ROTATION HEAT PUMP

ecop

OST

Ostschweizer Fachhochschule

Vergleich der Rotationswärmepumpe mit konventionellen Kompressionswärmepumpen in industriellen Prozessen

Andreas LÄNGAUER[1], Bernhard ADLER[1], Cordin Arpagaus[2], Frédéric Bless [2], Stefan Bertsch [2]

[1]ecop Technologies GmbH, Vienna, 1230, Austria, office@ecop.at

[2] OST – Ostschweizer Fachhochschule, Institut für Energiesysteme, Werdenbergstrasse 4, CH-9471 Buchs, Schweiz

Agenda

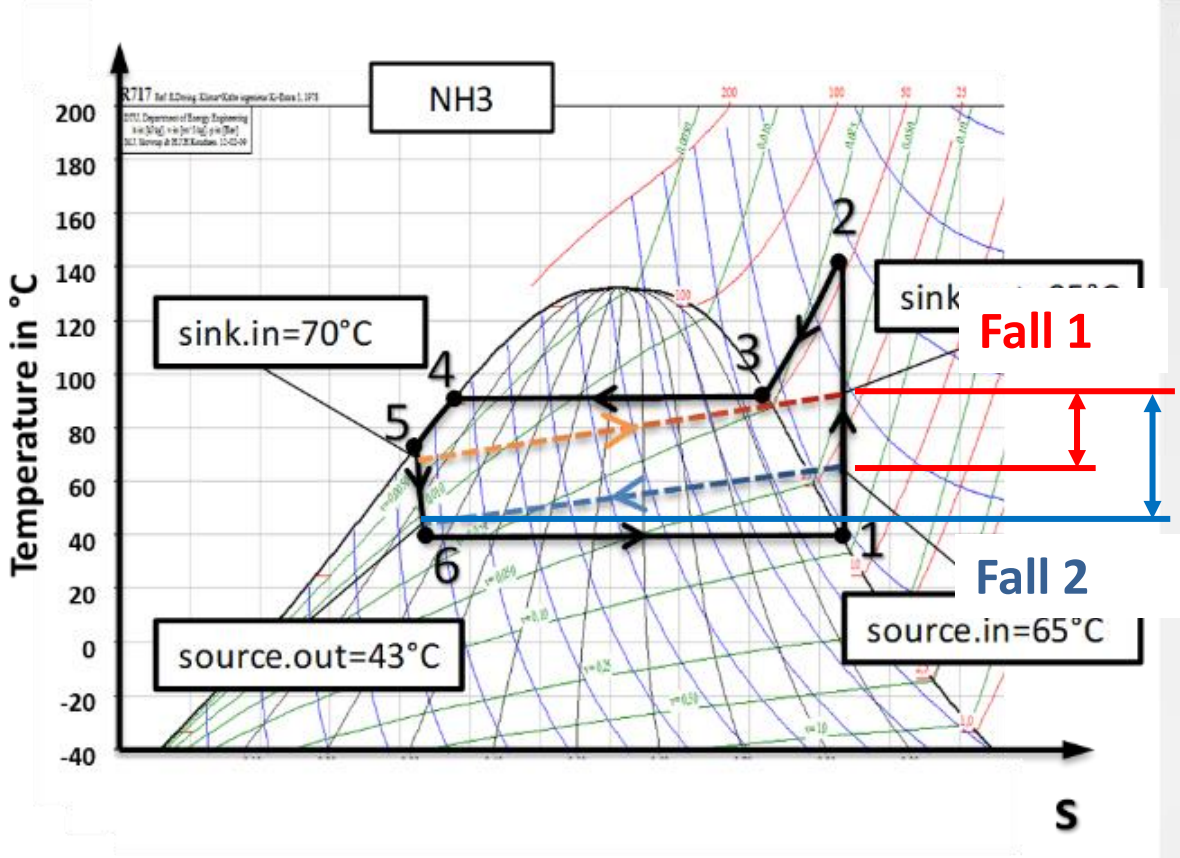
- Vergleich der Prozesse
- Randbedingungen + Berechnung
- Destillationsprozess
- Ergebnisse
- Zusammenfassung und Ausblick

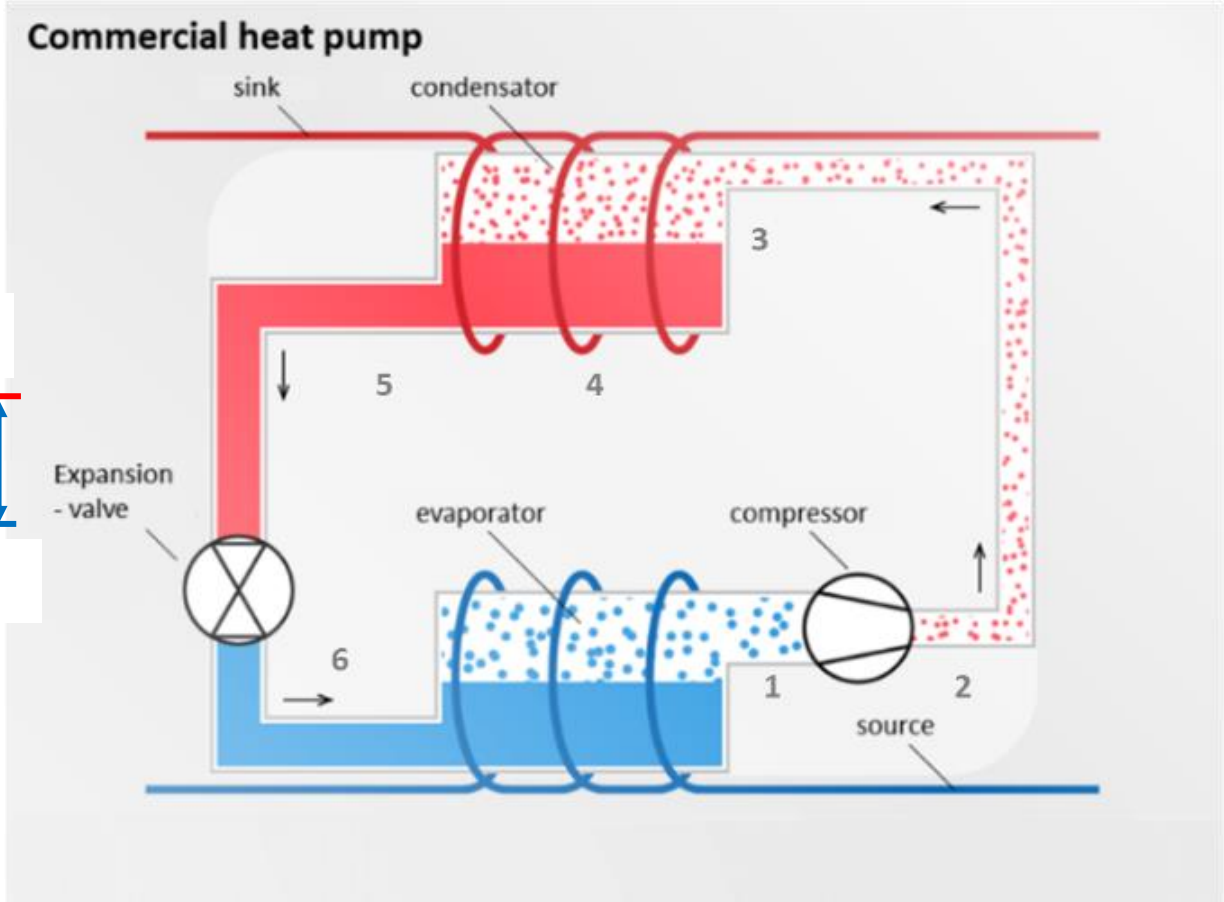
Gefördertes Projekt durch die Forschungsförderungsgesellschaft
Projektnummer, 881139

