

# Abwärme: Potenziale und Instrumente

04. März 2015 // Dr. Martin Pehnt / BMUB-Tagung „Abwärme“

# Abwärme

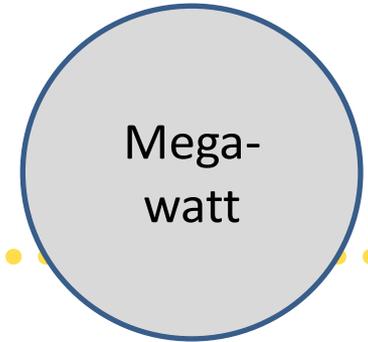

$$\dot{Q} = c \cdot \dot{m} \cdot \Delta T$$

Möglichst  
„guter“  
Wärmeträger

Am richtigen Ort  
zur richtigen Zeit

Ausreichende Temperatur-  
Differenz unter  
Berücksichtigung  
von Prozess- und Material-  
aspekten

# Abwärmerückgewinnung ...



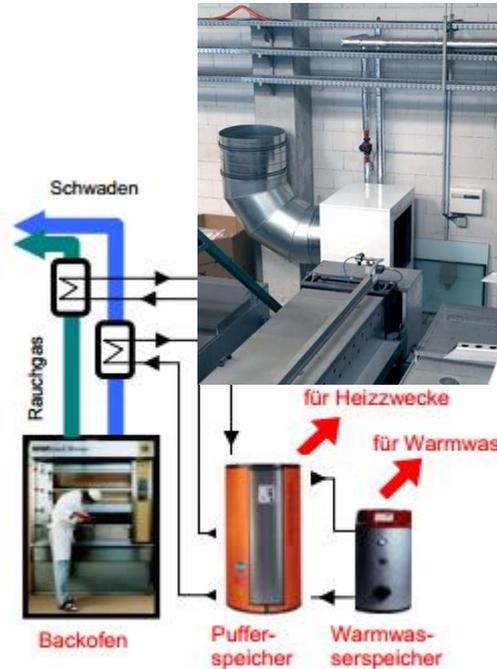
... im Wohngebäude  
aus Abwasser oder Abluft

... im Gewerbebetrieb

... im Industriebetrieb

Aus Abwasser, Abluft  
für Wärme...

