



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
WIEN
Vienna University of Technology



INSTITUT FÜR
ENERGIETECHNIK UND
THERMODYNAMIK
Institute for Energy Systems and Thermodynamics

Anpassung eines komplexen Energiesystems an schwankende Energiepreise. Beispiel eines Dampfnetzes in einem integrierten Hüttenwerk

Thibault Henrion

TU Wien, Institut für Energietechnik und Thermodynamik

11.02.2010

Agenda

- Ziel
- Vorgehensweise
- Beispiel
- Ergebnisse
- Zusammenfassung

Ziel

- Optimierung eines bestehenden Systems hinsichtlich Energiekosten
- Wenig Rechenaufwand
- Erhöhung der Wirtschaftlichkeit
- Entscheidungshilfe (Betriebsparameter, Umbauvariante)

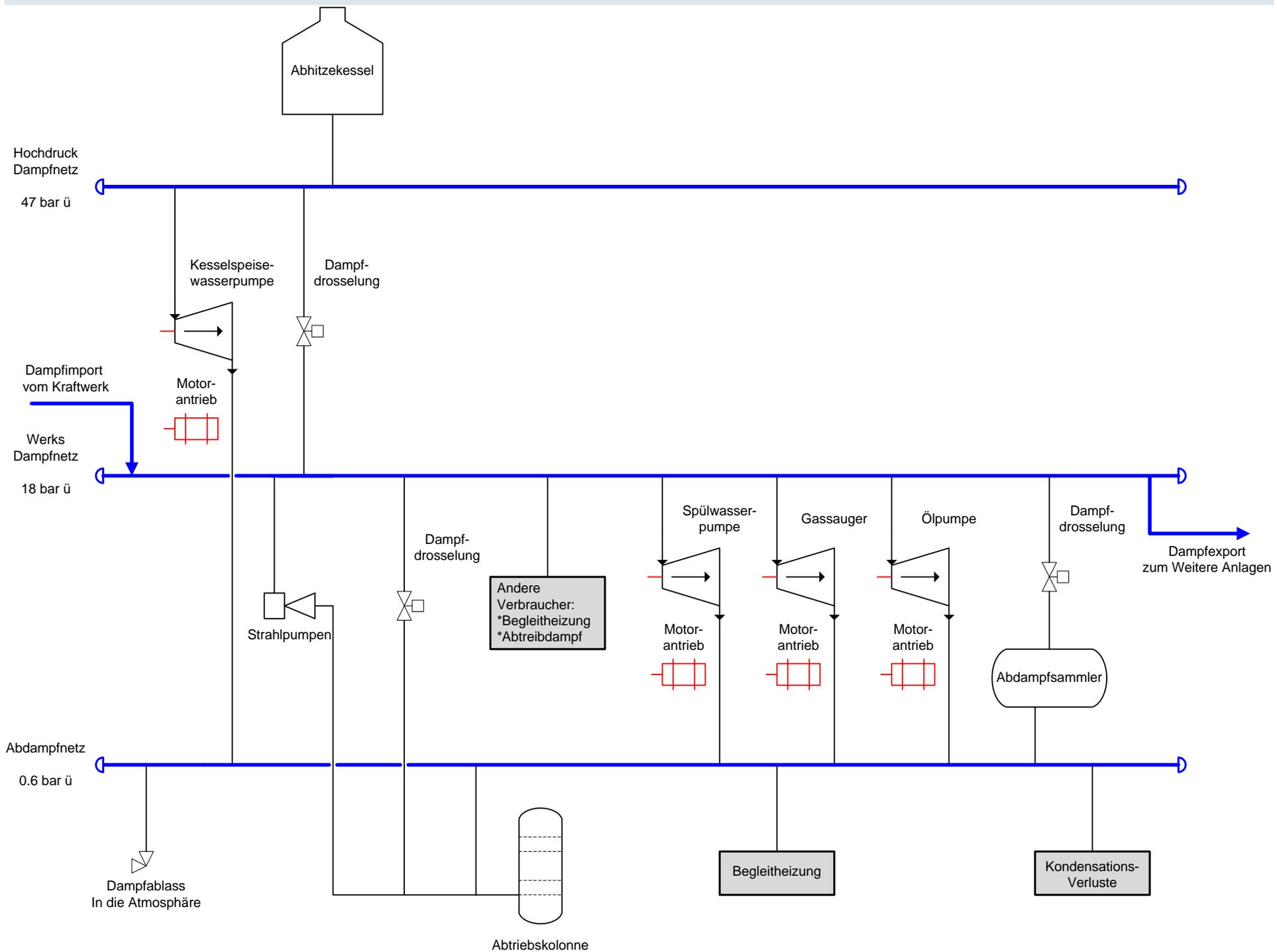
Vorgehensweise