2-Phasen Prozess

Fall 1: T_Senke_Austritt - T_Quelle_Eintritt

Fall 2: T_Senke_Austritt - T_Quelle_Austritt



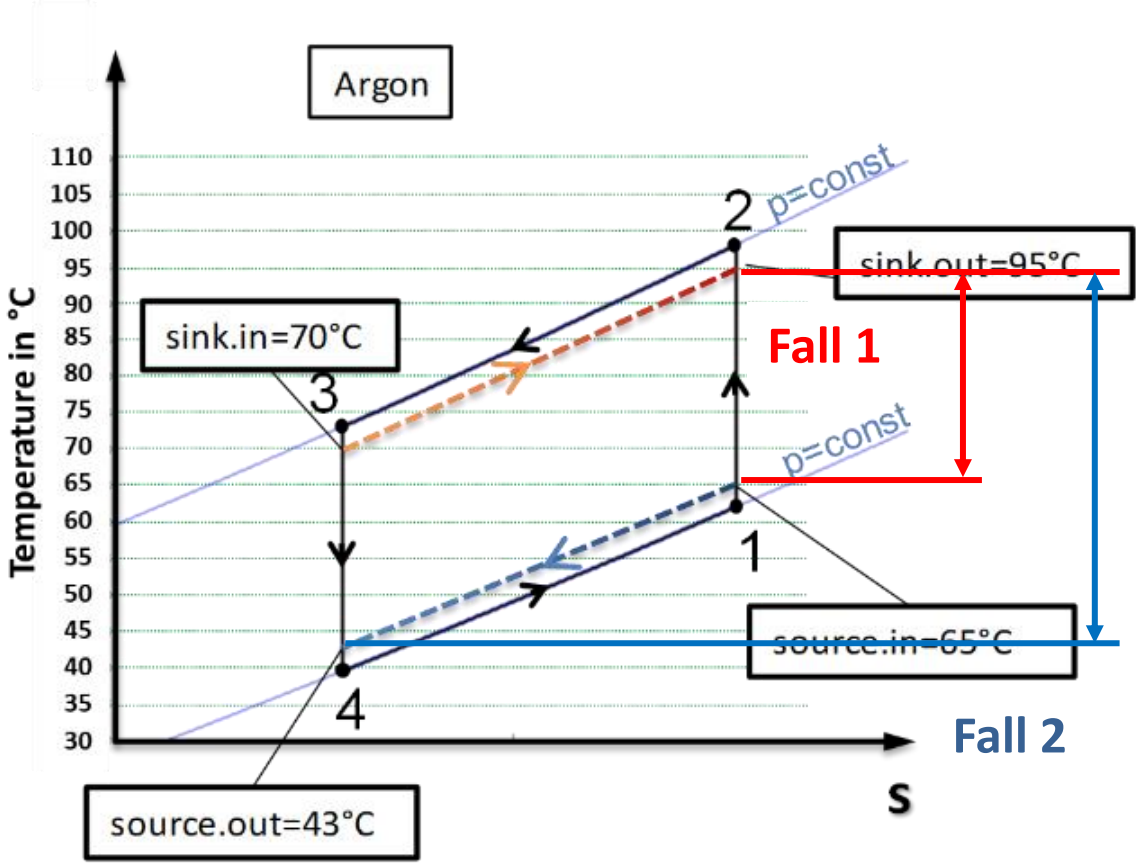


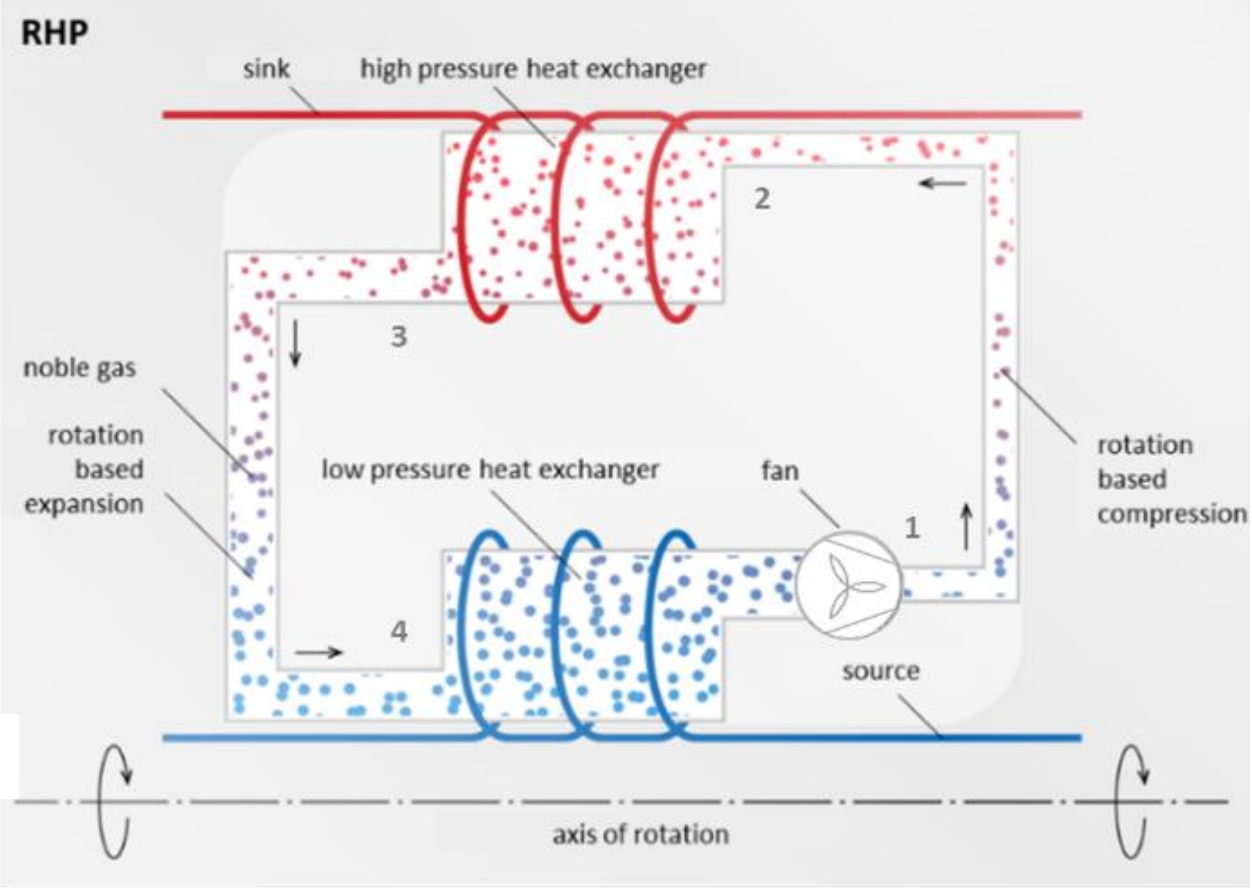
$$COP = \frac{h2 - h5}{(h2 - h1)} = 6.05$$

