

Nutzwärme statt Abwärme

Dr. Thomas Bürki, Thomas Bürki GmbH, Benglen

Überblick

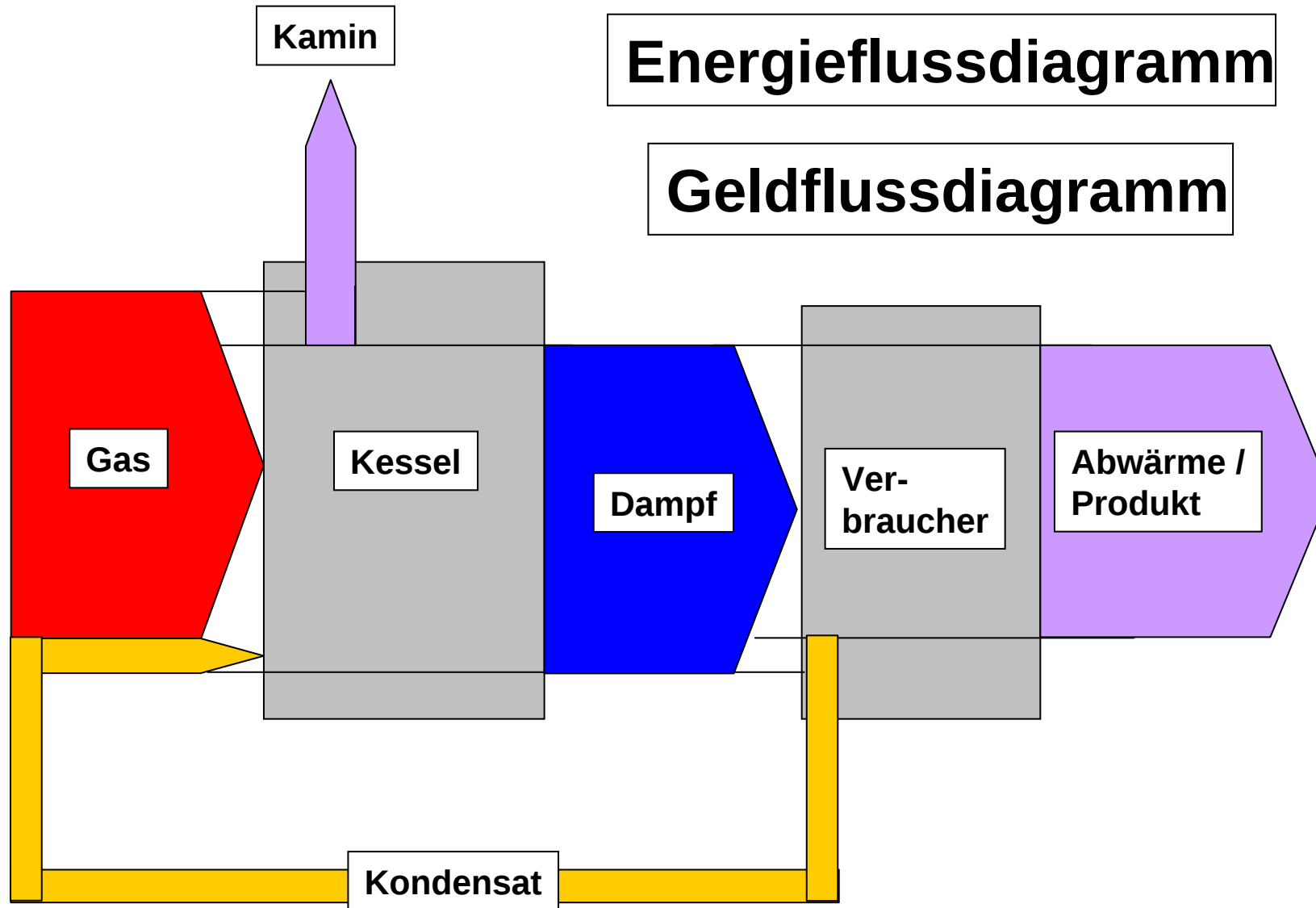
- ⌘ **Industrie braucht 24% der fossilen Brennstoffe in der Schweiz**
- ⌘ **Industrielle Rechnung für fossile Brennstoffe ca. 5,5 Mrd. Fr/a**

Schätzung

⌘ Industrie produziert 15% Kaminabwärme, 20 - 25% hochwertige Abwärme; Rest diffus

⌘ durch Kamine:	0,8 Mrd.	} 2,2 Mrd. Fr
⌘ durch Abluftkanäle:	~1,2 Mrd.	
⌘ diffus:	3,5 Mrd.	

