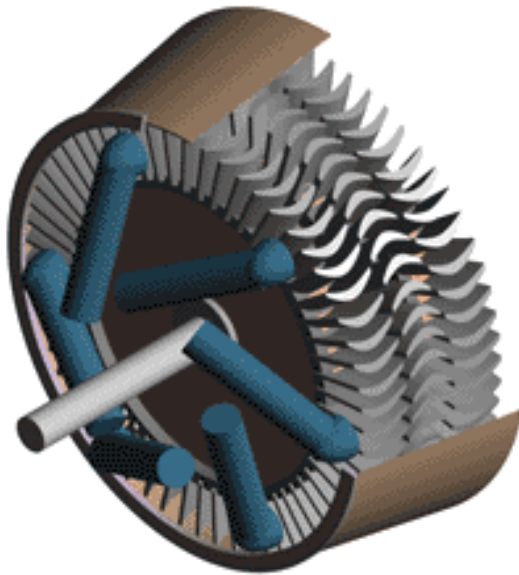

Solare Kraft-Wärme-Kopplung mit Prozessdampferzeugung



Anton Neuhäuser

Fraunhofer-Institut für
Solare Energiesysteme ISE

MEDIFRES Workshop

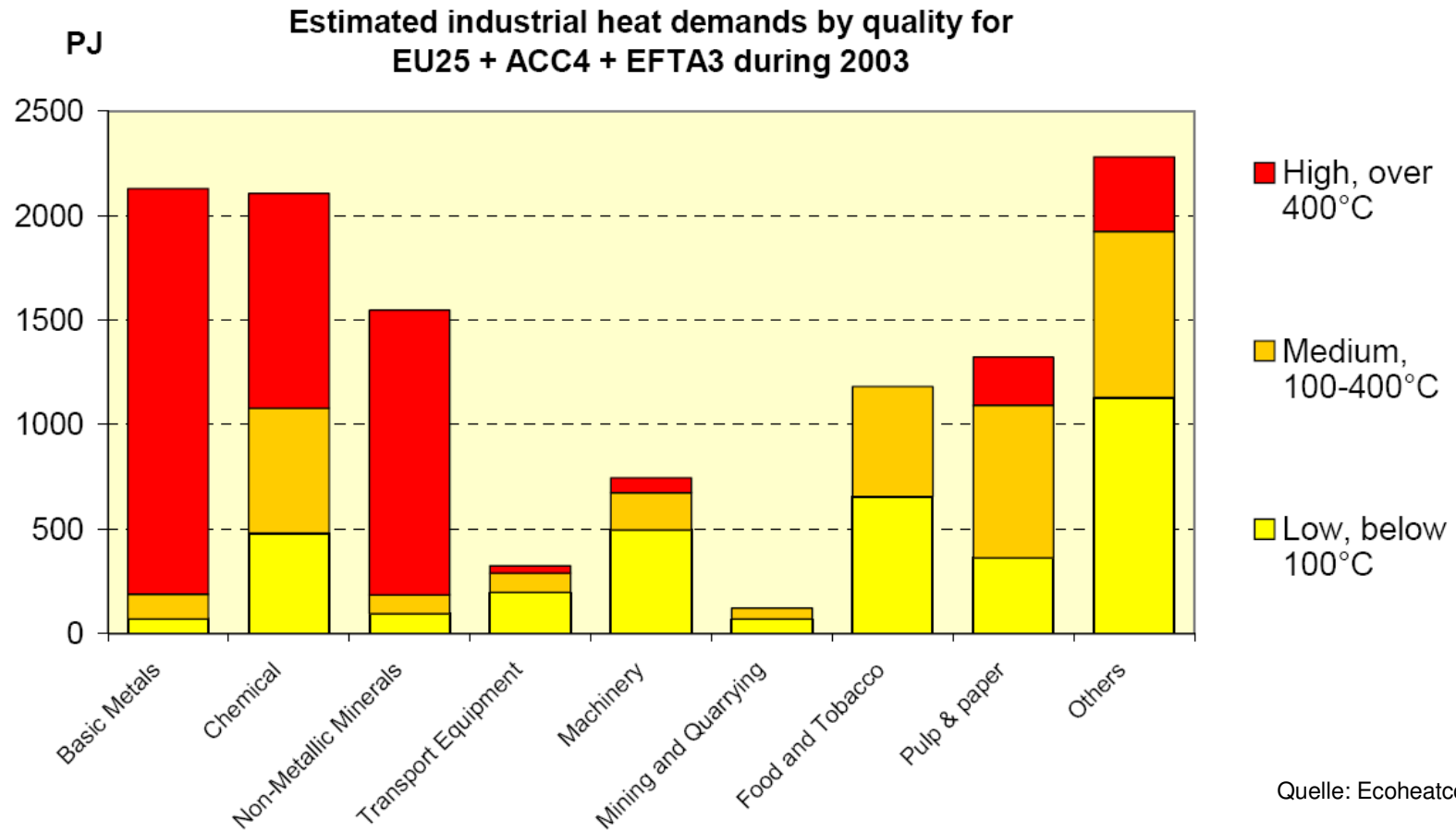
