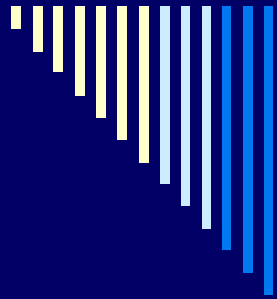


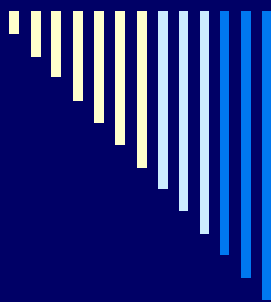
Vorgehensweise bei der Energieanalyse eines Unternehmens

Prof. Dr.-Ing. Heralt Schöne
Hochschule Neubrandenburg
Professur für Ver- und Entsorgung, Anlagen- und
Automatisierungstechnik
schoene@hs-nb.de
T. 0395-5693-506



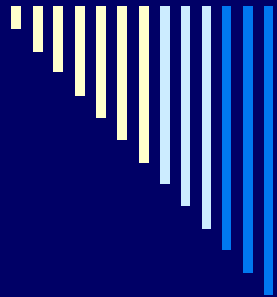
Vorgehensweise bei der Energieanalyse eines Unternehmens

- Zielsystem
 - Betrachtete Nutzenergieformen
 - Methoden
 - Literatur
-



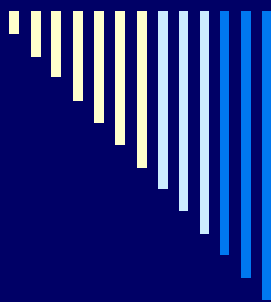
Vorgehensweise bei der Energieanalyse eines Unternehmens - Zielsystem

- Kosten
 - Primärenergieverbrauch oder Endenergieverbräuche einzelner Energieträger (z.B. Gas, Elektroenergie, Braunkohle, Biomasse etc.)
 - CO₂-Äquivalent
-



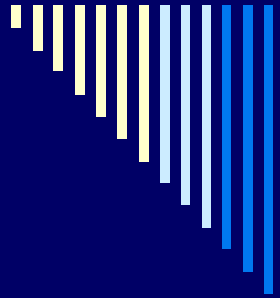
Betrachtete Nutzenergieformen

- Prozesswärme (überwiegend übertragen durch Dampf oder Thermoöl)
- Prozesskälte
- Prozessarbeit (überwiegend elektrische Antriebsenergie)
- Energien für Querschnittsaufgaben: Raumwärme, Klimatisierung, Beleuchtung, Druckluft, Vakuum, Kälte für Läger



Vorgehensweise bei der Energieanalyse eines Unternehmens - Methoden

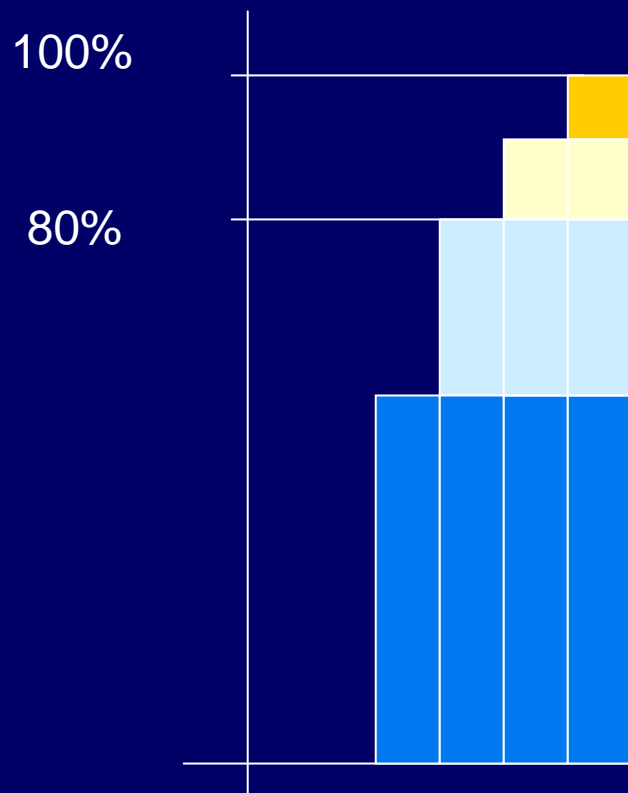
- Betriebswirtschaftlicher Methodenpool
 - Kennzahlenanalyse
 - ABC-Analyse der Endenergieverbräuche
 -
 - Thermodynamischer Methodenpool
 - Energiestromanalyse
 - Pinch-Point-Analyse
 -
-



