



# Leistungsbewertung von thermisch angetriebenen Wärmepumpen und Übersicht einschlägiger Normen

## Hauptergebnisse des Task B

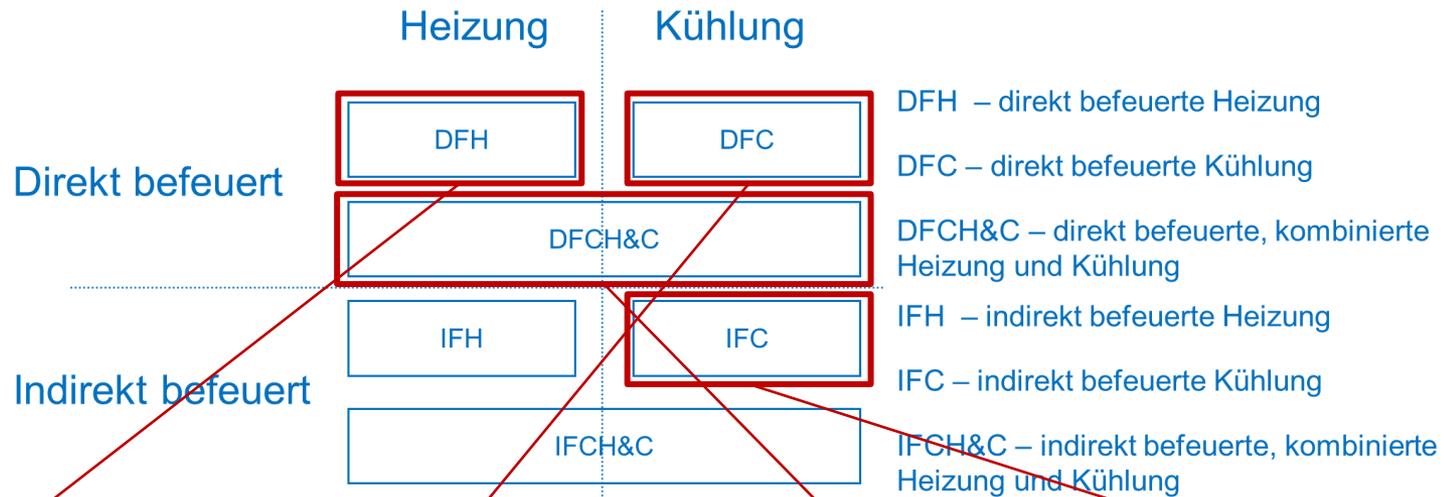
IEA HPP Annex 34 Abschlussworkshop

AIT, Wien, 27. September 2012



- Klassifikation Anwendungen TDHP
- Definition von Kennzahlen
- Definition von Systemgrenzen
- TDHP-Referenzsystem
- Beispiel Anwendungen
- Vorschlag für die Erweiterung der T-Stufen-Methode
- Übersicht Normen für TAWP mit Schwerpunkt GWP

# Systemklassifizierung



Quelle: Vaillant



Quelle: Yazaki

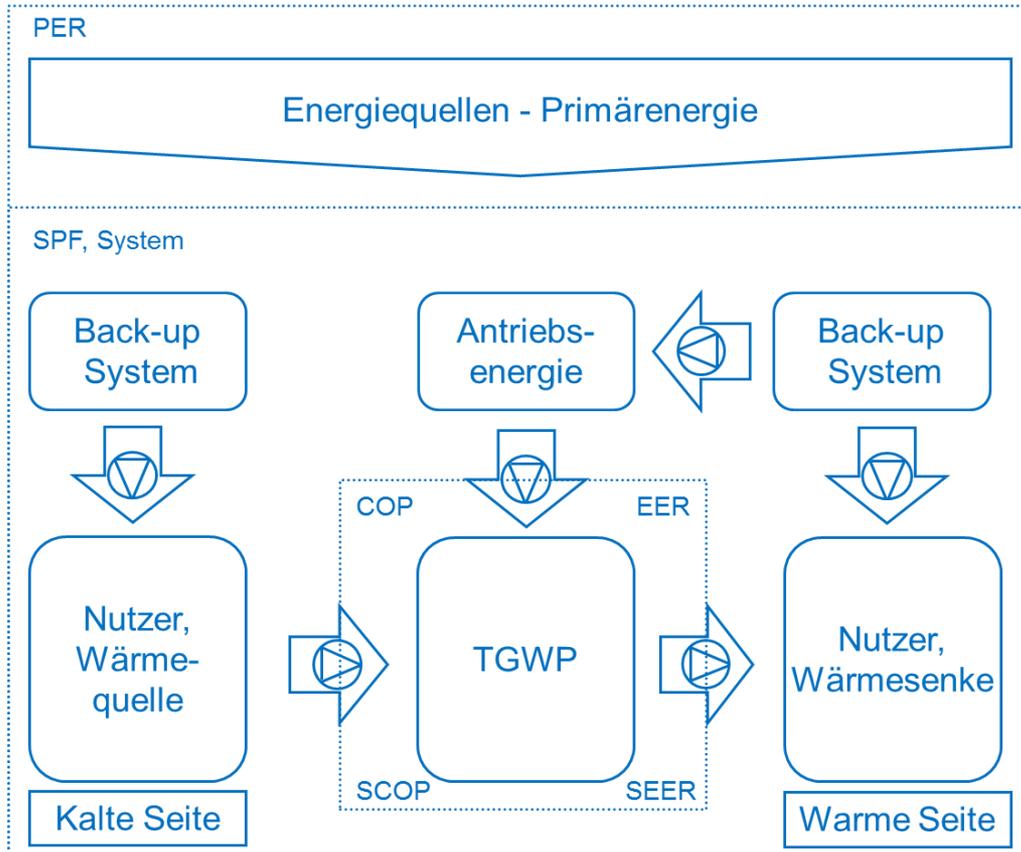


Quelle: E-Sorp



Quelle: SolarNext

# Kennzahlen (1)



**COP, EER:** Nur Wärmepumpe / Kältemaschine, beim konstanten Norm-Betriebspunkt. Ermittlung am Prüfstand.

**SCOP, SEER:** Nur Wärmepumpe / Kältemaschine, Berechnung der saisonalen Effizienz aus geg. Klima- und Prüfstandsdaten.

**SPF:** (Sub-)Systemeffizienz, ermittelt aus den Monitoringdaten oder mittels Systemsimulation

# Kennzahlen (2)

application		operating conditions	measurement and boundaries	boundaries for energy input
heating	cooling			
COP	EER	constant	laboratory, TDHP unit	end energy
SCOP	SEER	variable	in-situ, system	primary energy
SPF				
SPF <sub>H</sub>	SPF <sub>C</sub>			
PER				
PER <sub>H</sub>	PER <sub>C</sub>			

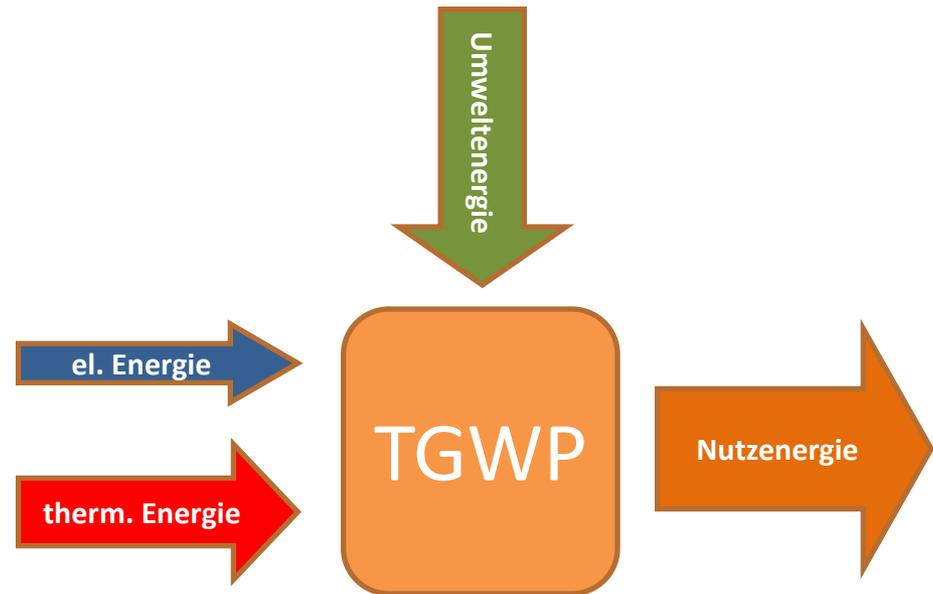
**SPF, PER:** Vorschlag für einheitliche, technologieübergreifende Definition von Kennzahlen

**SCOP, SEER:** Input vom Annex 34 für die Diskussionen in den CEN und VDI Arbeitsgruppen

**COP, EER:** Vorschläge für eine konsistente Definition des stationären Betriebs

# Thermische und elektrische Energie

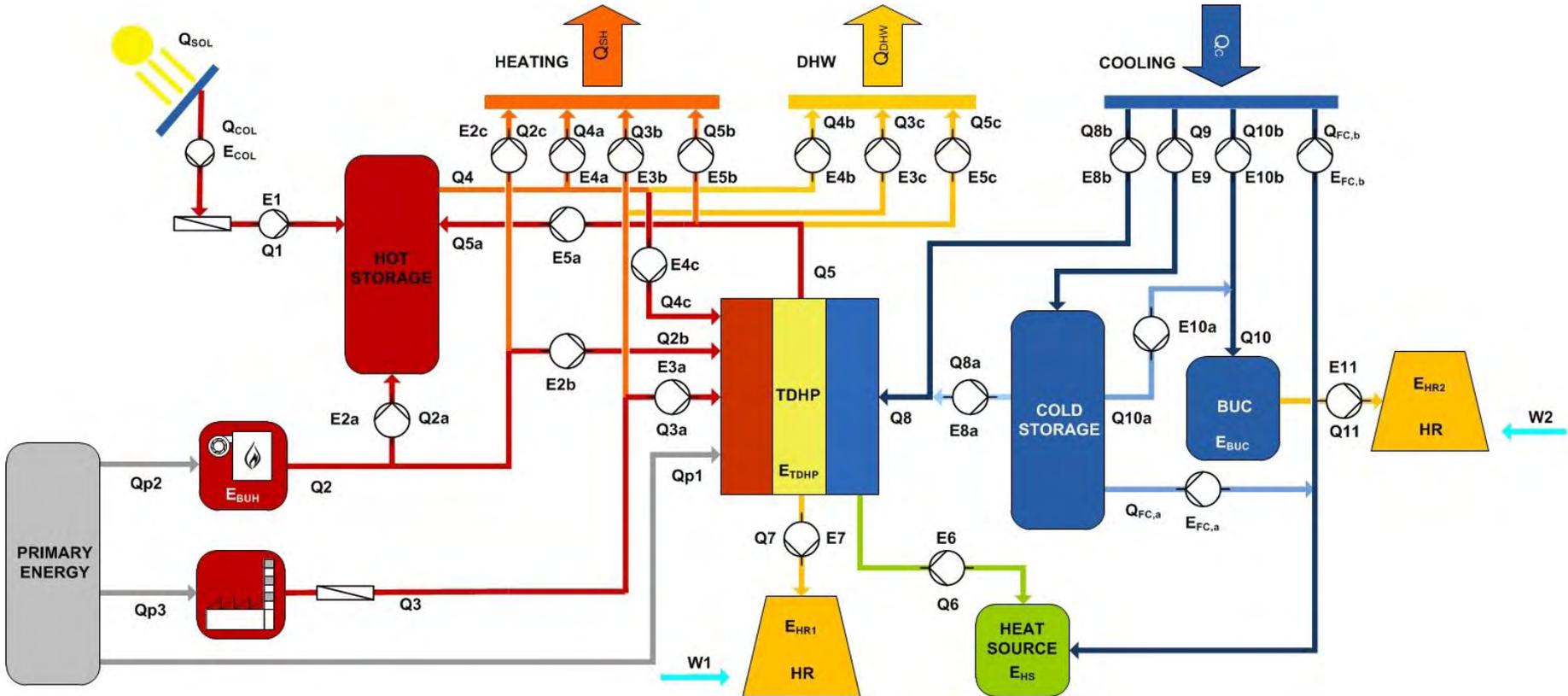
therm. Energie	el. Energie
Unterschiedliche Exergieinhalte	
Unterschiedliche Emissionsfaktoren	
Unterschiedliche Kosten	
Verbunden über Primärenergie (PER)	



