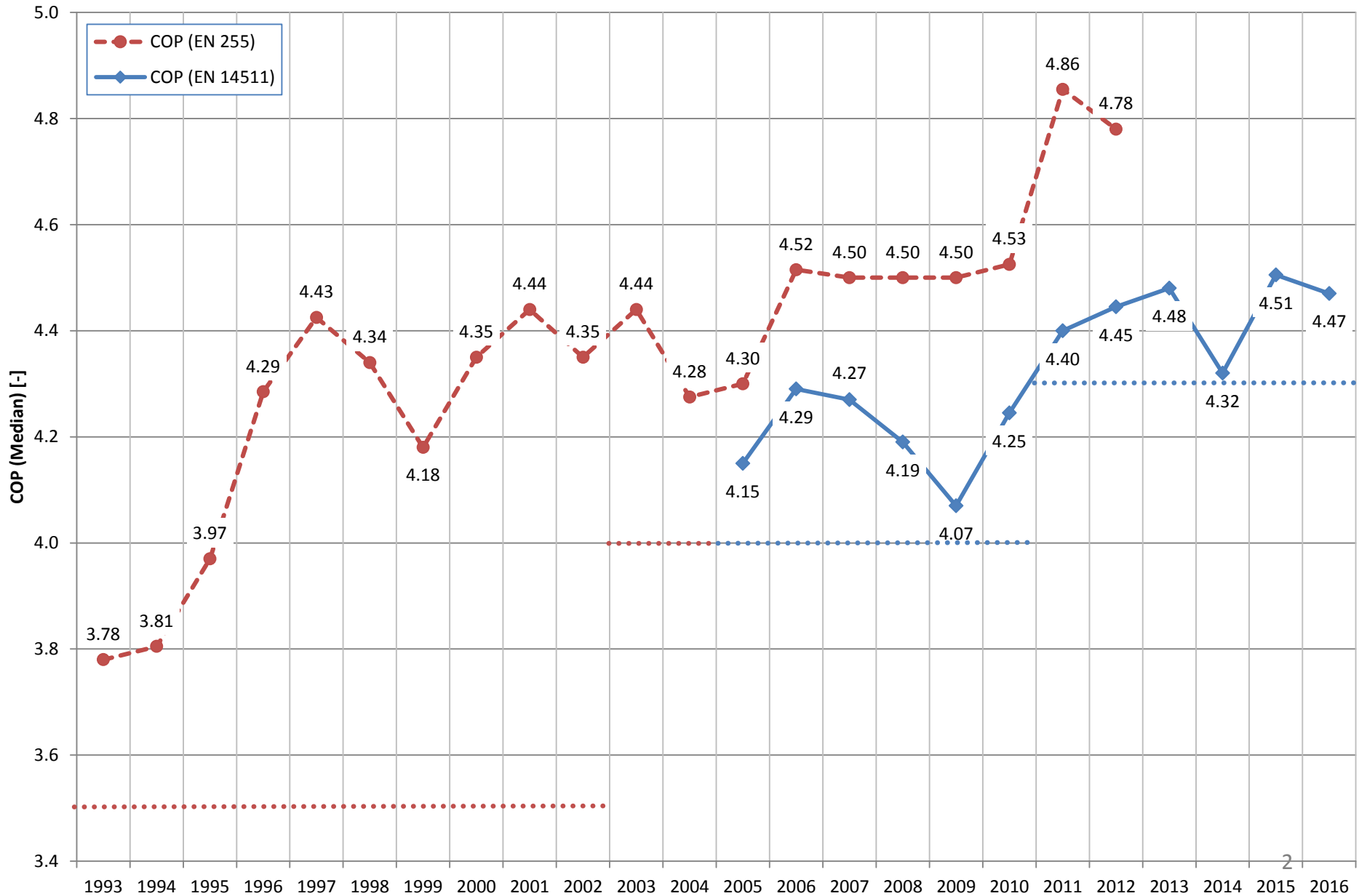


# Was macht eine effiziente Wärmepumpe aus?

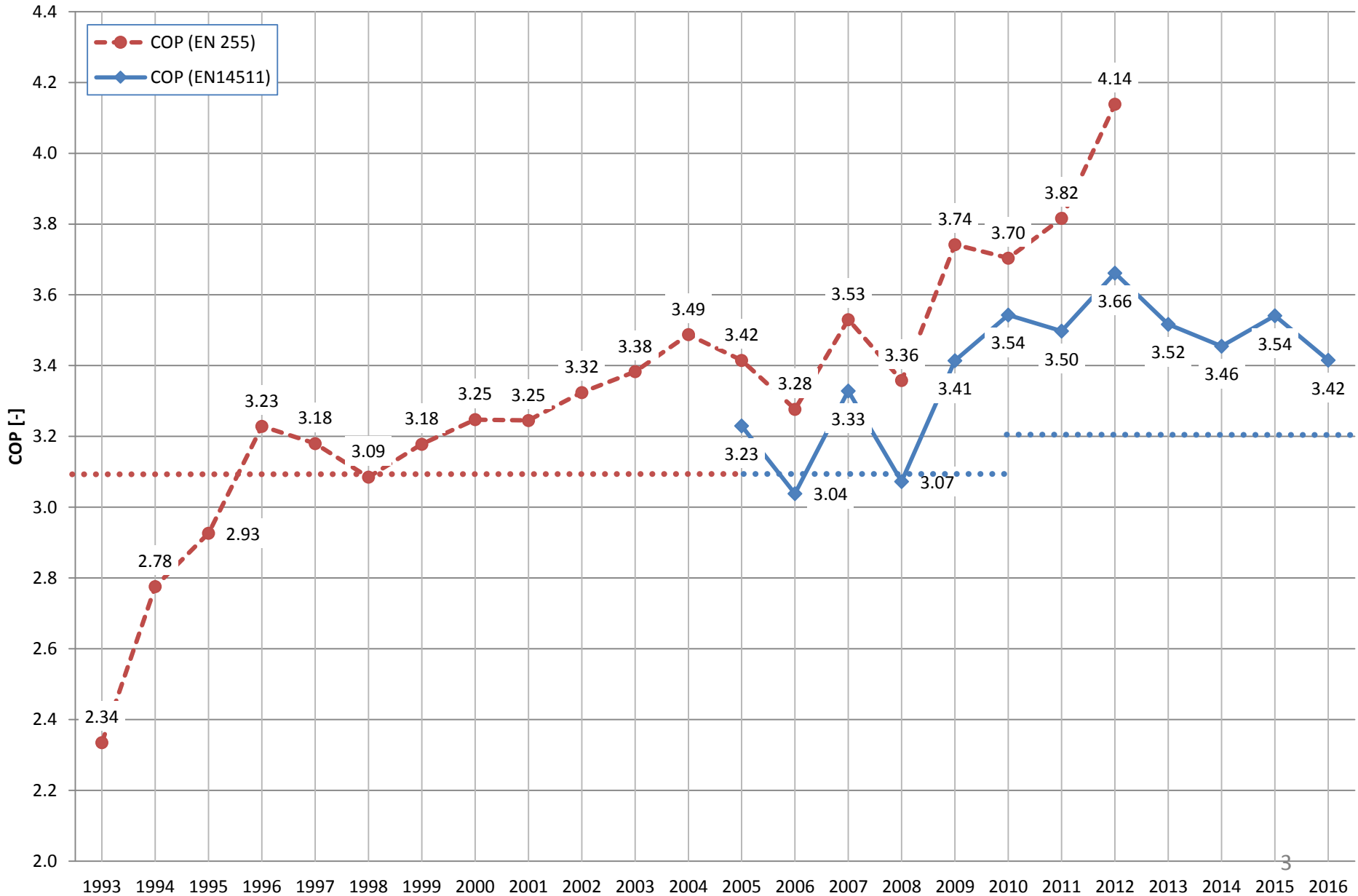
Mick Eschmann   michael.eschmann@ntb.ch   www.wpz.ch   +41 81 755 34 02