Kennzahlenanalyse

- Elektroenergiemenge/t Produkt
- Wärmebedarf/t Produkt
- Primärenergieäquivalent/ t Produkt
 - Umrechnung Elektroenergie in Primärenergie meistens 1:3

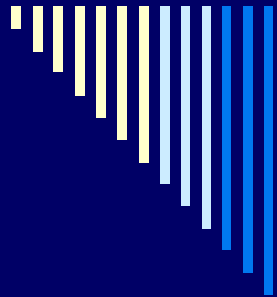
ABC-Analyse



Beispiel mit 4 Anlagen

„50% der Anlagen benötigen 80% des Stroms“ (der Wärme etc.)

Kategorie A, B, ggfs. C frei wählbar



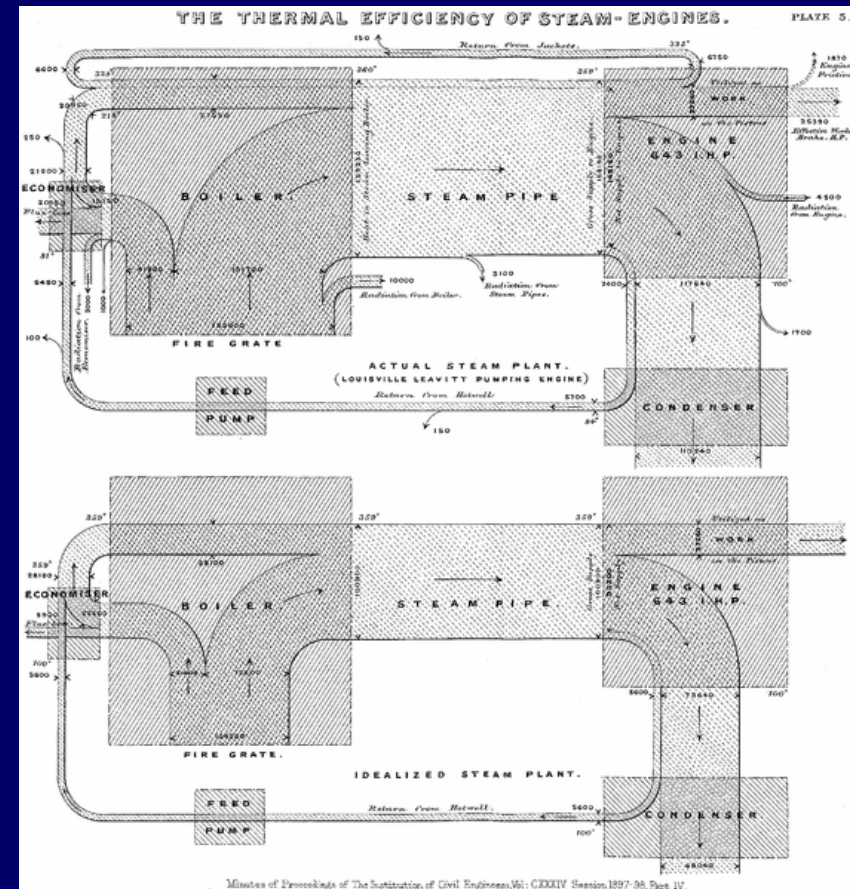
Energiestromanalyse: Erfassung des Ist-Zustandes