Das mit der Energie und dem Geld ...



Probleme

- ⌘ Anzahl Potentialstudien: gross
- ⌘ Anzahl Massnahmen zur Nutzung: klein
- ⌘ Gründe
 - ☐ Brennstoffpreise und Kosten
 - ☐ Nutzungstechnologien nicht aktualisiert
 - ☐ Neue Technologien zu wenig bekannt
 - ☐ Hemmungen

Was ist zu tun?

- ⌘ 1. **Bessere Prozesskenntnisse**
→ **Prozessanalysen, Abwärmereduktion**
(Menge und Temperatur)
- ⌘ 2. **Rückgewinnung / Nutzung mit neusten**
Technologien

Wo stehen wir heute?

- ⌘ Öl (und damit Gas-) preis hoch. CO₂-Abgabe?
- ⌘ Damit Kosten/Wert der Abwärme hoch
 - ⇒ bisherige Projekte wieder erwägen
- ⌘ Neue Technologien auf dem Markt
 - ☒ Qualitativ hochstehende Wärmetauscher
 - ☒ Hochtemperatur-Wärmepumpen
 - ☒ ORC (Strom aus Abwärme)
 - ⇒ bisherige Projekte dem aktuellen Stand der Technik entsprechend neu designen

Wie sehen neue Technologien aus?

- ⌘ **Wärmetauscher mit sehr geringen ΔT reduzieren Abwärme (Kältemaschinen!)**
- ⌘ **Temperatur anheben, z.B.**
 - ☒ **Brüdenkompression**
 - ☒ **CO₂-Wärmepumpen, die Nutzwärme von bis zu 90°C bei COP > 3 produzieren**
- ⌘ **ORC vor dem Markteintritt. Wandeln Nieder-temperatur-Abwärme in (relativ teuren) Strom um**