$$COP_{th} = \frac{\text{Nutzenergie}}{\text{th. Antriebsenergie}}$$

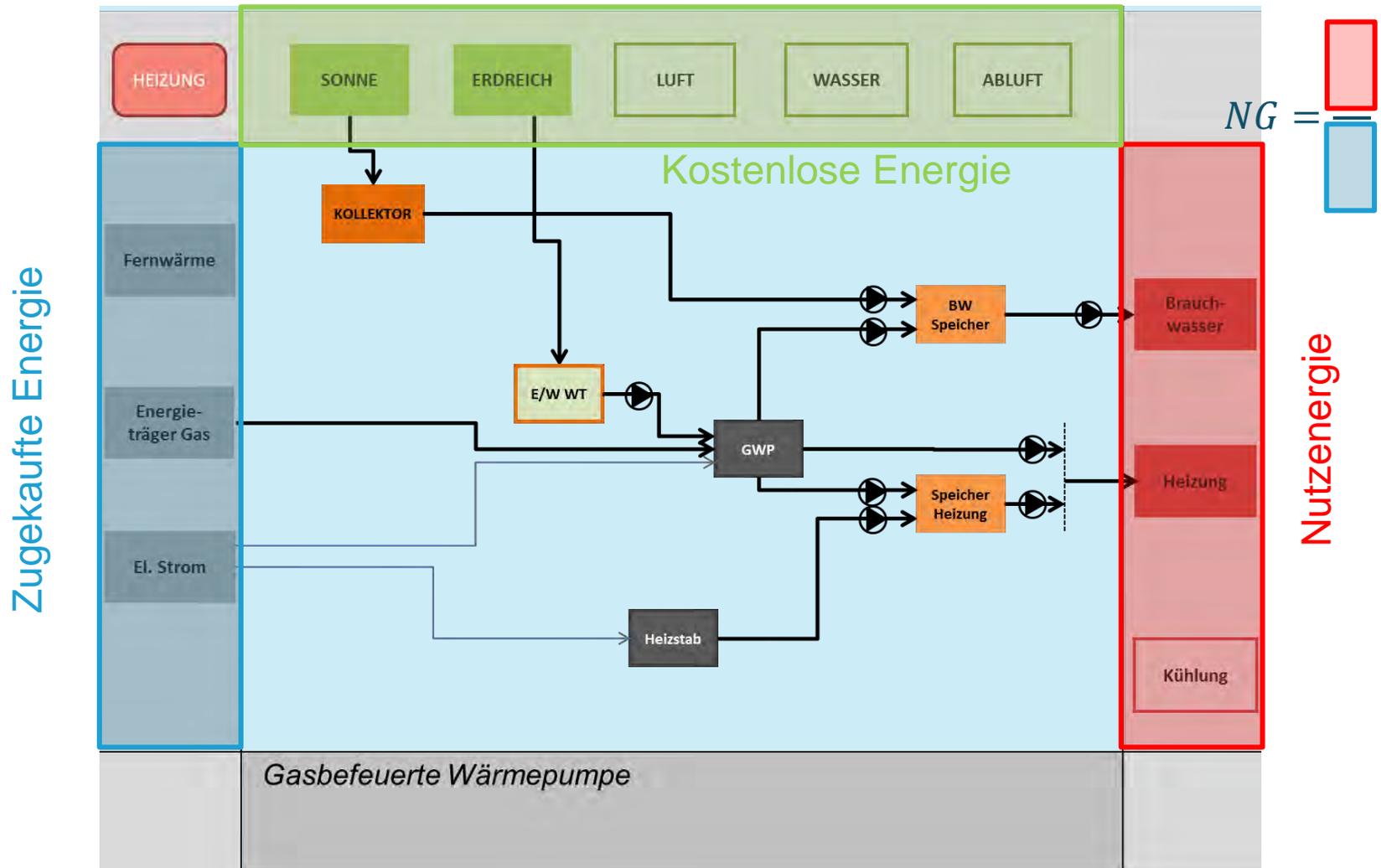
$$COP_{el} = \frac{\text{Nutzenergie}}{\text{el. Antriebsenergie}}$$

