



Leistungsbewertung von thermisch angetriebenen Wärmepumpen und Übersicht einschlägiger Normen

Hauptergebnisse des Task B

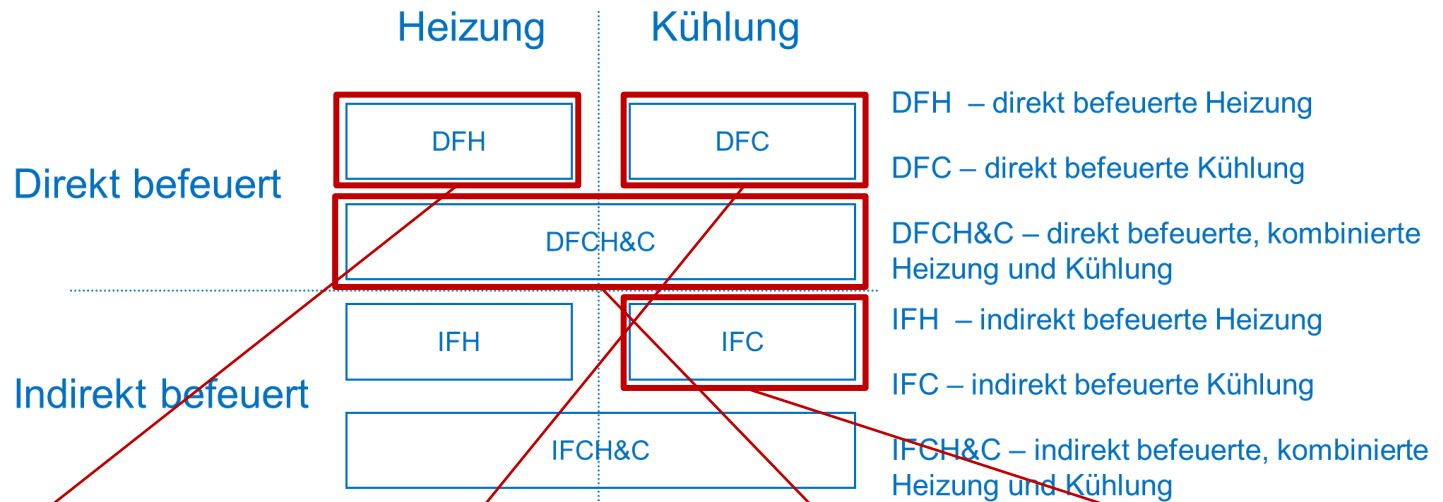
IEA HPP Annex 34 Abschlussworkshop

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

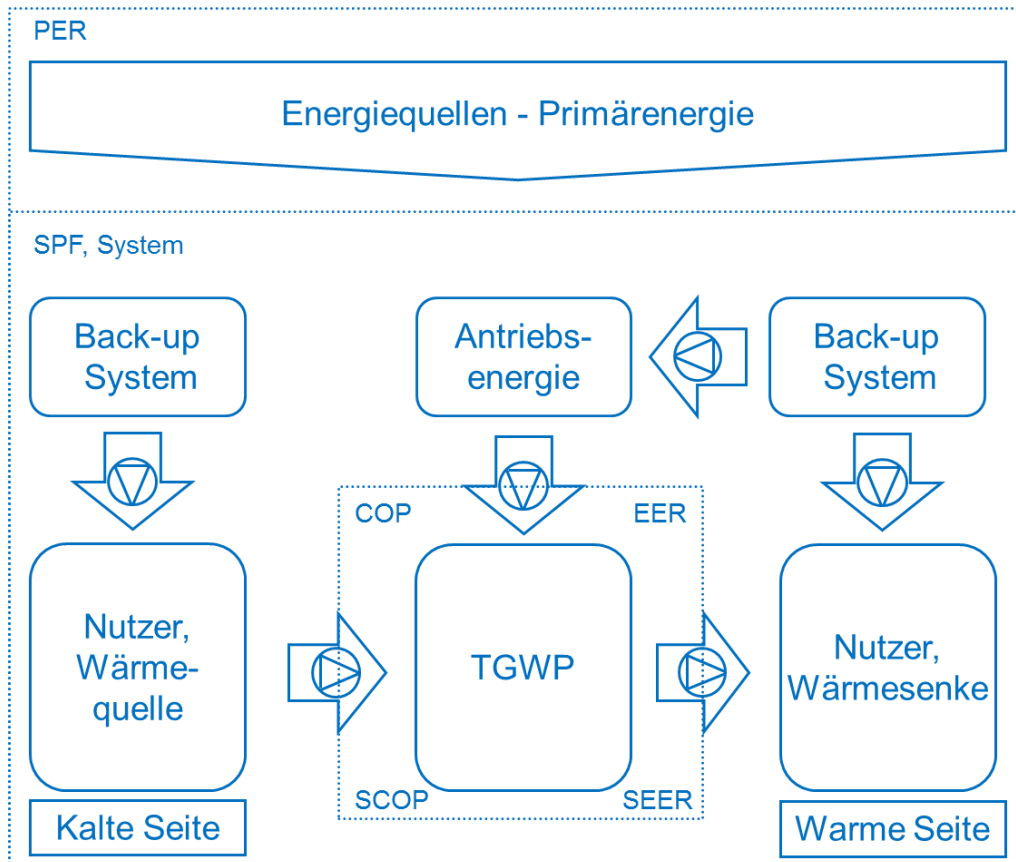


Quelle: E-Sorp



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			
SPF		variable	in-situ, system	primary energy
SPF _H	SPF _C			
PER				
PER _H	PER _C			

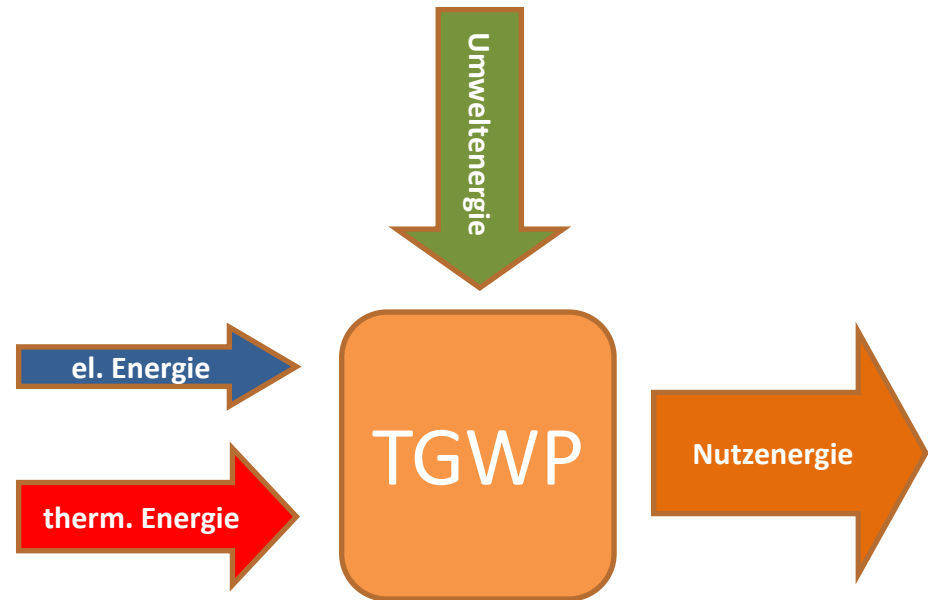
SPF, PER: Vorschlag für einheitliche, technologieübergreifende Definition von Kennzahlen