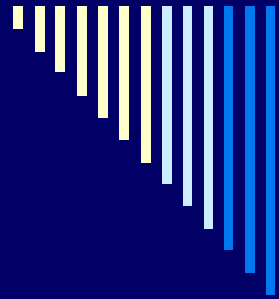
- Eingangsdaten am Beispiel Wärme -

| Strom | Typ | T Eingang | T Ausgang | Leistung |
|-------|------|-----------|-----------|----------|
| 1 | Heiß | 180°C | 80°C | 2000 kW |
| 2 | Heiß | 130°C | 40°C | 3600 kW |
| 3 | Kalt | 60°C | 100°C | 2000 kW |
| 4 | Kalt | 30°C | 120°C | 2000 kW |

Darstellungsform Energiestromanalyse als Sankey-Diagramm

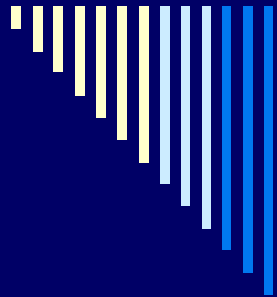
- Nach [Sankey](#) (1898), ursprünglich um die Energieflüsse von Dampfmaschinen zu visualisieren
- Die Breite eines Pfeiles gibt eine Leistung an
- Temperaturen oder Drücke müssen gesondert vermerkt werden





Pinch-Point-Analyse nach Linnhoff: Instrument zum Design und Redesign von Anlagen

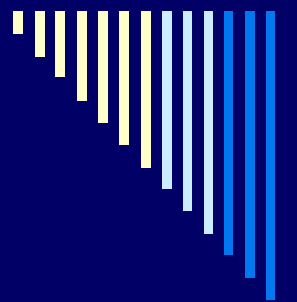
- Stand der Wissenschaft
- = Wärmeintegrationsanalyse
- Die Pinch-Point-Methode ordnet Wärmeströme nach ihren Temperaturniveaus so, dass mit abzukühlenden Medien möglichst andere erwärmt werden. Dabei kann ein minimaler Wärmeverlust erreicht werden, der nur von der vorzugebenden minimalen Differenztemperatur heiß-kalt (Pinch, eng. für Engpass) abhängt



