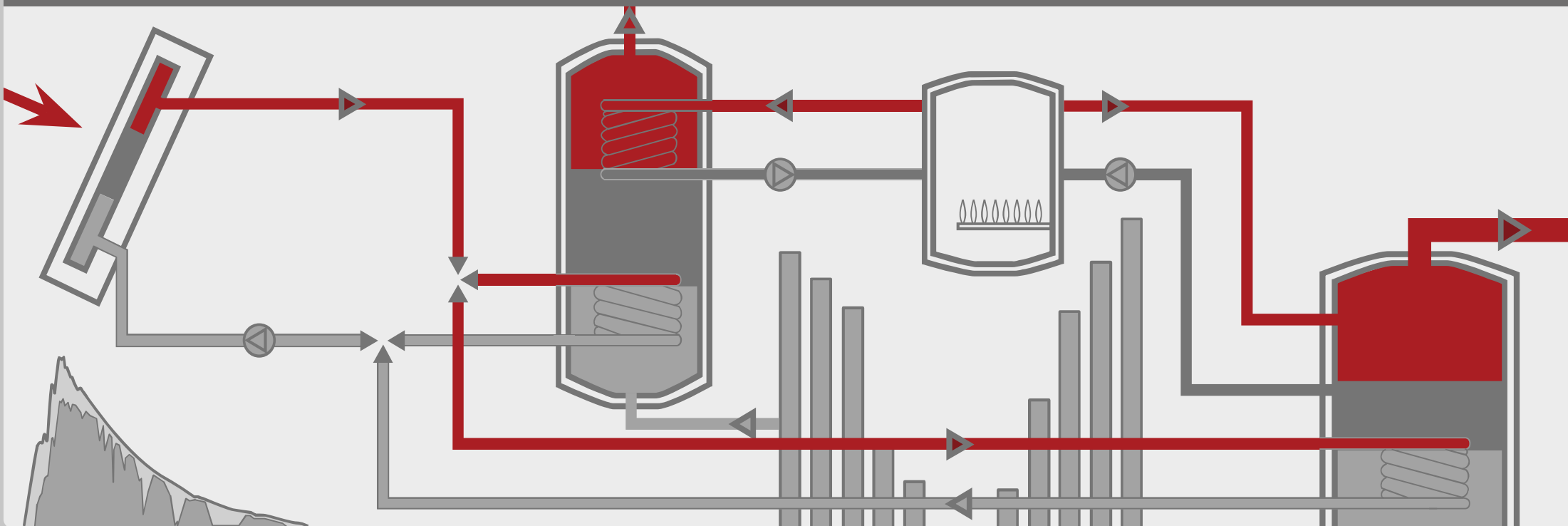


Keine Energiewende ohne Wärmewende

Keine Wärmewende ohne warme Wände

Andreas Wagner

Fakultät für Architektur, Fachgebiet Bauphysik & Technischer Ausbau



Inhalt

Rahmenbedingungen und Zielsetzungen

Innovative Gebäudetechnologien

Demonstrationsgebäude



Energieflussbild der Bundesrepublik Deutschland 2013 (Energie in PJ)

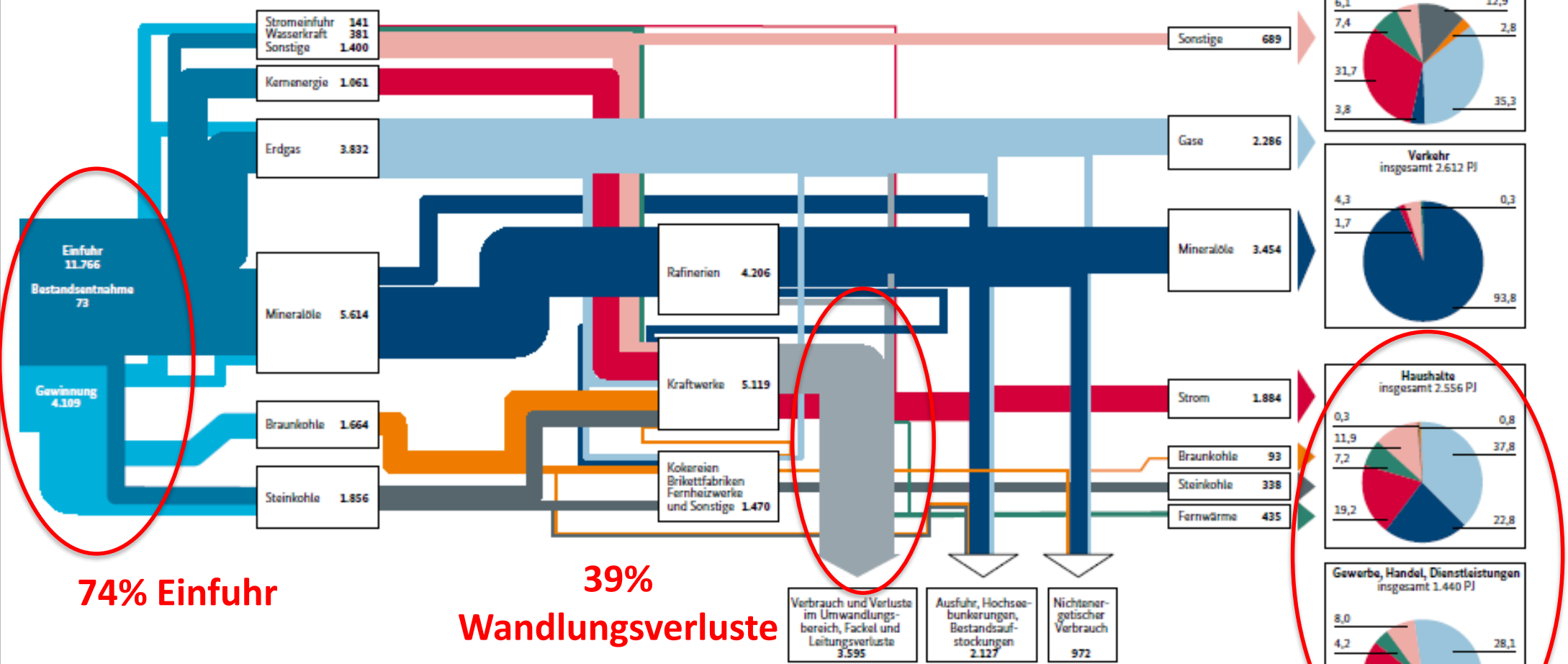
Angaben in PJ

Aufkommen
15.948

Umwandlung

Endenergieverbrauch
9.179

Anteile in %



74% Einfuhr

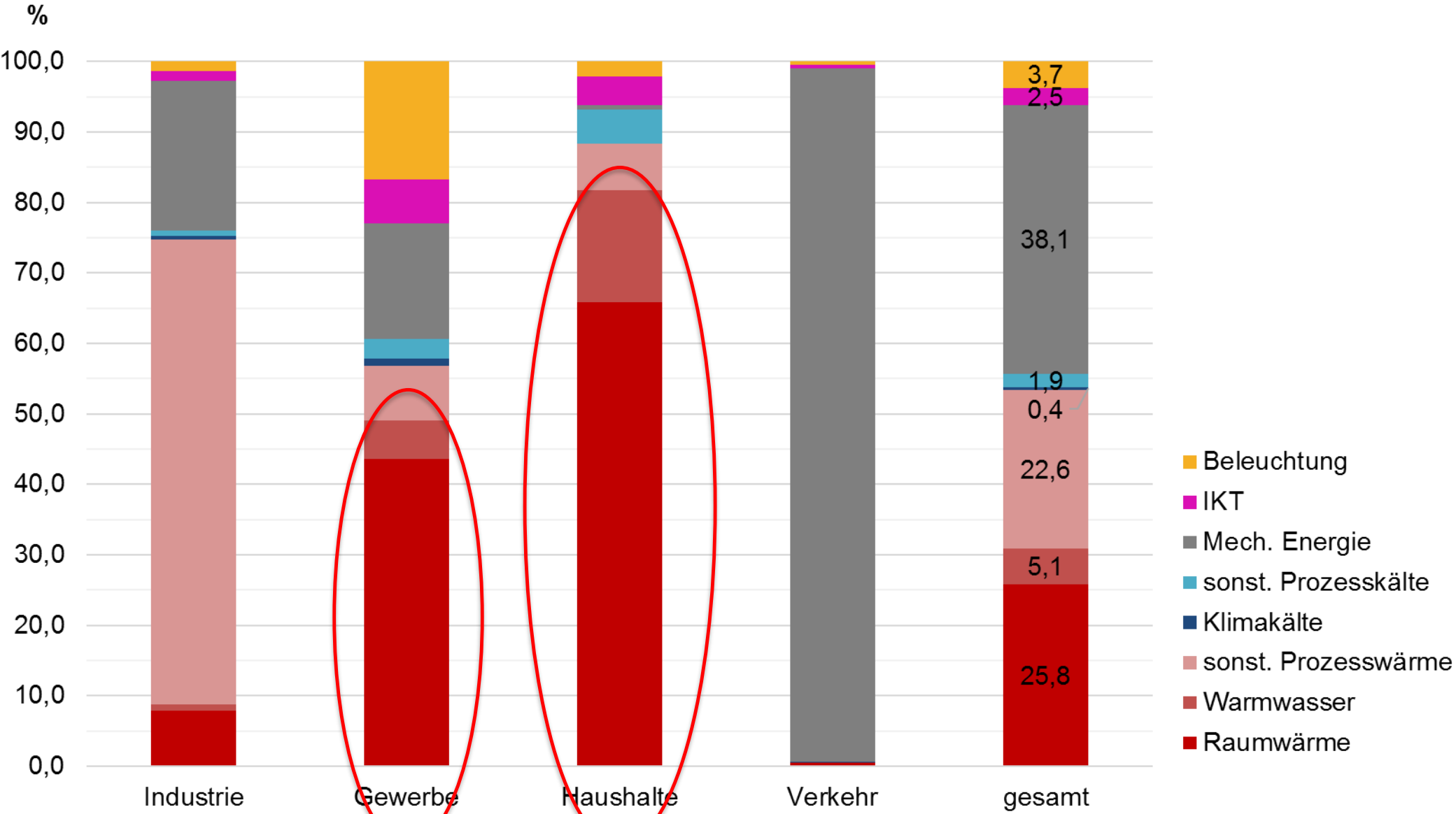
39% Wandlungsverluste

43% im Gebäudesektor

* 1 Mio. t SKE = 29,308 Petajoule (PJ)
Abweichungen in den Summen sind rundungsbedingt.
Der Anteil der erneuerbaren Energieträger am Primärenergieverbrauch liegt insgesamt bei 10,9 %.

