



Energetisches und wirtschaftliches Optimierungspotential des best-practice Konzeptes

**Sonja Helbig
ISFH**

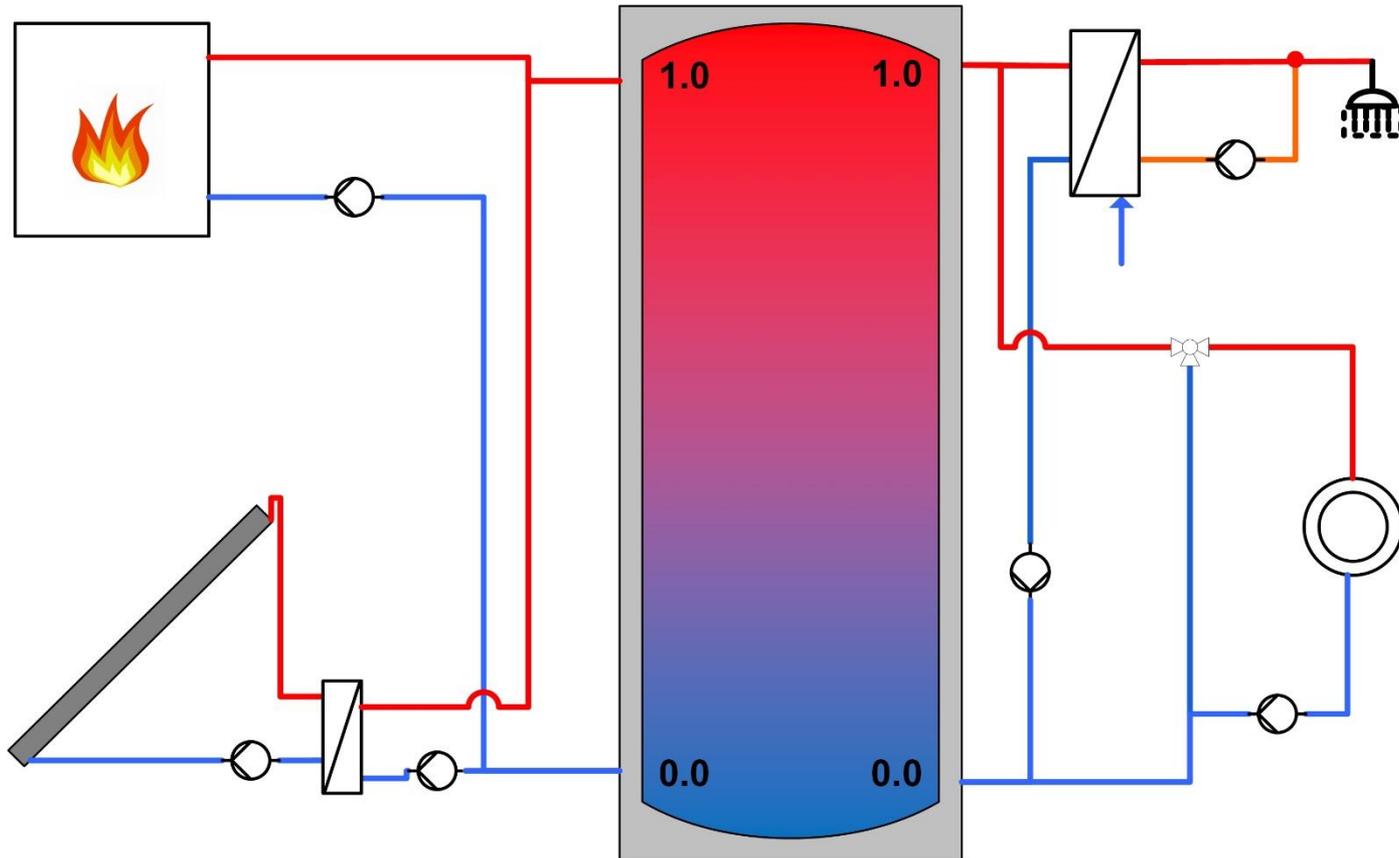
- best-practice: zentraler Pufferspeicher mit Frischwasserstation
- Sämtliche Energieflüsse laufen über den Pufferspeicher

- Optimierungen
 - Speicheranschlusszahl und -höhen
 - Geschichtete Speicherbe- und -entladung

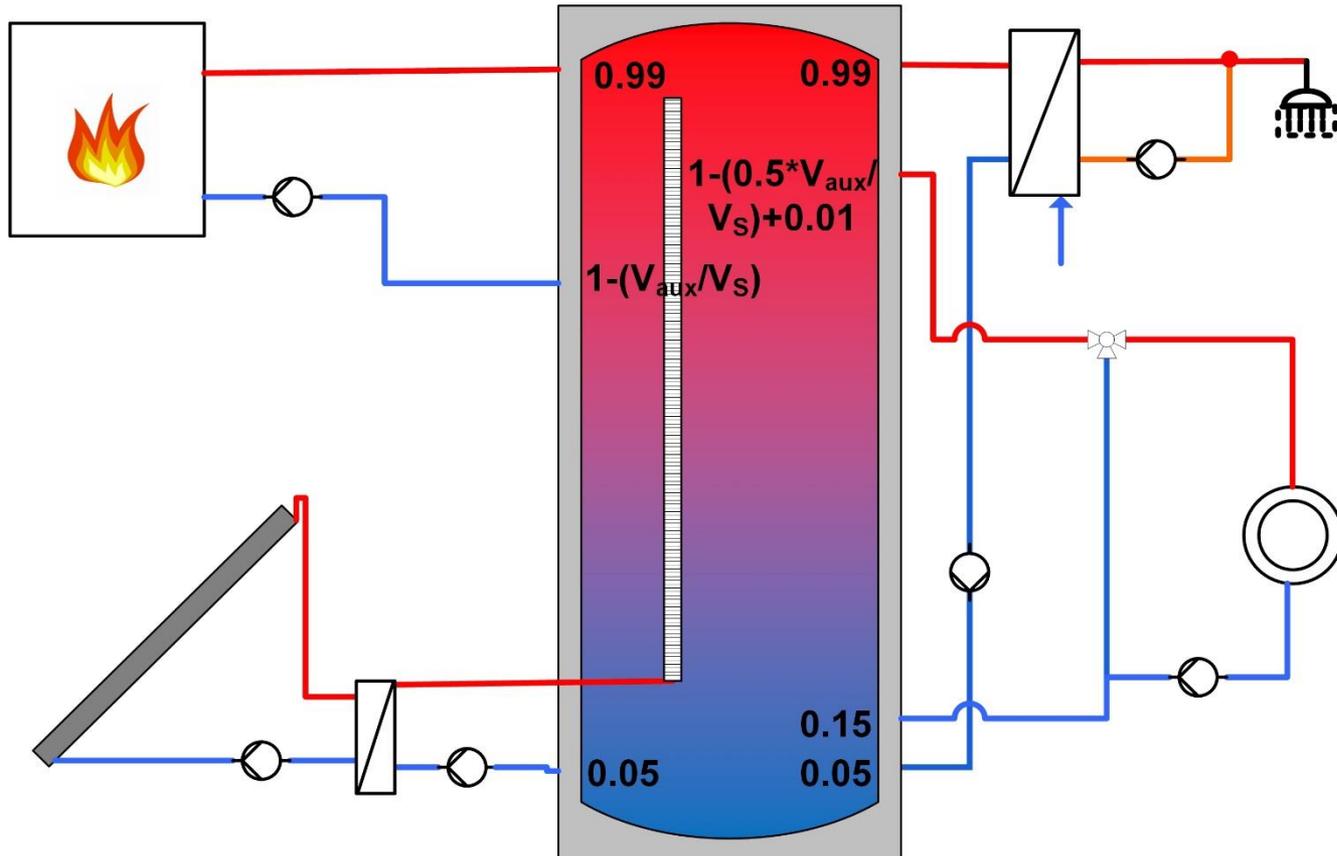
- Kollektorfläche: A_{col} 14,16 / 23,60 / 33,04 m²
- Speichervolumen: V_S 30 / 50 / 70 l/m² Kollektorfläche
- Speicherhöhe: $h_s = 0,32 \cdot V_S + 1,65$ (entspr. IEA Task 32)
- Gebäude: MFH mit 8 WE saniert

