

Infrarotheizung als Teil der solarelektrischen Energiewende

Vortrag beim Zukunft Altbau Praxisdialog online

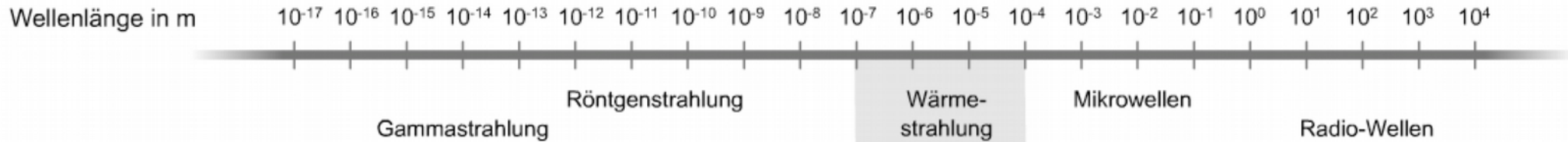
Veranstalter: KEA Klimaschutz- und Energieagentur Baden-
Württemberg GmbH

Online, 25. Mai 2023

Dr.-Ing. Peter Kosack
PEKOHAUS® - Forschungsinstitut für Gebäudeenergie-technik

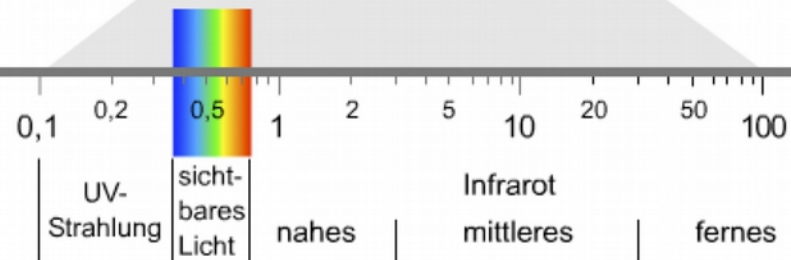
Infrarotstrahlung

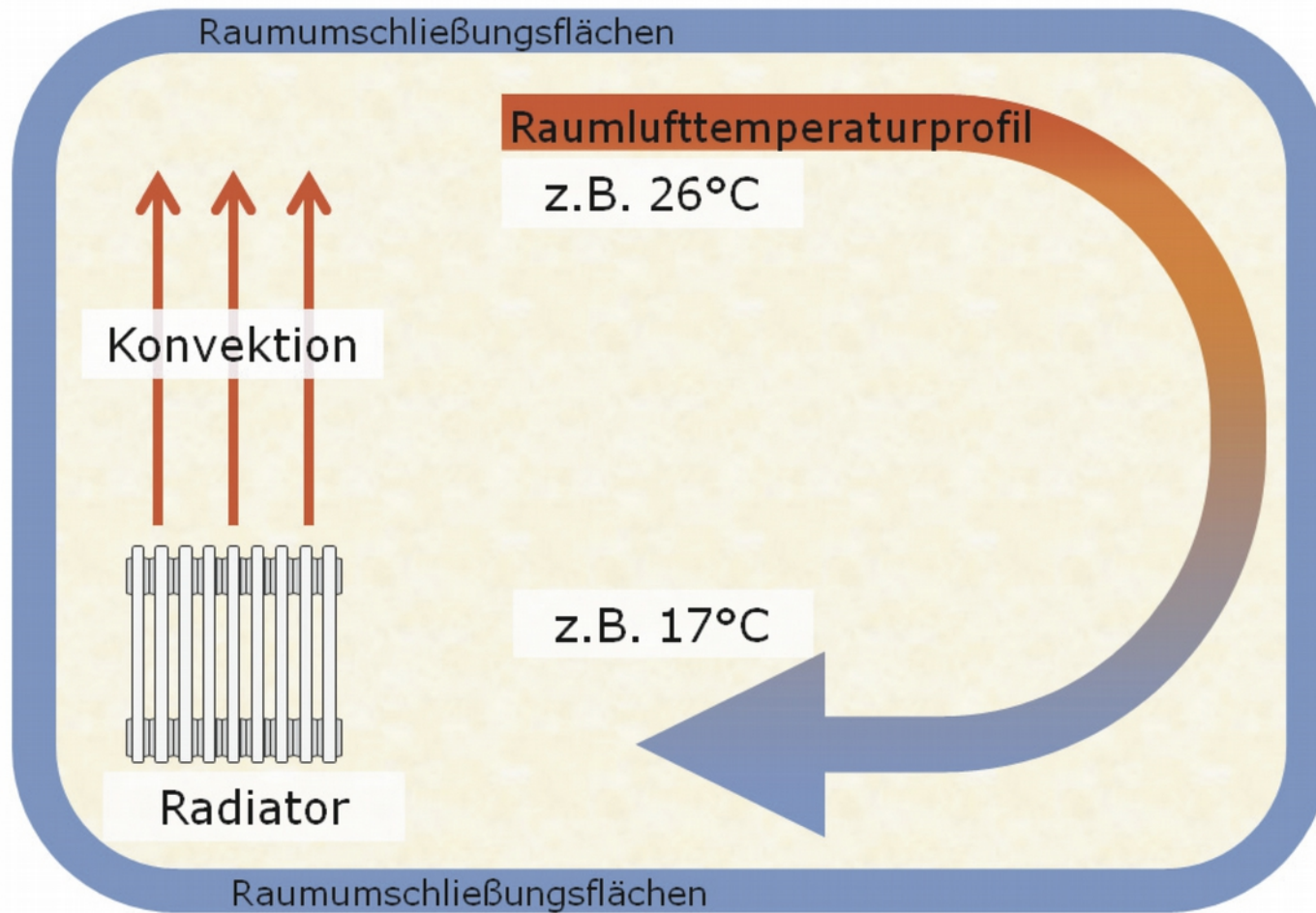
Spektrum der elektromagnetischen Strahlung



Spektrum der Wärmestrahlung

Wellenlänge in μm

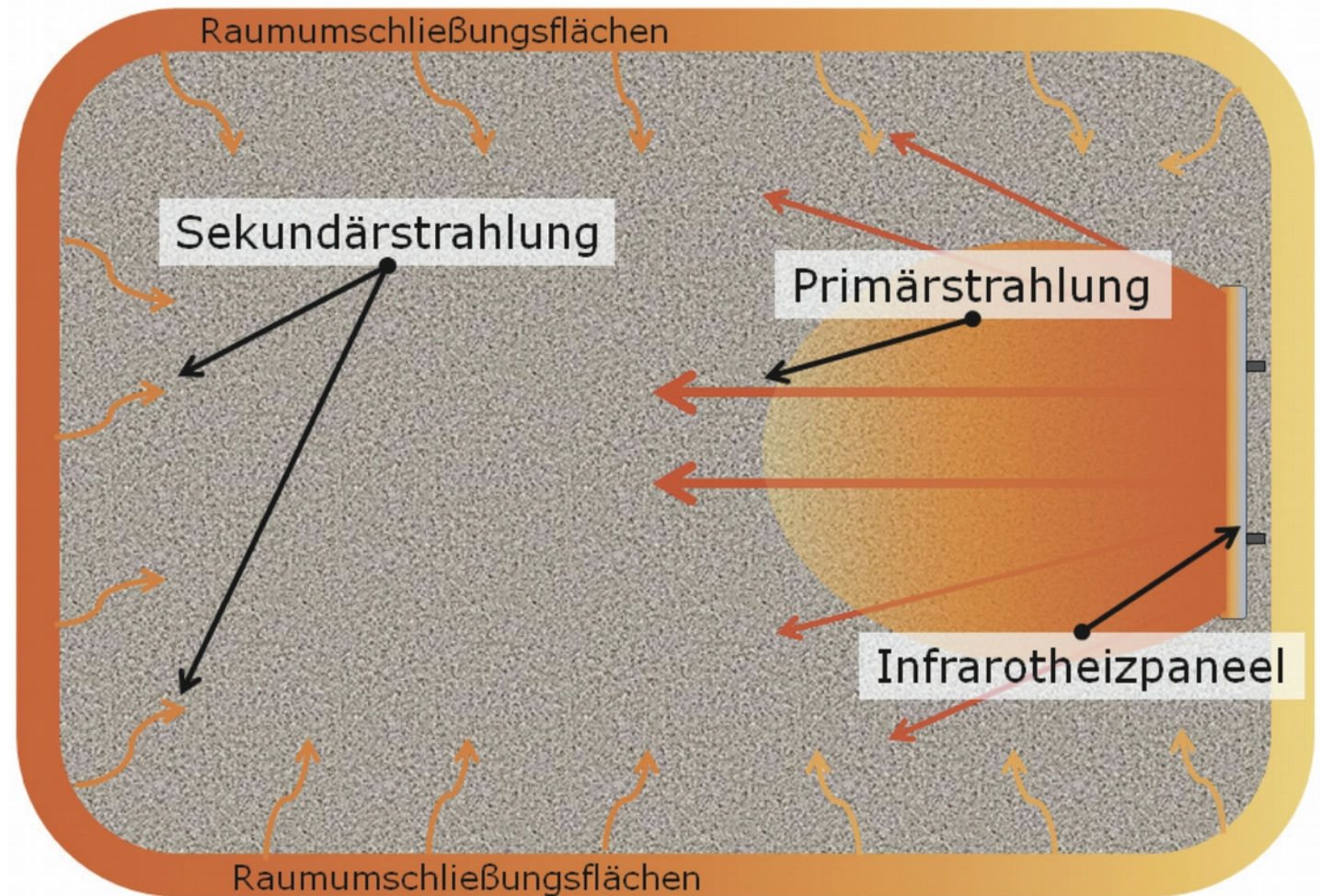




Das Luftvolumen im Raum wird direkt geheizt; über das Luftvolumen werden die Oberflächen geheizt.

Die Raumboberflächen werden per Strahlung direkt geheizt.

Über die erwärmten Oberflächen wird anschließend das Luftvolumen geheizt.