Berlin, 20.11.2008

www.ise.fraunhofer.de

Gliederung

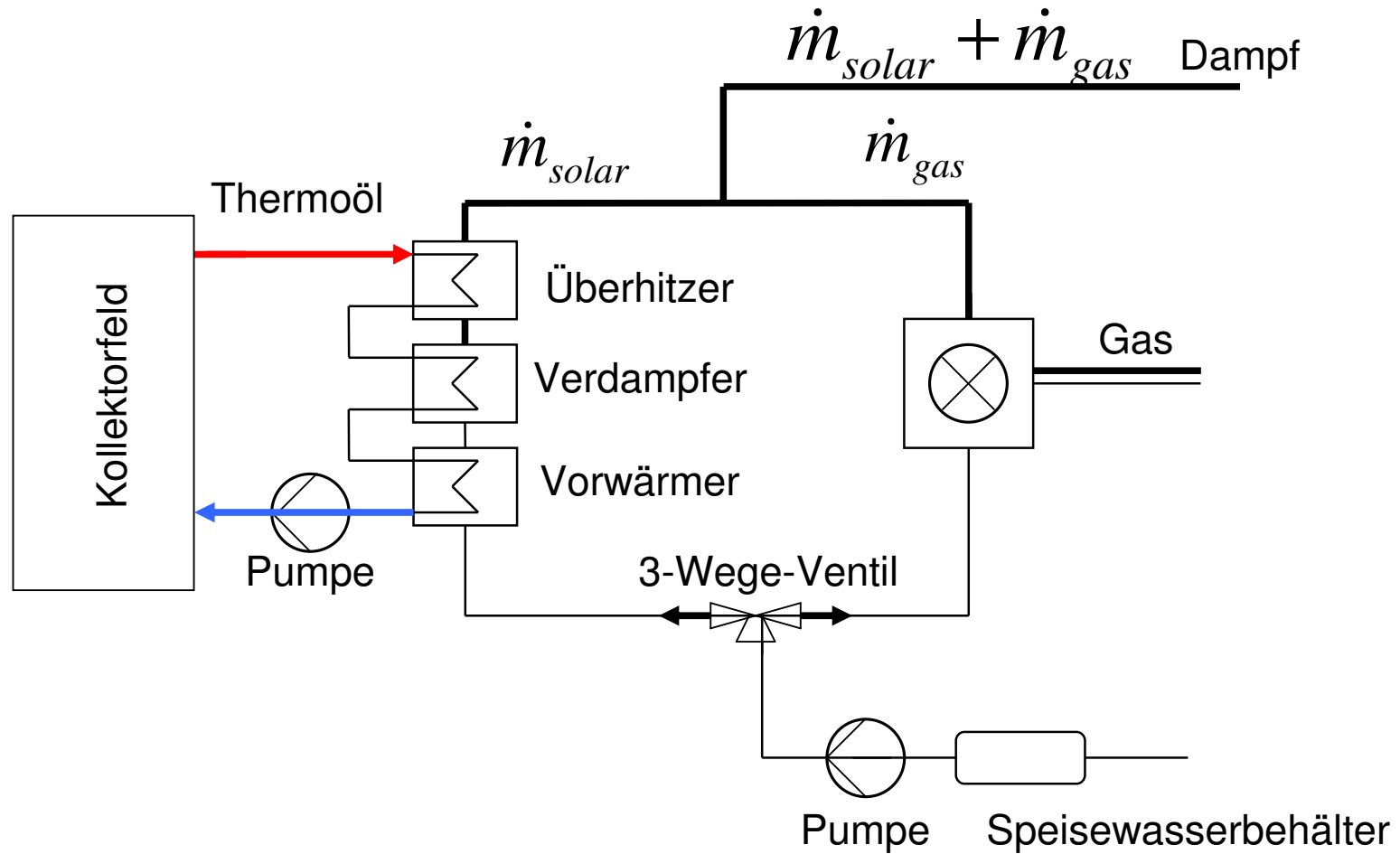
1. Marktanalyse Prozesswärme
2. Untersuchte Anlagenverschaltungen
3. Annahmen
4. Ergebnisse
5. Zusammenfassung
6. Ausblick

