




„Das PV-Wärmepumpen Sonnenhaus“





Referent:
Rainer Körner

1



Rainer Körner
2. Vorsitzender
Sonnenhaus-Institut e. V.
Geschäftsführer
KHB-Creativ Wohnbau GmbH



Referent:
Rainer Körner

2

Sonnenhaus-Institut e. V.

Gegründet 2004 als Verein mit Sitz in Straubing

Ziel des Vereins:

Die Entwicklung und Verbreitung weitgehend solar beheizter Gebäude voranzutreiben und als Baustandard zu etablieren.

Aufgabenbereiche:

- Weiterbildungsangebote (u.a. Intensivseminare und Praxis- Workshops)
- Initial-Beratung für Bauwillige, Planer und Handwerker
- Messung und Auswertung der Ergebnisse realisierter Sonnenhäuser
- Weiterentwicklung von Energiekonzepten weitgehend solar beheizter Gebäude
- Beteiligung an Forschungsprojekten, Verfassen von Studien
- Marketing für solares Bauen
- Öffentlichkeits- und Lobbyarbeit



Referent:
Rainer Körner



3

Das Sonnenhaus-Institut e. V. und seine Partner

verfügen über die praktische Erfahrung von tausende realisierter Sonnenhäuser.



Referent:
Rainer Körner

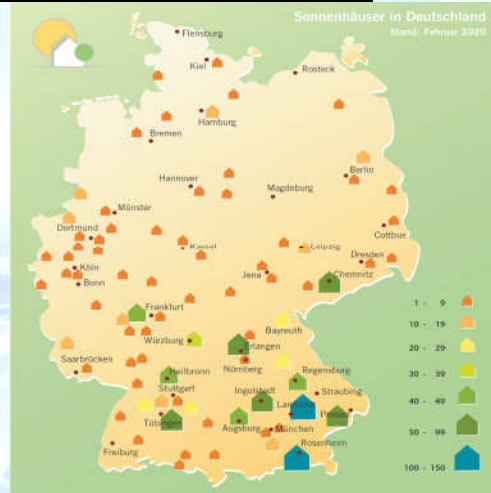


4

Sonnenhaus-Standorte in Deutschland (02/2020)

Die Lösung der Energiefrage ist **DIE** zentrale Aufgabe der nächsten Jahre!

Sonnenhäuser sind ein wichtiger Schritt in die richtige Richtung.



Referent:
Rainer Körner



5

Das „Sonnenhaus“ im Wandel

- **Dämmwert der Gebäudehülle vom Mehrpreis zum Standard**
- **Thermisches Sonnenhaus und PV-WP-Sonnenhaus**
- **von Großen zu kleineren thermischen Speichern**
- **Zusätzliche Speichermöglichkeiten (Stromspeicher, Mobilität)**
- **Vom solaren Deckungsgrad für HZ/WW zum Gesamtenergie-Autarkiegrad einschl. evtl. Berücksichtigung E-Mobilität**
- **Vom Einzelobjekt zur Vernetzung von Gebäuden/Energienetze**



Referent:
Rainer Körner



6

So funktioniert:

- Geeignetes nach Süden orientiertes Baugrundstück
- Gebäude mit (sehr) guter **Wärmedämmung**
- Großzügig dimensionierte **Solaranlage**
(Kollektoren, PV+WP, Pufferspeicher, Stromspeicher)
- **Niedertemperaturflächenheizung**
(z.B. Fußboden, Decken, Wände ggfl. Bauteilaktivierung)
- Nachheizen idealerweise mit **Biomasse**
aber alle gängigen Heizungsarten sind möglich