Definition nach DIN EN IEC 60675-3 (Strahlungswirkungsgrad mindestens 40%)

**Operative Temperatur =
 Mittelwert aus
 Lufttemperatur und
 Raumumschließungstemperatur**

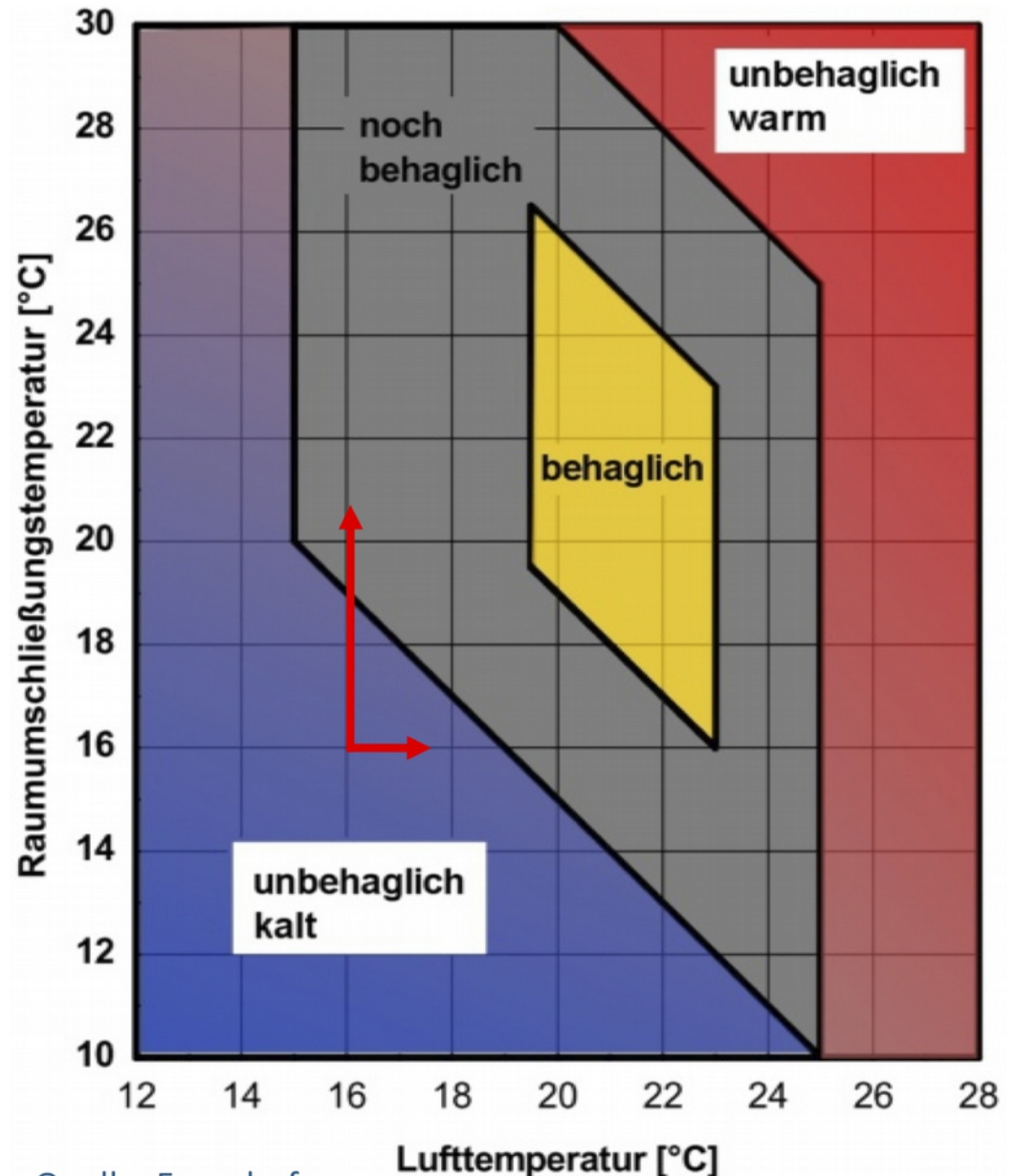
Aussagekräftig bezüglich Behaglichkeit für

- Relative Luftfeuchte von 30 bis 70%
- Luftbewegung von 0 bis 20cm/s
- Temperaturabweichung der begrenzenden Flächen gegenüber dem Mittelwert kleiner +/- 2 K

Bei gleichem Energie-Einsatz erreicht man Behaglichkeit eher mit der Erhöhung der Raumumschließungstemperatur als mit der Erhöhung der Lufttemperatur