# Referenzsystem



Referenzsystem für thermisch getriebene Wärmepumpen, IEA HPP Annex 34

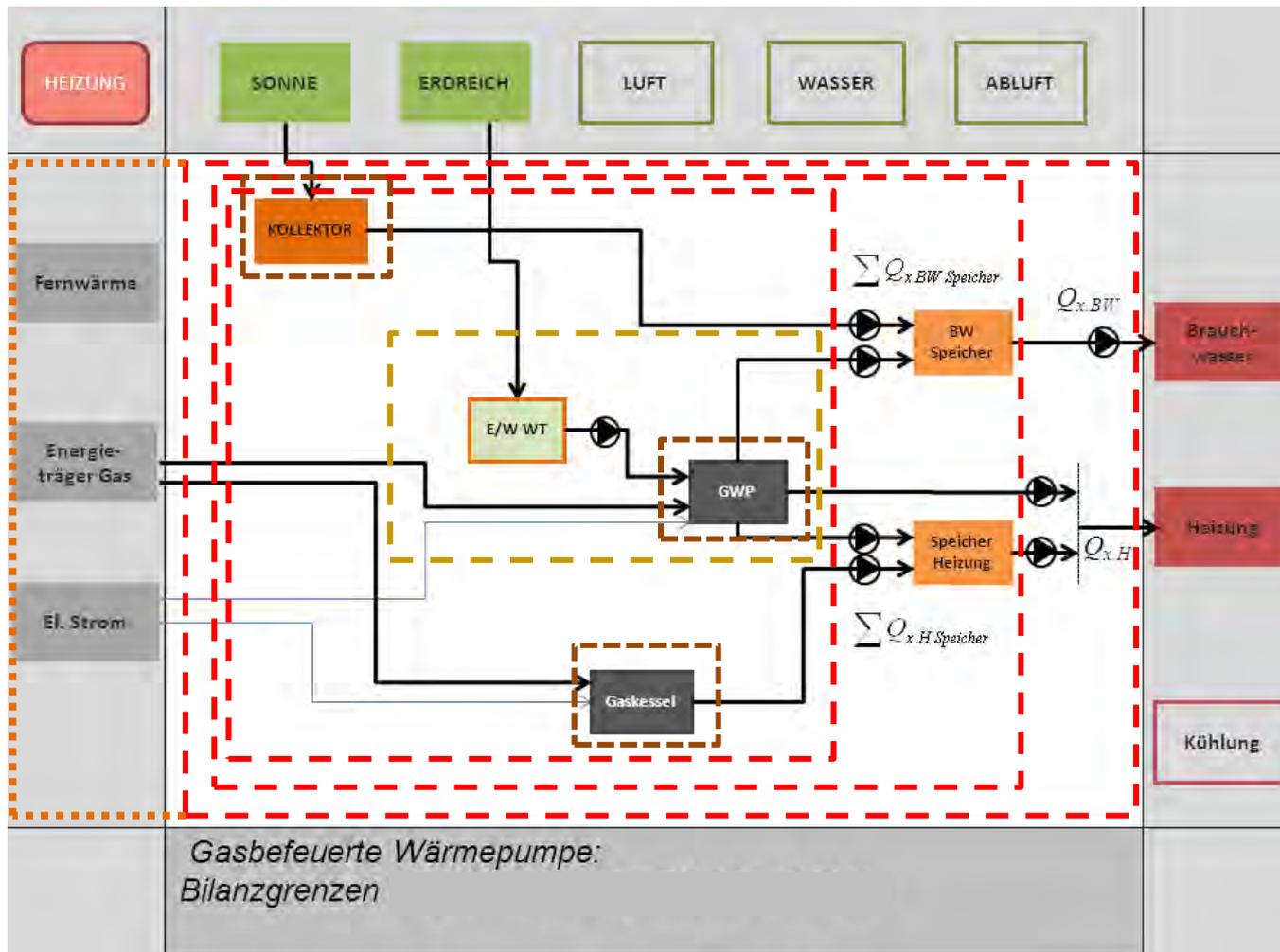
# Systemdarstellung



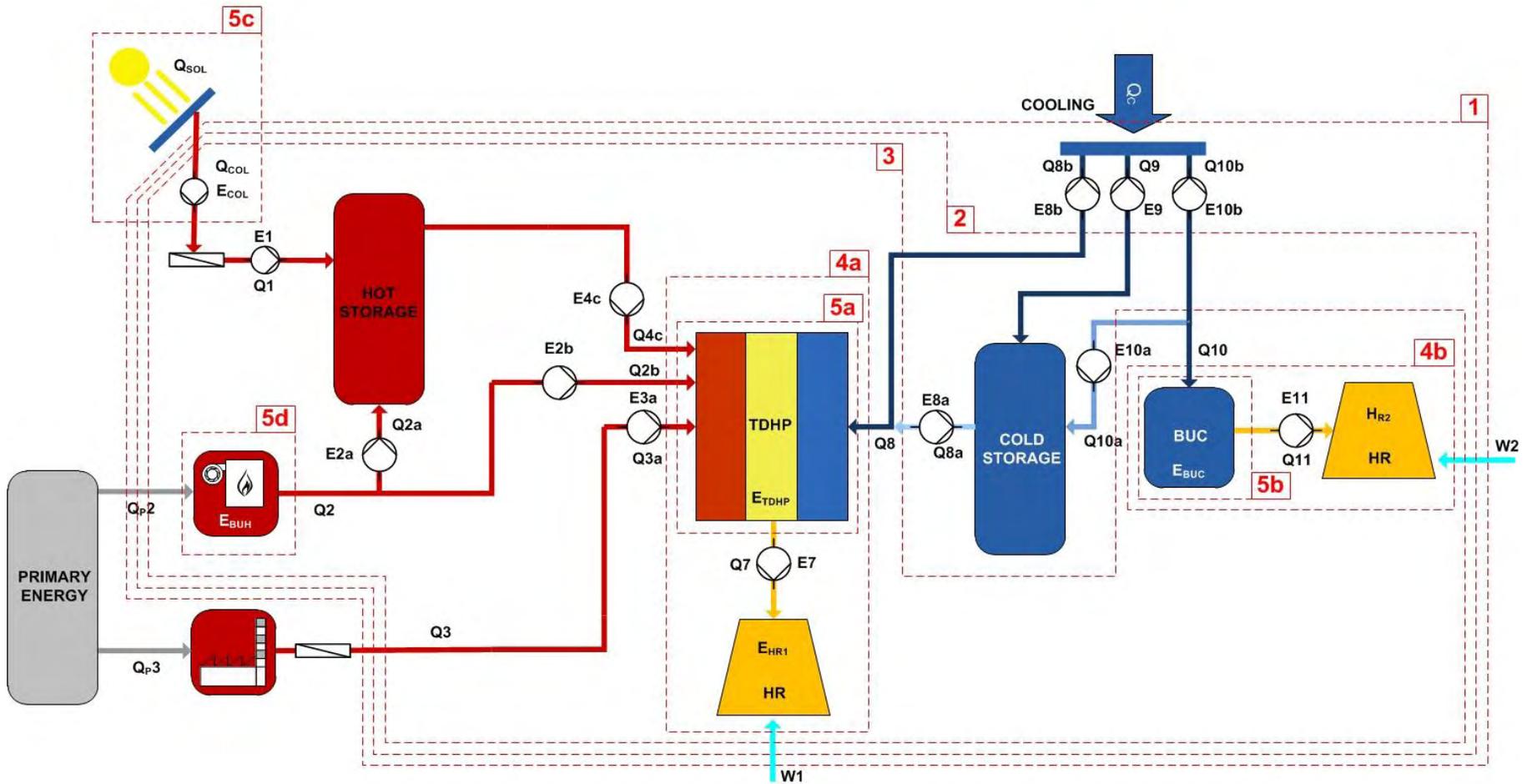
# Bilanzgrenzen

Bilanzgrenze	Verwendung
1. Gesamtsystem, inklusive Wärmeabgabesystem	Gesamtenergiebilanz, Gesamtkosten für den Betreiber, Emissionen
2. Gesamtsystem, ohne Wärmeabgabesystem	Möglichkeit der ökonomischen und ökologischen Systembewertung
3. Wärmebereitstellungssystem, ohne Speicher (Brutto-Nutzenergie)	Systembewertung ohne Einfluss von Speicherverlusten
4. Wärmepumpe selbst, mit allen nötigen Systemen (Quelle, Senke)	Produktbewertung (WP) mit WQA und/oder WNA
5. Wärmepumpe, ohne Peripherie	Produktbewertung ohne WQA/WNA

# Systemdarstellung und Bilanzgrenzen



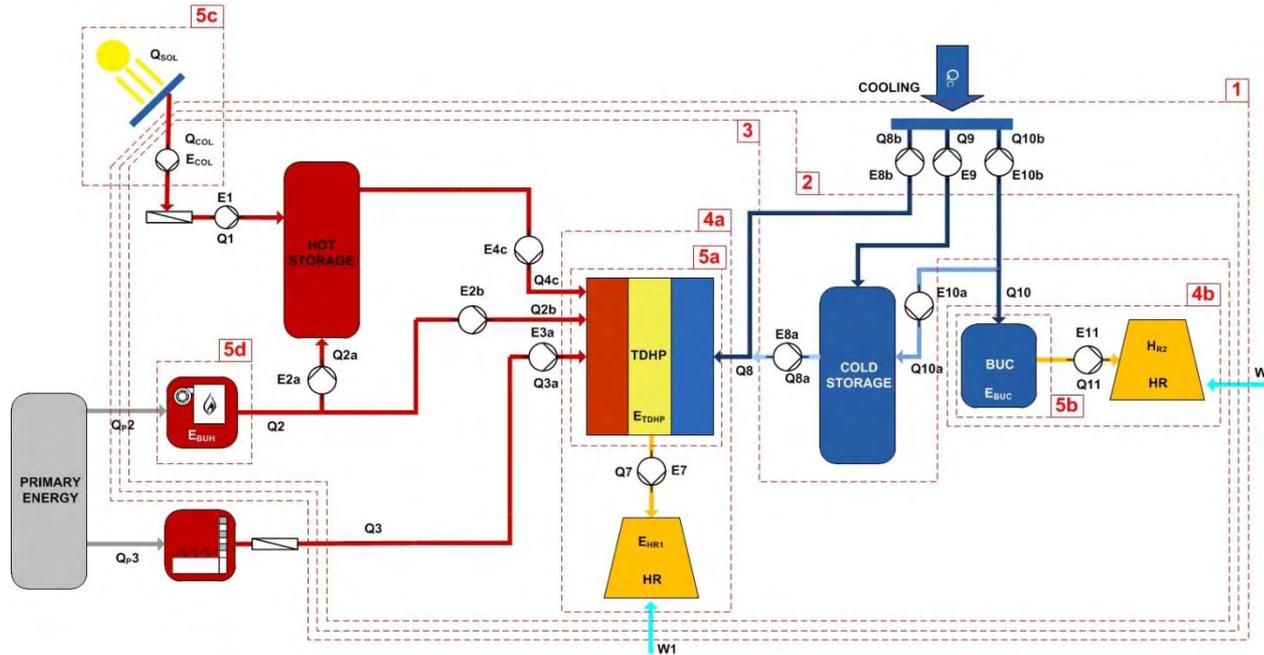
# Beispiel: Indirekt befeuerte Kühlung



Annex 34  
 TDHP Reference System  
 Indirect Fired Cooling (IFC)

- High temperature
- Medium temperature
- Low Temperature
- Heat source
- Primary energy

# Beispiel: Indirekt befeuerte Kühlung (2)



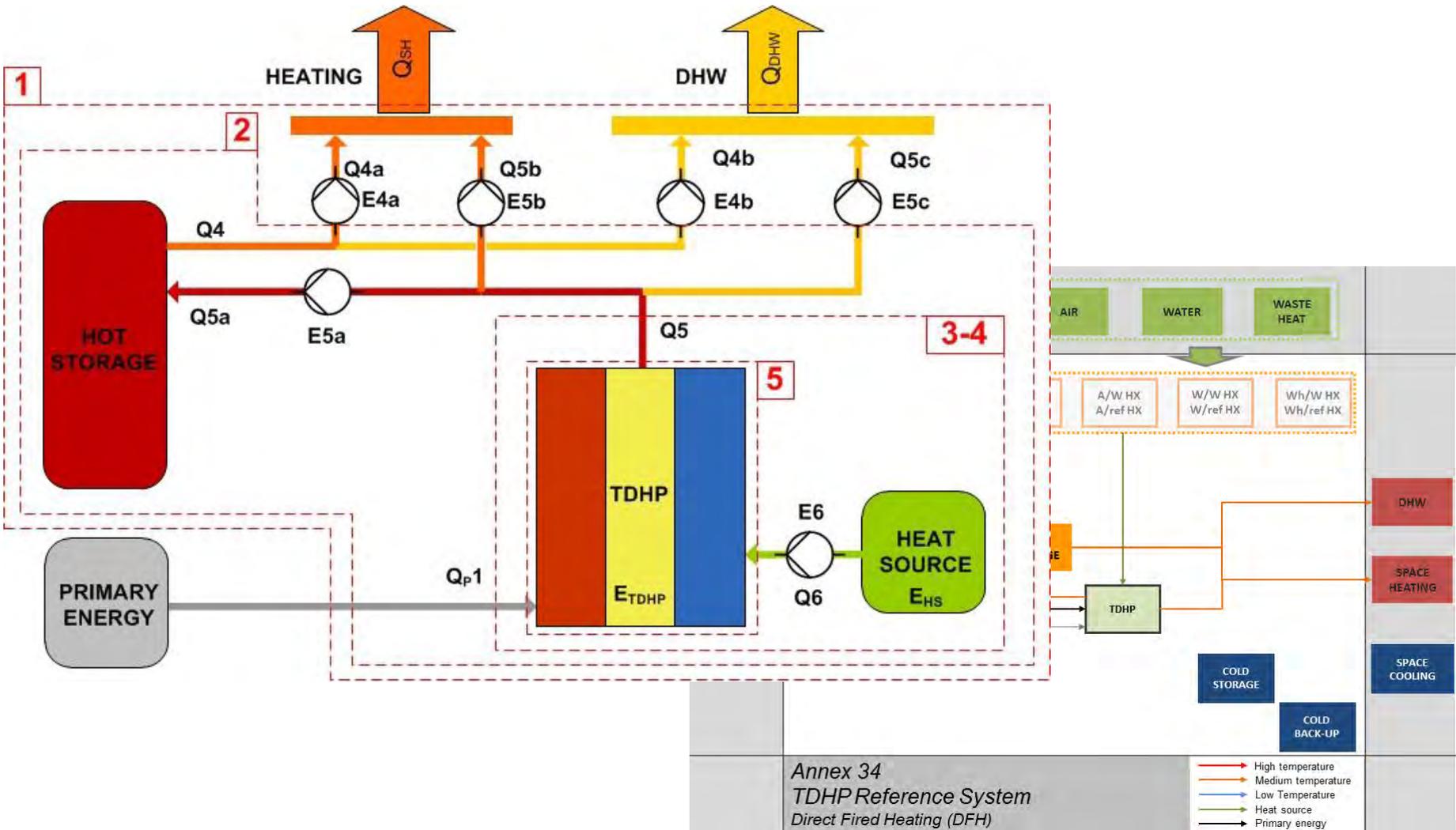
$$SPF_{th,2}^{IFC} = \frac{Q_C}{Q_{p,2} + Q_{3a}} = \frac{Q_{8b} + Q_9 + Q_{10b}}{Q_{p,2} + Q_{3a}}$$

$$SPF_{el,2}^{IFC} = \frac{Q_C}{\sum E_{el,IFC,2}} = \frac{Q_{8b} + Q_9 + Q_{10b}}{\sum E_{el,IFC,2}}$$