Quelle: AG Energiebilanzen e.V.

Endenergieverbrauch 2011 in Deutschland nach Anwendung

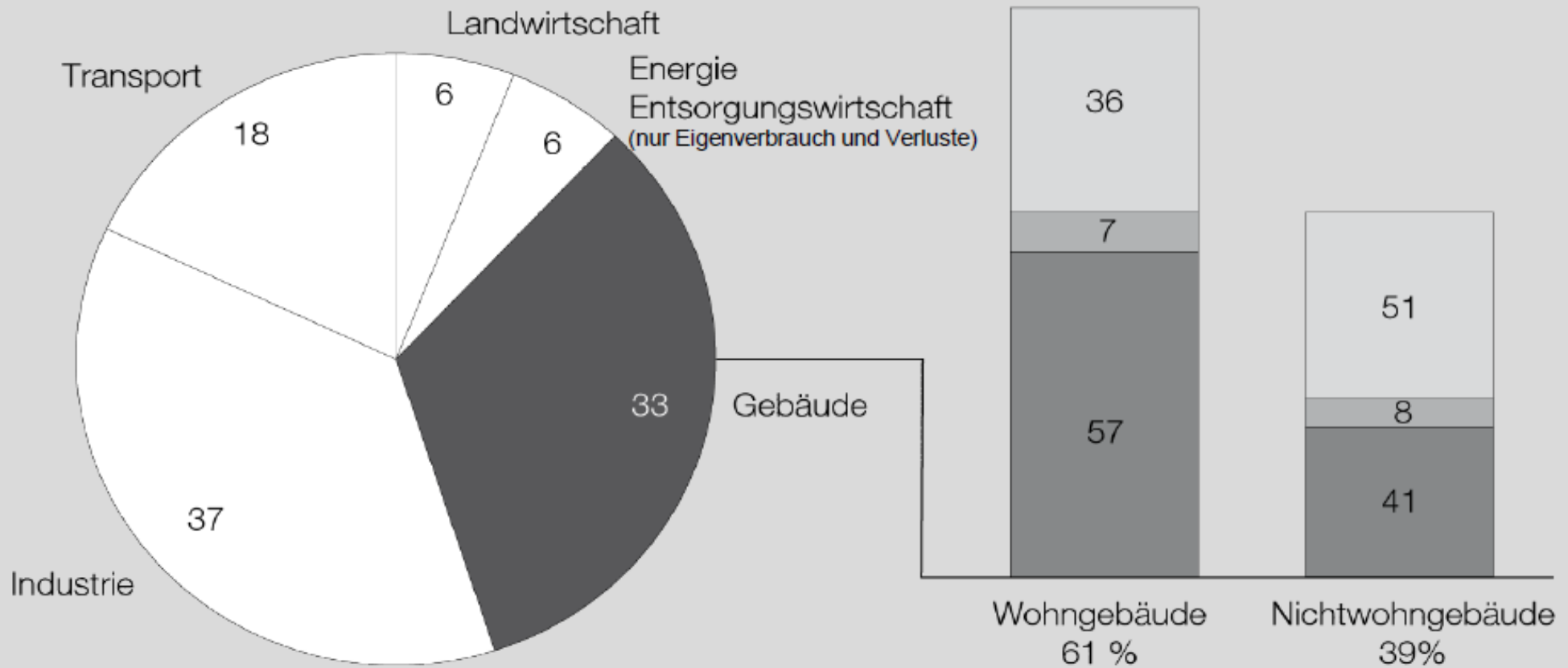


Datengrundlage: AGEB – Anwendungsbilanzen für die Endenergiesektoren in Deutschland in den Jahren 2010 und 2011, Stand März 2013

Energiebedingte CO₂-Emissionen nach Sektoren und Energieträgern

Im Gebäudesektor entstehen etwa 1/3 der CO₂-Emissionen. Etwa die Hälfte entstehen vor Ort, die andere Hälfte in den Kraft- und Heizwerken zur Energieversorgung durch die Netze.

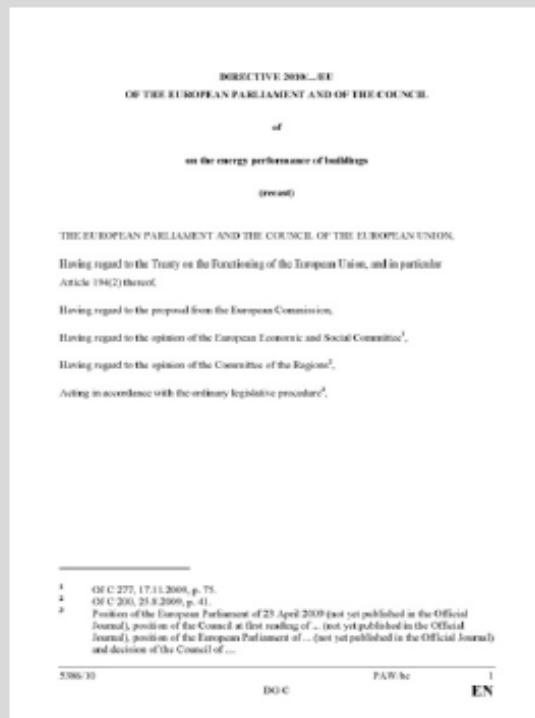
□ Strom ■ Fernwärme ■ Direkte Brennstoffnutzung



Quelle: Kosten und Potenziale zur Vermeidung von Treibhausgasen in Deutschland – Sektorbericht Gebäude, McKinsey, 2007

Energy Performance of Buildings Directive (EPBD)

Revision in 2018!



Article 2, Definitions:

Nearly zero-energy building means a building that has a very high energy performance.... The nearly zero or very low amount of energy required should be covered to a very significant extent by energy from renewable sources, including energy from renewable sources produced on-site or nearby.

Article 9, Nearly-Zero Energy Buildings

Member States shall ensure that:

- **by 31 December 2020, all new buildings are nearly zero-energy buildings**
- **after 31 December 2018, new buildings occupied and owned by public authorities are nearly zero-energy.**

Member States shall draw up national plans for increasing the number of nearly zero-energy buildings. These national plans may include targets differentiated according to the category of building.

Source: The Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council of 19 May 2010 on the energy performance of buildings, Official Journal of the European Union

Was bedeutet die Energiewende für den Gebäudesektor?



Quelle: BMWi

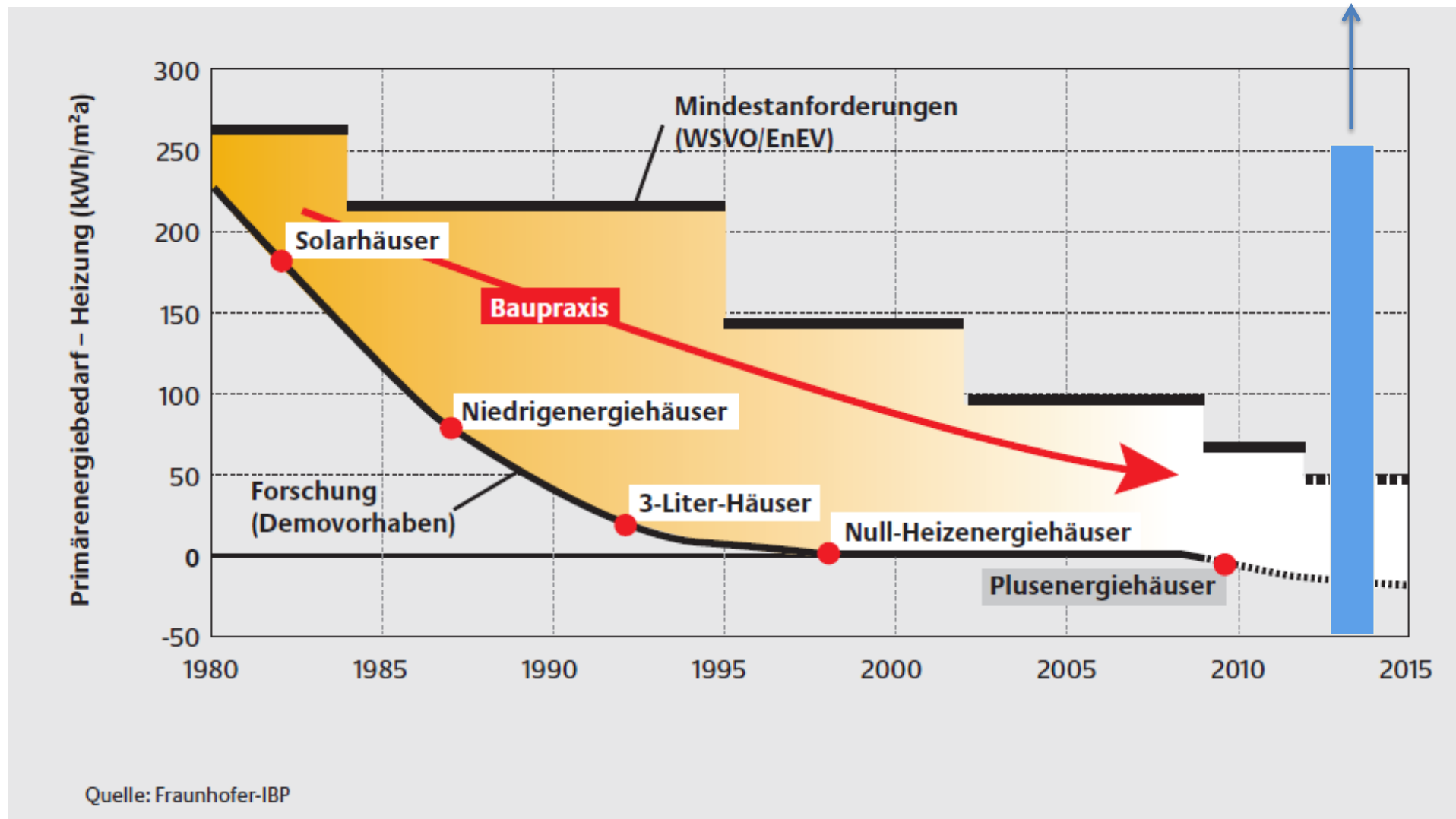
Mit der Novelle der EnEV 2012 wird das Niveau **„klimaneutrales Gebäude“** für Neubauten bis 2020 auf der Basis von primärenergetischen Kennwerten eingeführt.