... oder Strom



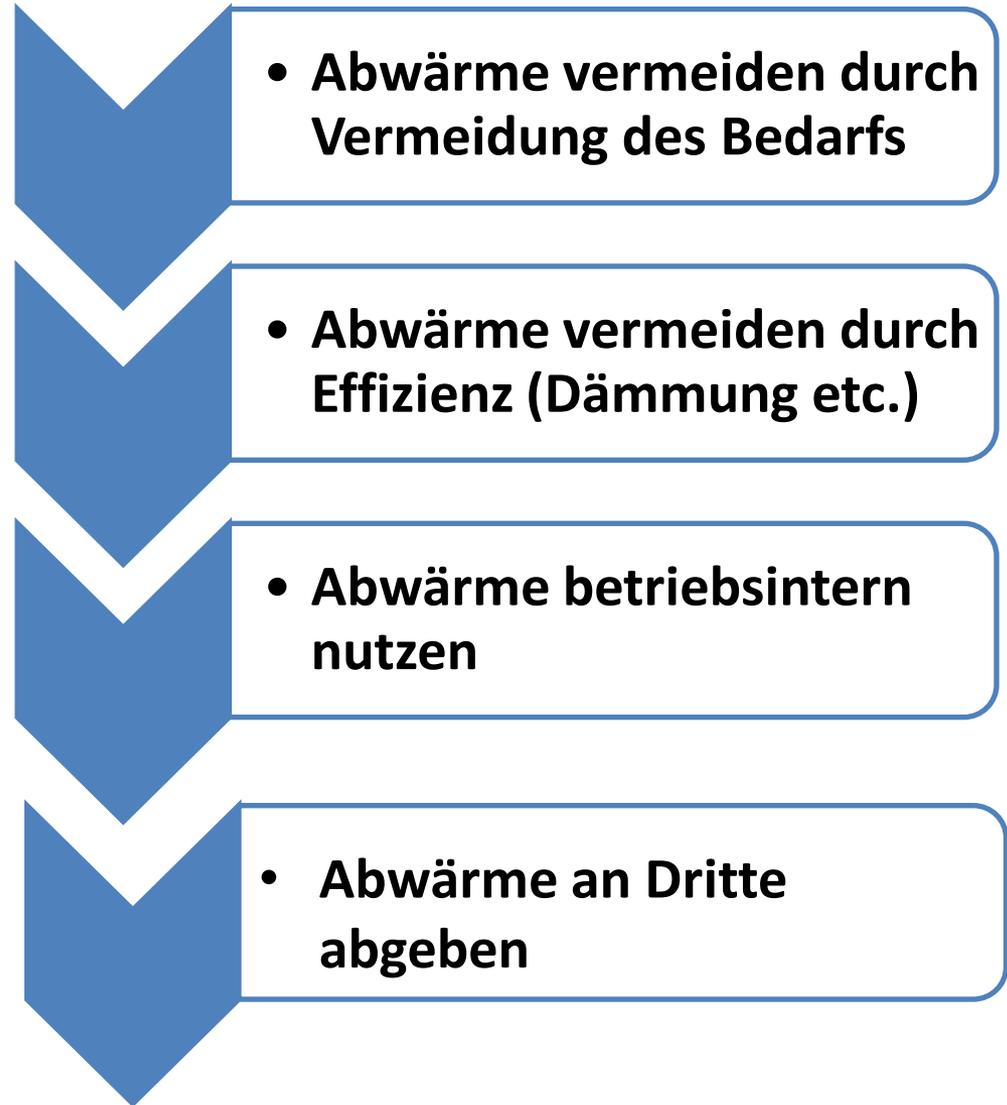


## So kann Abwärmenutzung auch aussehen...





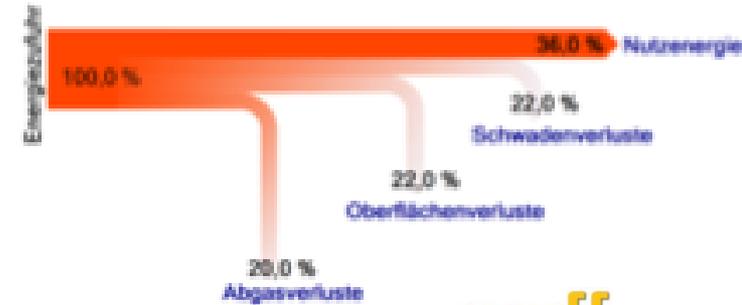
# Abwärmehierarchie





# Die Abwärmehierarchie am Beispiel der Bäckerei

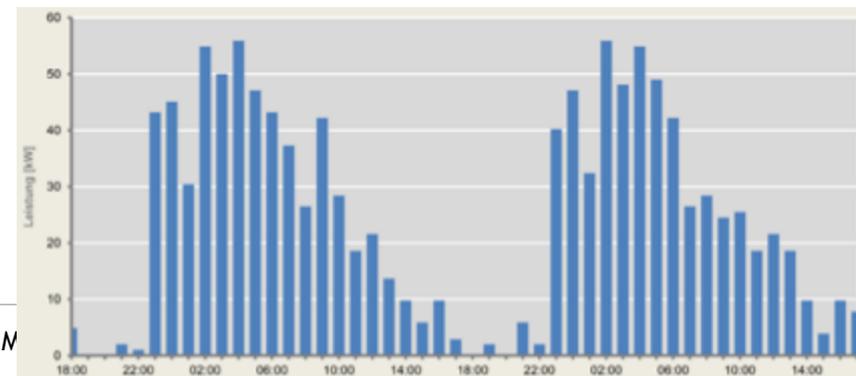
- Ofeneinsatz und Brennstoffeinsatz minimieren
  - Schwadenmenge kontrollieren
  - Oberflächen reinigen
  - Auslastung optimieren
  - Leerlauf minimieren
- Verluste vermeiden
  - Abgasklappe
  - Dämmung des Ofens
- Wärmerückgewinnung aus Schwaden und Rauchgas sowie aus Druckluft- und Kälteanlage für Heizung, WW
  - Daumenformel: 10 % der Brennerleistung kann als Abwärme aus dem Rauchgas zurückgewonnen werden



