

Kaltes Ende



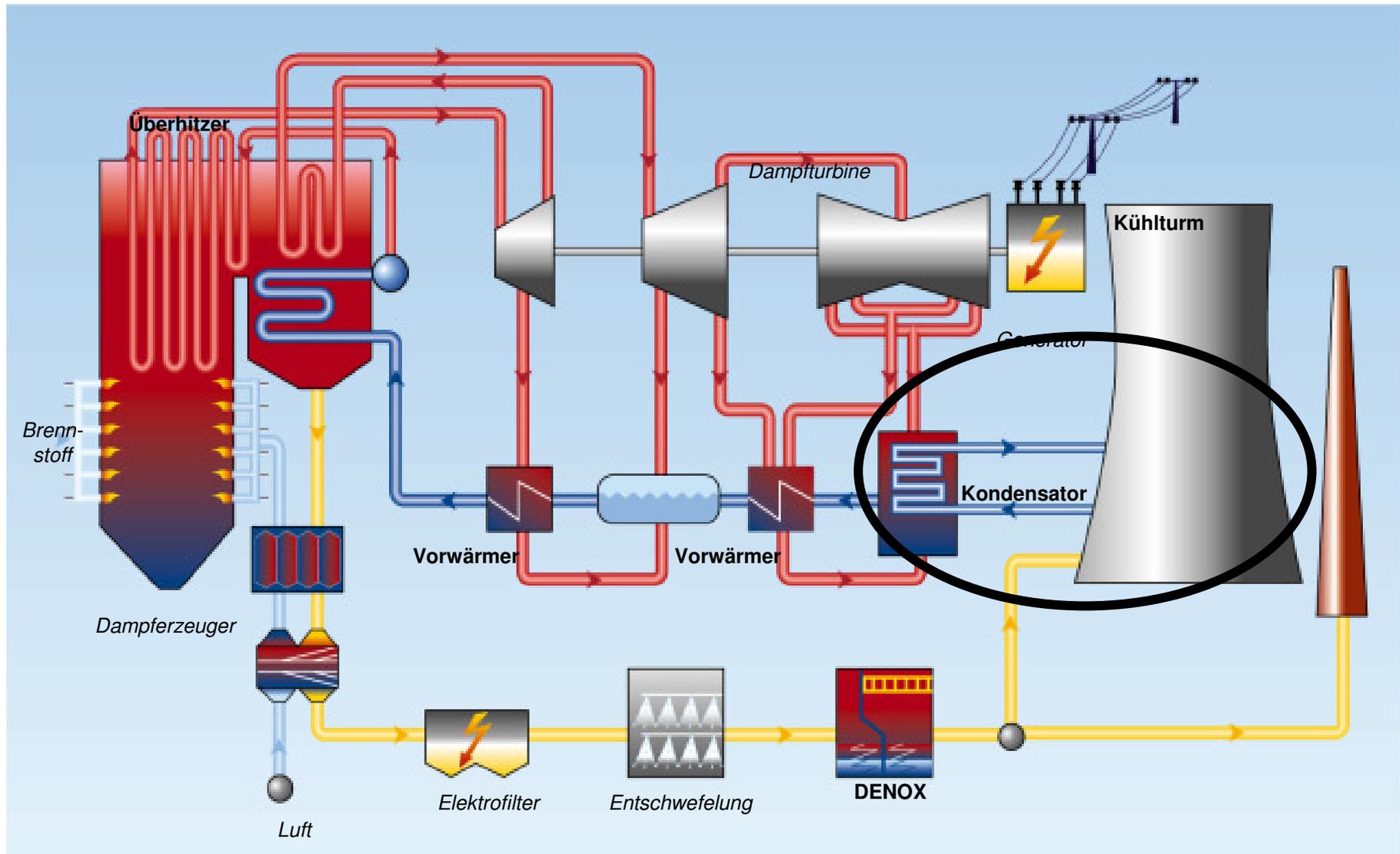
Optimiertes “Kaltes Ende“

Balcke-Dürr GmbH /
SPX Cooling Technologies GmbH
Dr. Manfred Roth

Konventionelles Kraftwerk

SPX Cooling Technologies

Balcke | Hamon Dry Cooling | Marley



Der Wirkungsgrad eines Wärmekraftprozesses ist dann besonders hoch, wenn:

- **die Wärmezufuhr bei möglichst hoher Temperatur erfolgt**
- **die Wärmeabgabe bei möglichst niedriger Temperatur erfolgt**

Verbesserungen am Kalten Ende führen zu einer Reduktion des Kondensatordrucks

- **Wärmesenke bei möglichst tiefer Temperatur**

Anlagenkomponenten:

- **Kondensator**
- und
- **Kühlturm**

4 x 600 MWe, Zhenglan Power Station, Coal Fired



Technical Requirements / Data

Turbine Exhaust Steam Flow	4 x 1320 t/h
Turbine Exhaust Steam Pressure	30 kPa
Heat Load	4 x 822MW _{th}
Dry Bulb Temperature (Design)	33 °C
Air Temperature Range:	-35.7 to 36 °C
Power Consumption (Fans)	4 x 4448kW
Fin Tubes	Single Row Steel / Aluminium

Special Features

Number of Fans 4 x 64

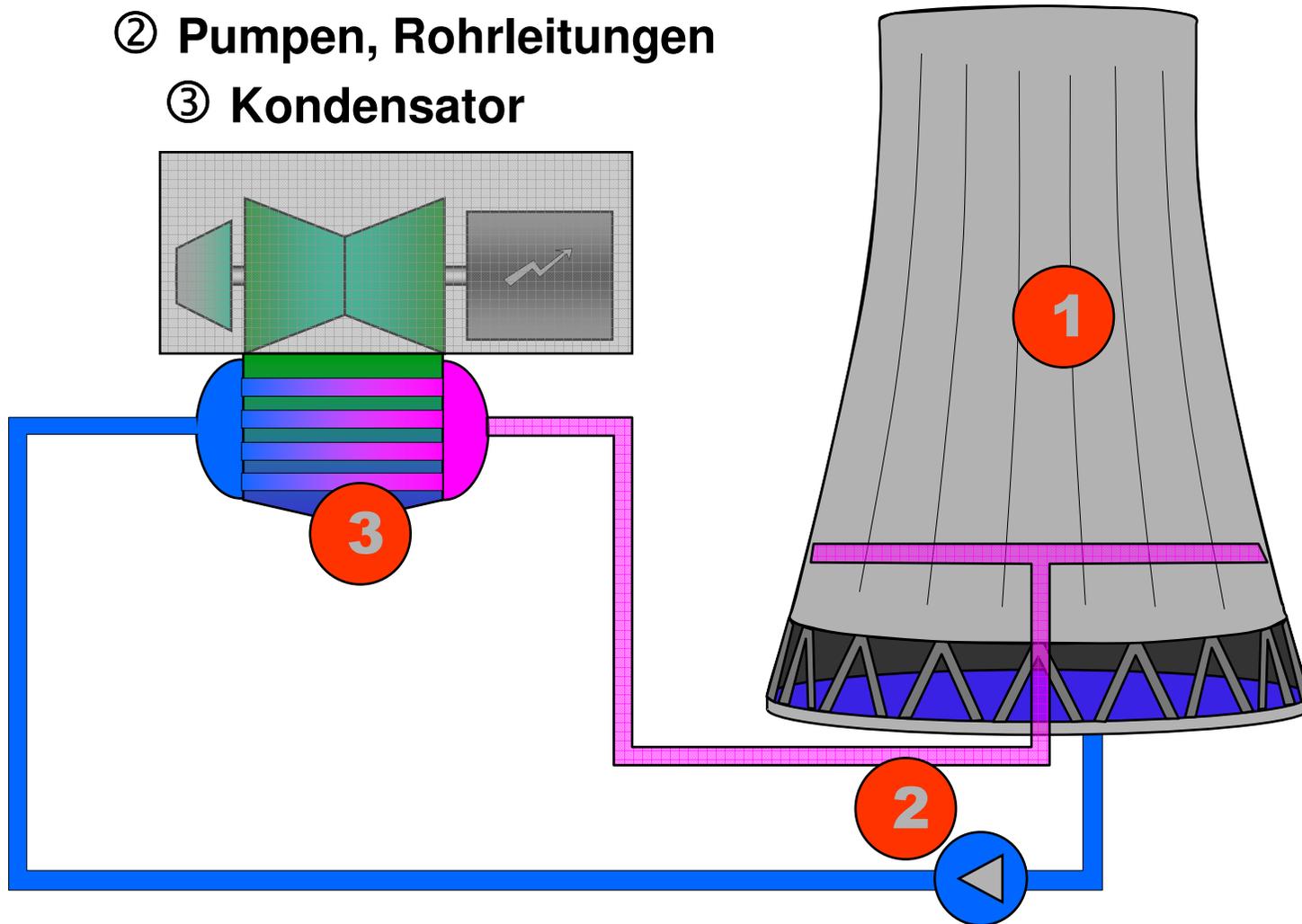
- **Client:** CWEME
- **Enduser:** Inner Mongolia Shandu Power Co Ltd
- **Site:** China, Inner Mongolia
- **Type:** Direct Air Cooled Condenser