Joule-Prozess

Fall 1: T_Senke_Austritt - T_Quelle_Eintritt

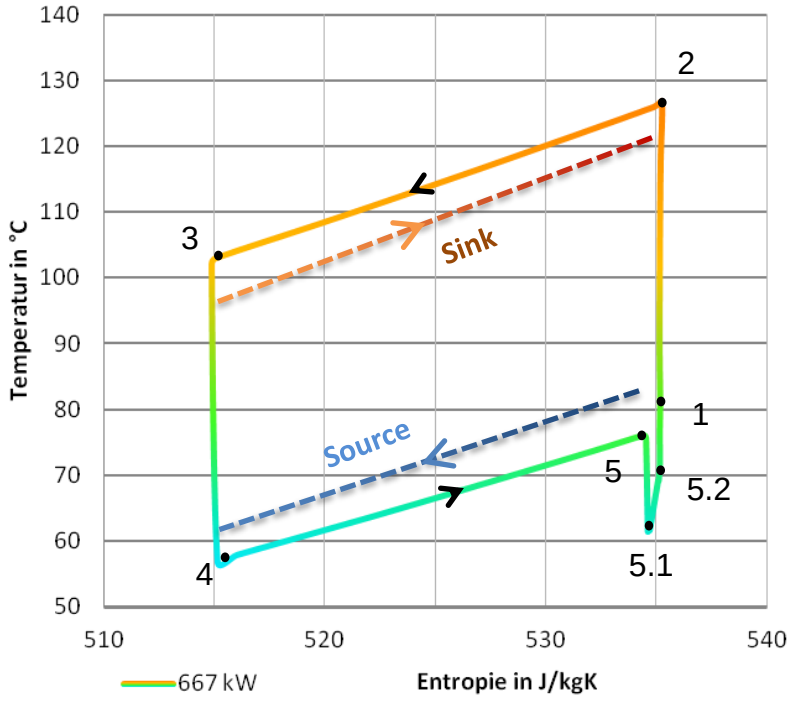
Fall 2: T_Senke_Austritt - T_Quelle_Austritt

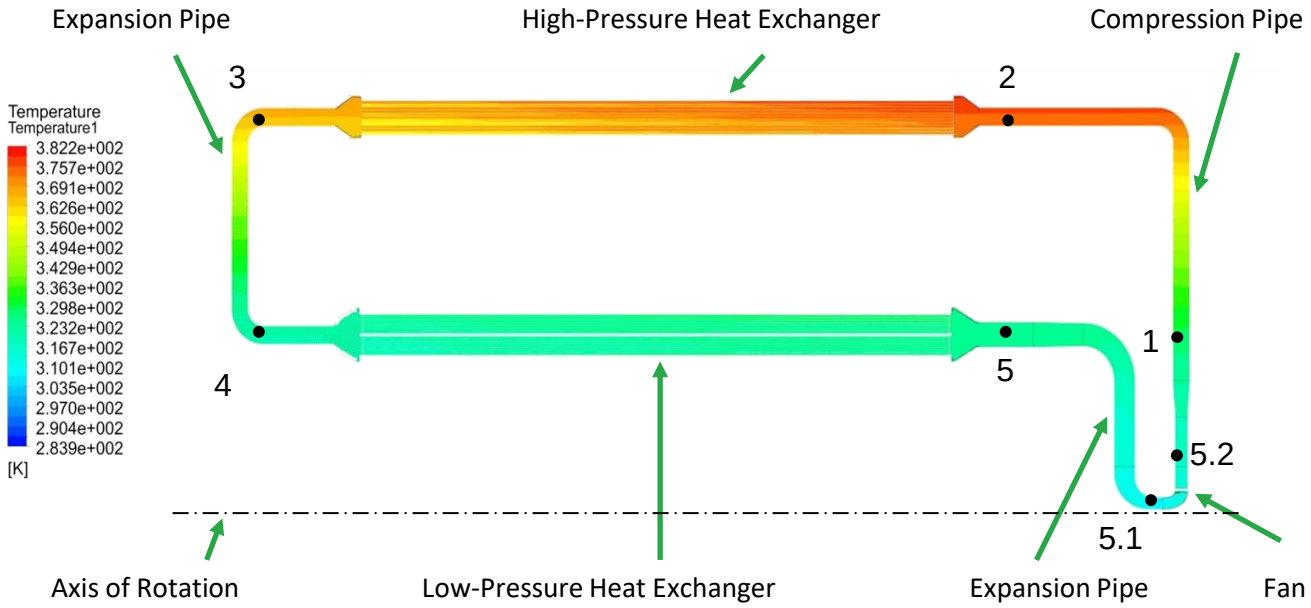




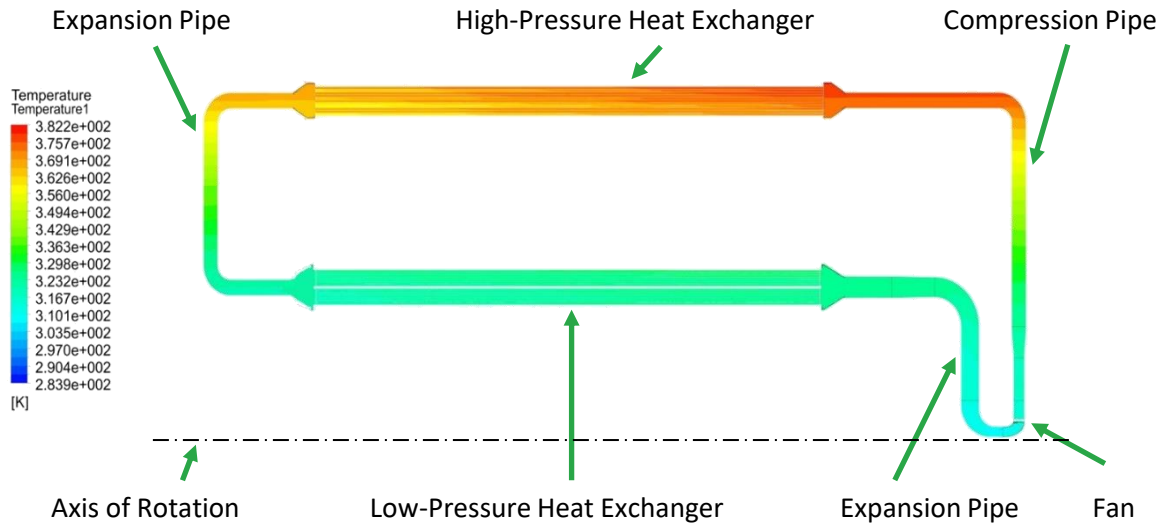
$$COP = \frac{h2 - h3}{(h2 - h1) - (h3 - h4)} = 10.3$$