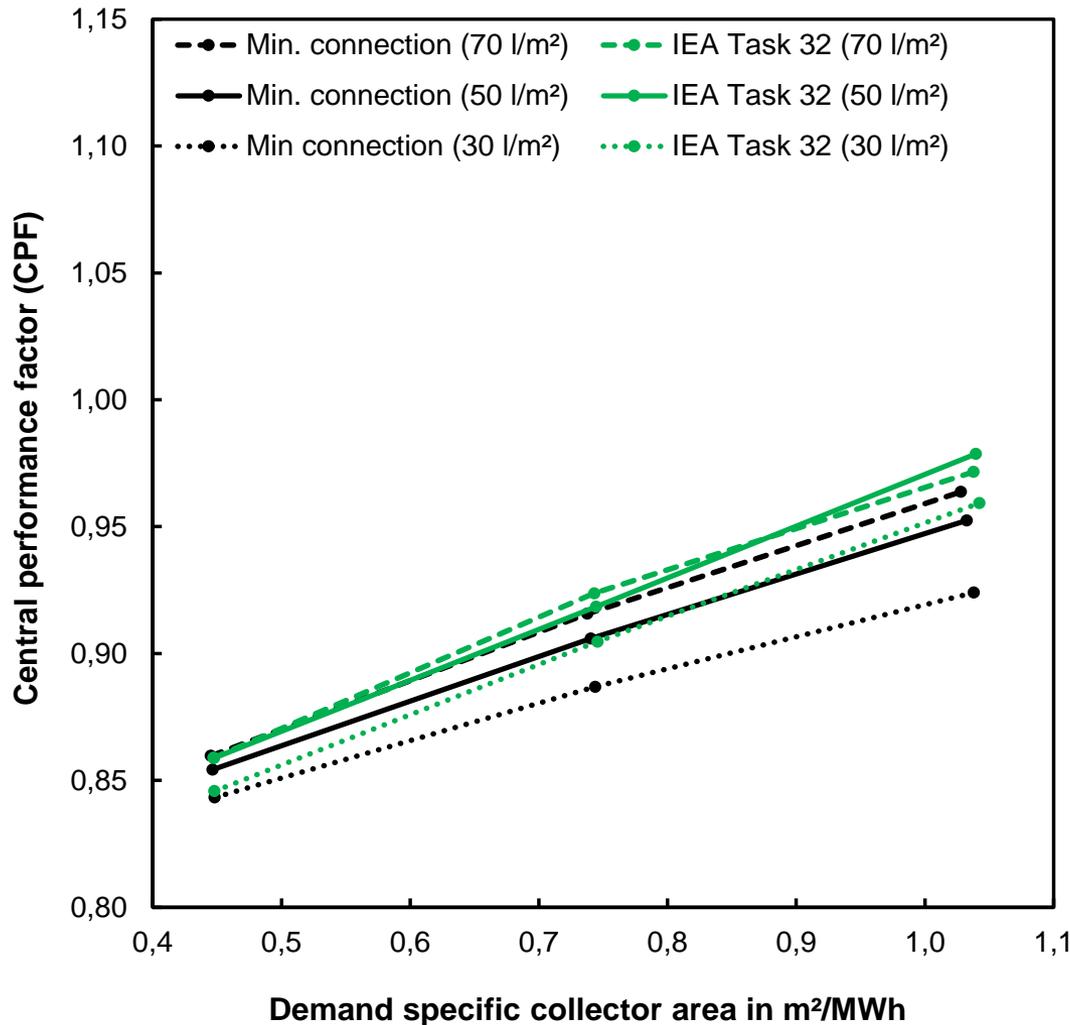
Minimale Speicheranschlusszahl

- Minimale Anzahl Speicheranschlüsse: 4



- $V_{aux} = 300$ l (Änderung zu Task, dort 200 l, da Anwendung im EFH)

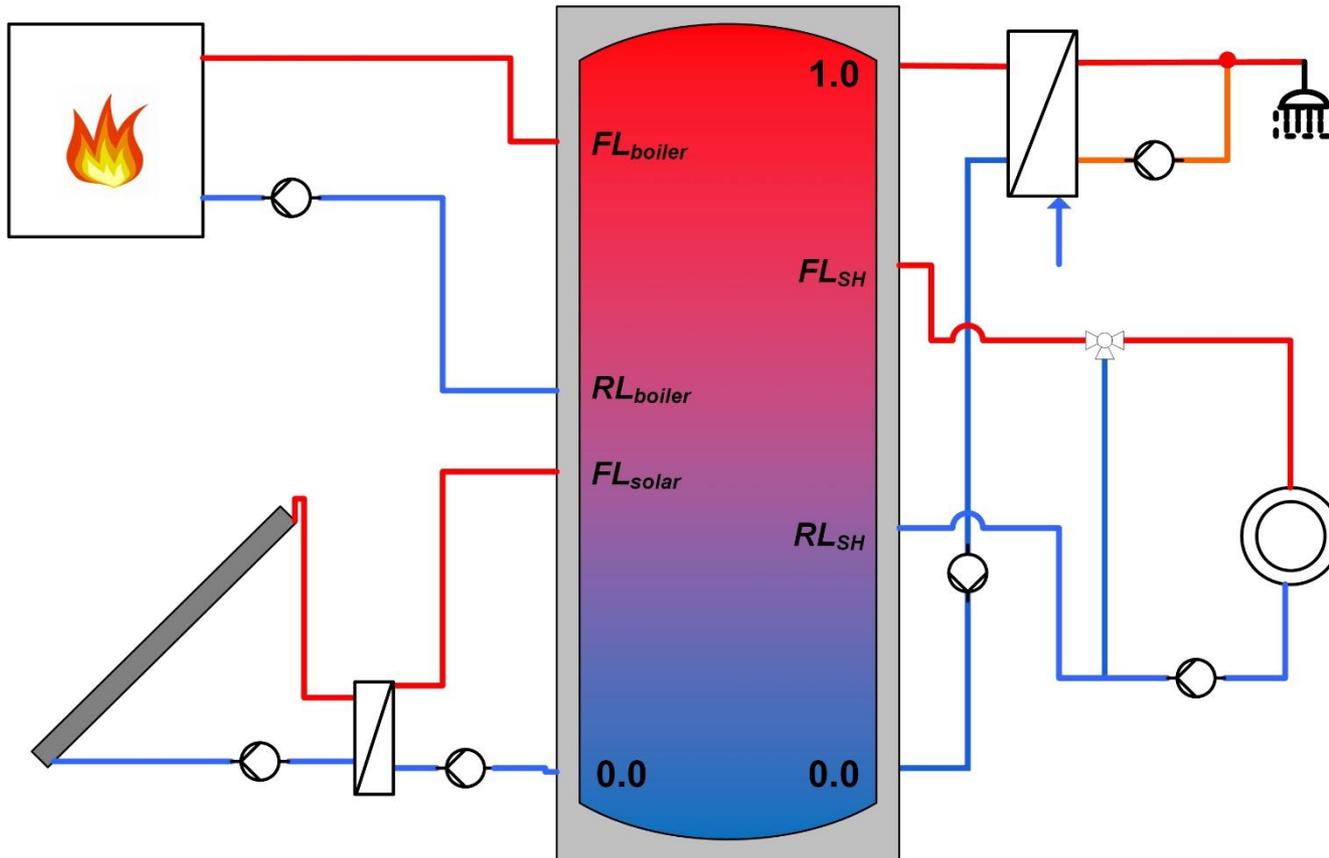




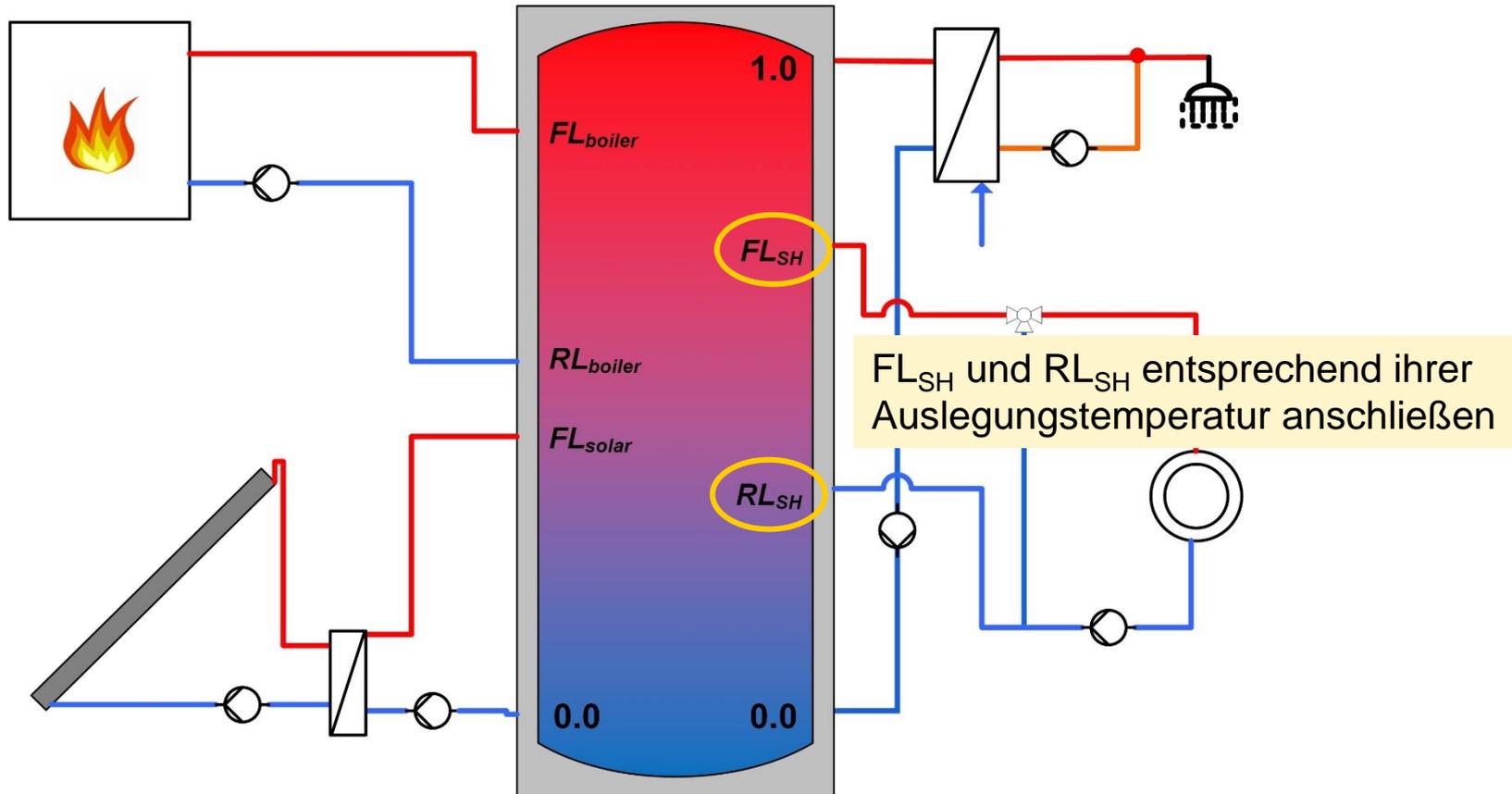
Reduzierung der Speicheranschlusszahl auf ein Minimum energetisch nicht sinnvoll!