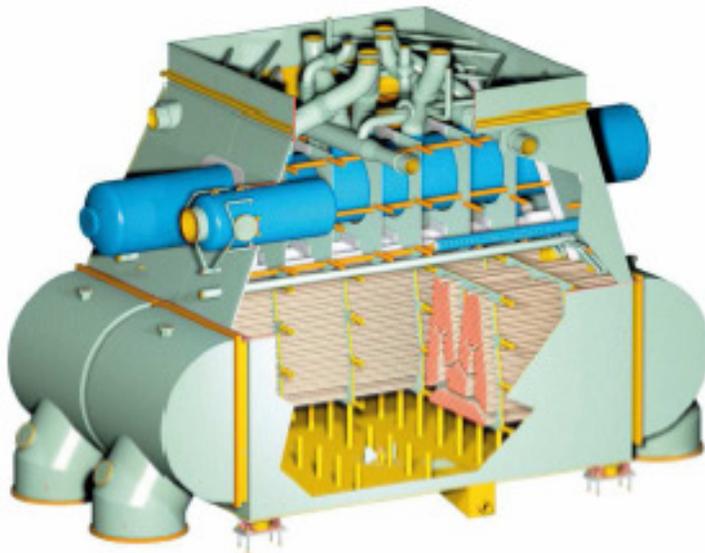
Hauptkomponenten des Kalten Endes

SPX Cooling Technologies

Balcke | Hamon Dry Cooling | Marley

- ① Kühlturm
- ② Pumpen, Rohrleitungen
- ③ Kondensator





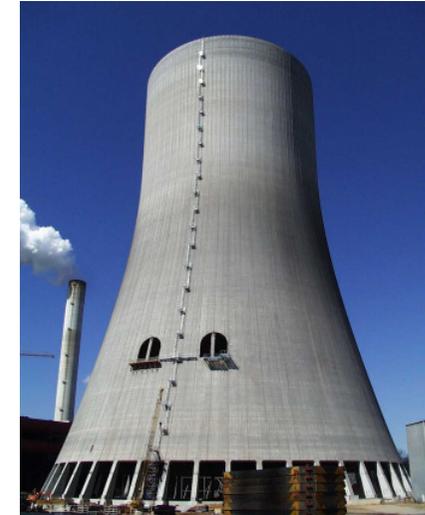
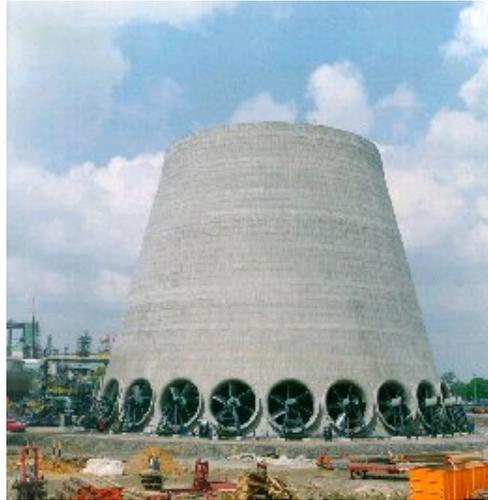
Neuartige Bündelgeometrien (TEPEE Bündelform) erlauben annähernd konstante Dampfgeschwindigkeiten über die Bündeltiefe mit folgenden Vorteilen:

- Druckverlust-Minimierung
- Erhöhung der Kondensationsrate auf der Kühlwasser-Eintrittsseite
- Vermeidung von Luftansammlungen innerhalb des Bündels
- Erwärmung und Entgasung des Kondensates

