

Die LCoH-Methode zur Berechnung von Wärmegestehungskosten

Stephan Fischer

Forschungs- und Testzentrum für Solaranlagen (TZS)
Institut für Thermodynamik und Wärmetechnik (ITW)

Universität Stuttgart
Pfaffenwaldring 6, 70550 Stuttgart
E-Mail: fischer@itw.uni-stuttgart.de
Internet: www.itw.uni-stuttgart.de

Einleitung

- Wieviel kostet die kWh Solarwärme?
- Wieviel kostet die konventionell erzeugte Wärme?
- Wie ändern sich die Wärmegestehungskosten mit einem anderen Speicher, Kollektor oder System verwende?
-



Zur Beantwortung all der Fragen bedarf es eines geeigneten und einheitliches Berechnungsverfahren

LCoH – Levelised Cost of Heat

- Berechnungsverfahren zur Ermittlung der Wärmegestehungskosten (Wärmepreis) in €/kWh
- Oft angewandt im Stromsektor (LCoE)
- Findet immer mehr Verwendung im Wärmesektor (FRoNT, IEA SHC Task 52, IEA SHC Task 54, ...)
- Geeignet um alle „Kostenfragen“ zu beantworten
- Aber Vorsicht, Randbedingungen immer im Auge behalten
z. B. Lebensdauer, eingesparte Energie, etc...

LCoH – Levelised Cost of Heat Ansatz

$$LCoH = \frac{\textit{Kapitaleinsatz während der Lebensdauer}}{\textit{gelieferte bzw. eingesparte Energie}} \quad \frac{\text{€}}{\text{kWh}}$$

LCoH – Levelised Cost of Heat

abhängig von

- Investitionskosten
- Wartungs- und Betriebskosten
- Gelieferte bzw. eingesparte Energie
- Lebensdauer
- Zinssatz
- Körperschaftssteuer (nur im gewerblichen Bereich)
- Abschreibung (nur im gewerblichen Bereich)
- Restwert

LCoH – Levelised Cost of Heat

Formel

$$LCoH = \frac{I_0 + \sum_{t=1}^T \frac{C_t(1 - TR) - DEP_t \cdot TR}{(1 + r)^t} - \frac{RV}{(1 + r)^T}}{\sum_{t=1}^T \frac{E_t}{(1 + r)^t}} \quad \frac{\text{€}}{\text{kWh}}$$

Investitionskosten (€) → I_0
 Wartungs- und Betriebskosten (€/a) → C_t
 Körperschaftsteuer (%) → TR
 Abschreibung (€/a) → DEP_t
 Restwert (€) → RV
 Betrachtungszeitraum (Jahre) → T
 Wärme bzw. eingesparte Energie (kWh/a) → E_t
 Zinssatz (%/a) → r

LCoH – Levelised Cost of Heat

Vereinfachungen in der IEA SHC Task 54

- Zinssatz = 0 %
- Körperschaftssteuer = 0 €/a
- Abschreibung = 0 €/a
- Restwert = 0 €

LCoH – Levelised Cost of Heat Formel

Investitionskosten (€)

Wartungs und
Betriebskosten (€/a)

$$LCoH = \frac{I_0 + \sum_{t=1}^T C_t}{\sum_{t=1}^T E_t} \quad \frac{\text{€}}{\text{kWh}}$$

Betrachtungszeitraum
(Jahre)

Wärme bzw. eingesparte
Energie (kWh/a)

LCoH im Rahmen der IEA SHC Task 54

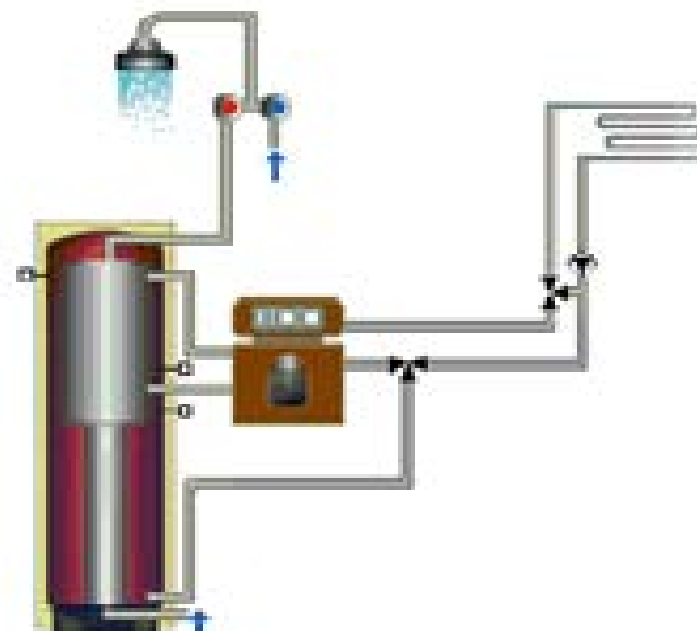
- Definition von Referenzanlagen (technisch sowie preislich)
- Ermittlung des benötigten Brennstoffs bzw. der Brennstoffeinsparung durch TRNSYS/TSOL Simulation
- Ermittlung der Wärmepreise mit LCoH Methode
- Optimierung der Referenzanlagen in Bezug auf Kosten und/oder Leistungsfähigkeit
- Einführung neuer Systeme und Vergleich mit Referenzanlage