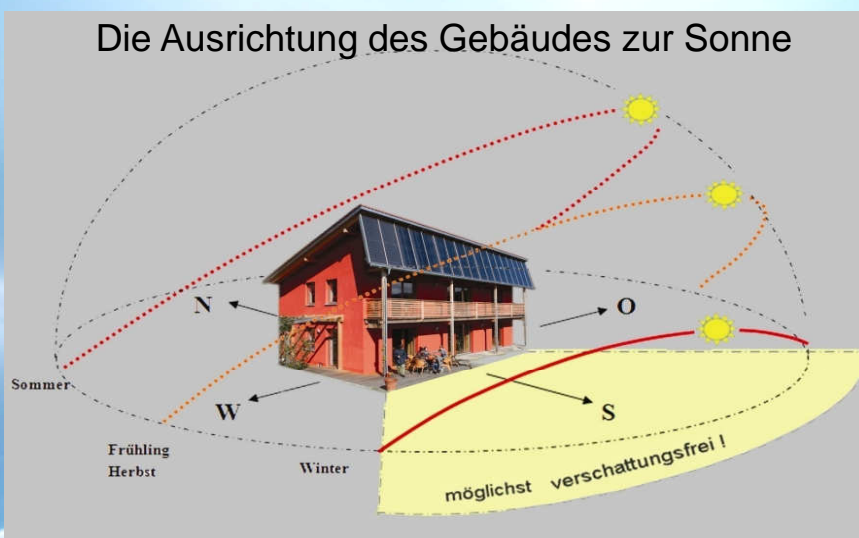


Referent:
Rainer Körner



7

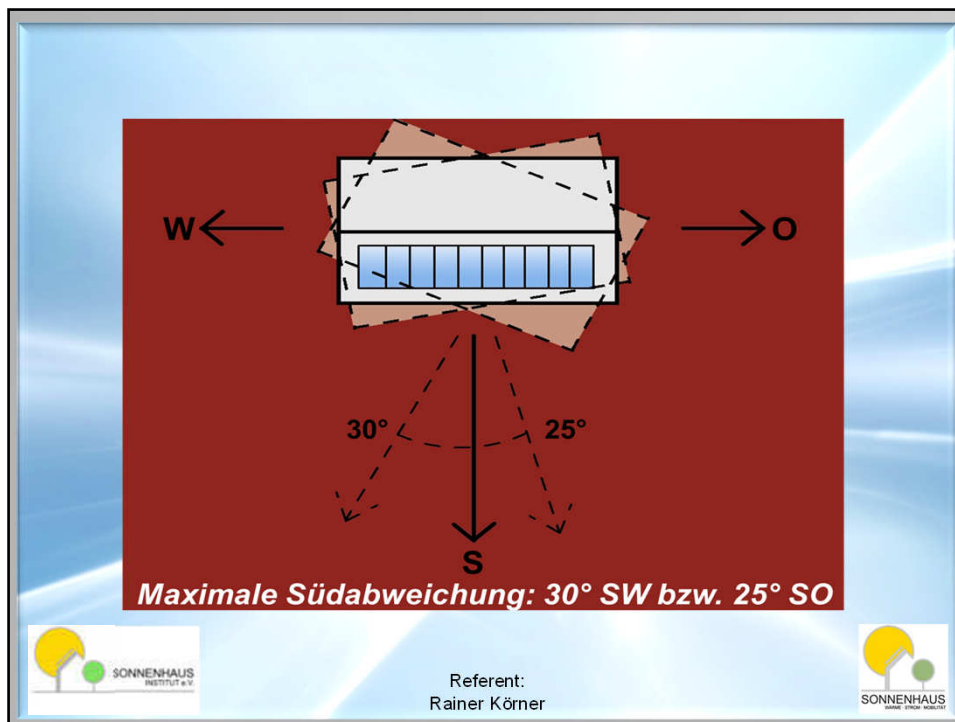
Die Ausrichtung des Gebäudes zur Sonne



Referent:
Rainer Körner

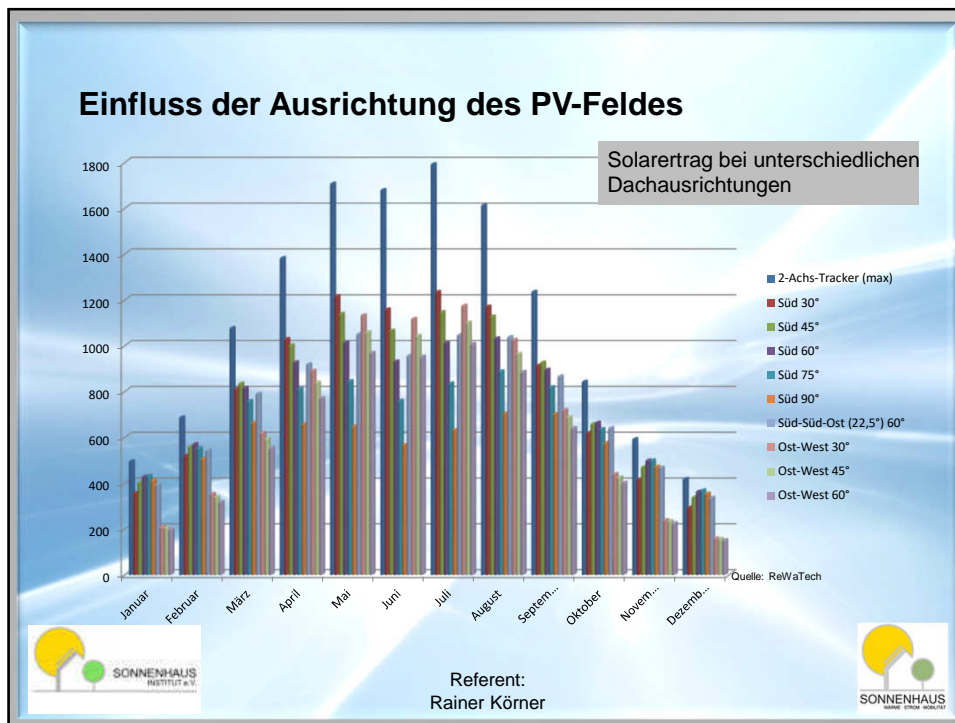


8

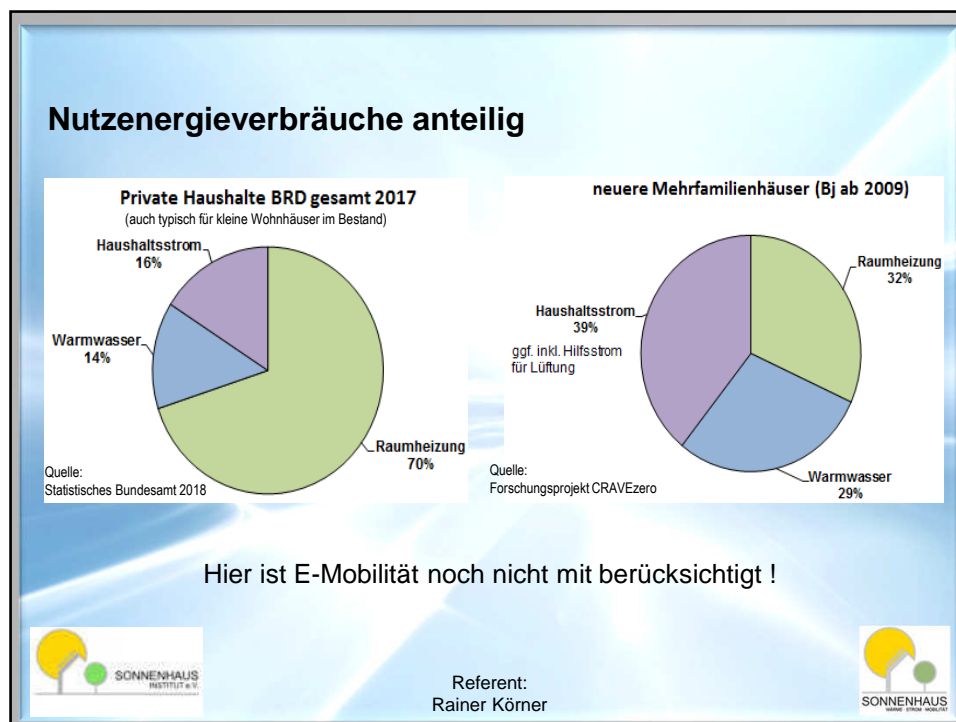


Referent:
Rainer Körner

9



10



11

- Die Grenzen von Wärme- und Stromanwendungen verschwimmen zunehmend was eine ganzheitliche Betrachtung notwendig macht



Referent:
Rainer Körner

12

- Je größer das Wohngebäude und je besser der Dämmstandard, um so mehr gewinnt der – ja konstant bleibende – Warmwasser-Energieverbrauch an Bedeutung. Bei Passivhäusern im Geschloßwohnungsbau beträgt er nicht selten mehr als das doppelte des Heizenergiebedarfes!
- Trotz energiesparender Geräte und LED-Beleuchtung in den einzelnen Haushalten nimmt auch der Stromverbrauch von Mehrfamilienhäusern einen zunehmenden Anteil am Gesamtverbrauch ein, wozu auch die meist eingesetzte Lüftungstechnik wesentlich beiträgt.
- Bei strombasierten effizienten Wärmepumpenheizungen spielt daher der Stromverbrauch für die Wärmeversorgung nicht mehr die größte Rolle – zumindest bei top gedämmten und mit Flächenheizung ausgestatteten Gebäuden.

**Eine ganzheitliche Betrachtung der Energie für
Heizung, Warmwasser, Haushaltsstrom und
Mobilität ist notwendig!**

Referent:
Rainer Körner

13



Ziel sollte sein:

systemdienliche Gebäude
(netzdienlich, klimaneutral, nachhaltig...)