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

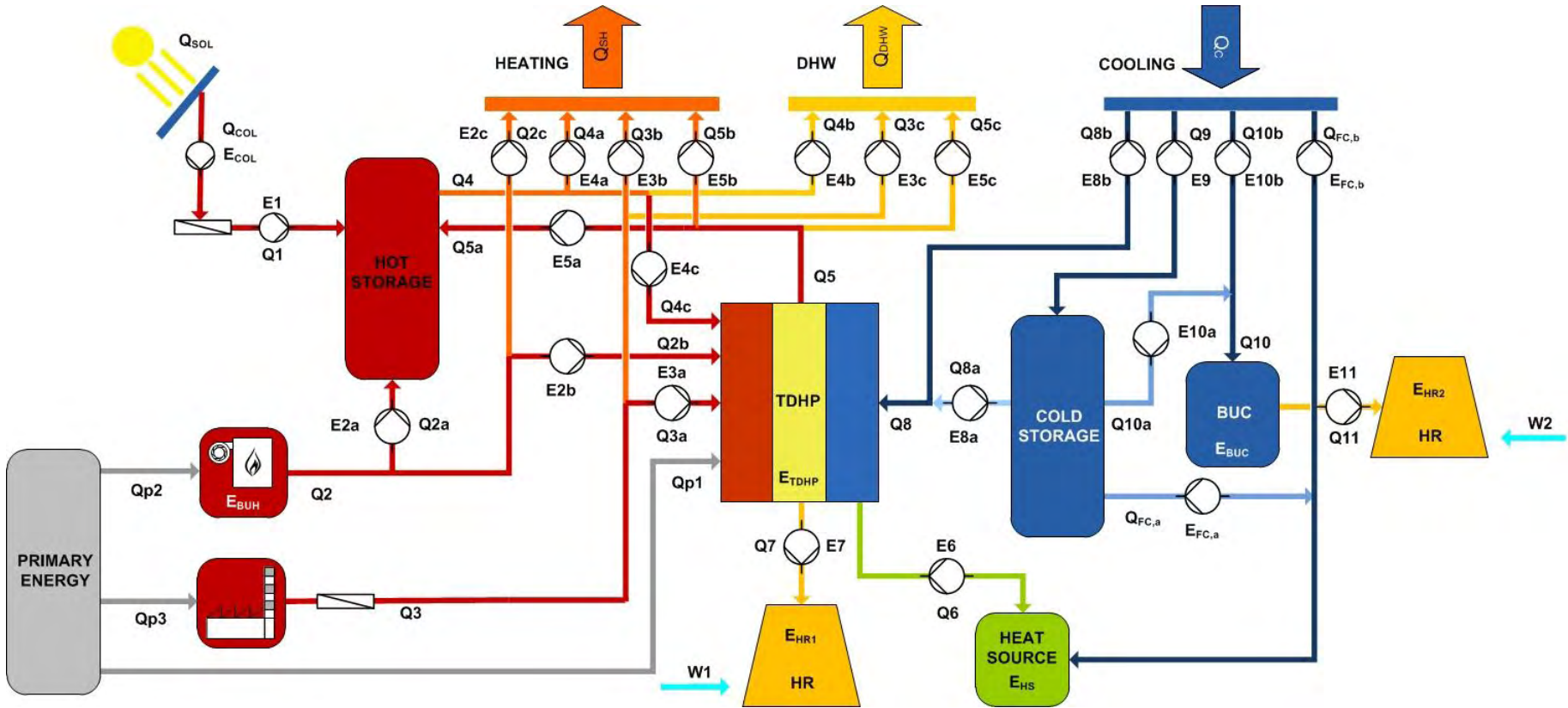
therm. Energie	el. Energie
Unterschiedliche Exergieinhalte	
Unterschiedliche Emissionsfaktoren	
Unterschiedliche Kosten	
Verbunden über Primärenergie (PER)	



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

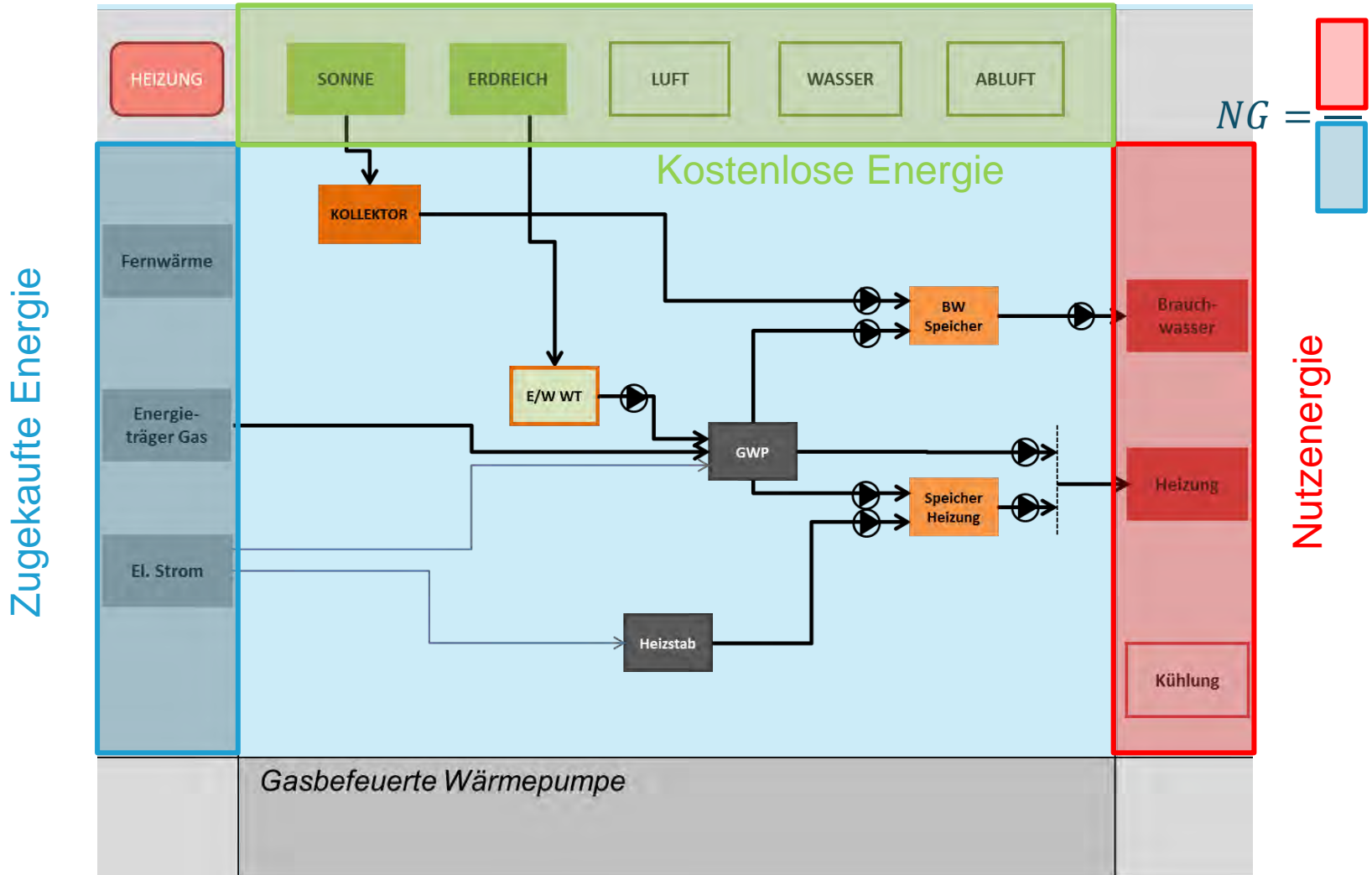
$$COP_{el} = \frac{\text{Nutzenergie}}{\text{el. Antriebsenergie}}$$