Konfiguration: optimierte Anschlusshöhen

- Feste Anschlusshöhen: FL_{DHW} , RL_{DHW} , RL_{solar}
- Zu optimierende Anschlusshöhen: FL_{boiler} , RL_{boiler} , FL_{SH} , RL_{SH} , FL_{solar}



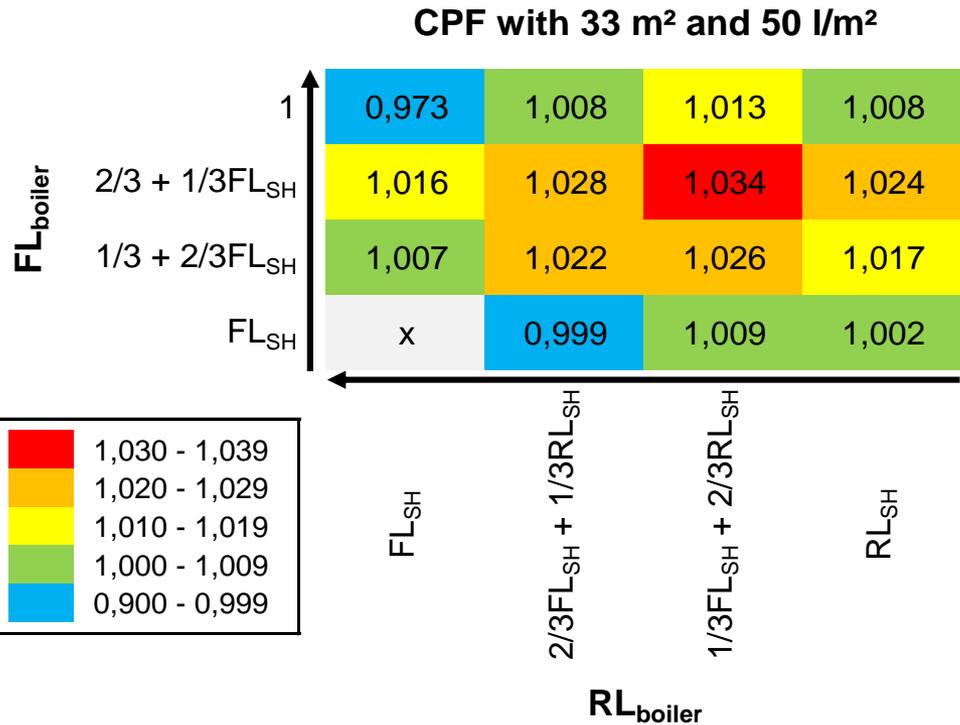
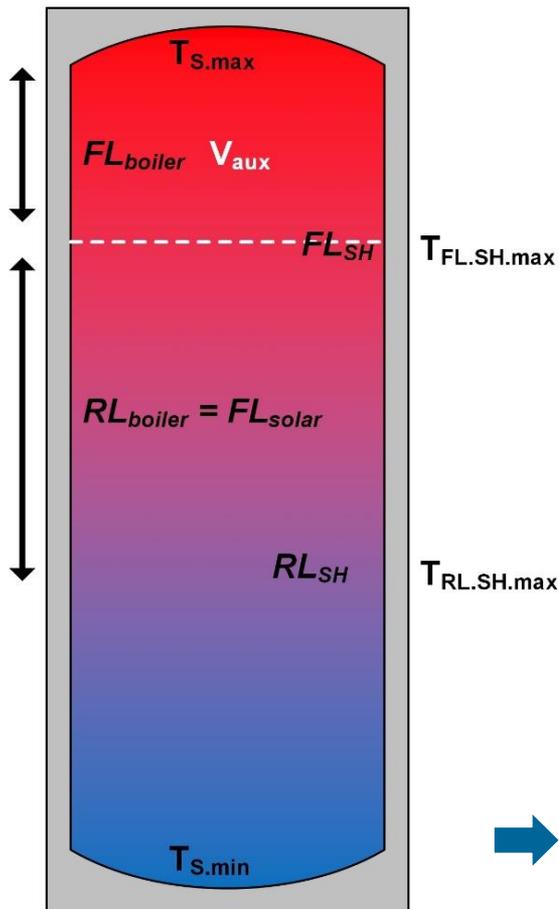
- Feste Anschlusshöhen: FL_{DHW} , RL_{DHW} , RL_{solar}
- Zu optimierende Anschlusshöhen: FL_{boiler} , RL_{boiler} , FL_{SH} , RL_{SH} , FL_{solar}



