

Abwärmennutzung In Deutschland

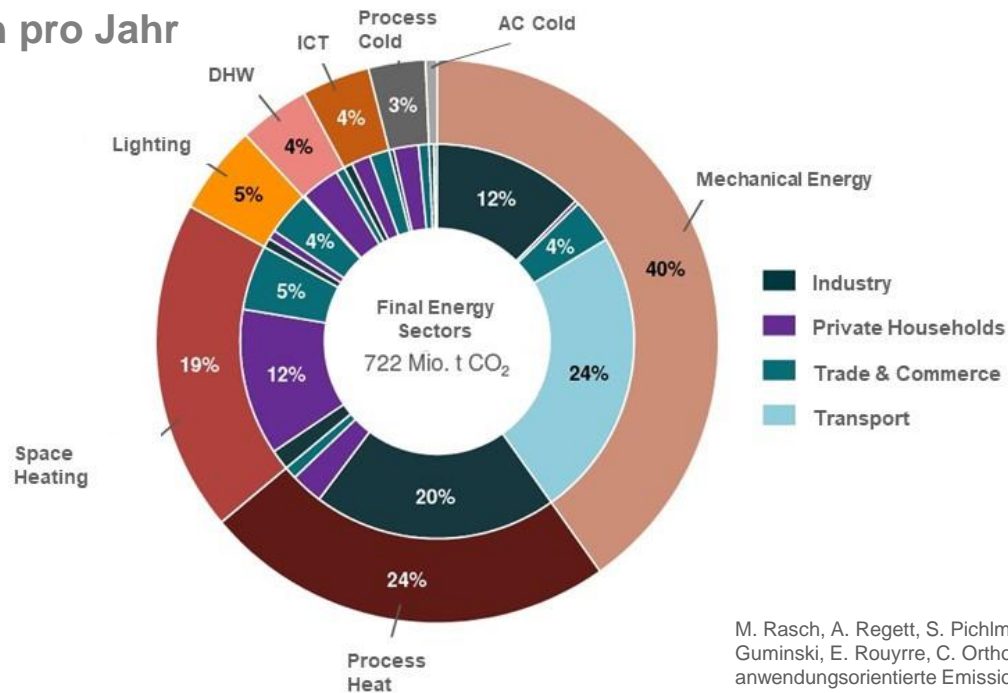
Dr. Andreas Hauer

Nutzung von Abwärme– Relevanz für das Energiesystem

Energieverbrauchssektoren und CO2 Emissionen

Endenergieverbrauch in Deutschland

Ungefähr 2.600 TWh pro Jahr

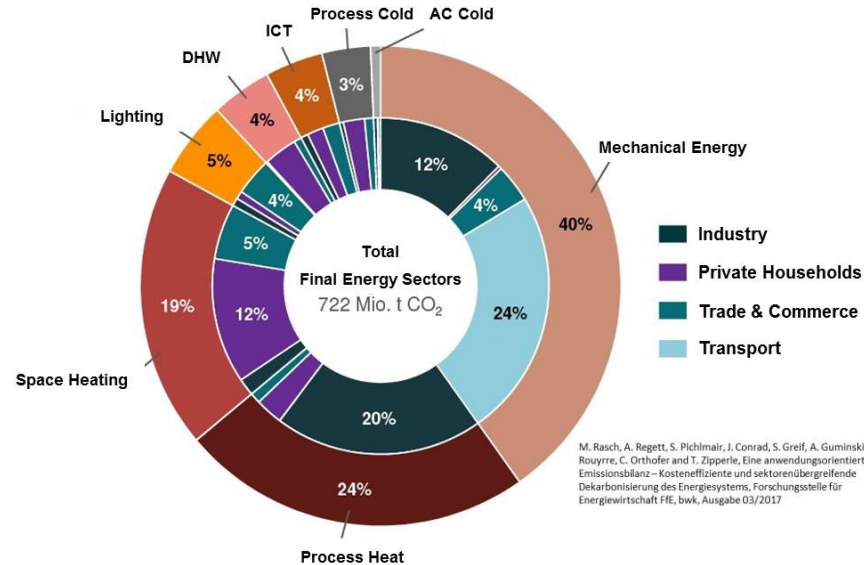


M. Rasch, A. Regett, S. Pichlmair, J. Conrad, S. Greif, A. Guminski, E. Rouyre, C. Orthofer and T. Zipperle, Eine anwendungsorientierte Emissionsbilanz – Kosteneffiziente und sektorenübergreifende Dekarbonisierung des Energiesystems, Forschungsstelle für Energiewirtschaft FfE, bwk, Ausgabe 03/2017