- Effizienz (Prüfstandmessung)
- Neues Messverfahren
- Einfluss Systemtemperatur

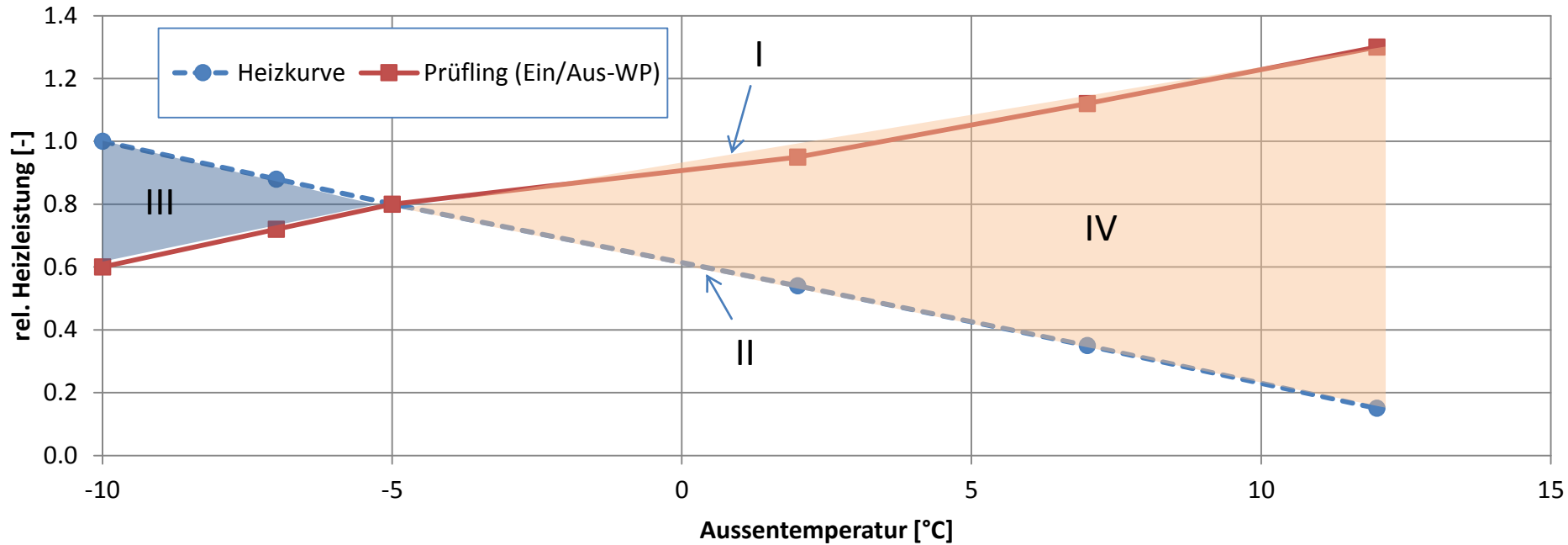
# Effizienz Sole/Wasser-Wärmepumpen



# Effizienz Luft/Wasser-Wärmepumpen