Optimierungsansatz: FL_{boiler} und RL_{boiler}



- Annahmen: $V_{aux,max} = 400 \text{ l}$ und $FL_{solar} = RL_{boiler}$



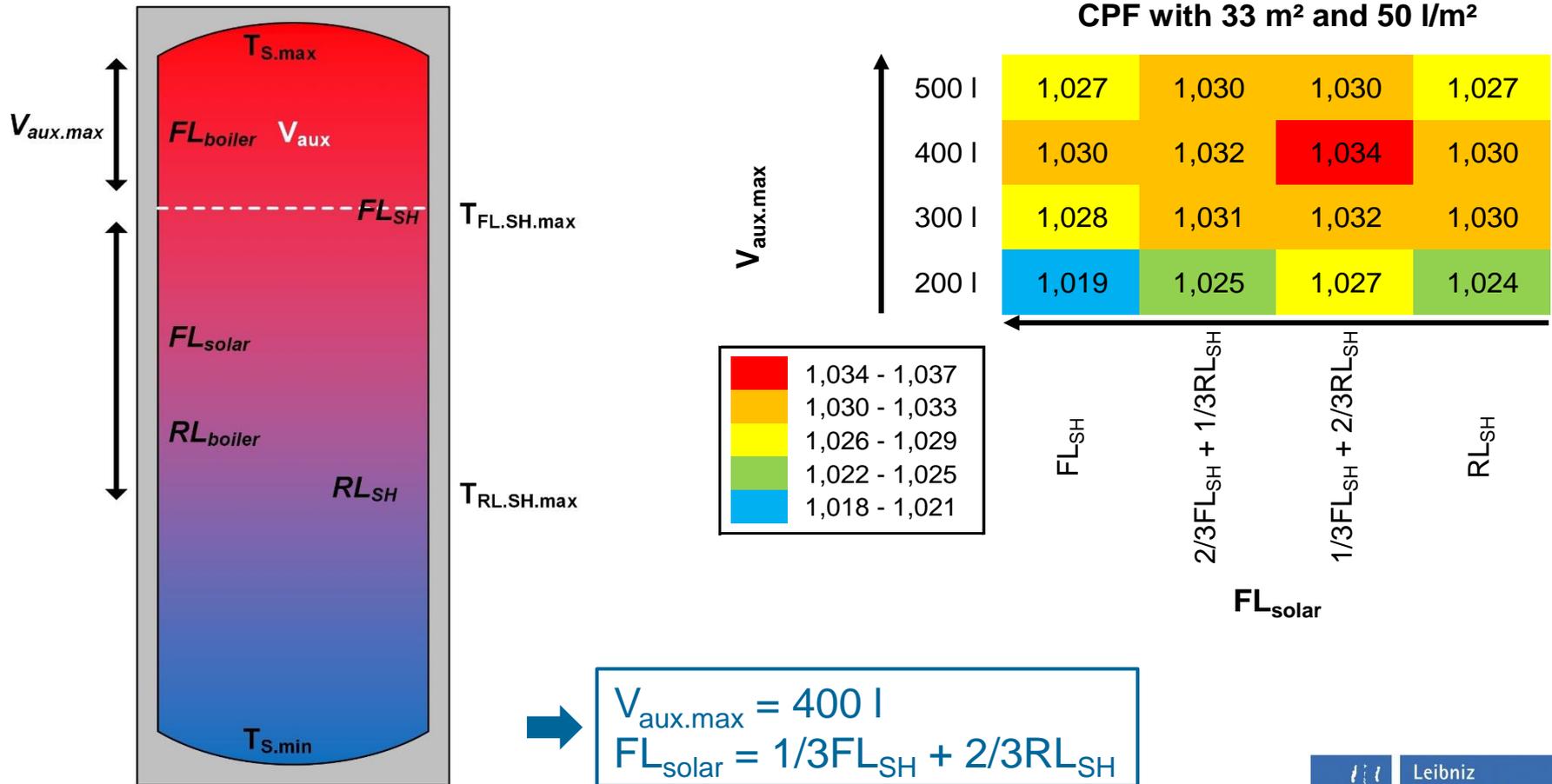
$$FL_{boiler} = 2/3 + 1/3 FL_{SH}$$

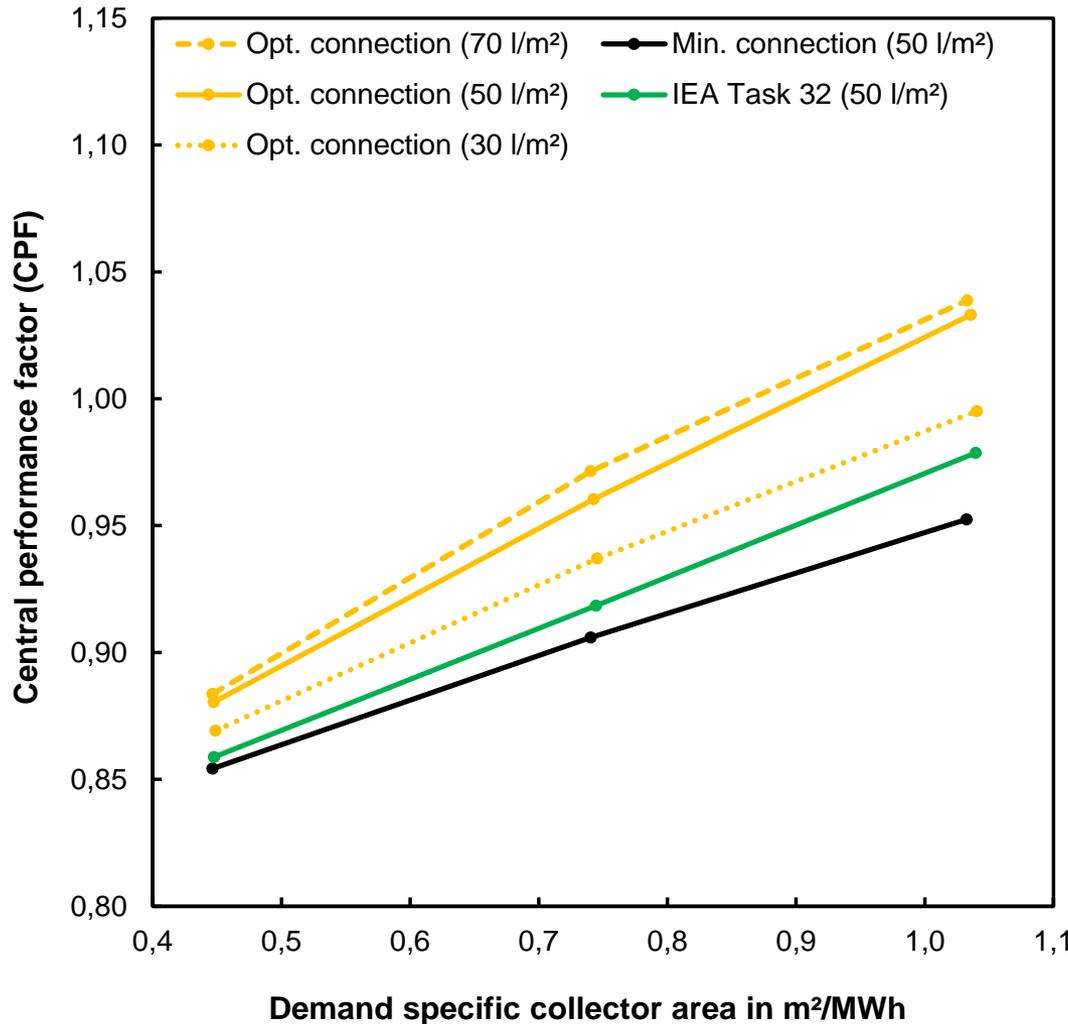
$$RL_{boiler} = 1/3 FL_{SH} + 2/3 RL_{SH}$$

Optimierungsansatz: $V_{aux.max}$ und FL_{solar}



- Fest: $FL_{boiler} = 2/3 + 1/3FL_{SH}$ und $RL_{boiler} = 1/3FL_{SH} + 2/3RL_{SH}$





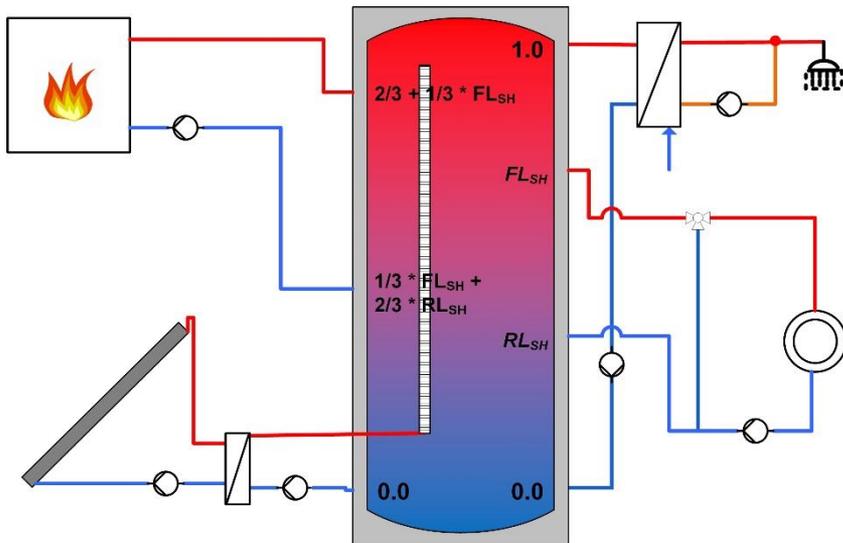
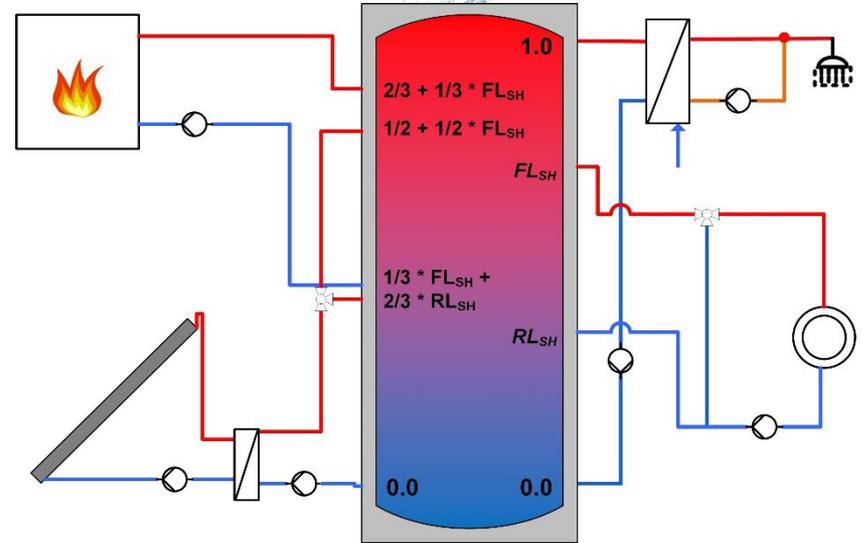
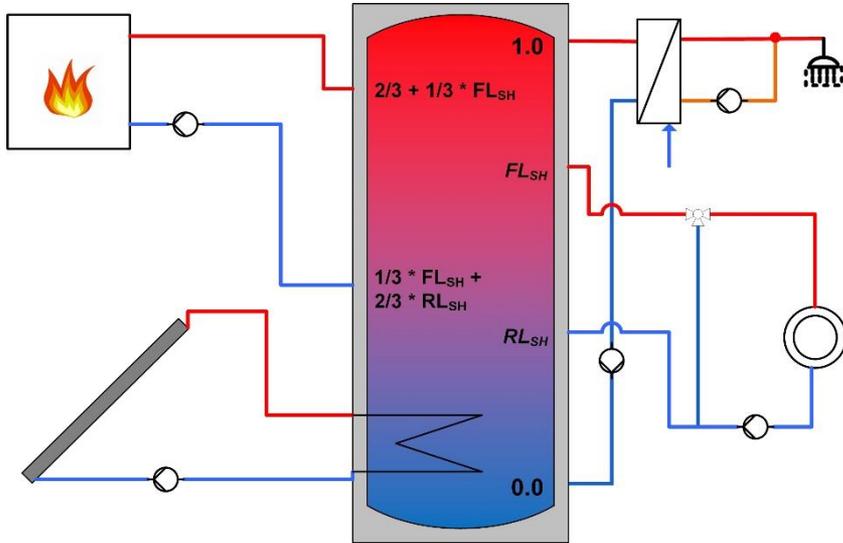
Optimierung der Speicheranschlusshöhen führt zu erheblicher Effizienzsteigerung!

Erhöhung des spez. Speichervolumens von 50 l/m² auf 70 l/m² führt zu geringer Effizienzsteigerung.

Variation ausgehend von Konfiguration “optimierte Anschlusshöhen”

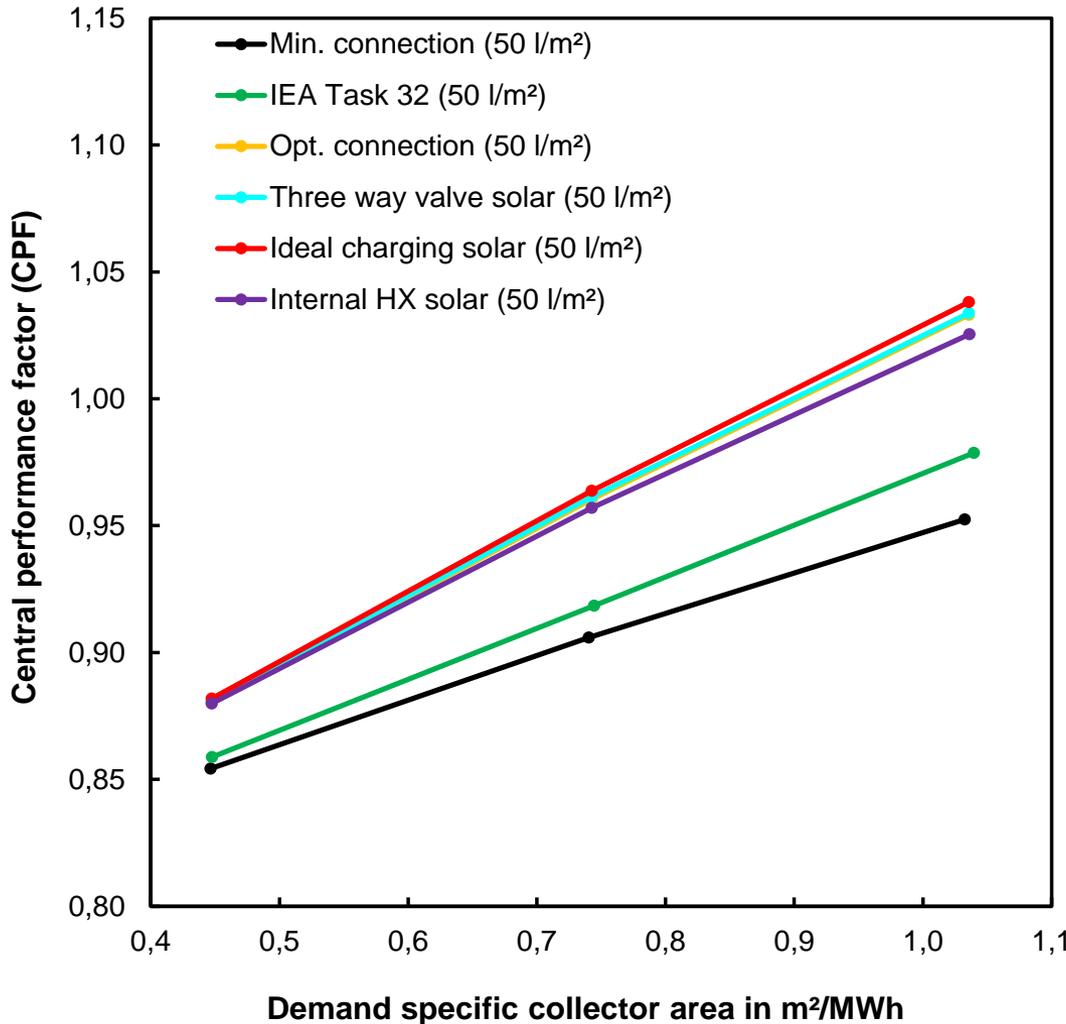
- Geschichtete Einspeisung solarer Wärme
- Zirkulationseinbindung
- Geschichtete Entnahme der Heizungswärme
- Kombinationen