Referenzsystem



Referenzsystem für thermisch getriebene Wärmepumpen, IEA HPP Annex 34

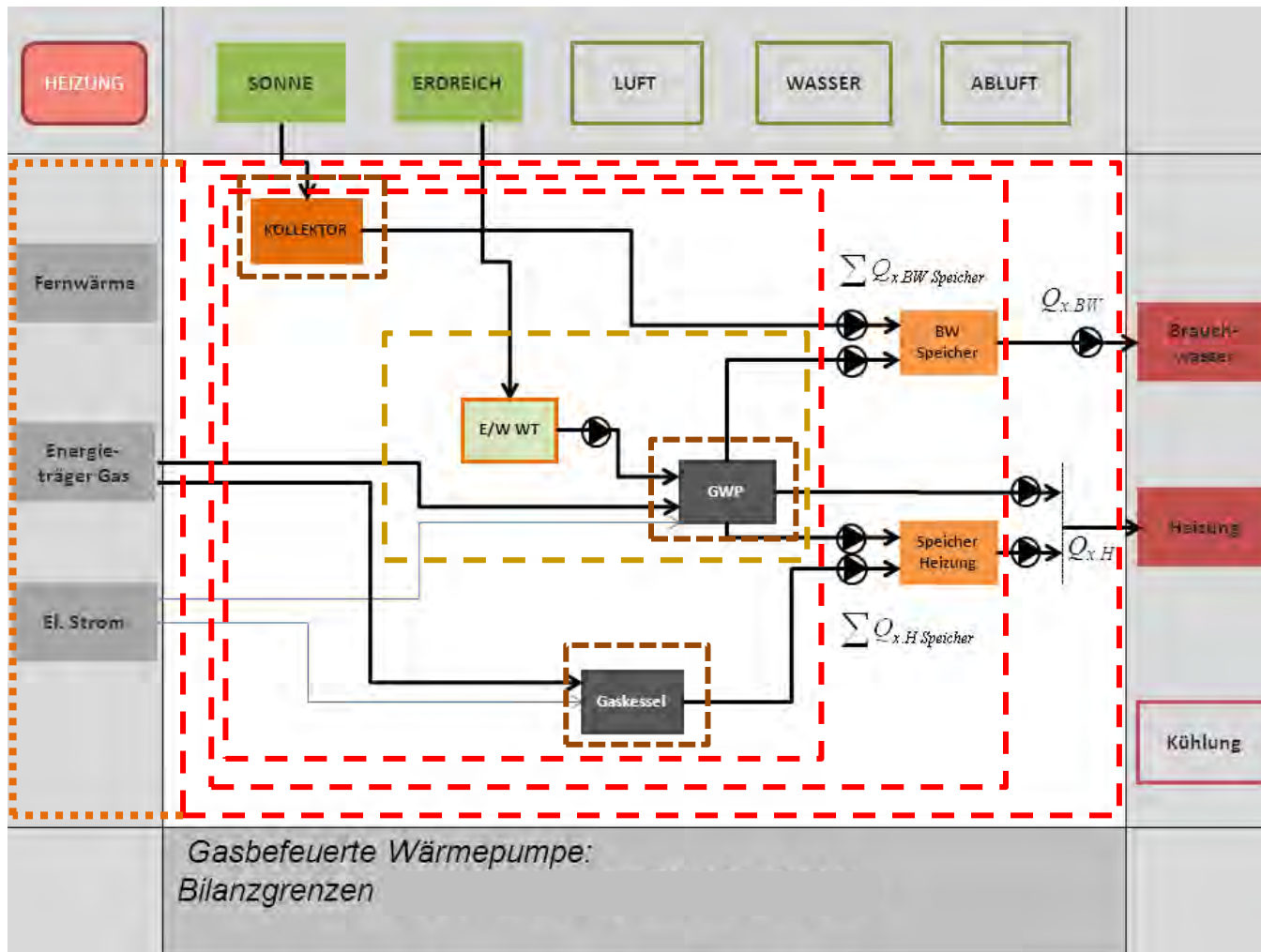
Systemdarstellung



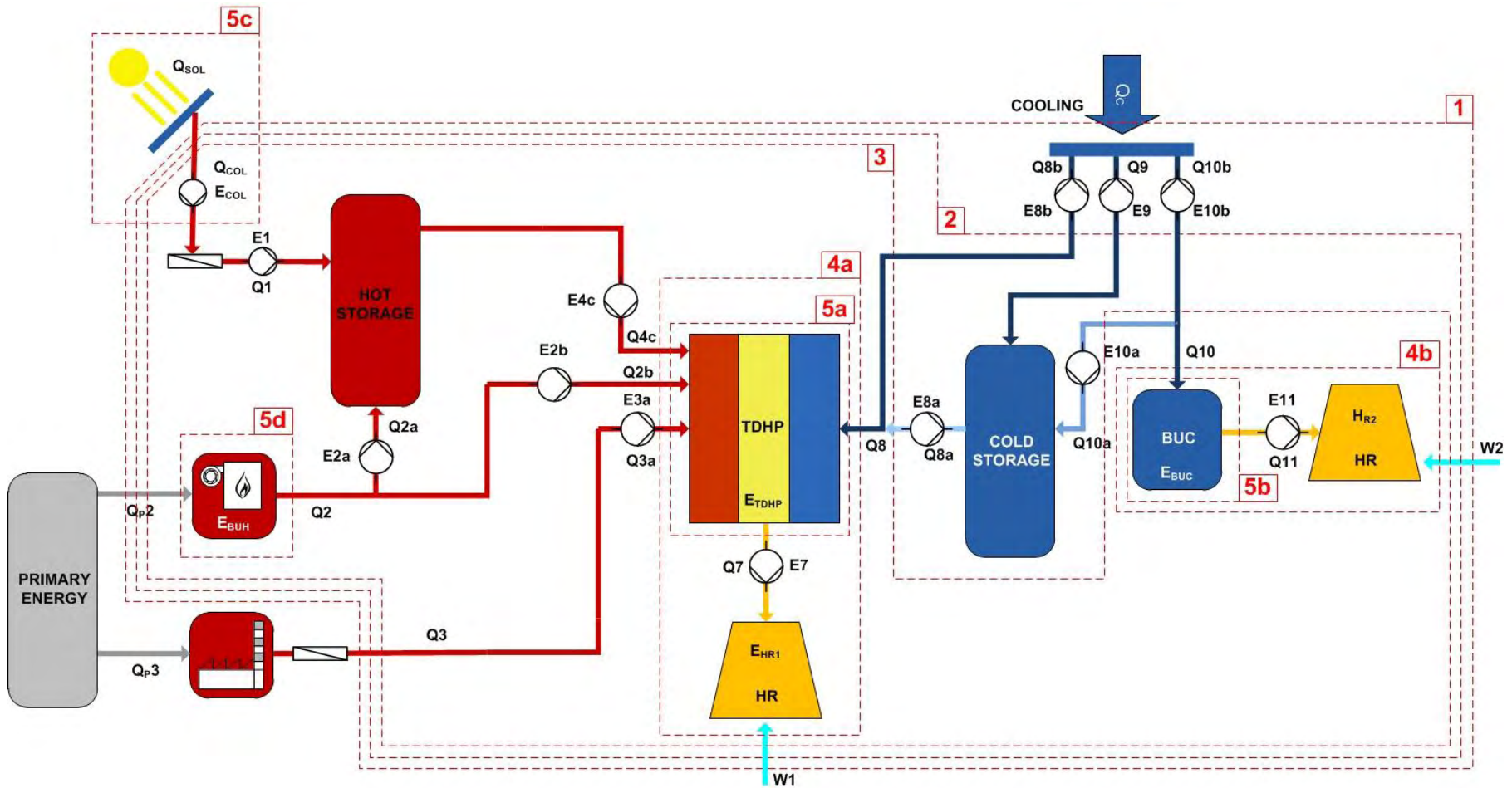
Bilanzgrenzen

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



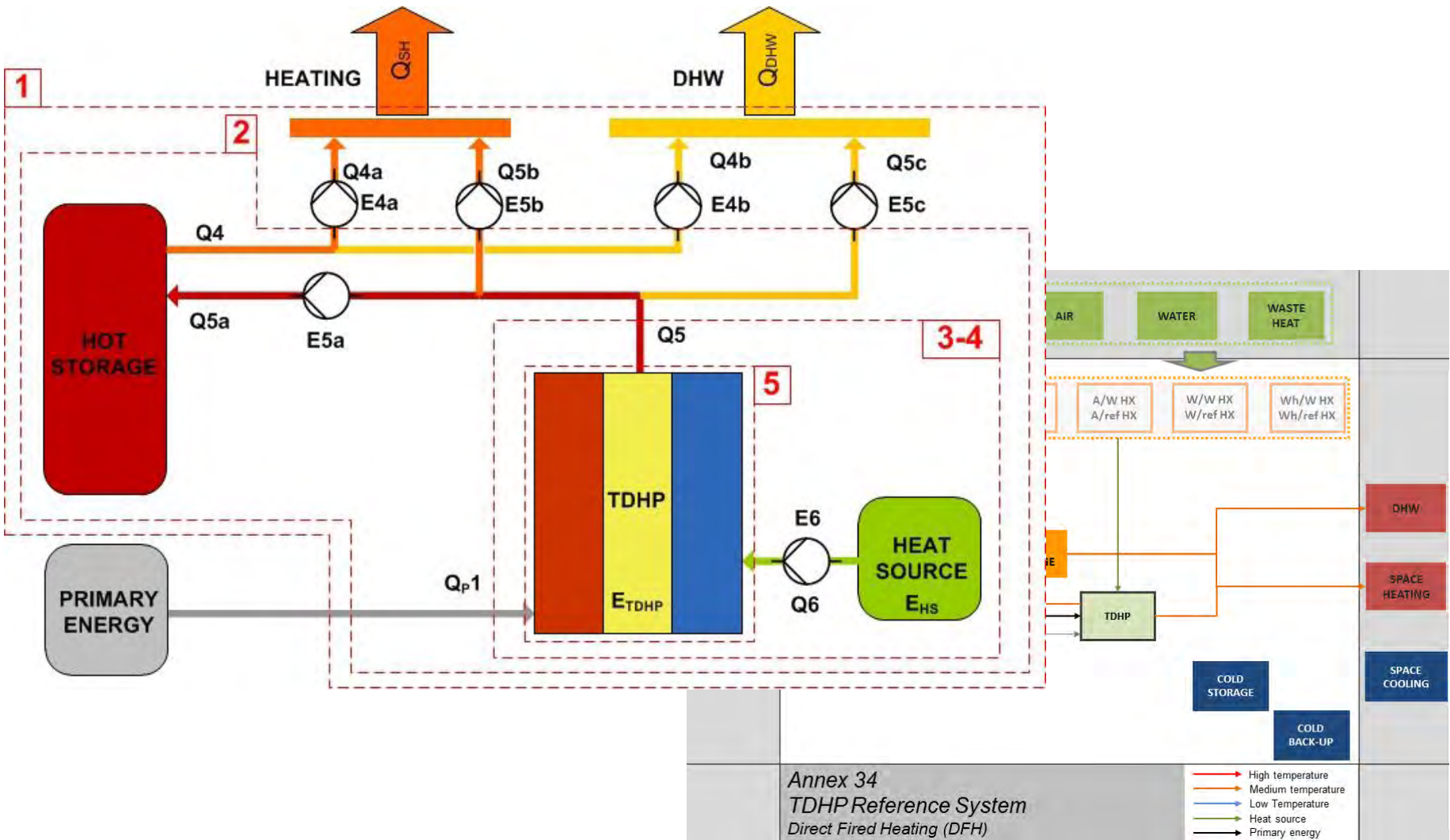
Beispiel: Indirekt befeuerte Kühlung