Energieverbrauchssektoren und CO2 Emissionen

Verteilung der CO2 Emissionen auf die Verbrauchssektoren:

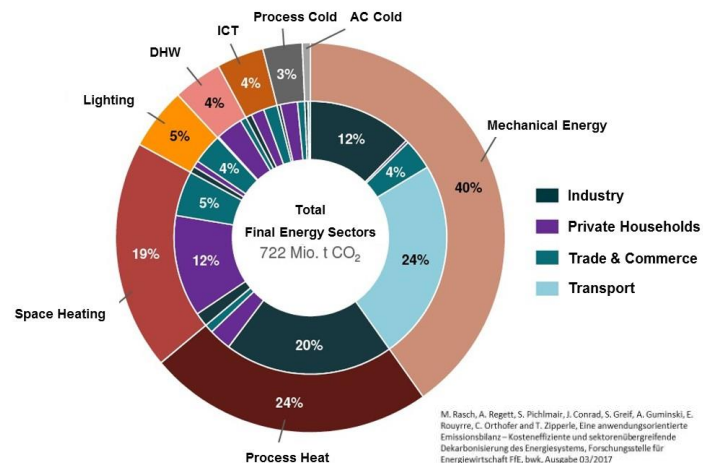
- **Industrie** > 32 %
- **Haushalte** > 21 %
- **Handel & Gewerbe** > 15 %
- **Transport** > 24 %



Energieverbrauchssektoren und CO2 Emissionen

Verteilung der CO2 Emissionen auf die Sektoren „Wärme“, „Strom“ und Mobilität“:

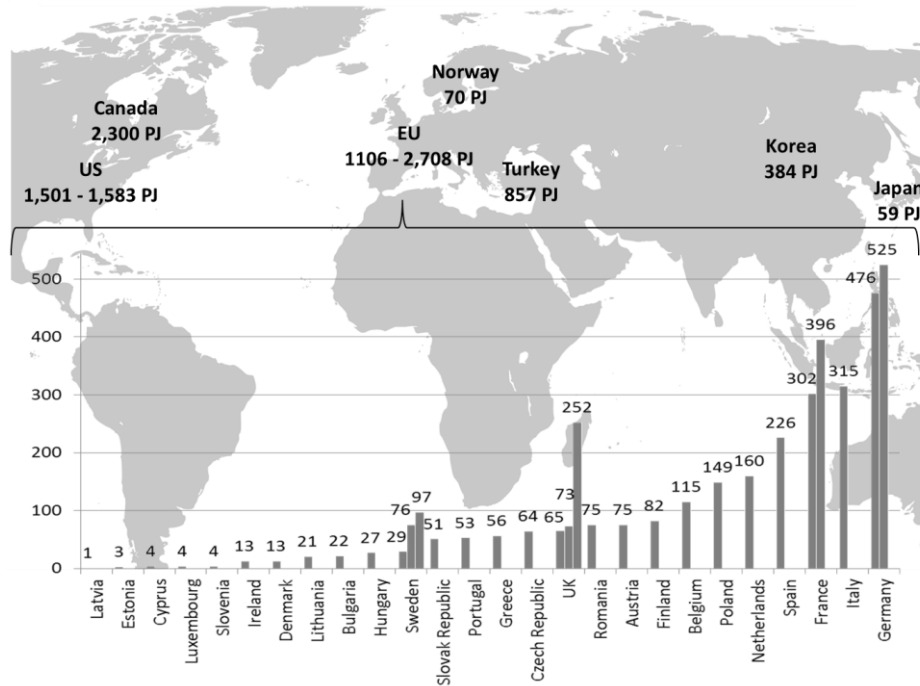
- **Strom** 24%
 - Beleuchtung 5 %
 - ICT 4 %
 - Mech. Energie 16 %
- **Wärme** > 50 %
 - Warmwasser 4 %
 - Prozesskälte 3 %
 - Prozesswärme 24 %
 - Raumheizung 19 %
 - AC <1 %
- **Mobilität** 24 %