Nass-Kühltürme

SPX Cooling Technologies

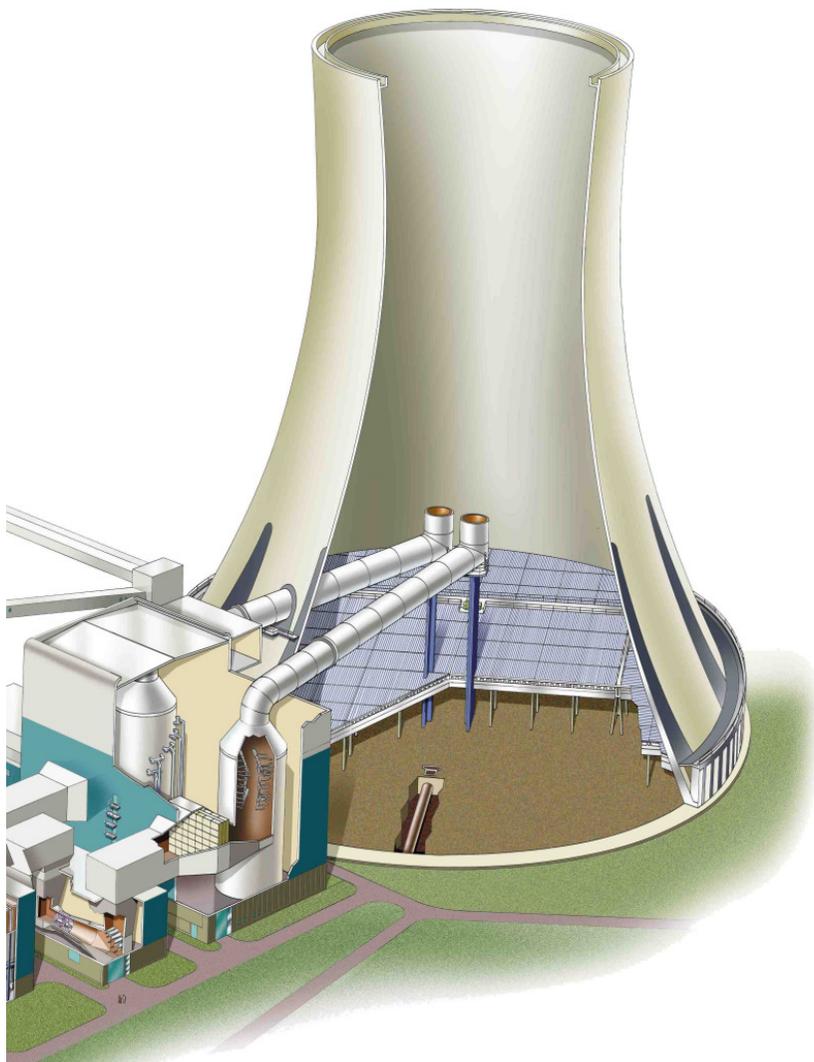
Balcke | Hamon Dry Cooling | Marley



Reingasableitung über NZK

SPX Cooling Technologies

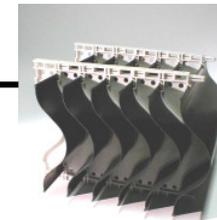
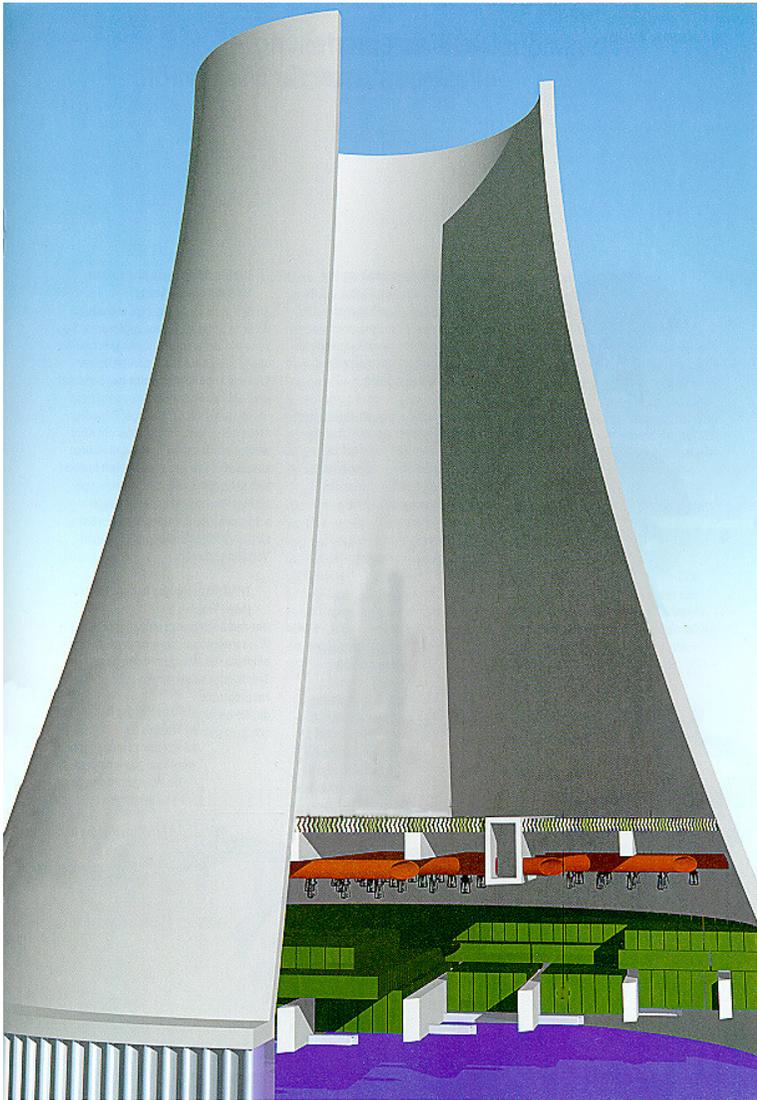
Balcke | Hamon Dry Cooling | Marley