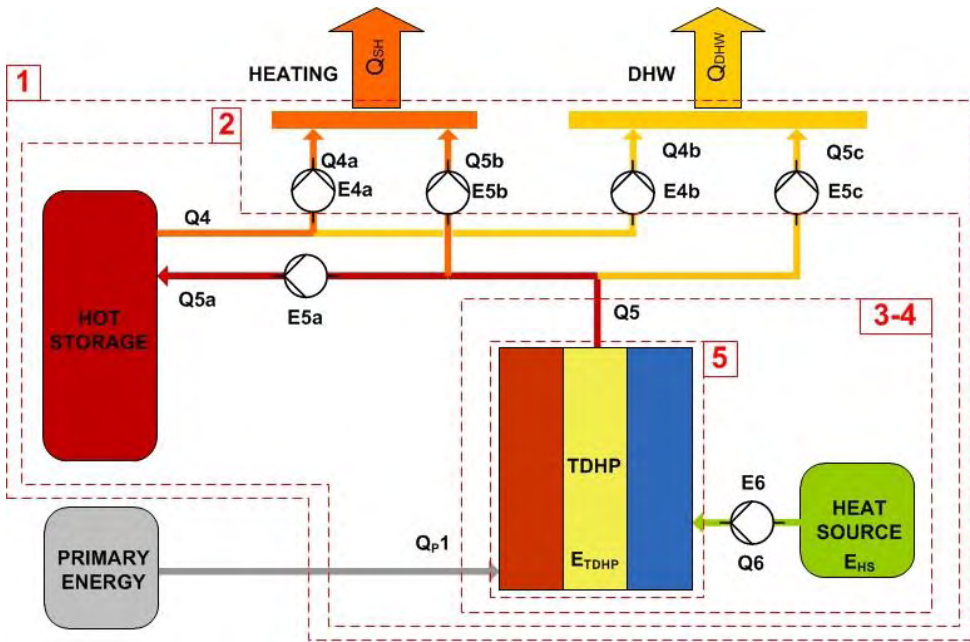
Annex 34
 TDHP Reference System
 Indirect Fired Cooling (IFC)

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

Beispiel: Direkt befeuerte Heizung



Beispiel: Direkt befeuerte Heizung (2)



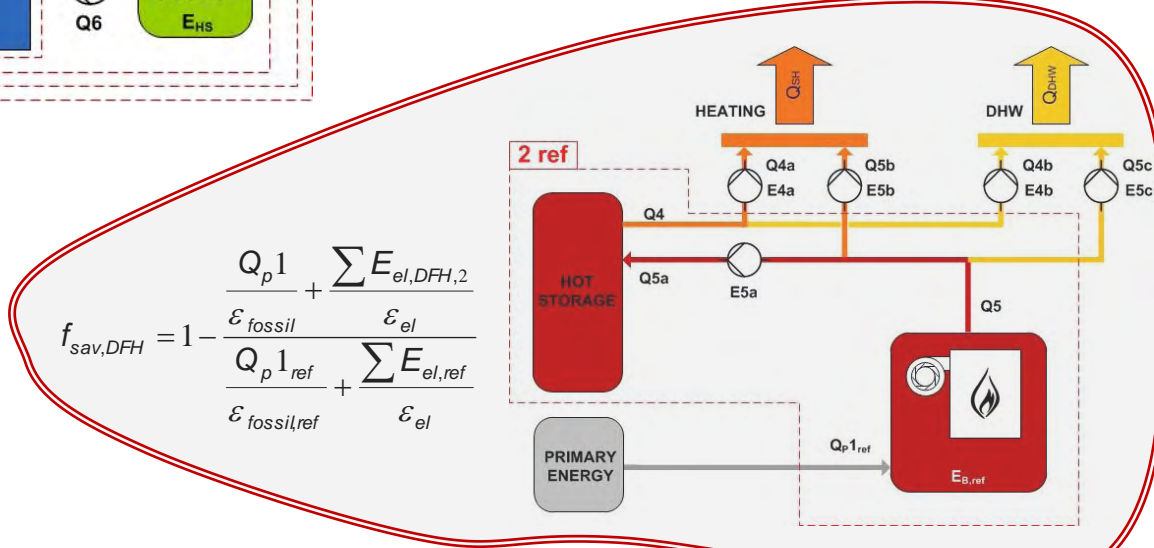
$$SPF_{th,2}^{DFH} = \frac{Q_{4a} + Q_{4b} + Q_{5b} + Q_{5c}}{Q_{p1}}$$

