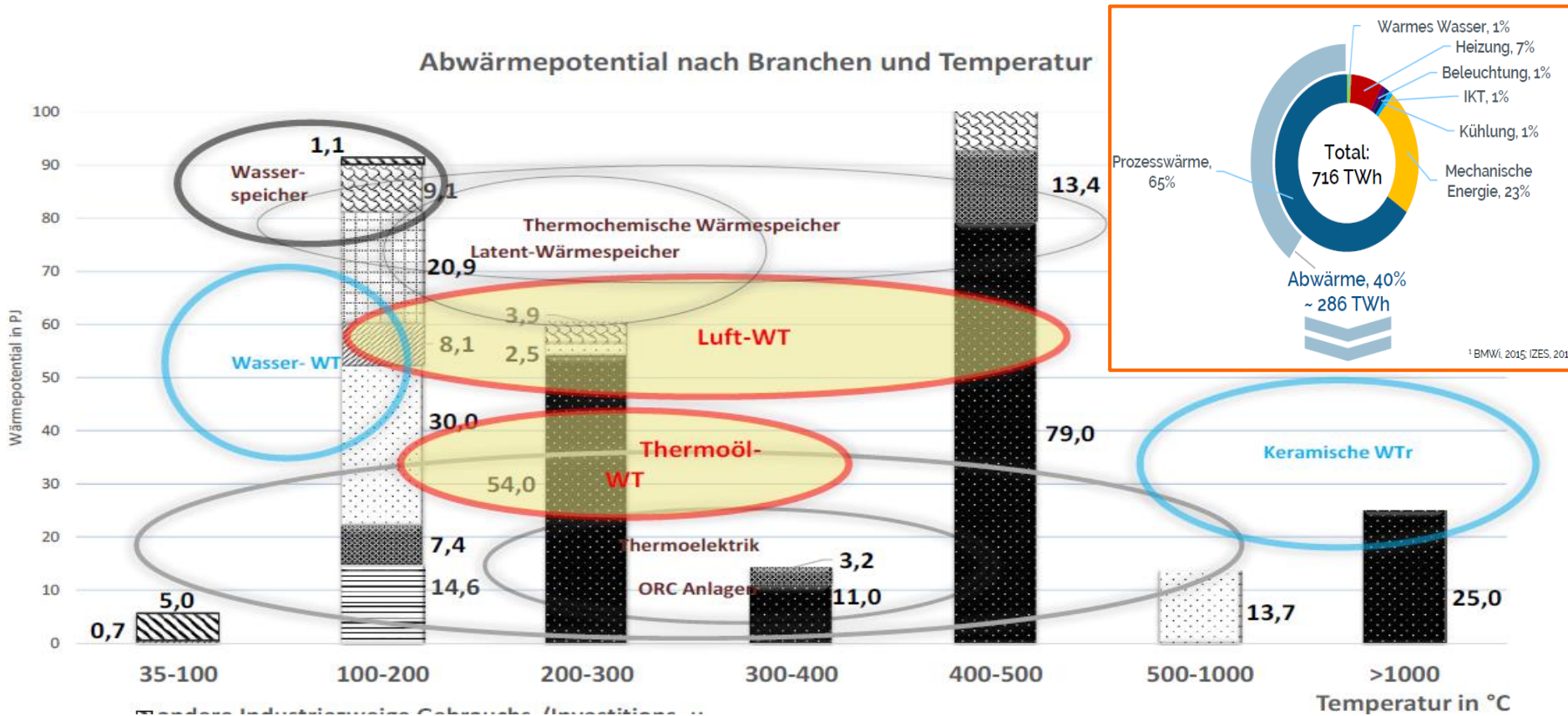




Zwischen 100° und 1000°C: Neueste Erkenntnisse zur Erschließung ungenutzter Abwärmepotenziale in Industrie und Gewerbe

Eberhard Jochem
Prof. Dr.-Ing.