Konventionelle Referenzanlage (Einfamilienhaus) Österreich

- 12 kW Ölbrenner mit 120 l Warmwasserspeicher

Investitionskosten [€]	7.560
Jährlicher Brennstoffbedarf [kWh/a]	17.661
Eingesparter Brennstoff [kWh/a]	-
Jährliche Wartungs- und Betriebskosten [€]	1.363
LCoH_{konv} [€/kWh]	0,097

Alle Kosten ohne UST.



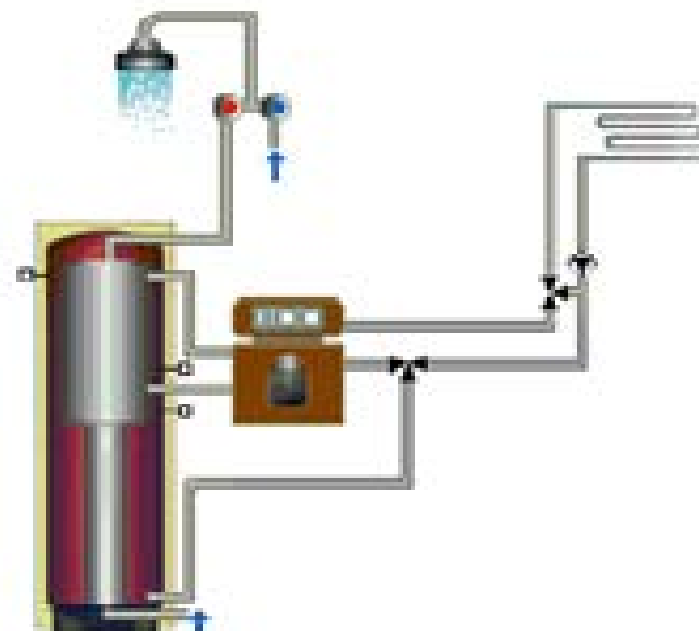
Quelle: AEE Intec.

Konventionelle Referenzanlage (Mehrfamilienhaus) Österreich

- 52 kW Ölbrenner mit 1600 l Warmwasserspeicher

Investitionskosten [€]	18.500
Jährlicher Brennstoffbedarf [kWh/a]	181.896
Eingesparter Brennstoff [kWh/a]	-
Jährliche Wartungs- und Betriebskosten [€]	12.388
LCoH_{konv} [€/kWh]	0,072

Alle Kosten ohne UST.



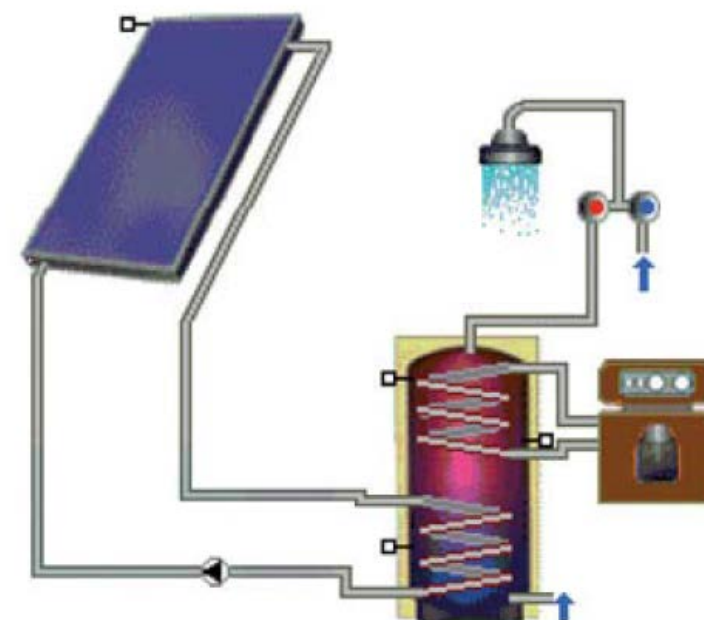
Quelle: AEE Intec.