Was ist zu beachten? I

⌘ **Achtung: Unterschied zwischen Energie und Temperatur nicht vergessen**

⌘ **vor allem bei Verdampfung / Kondensation wichtig**

☐ **Bsp. Dampfproduktion (3 bar / 150°C)**

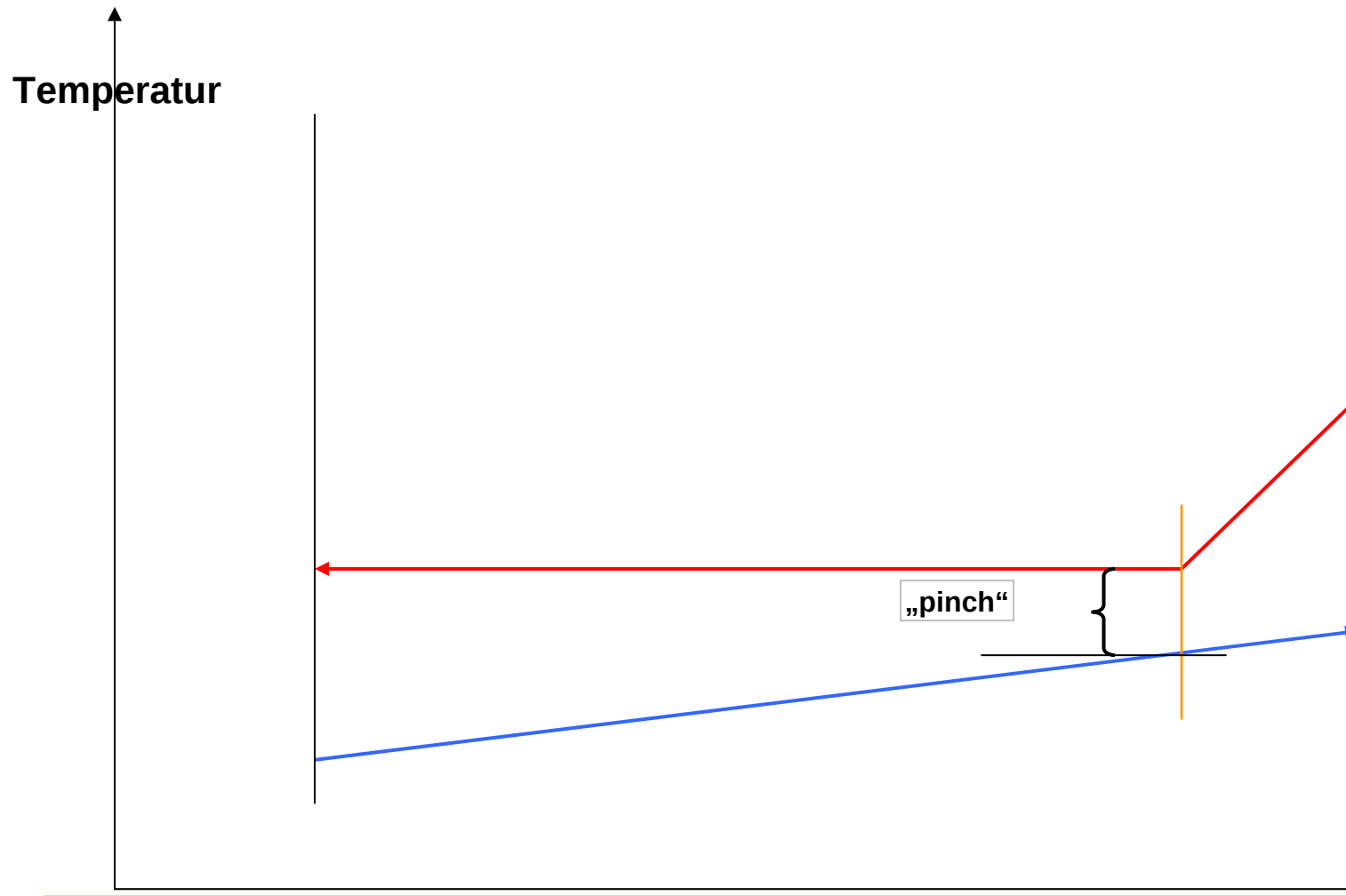
☒ **Wärme für Kondensatvorwärmung** 7 %

☒ **Wärme für Verdampfung** 73%

☒ **Wärme für Überhitzung** 20%

Was ist zu beachten? II

⌘ z.B. WRG bei Kondensation



Neue / verbesserte Verfahren I

⌘ Trocknung

- ⏏ maximieren Entwässerung

- ⏏ thermische Trocknung

 - ⊗ Zusammenspiel Strömungsmechanik – Thermodynamik präzise kennen

⌘ neue, evtl. bessere Trockungsverfahren prüfen

- ⊗ Vakuumtrocknung

 - Verdampfung bei Unterdruck (d.h. tiefer Temperatur)
 - bis zu Gefriertrocknung (Lebensmittel, Pharma)

- ⊗ UV-Trocknung

 - Spezialfall Druckindustrie (chemische Vernetzung)