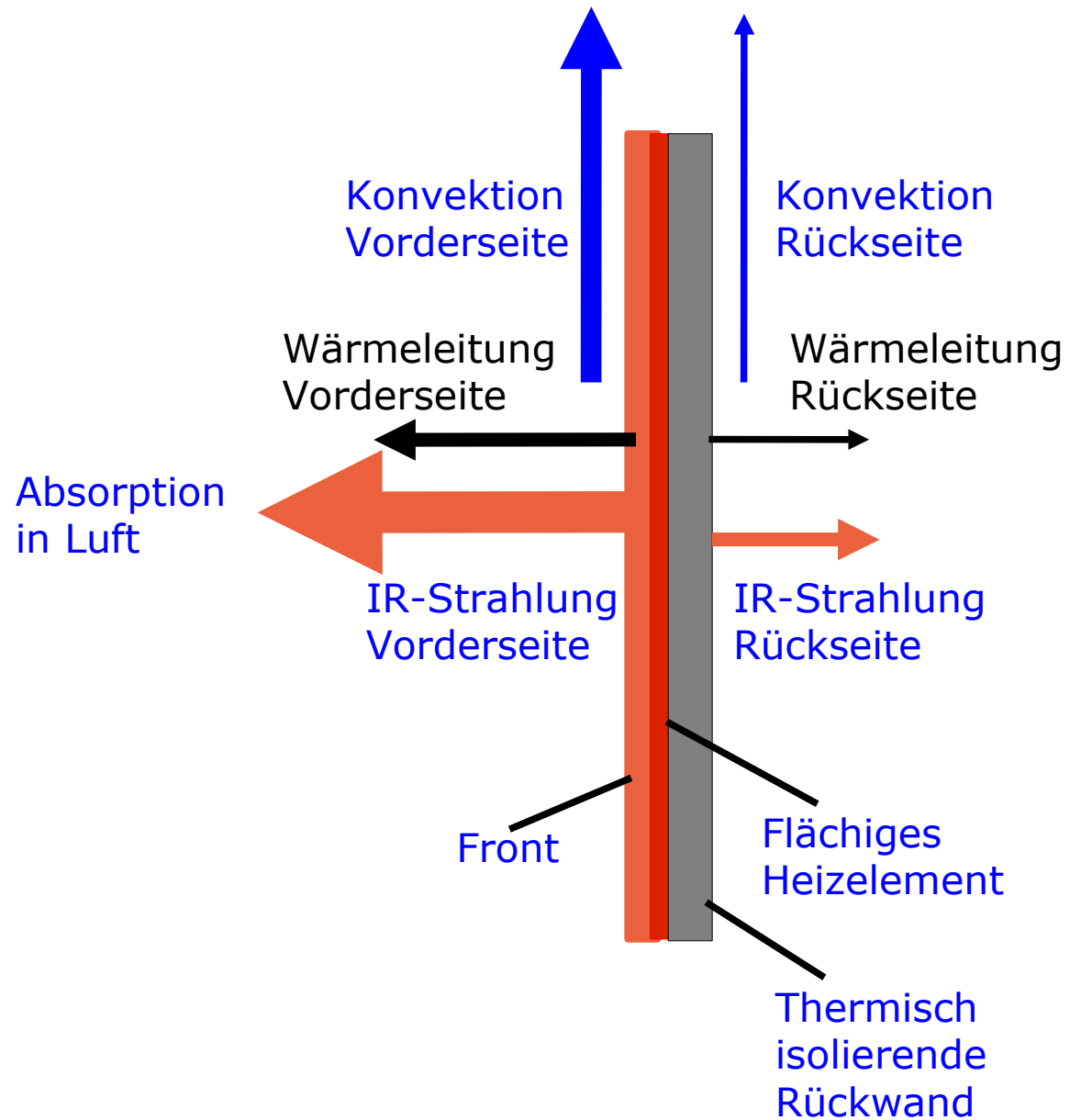
->

Großer Vorteil der Infrarotheizung



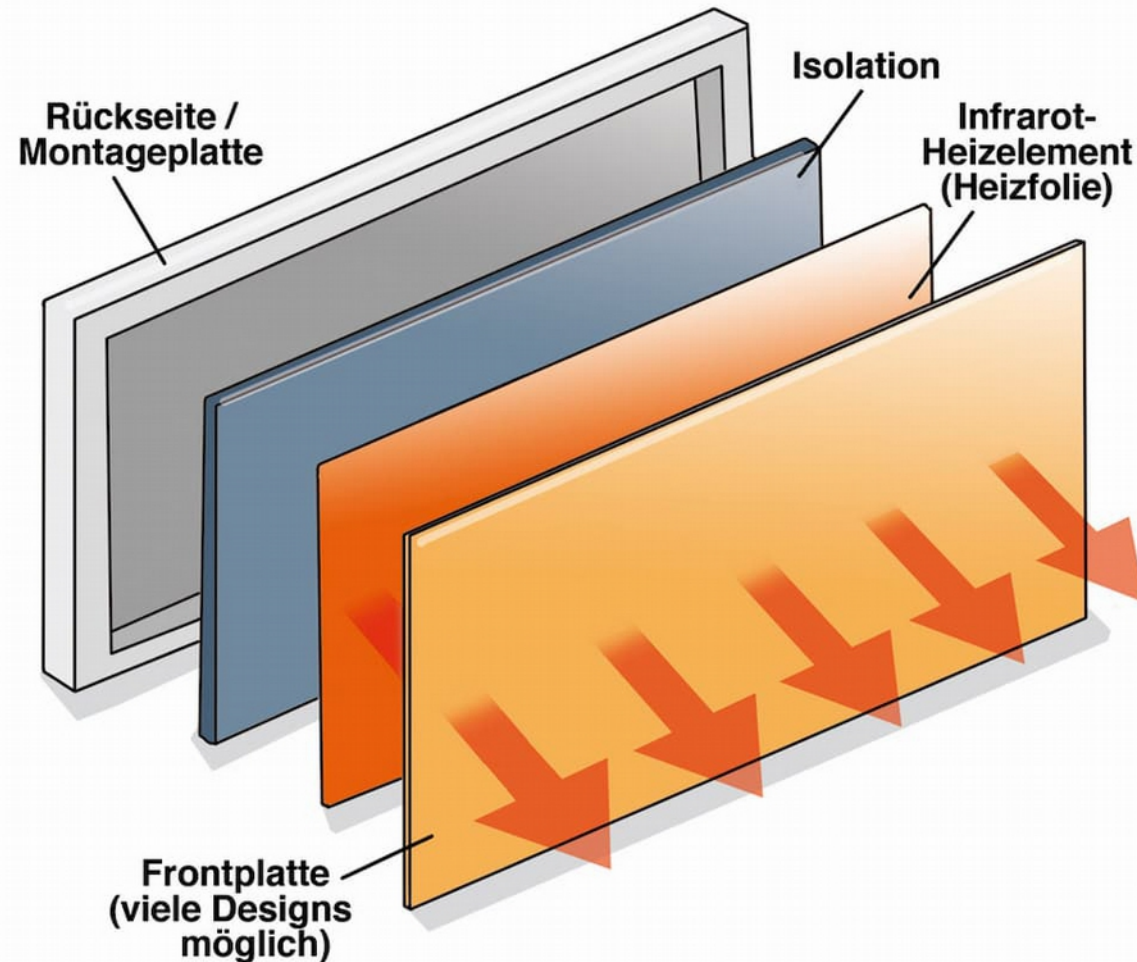
Quelle: Fraunhofer

Niedertemperatur-Infrarotstrahler als Flachheizung (Prinzip)



Niedertemperatur-Infrarotstrahler als Flachheizung (technische Ausführung)

Aufbau einer Infrarotheizung



Quelle: www.heizsparer.de

Qualitative Kenngrößen der Niedertemperatur-Infrarotstrahler:

- 1 Elektrische Nennleistung (Anschlußwert)**
- 2 Strahlungswirkungsgrad nach DIN EN IEC 60675-3 (mindestens 40%)**
- 3 Dynamischer Faktor nach DIN EN IEC 60675-3**
(Qualitätsmaß für die Regelbarkeit der Infrarotheizung, in welchem der Strahlungswirkungsgrad und die Aufheizzeit berücksichtigt sind)

Strahlungswirkungsgrade verschiedener Heizungen

Heizgerät / Heizkörper	Strahlungswirkungsgrad
Heizlüfter	maximal 5%
Elektro-Nachtspeicherofen	maximal 10%
Radiator (elektrisch oder mit Warmwasser)	5 bis 15%
Plattenheizkörper (elektrisch oder mit Warmwasser)	10 bis 25%
Fußbodenheizung (elektrisch oder mit Warmwasser)	15 bis 35%
Deckenheizung (elektrisch oder mit Warmwasser)	20 bis 40%
Wandheizung (elektrisch oder mit Warmwasser)	10 bis 35%
Kachelofen	25 bis 45%
Infrarot-Strahlungsheizung (= Infrarotheizung)	40 bis über 90%

Gemäß Gebäudeenergiegesetz (GEG) ist die Infrarotheizung eine Elektrodirektheizung.

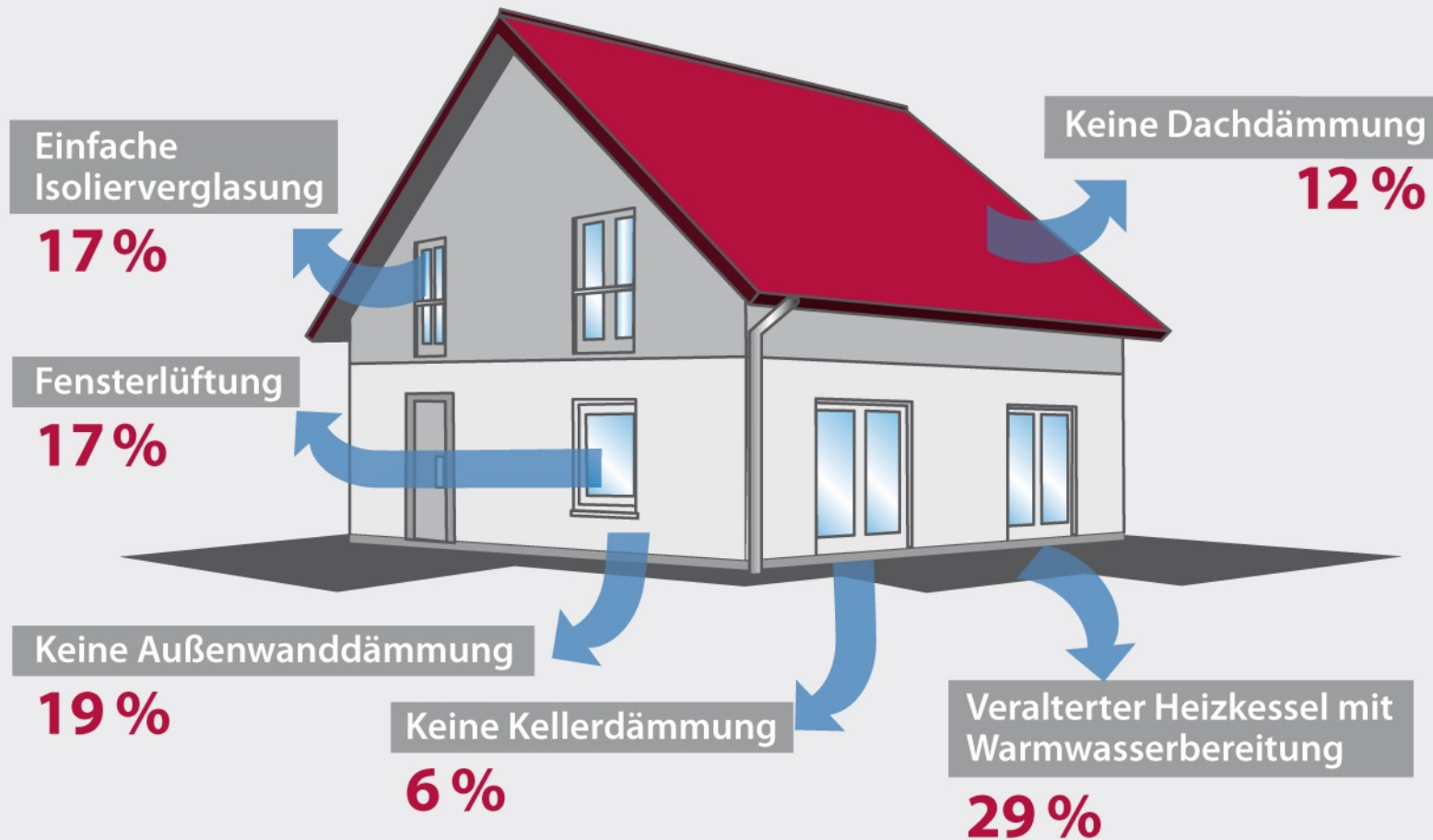
Anwendung der Infrarotheizung als alleiniges Heizsystem ohne Zusatzmaßnahmen ist auf hocheffiziente Gebäude beschränkt.

Alleiniger Austausch im Altbau gegen andere Heizungen nur im Ausnahmefall !

Altbausanierung?

Neues Energieversorgungskonzept für Gebäude, das die Infrarotheizung einschliesst.

Wo geht Energie im Haus verloren?



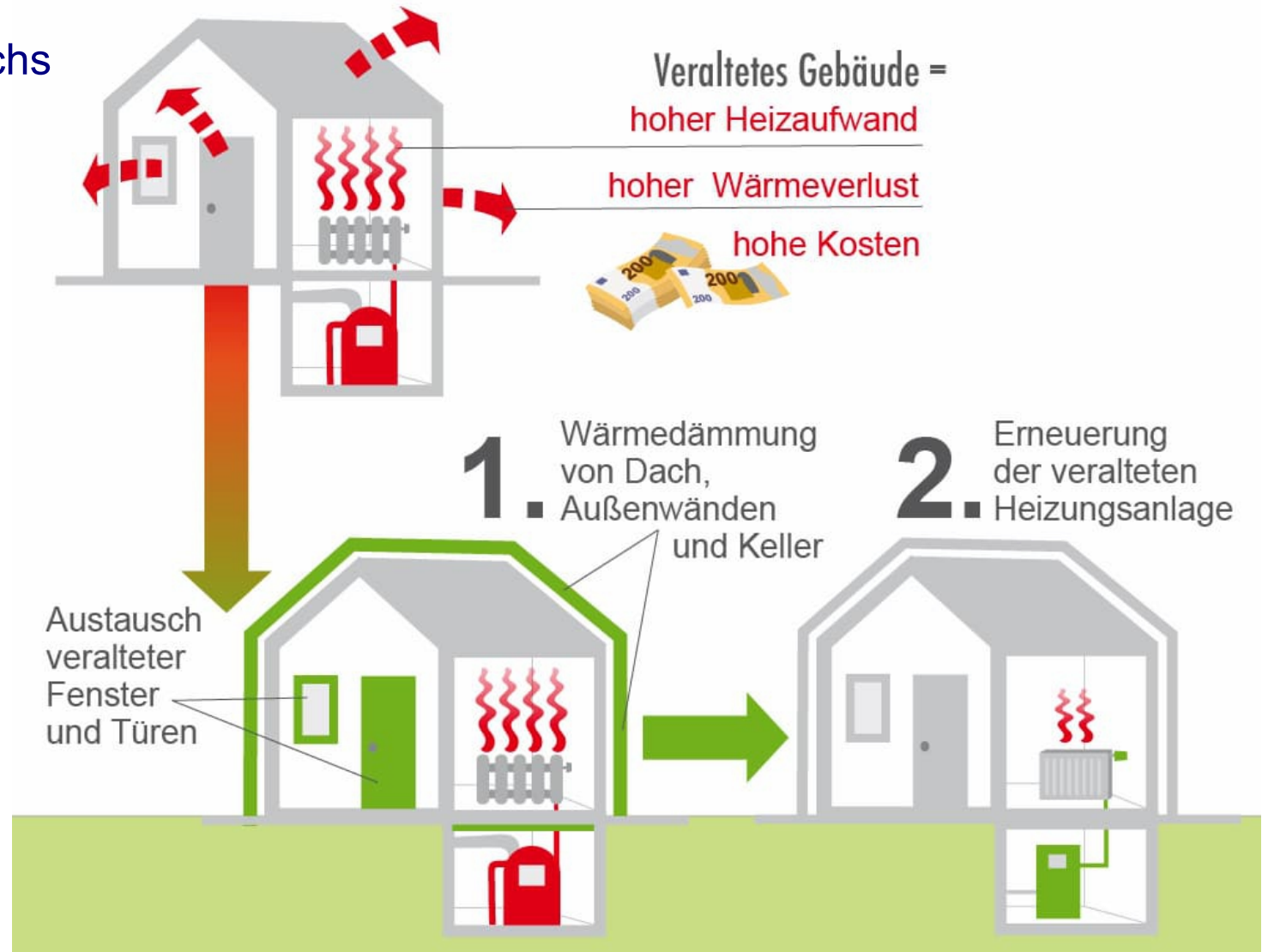
Beispiel: typisches unsaniertes Einfamilienhaus, Baujahr 1980