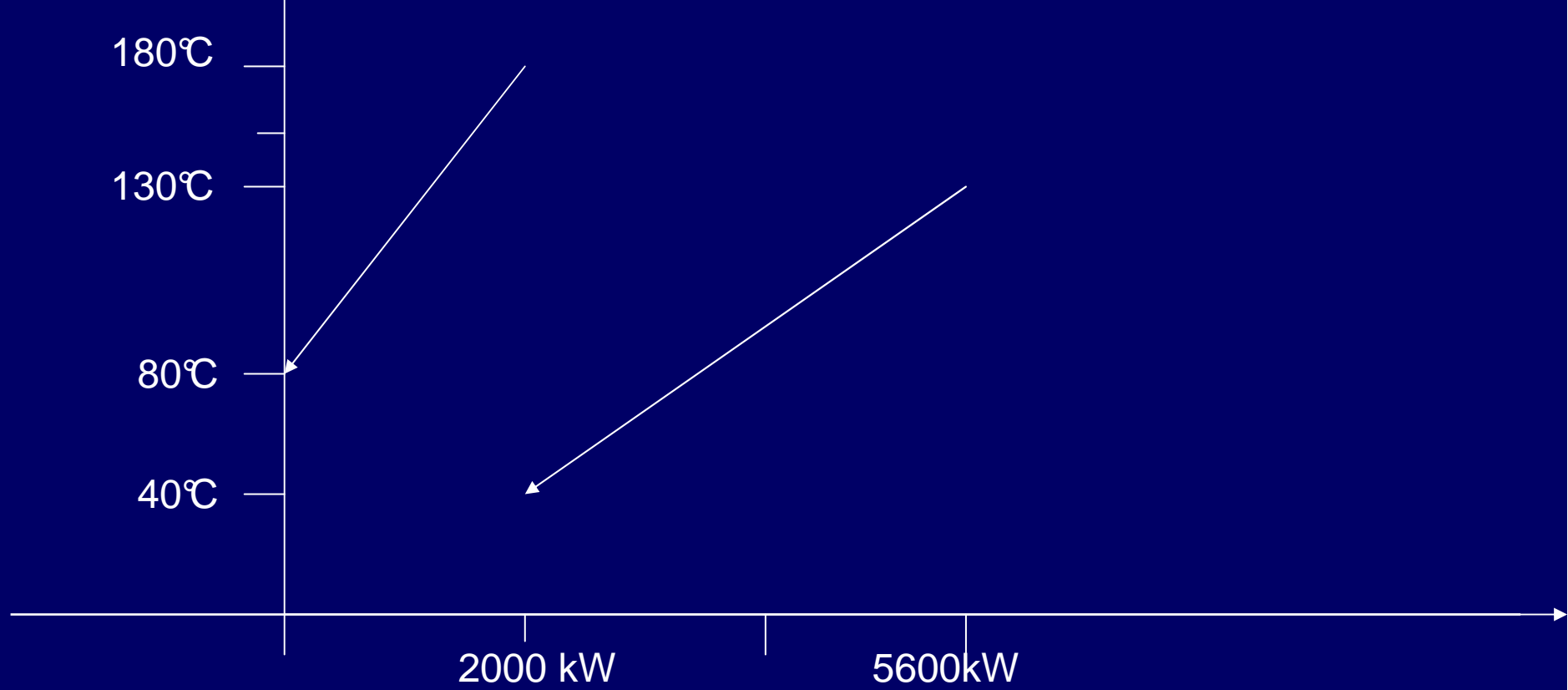
Pinch-Point-Analyse

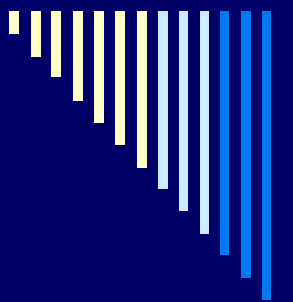
- Beispiel für eine kontinuierliche Anlage -

| Strom | Typ | T Eingang | T Ausgang | Leistung |
|-------|------|-----------|-----------|----------|
| 1 | Heiß | 180°C | 80°C | 2000 kW |
| 2 | Heiß | 130°C | 40°C | 3600 kW |
| 3 | Kalt | 60°C | 100°C | 2000 kW |
| 4 | Kalt | 30°C | 120°C | 2000 kW |