Die Bereitstellung von Wärme und Kälte verursacht mehr CO₂ Emissionen als der Strom- und der Mobilitätssektor!

Abwärmepotenzial

Globales Potenzial (?)



Yearly waste heat potential worldwide, in PJ. In some cases, more than one potential is found and shown
[13][24][15][27][29][26][30][18][28][31][32][33][34]

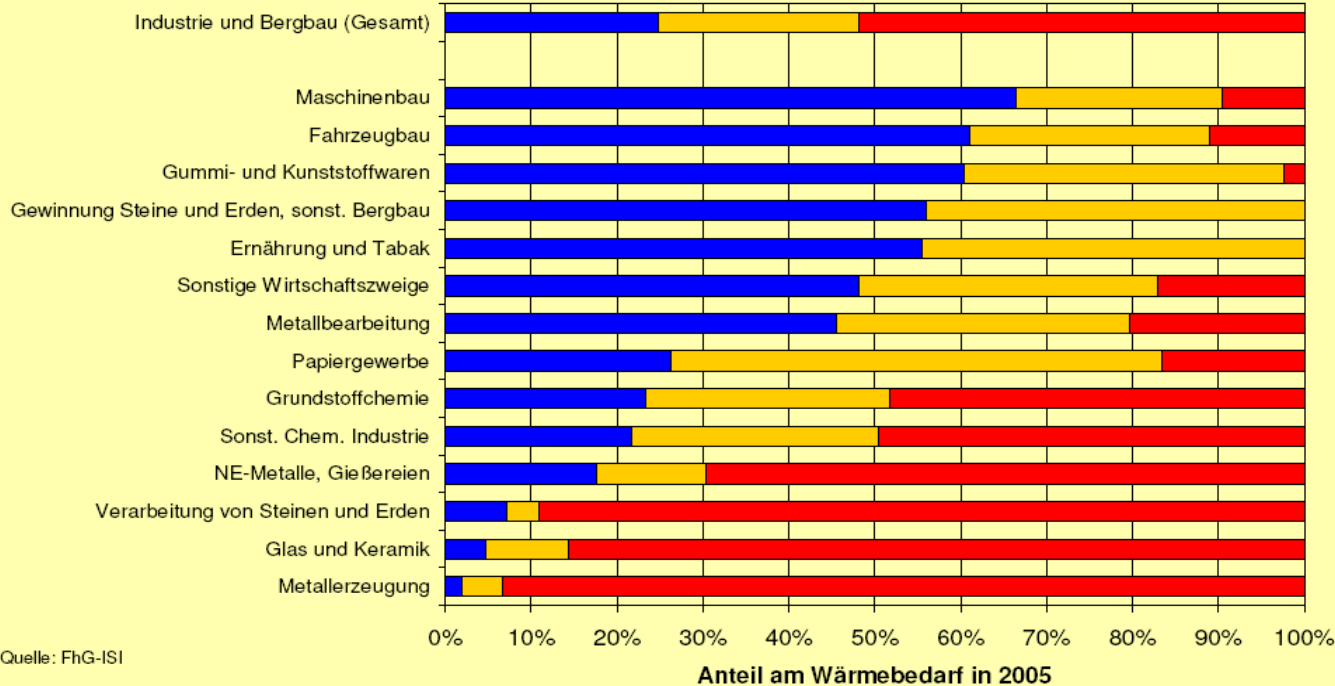
- Literaturrecherchen
- Daten verschiedener Studien
- Unterschiedliche Methodik
- Z.T. unklare Verlässlichkeit

MAPPING AND DISCUSSING INDUSTRIAL WASTE HEAT POTENTIALS FOR DIFFERENT COUNTRIES

Laia Miró, Sarah Brückner, Luisa F Cabeza;
Submitted to Renewable & Sustainable Energy Reviews

Die Temperatur ist entscheidend!