Quelle: HEA

Ausschließliche
Verminderung des
Wärmeenergieverbrauchs

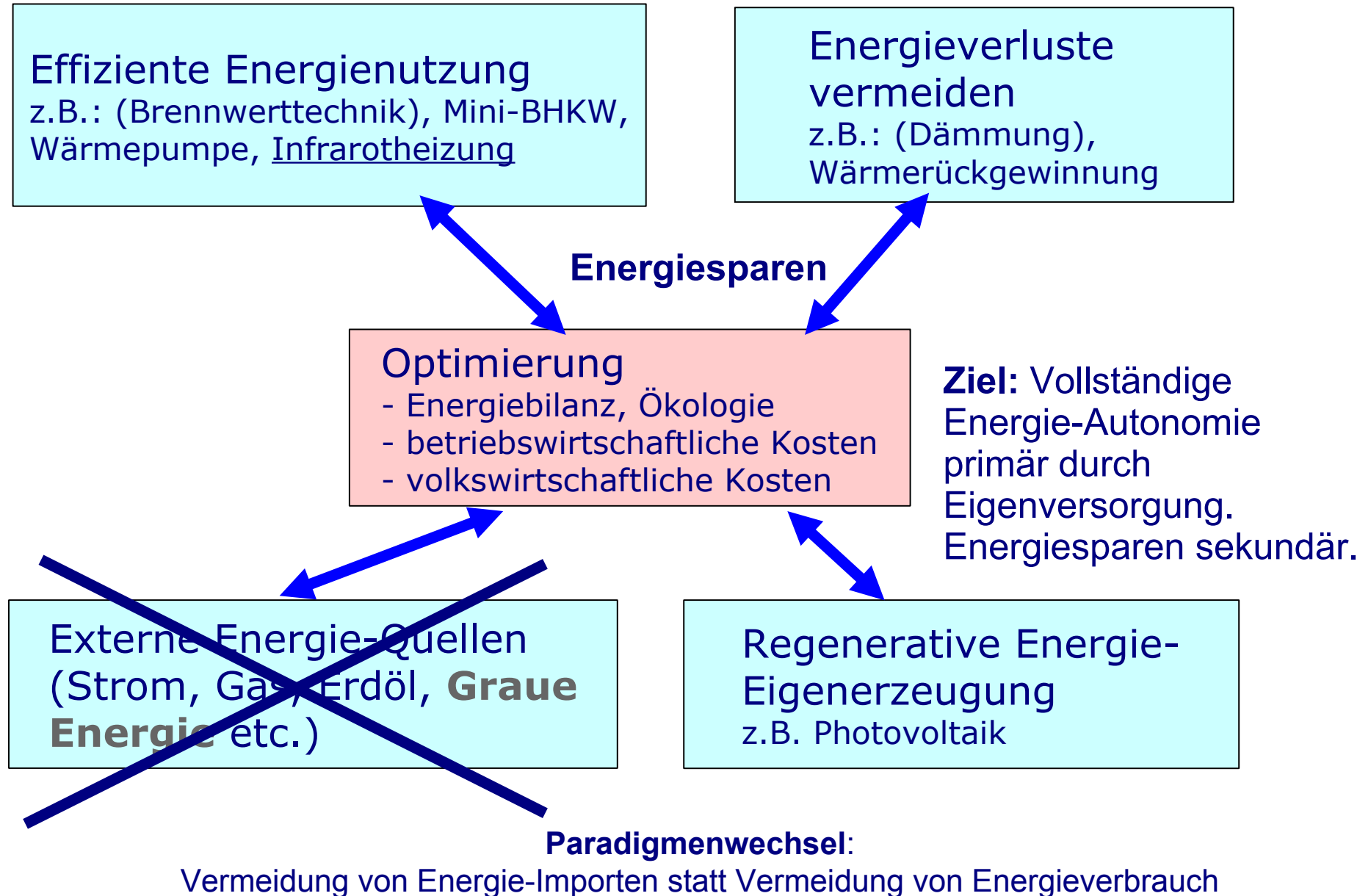
Standard auch heute
noch im GEG

Bei energetischer Sanierung 2-stufig vorgehen!



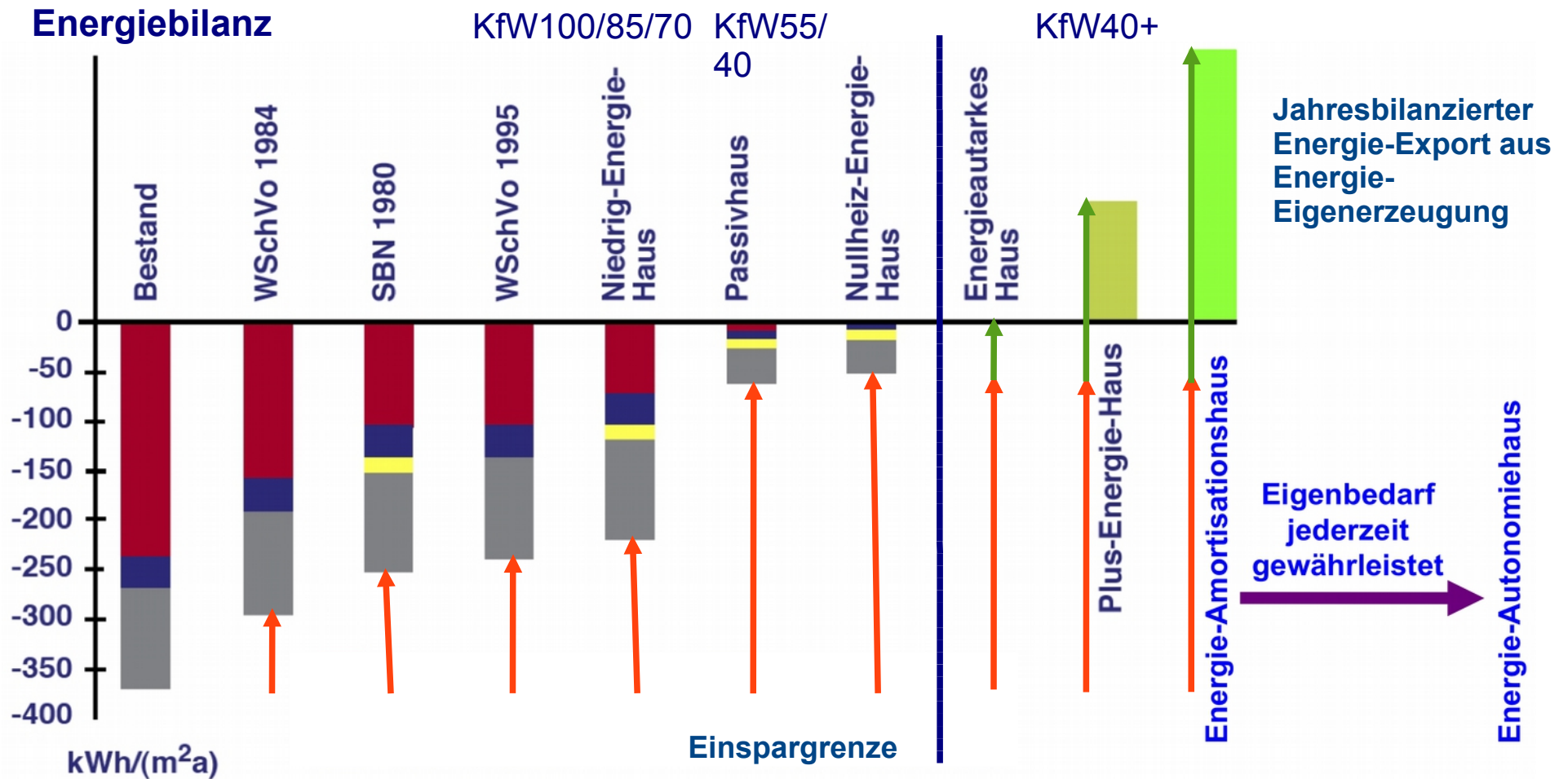
Bildquelle:
Sanier.de

Optimierungsaspekte für die Energieversorgung von Gebäuden



Entwicklung der Energiestandards für Wohngebäude

(von Energie-Importen zu Energie-Exporten; vom Energie-Verbraucher zum Energie-Erzeuger)



Energie-Importe von externen Energien für:

- Heizung
- Warmwasser
- Lüfterstrom
- Haushaltsstrom

 Verringerung der Energie-Importe durch Einsparung und/oder Energie-Eigenerzeugung

 Reine Energie-Eigenerzeugung

Randbedingungen eines Energieversorgungskonzepts für Gebäude

Beliebige
zugeführte
Energien:

?