Kühlturm mit Kühltechnik

SPX Cooling Technologies

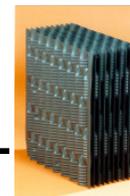
Balcke | Hamon Dry Cooling | Marley



**Tropfen-
abscheider**



**Wasserver-
teilung mit
Sprüher**

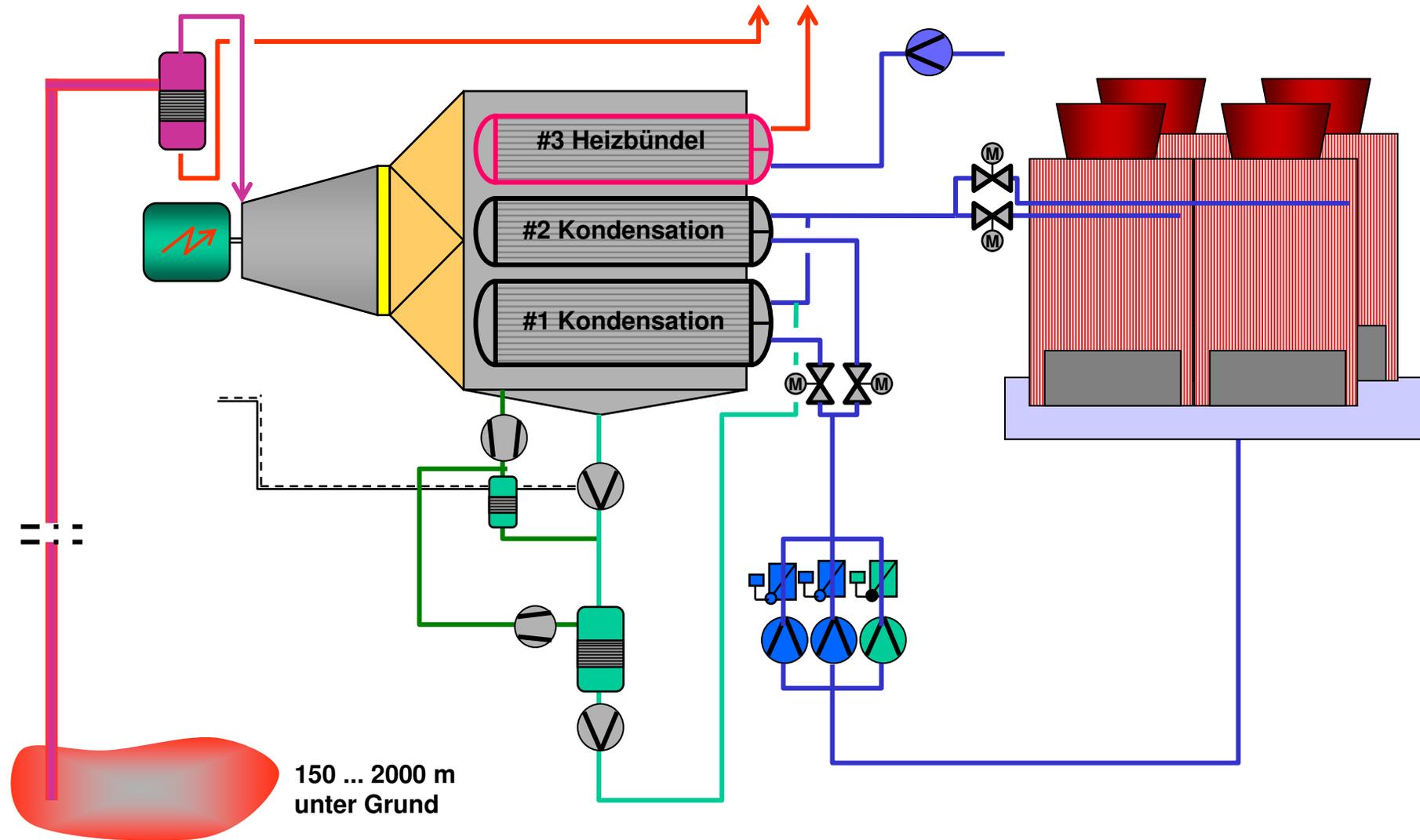


Kühleinbauten

Beispiel: Geothermisches Kraftwerk

SPX Cooling Technologies

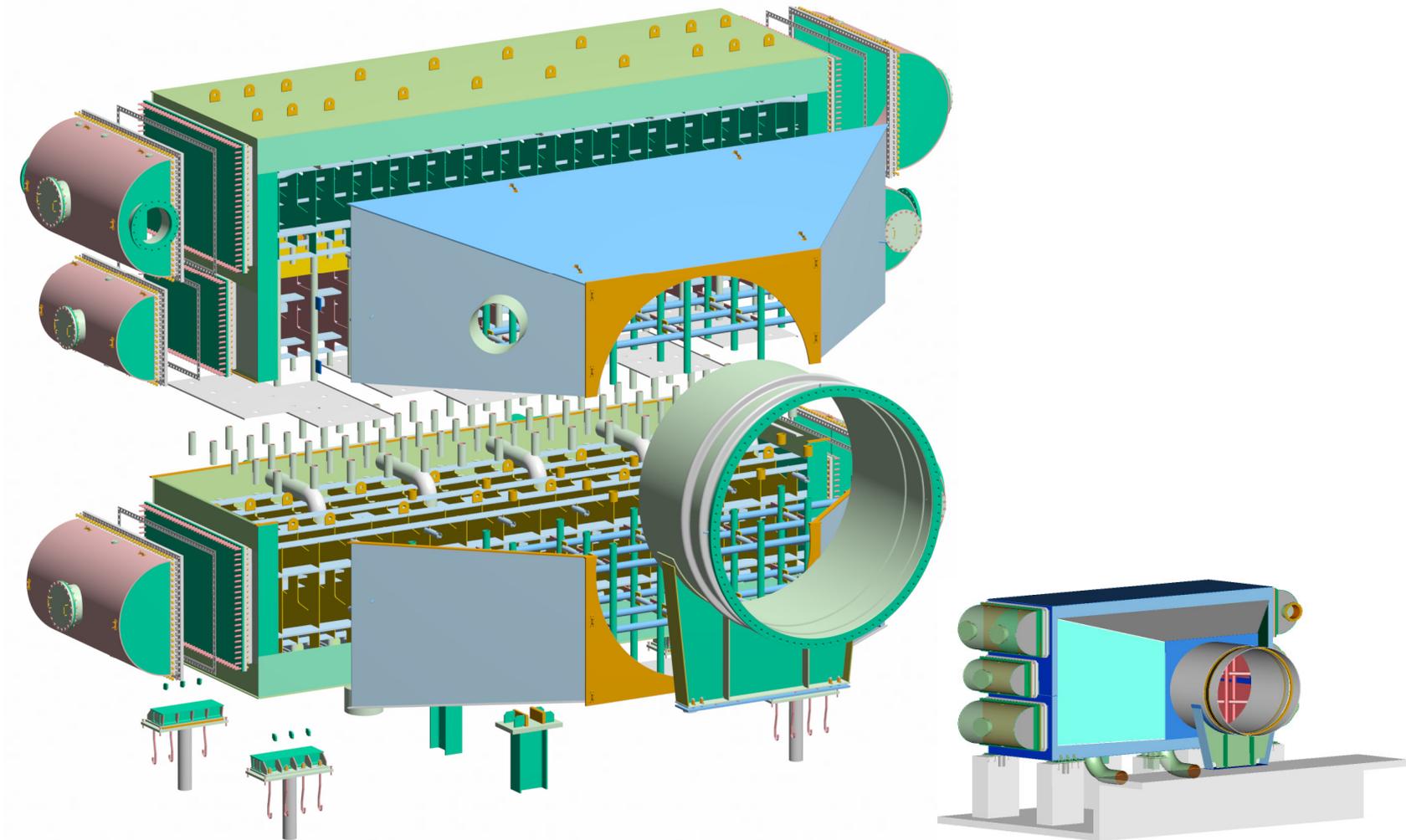
Balcke | Hamon Dry Cooling | Marley



Kraft-Wärme-Kondensator

SPX Cooling Technologies

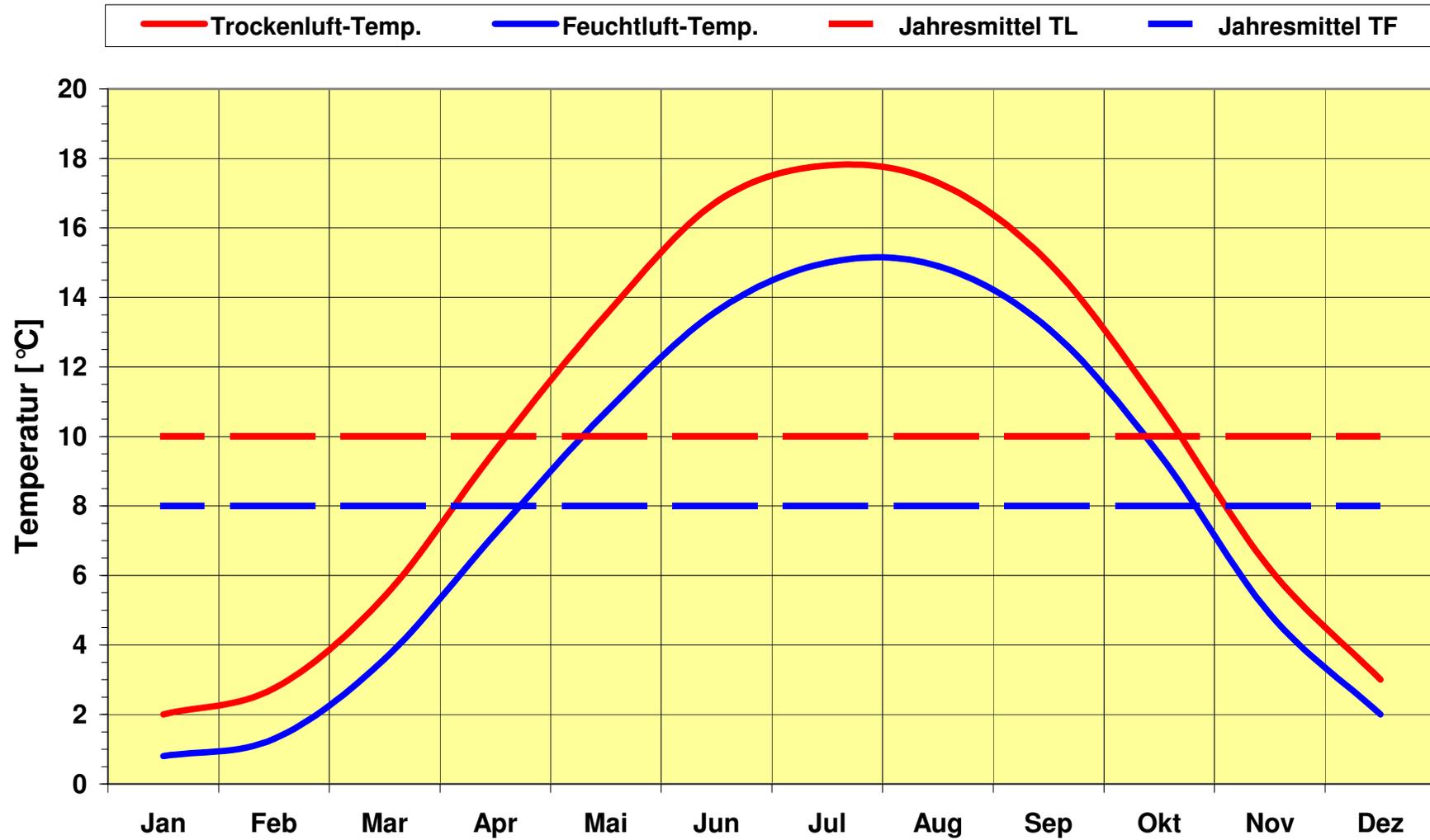
Balcke | Hamon Dry Cooling | Marley