Potentiale der Abwärme in Industrie und Gewerbe



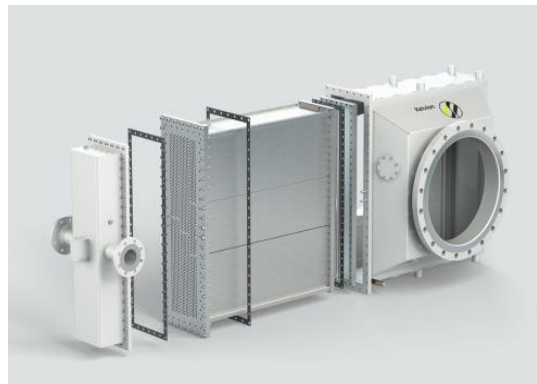
Potentiale der gefaßten Abwärmeströme: 100 bis 500°C: 250 PJ/a; >500°C: 40 PJ/a?

- Potentiale oft zu gering bewertet wegen Wärmeverlusten bei Umweltschutz-Anlagen
- Potentiale enthalten nicht innere Wärme der Produkte und Strahlungswärme (Öfen)

Techniken der Abwärmenutzung in Industrie und Gewerbe I

- **Wärmeübertrager**

- eine Fülle von Bauarten

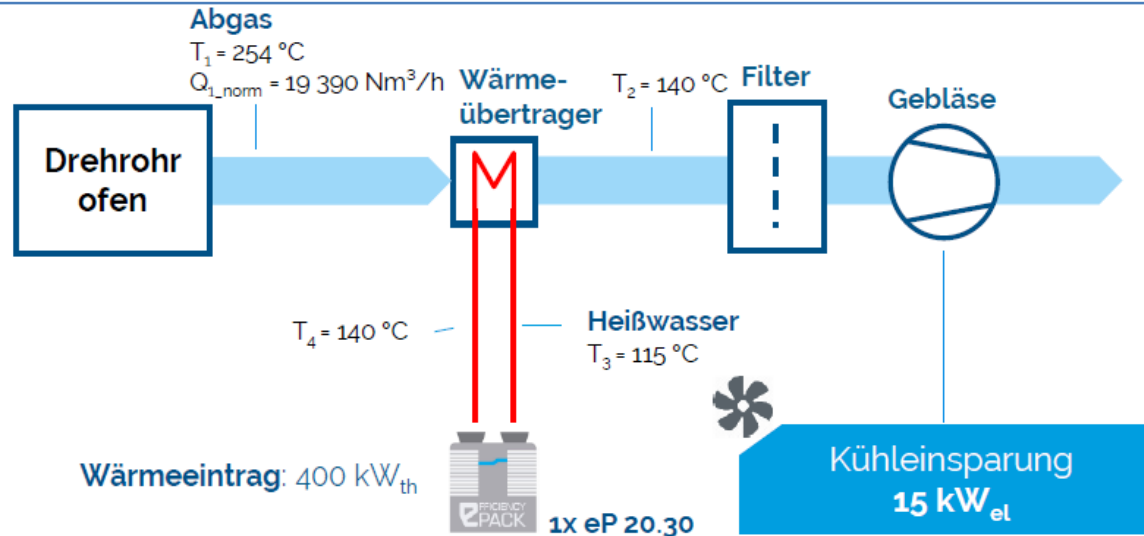


und Oberflächen mit Fragen des **Fouling** durch:

➔ Kondensation, Säuren, Partikel, Ruß, klebrige Substanzen, Fasern

- **ORC-Technik – Strom aus Abwärme**

- Exergie des Abwärmestrom abschöpfen,
- dann Nutzenergie voll verwerten

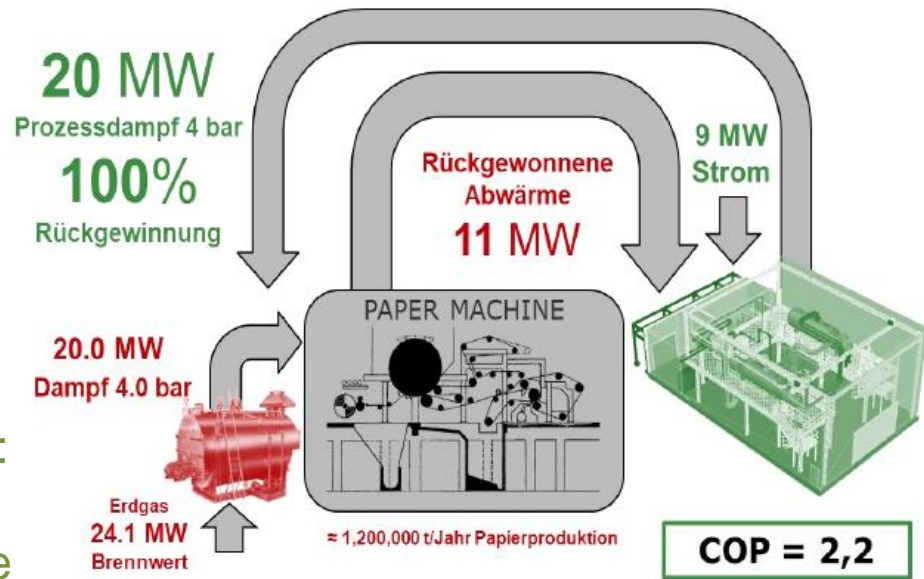


Techniken der Abwärmenutzung in Industrie und Gewerbe II

- **Hochtemperatur-Wärmepumpen**

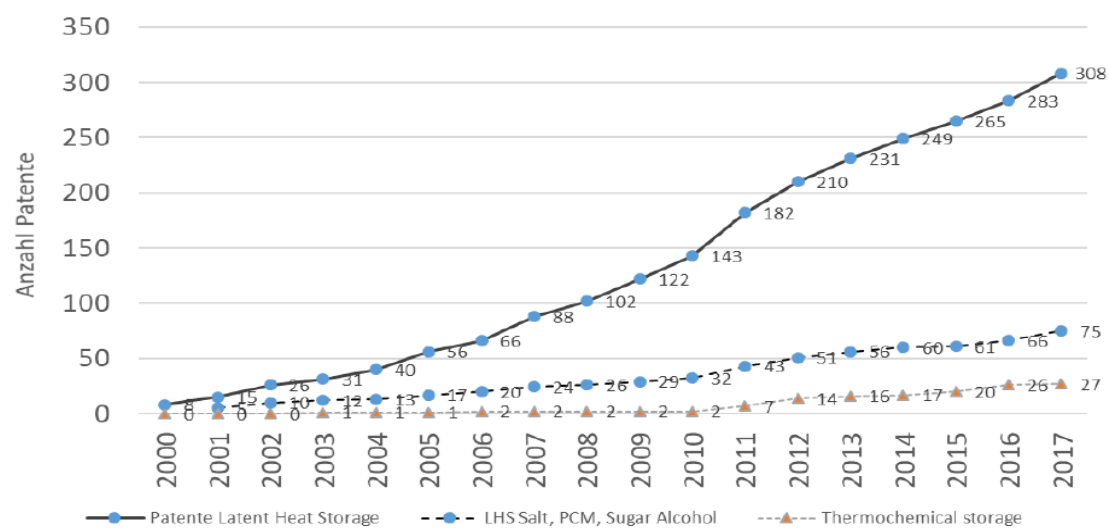
- Temperaturhub im Temperaturbereich von 100 bis 170°C (5 bis 6 bar Dampf)
- COP zwischen 2 und 3

Beispiel:
Papier-Maschine



- **Latentwärmespeicher**

- Parafine, Nitrate, Hydroxide, Chloride, Karbonate
- Nutzbar: Stunden bis wenige Tage (batch-Betrieb)
- Leistung: < 1.000 MWh; Tendenz steigend



Transnationale Patentanmeldungen zu Latentwärmespeichern weltweit

Hemmnisse der Abwärmenutzung in Industrie und Gewerbe I

- **Das zentrale Haupthemmnis der Energieeffizienz-Investitionen**

Die Entscheidung nach dem Risikomaß: der Amortisationsdauer < 3 Jahre

- Nur knapp 20 % der Unternehmen ermitteln die Rentabilität !!!!!
- Die interne Verzinsung liegt meist bei 12 bis 25 %, wird aber nicht „wahr“genommen!

geforderte Amortisationszeiten (Jahre)	Interne Verzinsung in % pro Jahr ¹⁾							
	Anlagennutzungsdauer (Jahre)							
	3	4	5	6	7	10	12	15
2	24%	35%	41%	45%	47%	49%	49,5%	50%
3	0%	13%	20%	25%	27%	31%	32%	33%
4		0%	8%	13%	17%	22%	23%	24%
5			0%	6%	10%	16%	17%	18,5%
6				0%	4%	10,5%	12,5%	14,5%
8						4,5%	7%	9%