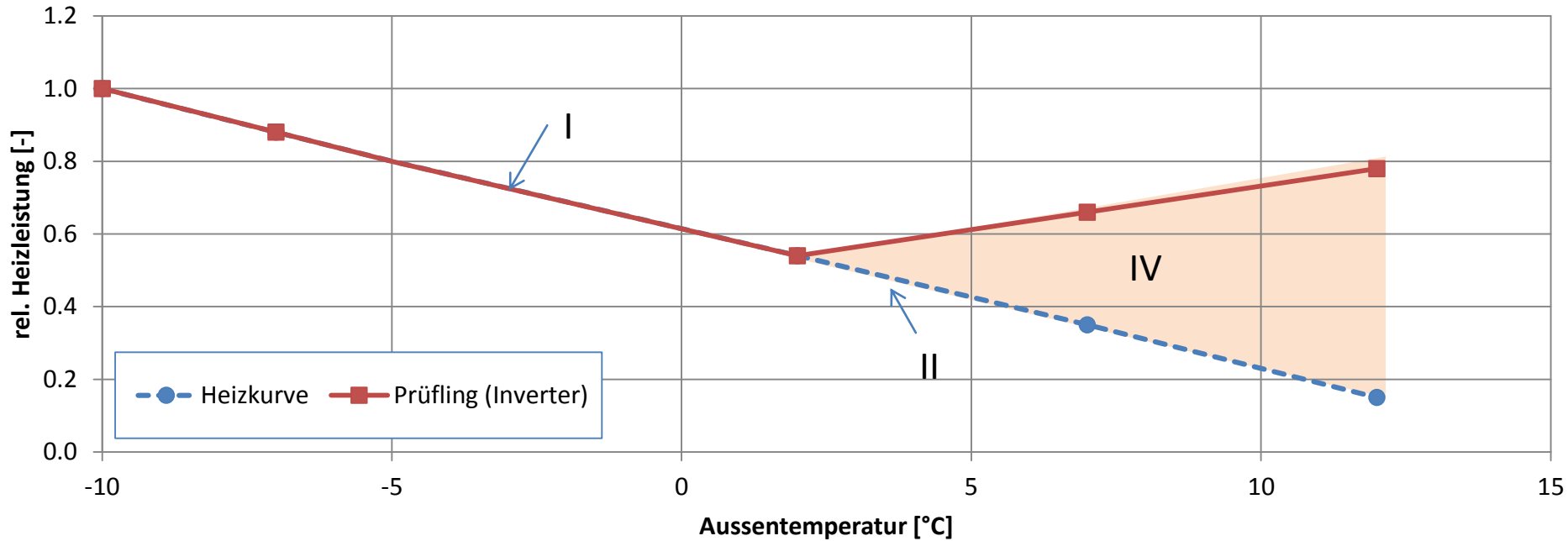


# Neues Messverfahren



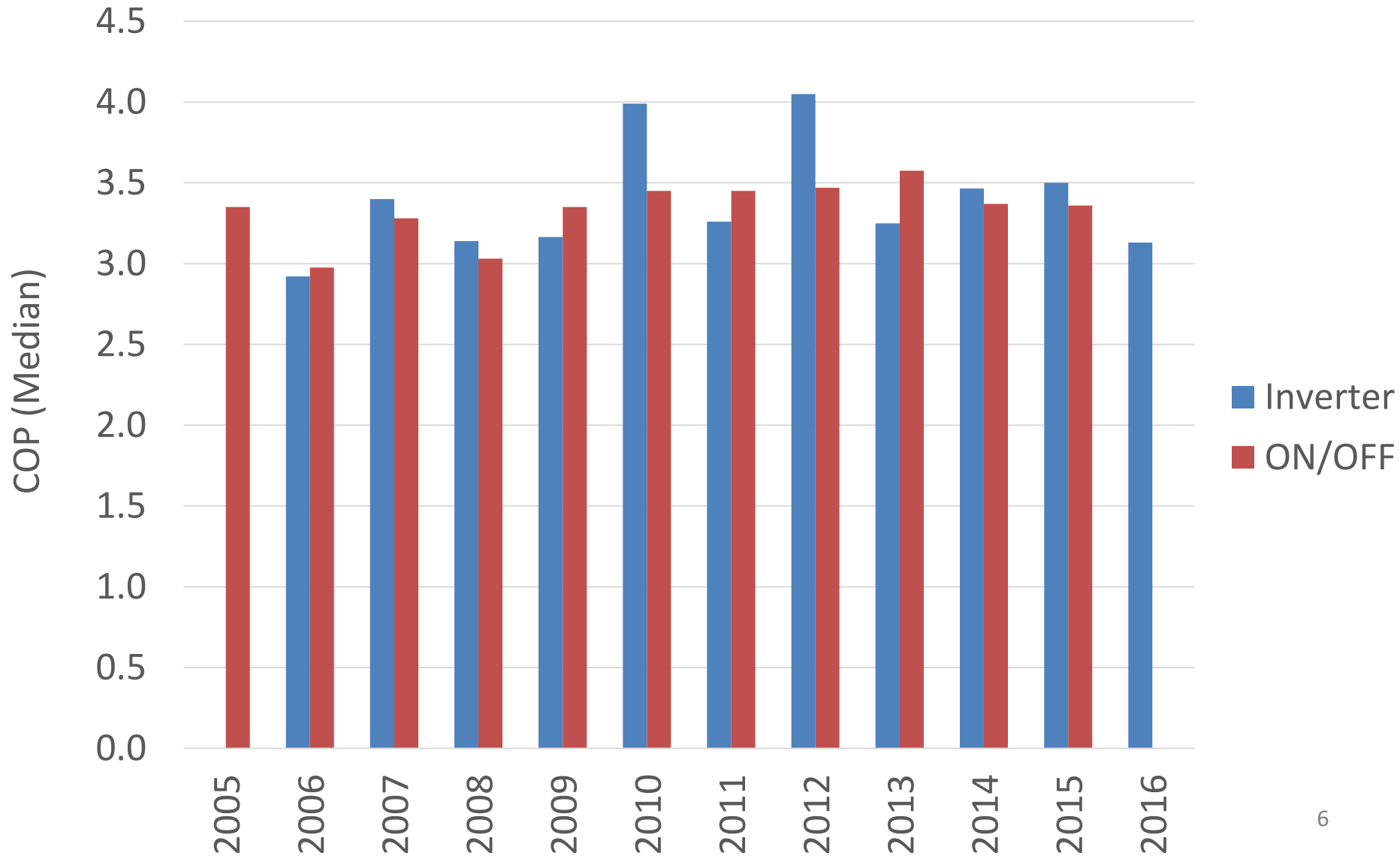
- I Leistung der Wärmepumpe
- II Heizkurve
- III elektrische Zusatzheizung
- IV Ein-/Aus-Zyklus