Referenzanlage zur solare Trinkwassererwärmung (Einfamilienhaus) Österreich

- 6 m² (Apertur) Flachkollektor, 300 l Speicher, 12 kW Ölbrenner

Investitionskosten [€]	5.025
Jährlicher Brennstoffbedarf [kWh/a]	13.436
Eingesparter Brennstoff [kWh/a]	2.594
Jährliche Wartungs- und Betriebskosten [€]	108
LCoH_{sol} [€/kWh]	0.119

Alle Kosten ohne UST.



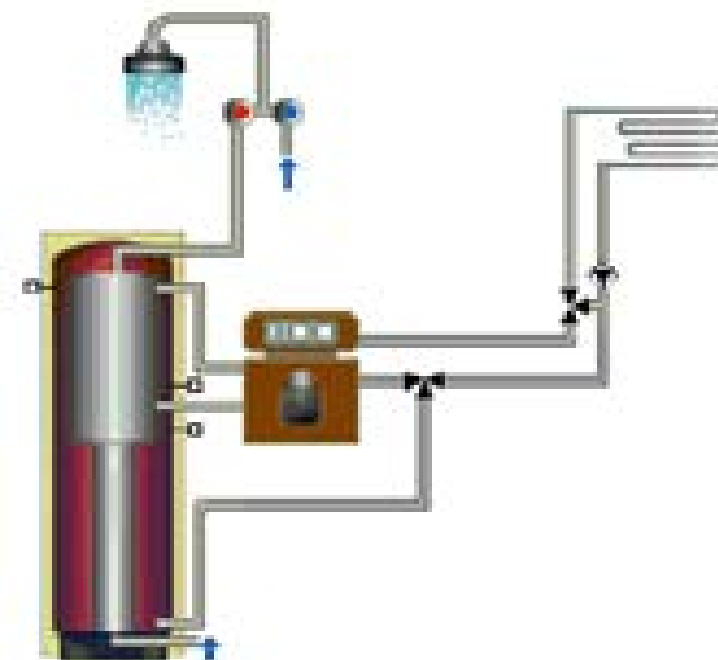
Quelle: AEE Intec.

Referenz Kombianlage (Einfamilienhaus) Österreich

- 16 m² (Apertur) Flachkollektor, 1500 l Speicher
12 kW Ölbrenner

Investitionskosten [€]	10.375
Jährlicher Brennstoffbedarf [kWh/a]	12.499
Eingesparter Brennstoff [kWh/a]	4.142
Jährliche Wartungs- und Betriebskosten [€]	214
LCoH_{sol} [€/kWh]	0.152

Alle Kosten ohne UST.



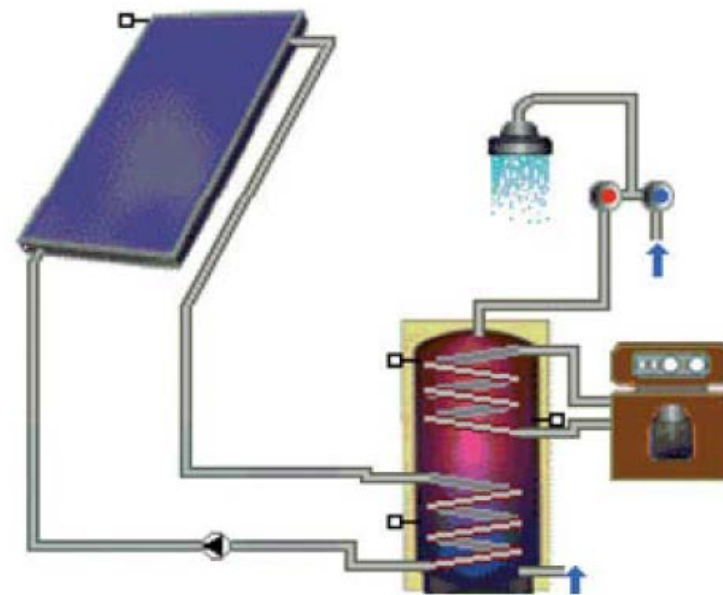
Quelle: AEE Intec.