Prozesswärmebedarf der Deutschen Industrie



Prozesswärme $T < 100\text{ }^{\circ}\text{C}$

Prozesswärme $100 - 300\text{ }^{\circ}\text{C}$

Prozesswärme $T > 400\text{ }^{\circ}\text{C}$

Potenzial in Deutschland



Spartenspezifisch und temperaturabhängig gemittelte Abwärmepotentiale:

Es steht ein theoretisches Potential von etwa **255 TWh/a** zur Verfügung



- Für die reine Nutzwärmeerzeugung (**nur NT**, inklusive der Abwärme aus MT und HT) beträgt das Potential etwa 203 TWh/a; CO₂-Einsparung: ~ 55 Mio. t CO₂äq/a
- Die theoretisch erzeugbare maximale Strommenge (**nur MT und HT**) beträgt etwa 33 TWh/a; CO₂-Einsparung: ~ 20 Mio. t CO₂äq/a

Der Gesamtenergiebedarf der deutschen Haushalte für Heizwärme betrug im Jahr 2008 etwa 450 TWh.

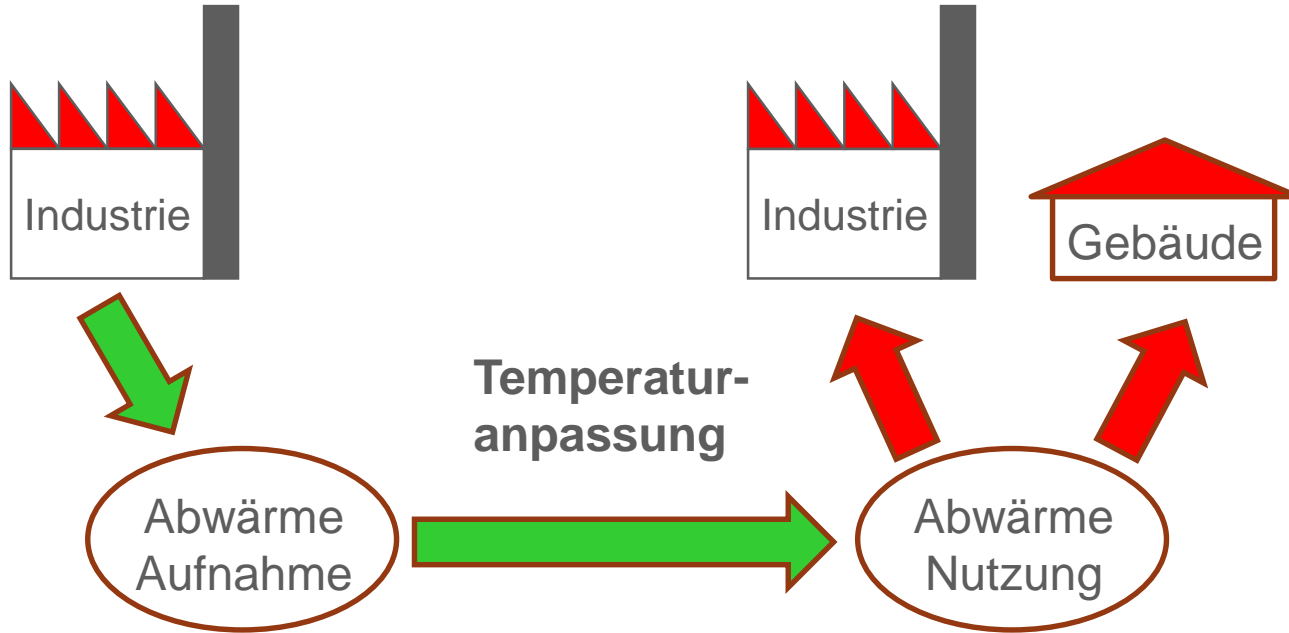
Nach der Studie könnten bei vollständiger Nutzung des **Abwärmepotentials** etwa **45%** Abdeckung des **Energiebedarfs für Heizwärme** erreicht werden.