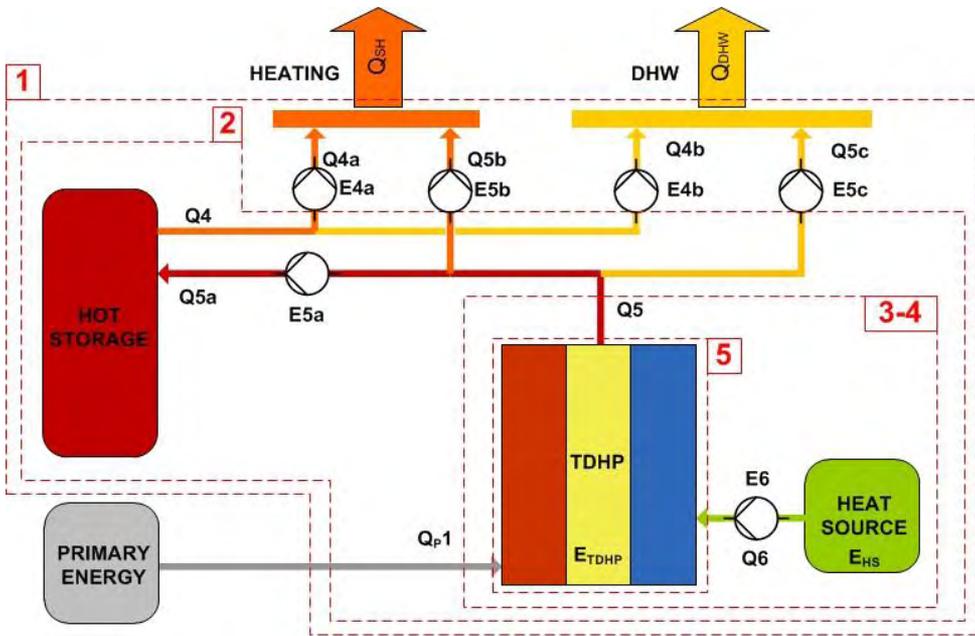
$$\sum E_{el,IFC,2} = E_{TDHP} + E_{COL} + E_1 + E_2 + E_3 + E_{4c} + E_7 + E_8 + E_{10} + E_{11} + E_{HR1} + E_{HR2} + E_{BUH} + E_{BUC}$$

$$PER_2^{IFC} = \frac{Q_C}{\sum \left( \frac{Q_p}{\varepsilon_{fossil}} \right) + \sum \frac{E_{el}}{\varepsilon_{el}}} = \frac{Q_C}{\frac{Q_{p,2}}{\varepsilon_{fossil,2} \cdot \eta_{boiler,2}} + \frac{Q_{3a}}{\varepsilon_{fossil,3} \cdot \eta_{DH,3}} + \frac{\sum E_{el,IFC,2}}{\varepsilon_{el}}}$$

# Beispiel: Direkt befeuerte Heizung



# Beispiel: Direkt befeuerte Heizung (2)



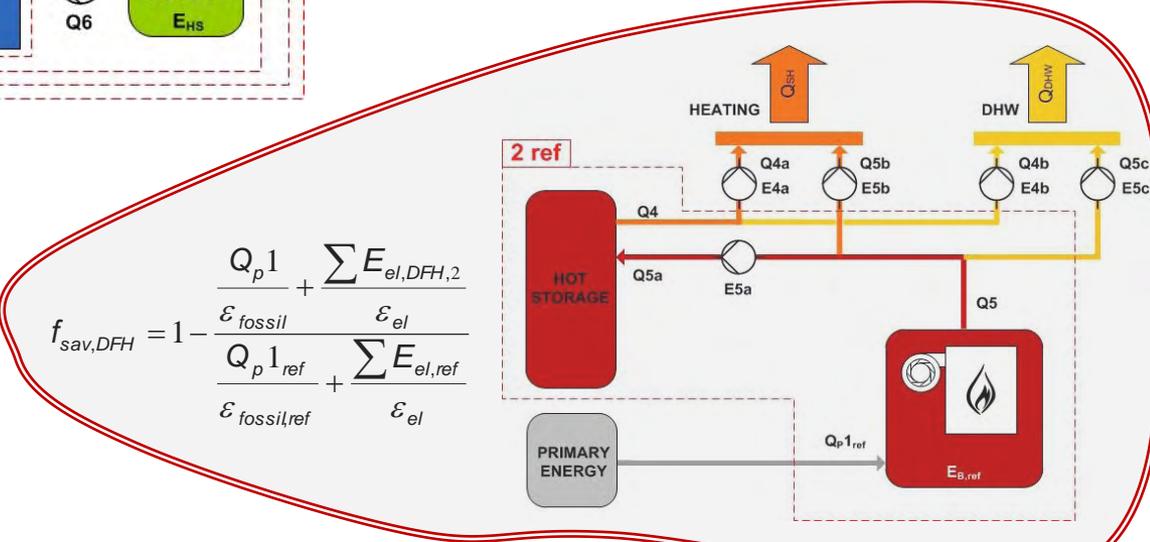
$$SPF_{th,2}^{DFH} = \frac{Q_{4a} + Q_{4b} + Q_{5b} + Q_{5c}}{Q_{p1}}$$

$$SPF_{el,2}^{DFH} = \frac{Q_{SH} + Q_{DHW}}{\sum E_{el,DFH,2}} = \frac{Q_{4a} + Q_{4b} + Q_{5b} + Q_{5c}}{E_{TDHP} + E_{5a} + E_6 + E_{HS}}$$

$$PER_2^{DFH} = \frac{Q_{4a} + Q_{4b} + Q_{5b} + Q_{5c}}{\frac{Q_{p1}}{\epsilon_{fossil}} + \frac{\sum E_{el,DFH,2}}{\epsilon_{el}}}$$

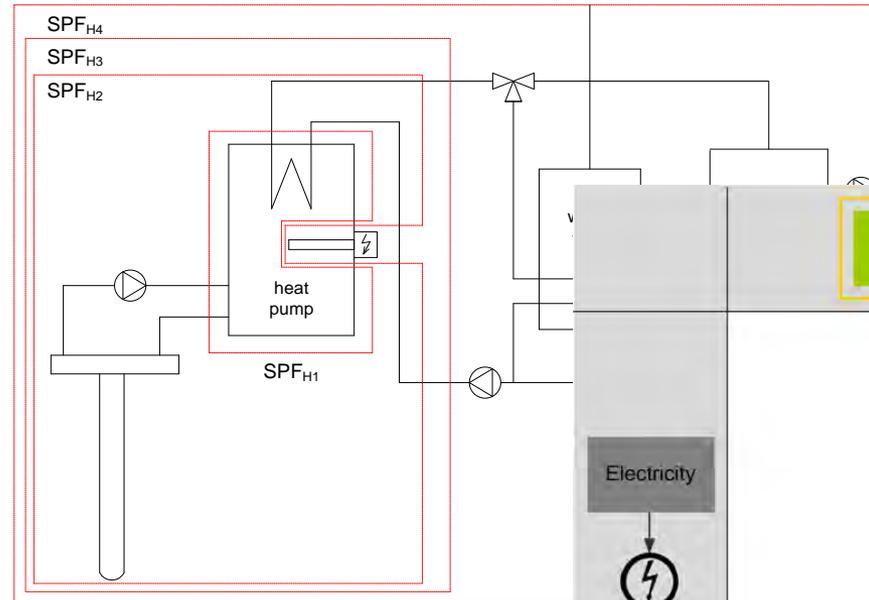
$$SPF_{th,5}^{DFH} = \frac{Q_5 (+E_5 \cdot \eta_{th,lp})}{Q_{p1}}$$

$$SPF_{el,5}^{DFH} = \frac{Q_5 (+E_{5,\Delta p} \cdot \eta_{th,lp})}{E_{TDHP} ((+E_{5,\Delta p} + E_{6,\Delta p}) \cdot \eta_{hyd,lp})}$$



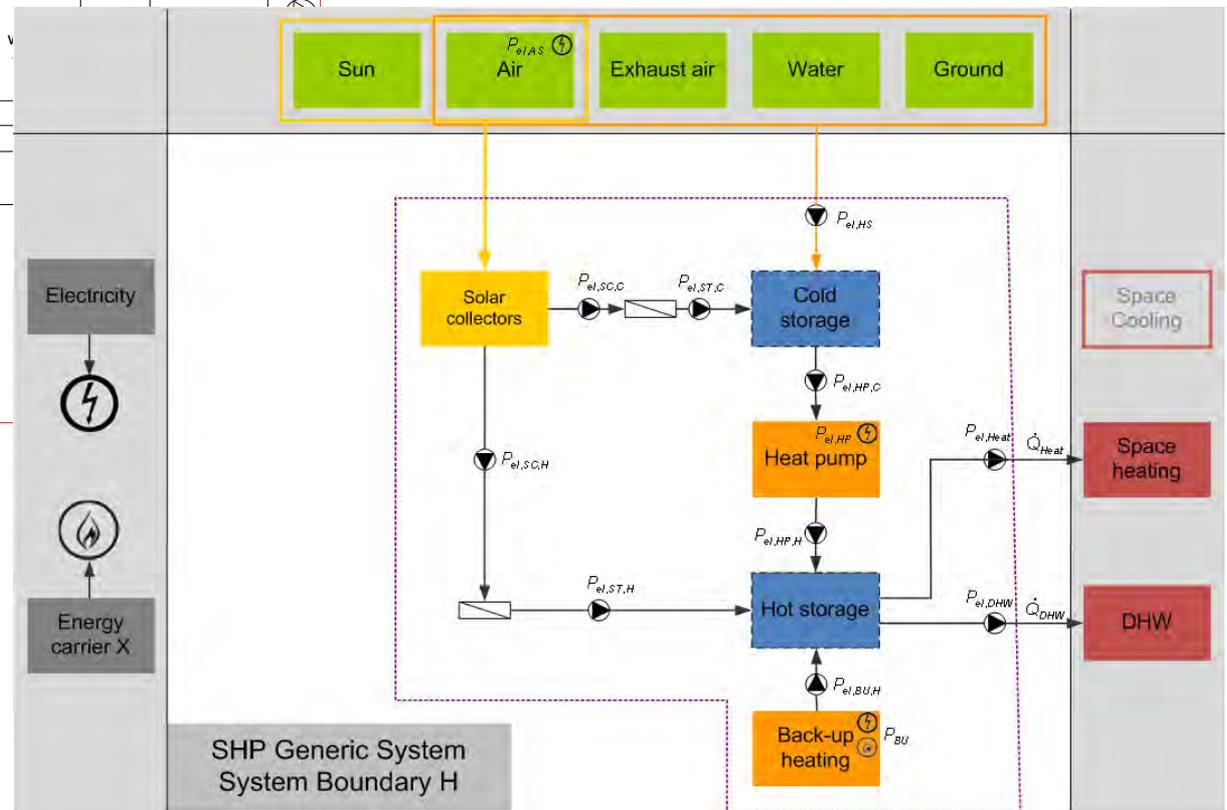
$$f_{sav,DFH} = 1 - \frac{\frac{Q_{p1}}{\epsilon_{fossil}} + \frac{\sum E_{el,DFH,2}}{\epsilon_{el}}}{\frac{Q_{p1,ref}}{\epsilon_{fossil,ref}} + \frac{\sum E_{el,ref}}{\epsilon_{el}}}$$