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

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

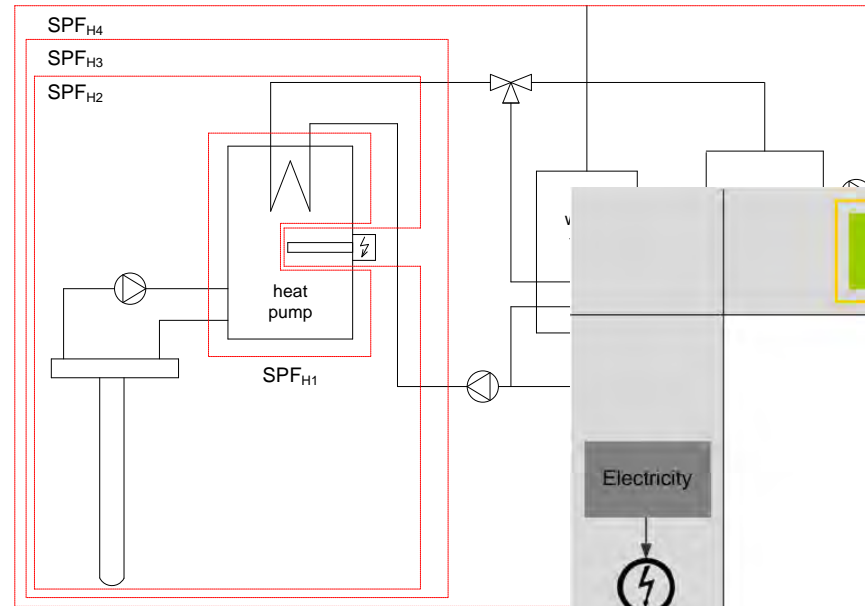
$$SPF_{th,5}^{DFH} = \frac{Q_5 (+E_5 \cdot \eta_{th,lp})}{Q_{p1}}$$

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



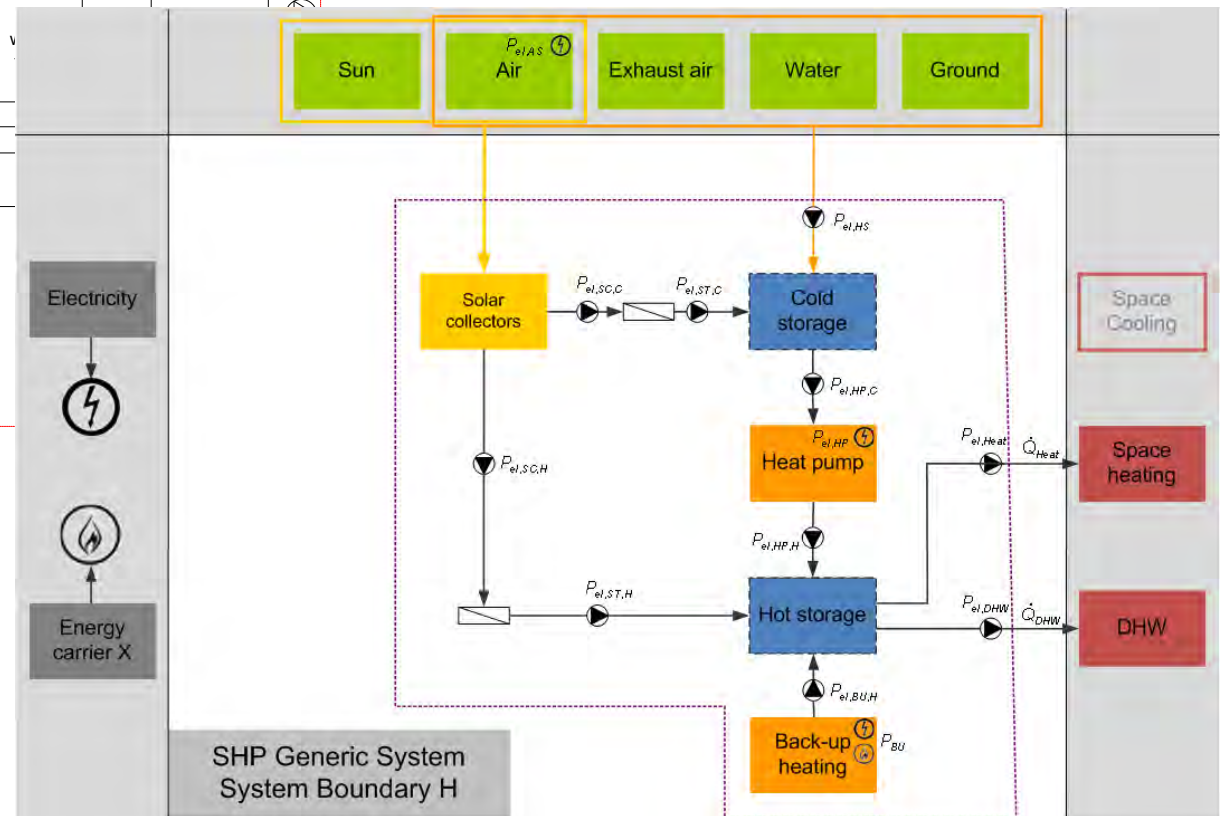
$$f_{sav,DFH} = 1 - \frac{\frac{Q_{p1}}{\epsilon_{fossil}} + \frac{\sum E_{el,DFH,2}}{\epsilon_{el}}}{\frac{Q_{p1,ref}}{\epsilon_{fossil,ref}} + \frac{\sum E_{el,ref}}{\epsilon_{el}}}$$

Vergleich Systemgrenzen Wärmepumpensysteme



Quelle: Projekt SEPEMO

Quelle: IEA SHC Task 44 / HPP Annex 38

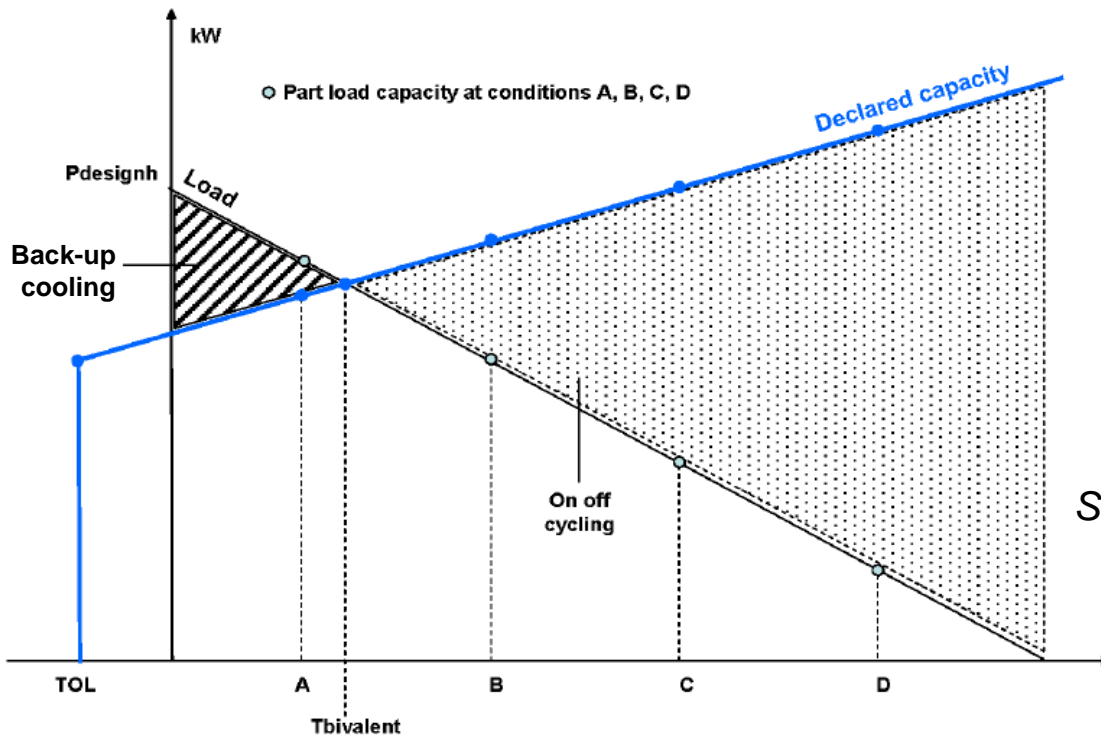


Temperatur-Stufen (Bin)-Methode für solare Kühlung: Motivation

- 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

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

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

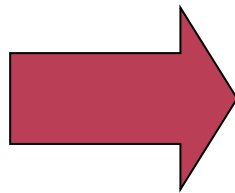
- Q_{aux} : z.B. Energie für einen Backup-Kessel
- E_{aux} : Stromverbrauch im Aus-Zustand, Thermostat-Aus-Zustand usw. – wenn die Kältemaschine keine Nutzenergie liefert