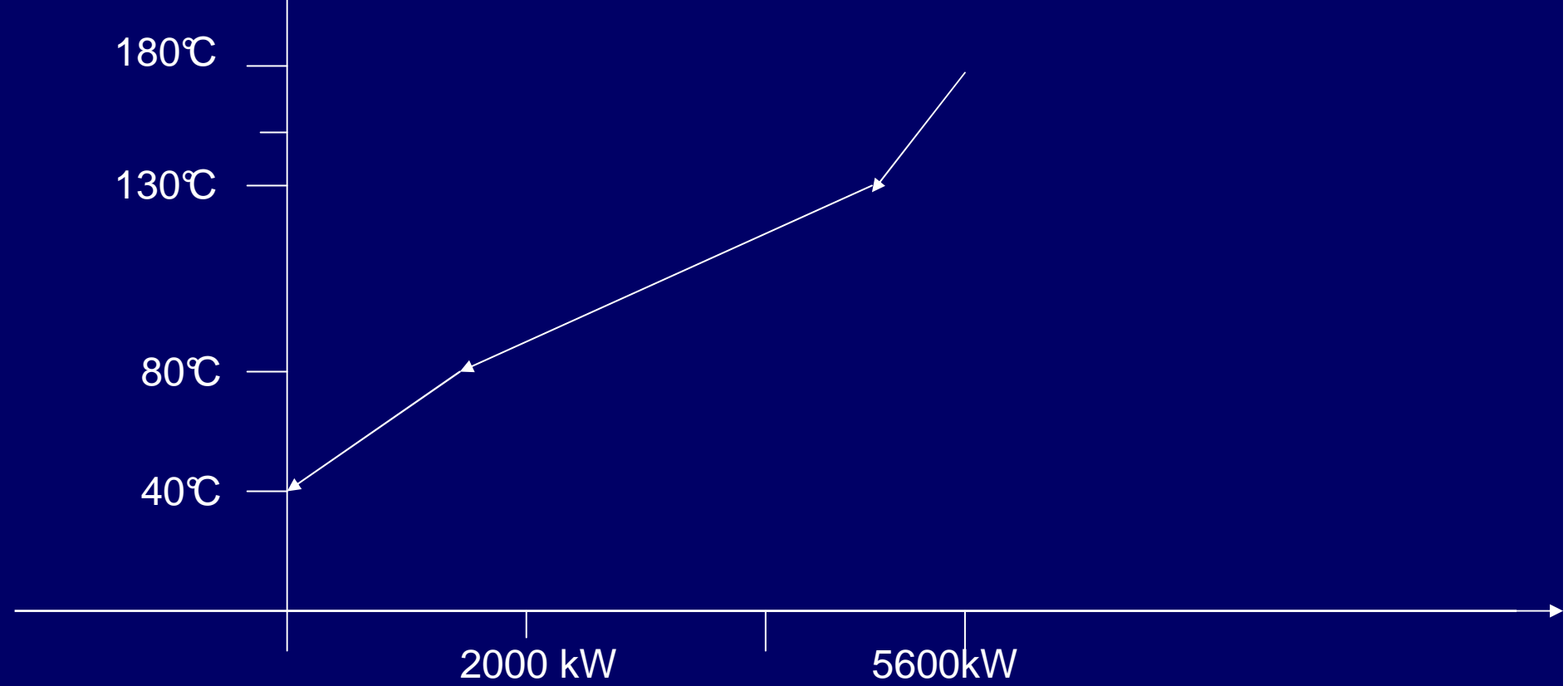


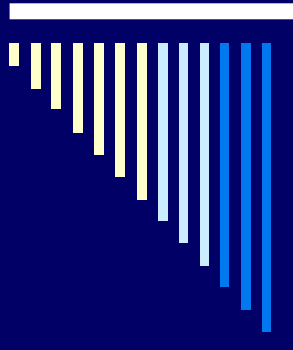
Wärmeströme der heißen Seite