# Vergleich Systemgrenzen Wärmepumpensysteme



Quelle: Projekt SEPEMO

Quelle: IEA SHC Task 44 / HPP Annex 38

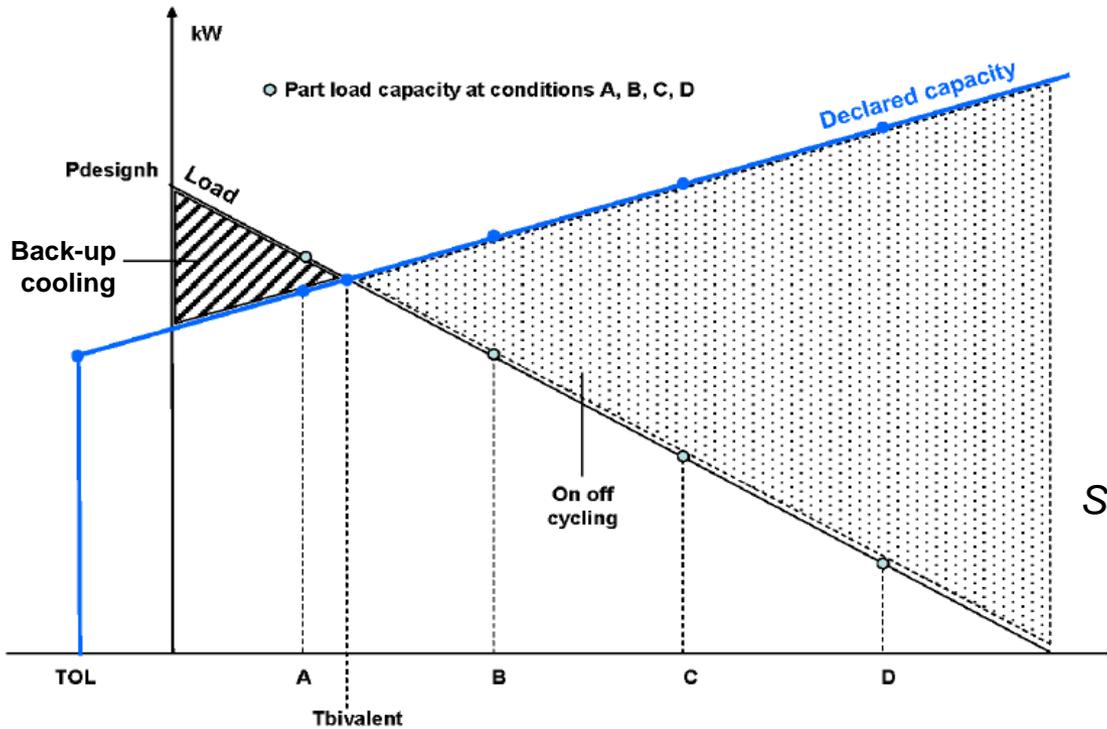


# Temperatur-Stufen (Bin)-Methode für solare Kühlung: Motivation

- Markt für solare Kühlung wächst
- Keine standardisierte Methode zur Leistungsbewertung von Kältemaschinen und Systemen vorhanden – Herstellerangaben schwer vergleichbar
- Bedarf nach einer transparenten Methode für Technologievergleiche
- Prüfmethoden nicht vollständig, keine Normen vorhanden, keine Qualitätssicherungsmethoden
- Methode könnte für ErP verwendet werden
- Branche braucht ein einfaches und genügend genaues Tool für Abschätzung der Systemleistung und –effizienz unter gegebenen, ortsabhängigen Bedingungen

# Grundlage der Methode

Überführung der stationären Werte in eine pseudo-dynamische Methode der Leistungsbewertung



Quelle: prEN 14825

$$SEER_{on,th} = \frac{\sum_{j=1}^n h_j \cdot \dot{Q}_C(T_i)}{\sum_{j=1}^n h_i \cdot \left( \frac{\dot{Q}_{C,TDHP}(T_{ji})}{EER_{th}(T_j)} \right)}$$

$$SEER_{on,el} = \frac{\sum_{j=1}^n h_i \cdot \dot{Q}_C(T_j)}{\sum_{j=1}^n h_i \cdot \left( \frac{\dot{Q}_{C,TDHP}(T_{ji})}{EER_{el}(T_j)} + P_{bu}(T_j) \right)}$$

# SEER

$$SEER_{th} = \frac{Q_C}{\frac{Q_C}{SEER_{on,th}} + Q_{aux}}$$

$$SEER_{el} = \frac{Q_C}{\frac{Q_C}{SEER_{on,el}} + E_{aux}}$$

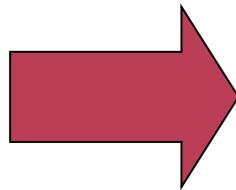
- $Q_{aux}$ : z.B. Energie für einen Backup-Kessel
- $E_{aux}$ : Stromverbrauch im Aus-Zustand, Thermostat-Aus-Zustand usw. – wenn die Kältemaschine keine Nutzenergie liefert

# Erforderliche Ergänzungen

- Solare Einstrahlung nicht berücksichtigt
- Verfügbare Energiemenge und vorhandene Temperatur des Antriebs nötig für die Performanceberechnung
- Backup-System auf der warmen Systemseite nicht berücksichtigt
- Rückkühlungssystem muss berücksichtigt werden
- Teillastbedingungen müssen definiert werden

# Solare Einstrahlung (1)

T	h
$T_1$	$h_1$
$T_2$	...
...	...
$T_j$	$h_j$
$T_{j+1}$	$h_{j+1}$
...	...
$T_m$	$h_m$



j	T <sub>j</sub>	h <sub>i,j</sub>					h <sub>j</sub>
		0-250	250-500	500-750	750-1000	1000-1250	
1	17	369	60	61	62	8	560
2	18	318	43	50	62	1	474
3	19	305	59	51	44	4	463
4	20	291	52	61	42	4	450
5	21	308	53	46	40	2	449
6	22	286	39	49	39	5	418
7	23	245	52	45	65	6	413
8	24	250	41	54	64	4	413
9	25	181	40	58	60	8	347
10	26	143	47	56	75	4	325
11	27	93	40	38	59	9	239
12	28	62	29	25	46	7	169
13	29	24	21	30	40	3	118
14	30	19	7	10	16	4	56
15	31	11	10	12	20	1	54
16	32	4	2	3	8	1	18
17	33	3	1	3	6	0	13
18	34	2	1	3	3	0	9
19	35	0	1	0	2	0	3

- Einstrahlungsintensität aufgeteilt auf 5 Intervalle

# Solare Einstrahlung (2)

	$G_1$	$G_2$	...	$G_i$	$G_{i+1}$	...	$G_n$
$T_1$	$h_{1,1}$	$h_{2,1}$	...	$h_{i,1}$	$h_{i+1,1}$	...	$h_{n,1}$
$T_2$	...	...					...
...	...		...				...
$T_j$	...			$h_{i,j}$			...
$T_{j+1}$	...				...		...
...	...					...	...
$T_m$	$h_{1,m}$	...	...	...	...	...	$h_{n,m}$

- Kollektoreffizienz: Messdaten aus EN 12975
- Kältemaschine: Kollektorfläche muss angenommen werden. Für Kits, tatsächliche Fläche wird verwendet

$$\eta_{coll,i,j} = \eta_0 - a_1 \cdot \frac{T_m - T_j}{G_i} - a_2 \cdot \frac{(T_m - T_j)^2}{G_i}$$

	$G_1$	$G_2$	...	$G_i$	$G_{i+1}$	...	$G_n$
$T_1$	$\eta_{1,1}$	$\eta_{2,1}$	...	$\eta_{i,1}$	$\eta_{i+1,1}$	...	$\eta_{n,1}$
$T_2$	...	...					...
...	...		...				...
$T_j$	...			$\eta_{i,j}$			...
$T_{j+1}$	...				...		...
...	...					...	...
$T_m$	$\eta_{1,m}$	...	...	...	...	...	$\eta_{n,m}$

$$Q_{sol,i,j} = \begin{cases} \eta_{coll,i,j} \cdot G_i \cdot A_{spec} \cdot h_{i,j} \\ 0, \forall Q_{sol,i,j} < 0 \end{cases}$$