Es gibt ein Potenzial der Nutzung von Abwärme –
Es könnte riesig sein....., aber wir wissen nicht genug
darüber!

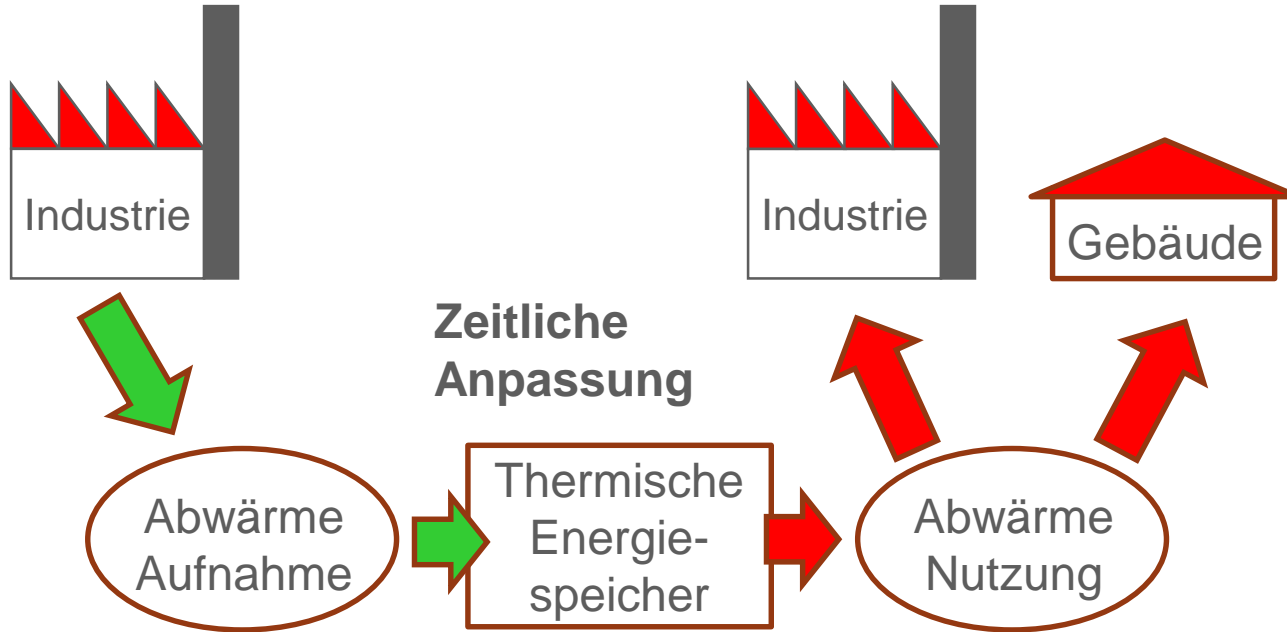


Abwärmennutzung – Technologien & Systeme

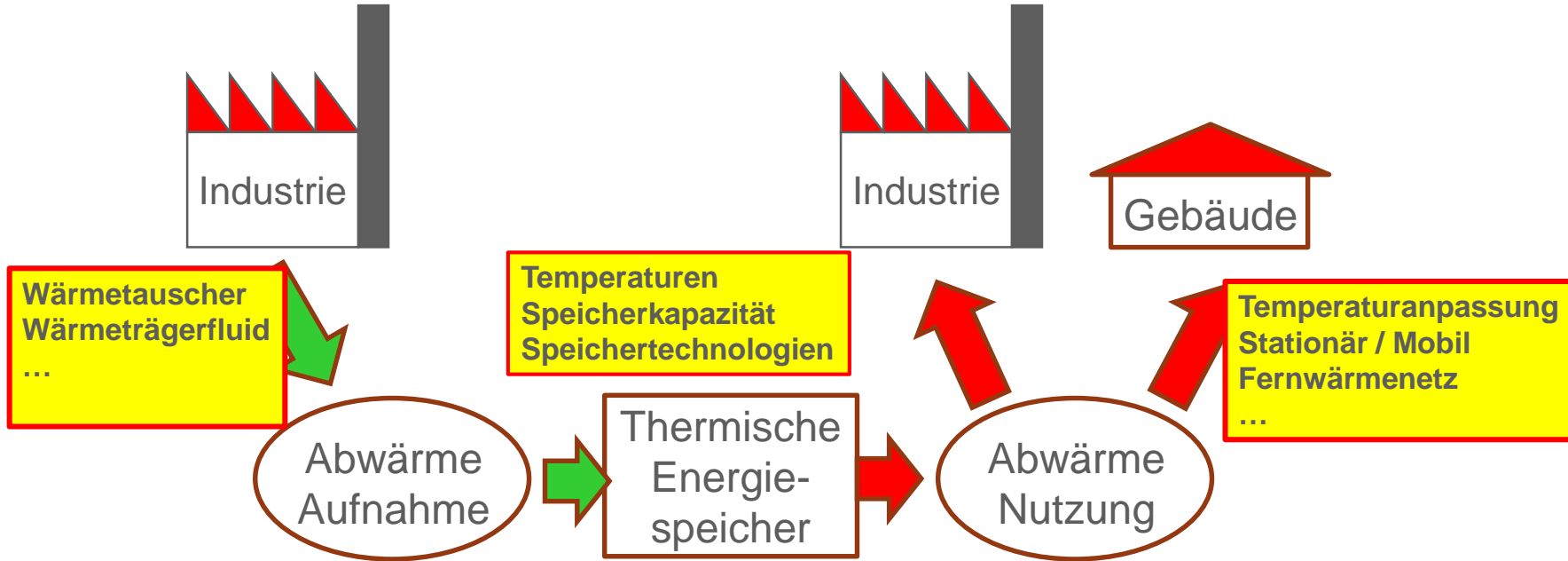
System „Industrielle Abwärmenutzung“



System „Industrielle Abwärmenutzung“



System „Industrielle Abwärmennutzung“



Energiespeicher – Thermische Energie

Thermische Energiespeichertechnologien:

- **Speicherung sensibler Wärme/Kälte**
Hohe Leistung (Wasser, Öl),
Hohe Temperaturen (Feststoffe),
kostengünstig, Verluste
- **Latentwärmespeicher**
Hohe Kapazität bei kleinen ΔT , konstante