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 _j	h _{i,j}					h _j
		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	$\eta_{1,m}$	...	...	...	...	...	$\eta_{n,m}$

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



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

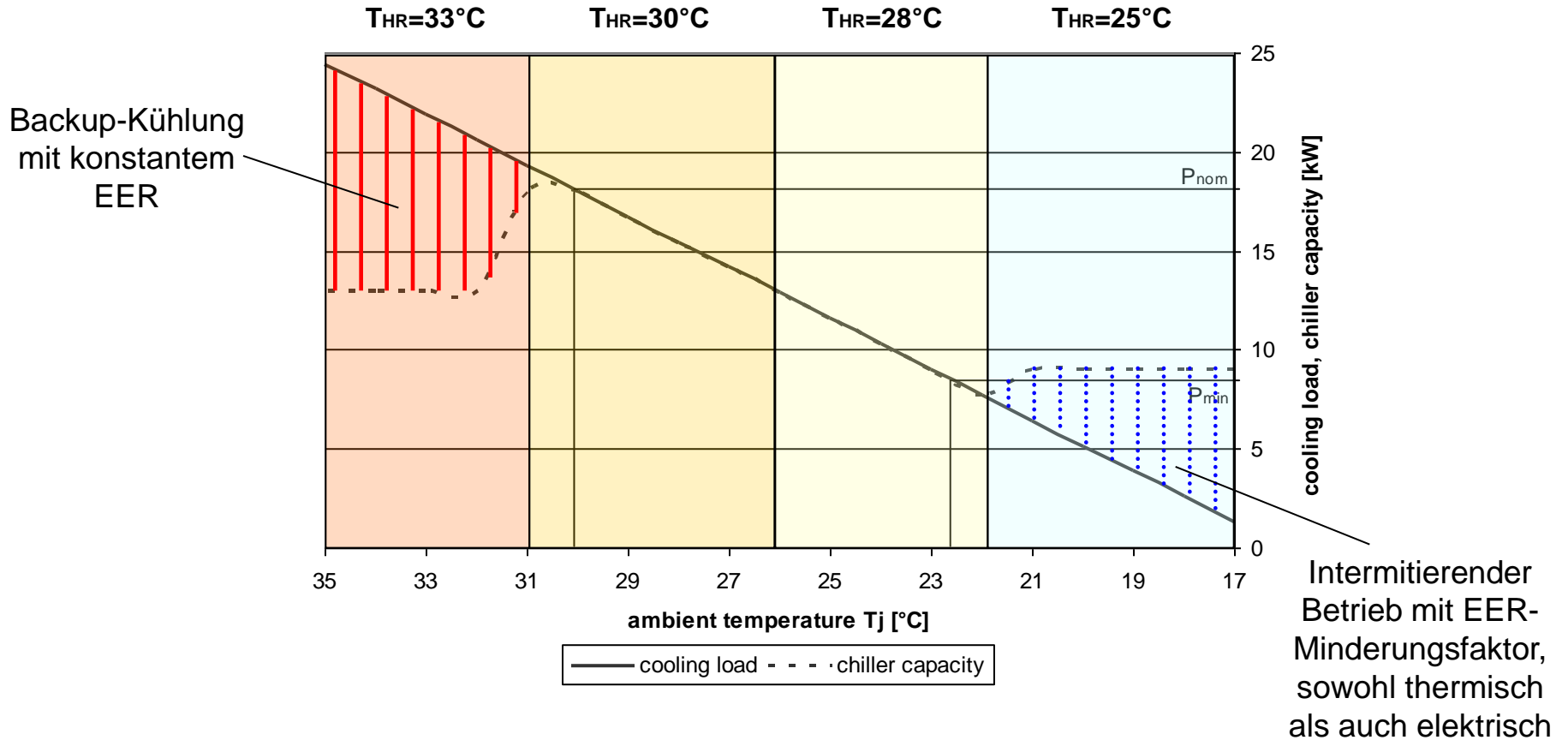
	G_1	G_2	...	G_i	G_{i+1}	...	G_n
T_1	$Q_{1,1}$	$Q_{2,1}$	...	$Q_{i,1}$	$Q_{i+1,1}$	...	$Q_{n,1}$
T_2	...	...					...
...
T_j	...			$Q_{i,j}$			...
T_{j+1}	...				...		...
...
T_m	$Q_{1,m}$	...	...	...	...	...	$Q_{n,m}$

Berücksichtigung der Abwärmemetemperatur

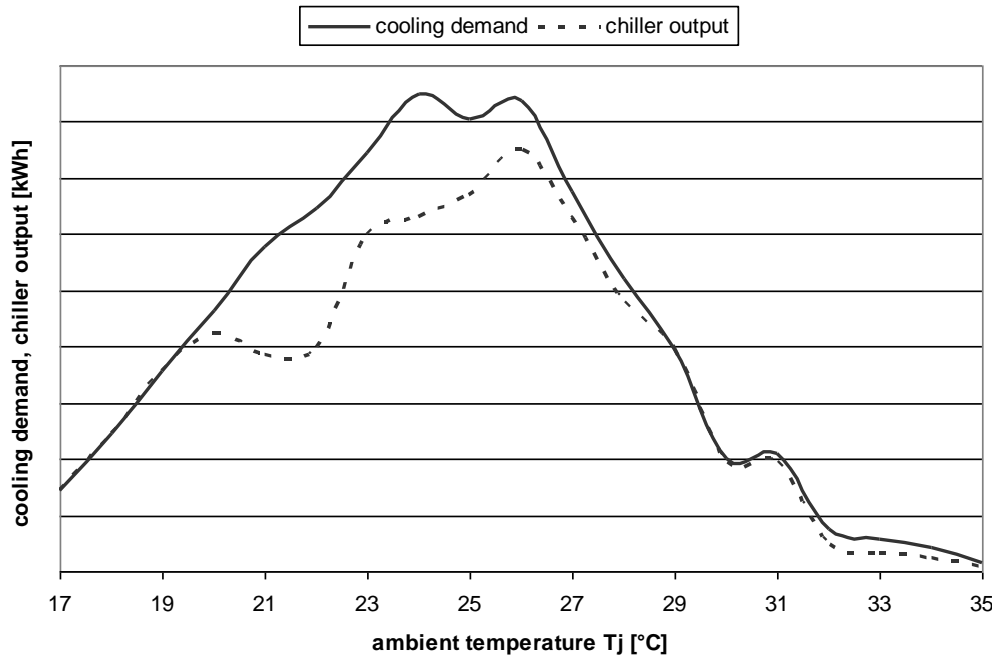
- Effizienz thermisch angetriebener Wärmepumpen empfindlich auf Rückkühltemperaturen
- Temperatur am Eintritt in den Absorber/Kondensator ist eine Funktion der Lufttemperatur, Art des Rückkühlers, Regelung, Luftfeuchtigkeit usw.
- Im ersten Schritt, konstante Werte für fünf Temperaturbereiche wurden 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 m²