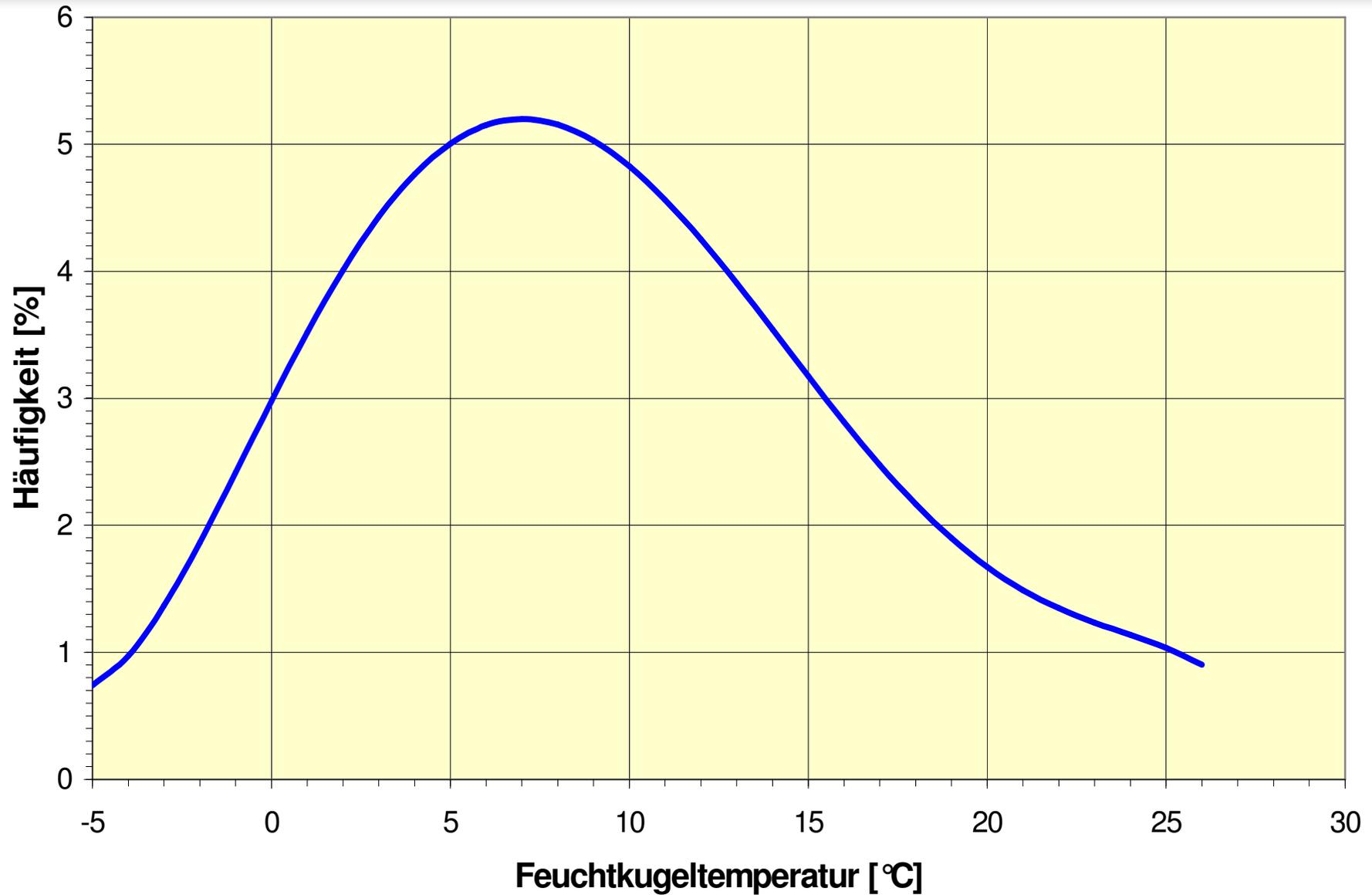


Jahresverlauf der Umgebungslufttemperaturen

SPX Cooling Technologies

Balcke | Hamon Dry Cooling | Marley





Der Kühlturm als "Reaktions" - Maschine

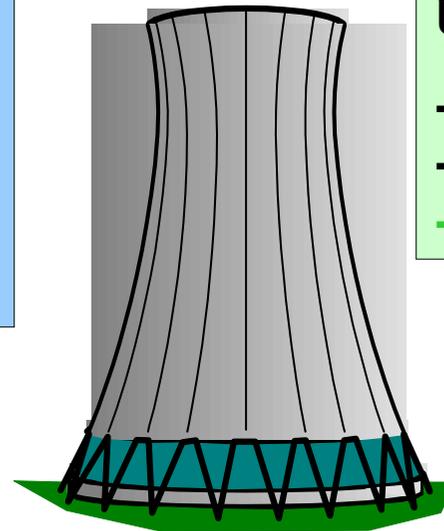
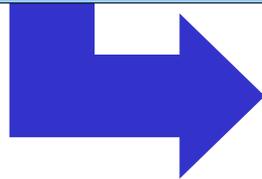
SPX Cooling Technologies

Balcke | Hamon Dry Cooling | Marley

Kraftwerksblock:

- Kühlwasser-Massenstrom
- abzuführende Wärmemenge

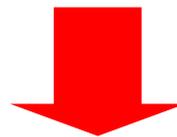
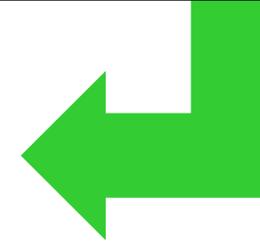
->> $\Delta T_{\text{Kühlwasser}}$



Umgebungsluft:

- Lufttemperatur
- relative Feuchte

->> Feuchtkugeltemperatur



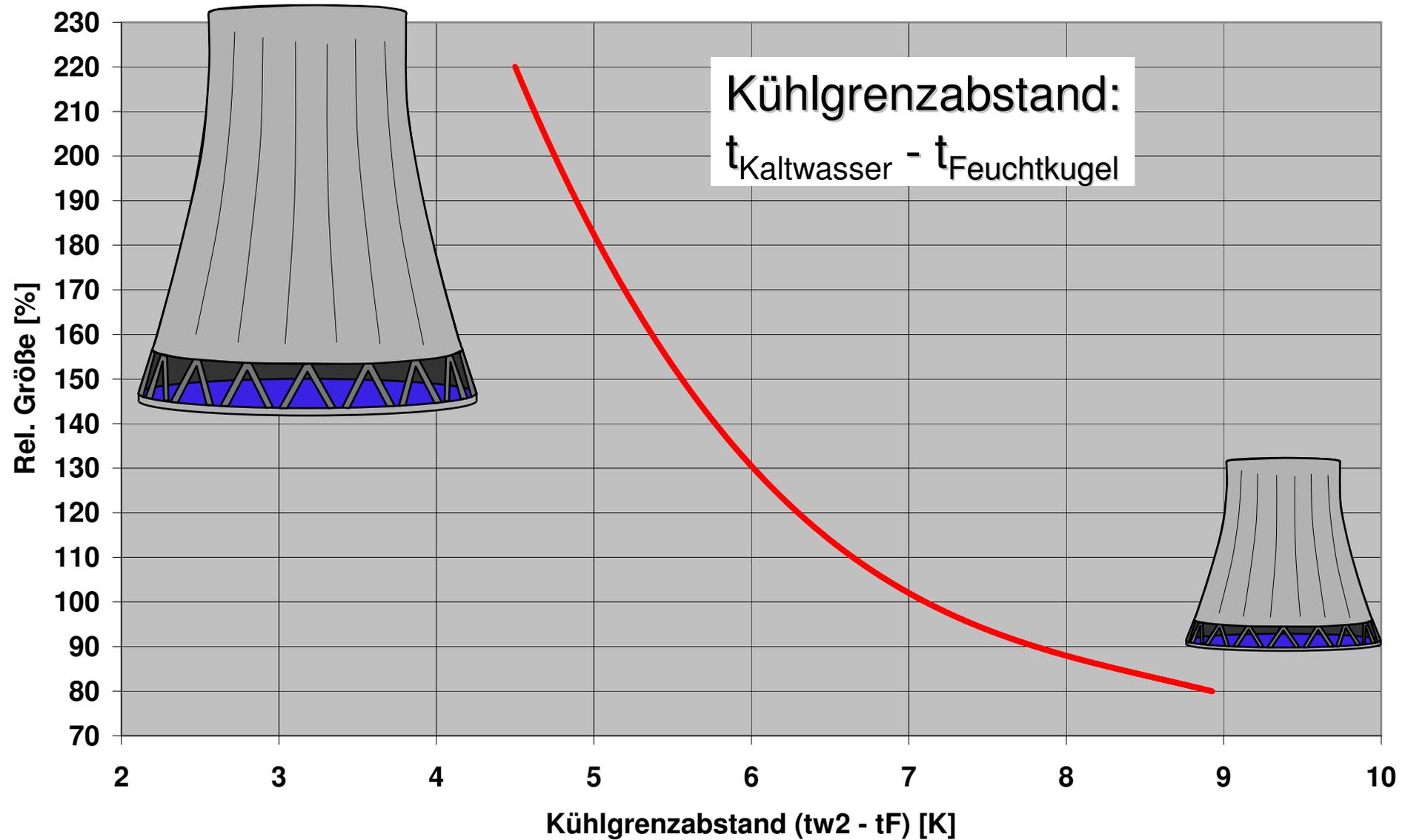
Temperaturniveau

->> Kaltwassertemperatur

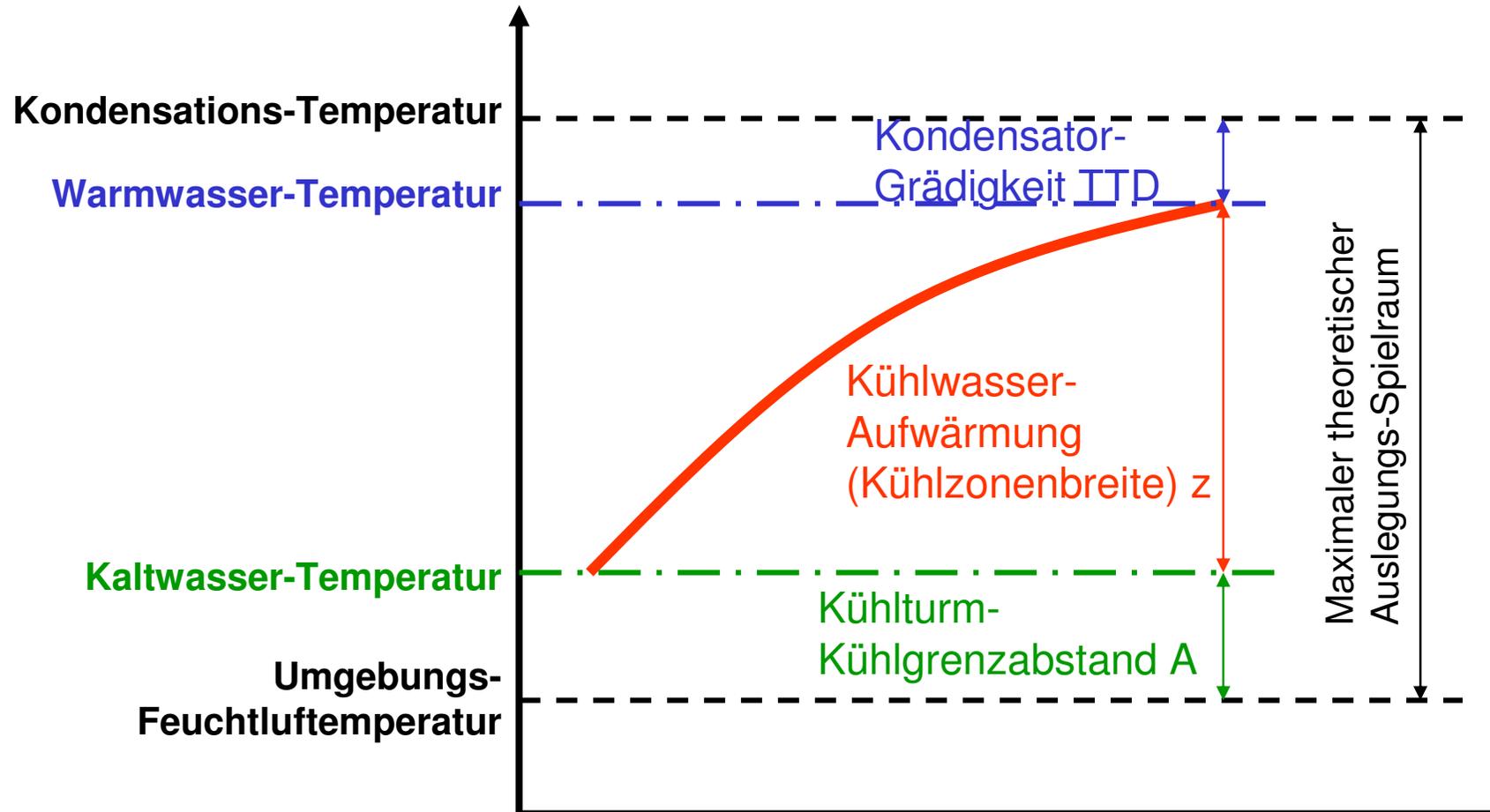
Parameter: Kühlgrenzabstand

SPX Cooling Technologies

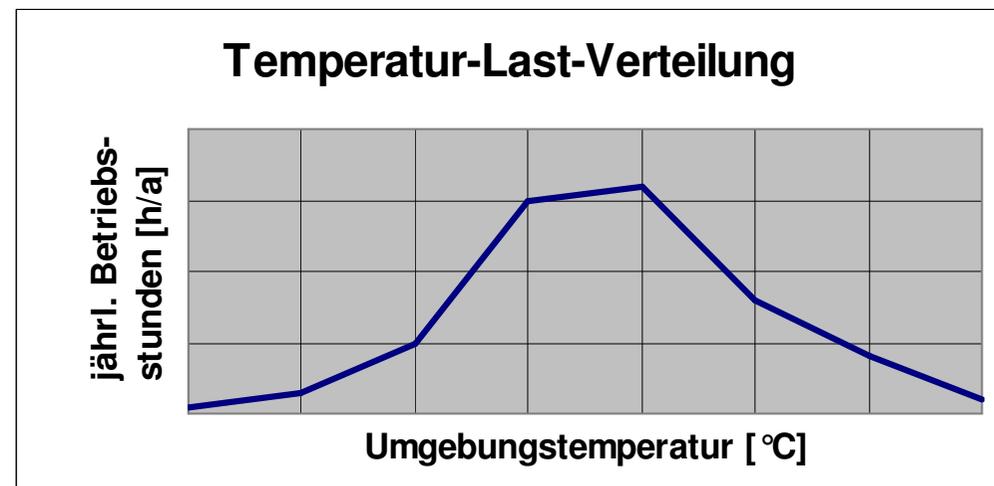
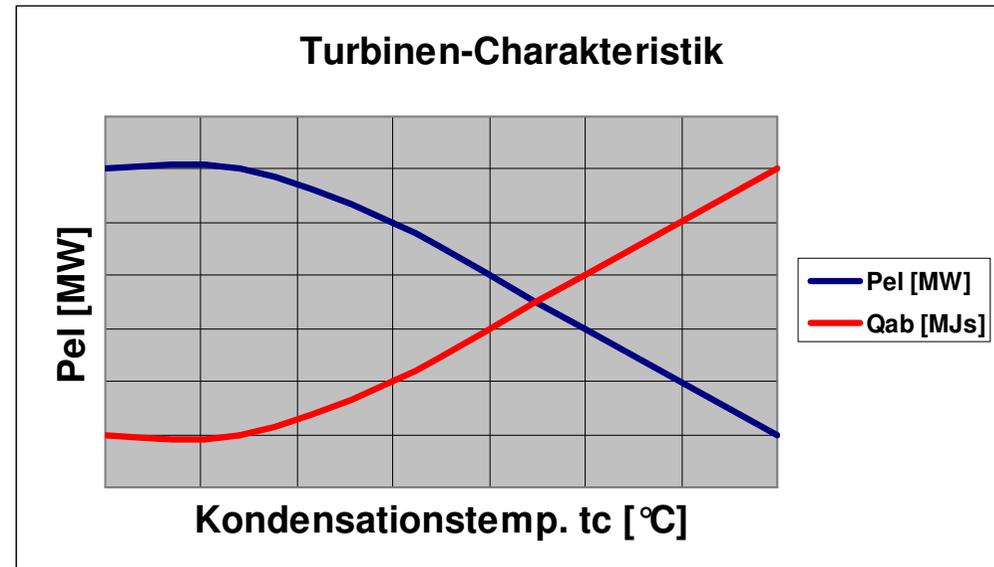
Balcke | Hamon Dry Cooling | Marley