Temperatur (e.g. steam), geringe Leistung
- **Thermochemische Energiespeicher**
Hohe Kapazität, Wärmepumpeneffekt,
“Wärme zu Kälte”, Entfeuchtung

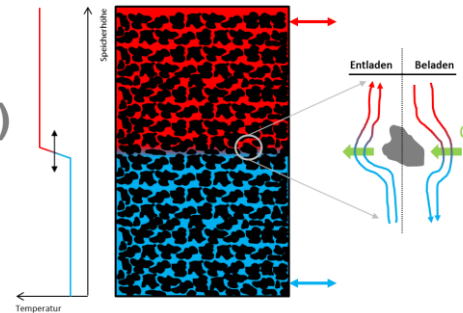
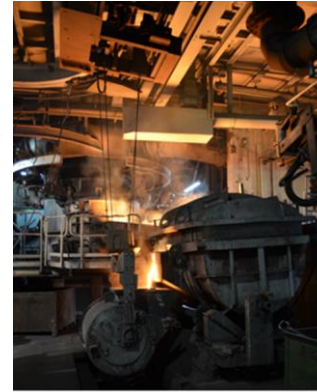


Beispiele – Forschung & Entwicklungsprojekte



Absorptionswärmepumpe und Zwei-Stoffspeicher in Gießerei

- Temperaturanpassung durch thermisch angetriebene Absorptionswärmepumpe und -kältemaschine
- Sensibler Wärmespeicher
- Abwärme bei ca. 250 °C
- Nutzung zur Trocknung (Lackiererei) und Umwandlung in Kälte
- Wärmeträgerfluid ist Thermoöl
- Speichermedium ist Gestein