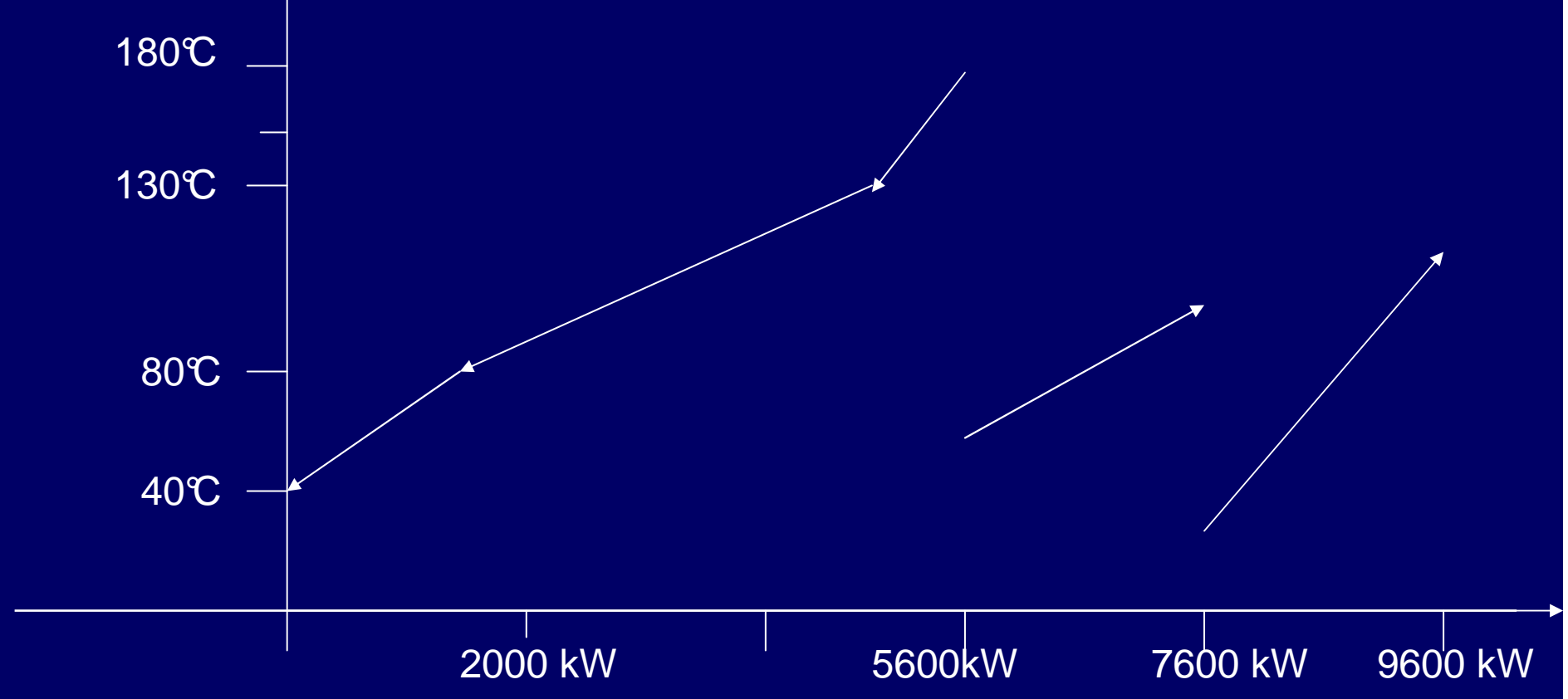


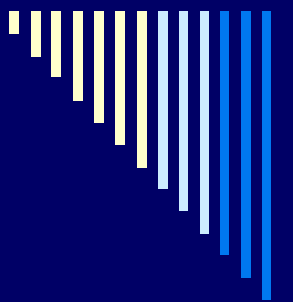
Bildung der heißen