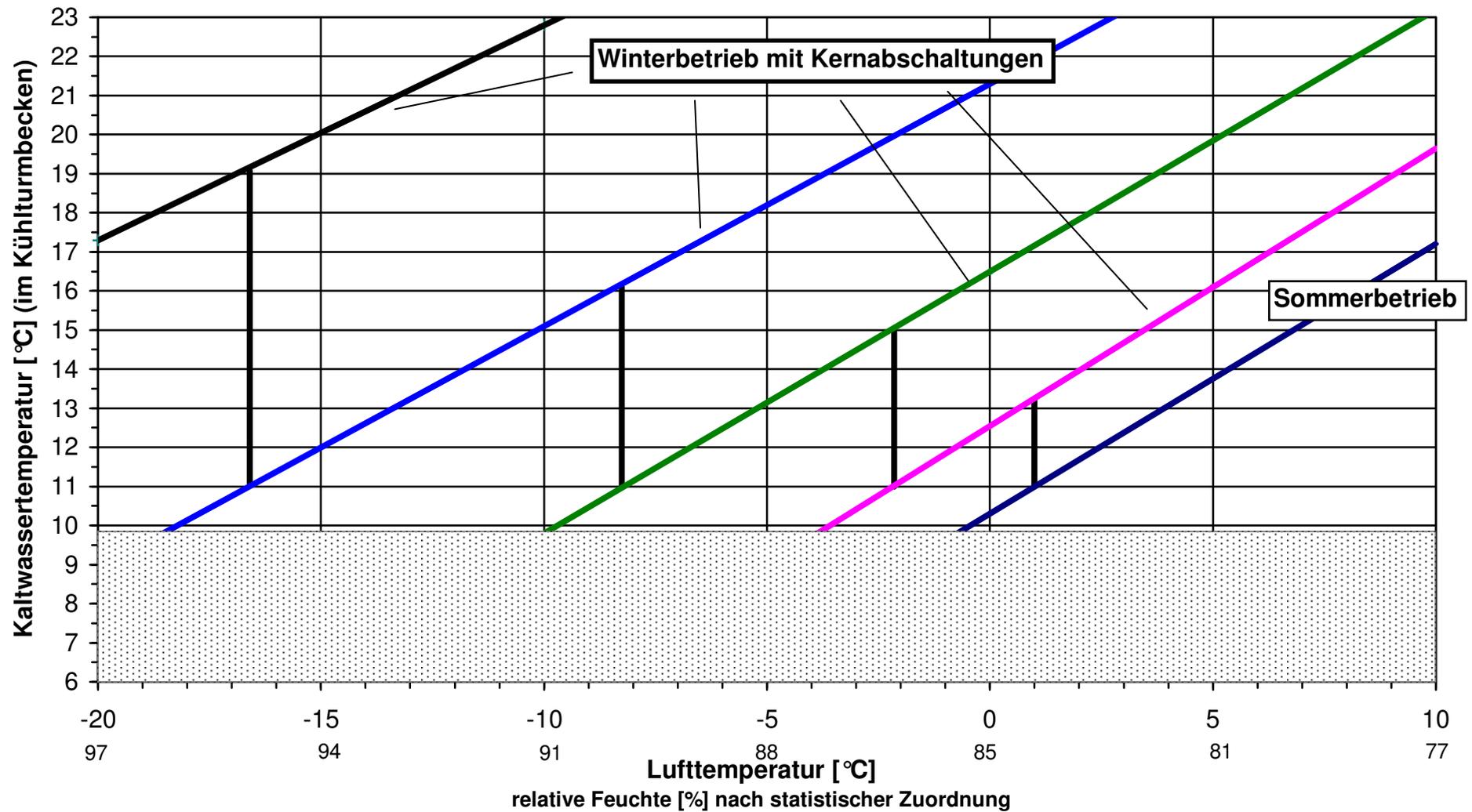
Thermodynamische Zusammenhänge Temperatur



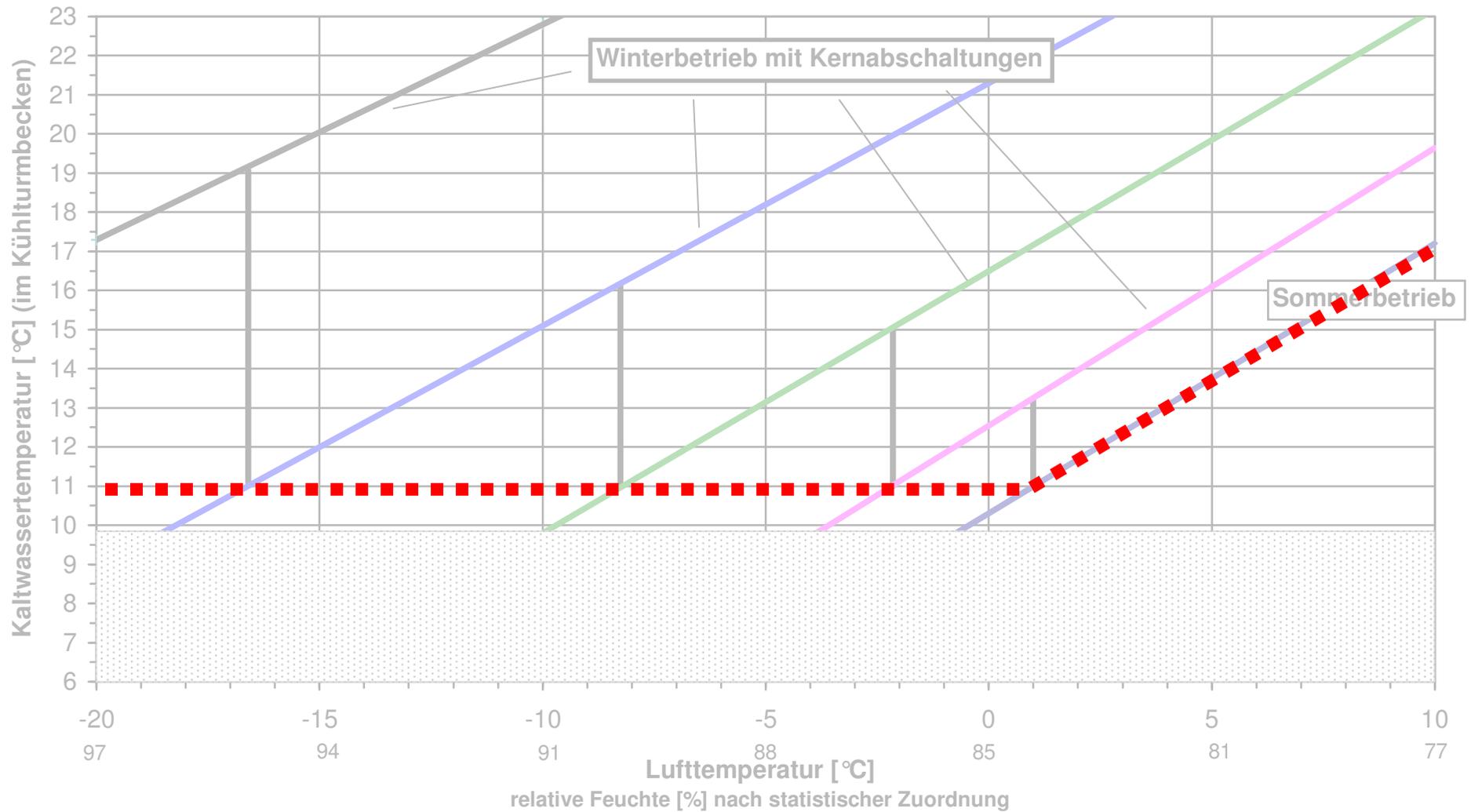
- Vorgaben:
 - Turbinen-Charakteristik
 $P_{el}, Q_{ab} = f(p_c \text{ bzw. } t_c)$
 - Jahres-Temperatur- und Lastverteilung
 - Bewertung der erzeugten elektrischen Leistung
 - alternativ:
Vorgabe Jahres-Energie-Output
- Ergebnis:
 - Optimale Komponenten-Zusammenstellung