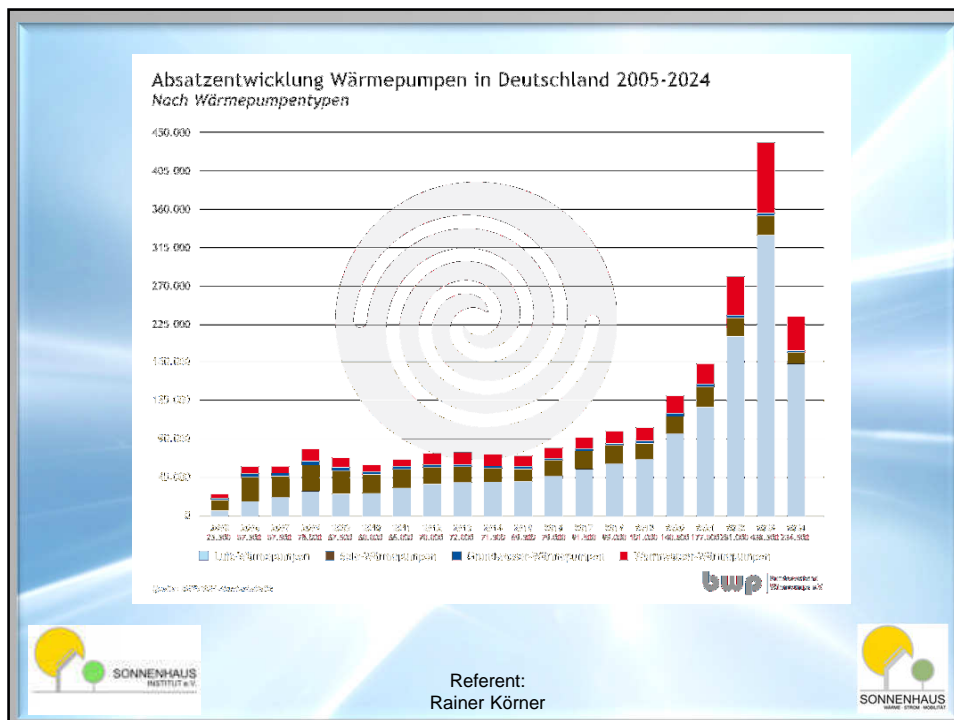
Energieversorgung „plug-in“
(Energieversorgungstechnik aus einer Hand-
dann kommt der Installateur und der Elektriker)

→ Dazu müssen Kompetenzen und Kapazitäten
(ausführende Firmen) aufgebaut werden.

Referent:
Rainer Körner

14



15

Kombination Wärmepumpe – Photovoltaik

Problematik bei Standard-Wärmepumpenanlagen:

- Wärmepumpe zu gering dimensioniert (nur knapp nach dem Wärmebedarf).
- Keine echte regelungstechnische Anpassung nach Solarertrag.
- Hydraulische und regelungstechnische Einbindung wird nicht den Ansprüchen gerecht.

Referent:
Rainer Körner

16

- In Zukunft sind innovative und intelligente Steuerungs-, Speicher- und Einbindungskonzepte notwendig.
- Vor allem in der Mittagszeit gibt es häufig PV-Strom-Überschüsse, die nicht direkt verbraucht werden können.
- Nutzung evtl. unterschiedlicher Stromtarife

Mit Hilfe der Steuerung lassen sich mit einer Wärmepumpe Stromüberschüsse in Wärme umwandeln, speichern und somit die Netze entlasten.

Referent:
Rainer Körner

17

PV-WP System

<p>Vorteile</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Leistung schon bei mäßiger Sonneneinstrahlung ▪ Technik ist bewährt ▪ Keine sommerliche Überhitzung ▪ kleinerer Speicher ▪ Strom kann noch mehr... 	<p>Nachteile</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Höhere Temperaturen über WP nicht möglich, dadurch ▪ Speicherung über längere Zeit kritisch ▪ Strombedarf konkurriert mit Haushalt ▪ (Höherer Regelungsaufwand) ▪ Planungswissen (noch) nicht verbreitet ▪ Leistungsbegrenzung bei hoher solarer Einstrahlung ▪ Mindestlauf- und Sperrzeiten der WP
---	---

Referent:
Rainer Körner

18

Worauf muss man bei PV-WP Systemen achten?

- Wärmepumpe muss echt modulieren können (≠ smart grid ready)
- Wärmepumpen haben idealerweise eine geringe Spreizung für guten COP
- Puffer muss großen Volumenstrom einschichten können (stufig)
- Puffer muss sehr gut isoliert sein
- Schichtung über aktive oder passive Elemente!
- Steuerung der gesamten Energieflüsse (Haushalt + Heizung)
- PV-Anlagengröße - abgestimmt auf winterlichen Ertrag



Referent:
Rainer Körner



19

2012 → Pilotprojekt PV-Sonnenhaus Neues Wärmepumpen-Heizkonzept mit eigener Wärmepumpensteuerung




Referent:
Rainer Körner



20


Das „Wärmepumpen-PV-Sonnenhaus“

- PV-Anlage 8,8 kWp
(ohne Batteriespeicher)





Fotonachweis:
Volker Lehmkuhl

- Luft-Wasser-Wärmepumpe
- arbeitet (bis auf die Regelenergie)
weitgehend ohne Netzstrom



Fotonachweis:
KHB Creativ Wohnbau GmbH

Referent:
Rainer Körner

21

- **Energiespeicher:**
Kombispeicher 4.500 L, im Keller aufgestellt.