·
·



?

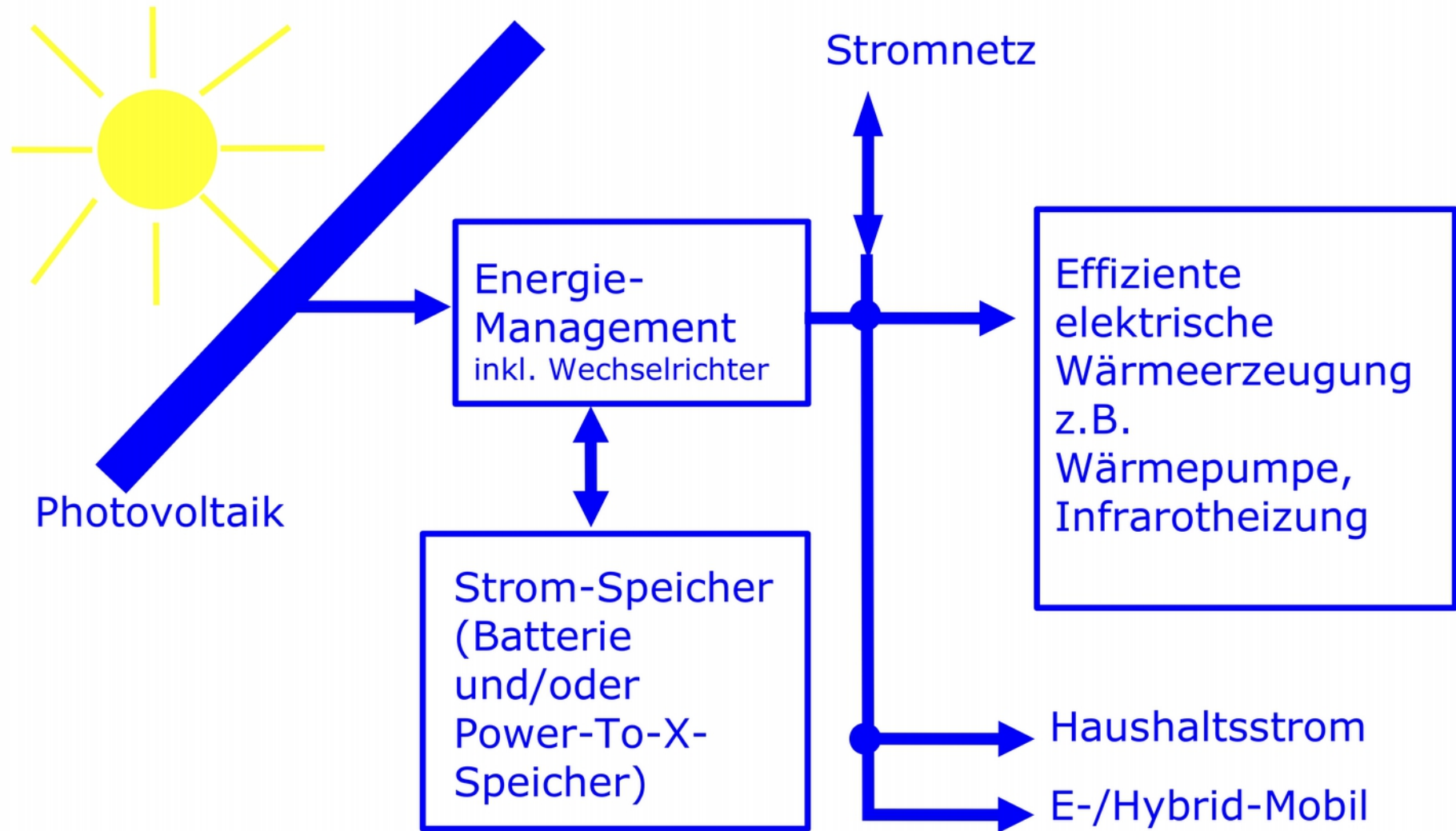
Haustechnik

Benötigte
Energien:

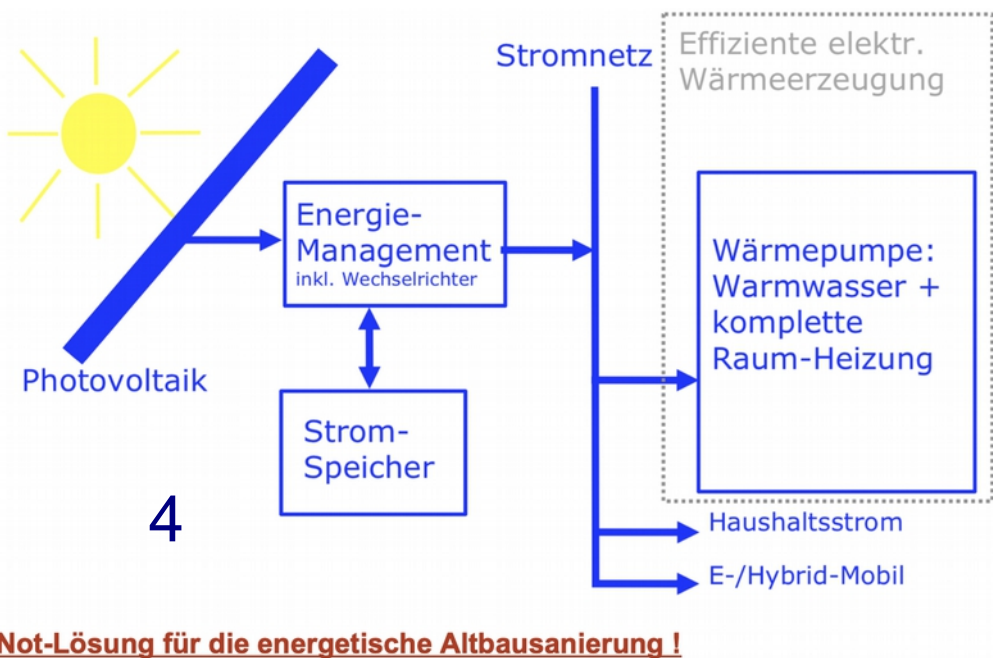
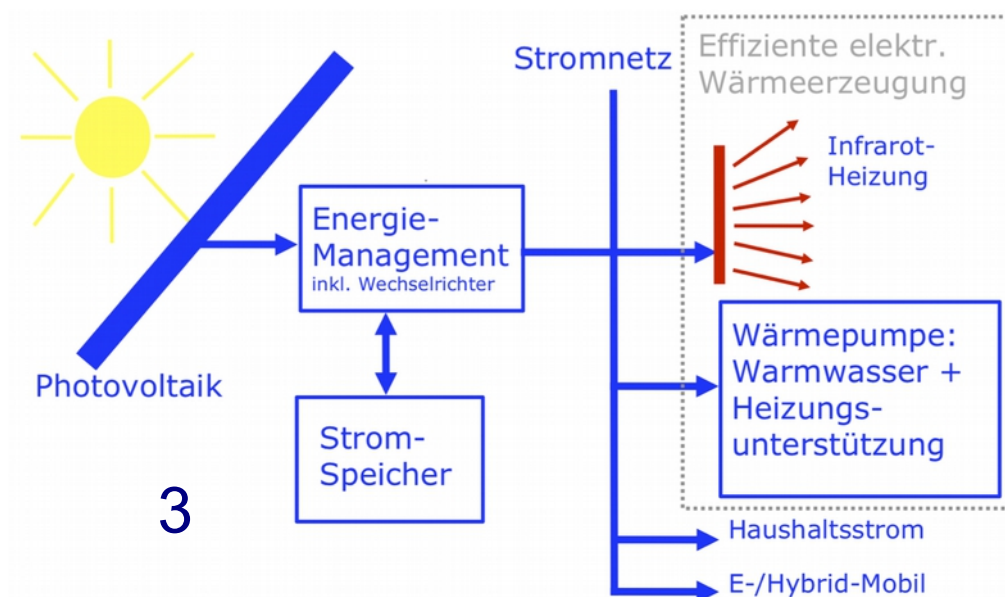
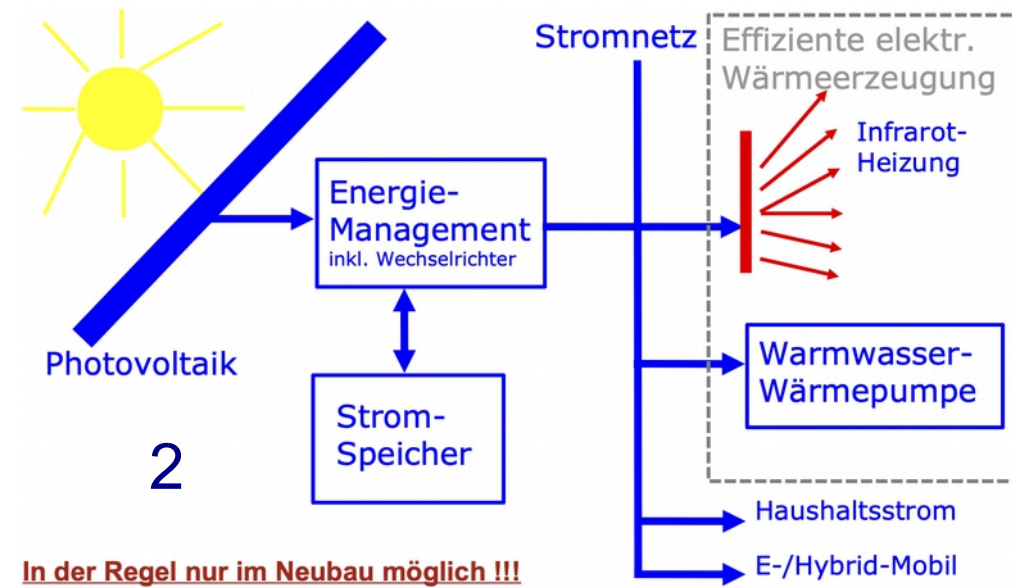
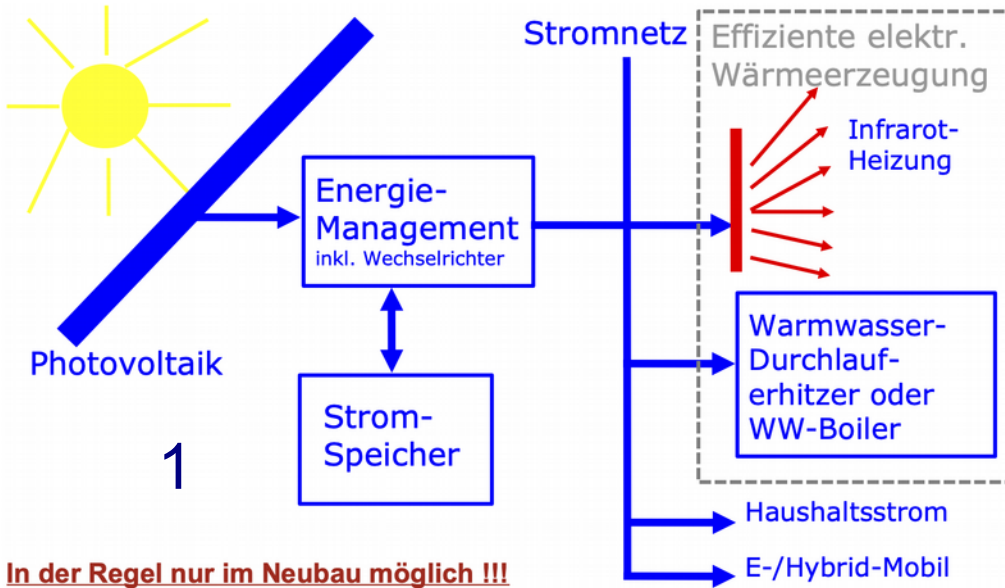
Strom