Marktübersicht Prozesswärme

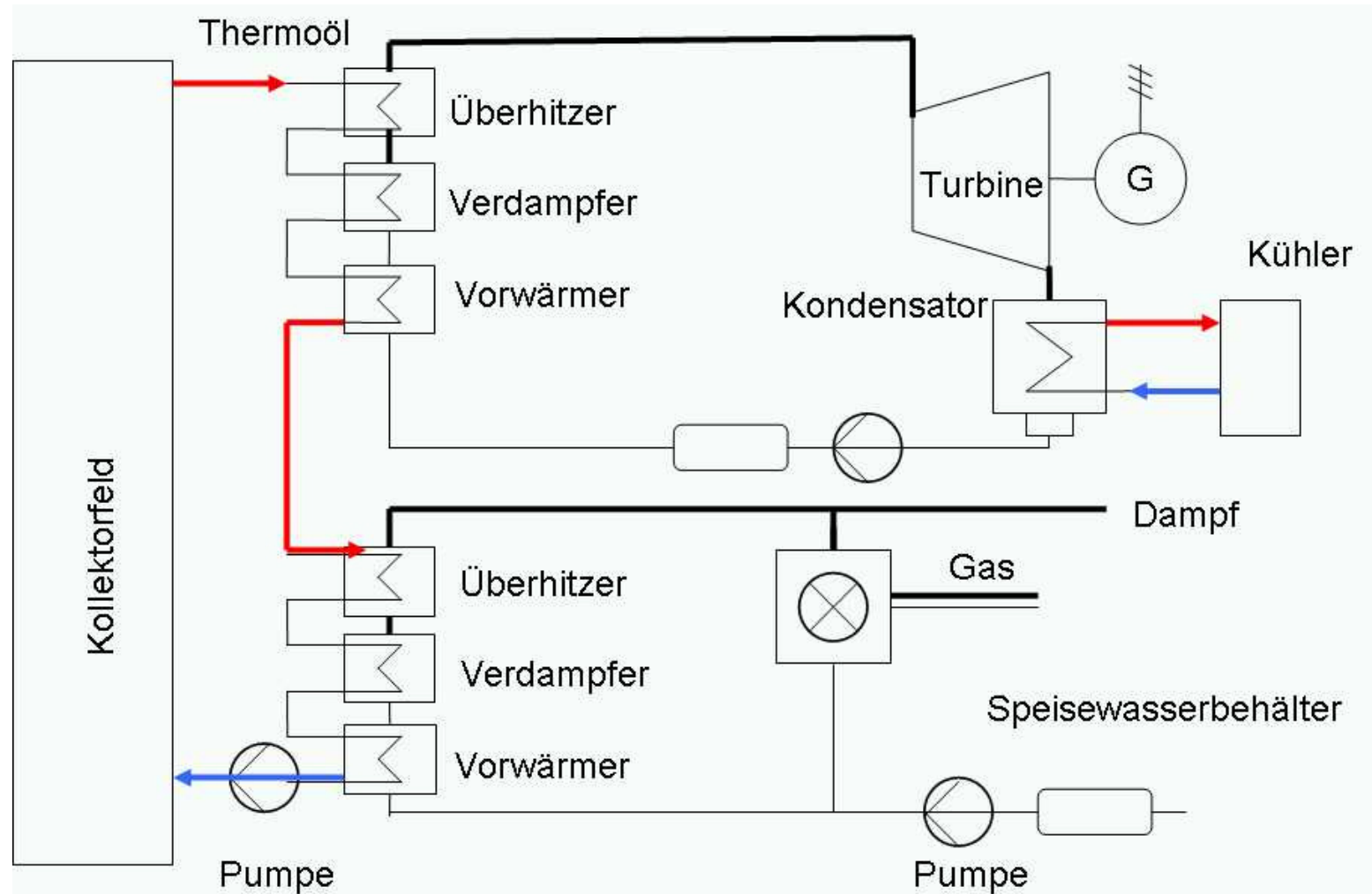


➔ **Rund 55% (6500 PJ/a) unter 400°C**

Solar unterstützte Prozesswärmeerzeugung



Kombinierte Erzeugung von Wärme und Strom



Modellannahmen

- Großkraftwerke liegen bei 85 %
- Trockenkühlung

Parameter	Einheit	Wert
IST Parabolrinne		
Optischer Wirkungsgrad	[-]	68%
Wärmekraftmaschine		
Isentroper Wirkungsgrad	[-]	70 %
Elektrischer Nennwirkungsgrad	[-]	19% (variabel in Abhängigkeit von T_{in} und Last ; $T_{kond} = 55^{\circ}\text{C}$)