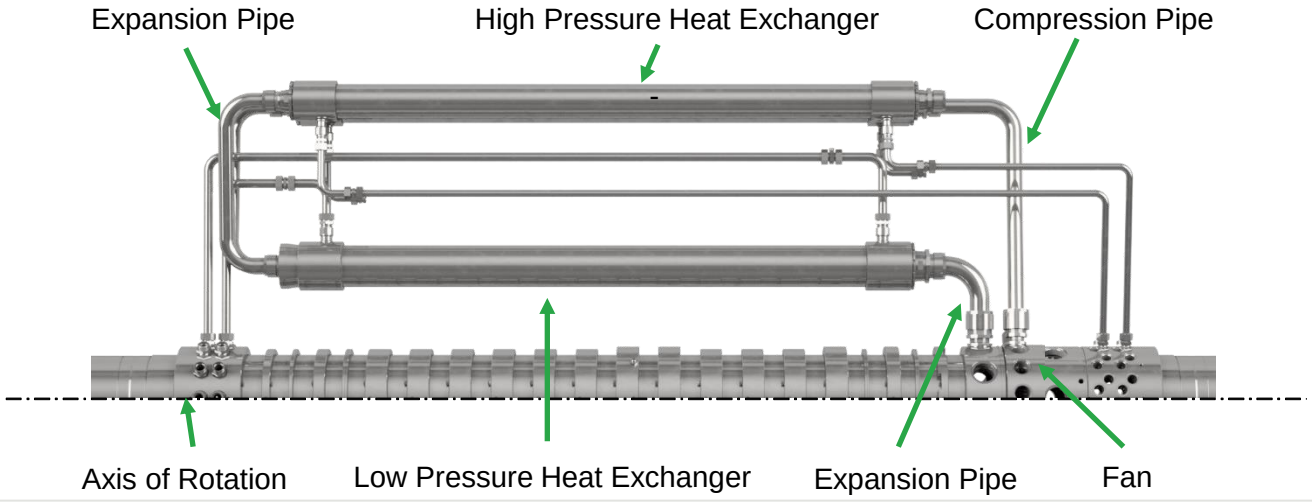
Joule-Prozess

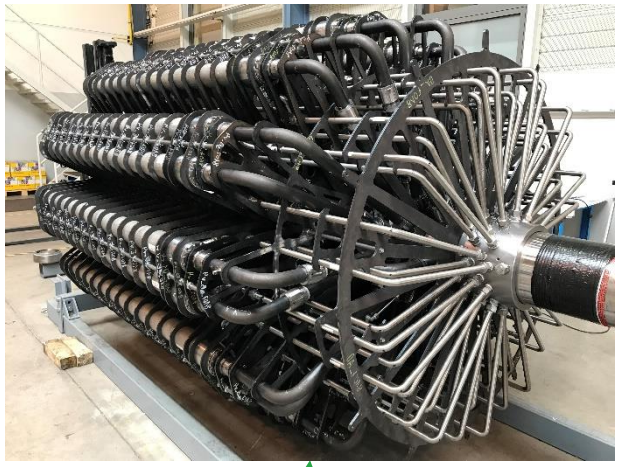


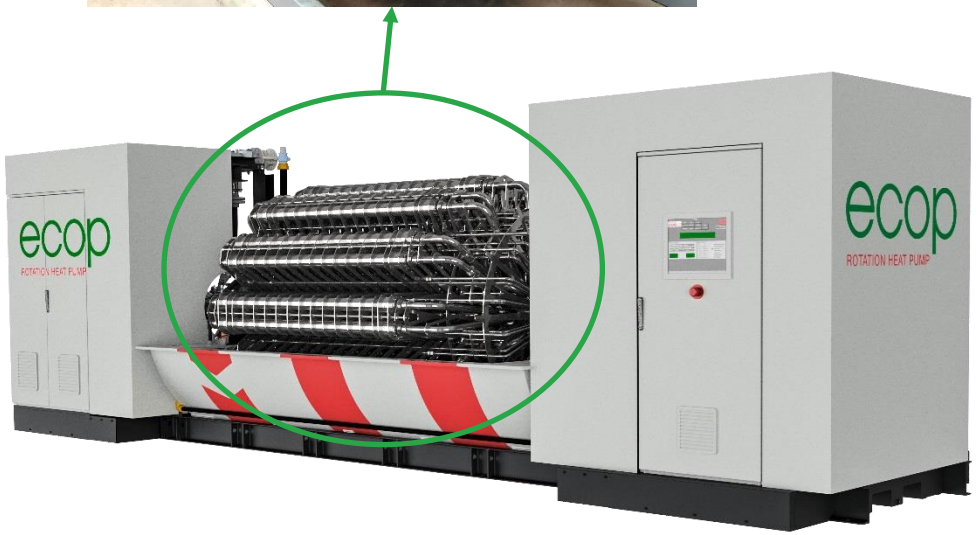


Joule-Prozess









Annahmen und Randbedingungen

Kompressionswärmepumpe

- Kältemittel: R1336mzz(Z)
- Keine Wärmeverluste
- Unterkühlung fixiert auf 5 K über der Eintrittstemperatur der Senke
- Keine Druckverluste
- Isentroper Kompressor-Wirkungsgrad in Abhängigkeit vom Druckverhältnis (Polynom-Fit-Kurven aus ASHRAE [23])
- Isenthalpe Expansion
- Pinch-Temperatur in den Wärmeübertragern fixiert auf 5 K
- Überhitzung am Kompressoraustritt 2 K höher als die Sättigungstemperatur

Rotationswärmepumpe

- Ecop Fluid 1 (He, Ar, Kr)
- Keine Wärmeverluste
- Logarithmische mittlere Temperaturdifferenz für die Wärmeübertragung von 5 bis 10 K
- Strömungsverluste im Arbeitsmittelkreislauf in Abhängigkeit von der Strömungsgeschwindigkeit
- Isentroper Verdichterwirkungsgrad des Ventilators 0,87
- Leistung des Hauptrotors abhängig von der Drehzahl (Verwirbelungen, Lagerverluste, Gleitringdichtungen)
- Leistung von Kühlwasser- und Vakuumpumpe werden mit eingerechnet
- Berücksichtigung des Wirkungsgrades von Elektromotoren