$$A_{spec} = \frac{1}{\overline{G} \cdot \eta_{coll,nom} \cdot EER_{nom}}$$

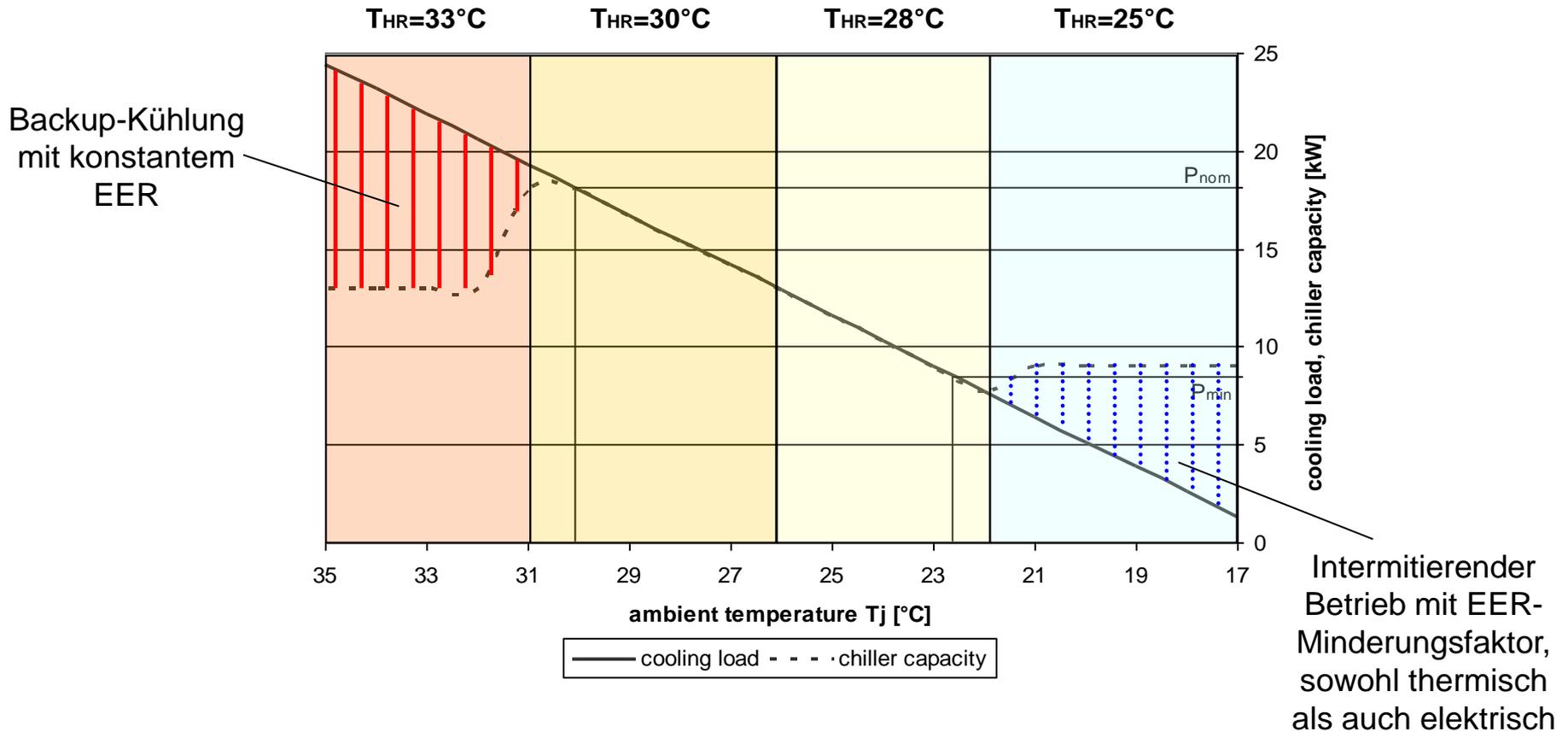
	$G_1$	$G_2$	...	$G_i$	$G_{i+1}$	...	$G_n$
$T_1$	$Q_{1,1}$	$Q_{2,1}$	...	$Q_{i,1}$	$Q_{i+1,1}$	...	$Q_{n,1}$
$T_2$	...	...					...
...	...		...				...
$T_j$	...			$Q_{i,j}$			...
$T_{j+1}$	...				...		...
...	...					...	...
$T_m$	$Q_{1,m}$	...	...	...	...	...	$Q_{n,m}$

## Berücksichtigung der Abwärmemetemperatur

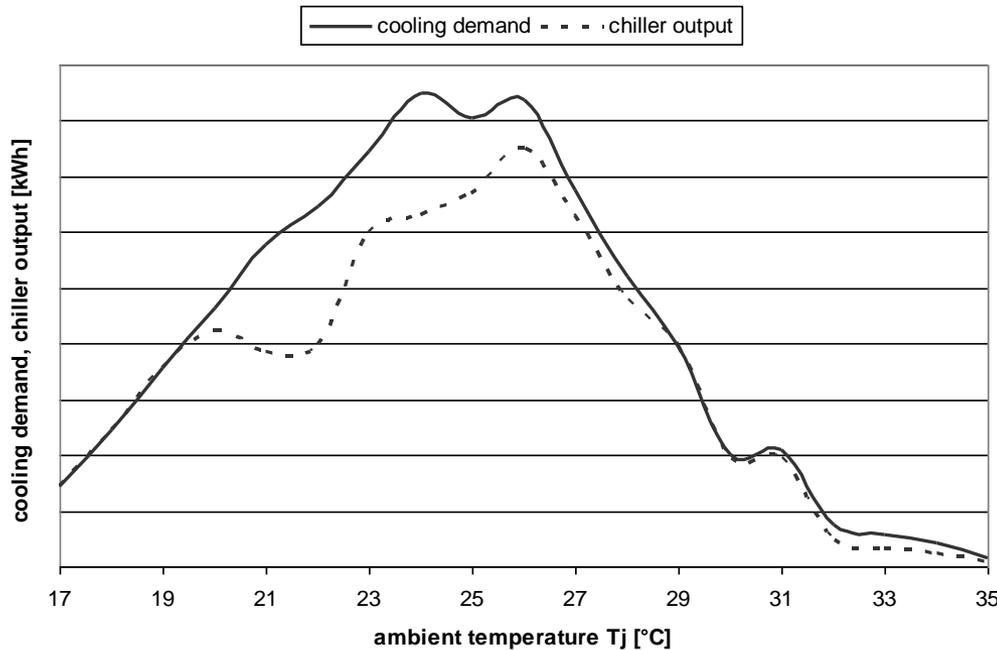
- Effizienz thermisch angetriebener Wärmepumpen empfindlich auf Rückkühltemperaturen
- Temperatur am Eintritt in den Absorber/Kondensator ist eine Funktion der Lufttemperatur, Art des Rückkühlers, Regelung, Luftfeuchtigkeit usw.
- Im ersten Schritt, konstante Werte für fünf Temperaturbereiche wurden angenommen

$T_i$ [°C]	<22	22-26	27-31	32-36	>36
$T_{HR,j}$ [°C]	25	28	30	33	35

# Leistungsbewertung (1)



# Leistungsbewertung (2)



Chiller:  $P_{nom}=18$  kW, absorption

Kältebedarf:  $P_{design}=24,4$  kW,  
 $Q_C=39000$  kWh

Kälteverteilung: 7/12°C

Kollektorfläche: 85 m<sup>2</sup>

Backup EER: 3

Klimadaten: Palermo, Italien

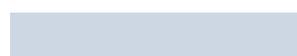
$SEER_{th}$	$SEER_{el,tot}$	$SEER_{el,ch}$
0.67	7.81	16.22

# Schlussfolgerungen

- Methode zur Performanceabschätzung von solaren Kühlungssysteme vorgeschlagen, die auf in Normen bereits verwendeten Methode basiert
- Erste Ergebnisse zeigen realistische Werte, weitere Entwicklung notwendig  
→ eine der Aufgaben im IEA SHC Task 48
  - Temperatur der Wärmequelle
  - Korrelation zwischen dem Rückkühlsystem und Außenlufttemperatur, für unterschiedliche Systeme
  - Möglichkeit unterschiedliche Regelungsstrategien für die Erreichung der Teilleistungen
  - Erweiterung der Methode auf Gesamtsysteme inklusive Heizung und BW (SolarCombi+)

# Überblick Normen: Kältemaschinen

		Systemgrenze		
		Nur WP	WP mit Peripherie	System
Anwendungsbereich	Prüfung	DIN 33830-4 <span style="border: 1px solid black; background-color: #cccccc;">JIS B 8622</span> ANS/ASHRAE 182 ANSI/AHRI 560	<span style="border: 1px solid black; background-color: #cccccc;">EN 12309-2:2000</span> ANS/ASHRAE 182	
	Leistungsbewertung		EN 12309-2:2012 VDI 4650-2	EN 15316-4-2
	Qualitätssicherung	RAL-ZU 118		



Kühlung berücksichtigt



Indirekte Befeuernng berücksichtigt



Teillast berücksichtigt

**Dynamische tests? Systeme?**

# Vergleich Normen

	EN 12309-2: 2000	DIN 33830-4	VDI 4650-2	JIS B 8622	ANSI/AHRI 560	ANSI/ASHRAE 182		
<b>Application</b>	heating and/or cooling	heating	heating and DHW	heating and cooling	indirect fired cooling direct fired cooling / heating	heating only, cooling only and combined heating and cooling		
<b>Technology</b>	absorption and adsorption	absorption only	absorption and adsorption	absorption, water/LiBr	absorption, water/LiBr, indirect fired single and double effect direct fired double effect	absorption, single and double effect		
<b>Energy sources/sinks</b>	sources: water, ground, air water, air      sinks:	sources: water, ground, air sinks: water, air	sources: groundwater, water, air, solar energy sinks: water	sources: water      sinks: water	sources: water sinks: water	sources: water sinks: water		
<b>Capacity</b>	up to 70 kW	no limitation	up to 70 kW	more than 25 kW	no limitation	no limitation		
<b>Driving energy</b>	direct fired, gas	direct fired, gas	direct fired, gas	direct fired: gas, oil      indirect fired: water, steam exhaust gas	direct fired: gas, oil indirect fired: hot water, steam	direct fired: gas, oil, other indirect fired: hot water, steam, other		
<b>Auxiliary consumption</b>	no	no	yes, through internal pressure losses	no specifications, pressure loss for chilled, cooling or hot water measured	no	no		
<b>Temperature levels</b>	<b>driving energy / desorber</b>	-	-	-	according to manufacturer's specifications	hot water, inlet: 82 to 204°C	-	
	<b>energy source / evaporator</b>	heating, inlet: air -7, 7, 15, 20 °C water 10, 15, 20°C brine -5, 0°C	cooling in/out: air 21, 27, 29 °C water 12/7°C brine 0/-5°C	water, inlet: 10°C brine, inlet: 0°C air, inlet: 2 and 7°C	water, in/out: 10/7°C brine, inlet: 5-9°C air, inlet: -2,5 - 20°C solar: +2,1 - 5,6 K to T <sub>air</sub>	cooling: inlet 7°C	cooling: outlet 4,4 to 8,9°C	-
	<b>energy sink / absorber, condenser</b>	heating, outlet: air 20°C water 35, 50°C	cooling inlet: air 27, 35, 46 °C water 15, 30, 45°C	water, outlet: 35°C air, inlet: 20°C	three temperatures given: 35/28, 55/45 and 70/55. Temperature glide for part load conditions	cooling: inlet 32°C      heating: outlet 55°C      values apply only for direct and steam fired units	cooling, inlet: 26,7 to 32,2°C	-
<b>Test conditions</b>	full load, steady-state	full load, steady-state	steady state, full and part load	full and part load, steady state and quasi-transient (e.g. on-off operation for part load)	full and part load load, steady state	steady state		
<b>Durability issues</b>	some durability related topics as part of operational and safety requirements in Part 1 of the standard: servicing, weather resistance, limits of operation etc.	tests regarding limits of operation	-	-	fouling factor taken into account	-		

# Zusammenfassung Normen KM

- Die Normen berücksichtigen kaum diskontinuierlich arbeitende Kältemaschinen
- Europäische Normen nur für direktbefeuerte Anlagen
- Keine Teillastprüfung in europäischen Normen
- Keine methoden für dynamische Prüfung vorhanden
- Keine einheitliche Definition von Kennzahlen
- Die Normprüfbedingungen überwiegend für Niedrigtemperaturkühlung ausgelegt
- Keine Lmagzeittests, Zuverlässigkeitstests vorhanden
- Keine Gesamtbilanzierung des Energieverbrauchs
- Keine Methoden für Langzeit-Leistungsprognose