Referenz zur solaren Trinkwassererwärmung (Mehrfamilienhaus) Österreich

- 50 m² (Apertur) Flachkollektor, 4000 l Speicher
52 kW Ölbrenner

Investitionskosten [€]	26.740
Jährlicher Brennstoffbedarf [kWh/a]	153.165
Eingesparter Brennstoff [kWh/a]	28.732
Jährliche Wartungs- und Betriebskosten [€]	551
LCoH_{sol} [€/kWh]	0.056

Alle Kosten ohne UST.



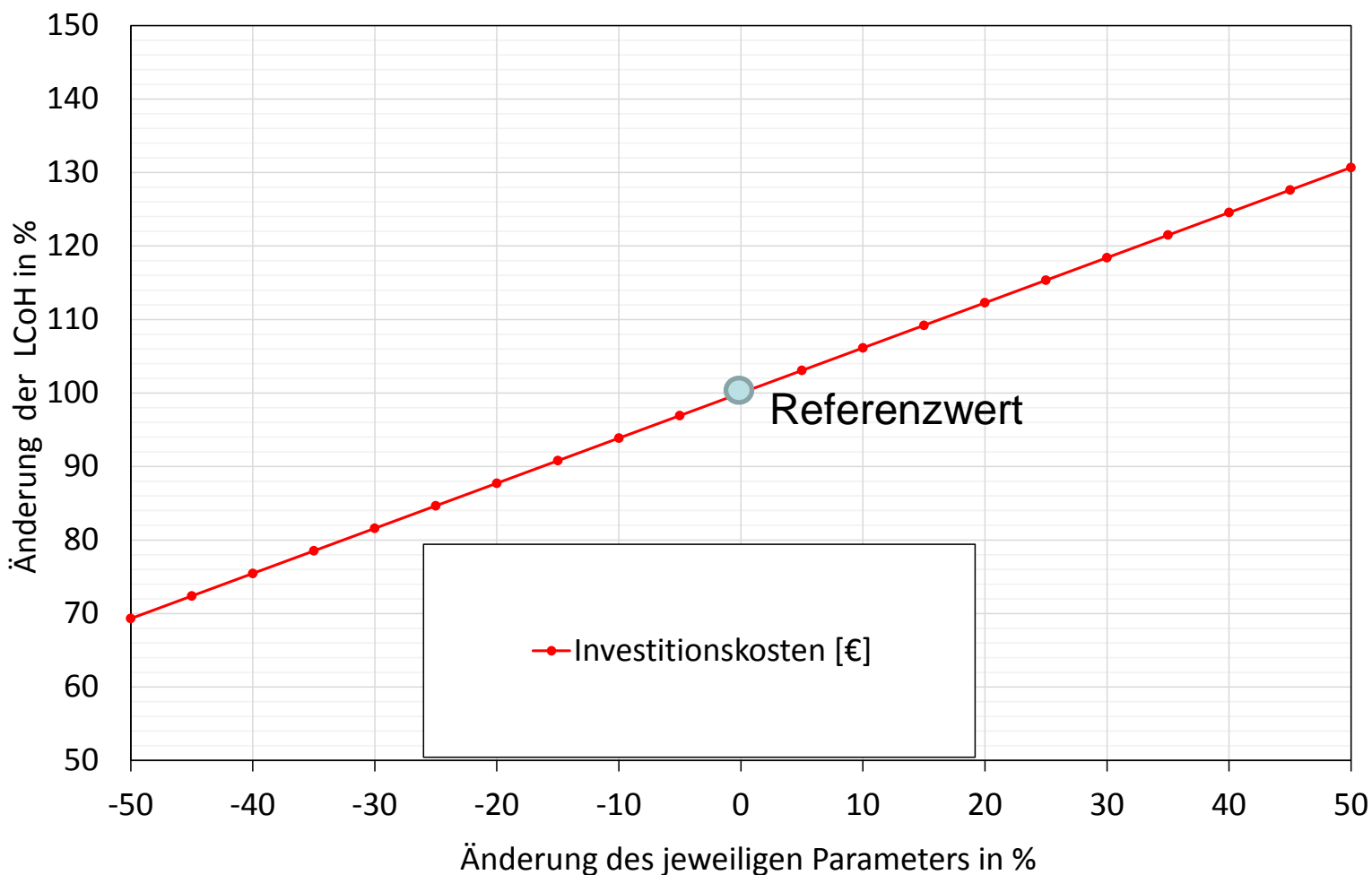
Quelle: AEE Intec.