Fall 1: T_Senke_Austritt - T_Quelle_Eintritt

Fall 2: T_Senke_Austritt - T_Quelle_Austritt

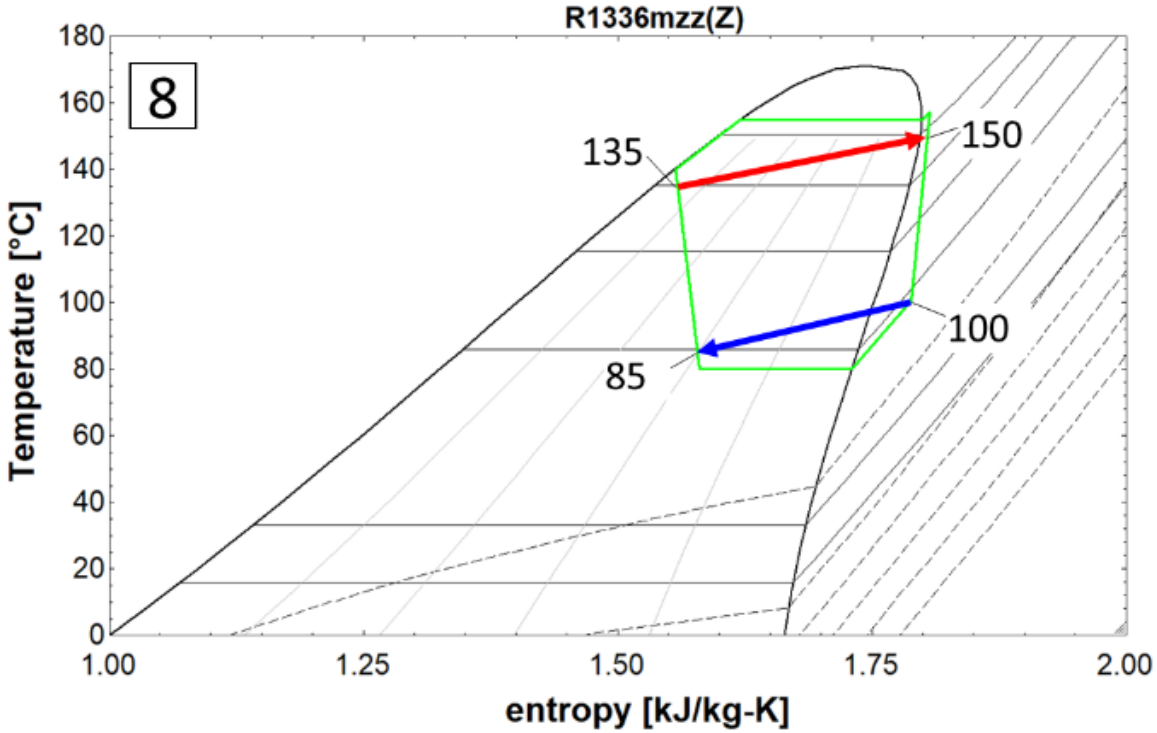
		Temperatur der Quelle in °C		Temperatur der Senke in °C		Temperaturhub in K		COP	
Spreizung in K	Nr.	Eintritt	Austritt	Eintritt	Austritt	Fall 1	Fall 2	CHP	RHP
3									
15									
30									
Destillation									

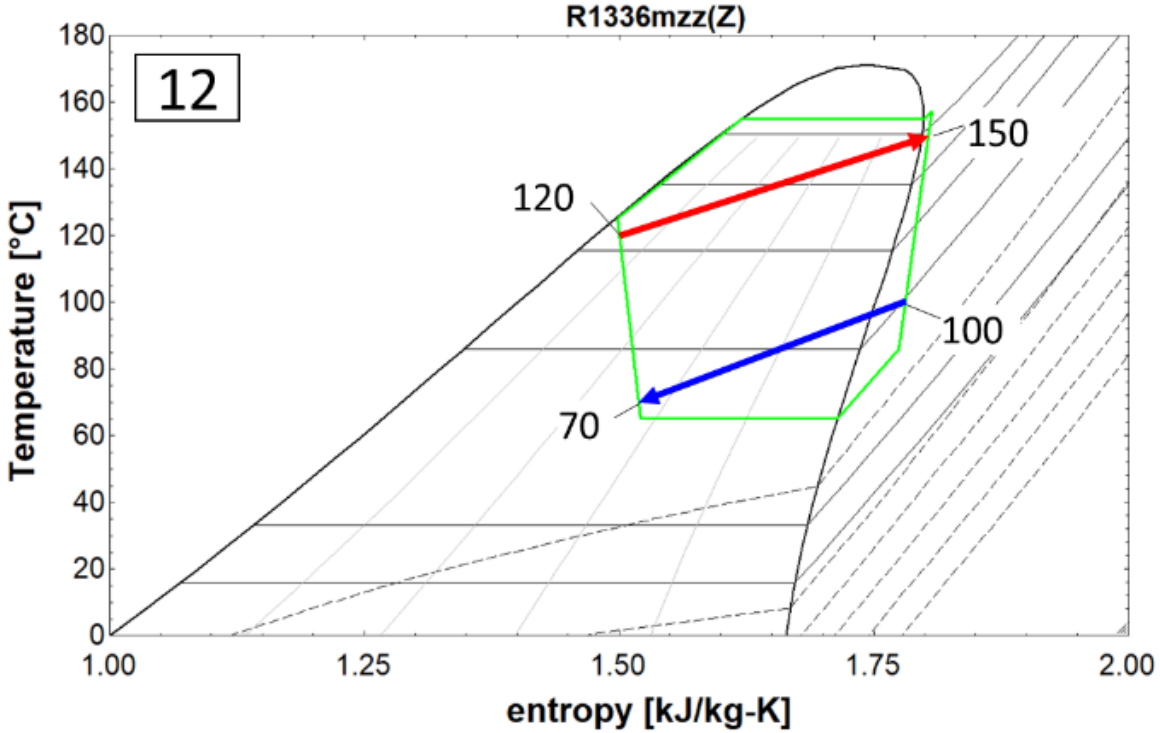
Betriebspunkte **8 und 12**

CASE	Quelle-Ein	Quelle-Aus	Senke-Ein	Senke-Aus	COP-CHP
8	100	85	135	150	3,27
12	100	70	120	150	2,91

Nach Fall 1 gleicher Temperaturhub!

