

ORC-Integration aus Sicht der Pinch-Analyse

Prof. Dr. Beat Wellig, Don Olsen
Hochschule Luzern – Technik & Architektur
CC Thermische Energiesysteme & Verfahrenstechnik

3. Schweizer ORC-Symposium,
Hochschule Luzern – Technik & Architektur, Horw, 11. November 2016

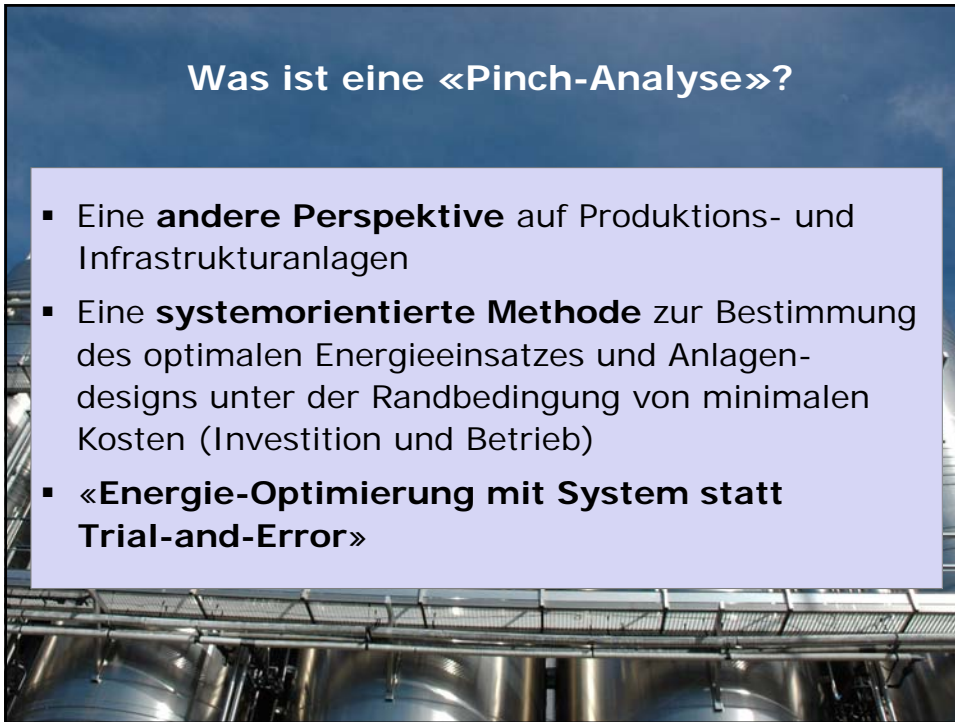
Welche Fragen stellen sich bei der Energie- Optimierung von industriellen Prozessen?

- Wie effizient ist der betrachtete Prozess?
- Wie gross ist der minimale Energiebedarf?
- Wie gross ist das WRG-Potenzial?
- Wie gross ist das Abwärme-Potenzial?
- Lohnt sich der Einsatz von Wärmepumpen, ORC-Anlagen, Wärmepumpen, BHKW usw.?
- Wo liegt das wirtschaftliche Optimum für die Investitions- und Betriebskosten?
- Wie kann dieses Optimum erreicht werden?

Die Pinch-Analyse liefert die Antworten!

Was ist eine «Pinch-Analyse»?

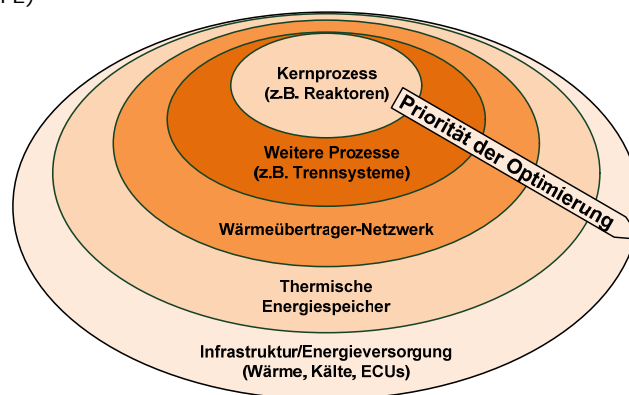
- Eine **andere Perspektive** auf Produktions- und Infrastrukturanlagen
- Eine **systemorientierte Methode** zur Bestimmung des optimalen Energieeinsatzes und Anlagen-designs unter der Randbedingung von minimalen Kosten (Investition und Betrieb)
- «**Energie-Optimierung mit System statt Trial-and-Error**»



Warum «energetische Prozessintegration»?