Winterbetriebsdiagramm NZK



Winterbetriebsdiagramm NZK



Optimierung bedeutet:

Zusammenstellen einer
aus einzelnen

**Gesamtanlage
Komponenten**

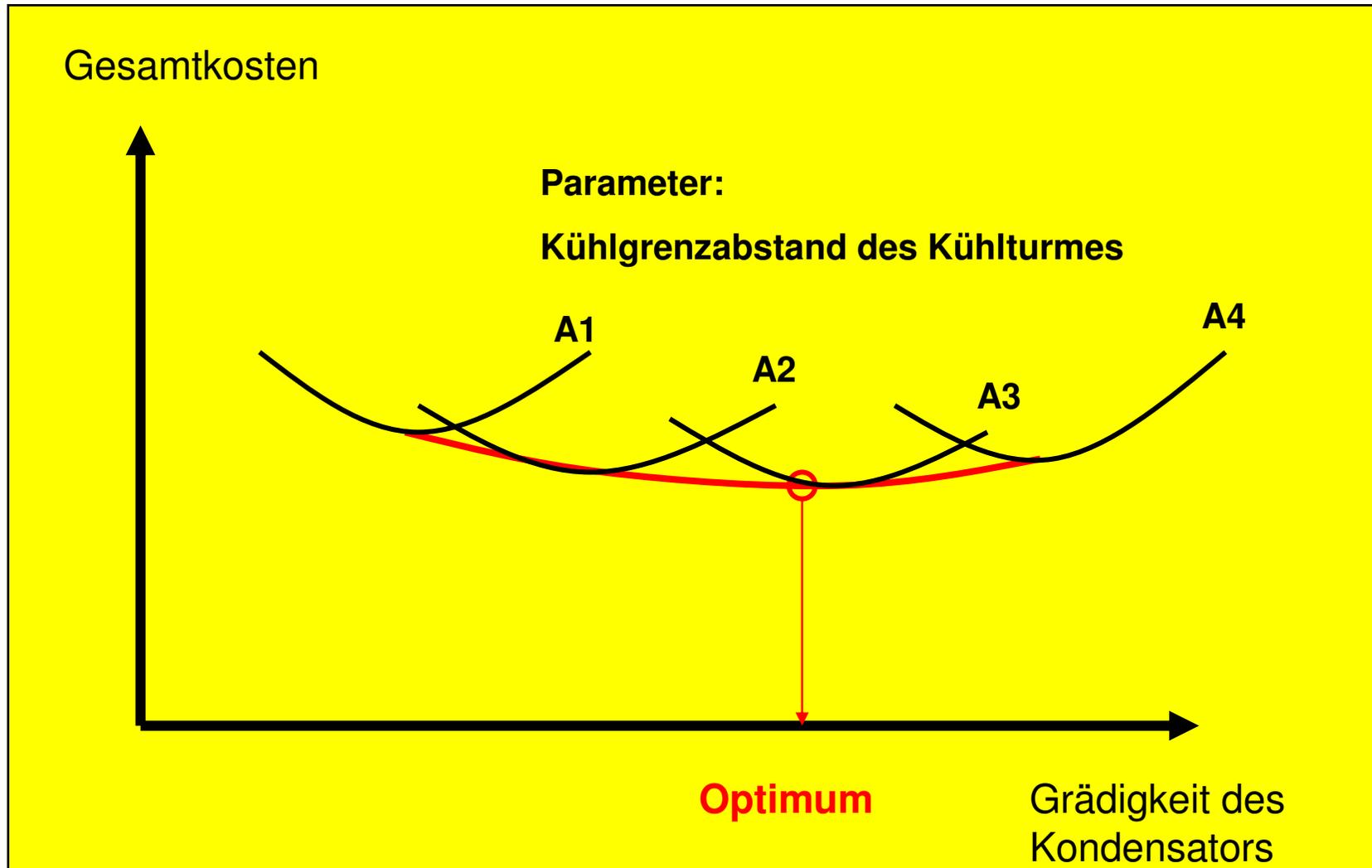
dergestalt, dass sich bei der Summe aus

Investitionskosten

und

Betriebskosten

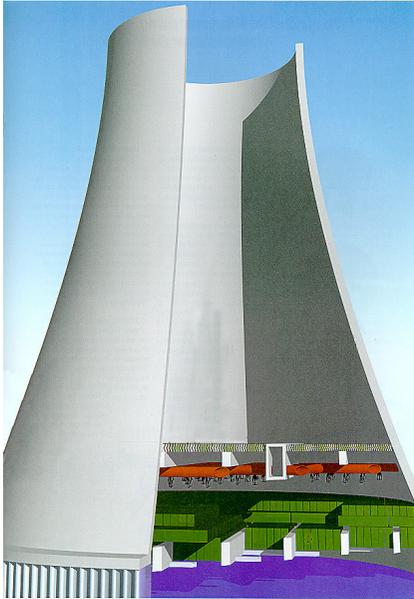
ein **Minimum** ergibt.



Optimal ausgelegte Einzelkomponenten
Optimal abgestimmte Parameter

Schließlich

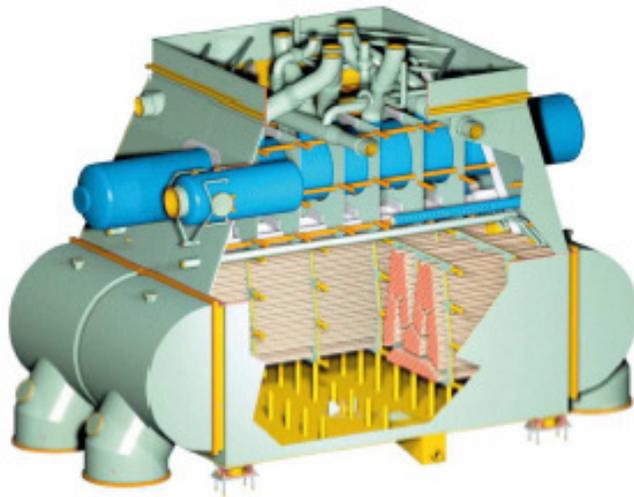
- Bester Wirkungsgrad



Retrofit Kühlturm:

Wirkungsgradsteigerung: 0,3 – 0,5%

Spez. Investitionskosten 500 – 800 €/kW



Retrofit Kondensator:

Wirkungsgradsteigerung: 0,5 – 1%

Spez. Investitionskosten 600 – 800 €/kW



Optimiertes "Kalte Ende"