Composite-Kurve





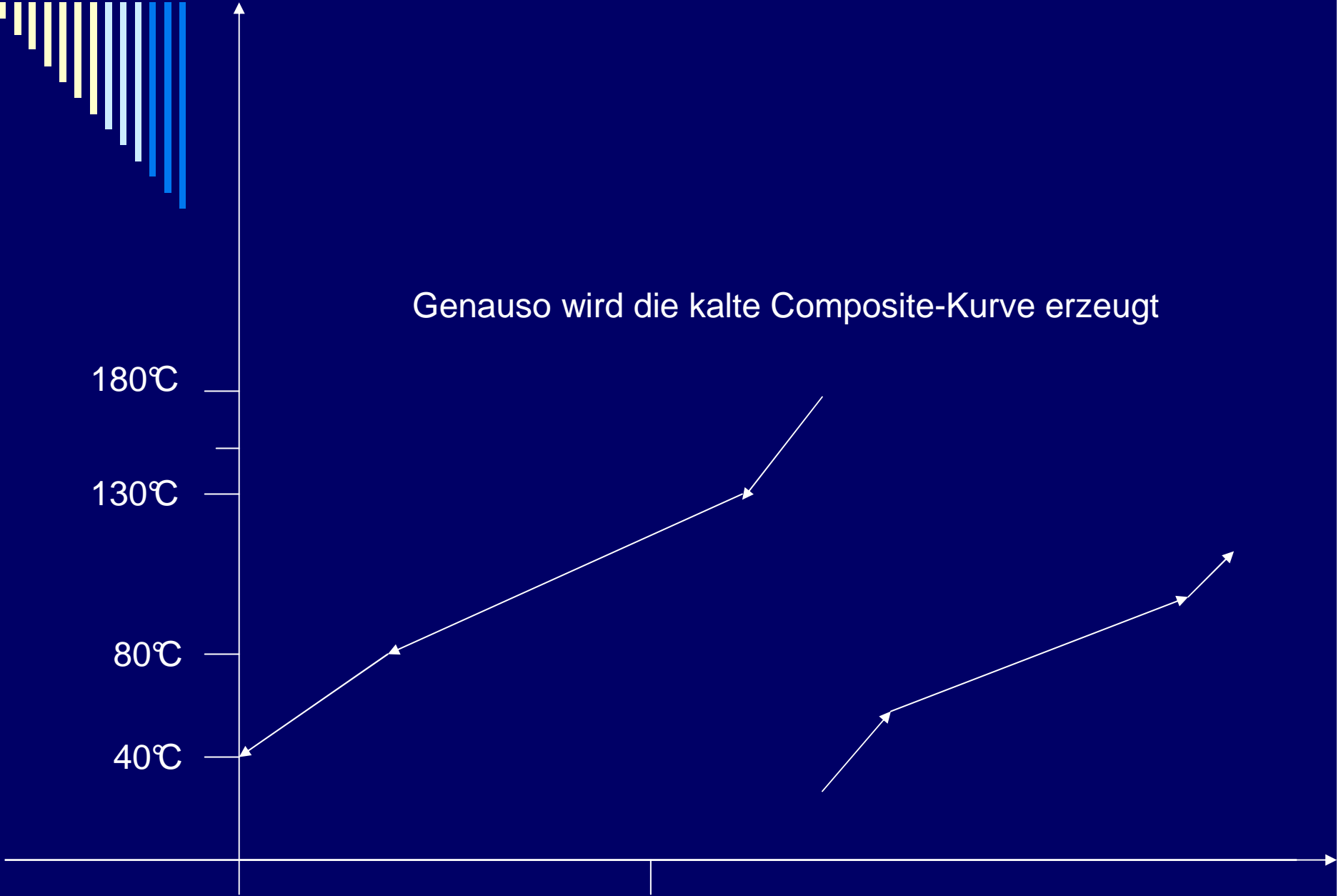
Genauso wird die kalte Composite-Kurve erzeugt