«Verbesserungen auf Stufe *Prozesse und Wärmeübertrager* sind aus ökonomischer und energetischer Sicht den Eingriffen auf Stufe *Energieversorgung und Infrastruktur* überlegen.»

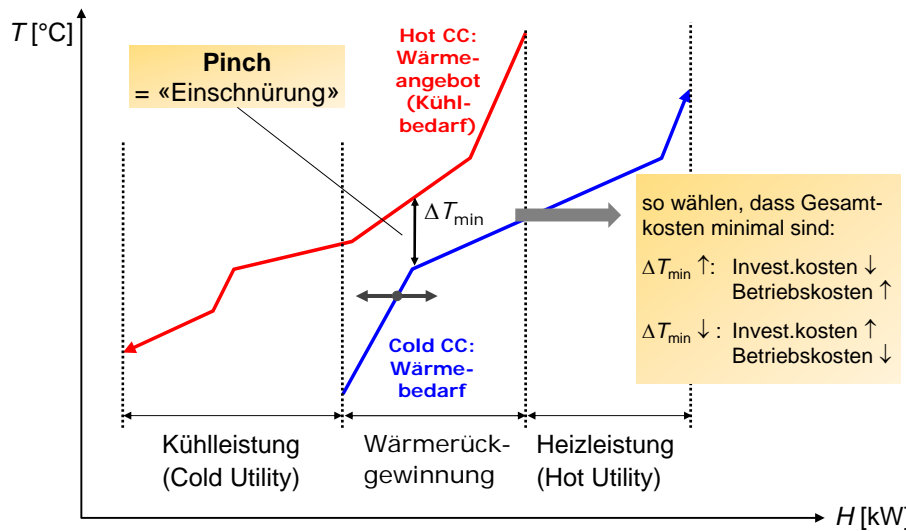
(Zitat BFE)



Quelle: «Zwiebelschalenmodell», adaptiert von I.C. Kemp (2007)

Prinzip der Pinch-Analyse

Ein Prozess wird abstrahiert in Stoffströme, die **aufgeheizt (Wärmebedarf)** oder **abgekühlt (Kühlbedarf)** werden müssen → **Composite Curves (CC)**



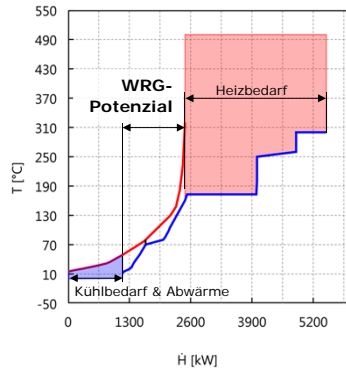
Nutzen von Pinch-Analysen

- Ganzheitliche Optimierung von
 - Anlagendesign, Energieversorgung
 - Energieeffizienz
 - Investitions- und Betriebskosten
- Aussage über das *absolute* Energie-sparpotenzial
- Massnahmenkatalog mit Kosten/Nutzen-Betrachtung
- Strategische Planung von Massnahmen («Man verbaut sich nichts»)
- Reduktion des Energiebedarf um typisch 10-40%

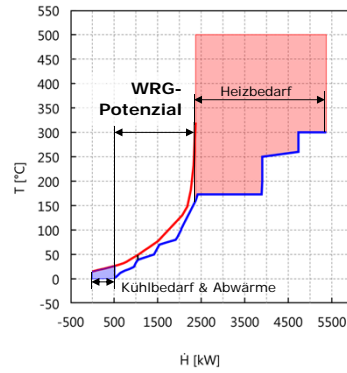


Fallbeispiel Sefar AG (Textilveredelung)