Wärme
(Raumheizung,
Warmwasser)
oder
Kühlung in
warmen Regionen

Optimiertes Energieversorgungskonzept für Gebäude als Blockbild (PEKOHAUS-Konzept, EAH-Konzept)



4 Konzeptvarianten in der Praxis bewährt



Schätzfragen an die Teilnehmer:

Wie stark wurden die Kosten für Photovoltaik seit 1980 gesenkt?

- a) auf unter 20%
- b) auf unter 10%
- c) auf unter 1%

Wie lange ist im Vergleich die mittlere energetische Amortisationszeit von Dämmmaßnahmen und Photovoltaik bei aktuellem Stand der Technik?

- a) Dämmmaßnahmen amortisieren sich schneller als Photovoltaik
- b) Photovoltaik amortisiert sich schneller als Dämmmaßnahmen

Fragen aus dem Chat?



Technische Komponenten (bis auf die Langzeit/Saisonspeicher am Markt etabliert)



© SolteQ Europe GmbH, Oberlangen

Gebäudeintegrierte PV

© SOLAXESS SA, Schweiz



Beispiele:



**Auf die richtige
Kombination und
Dimensionierung
kommt es !!**



© E3/DC GmbH, Osnabrück

© NIBE Systemtechnik
GmbH, Celle



© Gensoric GmbH,
Rostock

© IG Infrared



**1. Wärmebrücken identifizieren und beseitigen
(Notwendig, da es trotz IR-Heizung und kontrollierter Lüftung zu
Schimmelbildung kommen kann):**

- ungedämmte Rollladenkästen (z.B. durch Einblasdämmung)
 - auskragende Bauteile
- etc.

**2. Evtl. ergänzende Dämmung (teilweise gesetzlich vorgeschrieben):
ungedämmte Dachgeschoßdecke nachträglich dämmen
ungedämmte Kellerdecke nachträglich dämmen**

3. Kontrollierte Lüftung mit Wärmerückgewinnung

Erläuterung zur Auswahl: Es wurden nur solche Maßnahmen berücksichtigt, die eine vergleichbar gute Energiebilanz/energetische Amortisationszeit haben wie die Photovoltaik.

Paradigmenwechsel:

Priorität hat die Energie-Eigenerzeugung mit Photovoltaik

0. Erfassung aller Daten aus den Plänen (Neubau) oder vor Ort (Altbau);
Erste Abschätzung mit Standardwerten und bisherigem Verbrauch/Heizlast

1. Heizlastberechnung nach DIN EN 12831:

- a) Berechnung der Wärmeverluste (ist für alle Konzeptvarianten gleich);
- b) Daten für die Dimensionierung der Heizungsanlage ermitteln;

2. Auswahl der zu berechnenden Konzeptvarianten

3. Dimensionierung der Photovoltaik-Anlage:

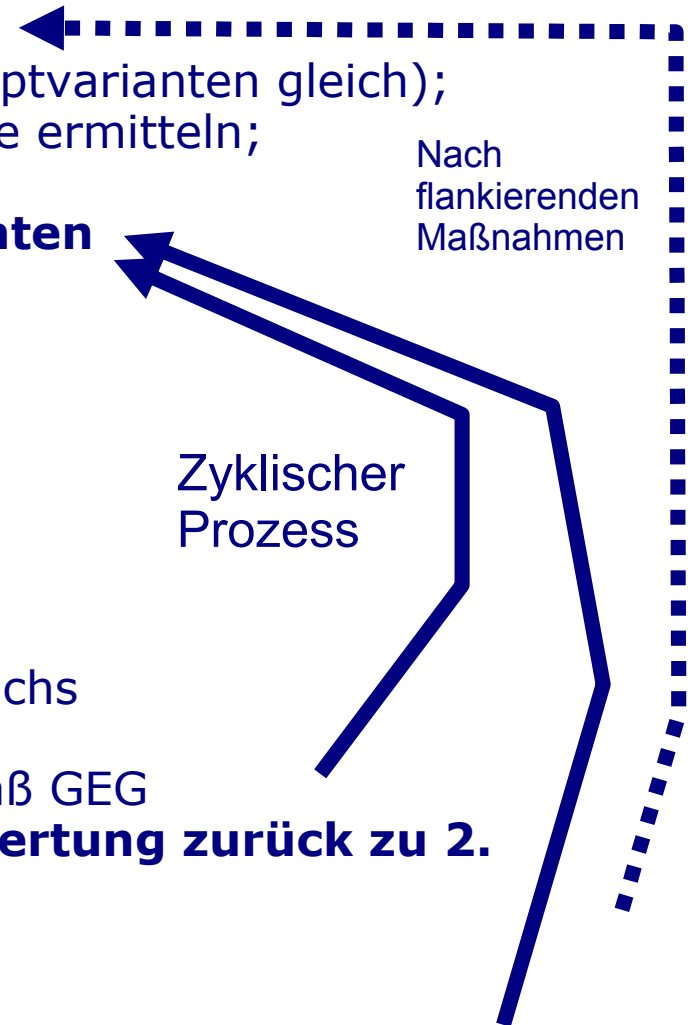
- a) Maximierung der Autonomie;
- b) Notstrom-Aggregat-Funktion;
- c) Erfüllung des GEG

4. GEG-Berechnung:

- a) Berechnung des Energiebedarfs;
- b) Einhaltung der Grenzen des Primärenergieverbrauchs
- c) Feststellung des Sanierungsbedarfs (GEG)
- d) Bestimmung der optimalen Konzeptvariante gemäß GEG
- e) Bewertung des Ergebnisses, **bei schlechter Bewertung zurück zu 2.**

5. Kostenkalkulation

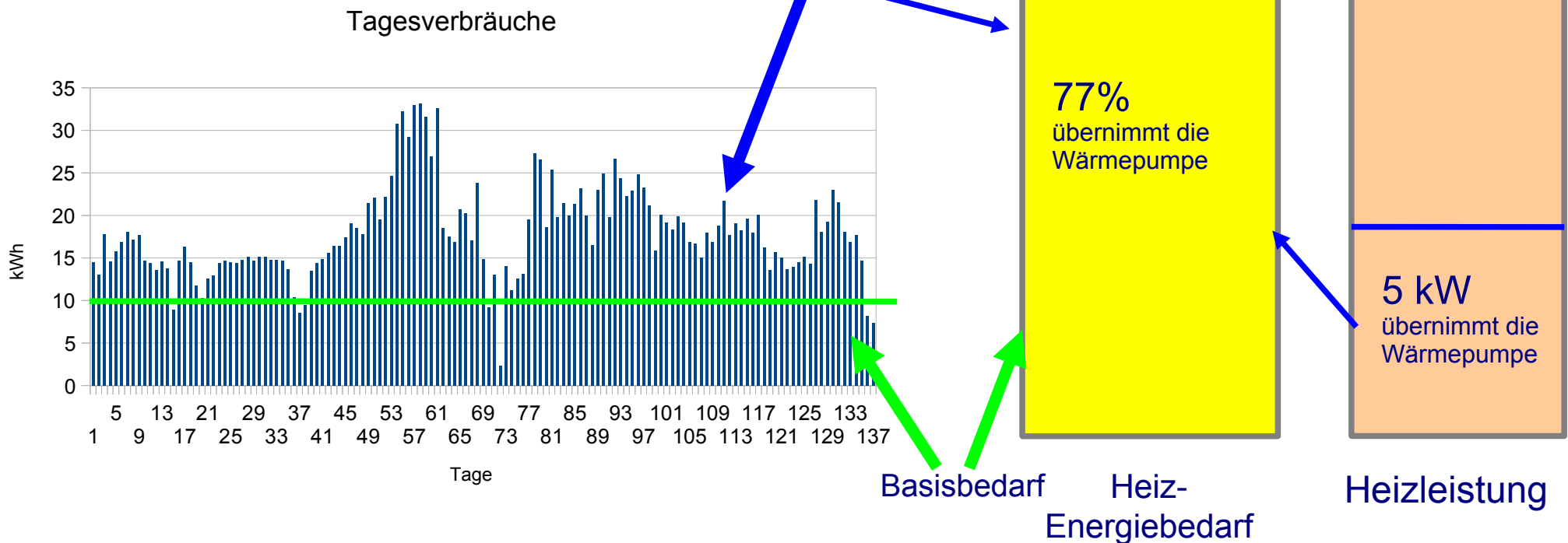
- a) Berücksichtigung der Förderungsmöglichkeiten
- b) Konkrete Angebote einholen und bewerten
- c) Bewertung des Ergebnisses, **bei schlechter Bewertung zurück zu 2.**



Altbau: Parallelinstallation von Infrarotheizung und Wärmepumpe als gemeinsame Hauptheizung

Der Heizenergiebedarf ist stark schwankend:
 Basisbedarf bei 70 - 80%, Spitzenbedarf bei 20 - 30%
 Die benötigte Heizleistung verteilt sich genau umgekehrt:
 Basisbedarf bei 20 - 30%, Spitzenbedarf bei 70 - 80%.