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

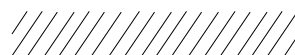
		Systemgrenze		
		Nur WP	WP mit Peripherie	System
Anwendungsbereich	Prüfung	DIN 33830-4	EN 12309-2:2000	
		JIS B 8622	ANSI/ASHRAE 182	
		ANSI/AHRI 560		
	Leistungsbewertung		EN 12309-2:2012 VDI 4650-2	EN 15316-4-2
	Qualitätssicherung	RAL-ZU 118		



Kühlung berücksichtigt



Indirekte Befeuerung 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		
Application	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		
Technology	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		
Energy sources/sinks	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		
Capacity	up to 70 kW	no limitation	up to 70 kW	more than 25 kW	no limitation	no limitation		
Driving energy	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		
Auxiliary consumption	no	no	yes, through internal pressure losses	no specifications, pressure loss for chilled, cooling or hot water measured	no	no		
Temperature levels	driving energy / desorber	-	-	-	according to manufacturer's specifications	hot water, inlet: 82 to 204°C	-	
	energy source / evaporator	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 _{air}	cooling: inlet 7°C	cooling: outlet 4,4 to 8,9°C	-
	energy sink / absorber, condenser	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	-
Test conditions	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		
Durability issues	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 Lngzeittests, Zuverlässigkeitstests vorhanden
- Keine Gesamtbilanzierung des Energieverbrauchs
- Keine Methoden für Langzeit-Leistungsprognose

Überblick Normen: System

Genormte Prüfmethode für solare Systeme

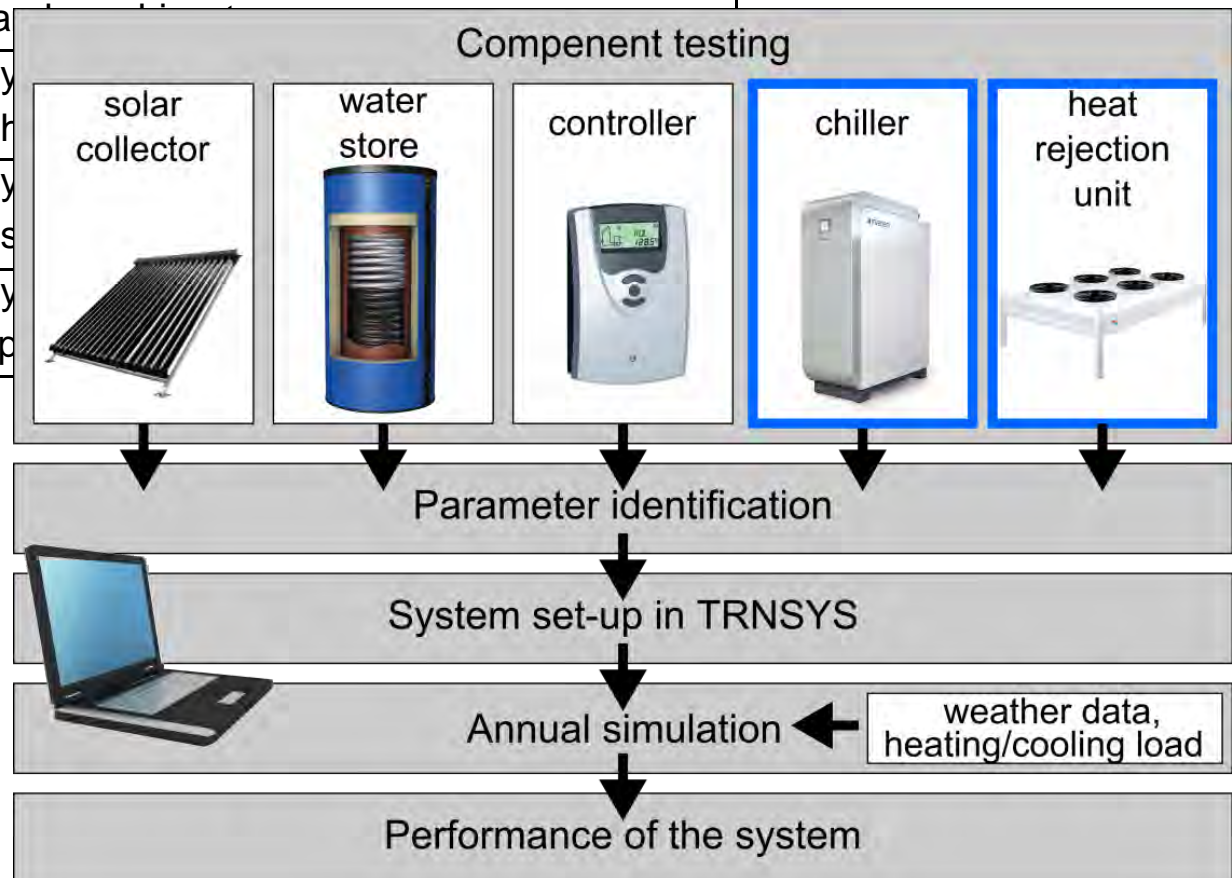
- Dynamic System Testing (DST) – EN 12976, ISO 9459-5
- Complete System Testing Group (CSTG) – EN 12976, ISO 9559
- Component Test System Simulation (CTSS) – EN 12977
 - Erweiterung auf SK-Systeme

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

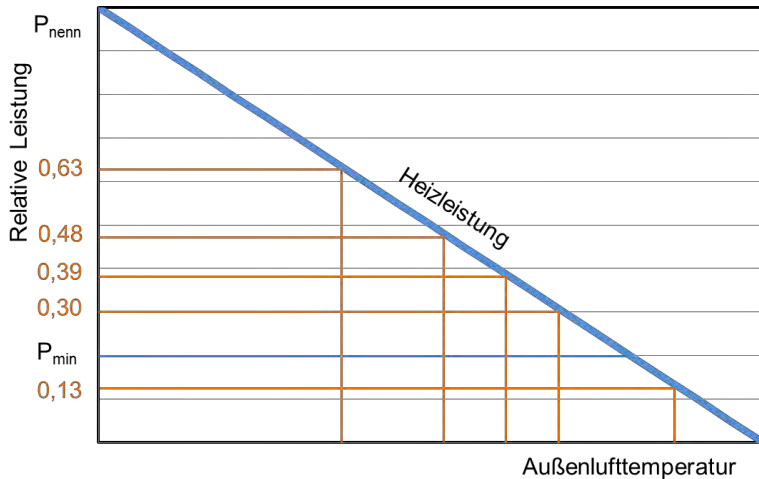
CTSS - Methode

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

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

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

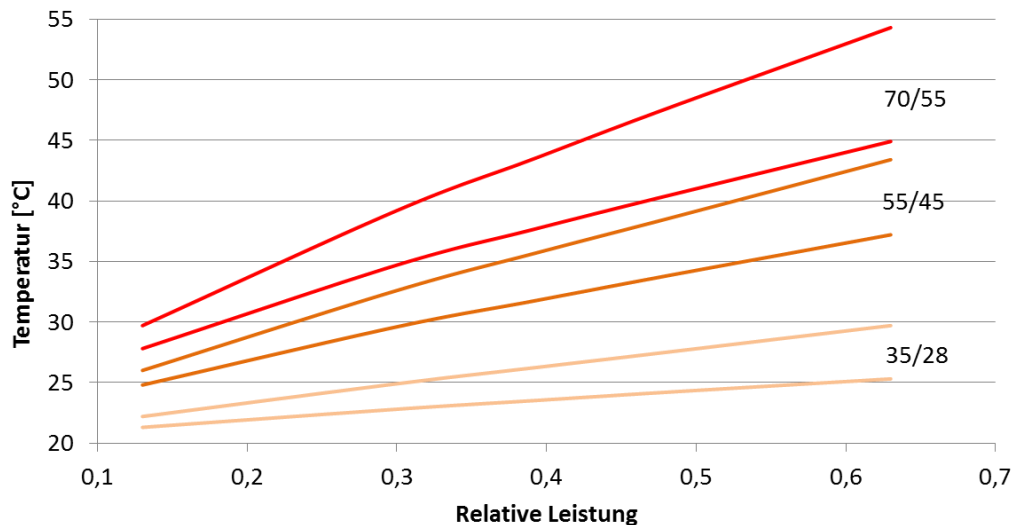
$$\eta_{N,h,S} = \frac{\eta_{N,h}}{1 - X}$$