- Regenerative Zuheizung möglich durch
Kachelofeneinsatz 25 KW

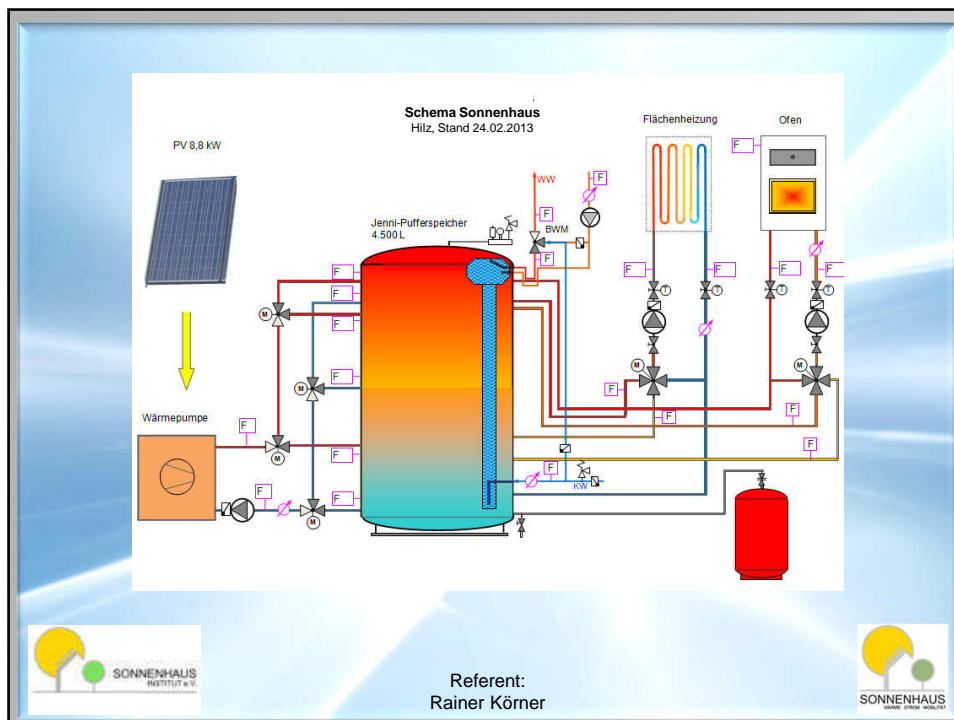


Fotonachweis:
KHB Creativ Wohnbau GmbH

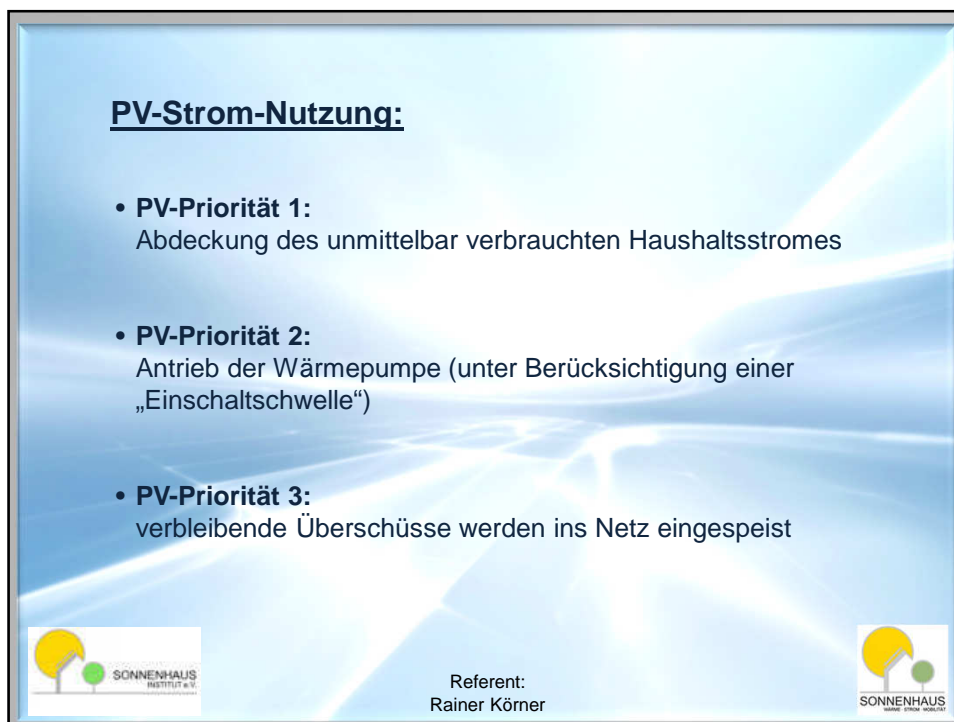
Referent:
Rainer Körner




22



23



24

Sonnenhaus-Beispiel - Nordheim

Baujahr: 2013
 Einfamilienhaus
 solarer Deckungsgrad
 Heizung/Warmwasser: 58%
 solarer Deckungsanteil
 Haushaltsstrom: 45%
 Wohnfläche: 168 m²
 PV-Anlage: 8,8 kWp
 Pufferspeicher: 4,5 m³,
 Höhe 2,30 m
 Heizsystem:
 Fußbodenheizung,
 Kachelofen mit
 Wassertasche
 Brennstoffbedarf:
 4 RM Holz/Jahr