# Neues Messverfahren

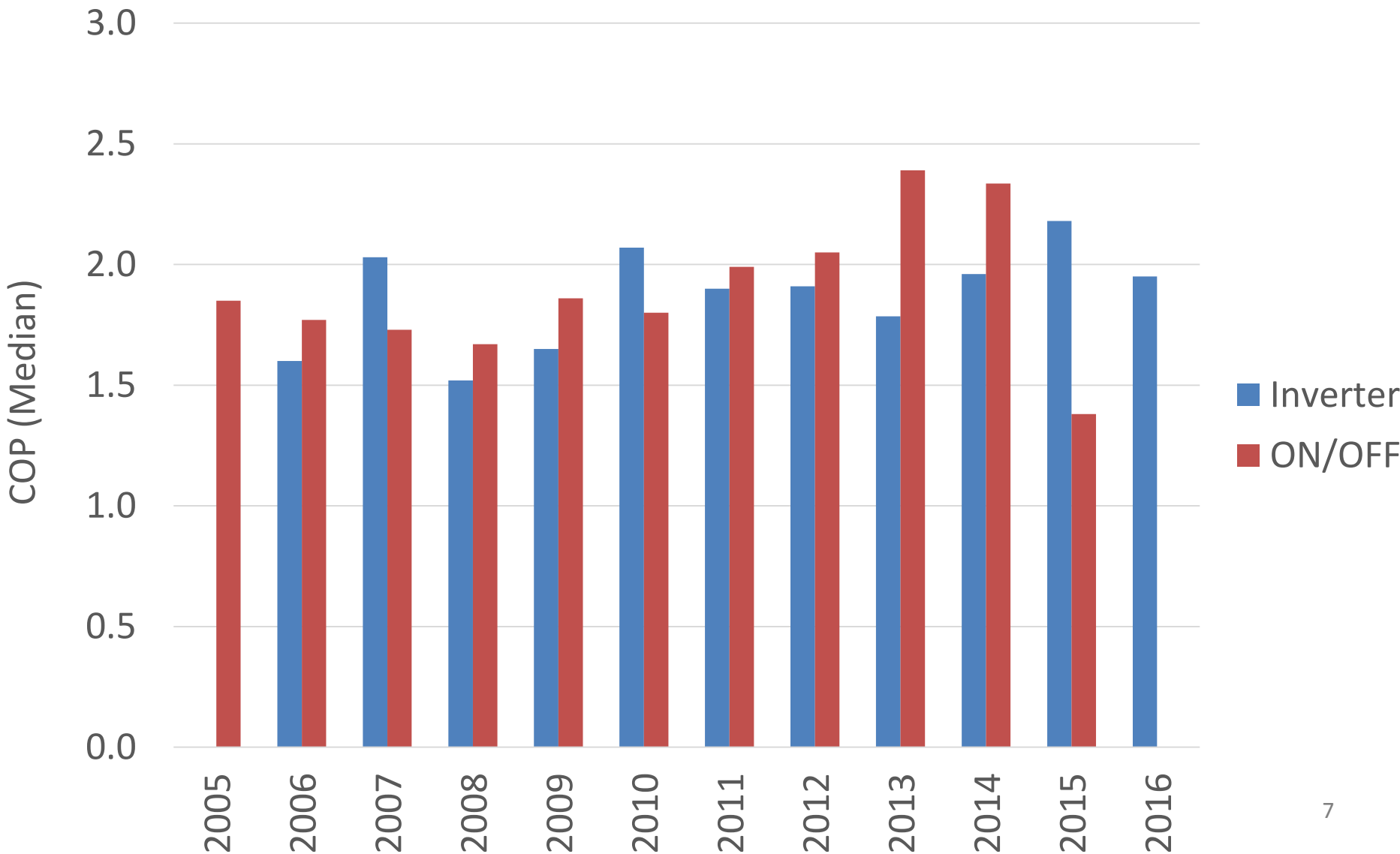


- I Leistung der Wärmepumpe
- II Heizkurve
- III elektrische Zusatzheizung (keine in diesem Beispiel)
- IV Ein-/Aus-Zyklus

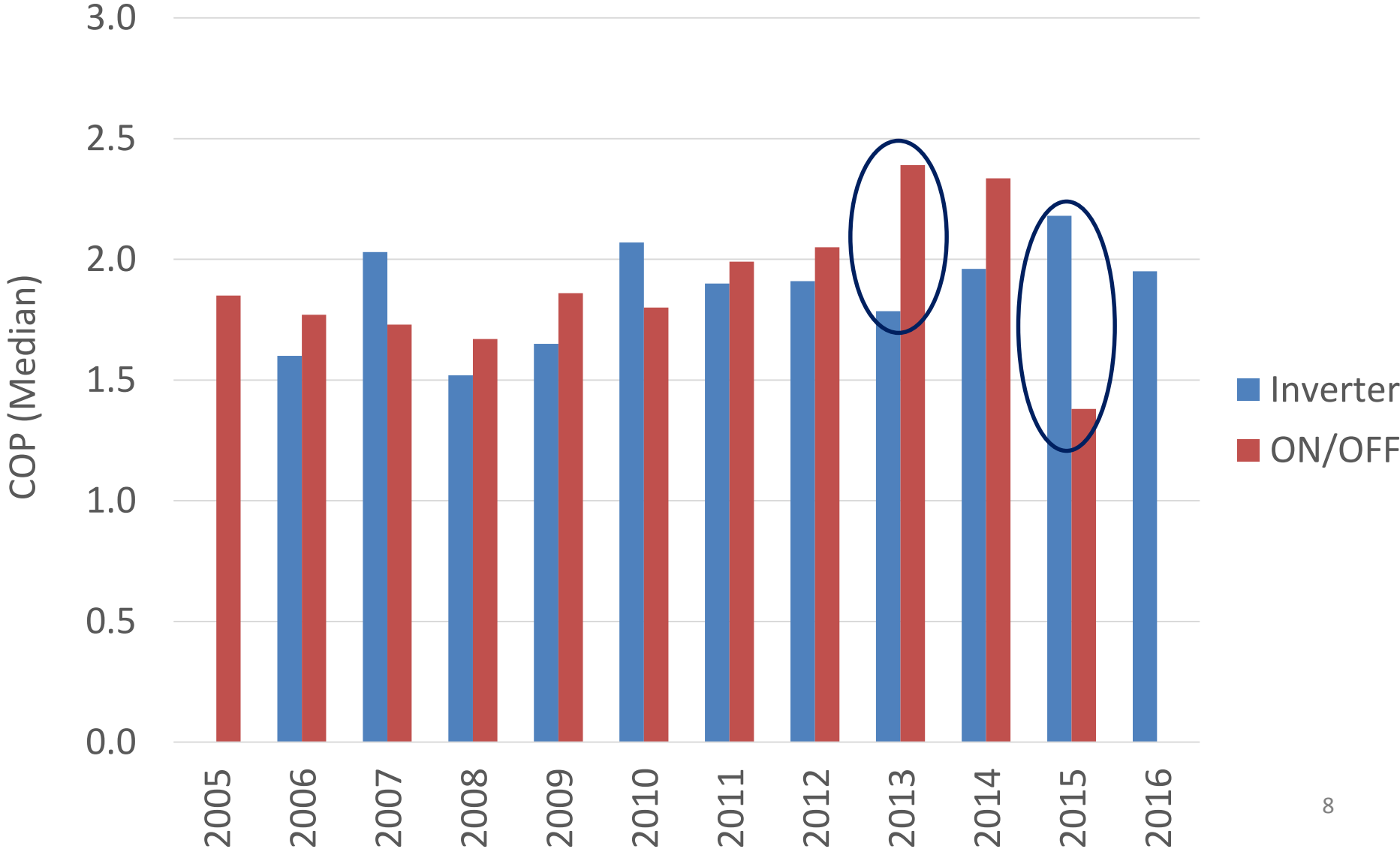
# ON/OFF vs. Inverter (Effizienz bei A2/W35)