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

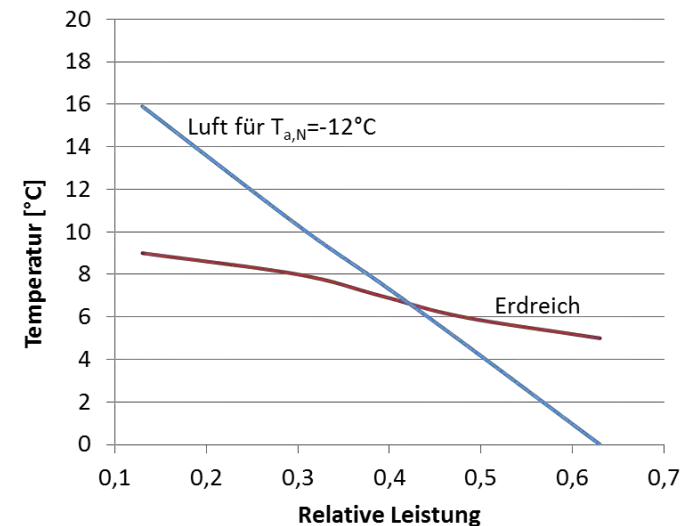
Gesamt-Jahreszahl und -Nutzungsgrad

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

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 m²)

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

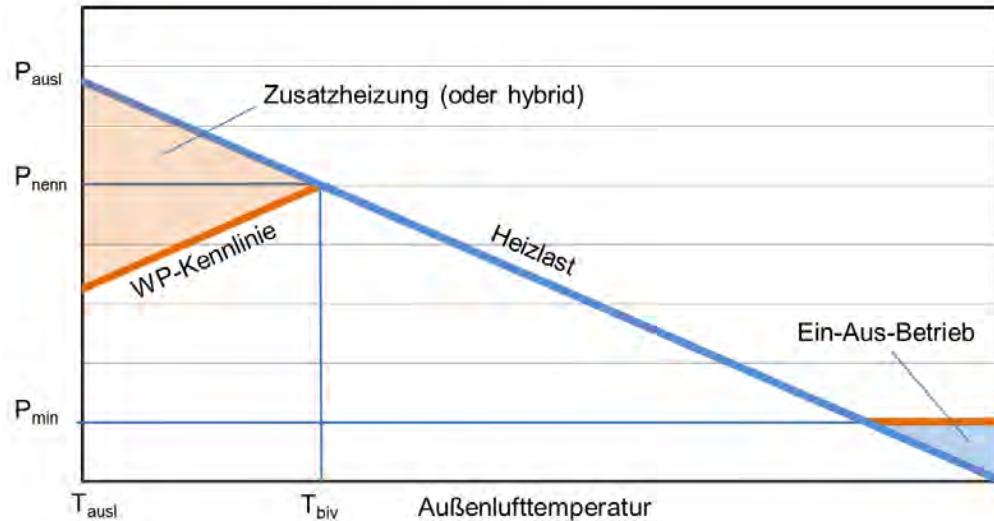
$$GUE_h = \frac{Q_{Eh}}{Q_{gmh}}$$

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

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

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

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

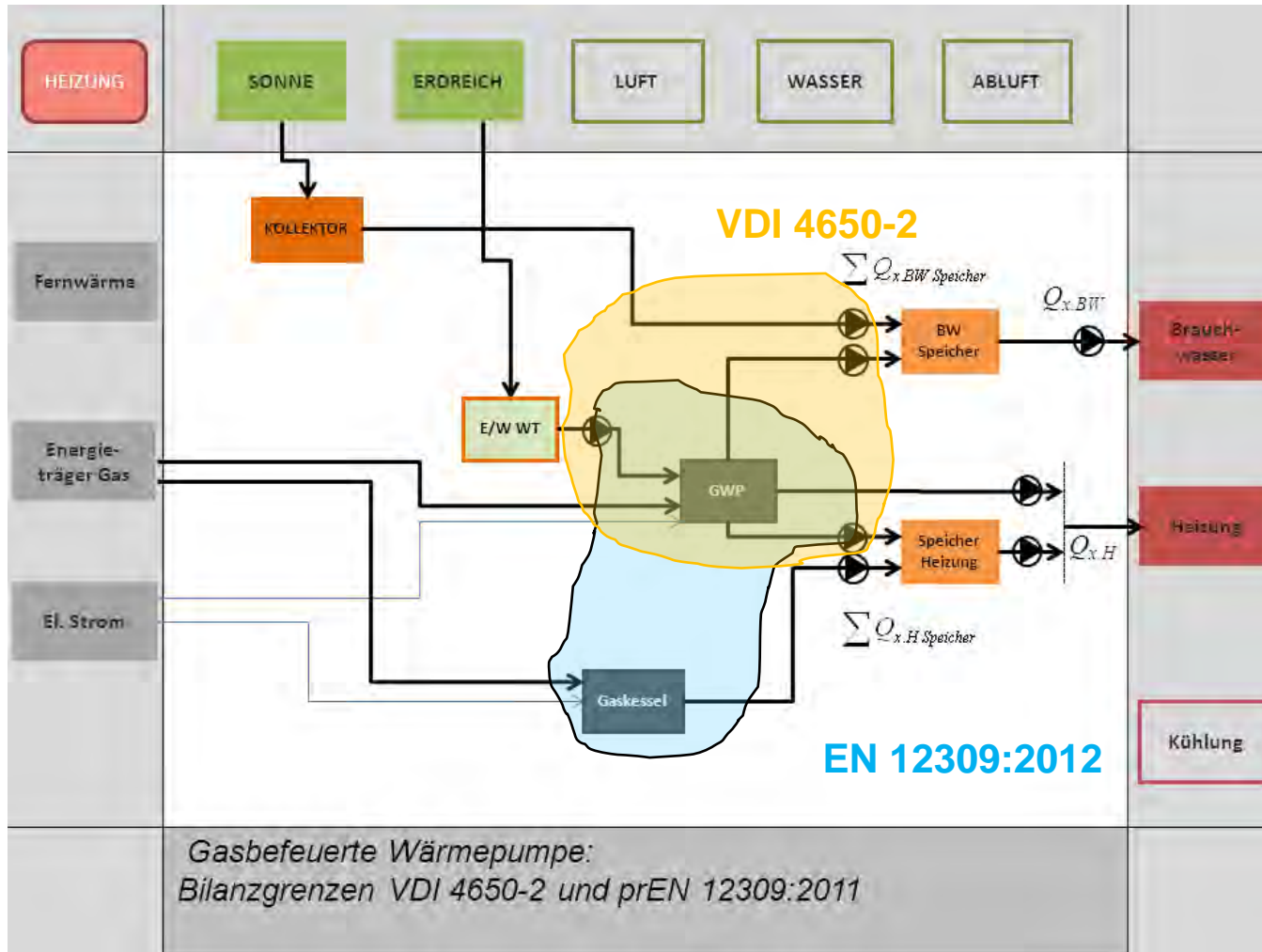
$$Q_{refh} = P_{designh} \cdot H_{eh}$$

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

EN12309:2012 - Prüfbedingungen

- Vorlauftemperaturen vorgegeben für drei Temperaturanwendungen: Mittel, wärmer, kälter und vier Wärmeabgabesysteme: Vorlauftemperaturen 35, 45, 55 und 65°C
- Bivalenzpunkt: zwischen T_{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

www.annex34.org

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

IEA FORSCHUNGS
KOOPERATION

bm  



FFG