Neue / verbesserte Verfahren II

⌘ neue, evtl. bessere Trockungsverfahren

☒ Membranen

- stärkere Entwässerung und Rückgewinnung der Inhaltsstoffe

☒ Mikrowellen / Hochfrequenztrocknung

- elektromagnetische Wellen → Verdampfung

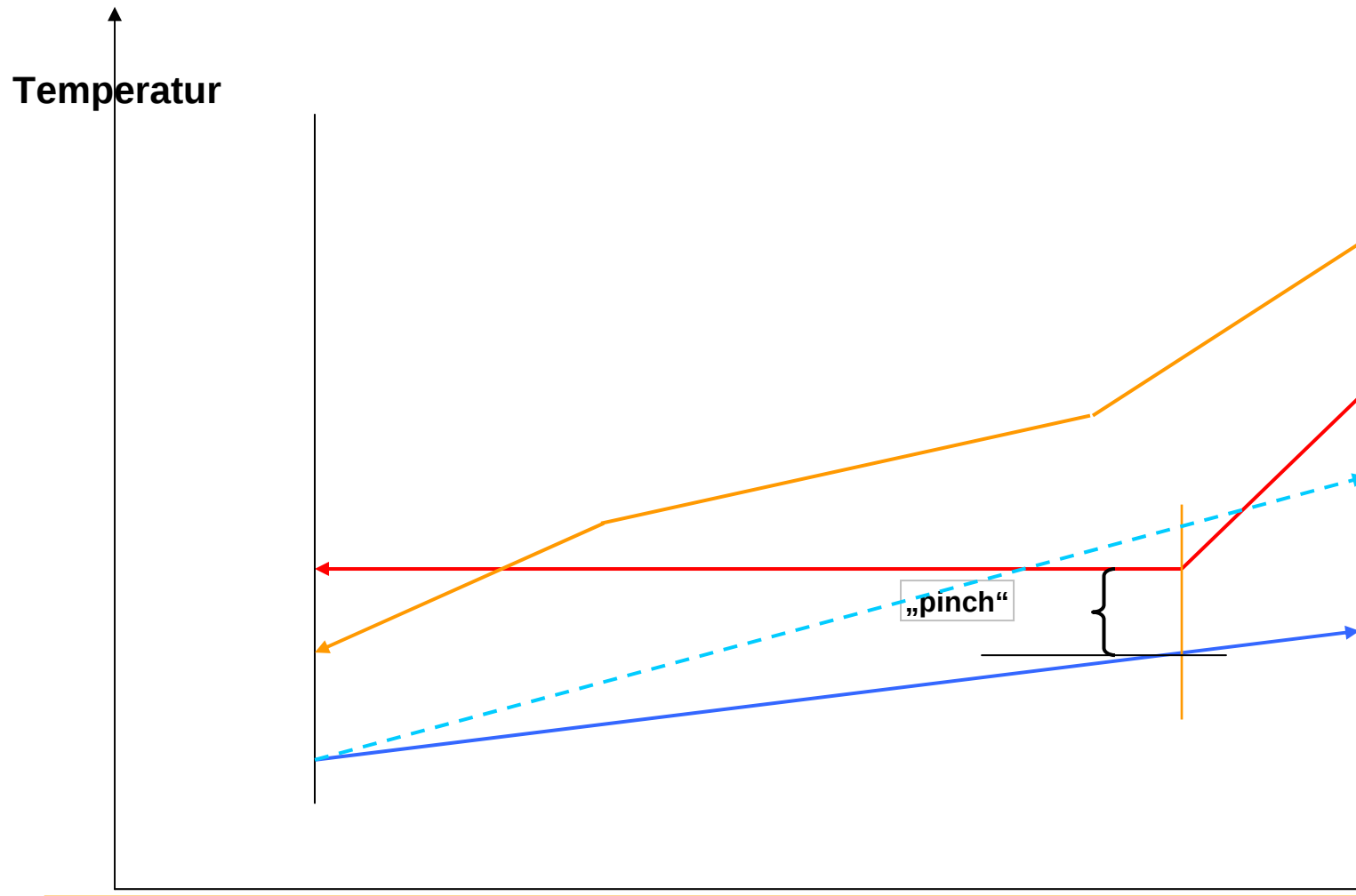
Neue Technologien I