Sommer



Winter

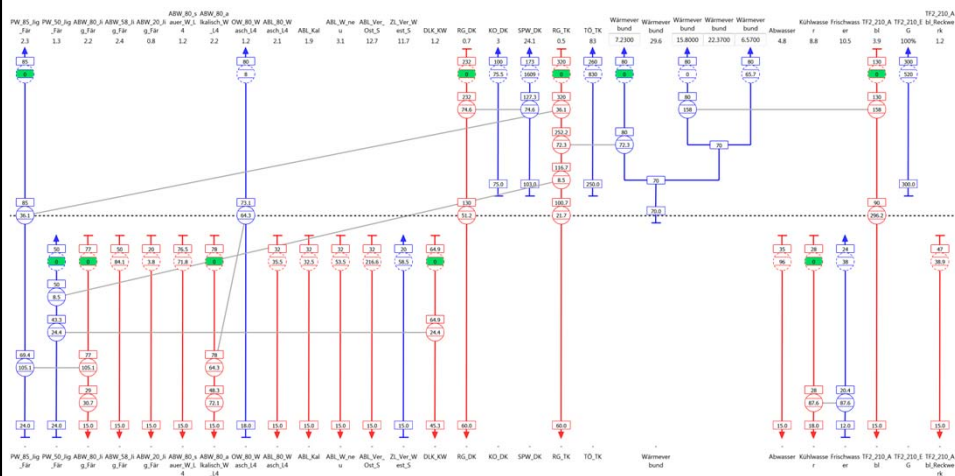


- Pinch-Analyse mit 55 Energieströmen (typischer Umfang CH Industrie)
- Composite Curves für Betriebsfälle Sommer und Winter
- WRG-Potenzial: Sommer 1'300 kW, Winter 1'800 kW

8

Fallbeispiel Sefar AG (Textilveredelung)

Beispiel eines Wärmeübertrager-Netzwerks (Ausschnitt):

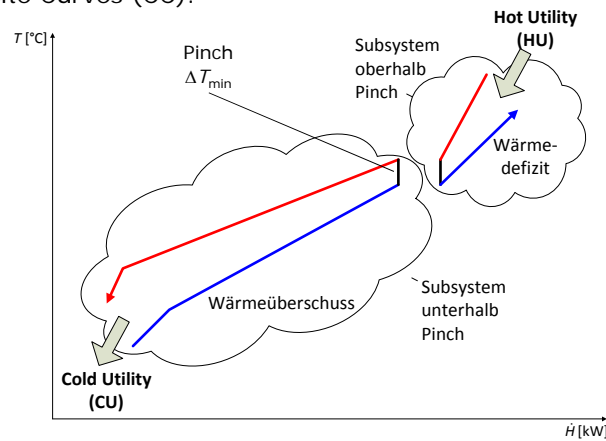


(Massnahmen werden zurzeit umgesetzt)

9

Die besondere Eigenschaft des Pinch-Punktes

Composite Curves (CC):



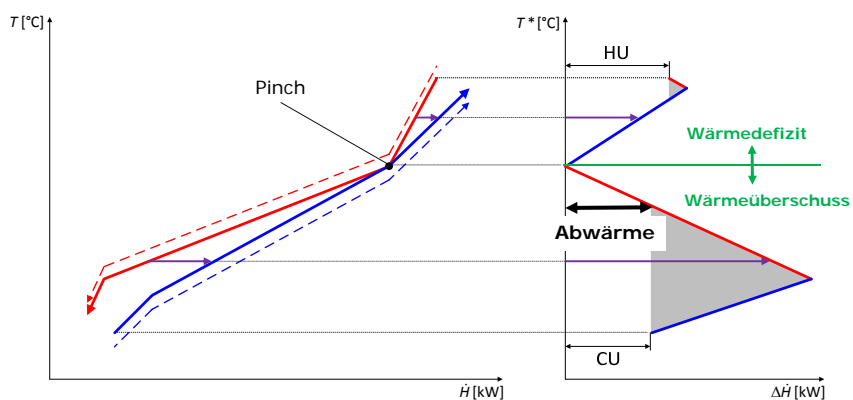
Der Pinch unterteilt das Gesamtsystem in zwei Subsysteme mit

- **Wärmedefizit** über dem Pinch und
- **Wärmeüberschuss** unter dem Pinch.

10

Die besondere Eigenschaft des Pinch-Punktes

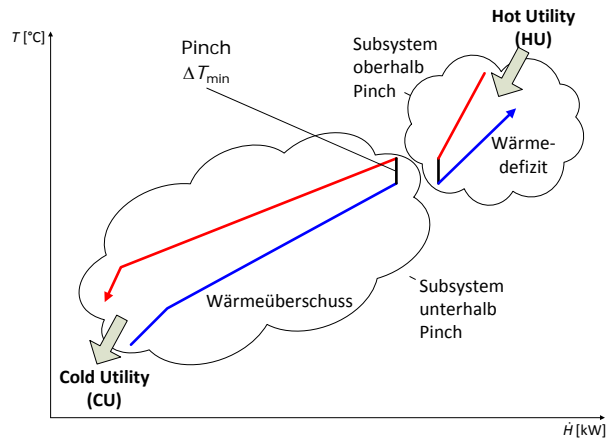
Grand Composite Curve GCC:



- Wärmedefizit und Wärmeüberschuss eines Prozesses in Abhängigkeit des Temperaturniveaus
- Eindeutige Identifizierung von «**Abwärme**»