Beispiel Verbrauchsmessung einer reinen IR-Heizung:



Wärmepumpe-Infrarot-Hybridheizung (Konzeptvariante 3)

Heizkörper und Heizflächen für monoenergetischen bivalent-parallelen Betrieb für die Wärmepumpe

Neubau:

Fußbodenheizung im Wohn/Eßbereich und in den Bädern/Gäste-WC

Altbausanierung:

Vorhandene Radiatoren nutzen (reicht für die Basiserwärmung bei niedriger Vorlauftemperatur).

Thermostatventile an den Radiatoren werden entfernt; Regelung über zentralen Thermostaten.

Bei fehlendem Wärmeverteilnetz (typisch im Fall von Nachtspeicherheizungen) zentrale Montage eines großen Heizkörpers
oder

nachträgliche Montage einer Fußbodenheizung im Wohn/Eßbereich und in den Bädern/Gäste-WC; Regelung wie oben.

Wichtiger Hinweis:

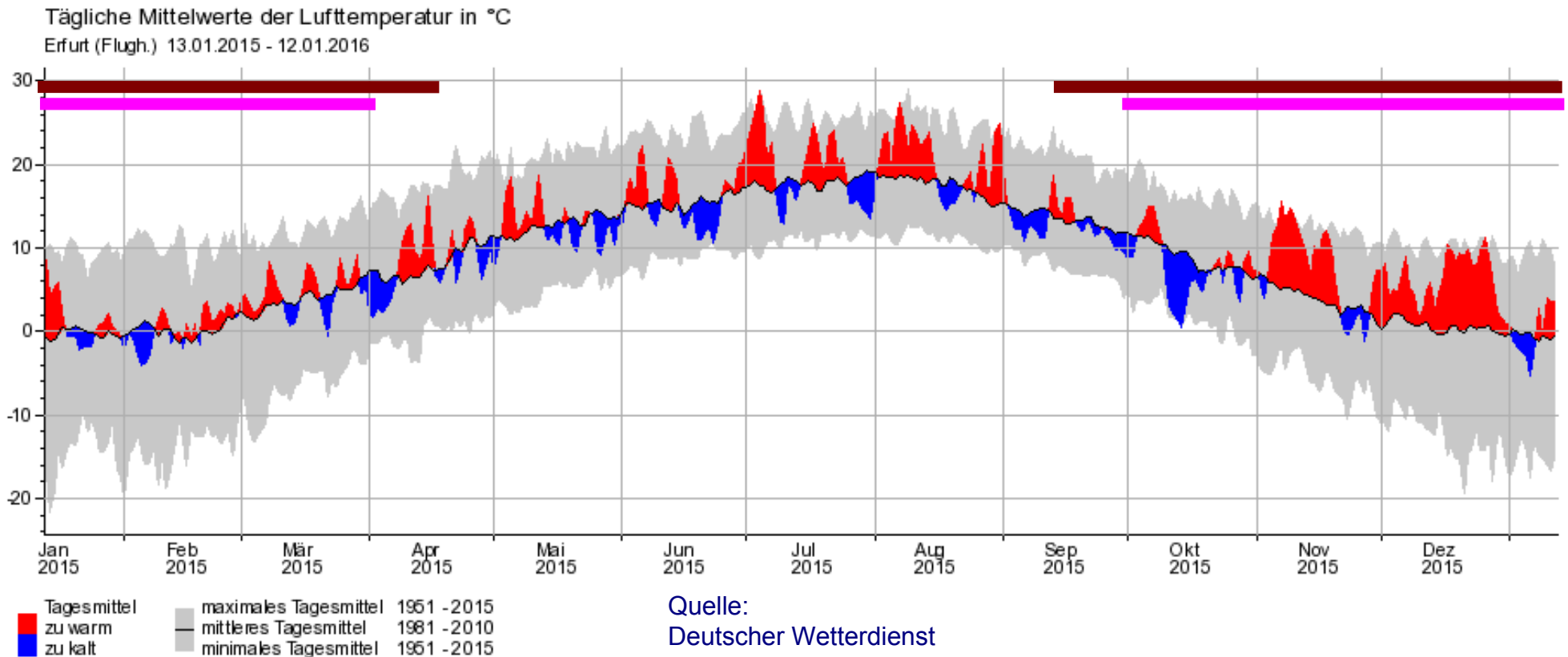
Die IR-Heizungen werden mittels Einzelraumthermostaten geregelt.

Die Wärmepumpe wird durch einen Zentralthermostat geregelt, der so eingestellt wird, dass die Wärmepumpe immer Vorrang vor den IR-Heizungen hat.

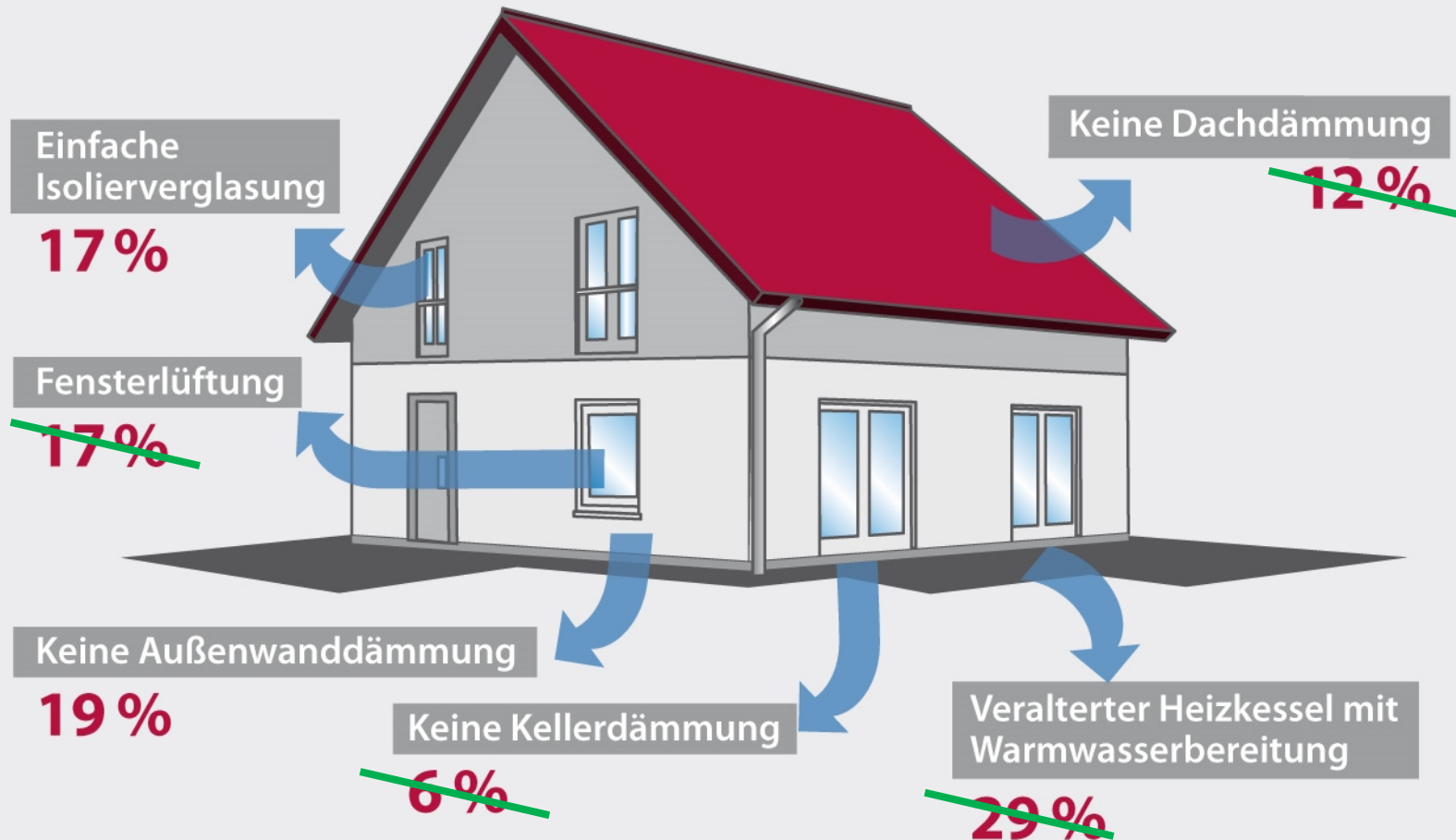
Der zentrale Thermostat der Wärmepumpe wird für die Raumheizung geringfügig höher (z.B. 0,5-1 Grad) eingestellt als die dezentralen Einzelraumthermostate für die Infrarotheizungen in den Räumen. Die Wärmepumpe bleibt dann parallel zu den Infrarotheizungen immer eingeschaltet und sorgt für die Basiswärme.