¹⁾ unterstellt wird eine kontinuierliche Energieeinsparung über die gesamte Anlagen- nutzungsdauer

abgeschnittene rentable Investitionsmöglichkeiten: Chancen des Contracting

- **Mangelnde Kenntnisse** zu den Techniken der Abwärmenutzung bei :
 - energietechnischen Beratern und Energiemanagern, Zertifizierern, Contractoren
 - Fernwärmeunternehmen u. techn. Ausschüssen geeigneter Branchen

Hemmnisse der Abwärmenutzung in Industrie und Gewerbe II

- **Wärmeübertrager:**
 - Zu wenig ausgebildete Ingenieure, die Wärmeübertrager auslegen können
 - Fouling, Reinigen, Abrasion, Teillast mit guter Wärmeübertragung, HT-Abgase
- **ORC:** Obwohl eine CO₂-freie Stromerzeugungstechnik und in ihrem Markteintritt, wird sie
 - fördertechnisch in D diskriminiert (40% EEG-Umlage, obwohl Eigenstromverbr),
 - Kostensenkung durch Skaleneffekte blockiert (im Gegensatz zu PV im Jahr 2000)
- **HT-Wärmepumpen:**
 - fehlende Kenntnisse bei potentiellen Anwendern und energietechnischen Beratern
 - fehlende Leitfäden für Schnell-Check der Eignung der Technik
- **Latentwärmespeicher :**
 - Raumverfügbarkeit in gewachsenen Betrieben; fehlende good-practice Pilote

Policies der Abwärmenutzung in Industrie und Gewerbe

- **Positiv sich auswirkende Rahmenbedingungen ab Januar 2021**
 - CO2-Abgabe mit 25,- € jährlich steigend; einpreisen in Rentabilitätsrechnungen
 - leichter Rückgang der EEG-Umlage (für ORC-Abgabe wichtig)
- **Ausbildung von Ingenieuren und technisches Fachpersonal**
 - mehr praxisnahe Ausbildung in techn Unis, FHS und Fachschulen und IHKs
 - richtige Wirtschaftlichkeits-Bewertungen: **Risiko und Rentabilität**
- **Fortbildung von energietechnischen Beratern, Energiemanagern, Contactoren, Zertifizierern**
 - volle **Wirtschaftlichkeits-Bewertungen: Risiko und Rentabilität** (im Pflichtaudit)
 - Nutzung neu entwickelter Liefäden und Berechnungstools
- **systematisch über good practice-Beispiele in Fachmedien berichten**
- **Technik-spezifische Policies**
 - ORC-Technik von 40% EEG-Umlage befreien;
 - Förderprogramme auf Mindestamortisation von 2 Jahren auf 4 Jahre erhöhen

Fazits zur Abwärmennutzung für 2021 – 2030

- Die Potentiale der Abwärmennutzung sind sehr groß, aber nicht in Großserien zu heben (Kein Thema für Politiker und Medien!)
- Einige Rahmenbedingungen entwickeln sich günstig (und neue Interessenten: die Fernwärmeunternehmen)
- Die Hemmnisse sind offensichtlich (einseitige Risiko-Betrachtung, fehlende Kenntnisse bei allen Beteiligten, fehlende Info und Pilot-Projekte)
- Die erforderlichen Policies: relativ zahlreich, insbesondere bei Aus- und Fortbildung und Fachinformation (auch FuE nötig)
- **Schläfriges D & Europa - im Gegensatz zu munterem China**

Schläfriges D & Europa - im Gegensatz zu munterem China

Anzahl der Publikationen für Mitteltemperatur-Wärmeübertrager nach Ländern nach acht Untergruppen (Autoren und ihre Nationalität)

Betrachtete Periode	2019		2010-2019		2019		2010-2019		2010-2019	
Position	Gesamte Publikationen		Korrosion		Beschichtung		Graphit		Keramik	
1	China	446	China	78	China	71	China	29	USA	29
2	USA	188	USA	52	USA	27	USA	13	GERMANY	18
3	IRAN	130	GERMANY	25	IRAN	18	FRANCE	11	China	15

Betrachtete Periode	2017-2019		2019		2010-2019		2010-2019	
Position	Metalle		Plattenwärmetauscher		Reinigung		Anord. Öfen	
1	China	100	China	59	China	58	China	61
2	USA	68	USA	18	GERMANY	43	USA	31
3	SOUTH KOREA	34	SOUTH KOREA	17	USA	42	GERMANY	21

Wer Wissen teilt, vermehrt es !