Kostenannahmen

Parameter	Einheit	Spezif. Kosten
Solarfeld	€ / m ²	200 bis 400
Wärmekraftmaschine	€ / kW	1000 bis 2000
Therm. Speicher	€ / m ³	1000
Erdgas	€ / kWh	0,06

Annahmen zur Wirtschaftlichkeitsrechnung

Parameter	Einheit	
Versicherung	% p. a	1
O & M	% p. a	2
Zinssatz	% p. a	7
Teuerungsrate Erdgas	% p. a	7 %
Laufzeit	a	25

Betrachtete Standorte

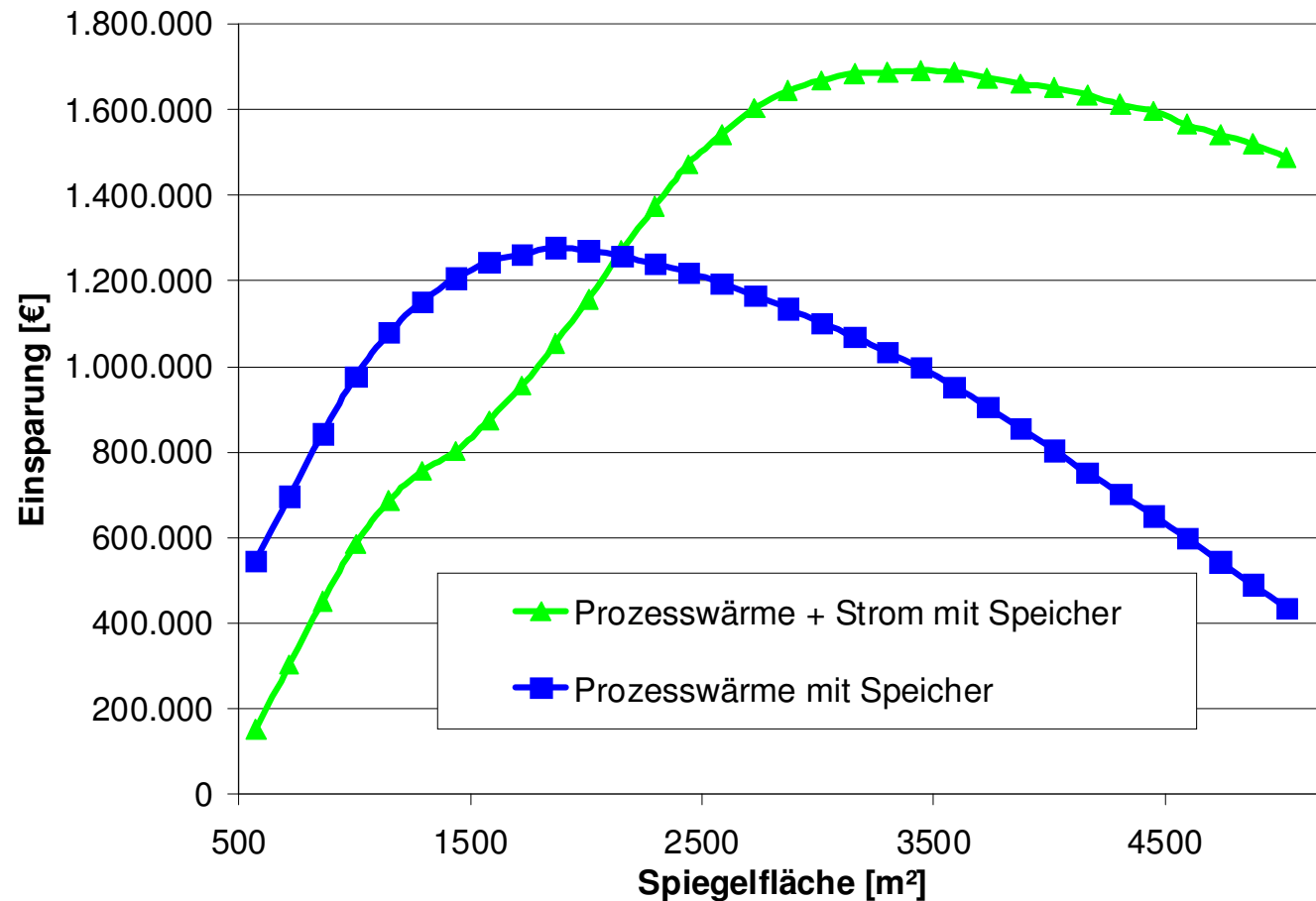
- Standort Faro, Portugal
 - Strahlungssumme: 2197 kWh/(m² a)
 - Einspeisevergütung: 27 Cent / kWh