COP sinkt



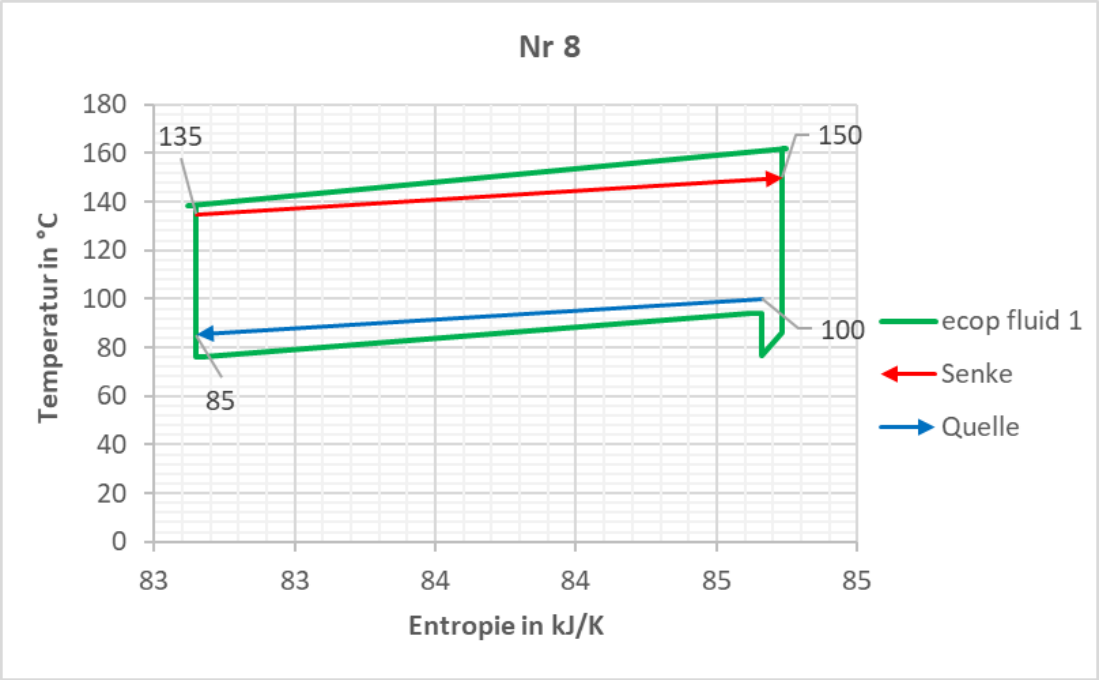


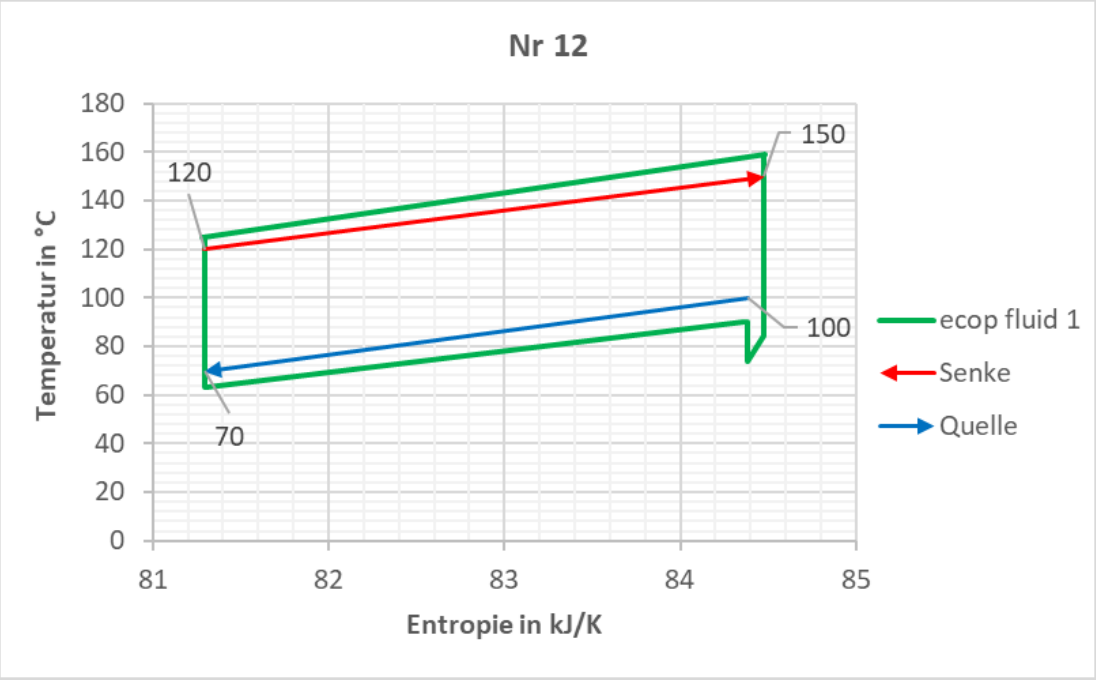
Betriebspunkte **8 und 12**

Nach Fall 1 gleicher Temperaturhub!

CASE	Quelle-Ein	Quelle-Aus	Senke-Ein	Senke-Aus	COP-CHP	COP-RHP
8	100	85	135	150	3,27	3,45
12	100	70	120	150	2,91	3,87