Luft-Wasser-Wärmepumpe : 11 kW
 Netzeinspeisung: ca. 5000 kWh

Bild:
KHB-Creativ Wohnbau



Referent:
 Rainer Körner



25

Monitoring:

Es wurden verschiedene Zähler und Fühler eingebaut, die uns Rückschlüsse ermöglichen sollen

- auf die Effizienz und den Wirkungsgrad der Anlage
- wie viel Eigenstrom die Wärmepumpe tatsächlich im Winter nutzen
- um einen evtl. groben Vergleich der Effizienz zu einem von uns in der Nachbarschaft gebauten „Thermischen Sonnenhaus“ ohne Monitoring herzustellen.



Bild: KHB-Creativ Wohnbau



Referent:
 Rainer Körner



26

2014 → Entwicklung und Prototypenbau
„Creativ-Wärme-Manager“



Bild: KHB-Creativ Wohnbau



Referent:
Rainer Körner



27

Der **Creativ-Wärme-Manager**
regelt als übergeordnete Steuerung:

- **Die PV-Stromverteilung**
Regelt ob Haushalts- oder WP-Strom Vorrang hat.
- **Die Wärmepumpensteuerung**
Die elektrische Aufnahmeleistung der WP wird dem PV-Stromangebot anpasst.
- **Das Speichermanagement**
Die erzeugte Wärme wird in einen Wasserspeicher mehrstufig eingespeichert oder direkt zu den Verbrauchern geführt.
- **Die Wärmeverteilung**
Das Haus wird durch eine mehrstufige Speicherentladung effizient mit Wärme für Heizung und Warmwasser versorgt.



Referent:
Rainer Körner



28

Komponenten

- Modulierende Wärmepumpe mit Leistungsschnittstelle (echte Leistungsvorgabe von außen)
- Energiespeicher (Puffer, Gebäudebauteile), evtl. Akku
- Lademanager (Ventileinheit), der geschichtete Be-/Entladung erlaubt
- Intelligente Regelung für das Energiemanagement
- PV-Anlage
- Systemkomponenten der PV-Anlage mit Schnittstelle oder robuste Stromzähler