Vergleich Wärmepreise Österreich

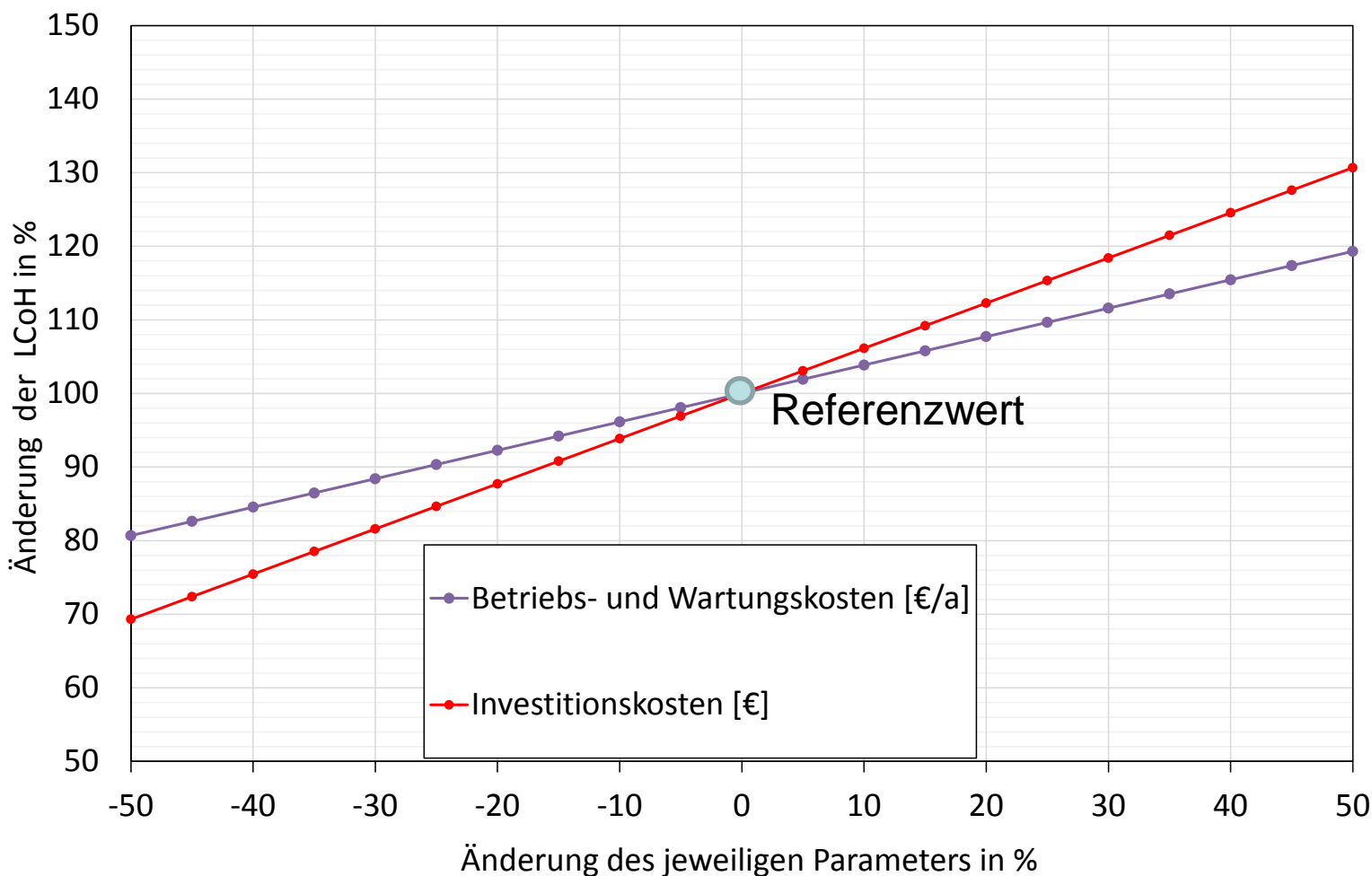
	LCoH _{sol} [€]	LCoH _{konv} [€]	LCoH _{ges} [€]
Konventionelle Referenzanlage (Einfamilienhaus)	-	0.097	0.097
Konventionelle Referenzanlage (Mehrfamilienhaus)	-	0.072	0.072
Referenzanlage zur solaren Trinkwas- sererwärmung (Einfamilienhaus)	0.119	0.105	0.107
Referenz Kombianlage (Einfamilienhaus)	0.152	0.109	0.120
Referenzanlage zur solaren Trinkwas- sererwärmung (Mehrfamilienhaus)	0.056	0.073	0.071

Alle Kosten ohne UST.