# Überblick Normen: System

## Genormte Prüfmethode für solare Systeme

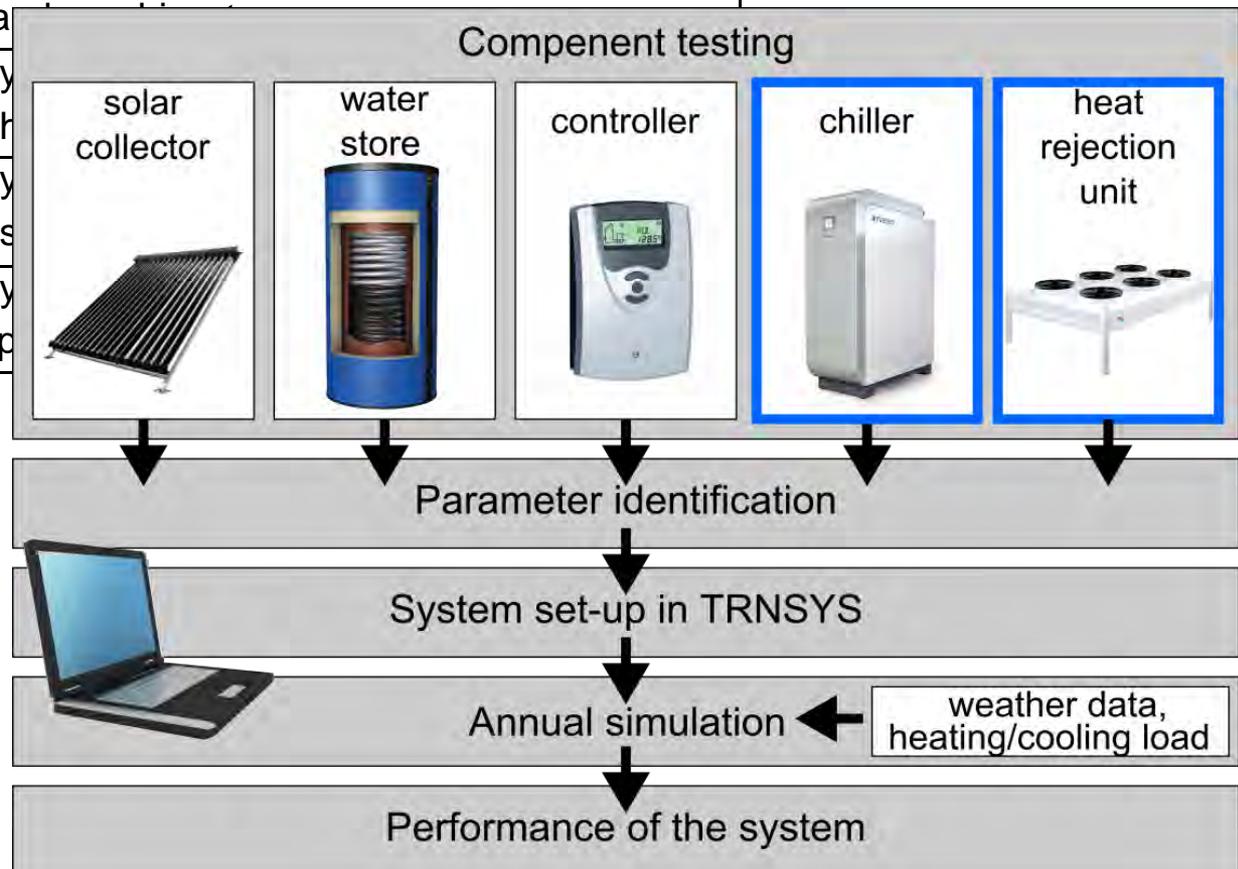
- Dynamic System Testing (DST) – EN 12976, ISO 9459-5
- Complete System Testing Group (CSTG) – EN 12976, ISO 9559
- Component Test System Simulation (CTSS) – EN 12977
  - Erweiterung auf SK-Systeme

## Weitere Projekte (Black-box, SHP-Systeme)

- Concise Cycle Test (CST) - SPF
- Short Cycle System Performance Test (SCSPT) – INES
- Combitest – SP, Dalarna
- Global Testing Procedure - CSTB

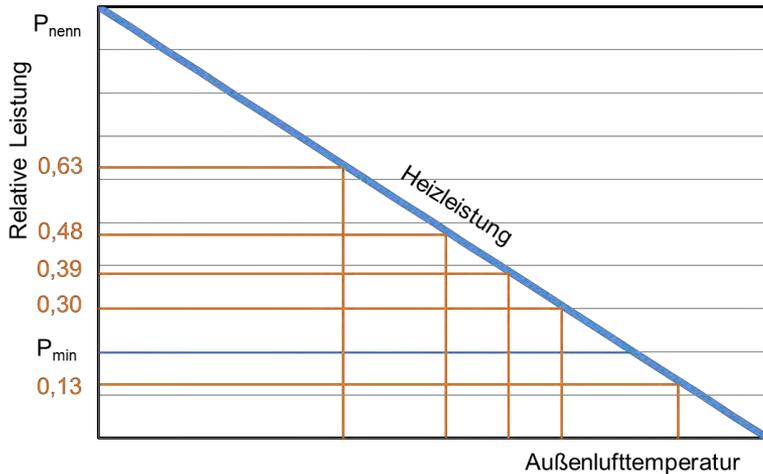
# CTSS - Methode

Number	Title „Thermal solar systems and components - ...“
CEN/TS 12977-1:2010	Custom Built Systems – Part 1: General requirements for solar water heaters and combisystems
CEN/TS 12977-2:2010	Custom Built Systems – Part 2: Test methods for solar water heaters and combisystems
EN 12977-3:2008	Custom Built Systems – Part 3: Test methods for solar water heaters and combisystems
CEN/TS 12977-4:2010	Custom Built Systems – Part 4: Test methods for solar combisystems
CEN/TS 12977-5:2010	Custom Built Systems – Part 5: Test methods for control equipment



# VDI 4650-2: Jahresheizzahl und Jahresnutzungsgrad von Gaswärmepumpen

- Kurzverfahren zur Berechnung der Jahresheizzahl und des Jahresnutzungsgrads von Sorptionswärmepumpenanlagen. Gas-Wärmepumpen zur Raumheizung und Warmwasserbereitung
- Zusatzheizmodul nur wenn zusammen mit WP als eine Einheit ausgeführt
- Brennstoffe gemäß DVGW G 260
- Gültig für Geräte bis zu 70 kW Brennstoffleistung
- Die Methode lehnt sich an DIN 4702-8 „Heizkessel; Ermittlung des Norm-Nutzungsgrades und des Norm-Emissionsfaktors“
- Wärmequellen: Grundwasser, Erdreich (Erdwärmesonden), Luft und Solarstrahlung
- Solar: Brauchwassererwärmung, Heizungsunterstützung, WP-Wärmequelle
- Wärmesenke: Warmwasser-Zentralheizung, Brauchwasser



## Jahresheizzahlen

$$\zeta_h = \frac{5}{\sum_{i=1}^5 \frac{1}{\zeta_{h,i}}}$$

$$\zeta_{h,i} = \frac{P_{i,th}}{Q_i + P_{i,el}}$$

$$\zeta_{h,S} = \frac{\zeta_h}{1 - (1 - z) \cdot X}$$

$$\zeta_w = \frac{P_w}{Q_w + P_{el,w}}$$

## Jahres-Nutzungsgrade

$$\eta_{N,h} = \frac{5}{\sum_{i=1}^5 \frac{1}{\eta_{h,i}}}$$

$$\eta_{h,i} = \frac{P_{i,th}}{Q_i}$$

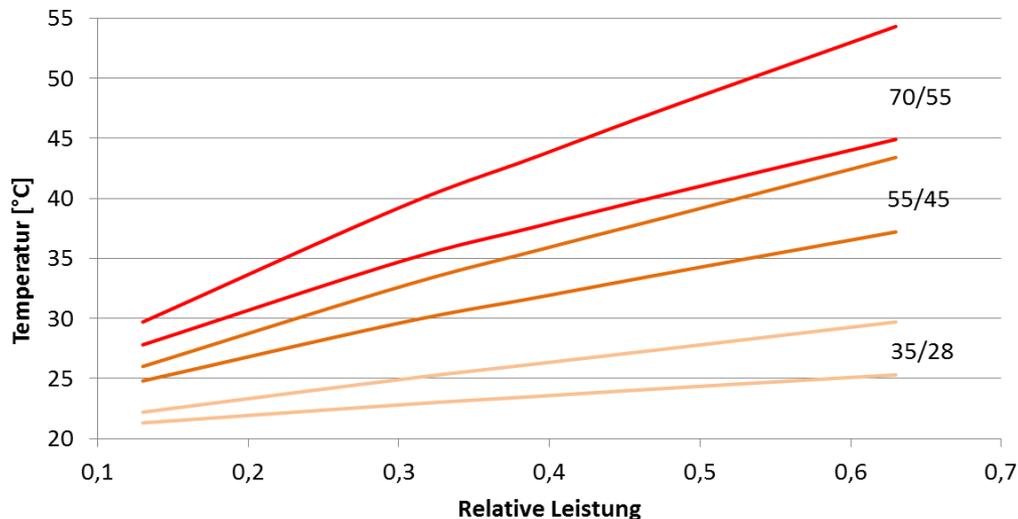
$$\eta_{N,h,S} = \frac{\eta_{N,h}}{1 - X}$$

$$\eta_{N,w} = \frac{P_w}{Q_w}$$

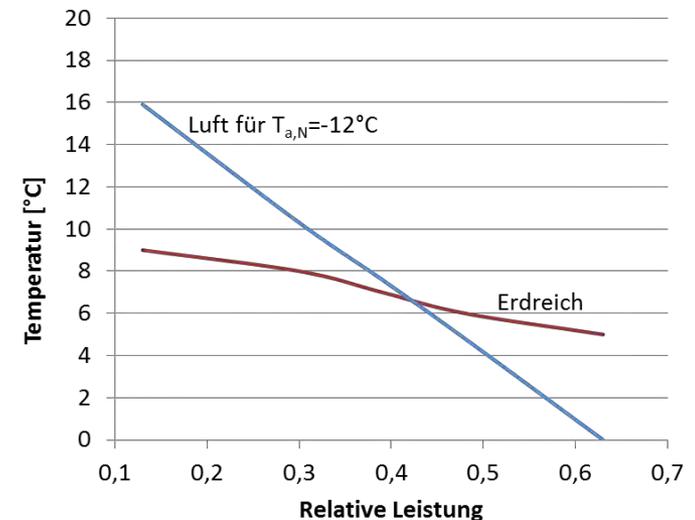
## Gesamt-Jahreszahl und -Nutzungsgrad

$$\zeta_{WP} = \frac{1}{\frac{1-y}{\zeta_h} + \frac{y}{\zeta_w}} \quad \eta_{N,WP} = \frac{1}{\frac{1-y}{\eta_{N,h}} + \frac{y}{\eta_{N,w}}}$$