- Angepasste Betriebsmittelkostendefinition und Berechnung (variable Kosten)
- Verhaltensanalyse des betrachteten Systems
- Modellierung des Systems
- Definition sinnvoller Varianten
- Auswertung und Vergleich der Varianten

=> Entscheidung

Definition des Beispiels

- Teilnetz eines Hüttenwerk-Dampfnetzes:
Kokerei von **voestalpine** Linz
STAHL GMBH
- Energetisch vom Kraftwerk versorgt.
Kraft-Wärme Kopplung
- Energiequellen:
 - Intern: Hüttengase
 - Extern: Erdgas und Strom



Mit welchen Energiepreisen

- **Grenzkosten / Marginal-Kosten:** variable Kosten der letzten produzierten Tonne Dampf
- **Restwertmethode:**
Ökonomische Bewertung der Koppelprodukte

$$\underbrace{K_{\text{Brennstoff}} + K_{\text{VE-Wasse}}}_{\text{eingesetzte_Produkte}} = \underbrace{K_{\text{Dampf}} + K_{\text{Strom}} + K_{\text{Fernwärme}}}_{\text{erzeugte_Produkte}}$$

Dampfpreis :

$$K_{\text{Dampf}} = K_{\text{Brennstoff}} + K_{\text{VE-Wasser}} - K_{\text{Strom}} - K_{\text{Fernwärme}}$$

Bewertung:

- Strom mit Importstrompreis
- Fernwärme mit Import-FW-Preis
- Dampf muss die Restkosten decken

- **Preis Referenz** für Strom und Gas:
Terminmarktpreise, oder Spotpreise

Modellierung der Betriebsmittelbereitstellung

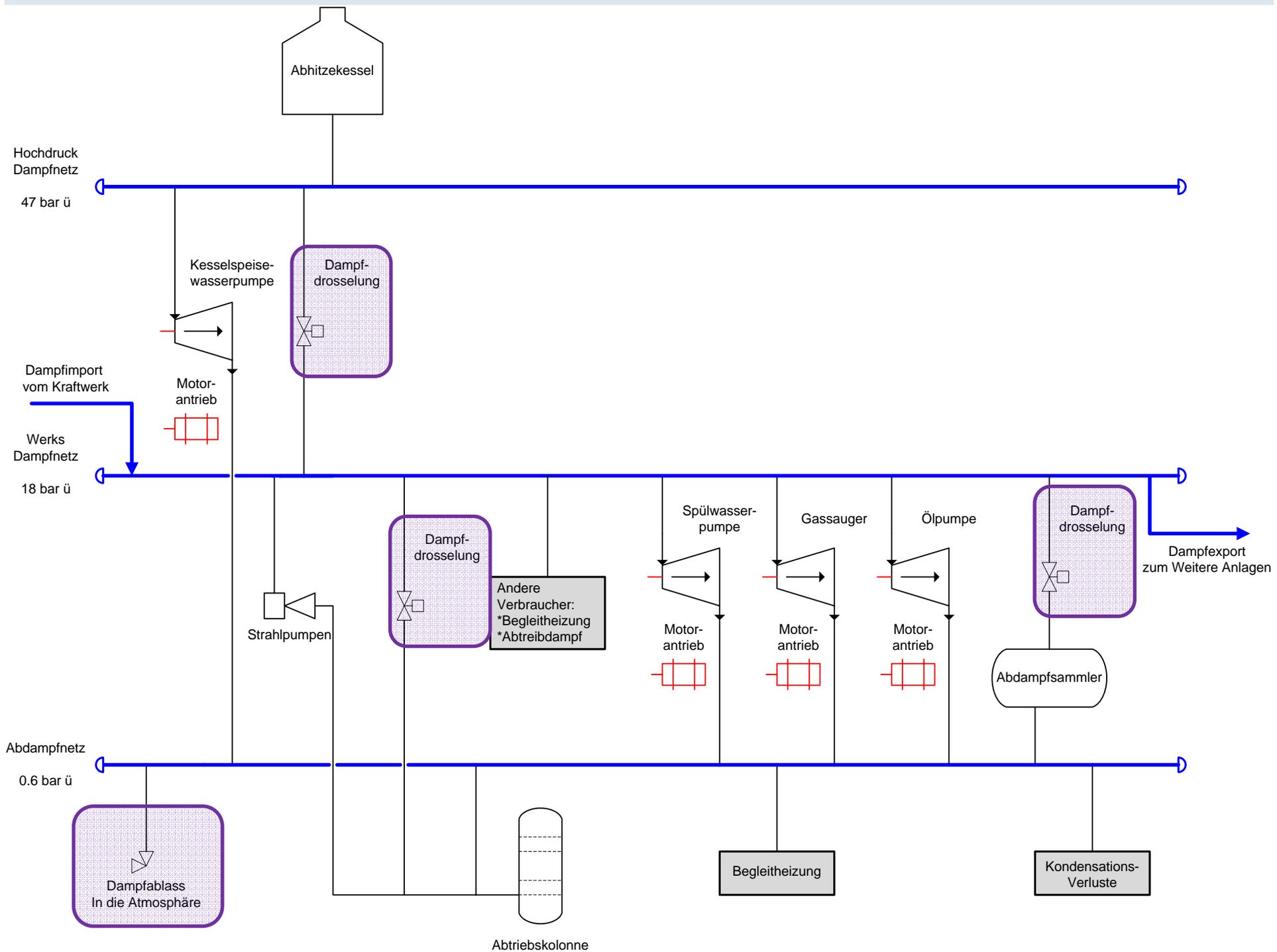
- Klassische Blöcke und GuD-Anlagen mit Entnahmekondensationsturbine
- Modellierung :
 - Brennstoffnutzungsgrad
 - Stromkennzahl
 - Stationäres Modell
 - Lineare Zusammenhänge
- Kostenfunktion: Gaskosten, Erlöse von Strom- und Fernwärme
- Preisberechnung => Erzeugung einer zusätzlichen Tonne Dampf