11

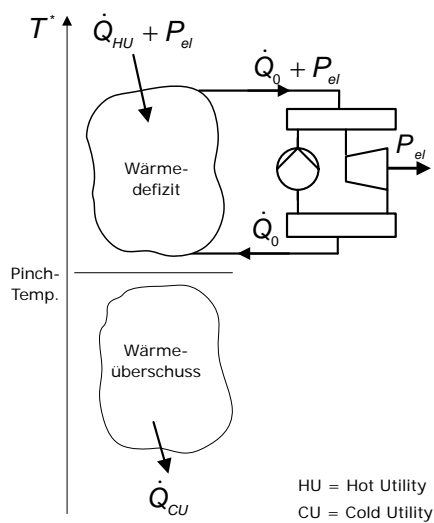
Die «3 goldenen Regeln» der Pinch-Analyse



1. Kein Wärmetransfer durch den Pinch
2. Keine externe Heizung unterhalb des Pinchs
3. Keine externe Kühlung oberhalb des Pinchs

12

Integration einer ORC-Anlage



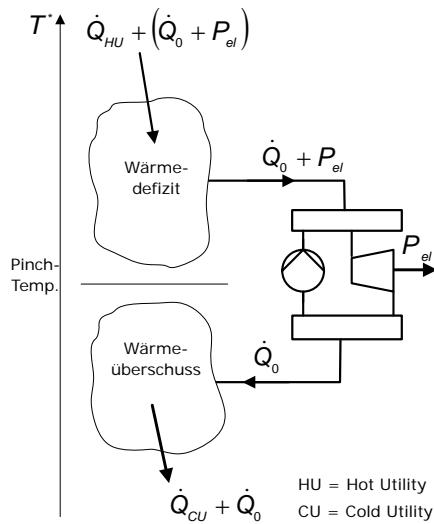
«Falsche» Integration:

ORC-Anlage arbeitet oberhalb Pinch

Die Heizleistung des Prozesses wird um die elektrische Leistung der ORC-Anlage erhöht, d.h. «aus Hot Utility wird Strom».

13

Integration einer ORC-Anlage



«Falsche» Integration:

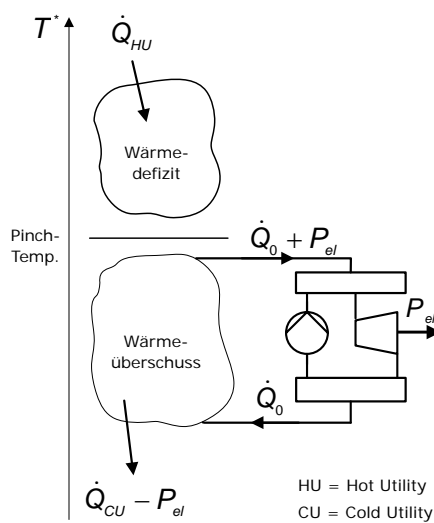
ORC-Anlage arbeitet *über* den Pinch

Die Heizleistung des Prozesses wird um die entzogene Wärmeleistung erhöht, d.h. ORC-Anlage wird mit Hot Utility betrieben.

Die Cold Utility wird um die Abwärme der ORC-Anlage erhöht. HU wird also in CU umgewandelt.

14

Integration einer ORC-Anlage



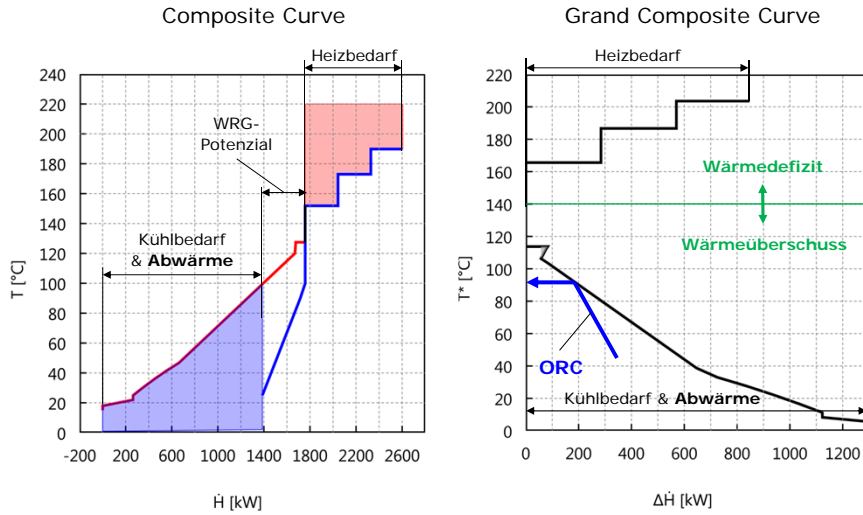
«Korrekte» Integration:

ORC-Anlage arbeitet *unterhalb* Pinch

Der Wärmeüberschuss wird zur Stromerzeugung genutzt. Die Kühlleistung des Prozesses wird um die elektrische Leistung reduziert; die Heizleistung bleibt unverändert.

