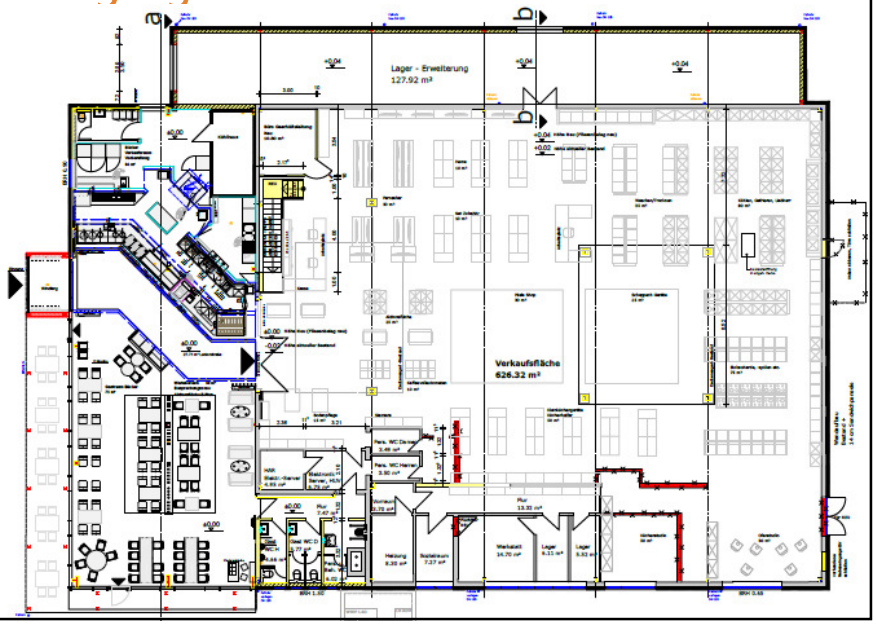
19

3. Energetische Modernisierung (ElektroPlus)

Ausgangs-Situation:

20

3. Ausgangs-Situation mit Anbauten



21

Nach der Modernisierung:

Erste Kennwerte:

Stromerzeugung PV-Anlage (82 kWp):	ca. 80.000 kWh/a
Wärmemengenverbrauch (inkl. Kälte):	ca. 30.000 kWh/a
→ Spezifischer Verbrauch:	ca. 25 kWh/(m²*a)
Stromverbrauch Wärmepumpe:	ca. 10.000 kWh/a
Autarkie (ohne el. mit th. Speicher):	ca. 50 %
Stromeinkauf „WP, Licht, usw.“:	ca. 4.000,- €/a
Stromverkauf:	ca. 6.000,- €/a
COP von Nov. 2017 – Jan. 2018:	ca. 3,5!!!

23

Vielen Dank an alle vor dem Bildschirm!!!

Wie wäre es mit einer Plus-Variante?

Passiv + aktiv = plus

Besuchen Sie und auch unter www.miller-ib.de!

24