Typische Betriebszeiten Wärmepumpe:

Typische Betriebszeiten Infrarotheizung:



Wo geht Energie im Haus verloren?

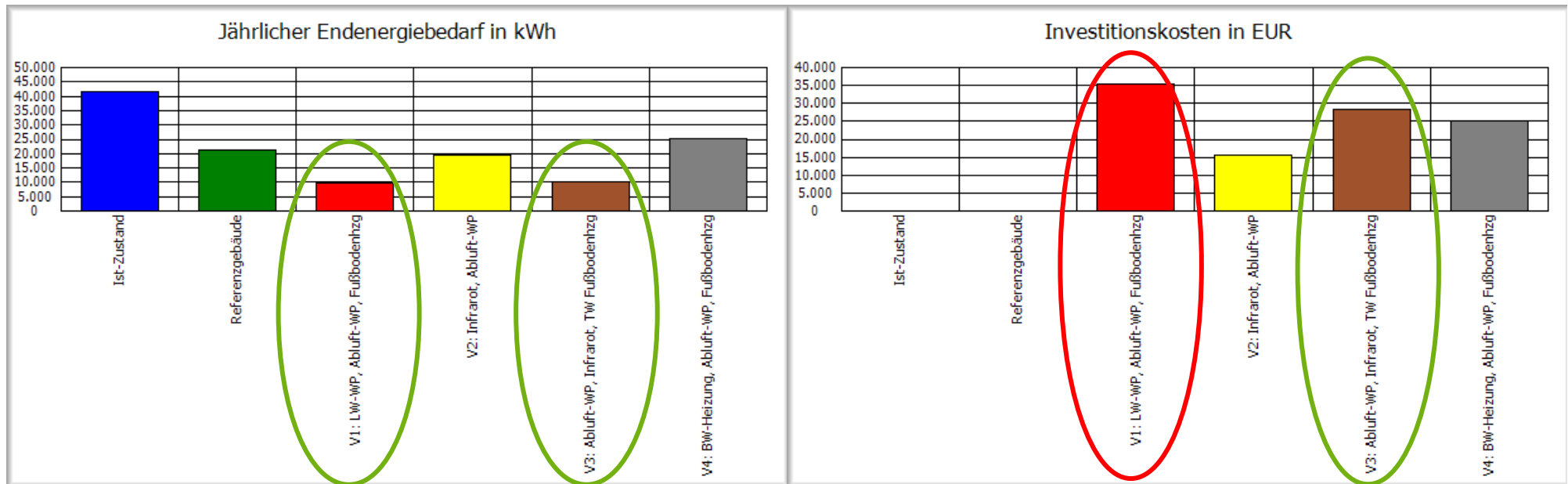


Beispiel: typisches unsaniertes Einfamilienhaus, Baujahr 1980

Quelle: HEA

Reduzierung von 100% auf ca. 40% Energieverlust

Ergebnis der Berechnung zu einer Altbausanierung




Infrarotheizung, Warmwasser-Wärmepumpe: Hoher Endenergieverbrauch – hohe Verbrauchskosten; niedrige Investitionskosten. → Gesamtkosten hoch.


Reine Wärmepumpenlösung für Raumheizung und Warmwasser: Niedriger Endenergieverbrauch – niedrige Verbrauchskosten; hohe Investitionskosten → Gesamtkosten hoch.


Abluft-Wärmepumpe für Warmwasser und Raumheizung parallel zur Infrarotheizung: Niedriger Endenergieverbrauch – niedrige Verbrauchskosten; moderate Investitionskosten → Gesamtkosten niedrig. **Beste Lösung!**

Erfüllung der neuen GEG-Richtlinien ab 2024 zur energetischen Altbausanierung

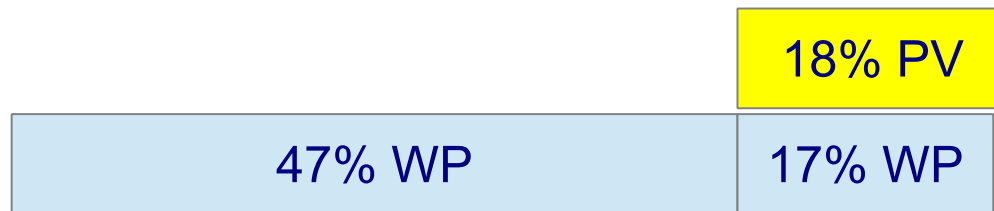
Abdeckung von **65% Anteil durch regenerative Energien** beim Heizen

Parallelbetrieb von Wärmepumpe und Infrarotheizung (Konzeptvariante 3)

70-80% des Heizenergieverbrauchs übernimmt die Wärmepumpe
JAZ bei Luft-Wasser-Wärmepumpen 3 bis 4, bei Abluftwärmepumpen 4 bis 5

→ 47 bis 64% Abdeckung alleine durch die Wärmepumpe

Rest-Abdeckung durch Photovoltaik-Strom für die Wärmepumpe: 25% des Jahresertrags im Winterhalbjahr (Heizperiode), um 65% Abdeckung zu erreichen.



Kostenschätzung für ein unsaniertes Einfamilienhaus:

Wärmepumpe: 5.000,- bis 19.000,- € (obere Preisgrenze mit kontrollierter Lüftung)

Infrarotheizung: 7.000,- bis 14.000,- €

Anteilige Photovoltaik: 1.000,- bis 6.000,- € (zur Abdeckung auf 65%)

Gesamtsumme: 13.000,- bis 39.000,- €

Stufenweiser Umstieg von Gas- und Ölheizung auf die Kombination Infrarotheizung + Wärmepumpe + Photovoltaik

- Absenkung der Heizkurve der vorhandenen Gas- oder Ölheizung bis zu Werten von Vorlauftemperatur/Rücklauf-temperatur = 40°C/30°C
- Spitzenlastabdeckung durch Infrarotheizungen, die 70 bis 80% der Heizlast der Räume übernehmen (elektrische Anschlussleistung der Infrarotheizung = 70 bis 80% der Heizlast)
- Sobald erforderlich: Austausch der Gas- oder Ölheizung durch eine Wärmepumpe, die 20 bis 30% der Heizlast übernimmt (Thermische Leistung der Wärmepumpe = 20 bis 30% der Heizlast)
- Ergänzung durch Photovoltaik

Quelle: "Potentialbewertung von Infrarotheizungen als Spitzenlastabdeckung"
Forschungsbericht TU Dresden, Fakultät Maschinenwesen, Institut für Energietechnik
Professur für Gebäudeenergie-technik und Wärmeversorgung

Insbesondere zur Erfüllung des GEG 2024 gilt:

Im Neubau:

Wer **Infrarotheizung** sagt, **MUSS** auch **Photovoltaik** sagen!

In der Altbausanierung:

Wer **Infrarotheizung** sagt, **MUSS** auch **Photovoltaik plus Wärmepumpe** sagen!

Energie selbst zu erzeugen ist mittlerweile vorteilhafter als Energie zu sparen.

In Neubauten muss die Energie-Eigenerzeugung Vorrang vor allen anderen Maßnahmen haben, um die Energie-Autonomie zu erreichen.

Priorität der Energiesparkonzepte zur Senkung des Energieverbrauchs erweisen sich als Sackgasse ! → Energie-Einspargrenze

Die **energetische Sanierung von Gebäuden** kann mit dem vorgestellten Konzept in einem **Bruchteil der Zeit** und mit **geringeren Kosten** durchgeführt werden als mit den alten Energiespar-Konzepten.

Die **energetische Sanierung von Gebäuden** ist viel weitreichender als mit anderen Konzepten. Sie führt bis zur vollständigen **Energie-Autonomie**. Gebäude werden damit zur **Basis der gesamten Energieversorgung**.

Die **Energiewende** insgesamt kann mit dem EA-Haus auf Basis des PEKOHAUS-Konzepts entscheidend **beschleunigt** werden.

Vorteile des Konzeptes gegenüber konventionellen Konzepten beim Neubau:

- **Nachhaltige Energieversorgungsstruktur inklusive grauer Energie**
- **Höhere Versorgungssicherheit**
- **Höhere Kostenstabilität**

Zusätzlich bei der Altbausanierung:

- **Bessere Gesamt-Energiebilanz inklusive grauer Energie**
- **Kürzere Sanierungsdauer**
- **Geringere Gesamtkosten (volks- und betriebswirtschaftlich)**
- **Bessere Akzeptanz bei den Gebäudeeigentümern wegen geringeren Eingriffen in die Bausubstanz**
- **Vermeidung von bauphysikalischen Risiken**

Auf den folgenden drei Seiten des Aktionskreises Energie stehen Links zu weiteren Informationen, Folien und Vortrags-Videos zur Verfügung:

<https://aktionskreis-energie.de/events/infrarot/>

<https://aktionskreis-energie.de/events/infrarotheizung/>

<https://aktionskreis-energie.de/events/infrarot-heizung/>

Seminare bei der DEN-Akademie:

<https://www.deutsches-energieberaternetzwerk.de/den-akademie/programm/>

Außerdem folgende Links:

<https://www.irbnet.de/daten/rswb/20069006489.pdf> (Bericht IR-Bau)

<http://www-user.rhrk.uni-kl.de/~kosack/forschung/?ENERGIE-AUTONOMIEHAUS>

Leitfaden Infrarotheizung; verfügbar auf den Internetseiten der Verbände IG Infrarot (ig-infrarot.de) und Bundesverband Infrarotheizung (bvir.de)

Forschungsbericht TU Dresden:

<https://www.haustec.de/heizung/waermepumpen/infrarotheizung-beschleunigt-umstieg-auf-waermepumpe>

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !

Dr.-Ing. Peter Kosack

PEKOHAUS[®] -
Forschungsinstitut für
Gebäudeenergie-technik

Neuhof 20 A
D-67705 Trippstadt

E-Mail:
kosack@rhrk.uni-kl.de

Internet:
www.pekohaus.de