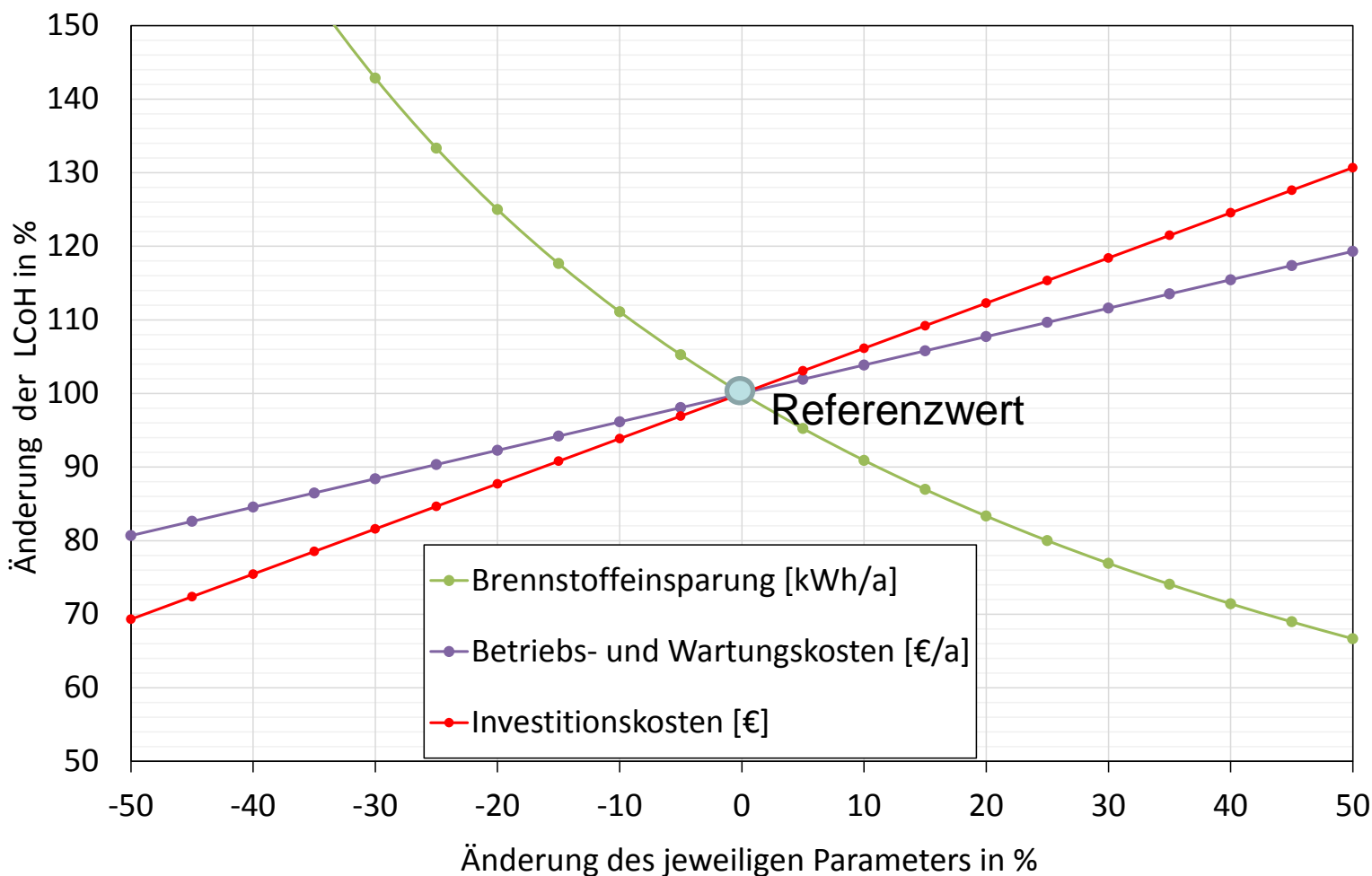
Sensitivitätsanalyse solare Trinkwassererwärmung Deutschland