Der daran ausgerichtete Sanierungsfahrplan für Gebäude im Bestand beginnt 2020 und führt bis 2050 stufenweise auf ein Zielniveau einer **Minderung des Primärenergiebedarfs um 80 Prozent.**

Das geltende **Wirtschaftlichkeitsgebot** ist dabei einzuhalten.

Energiekonzept 9/2010

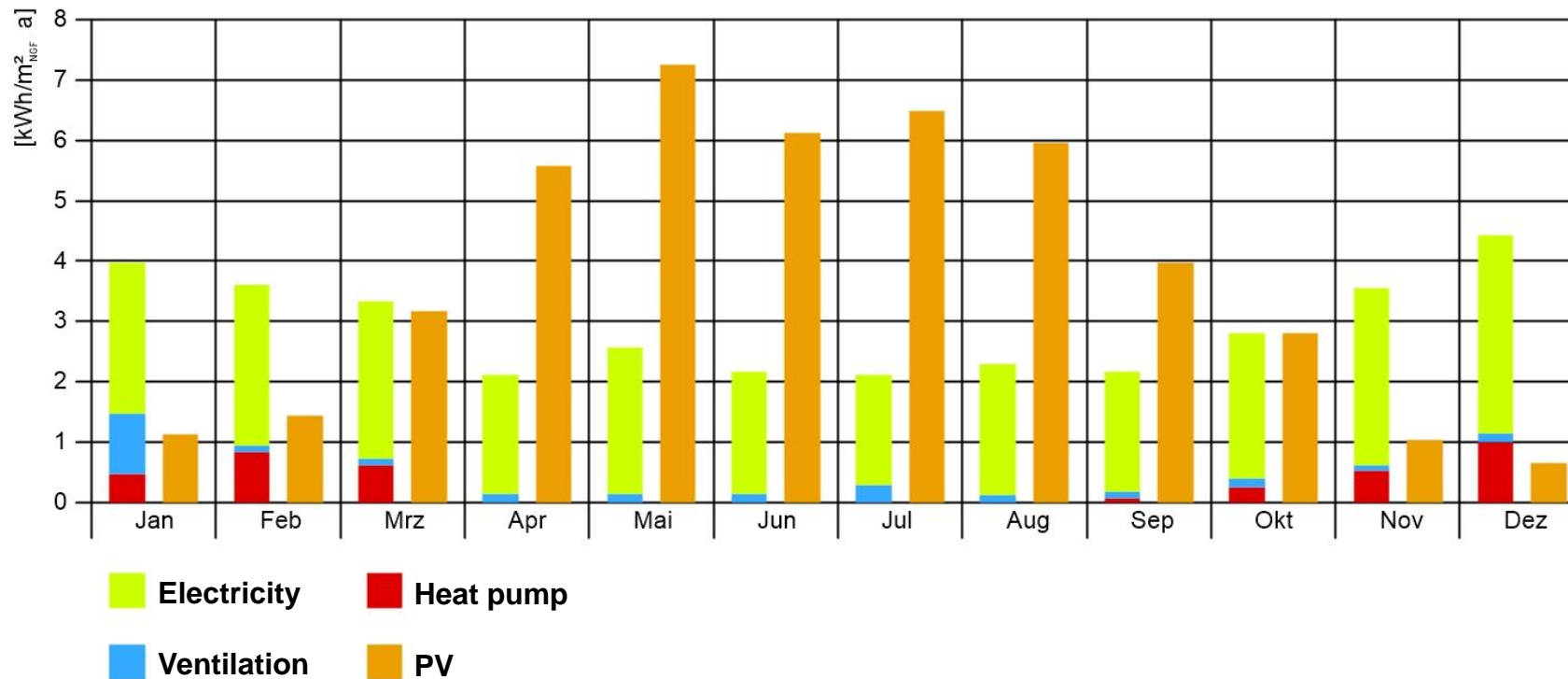
Energetische Gebäudestandards (Heizenergie Wohngebäude)



Beispiel: Einfamilienhaus Riehen

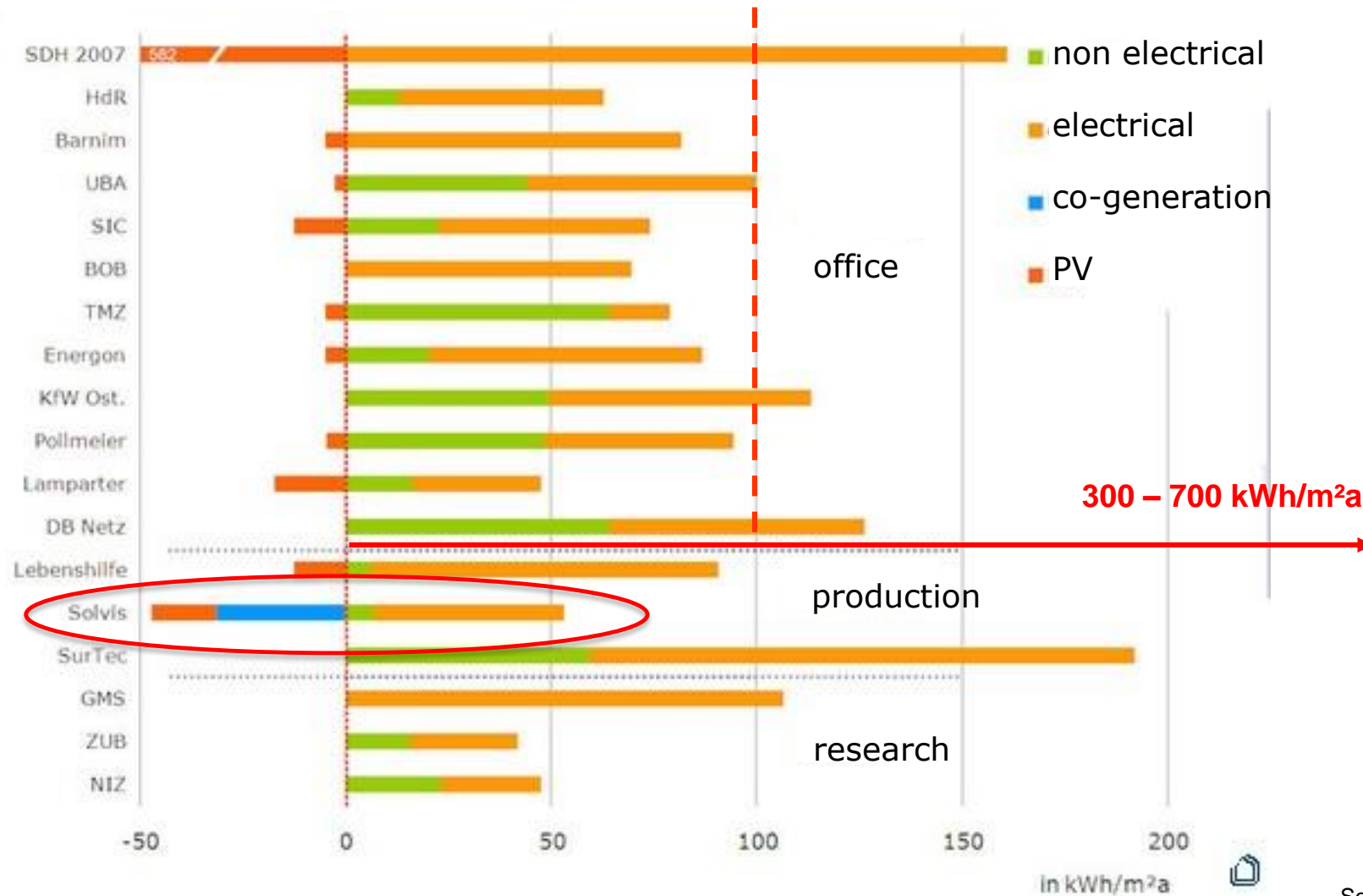


Primärenergieverbrauch: 87 kWh/m²a (inklusive Haushaltsgeräte)
Eingespeiste el. Energie ins Netz: 115 kWh/m²a



Quelle: Nullenergiegebäude, Voss & Musall

Energetische Gebäudestandards (Nichtwohngebäude, EnOB)