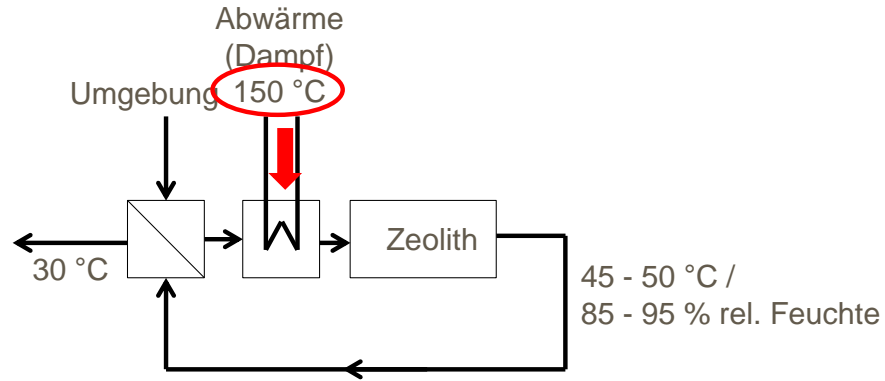
Mobiler Sorptionsspeicher an Müllverbrennungsanlage

- Temperaturanpassung durch Sorptionsprozess
- Thermochemischer Speicher
- Abwärme bei ca. 150 °C
- Nutzung zur Trocknung
- Wärmeträgermedium ist Luft
- Sorptionsspeicher Zeolith-Wasser
- Mobile Anwendung

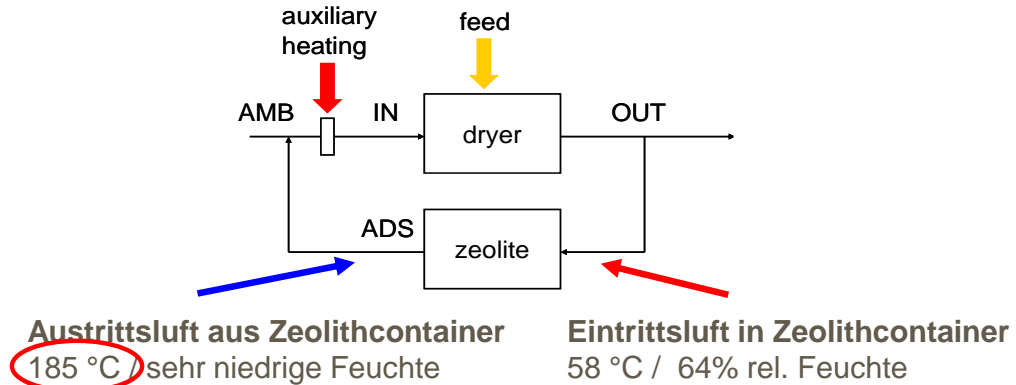


Sorptionsprozess

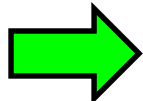
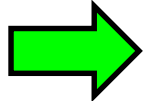
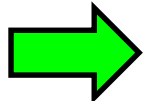
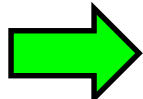
Laden



Entladen



Abwärmenutzung - Zusammenfassung

-  Potenzial industrieller Abwärmenutzung ist groß, aber nicht ausreichend quantifiziert!
-  Temperaturen sind entscheidend (Quelle, Speicher, Nutzer) und eine Anpassung durch Wärmepumpen / Kältemaschinen möglich!
-  Thermische Energiespeicher können eine zeitliche und örtliche Anpassung zwischen Angebot und Bedarf bereitstellen
-  Referenzprojekte sind entscheidend, um die Verlässlichkeit thermischer Speichersysteme und deren Wirtschaftlichkeit nachzuweisen

Vielen Dank für ihre Aufmerksamkeit!

Dr. Andreas Hauer