Modellierung des betrachteten Energiesystems

- Verhaltensanalyse des Systems
- Darstellung des Systems in stationärem Modell:
 - Massenbilanz
 - Dampfenthalpie auf jeder Druckebene ermittelt
 - Turbinenwirkungsgrad
 - Drosselungen
 - Kondensationsverluste
- Kostenfunktion (Dampf + Strom + Kosen für VE Wasser)

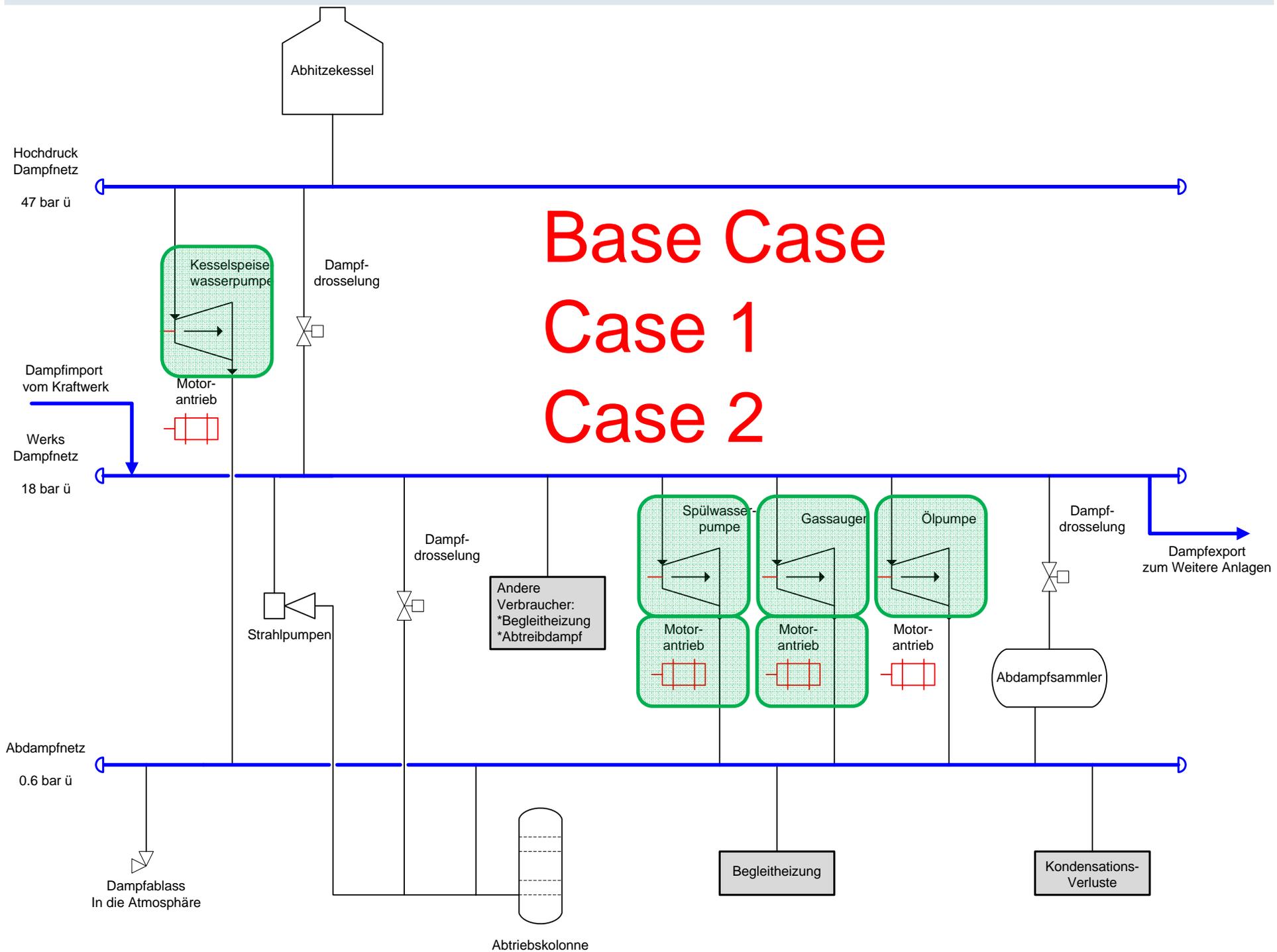
Auswahl von Varianten

- Prinzip der Minimierung von Exergieverlusten
- Erfahrungsbasierte Ansätze
 - Base case: Elektromotoren für Spülwasserpumpe & Gassauger
 - Case 1 : Spülwasserpumpe mit Turbinenantrieb
 - Case 2 : Gassauger mit Turbinenantrieb
- Betriebsbedingungen für Sommer & Winter



Auswahl von Varianten

- Prinzip der Exergieminimierung
- Erfahrungsbasierte Ansätze
 - Base case : Elektromotoren für Spülwasserpumpe & Gassauger
 - Case 1 : Spülwasserpumpe mit Turbinenantrieb
 - Case 2 : Gassauger mit Turbinenantrieb
- Betriebsbedingungen für Sommer & Winter