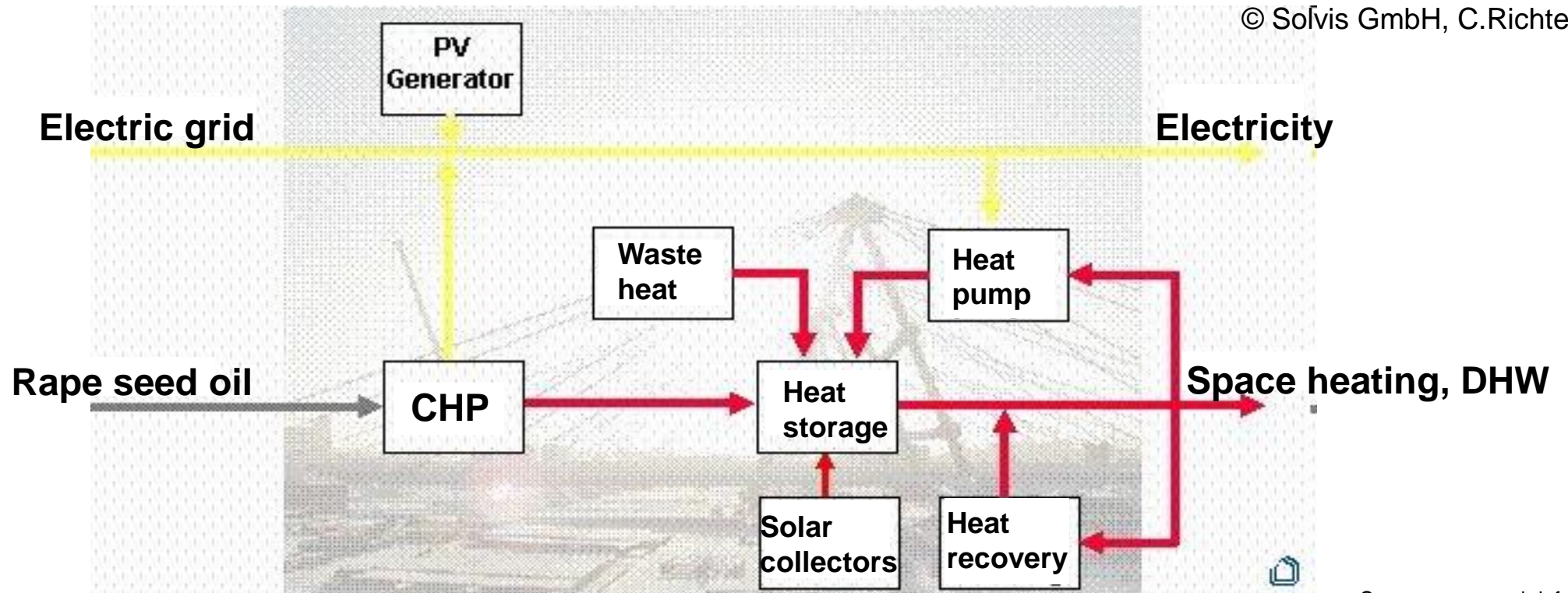


Source: www.enob.info

Beispiel: Produktionsgebäude Fa. Solvis, Braunschweig

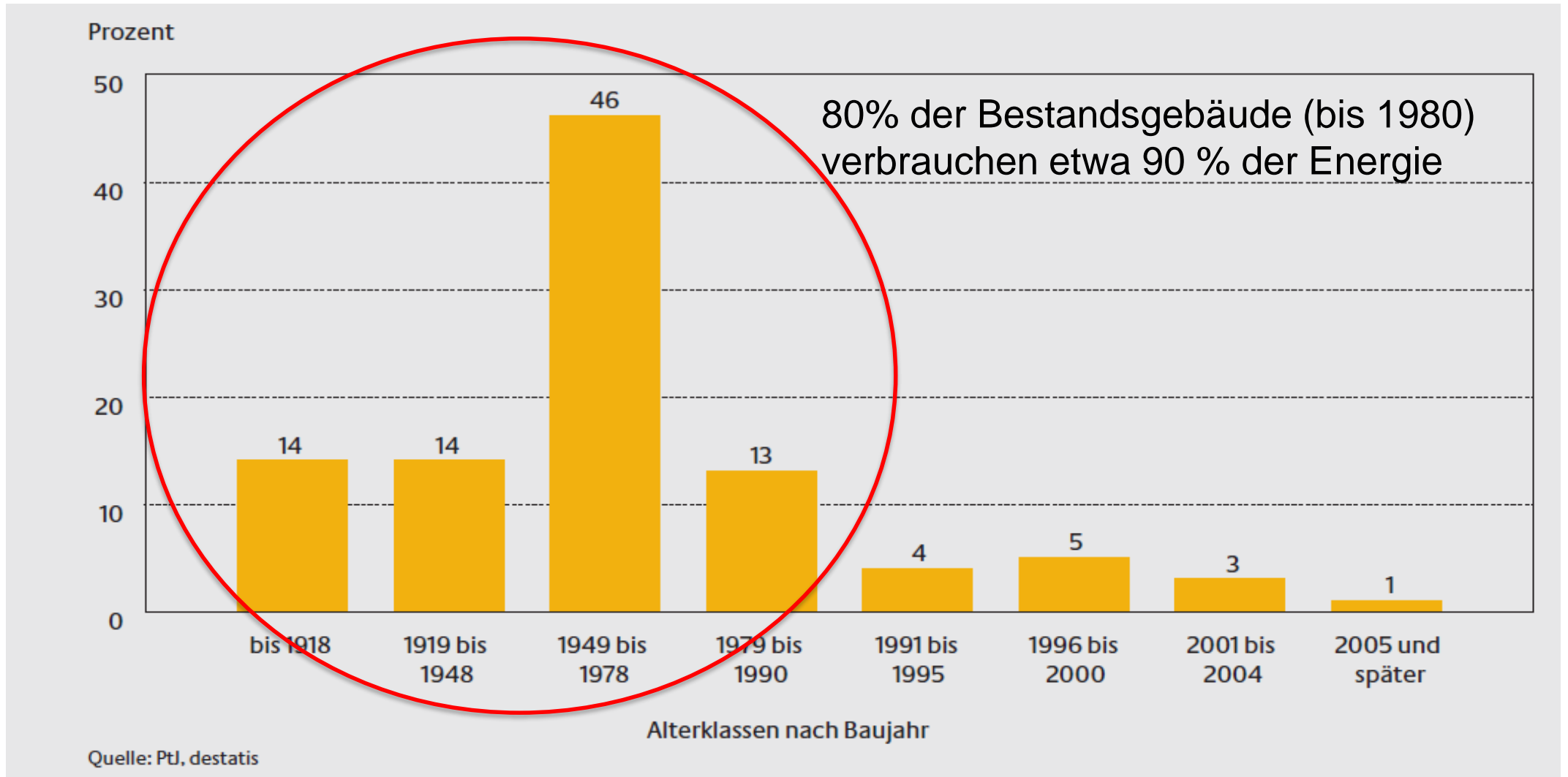


© Solvis GmbH, C.Richters



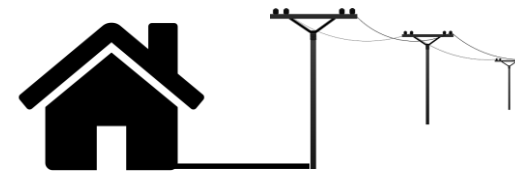
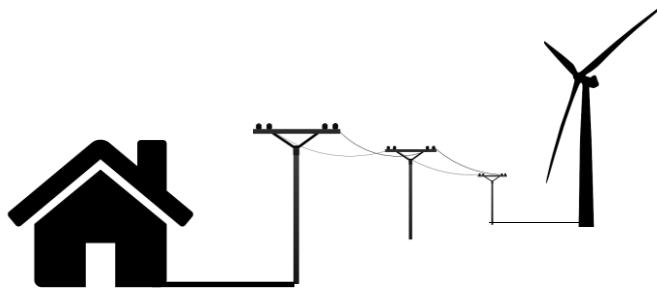
Source: www.enob.info

Deutscher Gebäudebestand



Klimaneutralität im innerstädtischen Gebäudebestand?

- Gleiches Dämmniveau wie im Neubau in vielen Fällen unrealistisch (Fassadengestaltung, Baufenster, Denkmalschutz)
- Ungünstiges Verhältnis von solarer Empfängerfläche (insbesondere Dächer) zu Nutzfläche



Source: Nullenergiegebäude, Voss & Musall

→ Ganzheitlicher Ansatz notwendig

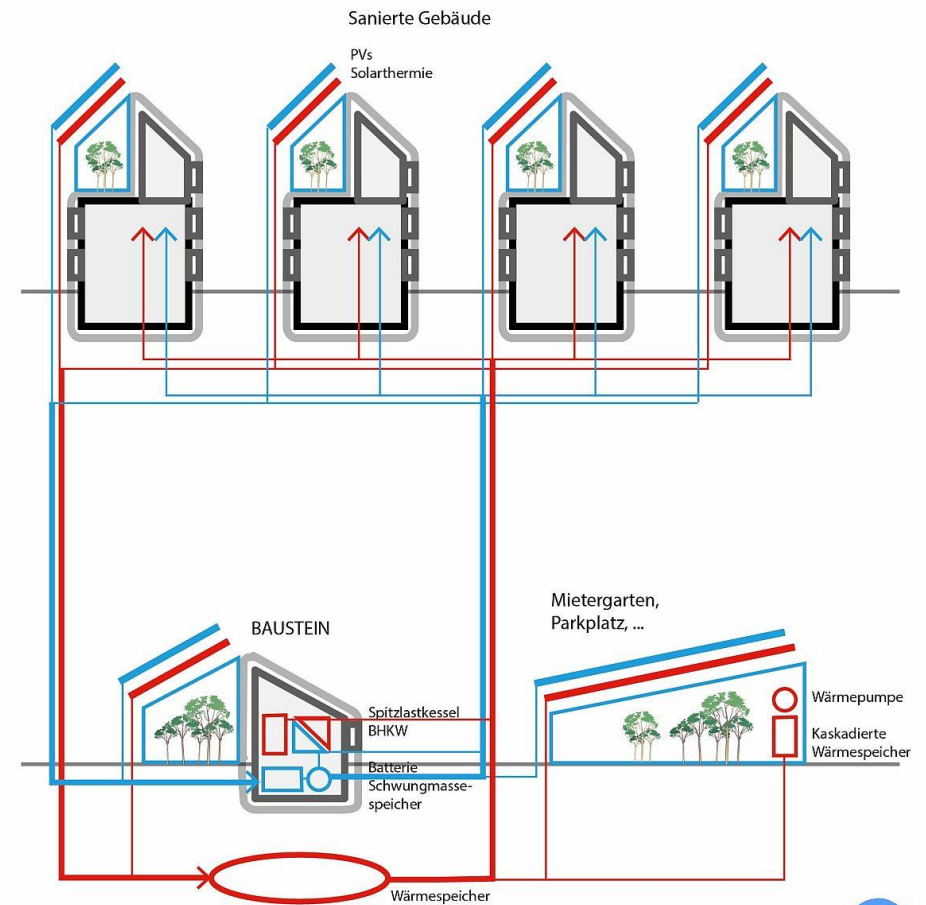
- Verbesserung des energetischen Gebäudestandards soweit möglich
- Nutzung von erneuerbarer Energie auf allen verfügbaren städtischen Flächen

Beispiel: Sanierungskonzept für die Postsiedlung Darmstadt



Nachverdichtung eines Wohngebiets mit einem Plusenergie-Gebäude (Gewinnung, Speicherung und Verteilung von Strom und Wärme)

→ Verbesserung der Gesamtenergiebilanz der Siedlung (Systemgrenze!)