⌘ CO₂-Wärmepumpe

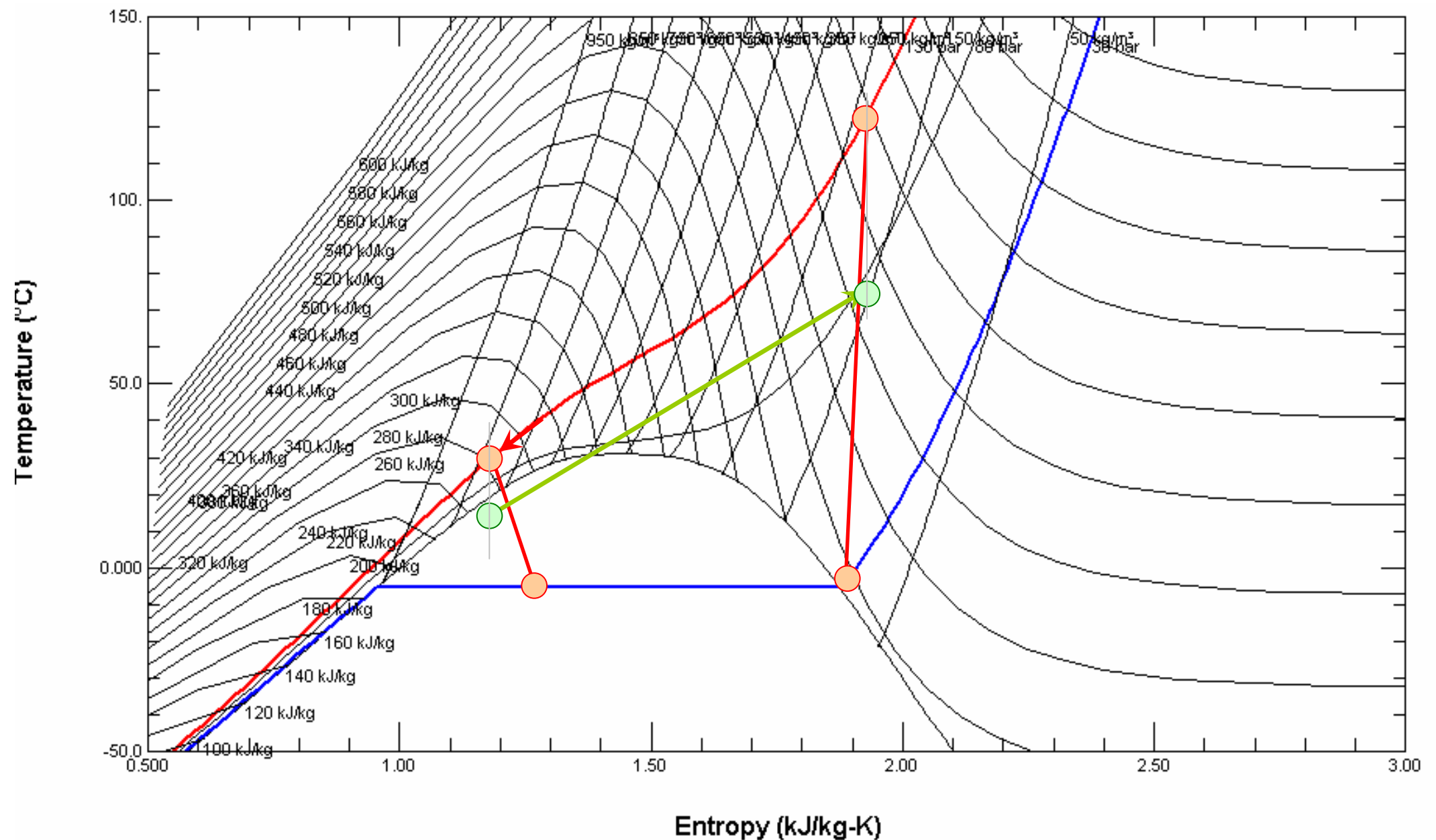
- ☒ überkritisch, d.h. hohe Drücke (100+ bar)
- ☒ Im CO₂-Kreislauf keine Kondensation, daher keine Wärmeübertragung bei konstanter Temperatur
⇒ bessere Ausnutzung der Abwärme
- ☒ Enthitzung bringt Nutzwärme bis 90 (+) °C