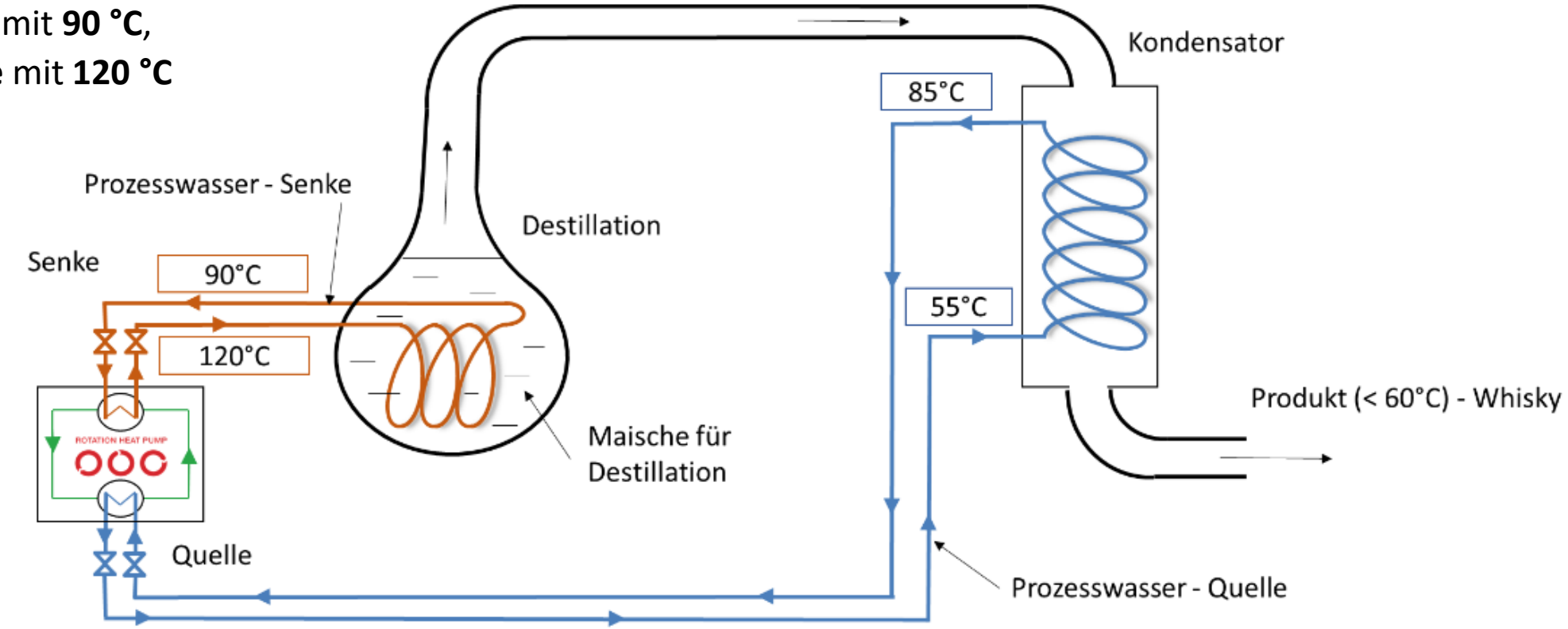
COP sinkt **COP steigt**





Destillation - Randbedingungen

- **Eintritt** der **Quelle** mit **85 °C**,
- **Austritt** der **Quelle** mit **55 °C**,
- **Eintritt** der **Senke** mit **90 °C**,
- **Austritt** der **Senke** mit **120 °C**



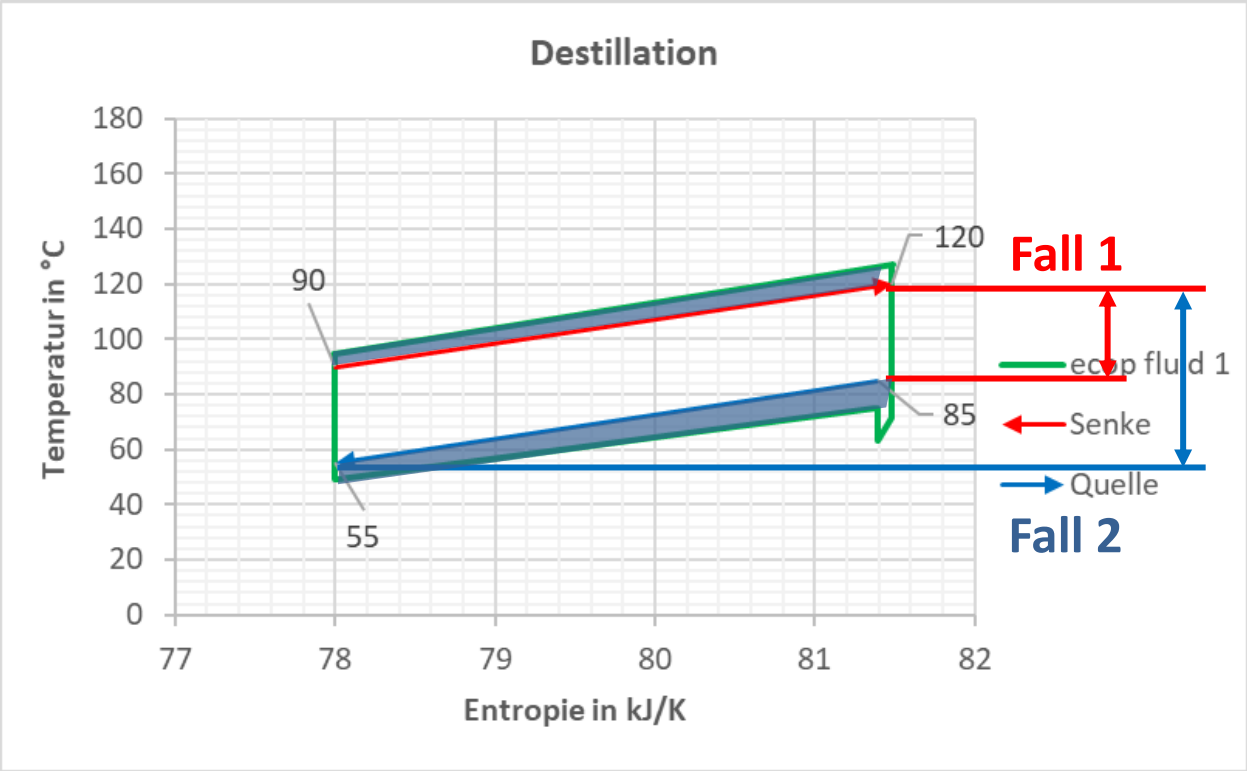
Destillation – Prozesse

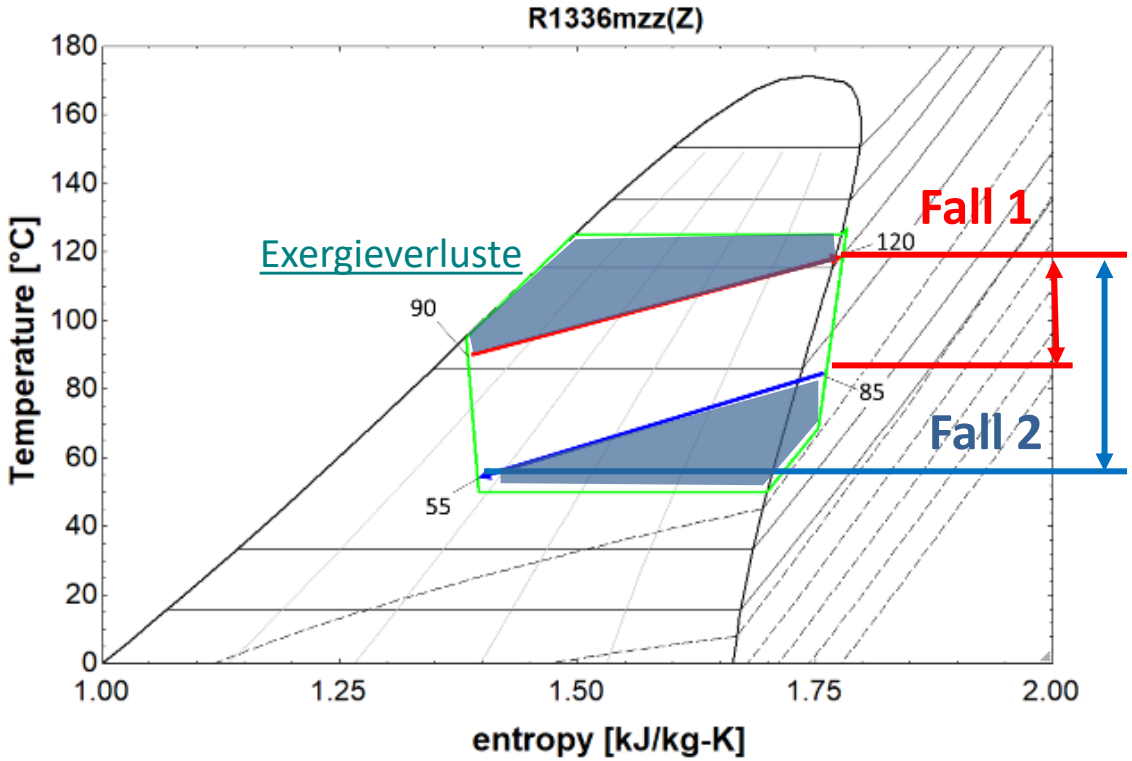
- **Eintritt** der **Quelle** mit **85 °C**,
- **Austritt** der **Quelle** mit **55 °C**,
- **Eintritt** der **Senke** mit **90 °C**,
- **Austritt** der **Senke** mit **120 °C**