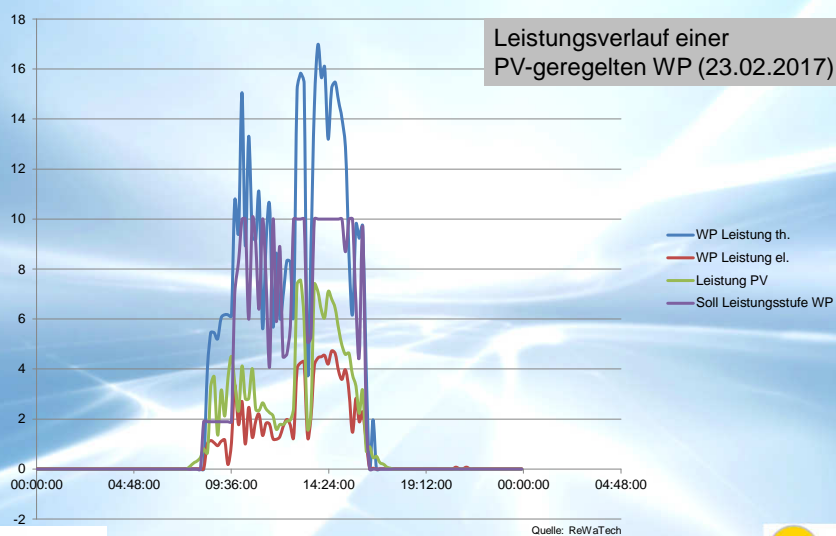


Referent:
Rainer Körner



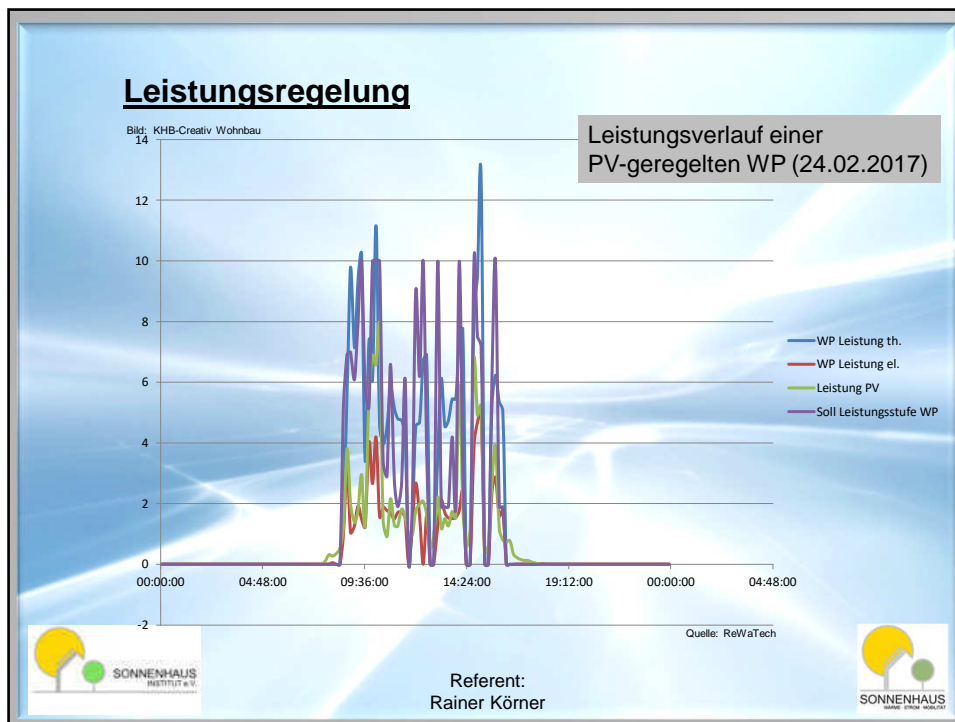
29

Leistungsregelung

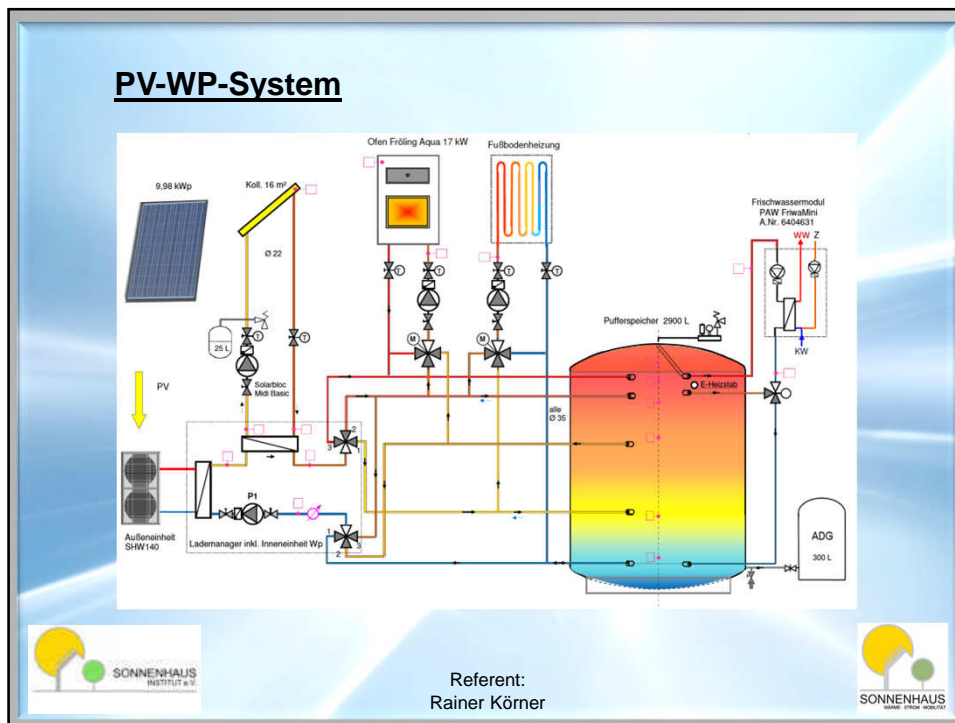


Referent:
Rainer Körner

30



31



32

Baujahr 2015 Einfamilienhaus

Solarer Deckungsgrad
Heizung/Warmwasser: 59 %

Solarer Deckungsanteil
Haushaltsstrom: 45 %

Wohnfläche:

PV-Anlage: 9,4 kWp
Thermische Solaranlage: 15 m²
Pufferspeicher: 4 900 Liter
Höhe: 2,30