# ON/OFF vs. Inverter (Effizienz bei A-7/W52)



# ON/OFF vs. Inverter (Effizienz bei A-7/W52)





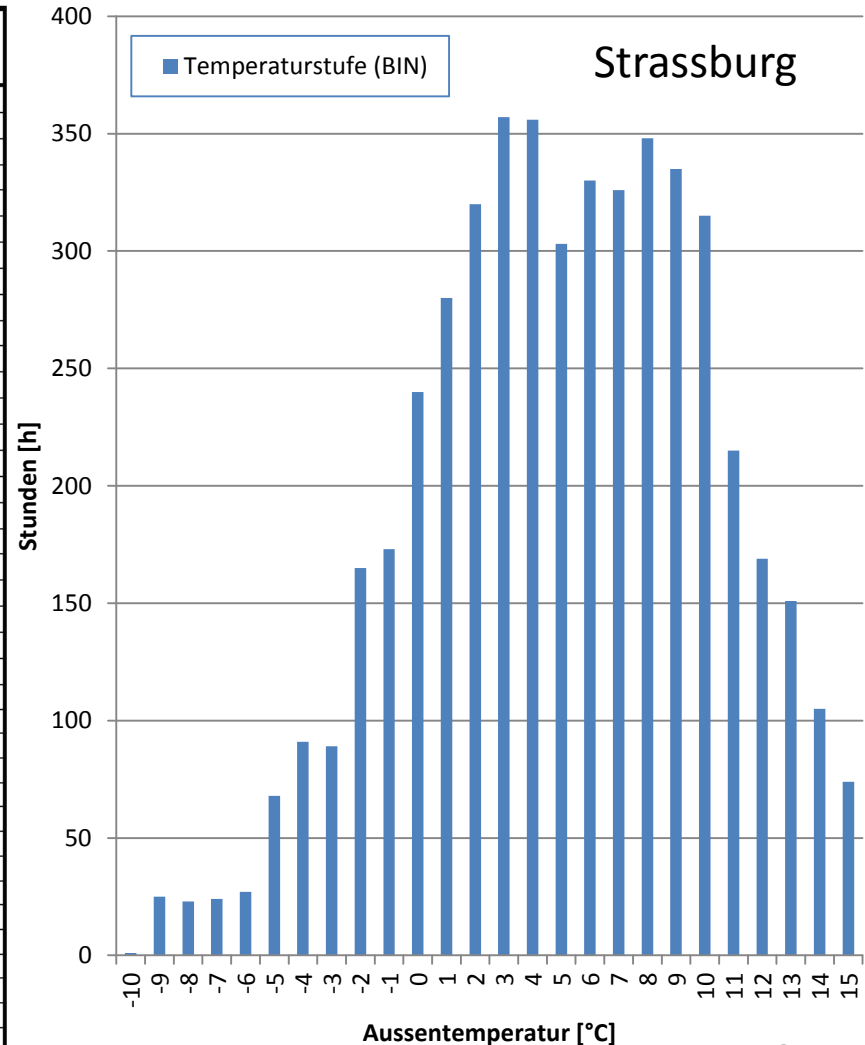
# ON/OFF vs. Inverter (Effizienz bei A-7/W52)



# Gewichtung für SCOP

Tabelle A.2 — Temperaturstufen(BIN)-Nummer  $j$ , Außentemperatur  $T_j$  in °C und Anzahl der Stunden je Temperaturstufe (BIN)  $h_j$  entsprechend den Referenzheizperioden „wärmer“, „mittel“, „kälter“

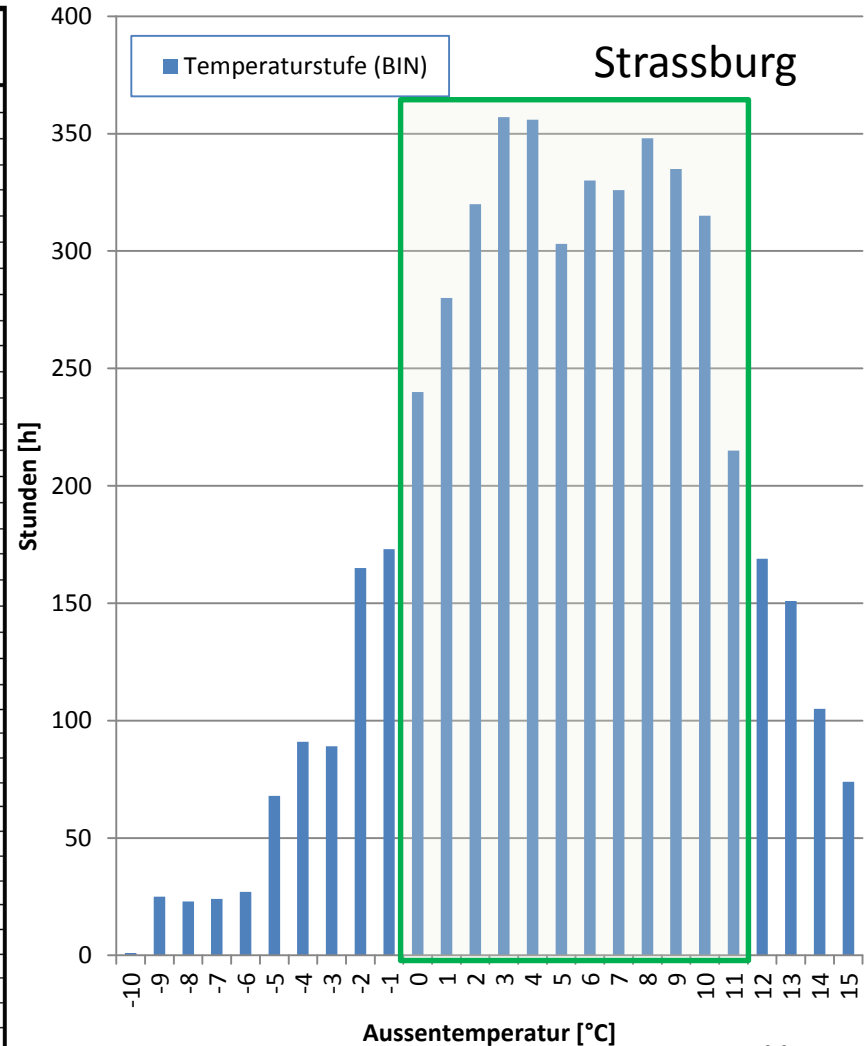
j #	$T_j$ °C	Wärmer (W)	Mittel (A)	Kälter (C)
		$h_{jW}$ h	$h_{jA}$ h	$h_{jC}$ h
1 bis 8	-30 bis -23	0	0	0
9	-22	0	0	1
10	-21	0	0	6
11	-20	0	0	13
12	-19	0	0	17
13	-18	0	0	19
14	-17	0	0	26
15	-16	0	0	39
16	-15	0	0	41
17	-14	0	0	35
18	-13	0	0	52
19	-12	0	0	37
20	-11	0	0	41
21	-10	0	1	43
22	-9	0	25	54
23	-8	0	23	90
24	-7	0	24	125
25	-6	0	27	169
26	-5	0	68	195
27	-4	0	91	278
28	-3	0	89	306
29	-2	0	165	454
30	-1	0	173	385
31	0	0	240	490
32	1	0	280	533
33	2	3	320	380
34	3	22	357	228
35	4	63	356	261
36	5	63	303	279
37	6	175	330	229
38	7	162	326	269
39	8	259	348	233
40	9	360	335	230
41	10	428	315	243
42	11	430	215	191
43	12	503	169	146
44	13	444	151	150
45	14	384	105	97
46	15	294	74	61