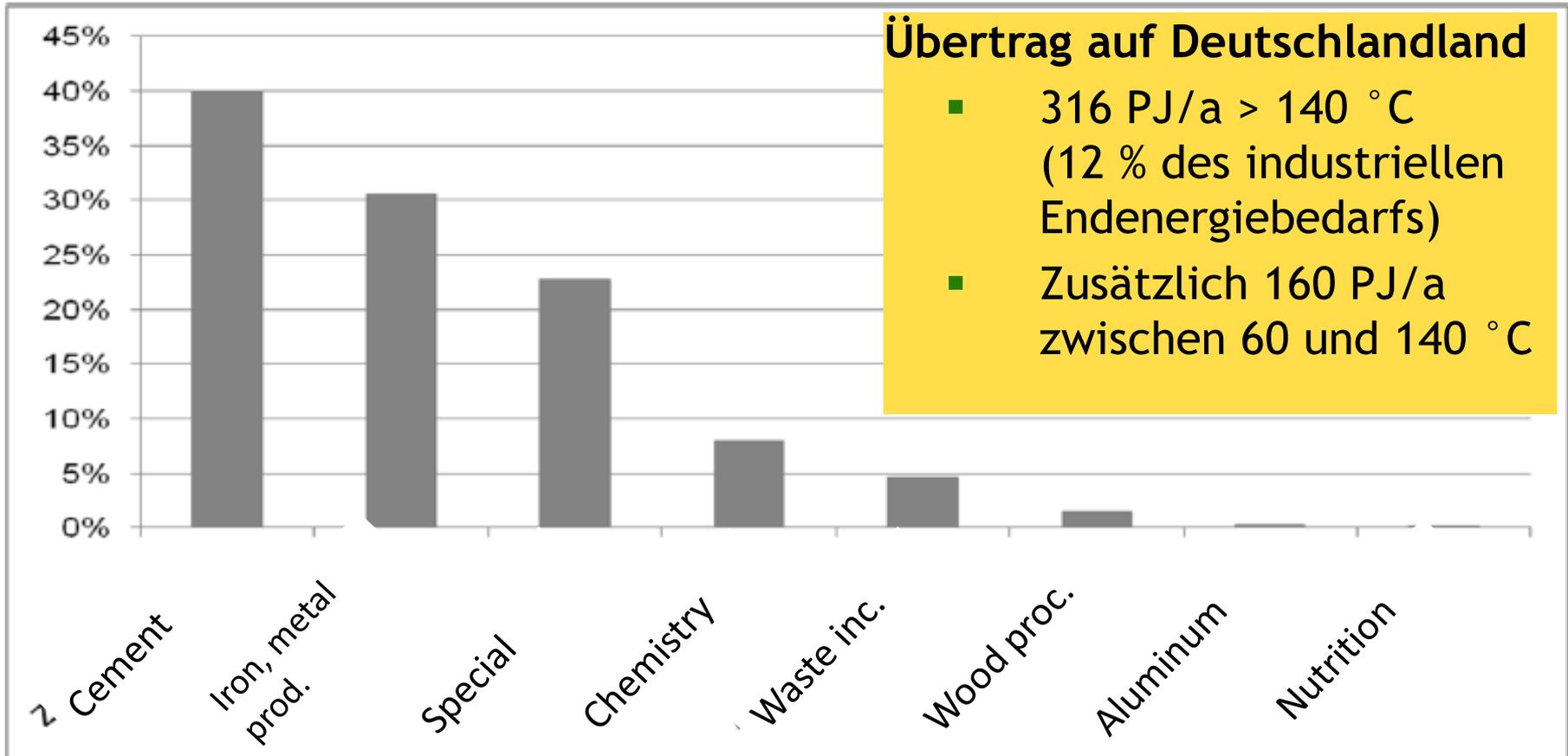
ENERGIEEFFIZIENZ IN BÄCKEREIEN  
Energieeinsparungen in Backstube und Filialen