Source: <https://projektinfos.energiewendebauen.de/>

Inhalt

Rahmenbedingungen und Zielsetzungen

Innovative Gebäudetechnologien

Demonstrationsgebäude



Sanierungsstrategien und CO₂-Emissionen

Minderungsfaktor Raumwärme	Endenergie Raumwärme	Endenergie Wärmesektor gesamt	Steigerungsfaktor Endenergie pro CO ₂ -Emissionen des Wärmesektors bezogen auf Referenzwert 2008										
			1.00	1.03	1.10	1.17	1.26	1.35	1.46	1.60	1.76	1.95	2.20
%	TWh	TWh	CO ₂ -Emissionen Wärmesektor in Millionen t										
0%	765	884	155.3	150.3	141.4	132.6	123.8	114.9	106.1	97.2	88.4	79.6	70.7
10%	689	807	141.9	137.3	129.2	121.1	113.0	105.0	96.9	88.8	80.7	72.7	64.6
20%	612	731	128.4	124.3	117.0	109.6	102.3	95.0	87.7	80.4	73.1	65.8	58.5
30%	536	654	115.0	111.3	104.7	98.2	91.6	85.1	78.5	72.0	65.4	58.9	52.4
40%	459	578	101.5	98.2	92.5	86.7	80.9	75.1	69.4	63.6	57.8	52.0	46.2
50%	383	501	88.1	85.2	80.2	75.2	70.2	65.2	60.2	55.2	50.1	45.1	40.1
60%	306	425	74.7	72.2	68.0	63.7	59.5	55.2	51.0	46.7	42.5	38.2	34.0

> 70 Mio t

zwischen 58 und 70 Mio t

< 58 Mio t

Quelle: Fraunhofer ISE

Gebäudehülle und -konstruktion

Zielsetzung:

Hocheffektive Dämmung und Verglasung,
Wärmespeicherkapazität für passive Kühlung
und Lastverschiebung

Forschungsaufgaben:

- dünne Dämmschichten und Fensterrahmen
- “schaltbare” Energieflüsse, dynamische Fassaden
- additive Schichten mit hoher Wärmespeicherkapazität für Leichtbauten



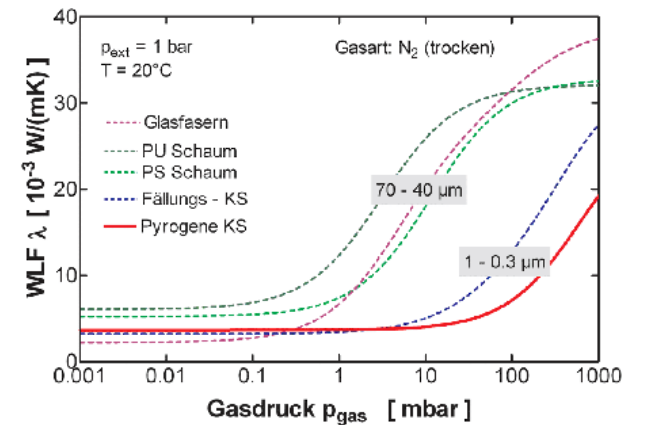
Source: EnOB:Monitor

Vakuumdämmung (Beispiele)

$$\lambda = 0,0053 - 0,0080 \text{ W/mK}$$



Source: www.enob.info



© Bayerisches Zentrum für Angewandte Energieforschung e.V.

Vakuumverglasung und hochdämmende Rahmen

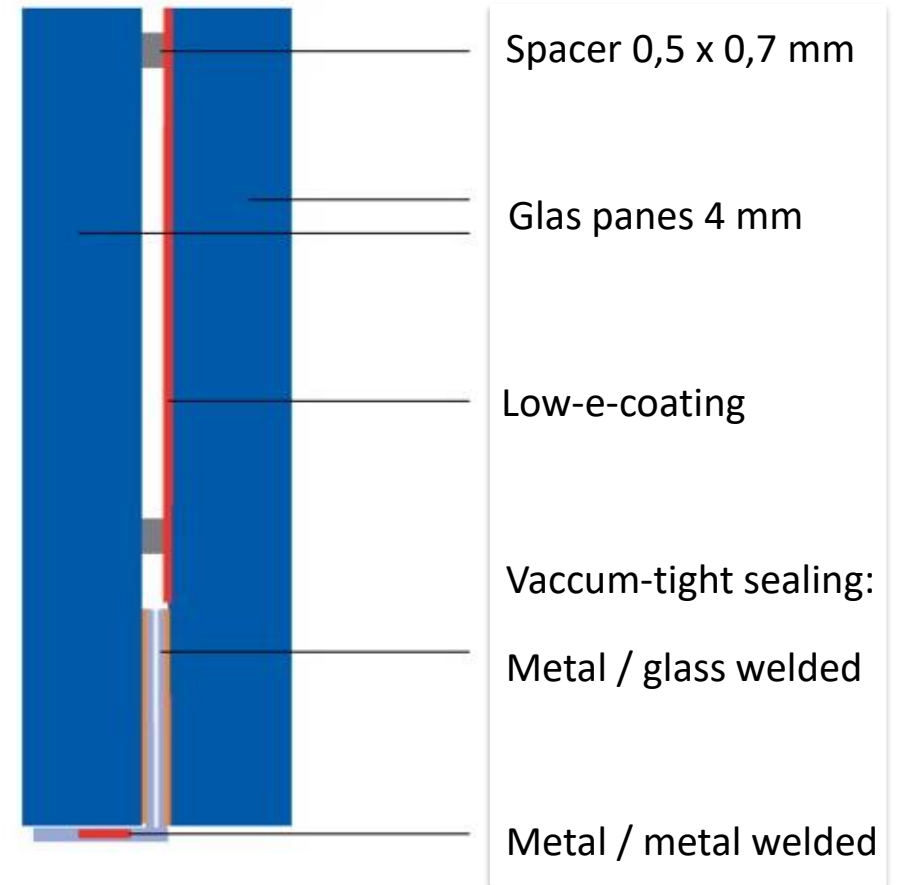
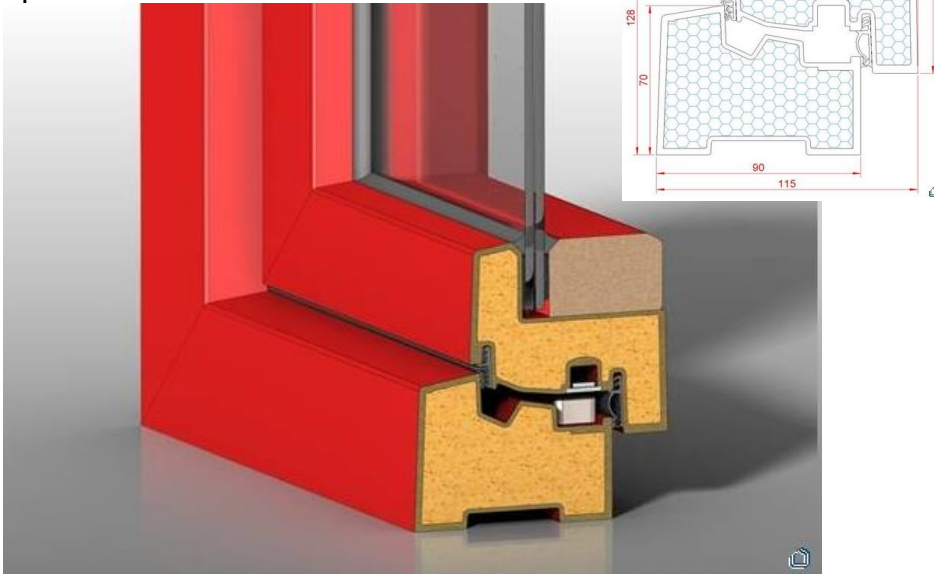
total thickness less than 10 mm

$$U_g = 0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$g / \tau_{\text{vis}} = 0,5 / 0,7 \text{ (heat protection)}$$

$$g / \tau_{\text{vis}} = 0,3 / 0,5 \text{ (sun protection)}$$

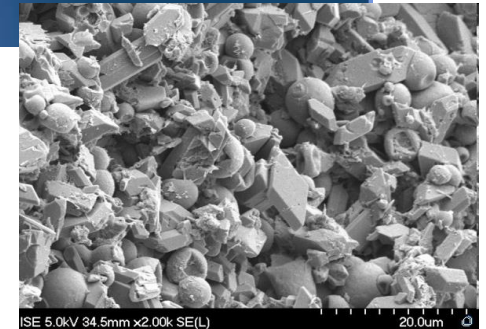
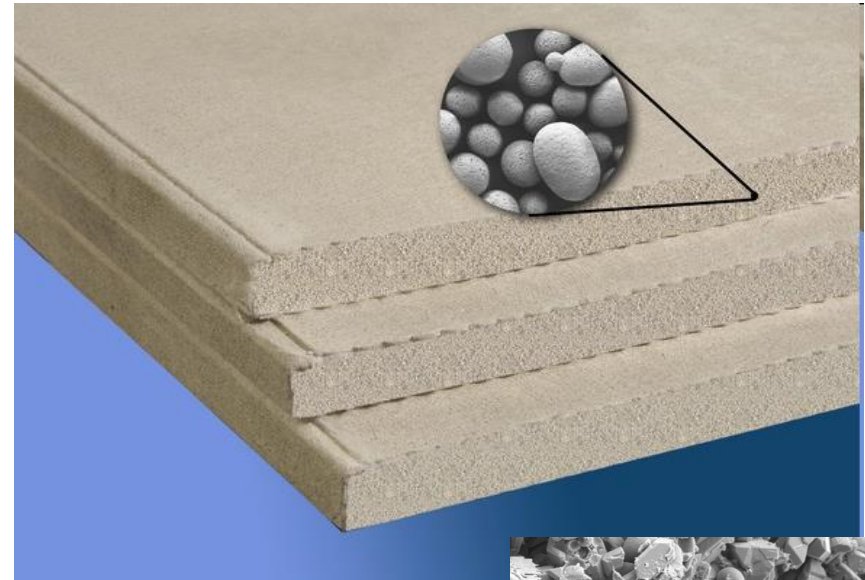
$$U_f = 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$$