# Gewichtung für SCOP

Tabelle A.2 — Temperaturstufen(BIN)-Nummer  $j$ , Außentemperatur  $T_j$  in °C und Anzahl der Stunden je Temperaturstufe (BIN)  $h_j$  entsprechend den Referenzheizperioden „wärmer“, „mittel“, „kälter“

j #	$T_j$ °C	Wärmer (W)	Mittel (A)	Kälter (C)
		$h_{jW}$ h	$h_{jA}$ h	$h_{jC}$ h
1 bis 8	-30 bis -23	0	0	0
9	-22	0	0	1
10	-21	0	0	6
11	-20	0	0	13
12	-19	0	0	17
13	-18	0	0	19
14	-17	0	0	26
15	-16	0	0	39
16	-15	0	0	41
17	-14	0	0	35
18	-13	0	0	52
19	-12	0	0	37
20	-11	0	0	41
21	-10	0	1	43
22	-9	0	25	54
23	-8	0	23	90
24	-7	0	24	125
25	-6	0	27	169
26	-5	0	68	195
27	-4	0	91	278
28	-3	0	89	306
29	-2	0	165	454
30	-1	0	173	385
31	0	0	240	490
32	1	0	280	533
33	2	3	320	380
34	3	22	357	228
35	4	63	356	261
36	5	63	303	279
37	6	175	330	229
38	7	162	326	269
39	8	259	348	233
40	9	360	335	230
41	10	428	315	243
42	11	430	215	191
43	12	503	169	146
44	13	444	151	150
45	14	384	105	97
46	15	294	74	61



# Energieetikette / SCOP

- Bei den Wärmepumpen wird unterschieden, ob es sich um eine Niedrig- oder Hochtemperatur-Anlage handelt.

Minimal	SCOP (35°C)	$\eta$ (35°C)	SCOP (55°C)	$\eta$ (55°C)
A+++	4.38	175%	3.75	150%
A++	3.75	150%	3.13	125%
A+	3.08	123%	2.45	98%
A	2.88	115%	2.25	90%
B	2.68	107%	2.05	82%
C	2.50	100%	1.88	75%
D	1.55	62%	0.93	37%
E	1.48	59%	0.85	34%
F	1.38	55%	0.75	30%
G	<1.38	<55%	<0.75	<30%

# Energieetikette / SCOP

- Bei den Wärmepumpen wird unterschieden, ob es sich um eine Niedrig- oder Hochtemperatur-Anlage handelt.

Minimal	SCOP (35°C)	$\eta$ (35°C)	SCOP (55°C)	$\eta$ (55°C)
A+++	4.38	175%	3.75	150%
A++	3.75 (SW: 4.10)	150% (SW: 164%)	3.13 (SW: 3.20)	125% (SW: 128%)
A+	3.08 (LW: 3.50)	123% (LW: 140%)	2.45 (LW: 2.90)	98% (LW: 116%)
A	2.88	115%	2.25	90%
B	2.68	107%	2.05	82%
C	2.50	100%	1.88	75%
D	1.55	62%	0.93	37%
E	1.48	59%	0.85	34%
F	1.38	55%	0.75	30%
G	<1.38	<55%	<0.75	<30%

# Energieetikette / SCOP

- Bei den Wärmepumpen wird unterschieden, ob es sich um eine Niedrig- oder Hochtemperatur-Anlage handelt.

Minimal	SCOP (35°C)	$\eta$ (35°C)	SCOP (55°C)	$\eta$ (55°C)
A+++	4.38	175%	3.75	150%
A++	3.75	150%	3.13	125%
A+	3.08	123%	2.45	90%
A	2.88	115%	2.25	82%
B	2.68	107%	2.05	75%
C	2.50	100%	1.88	62%
D	1.55	62%	0.93	37%
E	1.48	59%	0.85	34%
F	1.38	55%	0.75	30%
G	<1.38	<55%	<0.75	<30%

effiziente LW

# Energieetikette / SCOP

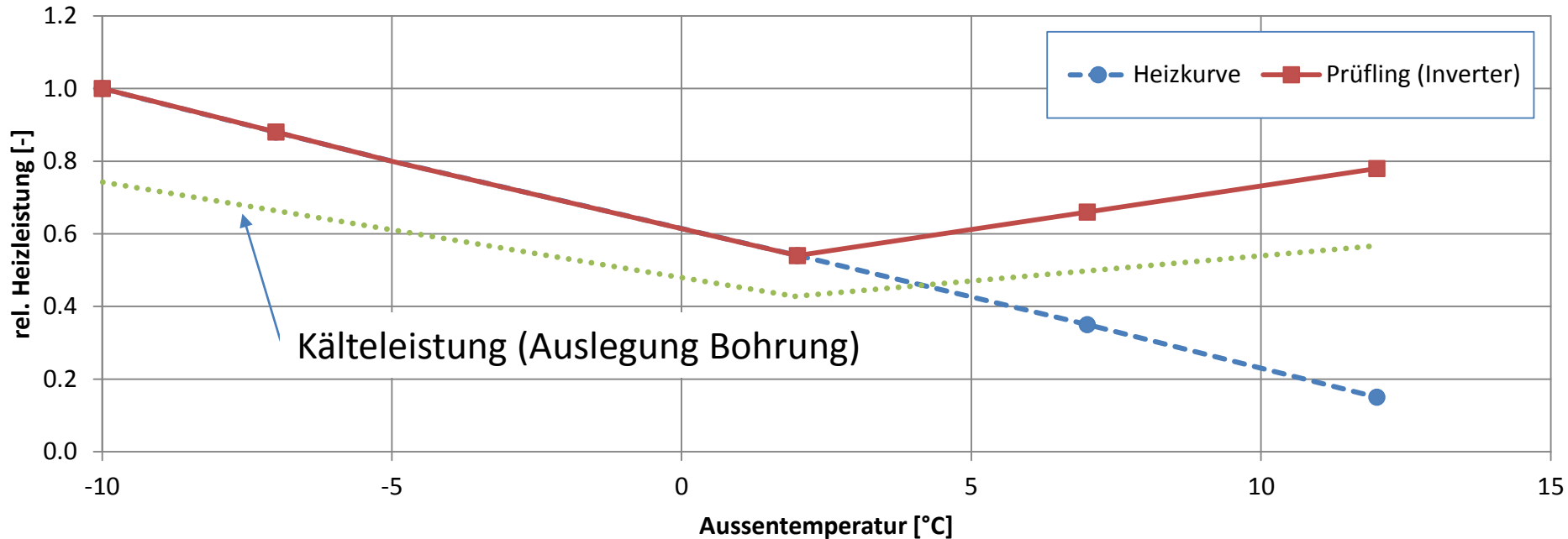
- Bei den Wärmepumpen wird unterschieden, ob es sich um eine Niedrig- oder Hochtemperatur-Anlage handelt.