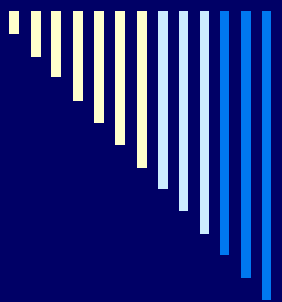




Genauso wird die kalte Composite-Kurve erzeugt

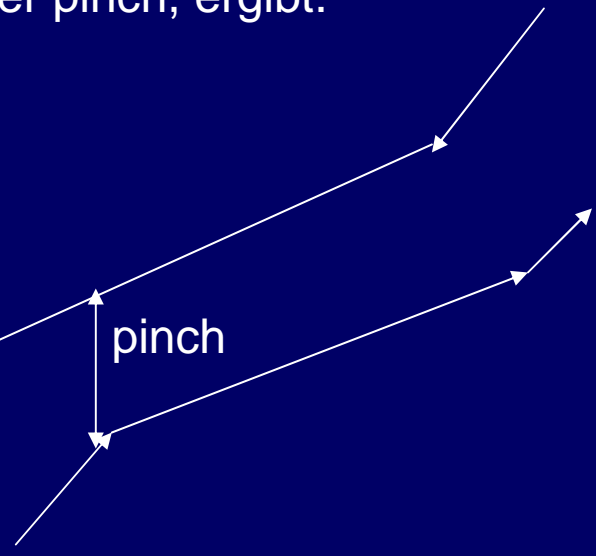
180°C
130°C
80°C
40°C

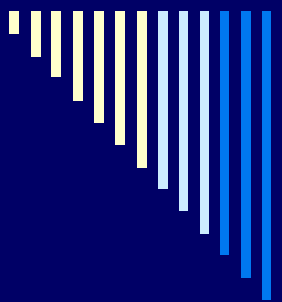




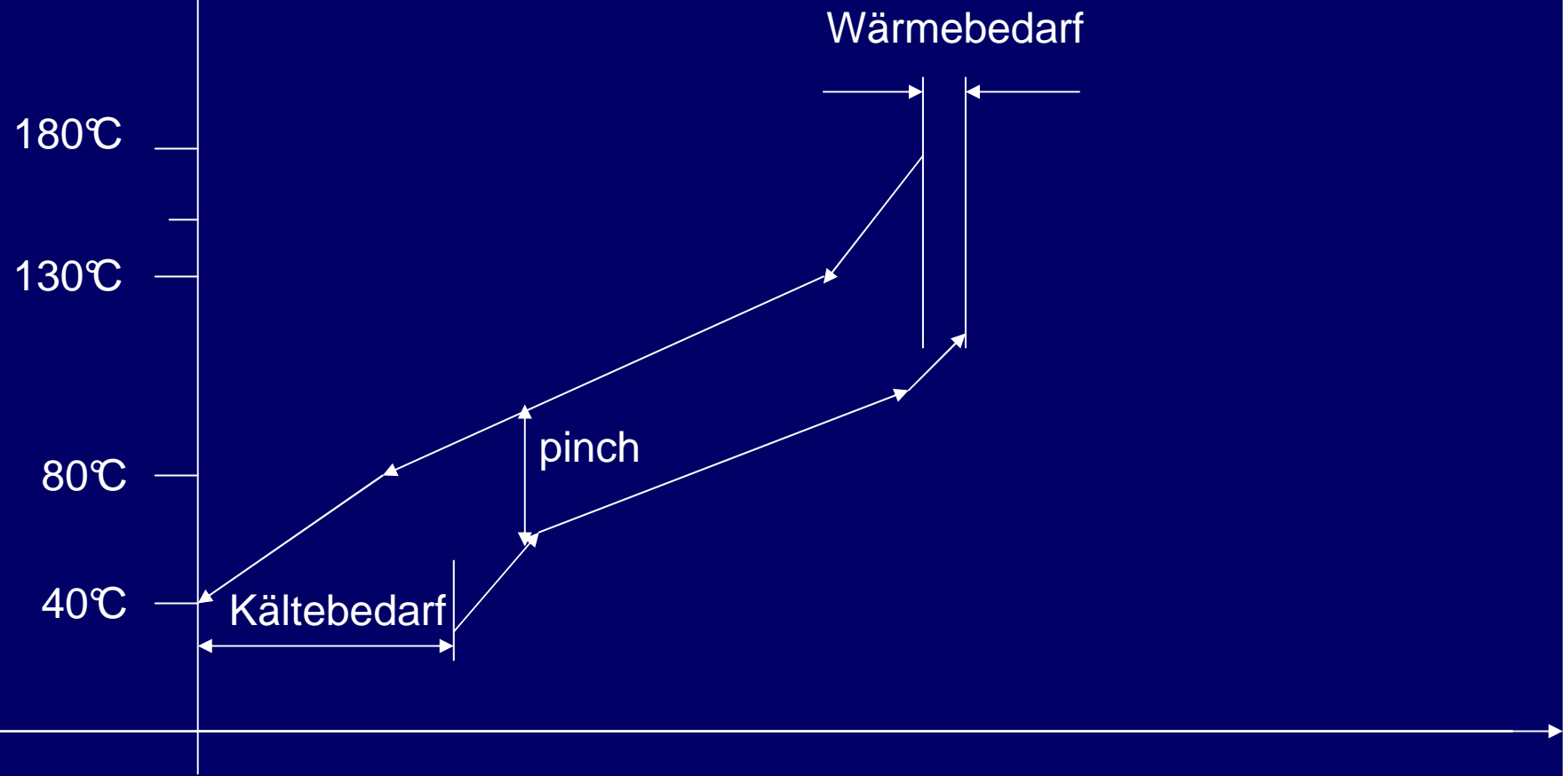
180°C
130°C
80°C
40°C

und dann so unter die heiße Composite-Kurve geschoben, dass sich die vorher gewählte minimale Temperaturdifferenz, der pinch, ergibt.





Damit sind der minimale Wärme- und Kältebedarf bekannt





Literatur

- Linnhoff March Ltd. (Bearbeiter), Mit der Pinch-Technologie Prozesse und Anlagen optimieren, Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, 2003
 - R. Morand et. al., Prozessintegration mit der Pinch-Methode, Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation, Aufl. 2006, www.bfe.admin.ch
 - T. Gundersen, A Process Integration Primer, SINTEF Energy Research, Trondheim, 2000
-