Unterscheidung des Temperaturhubes nach Fall 1 und Fall 2

Fall 1: T_Senke_Austritt - T_Quelle_Eintritt

Fall 2: T_Senke_Austritt - T_Quelle_Austritt





Ergebnisse - Übersicht

Fall 1: T_Senke_Austritt - T_Quelle_Eintritt

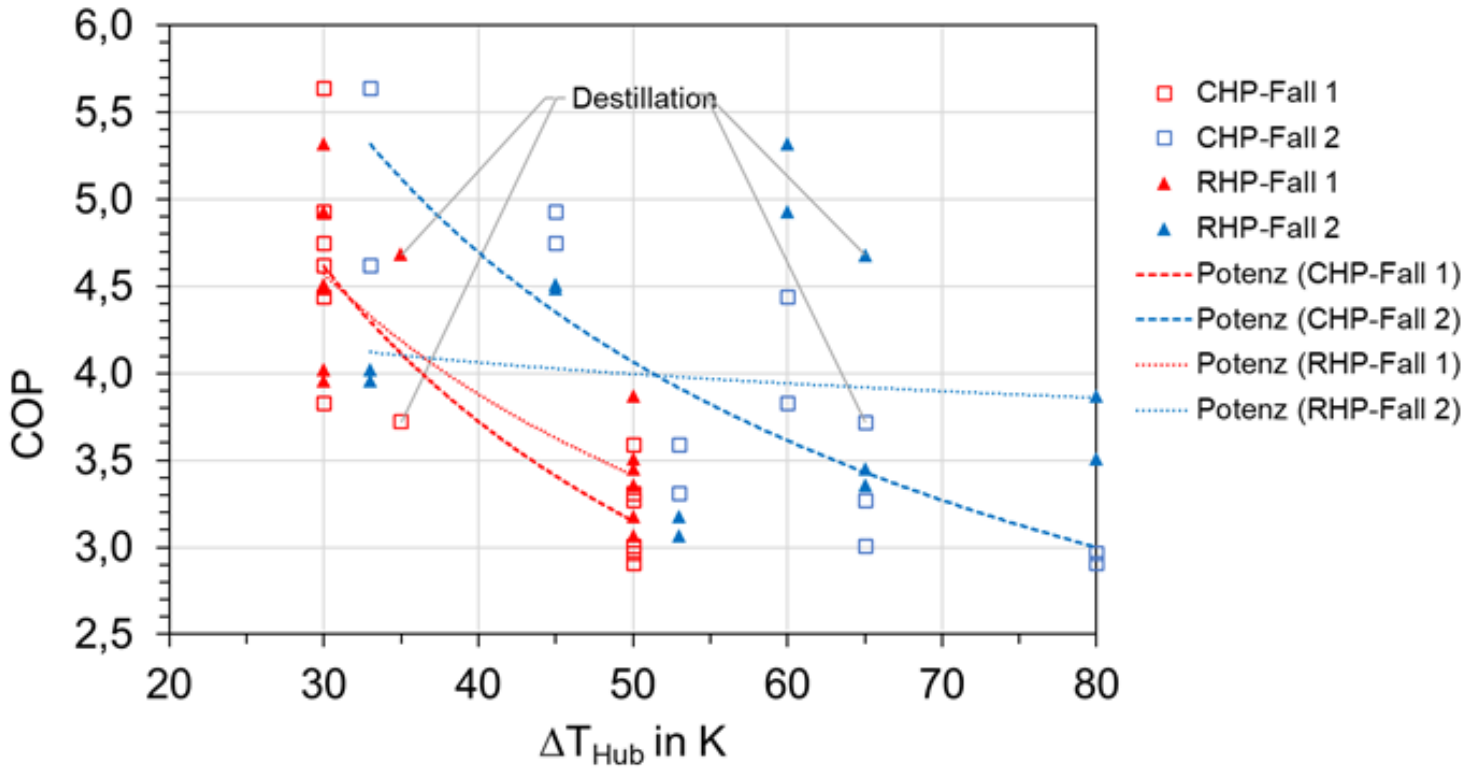
Fall 2: T_Senke_Austritt - T_Quelle_Austritt

		Temperatur der Quelle in °C		Temperatur der Senke in °C		Temperaturhub in K		COP	
Spreizung in K	Nr.	Eintritt	Austritt	Eintritt	Austritt	Fall 1	Fall 2	CHP	RHP
3	1	70	67	97	100	30	33	5,64	3,96*
	2	50	47	97	100	50	53	3,59	3,07*
	3	120	117	147	150	30	33	4,62	4,02*
	4	100	97	147	150	50	53	3,31	3,18*
15	5	70	55	85	100	30	45	4,93	4,51
	6	50	35	85	100	50	65	3,01	3,36
	7	120	105	135	150	30	45	4,75	4,49
	8	**100**	**85**	**135**	**150**	**50**	**65**	**3,27**	**3,45**
30	9	70	40	70	100	30	60	3,83	4,93
	10	50	20	70	100	50	80	2,97	3,51
	11	120	90	120	150	30	60	4,44	5,32
	12	**100**	**70**	**120**	**150**	**50**	**80**	**2,91**	**3,87**
Destillation	-	85	55	90	120	35	65	3,72	4,68

(*derzeit nicht experimentell umsetzbar)

Zusammenfassung und Fazit

- **CHP** bei **kleiner Spreizung** und **geringem Hub** noch im **Vorteil**
- **RHP** bei **größerer Spreizung** und **größerem Hub** im **Vorteil**
- **Auskühlung** der **Quelle** wesentlich
- **COP** der **CHP sinkt** mit **steigender Spreizung** von Quelle und Senke
- Mit **steigenden Senken-Austritts-Temperaturen** erreicht **RHP höheren COP**
- **Vorteil** großer **Spreizung**: kleinere **Leitungs-querschnitte**, **Pumpen** und **peripherer Bauteile**
- **Geringere Exergieverluste**
- **Bessere Ausbeute** bei limitierten **Quellenströmen**



Fall 1: ΔT_{Hub} von Quelle-Eintritt zu Senke-Austritt
Fall 2: ΔT_{Hub} von Quelle-Austritt zu Senke-Austritt

Kontakt

ecop Technologies GmbH
Austria,
Lastenstraße 11,
4531 Neuhofen an der Krems,
www.ecop.at
office@ecop.at

OST – Ostschweizer Fachhochschule
Schweiz,
Werdenbergstrasse 4,
CH-9471 Buchs,
www.ost.ch
cordin.arpagaus@ost.ch

Network & Partners

This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 823463

DI Andreas Längauer
F&E

Telefon: +43-1-865 10 62-27
andreas.laengauer@ecop.at