Geschichtete Einspeisung solarer Wärme



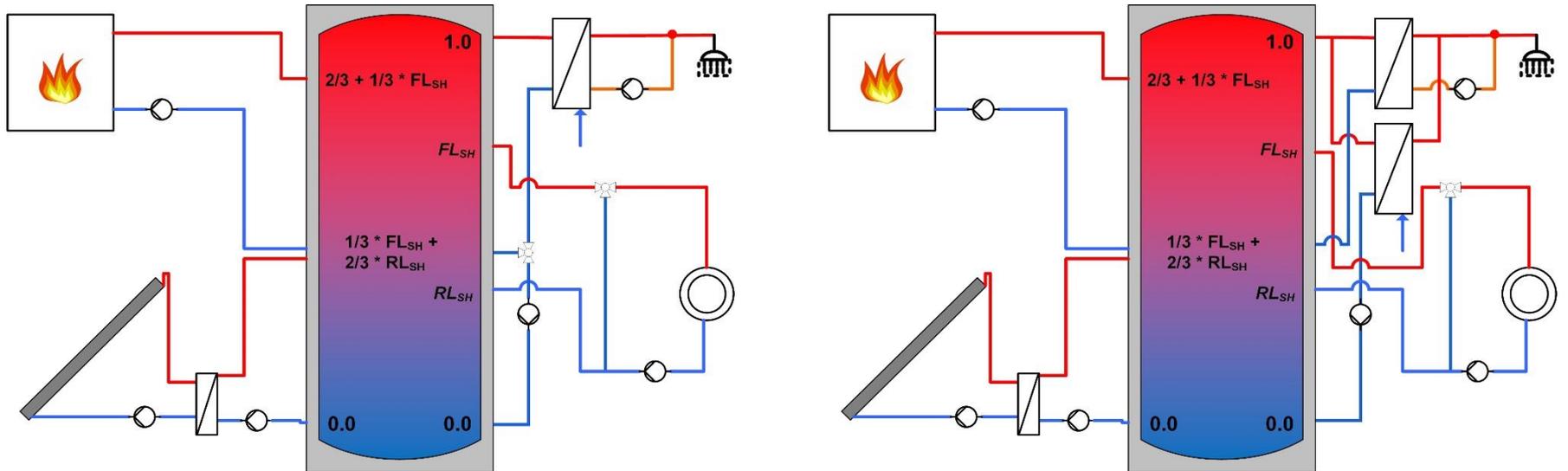
1. Interner Wärmeübertrager
2. 3-Wegeschichtventil
3. Ideale Beladelanze

Geschichtete Einspeisung solarer Wärme

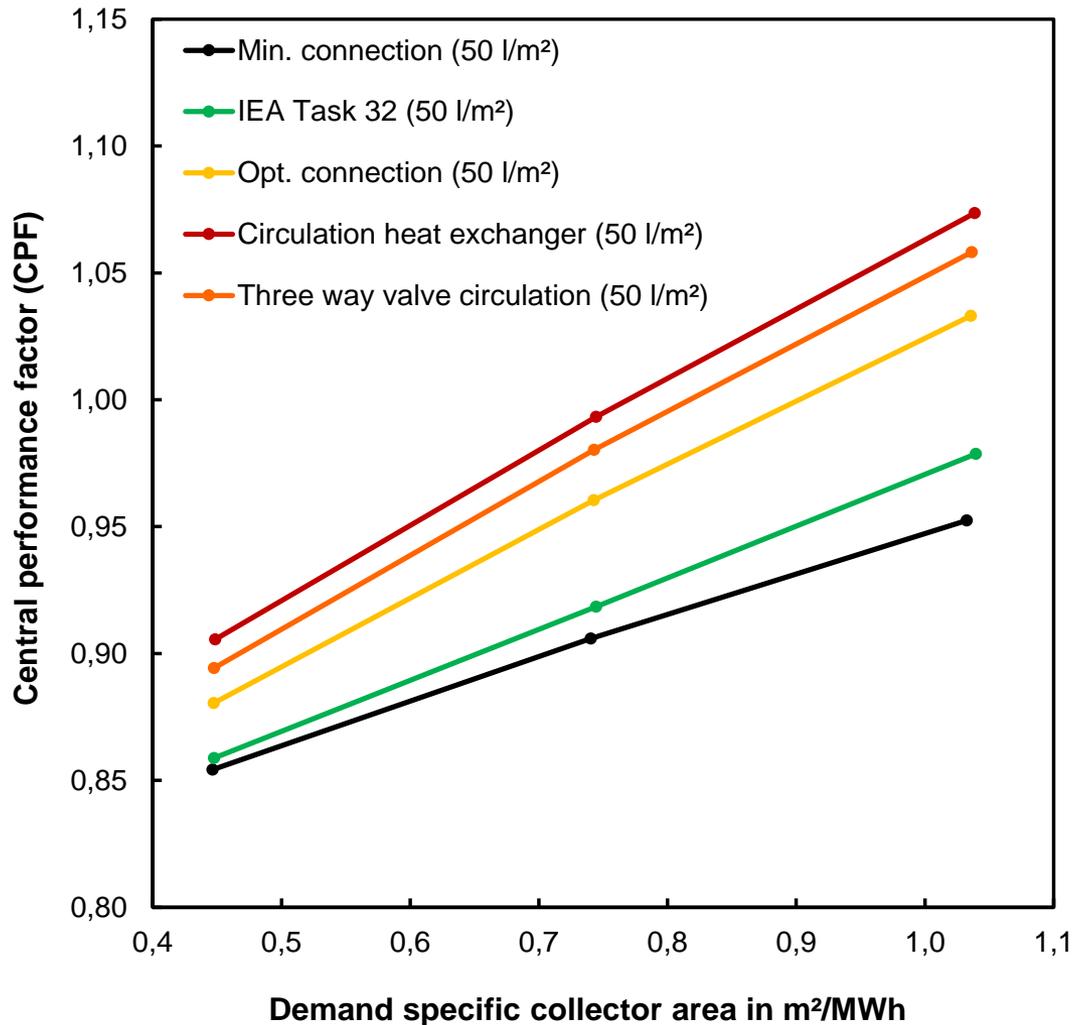


Alleinige Maßnahmen zum geschichteten Solarwärmeeintrag haben geringen Einfluss auf die Effizienz.

→ Erklärung folgt gleich...