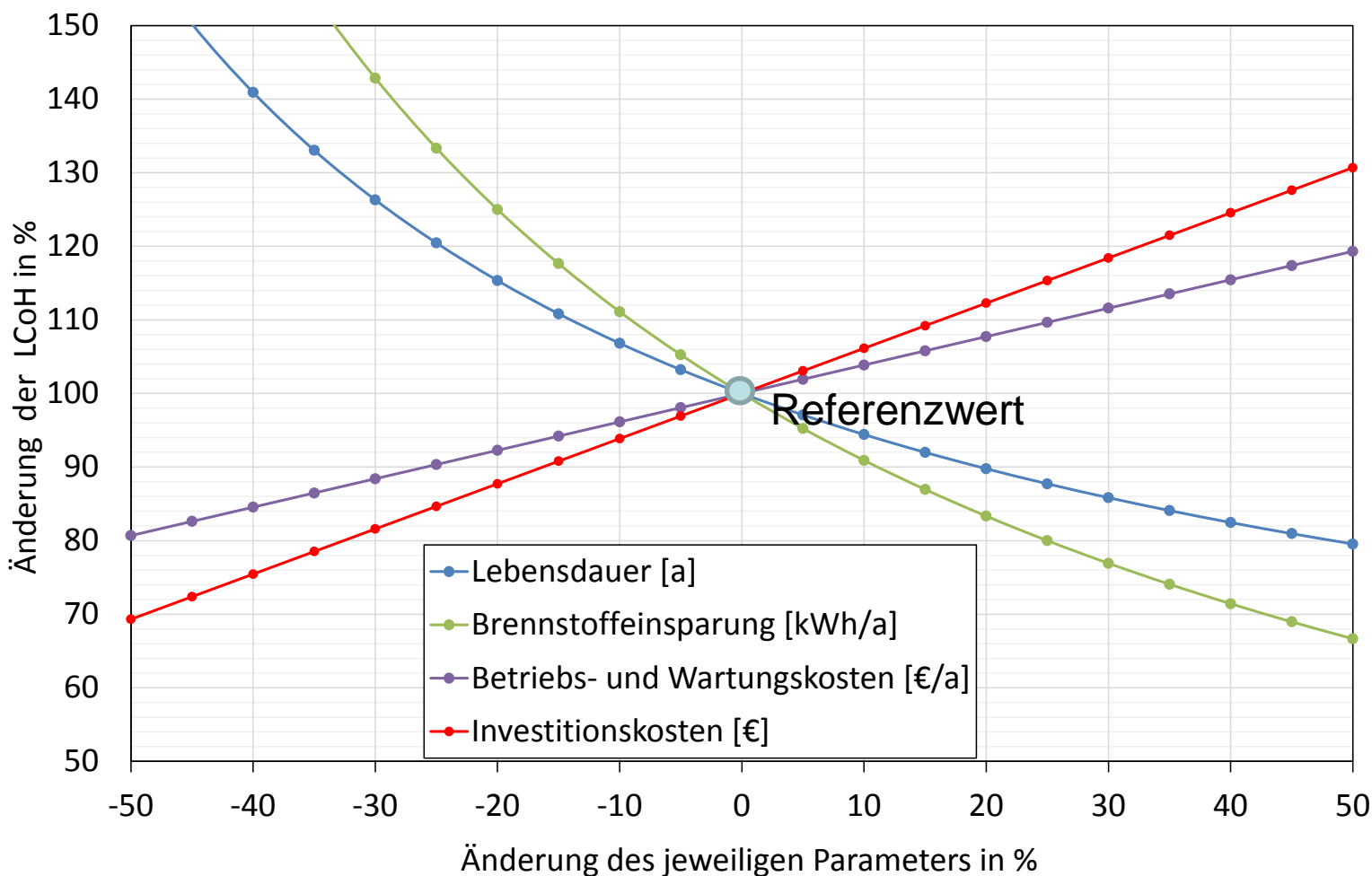
Sensitivitätsanalyse solare Trinkwassererwärmung Deutschland