Minimal	SCOP (35°C)	$\eta$ (35°C)	SCOP (55°C)	$\eta$ (55°C)
A+++	4.38	175%	3.75	150%
A++	3.75	150%	3.13	125%
A+	3.08	123%	2.45	90%
A	2.88	115%	2.25	90%
B	2.68	107%	2.05	82%
C	2.50	100%	1.88	75%
D	1.55	62%	0.93	37%
E	1.48	59%	0.85	34%
F	1.38	55%	0.75	30%
G	<1.38	<55%	<0.75	<30%

effiziente SW

effiziente LW

# Neues Messverfahren

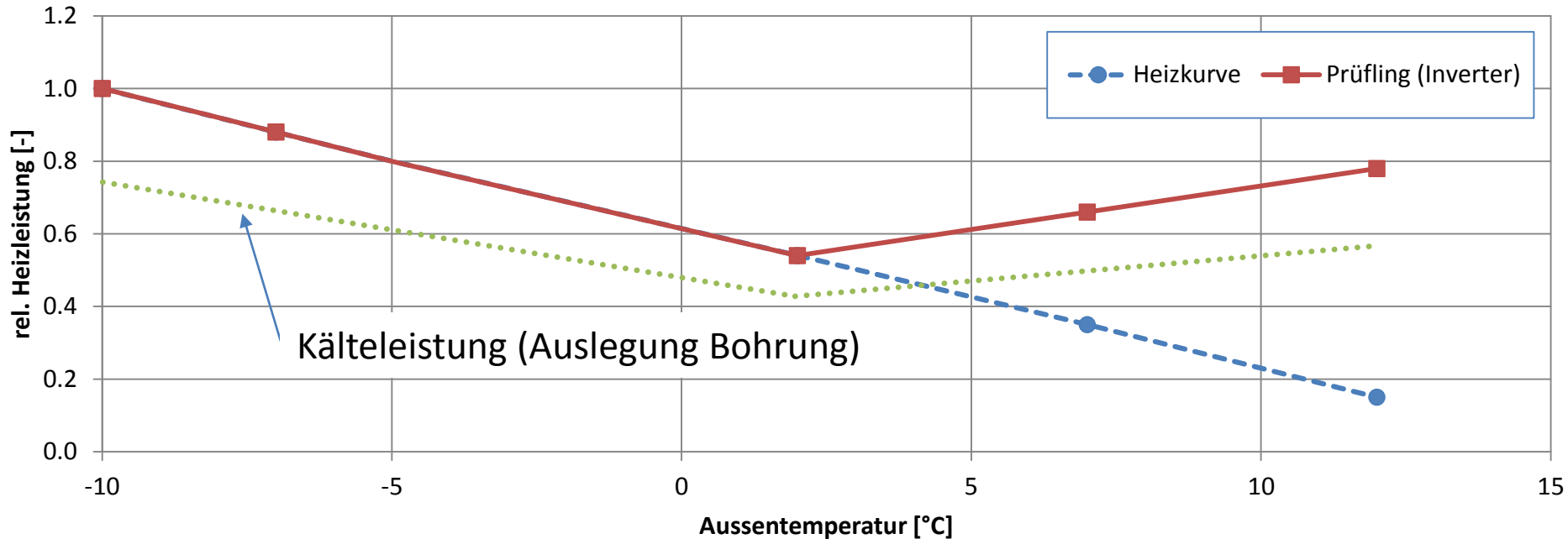


- I Leistung der Wärmepumpe
- II Heizkurve
- III elektrische Zusatzheizung
- IV Ein-/Aus-Zyklus



# Neues Messverfahren

Aussentemperatur  $\neq$  Sondentemperatur

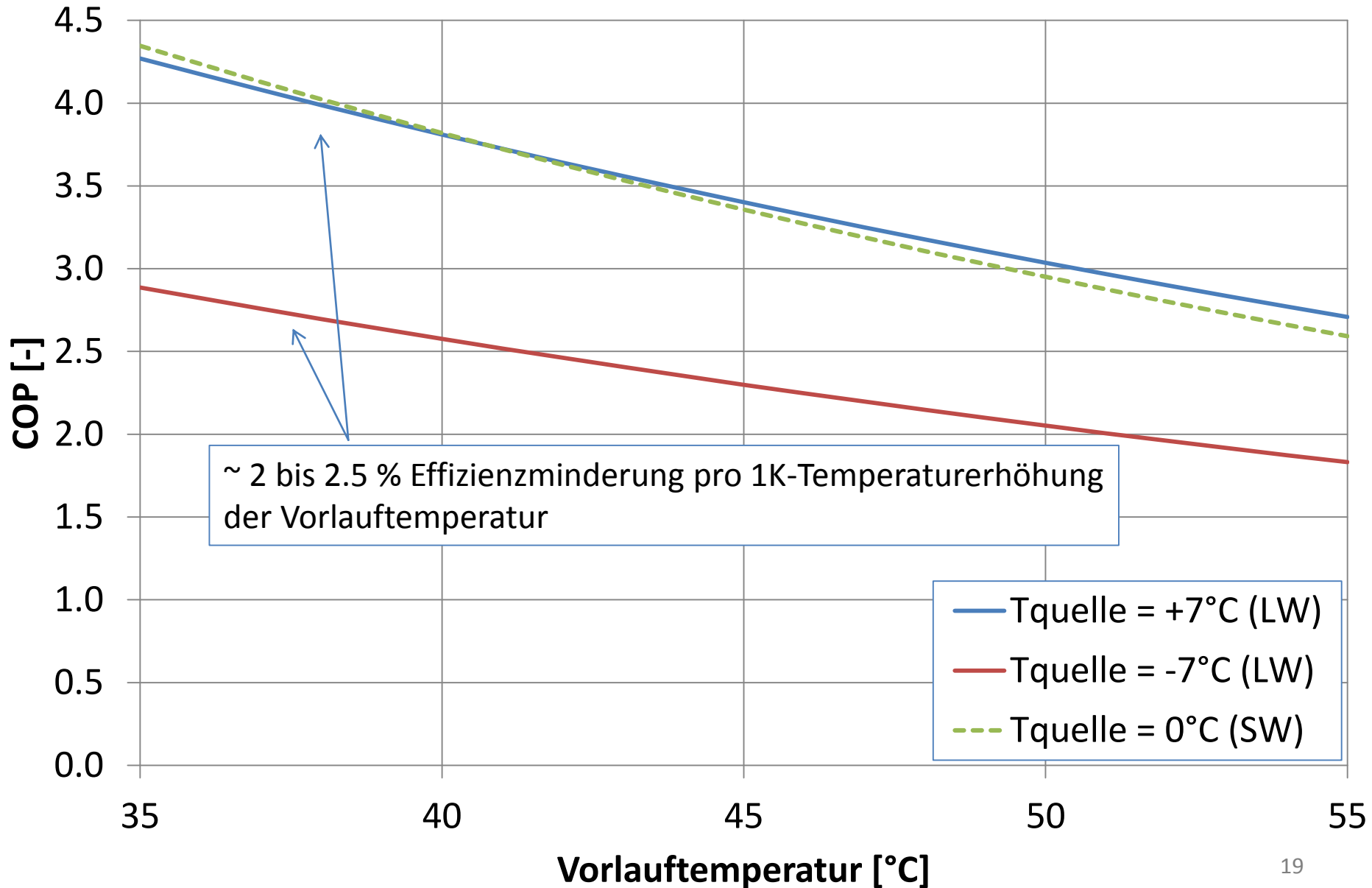


- I Leistung der Wärmepumpe
- II Heizkurve
- III elektrische Zusatzheizung
- IV Ein-/Aus-Zyklus