Source: ZAE Bayern

Phasenwechsellmaterialien

Materialien: Salzhydrate (makro-verkapselt), Parafin (mikro-verkapselt)



Source: www.enob.info

Gebäudetechnik und Energieversorgung

Zielsetzung:

**Dekarbonisation der Energieversorgung,
Integrale Gebäude- und Energiesysteme**

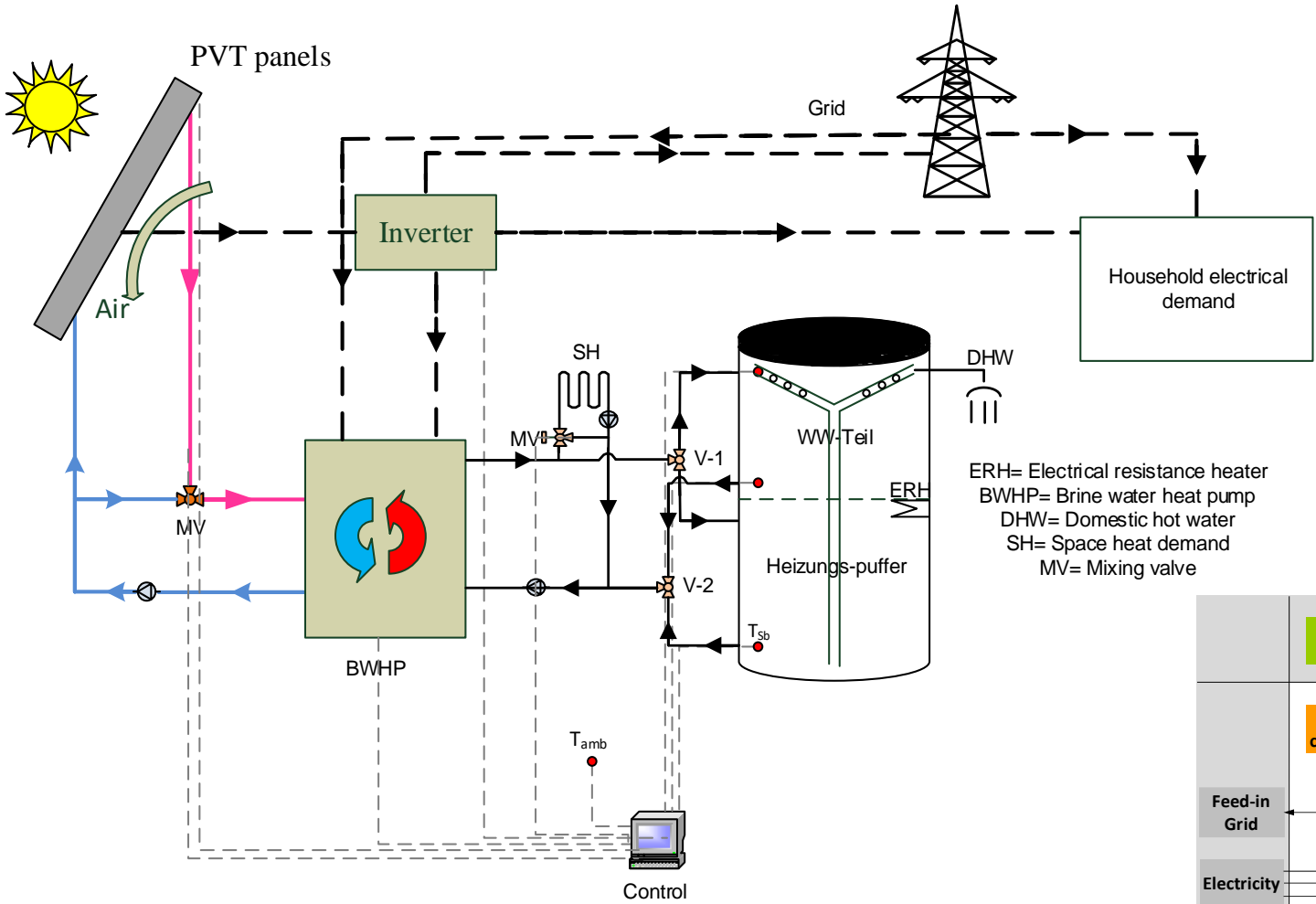
Forschungsaufgaben:

- Nutzung erneuerbarer Energiequellen (am Gebäude, netzgebunden)
- Nutzung natürlicher Wärmequellen/-senken, neue Wärmespeicherkonzepte
- adaptive Regelkonzepte (Teillast, nutzerzentriert)

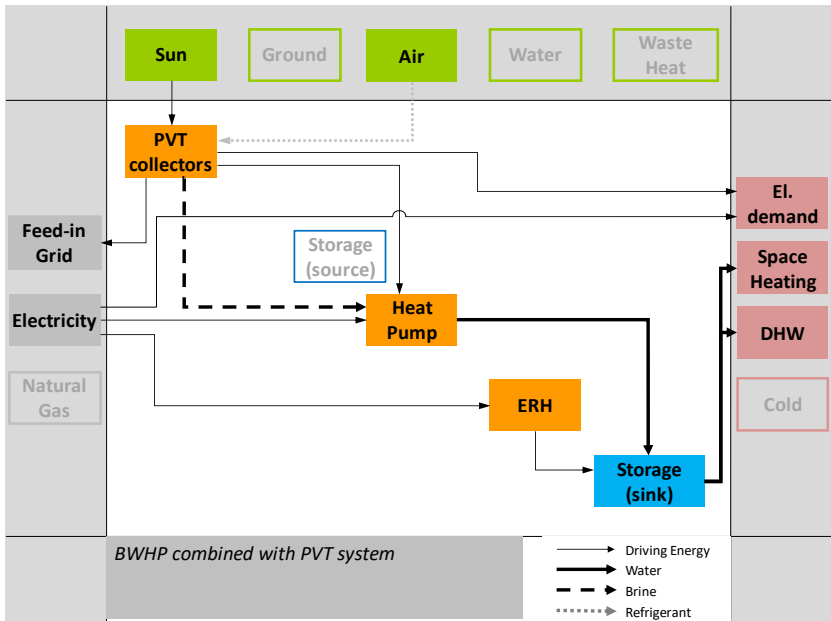


Sources: Solares Bauen, Wilo

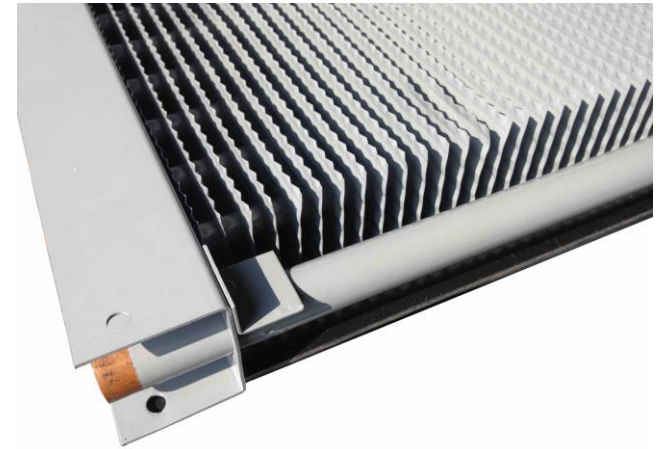
Solar-basiertes Wärmepumpenheizsystem mit PVT Kollektoren



System SOLINK, Consolar

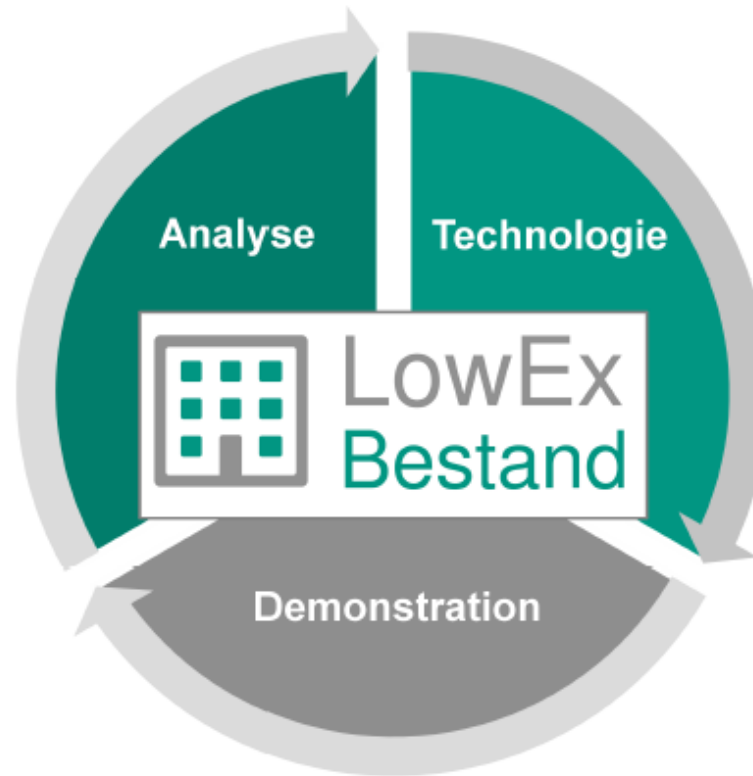


PVT Kollektor (Fa. Consolar)



Energetische Sanierung Mehrfamilienhäuser

Analyse
Partner der „Querspanne“:



Technologieprojekte
mit Fraunhofer ISE:

- HTWP  **BOSCH**
Technik fürs Leben
- FIHLS  **Beck+Heun** **KERMI**
BESTE WERTE FÜR'S HAUS  **westaflex®**
- HEAVEN **VIESMANN**
climate of innovation
- NK4HTWP **STIEBEL ELTRON**
Technik zum Wohlfühlen
- AdoSan  **FAHRENHEIT**



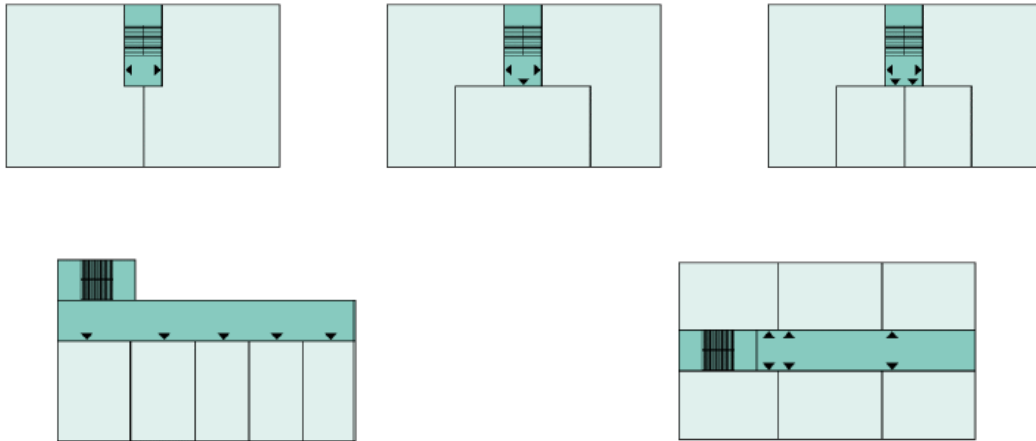
Demoprojekte mit Fraunhofer ISE:

- Wohnungsgesellschaft Adorf
- KES Karlsruher Energieservice
- Frank Bramfeld GBR

Weitere Demo-Partner
willkommen!

<http://www.lowex-bestand.de>

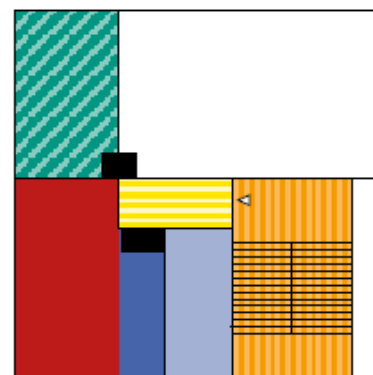
Systematische Bestandsanalyse bzgl. energetischer Qualität und Entwurfs-/Konstruktionsmerkmalen



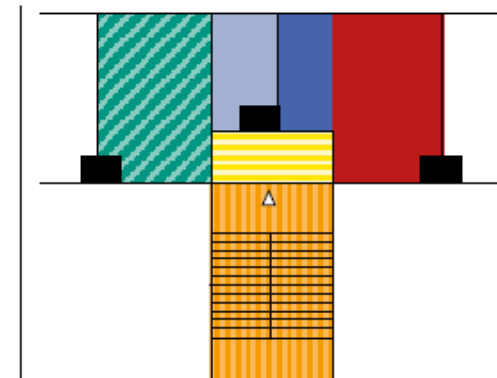
Typische Erschließungssituationen

Typische Grundrisse








Dreispanner



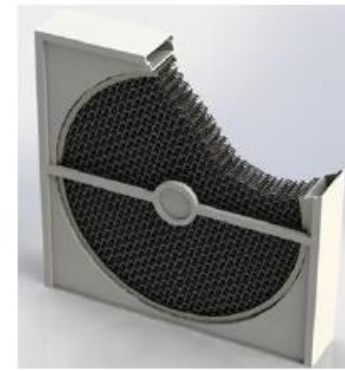
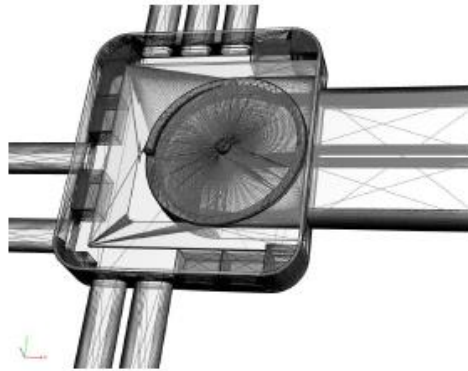
D1 – 2- 3 Räume (Seite)



D1 – 2- 3 Räume (Mitte)

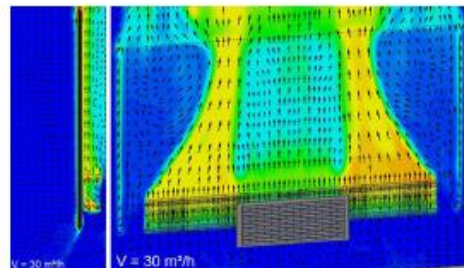
-  Treppenhaus
-  Flur
-  Schlafzimmer 1
-  Wohnzimmer
-  Küche
-  Bad
-  Schornsteine

Wohnungslüftungsgerät mit Draht-basiertem Wärmetauscher



Rotationswärmeübertrager (links), Schnittmodell Wohnungslüftungsgerät (rechts)

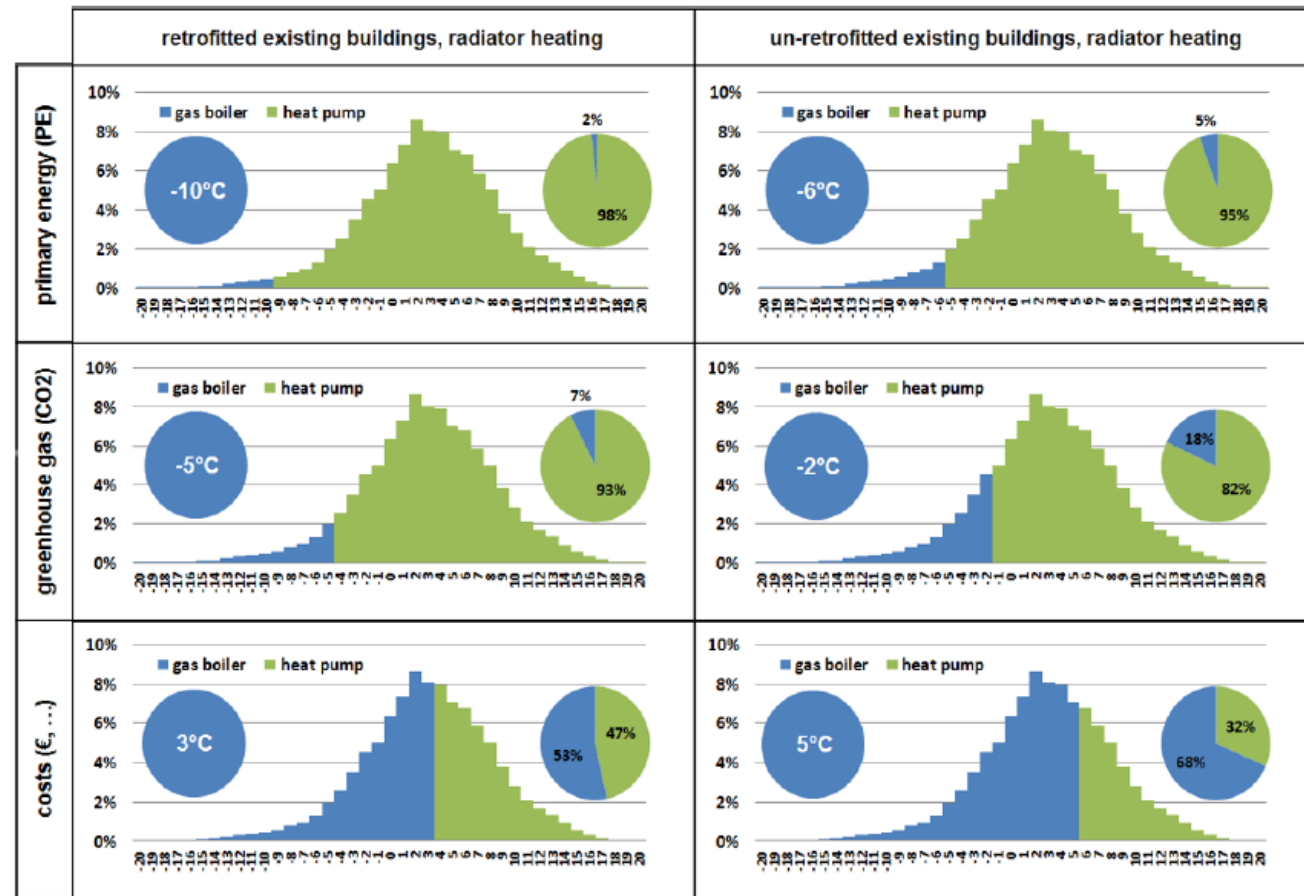
Niedertemperaturheizflächen für Heizung, Kühlung und Lüftung



Temperaturverlauf im Heizkörpermodell mit Zuluft (links);
Funktionsmuster, Rückseite der Heizfläche (rechts)

Komponenten- und Systementwicklung (2)

Bivalente (hybride) Wärmepumpenheizungsanlagen



Bivalenztemperaturen und Anteile der Wärmeerzeuger Gaskessel und Wärmepumpe an der Deckung der Heizlast unter Variation der Anwendung (sanierter bzw. unsanierter Bestand) sowie der Optimierungsziele (Primärenergieverbrauch, CO₂-Emissionen und Verbrauchskosten); Ergebnisse vereinfachter, statischer Berechnungen.

Demonstrationsprojekte

Wohnungsgesellschaft Adorf mbH

(Laufzeit: 01.09.2018 - 31.08.2021)

Es wird ein Mehrfamilienhaus mit 5 Wohneinheiten zur Verfügung gestellt, bei welchem eine umfangreiche Gebäudesanierung vorgenommen wird.