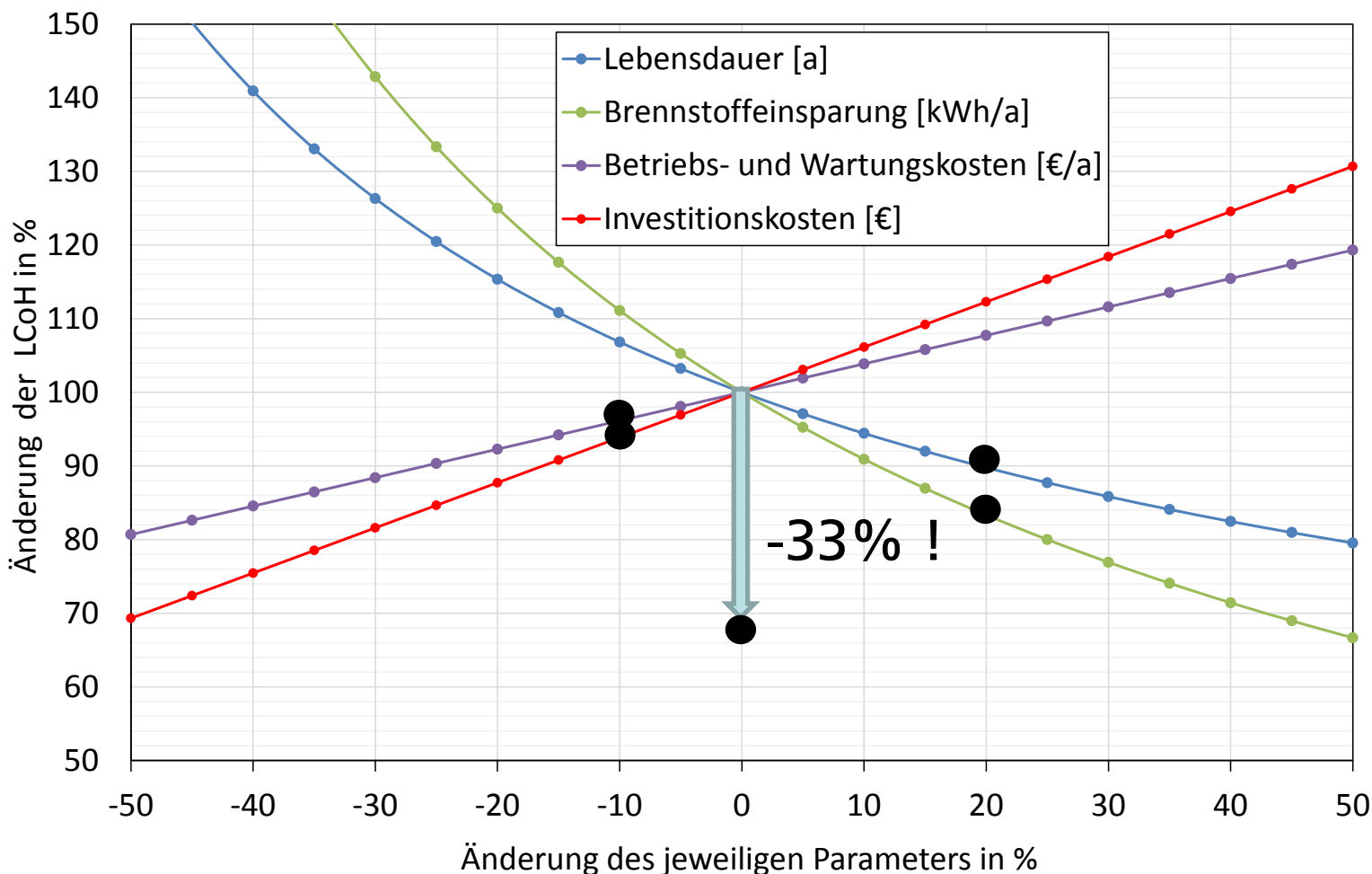
Sensitivitätsanalyse solare Trinkwassererwärmung Deutschland



Sensitivitätsanalyse solare Trinkwassererwärmung Deutschland



Sensitivitätsanalyse solare Trinkwassererwärmung Deutschland



Effizienzsteigerung der solare Trinkwasseranlage

Referenzanlage / Änderungen	Investitionskosten [%]	f_{sav} [%]	Brennstoffeinsparung [kWh/a]	$LCoH_{sol}$ [%]
Referenzanlage	100	40	2226	100
Mikrozirkulationsbremse für Warmwasseranschluss	101	42	2337	96
Speicher Effizienzlabel „C“	101	43.1	2395	94
Speicher Effizienzlabel „B“	104	45.7	2539	91
Speicher Effizienzlabel „A“	107	47.5	2641	88
Leistungsfähiger Kollektor	103	45,1	2508	90
Speicher Effizienzlabel „B“ + leistungsfähiger Kollektor	107	50,7	2818	82
Speicher Effizienzlabel „B“ + leistungsfähiger Kollektor + 25 Jahre Lebensdauer	107	50,7	2818	72

Zusammenfassung und Ausblick

- LCoH Verfahren innerhalb IEA SHC Task 54 als Berechnungsverfahren eingeführt
- Sehr gute Methode zum Vergleich unterschiedlicher Energieerzeuger
- Sehr gute Methode zur Ermittlung des Einflusses von Änderungen innerhalb einer Anlage auf den Wärmepreis
- Wichtig für die Vergleichbarkeit:

Alle Annahmen angeben!!!

Vielen Dank und für Ihre Aufmerksamkeit

Institut für Thermodynamik und Wärmetechnik ITW
Forschungs- und Testzentrum für Solaranlagen TZS

Stephan Fischer

fischer@itw.uni-stuttgart.de

www.itw.uni-stuttgart.de