Brennstoffbedarf: 4,2 RM
Holz/Jahr

Luft-Wasser-Wärmepumpe: 11 KW
Netzinspeisung: ca. 6 600 kWh



Bild: KHB-Creativ Wohnbau



Referent:
Rainer Körner



33

Ergebnisse (Jahreswerte in kWh)	Referenzanlage								Standort Hof	WW 50°
	1.0	1.1	1.2	2.1	2.2a	2.2b	2.3	2.3 Hof+Hyg		
PV-Größe (kWp)	0	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72
Pufferspeichergroße	300 L Boiler	300 L Boiler	300 L Boiler	1000 L	2000 L	2000 L	1000 L	1000 L	1000 L	1600 L
Akku Nennkapazität	-	-	8 kWh	-	-	-	8 kWh	8 kWh	8 kWh	8 kWh
PV-Hauptanlage (Solarüberschüsse Okt. - März)	-	-	-	-	-	-	0,5-3,5 kW	-	-	-
PV-Stromproduktion AC	0	10 959	10 959	10 959	10 959	10 959	10 959	10 959	10 959	10 959
Stromverbrauch gesamt (davon 3000 kWh HHSt)	6 773	6 782	6 815	7 110	7 224	7 666	7 141	8 087	10 836	10 836
Nettoverbrauch	6 773	5 129	3 610	3 917	3 616	3 496	2 858	4 140	6 058	6 058
Solarstrom-Eigenversorgung*	-	1 653	3 231	3 184	3 608	4 171	4 309	4 564	4 844	4 844
Verluste Akku und Batterie-Wechselrichter	-	514	-	0	0	0	388	371	488	488
Eigenleistung	-	7 216	7 728	7 769	7 351	7 769	6 291	5 700	5 356	5 356
Aufschlag (Eigenverbrauch / Stromverbrauch)	0%	24%	47%	48%	50%	54%	60%	59%	46%	46%
Eigenversorgungseffizienz*	0%	19%	29%	28%	30%	30%	30%	43%	45%	45%
Erwarteter Energieertrag an Speicher	12 873	12 873	12 873	13 113	13 364	12 651	13 112	10 867	11 787	11 787
Abstromverbrauch Wärmepumpe	3 773	3 773	3 773	4 568	4 215	3 939	4 068	5 893	7 643	7 643
Abstromverbrauch Wärmepumpe	3,21	3,41	3,41	3,30	3,18	3,24	3,29	2,99	2,27	2,27
Wärmeverluste Wasserpeicher	469	469	464	752	1 032	1 367	732	893	749	749

* Eigenversorgung = Eigenverbrauch - Effizienzverluste (20% kWh)
Eigenversorgungseffizienz = Eigenverbrauch / PV-Nettoproduktion
Aufschlag = Eigenverbrauch / Stromverbrauch



Referent:
Rainer Körner



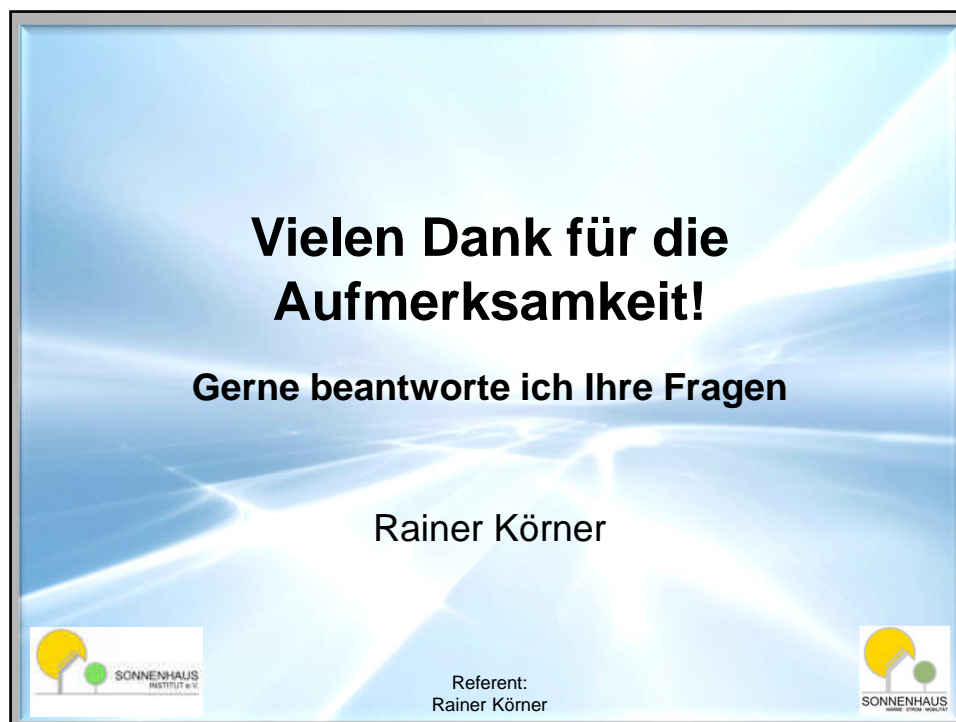
34



35



36



**Vielen Dank für die
Aufmerksamkeit!**

Gerne beantworte ich Ihre Fragen

Rainer Körner

Referent:
Rainer Körner