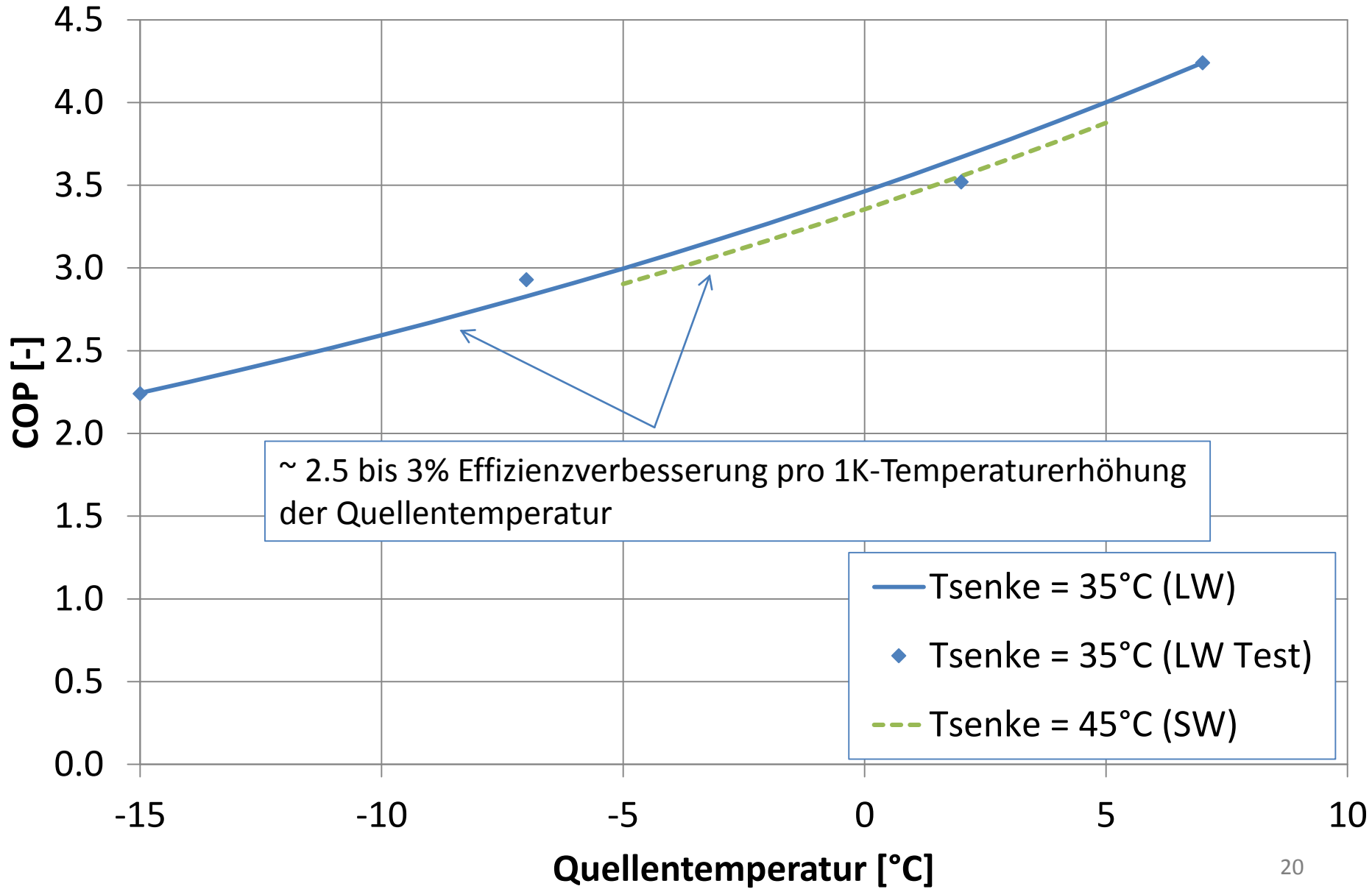
# Achten auf System-Temperaturen

- Die Wärmepumpe verliert ungefähr 2 bis 2.5% an Effizienz pro 1K höhere Vorlauftemperatur
- Die Vorlauftemperatur möglichst niedrig halten
  
- Die Wärmepumpe verliert ungefähr 2.5 bis 3% an Effizienz pro 1K tiefere Quellentemperatur (unabhängig Luft oder Erdreich)
- Die durchschnittliche Quellentemperatur soll möglichst hoch sein

# Vorlauftemperatur



# Quellentemperatur



# Einsatzgrenzen von Wärmepumpen

- Luft/Wasser-WP
  - Temperaturbereich Quelle:  $-20^{\circ}\text{C}$  bis  $+35^{\circ}\text{C}$
  - Temperaturbereich Senke:  $+20^{\circ}\text{C}$  bis  $+55^{\circ}\text{C}$  ( $60^{\circ}\text{C}$ )
  - Notheizung für Unterschreiten der Auslegetemperatur sinnvoll
- Sole/Wasser-WP
  - Temperaturbereich Quelle:  $-5^{\circ}\text{C}$  bis  $+20^{\circ}\text{C}$
  - Temperaturbereich Senke:  $+20^{\circ}\text{C}$  bis  $+60^{\circ}\text{C}$  ( $65^{\circ}\text{C}$ )
  - Notheizung für Unterschreiten der Auslegetemperatur bedingt sinnvoll

# Entwicklung von Wärmepumpen

- Mit den aktuellen Kompressortypen sind nur kleine Effizienzverbesserungen zu erwarten
  - Invertertechnologie kommt auch bei den Sole/Wasser-Wärmepumpen
  - Grosses Potenzial bei der Steuerung zur Effizienzsteigerung (Feld)
  - FKW und HFKW Kältemittel werden in den nächsten Jahre durch erneuerbare oder HFO Kältemittel ersetzt → kleine GWP
- Zurzeit wird viel über den Turboverdichter (neuer Kompressortyp) gesprochen, der jedoch noch nicht marktreif ist
  - Laut Entwickler soll die Effizienz gegenüber der aktuellen Kompressortypen bei kleinem Hub stark verbessert werden
  - Für hohe Vorlauftemperaturen zurzeit noch kein Thema (Sanierung)

# Herzlichen Dank für eure Aufmerksamkeit



Wärmepumpen-Testzentrum WPZ und Akustik

Mick Eschmann

E-Mail: [michael.eschmann@ntb.ch](mailto:michael.eschmann@ntb.ch)

Tel: +41(0)81 755 33 50

[www.wpz.ch](http://www.wpz.ch)