Base Case
Case 1
Case 2

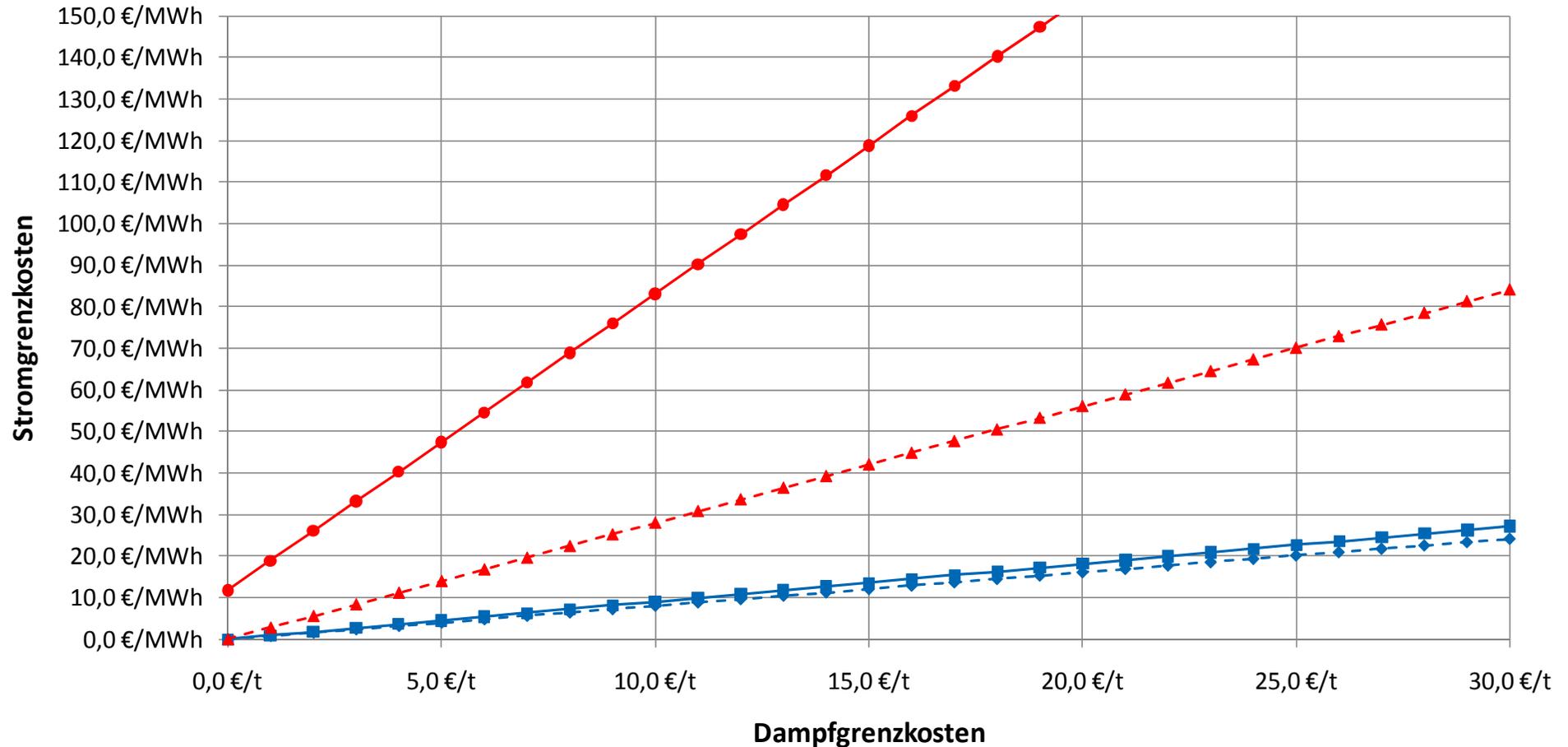
Ergebnisse: Entscheidungshilfe

- Winter und Sommerfahrweise (Verhaltensanalyse)

	Sommer			Winter		
	Base case	Case1	Case2	Base case	Case1	Case2
Verbrauch/Erzeugung						
Gassauger	0.00 t/h	0.00 t/h	4.60 t/h	0.00 t/h	0.00 t/h	4.85 t/h
Spülwasserpumpe	0.00 t/h	3.00 t/h	0.00 t/h	0.00 t/h	3.00 t/h	0.00 t/h
Substitutionsrate FD/AB bei Abtreiber	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05
Kosten						
Jährliche Delta Kosten	0.0 k€J	-13.4 k€J	120.5 k€J	0.0 k€J	-35.7 k€J	-107.4 k€J

- Sensibilitätsanalyse (Break-even-point Kurve)

Break even point Kurven GS4 und Spülwasserpumpe



- Winter case 2 Äquivalenz Faktor FD/AD für Abtreiber 1.05 Abdampf Begleitheizung 4.70 t/h
- ◆- Winter case 1 Äquivalenz Faktor FD/AD für Abtreiber 1.05 Abdampf Begleitheizung 4.70 t/h
- Sommer case 2 Äquivalenz Faktor FD/AD für Abtreiber 1.05 Abdampf Begleitheizung 2.30 t/h
- ▲- Sommer case 1 Äquivalenz Faktor FD/AD für Abtreiber 1.05 Abdampf Begleitheizung 2.30 t/h

Resumé

- Einfache Modellierung der Anlagen
- Heuristische Lösungsansätze
- Minimierung von Exergieverlusten
- Kostenoptimierter Betrieb der Anlage
- Auch für Umbauprojekte einsetzbar, mit anderen Preisreferenzen

Danke für die Aufmerksamkeit!

Fragen?