Es werden folgende Komponenten demonstriert:

- Kessel-/Wärmepumpen-Hybridanlage (Bosch)
- Fenster im Dämmrahmen in der Dämmebene (Beck+Heun)
- Dezentrale Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung (Beck+Heun)
- Luftleitungen integriert in vorgefertigte WDVS Dämmelemente (Westaflex, Beck+Heun)



Bestandsgebäude, Dämmsystem, Verlegeschema Lüftung (v.l.n.r.)

Inhalt

Rahmenbedingungen und Zielsetzungen

Innovative Gebäudetechnologien

Demonstrationsgebäude

<https://projektinfos.energiewendebauen.de/>



Altenwohnheim, Stuttgart

Quelle: www.enob.info



Architektur: Heckmann, Kristel, Jung, Stuttgart
Energiekonzept: ebök, Tübingen
Monitoring: Fraunhofer IBP, Stuttgart



© Fraunhofer IBP

Plus-Energie-Schule, Hohen Neuendorf

Quelle: www.enob.info



Architektur: IBUS Architekten und Ingenieure, Bremen
Energiekonzept: BLS Energieplan, Berlin
Monitoring: Hochschule für Technik, Berlin

© IBUS Architekten und Ingenieure, Berlin/Bremen

Bürogebäude ENERGON, Ulm

Quelle: www.enob.info



Architektur: oehler faigle archkom solar architektur, Bretten

Energiekonzept: ebök Ingenieurbüro, Tübingen

Monitoring: Steinbeis-Transferzentrum FH Ulm



© Software AG Stiftung, Steinbeis-Transferzentrum Energietechnik

Supermarkt, Rastatt

Quelle: www.enob.info



Architektur: Ingenieur- und Planungsbüro Finzel, Würzburg
Energiekonzept: Fraunhofer ISE, Freiburg
Monitoring: Fraunhofer ISE, Freiburg



© Aldi Süd, Fraunhofer ISE

AS Solar factory building, Hannover

Source: www.enob.info



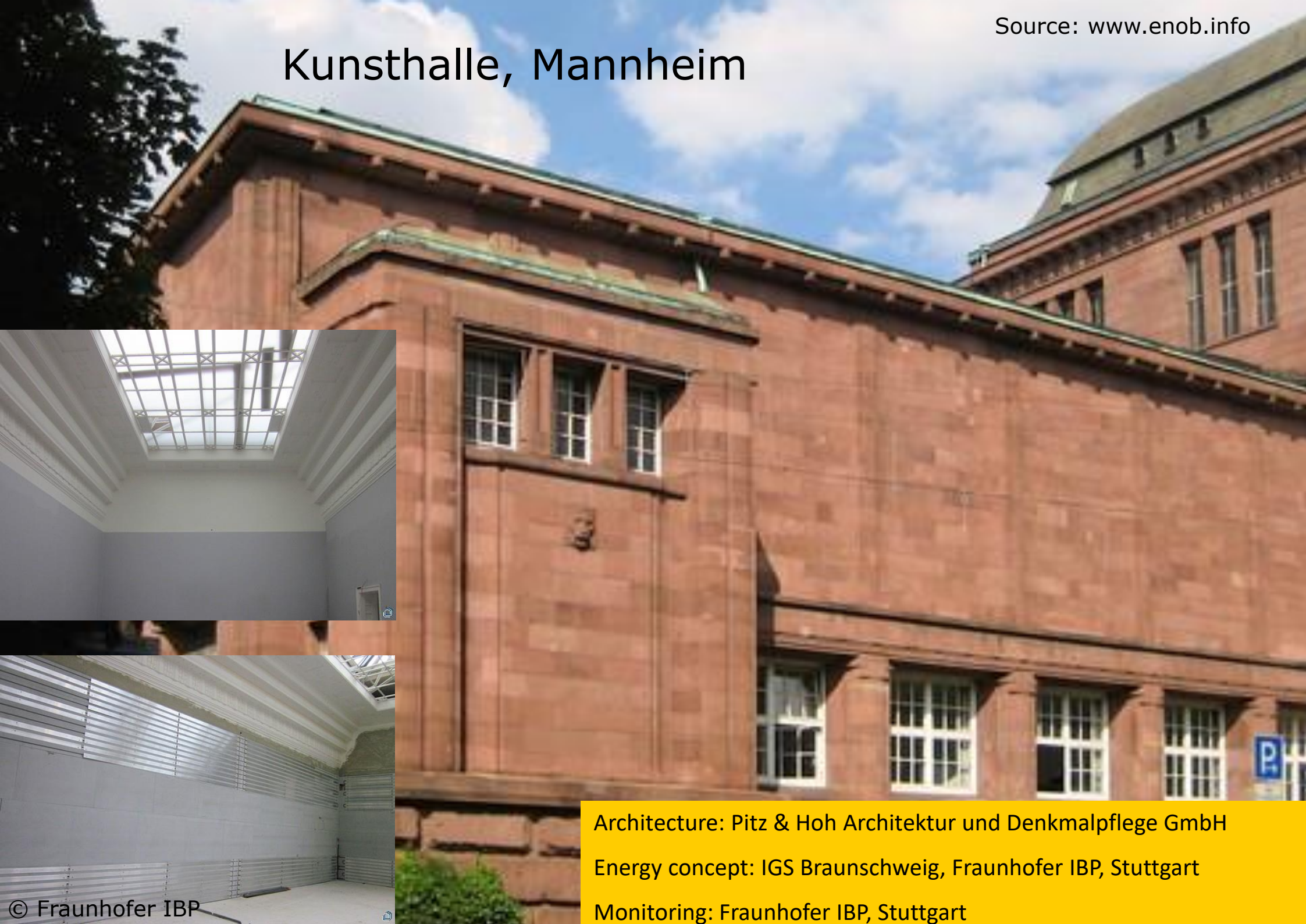
Architecture: John M. Fink

Energy concept: energydesign braunschweig GmbH

Monitoring: EOS, Ostfalia University

© AS Solar GmbH, Tom Baerwald

Kunsthalle, Mannheim

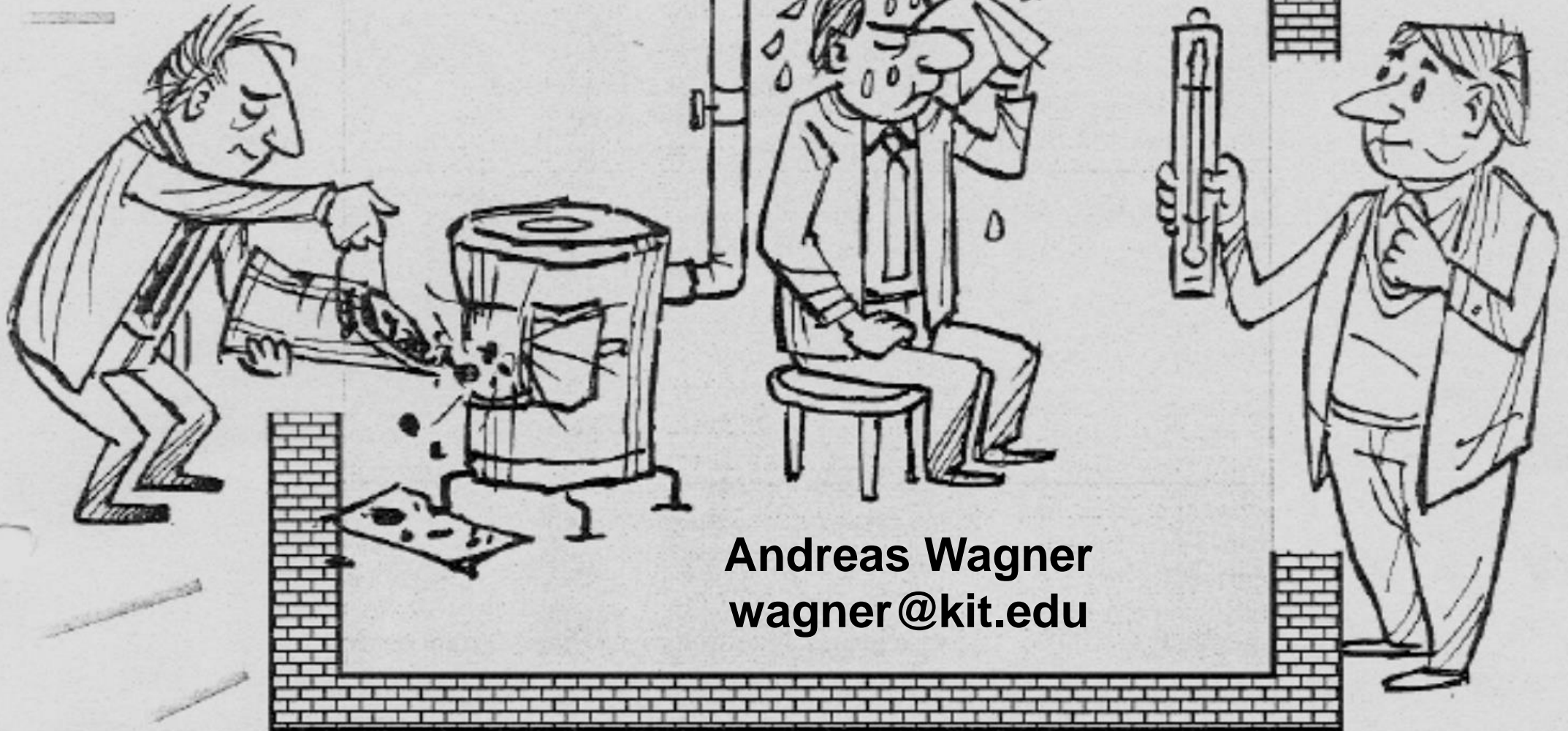


Architecture: Pitz & Hoh Architektur und Denkmalpflege GmbH

Energy concept: IGS Braunschweig, Fraunhofer IBP, Stuttgart

Monitoring: Fraunhofer IBP, Stuttgart

Fragen?



Andreas Wagner
wagner@kit.edu