## VL- und RL-Temperaturen für die Bestimmung der Teillast-Nutzungsgrade



## Wärmequelle Erdreich und Luft



Für Wärmequelle Grundwasser sind Umrechnungsfaktoren vom Erdreich für Teillast-Nutzungsgrade angegeben (7°C und 10°C)

Für Wärmequelle Solarstrahlung wird die Eintrittstemperatur in den Verdampfer je nach Aperturfläche angehoben (etwa 2-6°C für 2-8 m<sup>2</sup>)

# EN12309:2012 - Überblick

EN12309: Gasbefeuerte Sorptionsgeräte für Heizung und/oder Kühlung mit einer Nennwärmebelastung nicht über 70 kW

- Teil 1: Begriffe
- Teil 2: Sicherheit
- Teil 3: Prüfbedingungen
- Teil 4: Prüfverfahren
- Teil 5: Anforderungen
- Teil 6: Berechnung der saisonalen Effizienzkennzahlen
- Teil 7: Spezifische Bestimmungen für Hybridanlagen
- Teil 8: Umweltaspekte

# EN12309:2012 - Kennzahlen

Gas Utilization Efficiency

Gas-Nutzungsgrad

Auxiliary Energy Factor

Hilfsenergiefaktor

Primary Energy Ratio

Primärenergieeffizienz

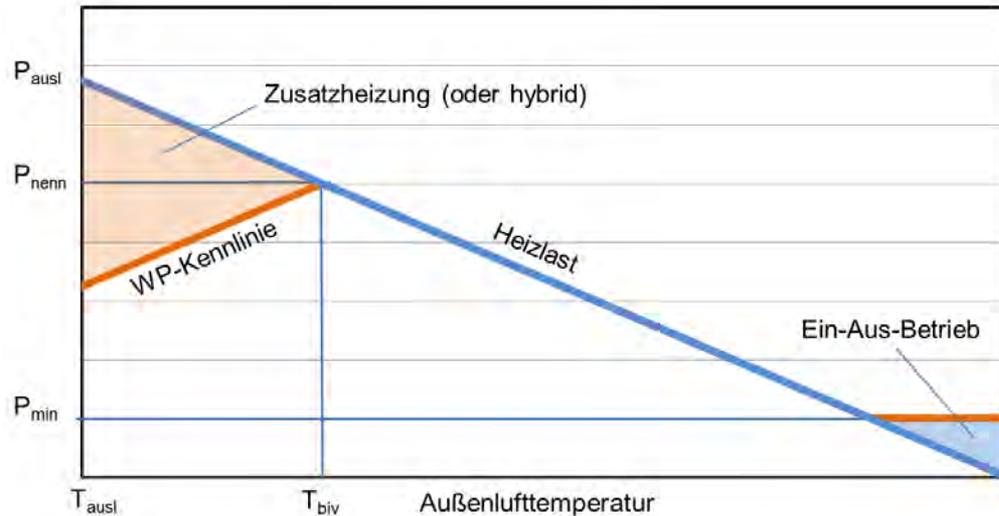
$$GUE_h = \frac{Q_{Eh}}{Q_{gmh}}$$

$$AEF_h = \frac{Q_{Eh}}{P_{Eh}}$$

$$PER_h = \frac{1}{\varepsilon_{gas} \cdot \frac{1}{GUE_h} + \varepsilon_{el} \cdot \frac{1}{AEF_h}}$$

Die gemessene Heiz- oder Kühlleistung wird um den Einfluss der Umwälzpumpe korrigiert  
→ effektive Heizleistung, analog zu EN 14511 oder EN 15879-1

Gemessene elektrische Leistung wird um die Druckverluste in allen Wärmetauscher und um den Gebläseverbrauch korrigiert, analog zu z.B. EN 14511 oder EN 15879-1



- Drei Referenzklimadaten vorgegeben, analog zu EN 14825 (A, W, C)
- Für bivalent arbeitende Systeme, Zusatzheizung (Gaskessel) berücksichtigt
- In dem Fall sind auch die Kennzahlen nur für Wärmepumpe (on) zu ermitteln

$$SGUE (SAEF_{on})_h = \frac{\sum_{j=1}^m h_j \cdot P_h(T_j)}{\sum_{j=1}^m h_j \cdot \left( \frac{P_h(T_j)}{GUE(AEF)_{hPL}(T_j)} \right)}$$

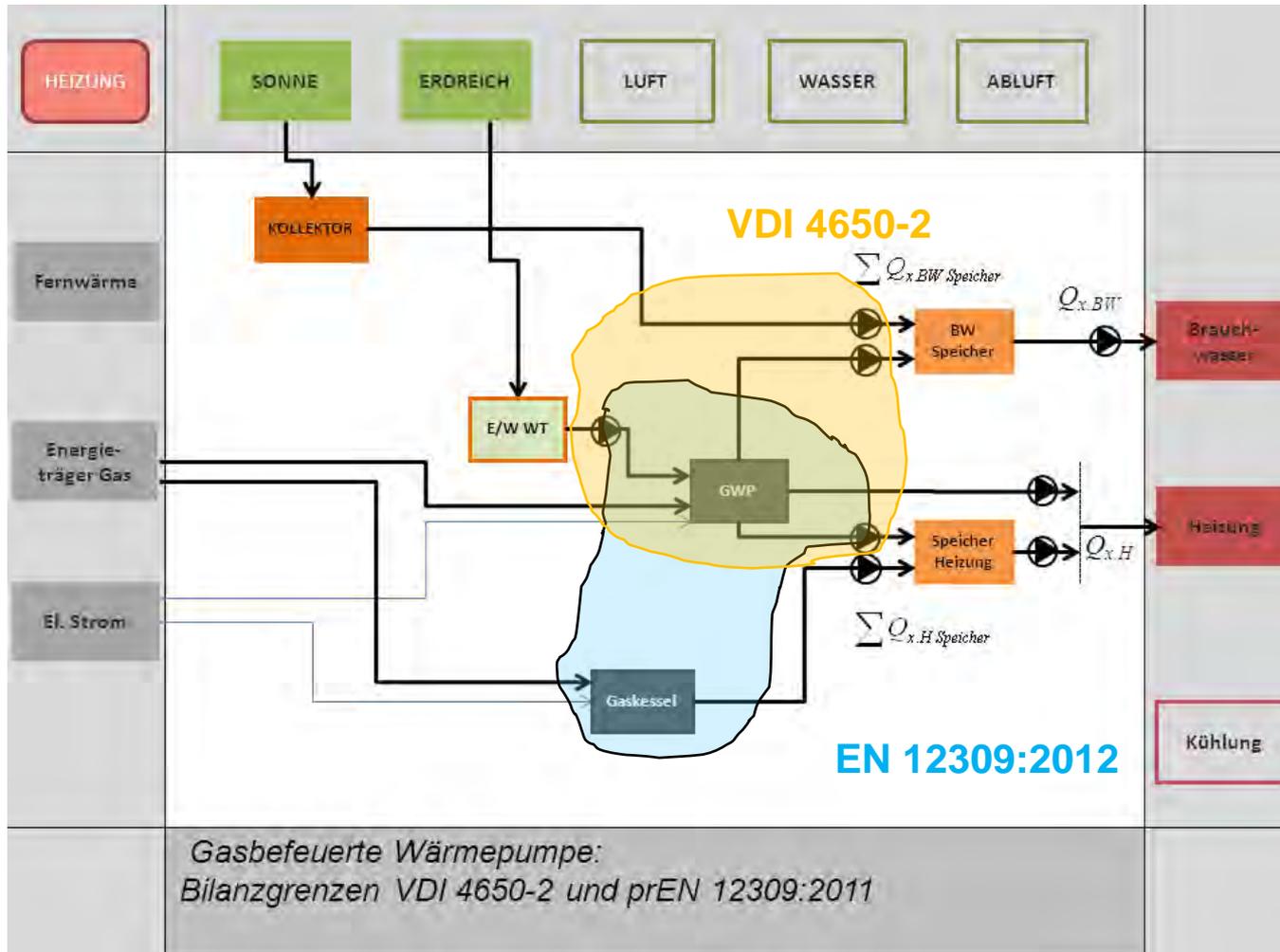
$$Q_{refh} = P_{designh} \cdot H_{eh}$$

$$SAEF_h = \frac{Q_{refh}}{\frac{Q_{refh}}{SAEF_{hON}} + Q_{TO} + Q_{SB} + Q_{OFF}}$$

# EN12309:2012 - Prüfbedingungen

- Vorlauftemperaturen vorgegeben für drei Temperaturanwendungen: Mittel, wärmer, kälter und vier Wärmeabgabesysteme: Vorlauftemperaturen 35, 45, 55 und 65°C
- Bivalenzpunkt: zwischen  $T_{\text{design}}$  und  $T_{\text{bivalent, upper limit}}$ . Für (A) → -10 bis 2°C
- Teillastbedingungen gelten für Außenlufttemperaturen von -7, 2, 7 und 12°C (A, B, C, D)
- E und F Bedingungen entsprechen dem Bivalenzpunkt und der Betriebsgrenztemperatur (TOL)
- Temperatur der Wärmequelle für W/W und S/W Wärmepumpen analog zu EN 14511
- Temperatur der Wärmequelle für A/W: Außenluft entsprechend A-F, Abluft 20°C
- Messunsicherheit ist z.T. angegeben als Funktion von der Teillast
- Messungen im „Thermostat aus“, „Bereitschafts-“ und „Aus“ Betrieb
- Zumindest 4 Betriebspunkte sollen gemessen werden für die Ermittlung von SGUE und SAEF
- Soll sowohl für stationäre und transiente oder zyklische Betriebsweise geeignet sein

# Vergleich VDI und EN (1)



# Vergleich VDI und EN (2)

## VDI 4650-2

- Die Angaben zur Teillast beziehen sich auf die GWP
- Thermische und elektrische Energie werden in Kennzahlen zusammengezählt
- Daten für nur ein Klima vorhanden, Anpassungen schwierig
- Berechnung des bivalenten Betriebs nicht möglich (außer Solarunterstützung)
- Heizung und Brauchwasser berücksichtigt, Kühlung nicht
- Berechnung für Hybridanlagen vorhanden (Black-box)

## EN 12309:2012

- Die Angaben zur Teillast beziehen sich auf die Gebäudelast
- Elektrische und thermische Energien werden getrennt betrachtet, zusammengezählt im PER
- Daten für drei Klimata vorhanden, Anpassung unter Umständen möglich
- Berechnung des bivalenten Betriebs mit Gasboiler möglich
- Heizung und Kühlung berücksichtigt, Brauchwasser noch nicht
- Berechnung für Hybridanlagen vorhanden (Black-box)



[ivan.malenkovic@ait.ac.at](mailto:ivan.malenkovic@ait.ac.at)

[www.annex34.org](http://www.annex34.org)

<http://www.nachhaltigwirtschaften.at/iea/>

**IEA** FORSCHUNGS  
KOOPERATION

**bm**  



**FFG**