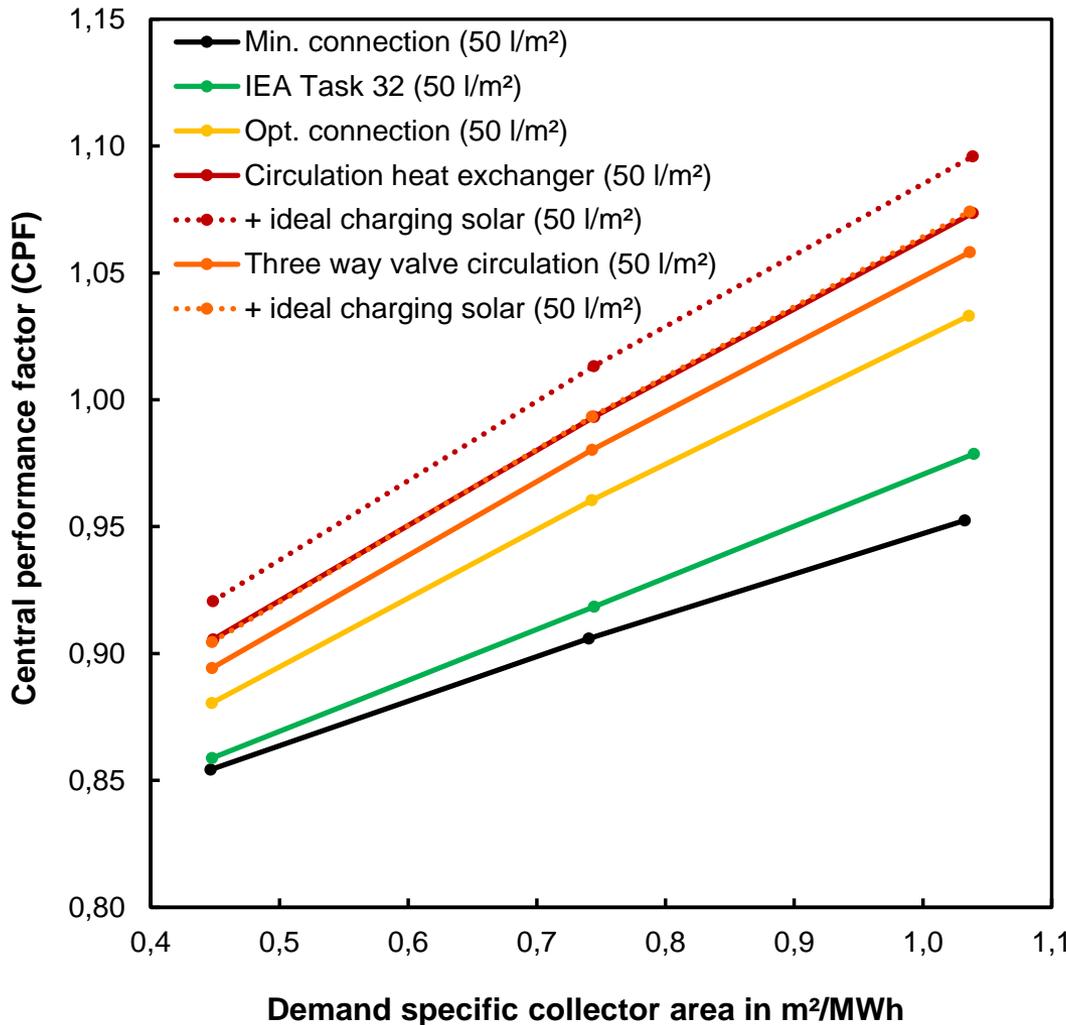


1. 3-Wegeumschaltventil
2. Zirkulations-Wärmeübertrager



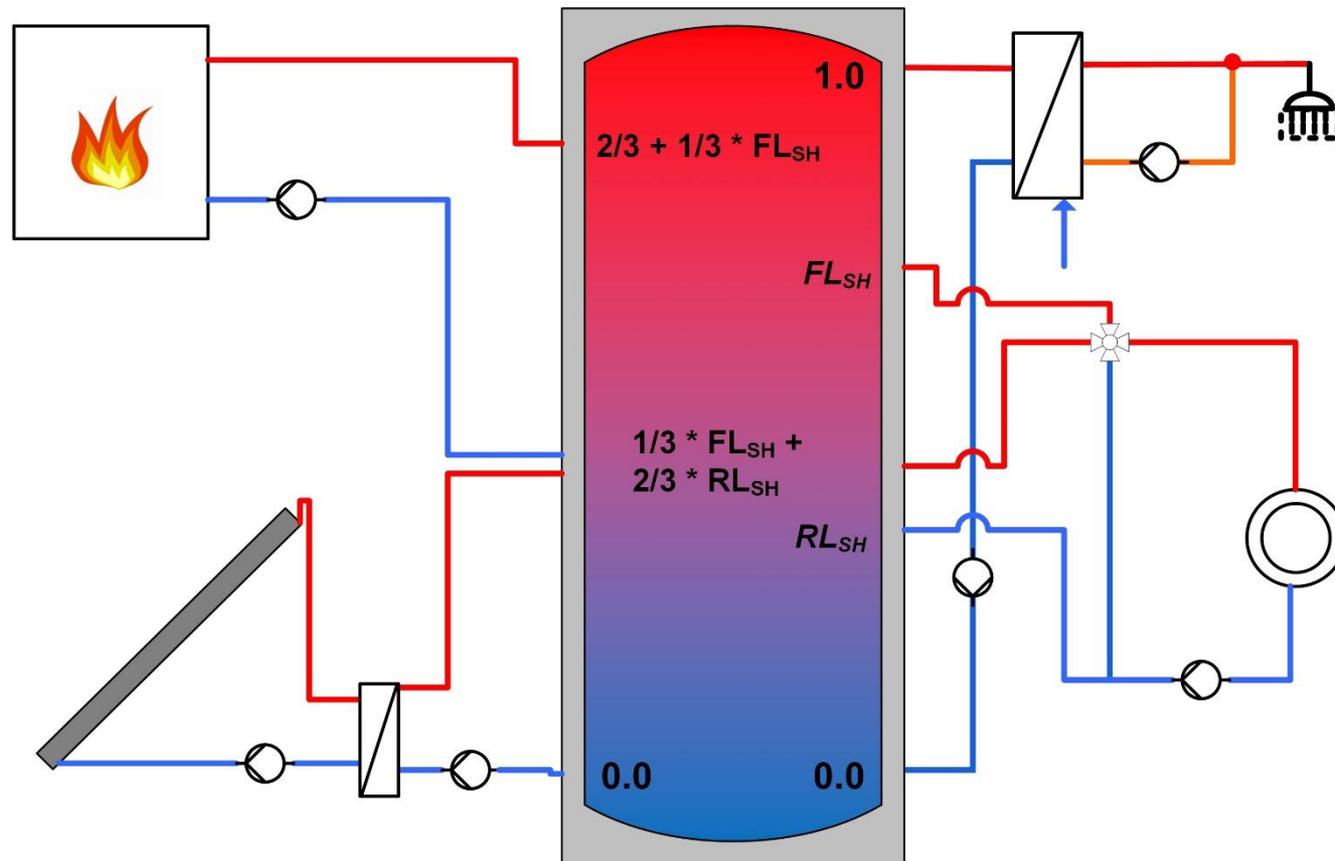
Deutliche Effizienzsteigerung durch separate Einbindung des Zirkulationsrücklaufs, da 24-stündige Zirkulation im MFH sonst zu permanenter Durchmischung des Speichers führt.

Zirkulationseinbindung in Kombination mit solarer Ladelanze

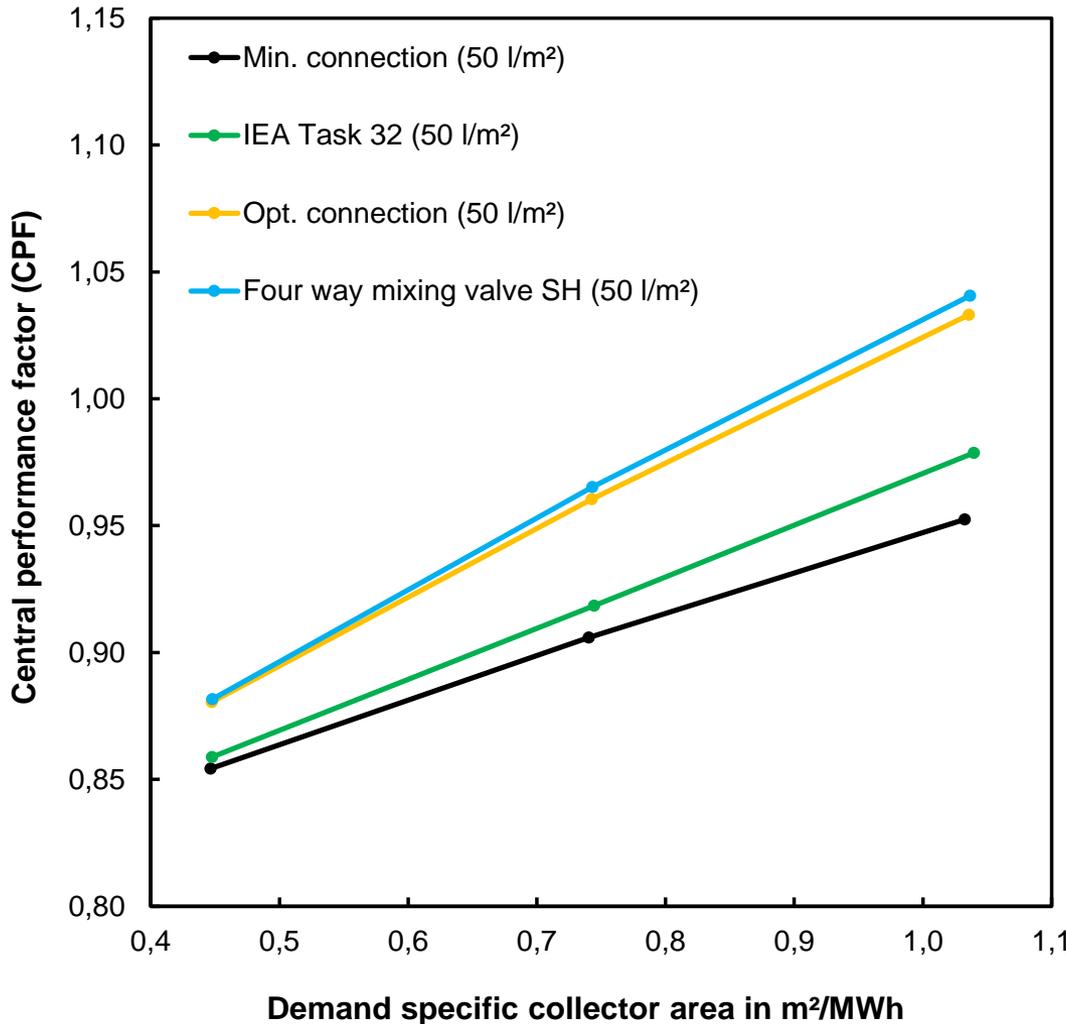


Wenn sich durch eine separate Zirkulationseinbindung eine thermische Schichtung im Speicher einstellt, dann führt auch ein geschichteter Solarwärmeeintrag zu einer Effizienzsteigerung!