- Standort Korsika
 - Strahlungssumme: 1780 kWh/(m² a)
 - Einspeisevergütung: 40 Cent / kWh

→ Repräsentative Standorte

Optimierung der Feldgröße am Standort Faro Bedarf von 500 kW von 9 bis 18 Uhr

- Kollektor
300 €/m²
- WKM
1500 €/m²



Optimierte Größen

- In 2500 jeweils Simulationsläufen ermittelt

		Faro 9 bis 18 Uhr	Faro 24 h	Korsika 9bis 18
Opt. Volumen Speicher	[m ³]	52	90	103
Opt. El. Nennleistung	[kW]	200	200	200
Opt. Feldgröße	[m ³]	3445	3590	4450

Einsparung

		Faro 9 bis 18 Uhr	Faro 24 h	Korsika 9bis 18
Einsparung Gasbrenner (Ausgangsfall)	[€]	0	0	0
Einsparung solare Prozesswärme	[€]	1,3 Mio.	1,8 Mio.	0,6 Mio.
Steigerung der Einsparung durch Strom	[%]	32%	24%	57%
Einsparung solare KWK	[€]	1,7 Mio.	2,2 Mio.	1,1 Mio.
Einsparung CO2	[t p. a]	700	832	600

Relation Barwerte - Investition

		Faro 9 bis 18 Uhr	Faro 24 h	Korsika 9bis 18
<i>Investitionskosten Prozesswärme</i>	[€]	0,76 Mio.	0,88 Mio.	0,76 Mio.
Investitionskosten KWK	[€]	1,37 Mio.	1,46 Mio.	1,73 Mio.
Summe der abgezinsten Barwerte KWK	[€]	1,7 Mio.	2,2 Mio.	1,1 Mio.
Interner Zins	[-]	16 %	17 %	12%

→ Hohe Rentabilität der
solaren KWK

Worst-Case-Abschätzung

		Faro Ausgangsfall 24 h	Faro 24 h	Faro 9 bis 18 Uhr
Kollektor	[€/m ²]	300	500	500
WKM	[€/kWel]	1500	2000	2000
Speicher	[€/m ³]	1000	2000	2000
Laufzeit	[a]	25	20	20
Teuerungsrate Erdgas	[-]	7%	4%	4%
Einsparung	[€]	2,2 Mio.	180 Tsd.	13 Tsd.

➔ Auch im Worst-Case
noch rentabel

Inselssysteme

- Prozesswärmebedarf
9 bis 18 Uhr
- Variabler Strombedarf
Maximalbedarf 420 kW
- Vergleichskosten
Dieselgenerator
0,31 €/kWh

		Faro Insel 9 bis 18 Uhr	Faro Netz 9 bis 18 Uhr
Investitionskosten KWK	[€]	1,3 Mio.	1,37 Mio.
Einsparung KWK	[€]	2,5 Mio.	1,7 Mio.
Interner Zins	[-]	17%	16 %

➔ Höhere Einsparung
als Netzgekoppelt

Zusammenfassung

- Durch den Einsatz von konzentrierenden Solarkollektoren lassen sich bei der Prozesswärmeerzeugung Kosten einsparen
- Die kombinierte Erzeugung von Wärme und Strom steigert die Wirtschaftlichkeit
- Rentable Systeme auch für Inselanlagen im mittleren Leistungsbereich möglich

Ausblick

- Kombinierte Erzeugung von Strom Wärme und Kälte
- Rentable Systeme auch für Inselanlagen im mittleren Leistungsbereich möglich
- Bestätigung der Simulationsergebnisse durch Demonstrationsprojekte

Optimierung der Feldgröße am Standort Faro Bedarf von 500 kW 24h

- Kollektor
300 €/m²
- WKM
1500 €/m²