Neue Technologien II

⌘ Konventionelle WP und CO₂-WP



Neue Technologien III

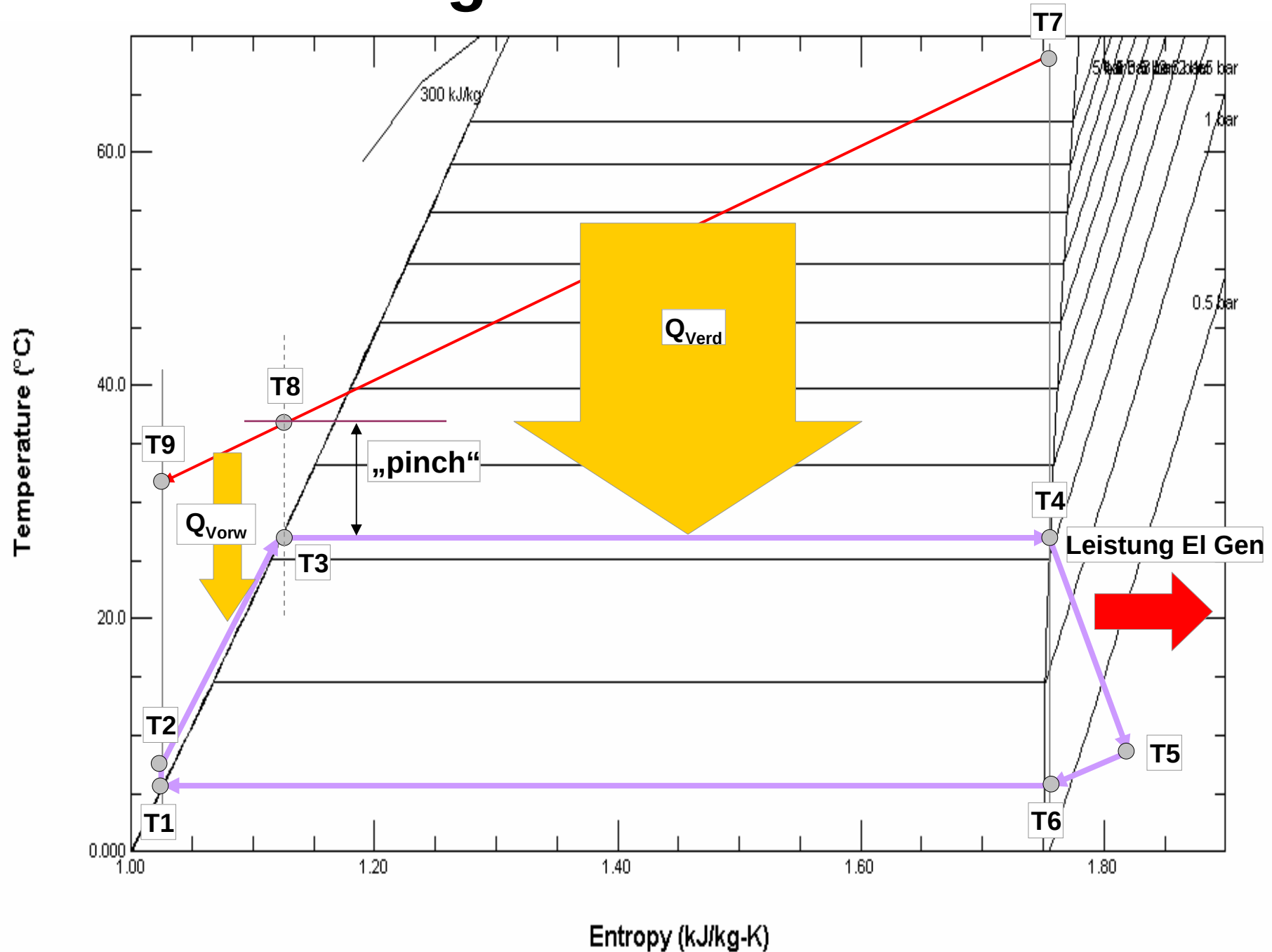


Neue Technologien IV

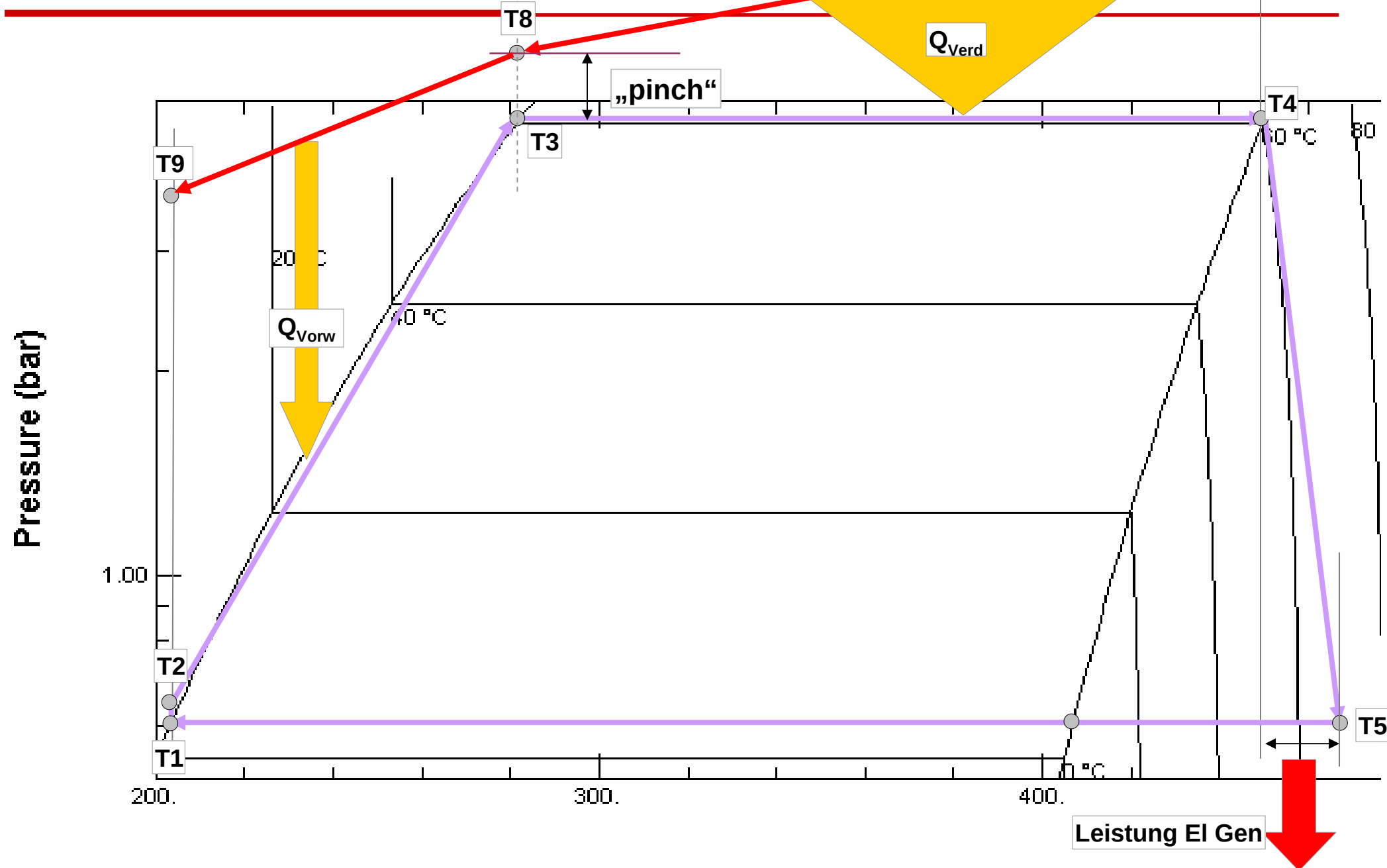
⌘ ORC-Maschinen

- ☒ Dampfprozess bei niedrigen Temperaturen
- ☒ daher organisches Fluid nötig
- ☒ Abkühlung Abgase / Abluft bis unter Taupunkt möglich
- ☒ kein zusätzlicher Energieaufwand, daher Strom energetisch gratis
- ☒ Wirkungsgrad Abwärme zu Strom 3% bis gegen 15%, erhebliche Investitionskosten
- ☒ Nur rentabel, wenn lange Jahresbetriebszeiten (> ca. 7'000 bis 7'500 h/a)

Neue Technologien V



Neue Technologien V



Ausblick

- ⌘ Abwärmepotential ist anerkanntermassen gross
- ⌘ Möglichkeiten zum Rückgewinnen der Abwärme sind grösser geworden
- ⌘ Attraktivität gestiegen: Ölpreise, Technologien
- ⌘ wenn CO₂-Abgabe kommt, steigt finanzielle Attraktivität weiter
- ⌘ es braucht mehr Ingenieure / Planer mit dem nötigen Know-How ...
... und dem Biss, Projekte umzusetzen