Geschichtete Entnahme der Heizungswärme



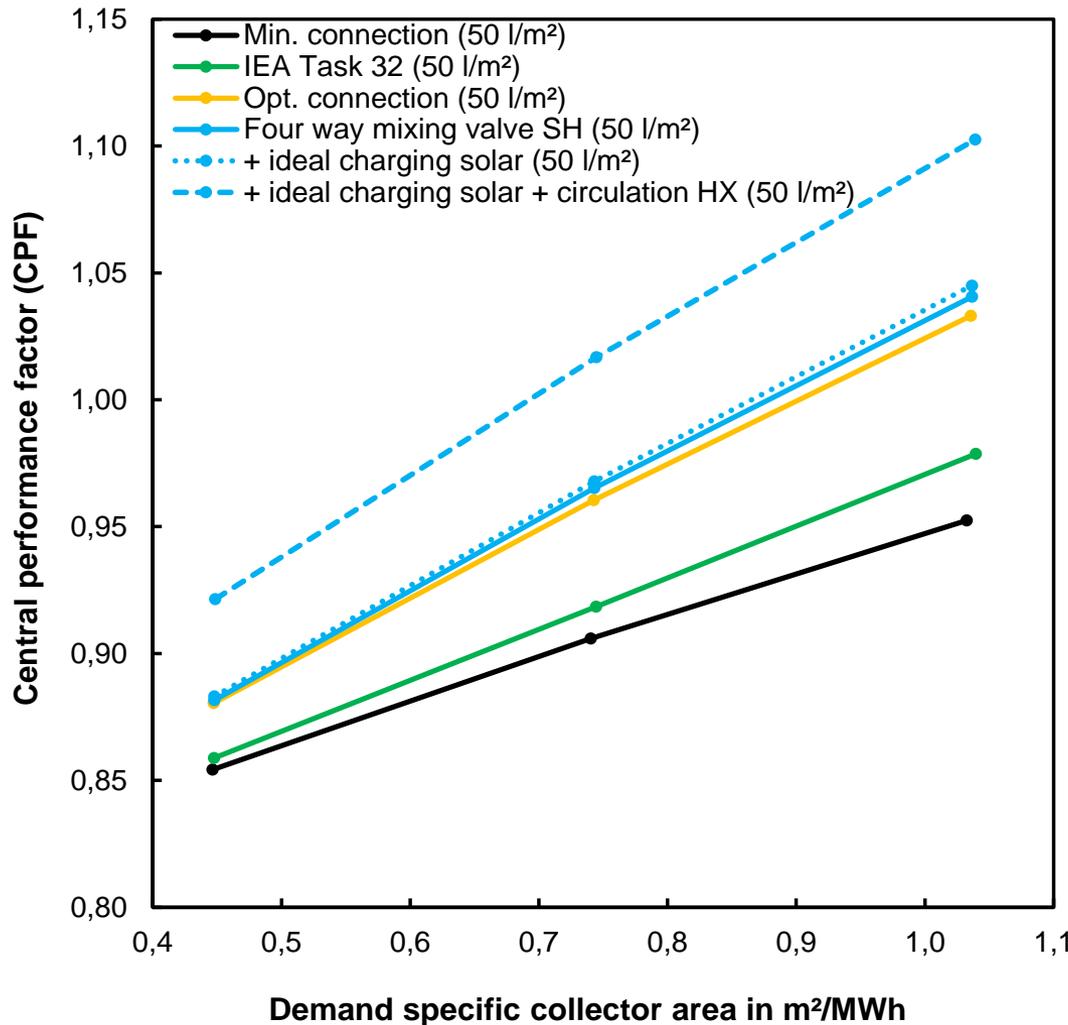
Geschichtete Entnahme der Heizungswärme



Geschichtete Entnahme der Heizungswärme als alleinige Maßnahme führt zu keiner relevanten Effizienzsteigerung.

Gründe:
Speicherdurchmischung und Optimierung der Anschlusshöhen

Geschichtete Entnahme der Heizungswärme in Kombination

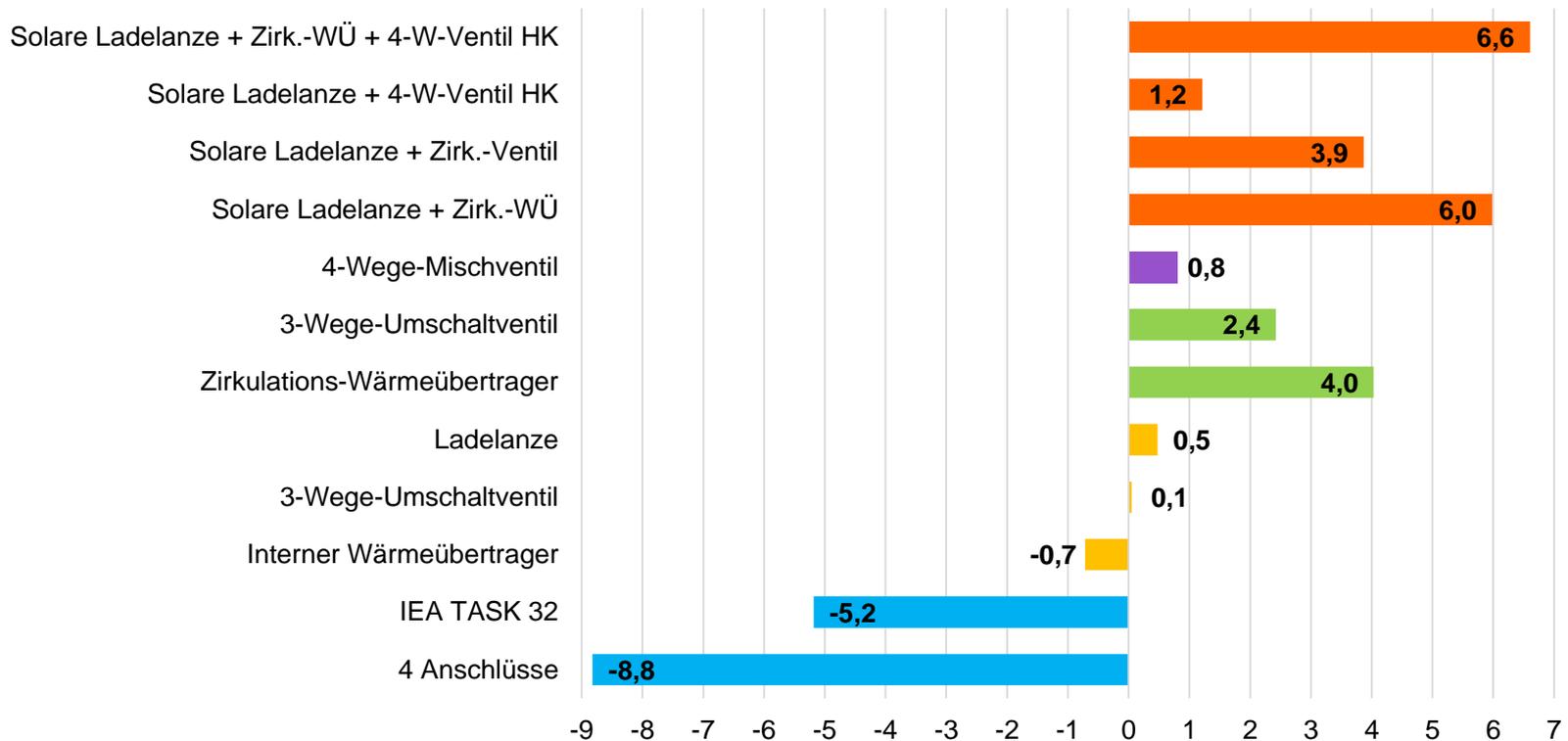


Kombination mit geschichtetem Solarwärmeeintrag führt zu keiner relevanten Effizienzsteigerung.

Weitere Kombination mit separater Zirkulationsentkopplung zeigt starken Anstieg der Effizienz

Endenergieeinsparung gegenüber optimierten Anschlusshöhen in % (bei 33m² und 50l/m²)

■ Anschlusshöhen ■ Solare Beladung ■ Zirkulationseinbindung ■ Heizkreis Entladung ■ Kombinationen