15

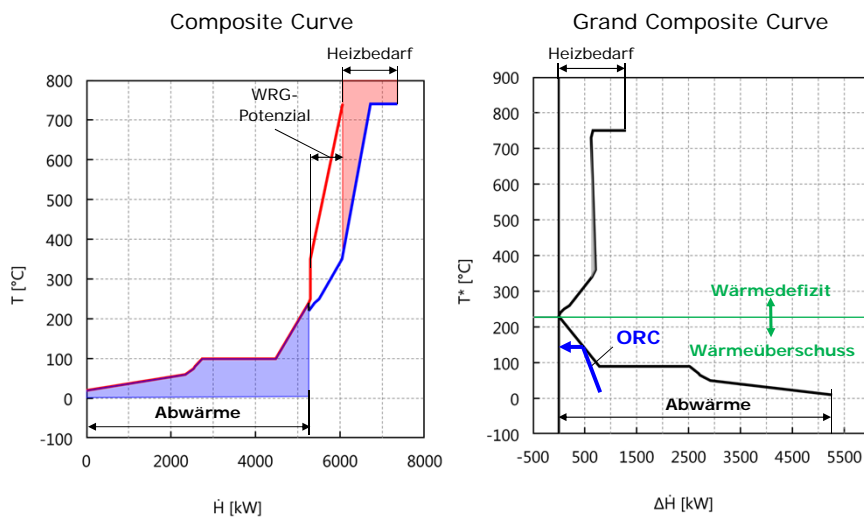
Fallbeispiel «Textilveredelung»



- Identifikation der infrage kommenden Ströme: «Abwärme»
- Optimale Integration ORC-Anlage: Temperaturniveau, Leistung usw.

16

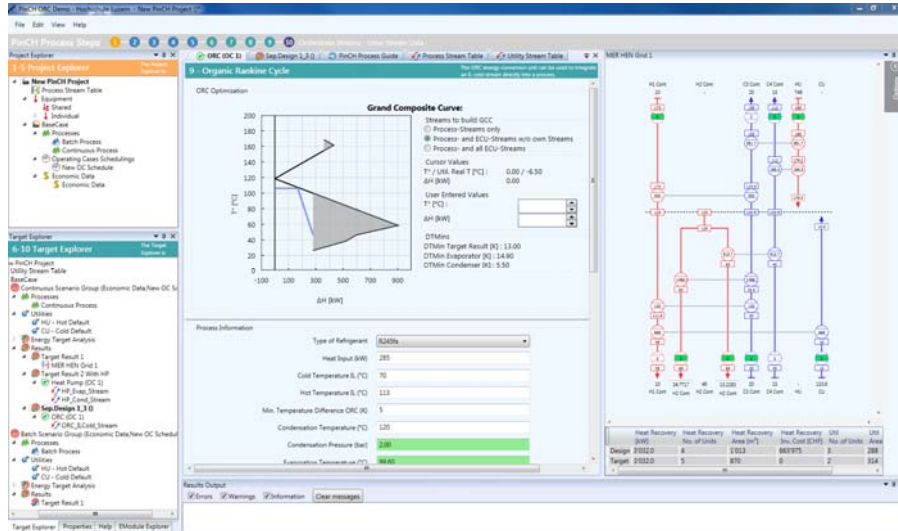
Fallbeispiel «Steine und Erden» Industrie



- Identifikation der infrage kommenden Ströme: «Abwärme»
- Optimale Integration ORC-Anlage: Temperaturniveau, Leistung usw.

17

Demonstration mit PinCH-Software



18

Fazit

- Die Pinch-Analyse ist der Schlüssel zu mehr Energieeffizienz & Wirtschaftlichkeit in der Industrie.
- Mit Pinch-Analyse können ORC-Anlagen (und WP, BHKW usw.) «korrekt» in Prozesse integriert werden.
- Im Minimum muss die Prozess-Pinch-Temperatur bekannt sein. Bei komplexen Prozessen ist eine Pinch-Analyse unabdingbar.



**Pinch-Analysen ermöglichen eine neue
Perspektive auf industrielle Prozesse.**

Vielen Dank für
Ihre Aufmerksamkeit!