[www.eneff-baekerei.net](http://www.eneff-baekerei.net)



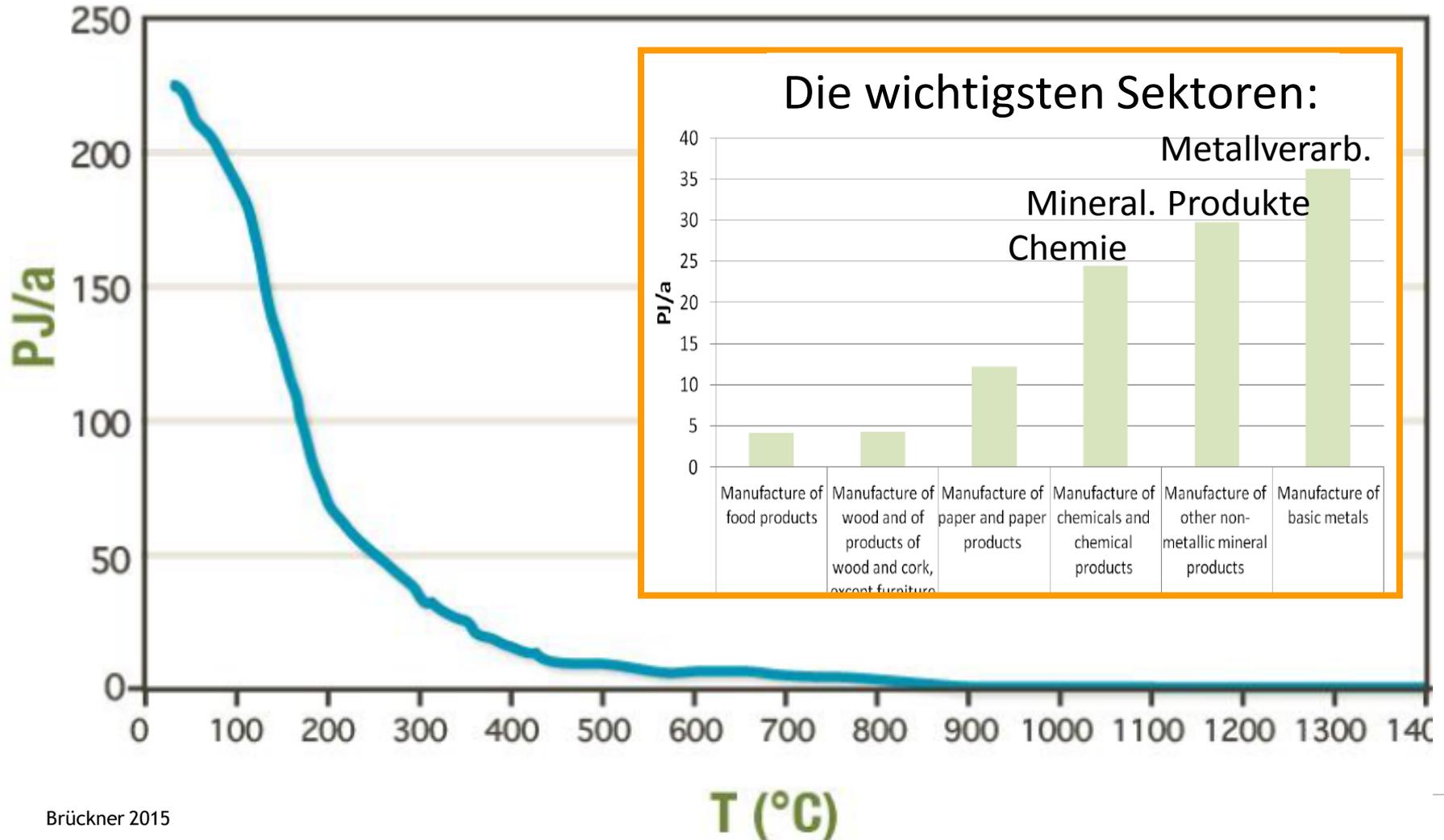
## Potenzial Top Down: Anteil Abwärme > 140 °C an Endenergie in Norwegen