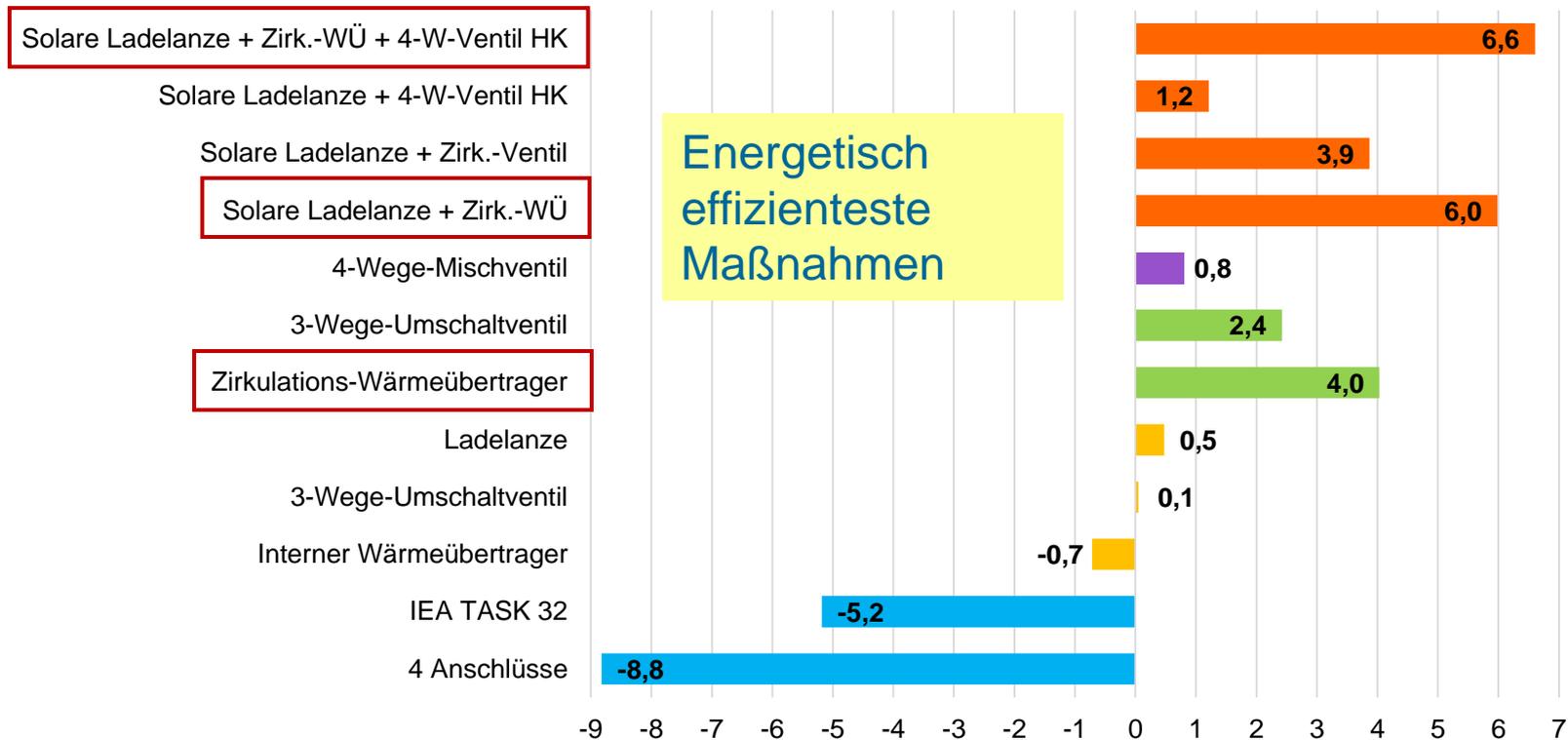


Effizienz-Vergleich: Endenergieeinsparung



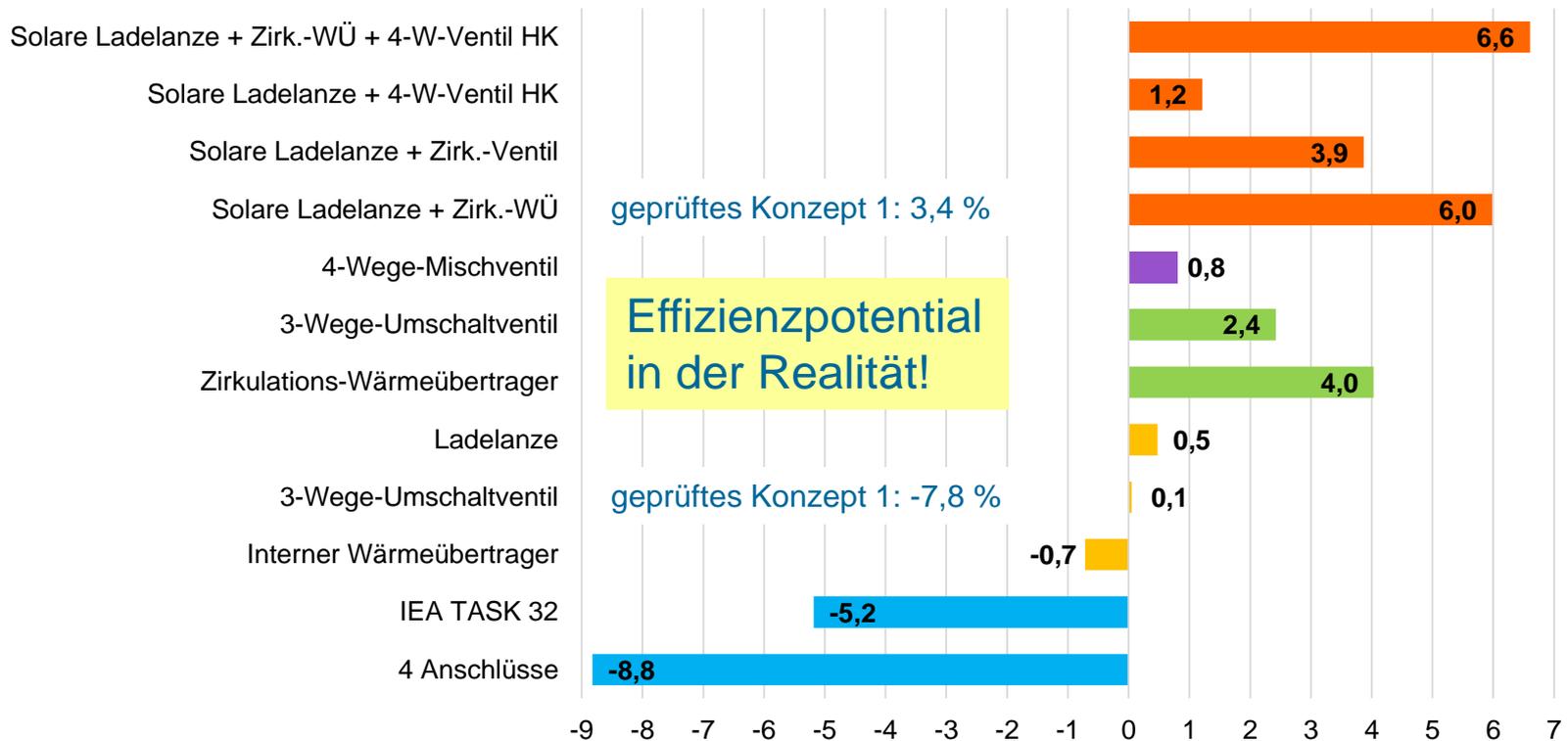
Endenergieeinsparung gegenüber optimierten Anschlusshöhen in % (bei 33m² und 50l/m²)

■ Anschlusshöhen ■ Solare Beladung ■ Zirkulationseinbindung ■ Heizkreis Entladung ■ Kombinationen



Endenergieeinsparung gegenüber optimierten Anschlusshöhen in % (bei 33m² und 50l/m²)

■ Anschlusshöhen ■ Solare Beladung ■ Zirkulationseinbindung ■ Heizkreis Entladung ■ Kombinationen



Effizienz-Vergleich: Wirtschaftlichkeitsabschätzung



Kosteneinsparpotential gegenüber der Variante "optimierte Anschlusshöhen"

- Annahmen: Gaspreis: 6,1 €-Cent/kWh, Strompreis: 29,7 €-Cent/kWh, Betrachtungszeitraum: 20 a
- alle Preise inkl. MwSt
- ! negative Annuität = jährliche Kosteneinsparung !

	Investitions- kosten	Endenergie- einsparung	Energiekosten- einsparung im 1. Jahr	Energiepreissteigerung 0%			Energiepreissteigerung 3,6%		
				Energiekosten- einsparung	Kapital- wert	Annuität	Energiekosten- einsparung	Kapital- wert	Annuität
				[€]	[€]	[€/a]	[€]	[€]	[€/a]
Solare Ladelanze + Zirk.- WÜ + 4-W-Ventil HK	1790	2039	122	2346	-556	-29,0	3502	-1712	-89,3
Solare Ladelanze + 4-W- Ventil HK	740	374	24	454	286	14,9	677	63	3,3
Solare Ladelanze + Zirk.- Ventil	665	1195	73	1400	-735	-38,3	2089	-1424	-74,2
Solare Ladelanze + Zirk.- WÜ	1500	1847	110	2115	-615	-32,0	3157	-1657	-86,4
4-W-Ventil HK	290	247	16	300	-10	-0,5	448	-158	-8,3
Zirk.-Ventil	215	748	45	871	-656	-34,2	1300	-1085	-56,6
Zirk.-WÜ	1050	1245	73	1406	-356	-18,6	2100	-1050	-54,7
Solare Ladelanze	450*	147	9	181	269	14,0	270	180	9,4
Solares Umschaltventil	215	16	2	29	186	9,7	43	172	9,0

*: geschätzter Wert

Effizienz-Vergleich: Wirtschaftlichkeitsabschätzung



Kosteneinsparpotential gegenüber der Variante "optimierte Anschlusshöhen"

- Annahmen: Gaspreis: 6,1 €-Cent/kWh, Strompreis: 29,7 €-Cent/kWh, Betrachtungszeitraum: 20 a
- alle Preise inkl. MwSt
- ! negative Annuität = jährliche Kosteneinsparung !

	Investitions- kosten	Endenergie- einsparung	Energiekosten- einsparung im 1. Jahr	Energiepreissteigerung 0%			Energiepreissteigerung 3,6%		
				Energiekosten- einsparung	Kapital- wert	Annuität	Energiekosten- einsparung	Kapital- wert	Annuität
				[€]	[€]	[€/a]	[€]	[€]	[€/a]
Solare Ladelanze + Zirk.- WÜ + 4-W-Ventil HK	1790	2039	122	2346	-556	-29,0	3502	-1712	-89,3
Solare Ladelanze + 4-W- Ventil HK	740	374	24	454	286	14,9	677	63	3,3
Solare Ladelanze + Zirk.- Ventil	665	1195	73	1400	-735	-38,3	2089	-1424	-74,2
Solare Ladelanze + Zirk.- WÜ	1500	1847	110	2115	-615	-32,0	3157	-1657	-86,4
4-W-Ventil HK	290	247	16	300	-10	-0,5	448	-158	-8,3
Zirk.-Ventil	215	748	45	871	-656	-34,2	1300	-1085	-56,6
Zirk.-WÜ									-54,7
Solare La									9,4
Solares U									9,0

Maßnahmenkombination mit hohem wirtschaftlichem Potential und robust gegenüber der Annahme einer Energiepreissteigerung!

*: geschätzter Wert

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

FKZ: 03ET1212B

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



BOSCH



VIESSMANN

Hochschule Düsseldorf
University of Applied Sciences

HSD

11
102
1004

Leibniz
Universität
Hannover