Anteile an Abwärme über 140°C am Endenergiebedarf ausgewählter norwegischer Branchen (Enova, 2009)



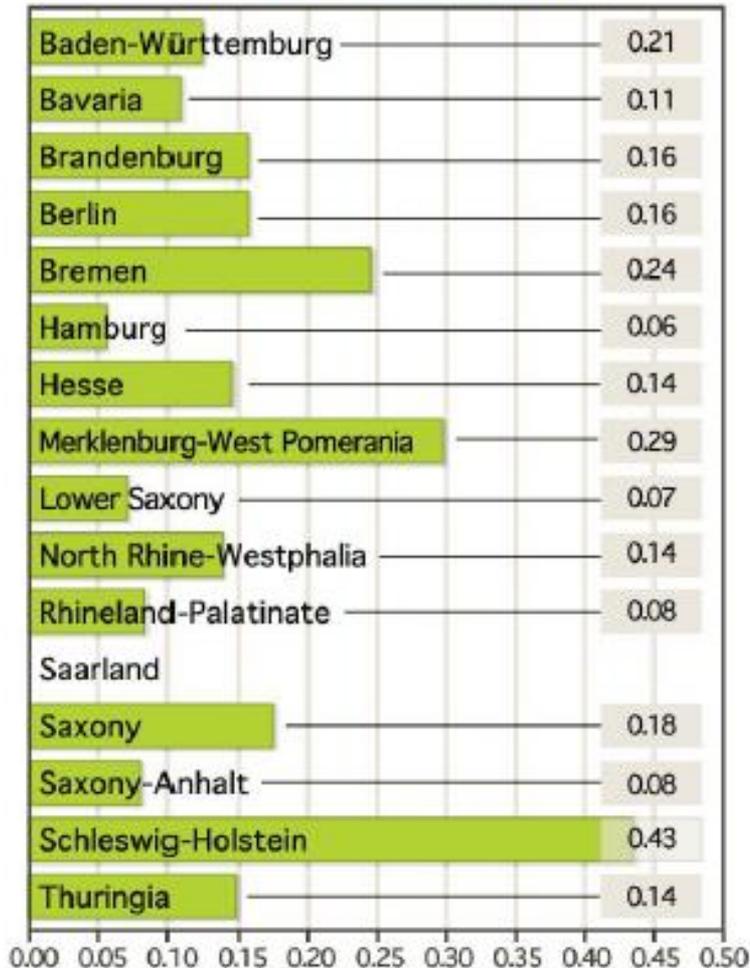
# Industrielle Abwärme nach Auswertung der BlmschG-Daten 2008 hochgerechnet auf alle Firmen



# „Waste heat ratio“

$$f_{waste\ heat} = \frac{Q_{waste\ heat}}{Q_{fuel}}$$

Waste heat ratio country



Ziel:  
Ortsaufgelöste GIS-Darstellung  
In Verbindung mit  
Wärmeatlas und  
Gebäudemodell



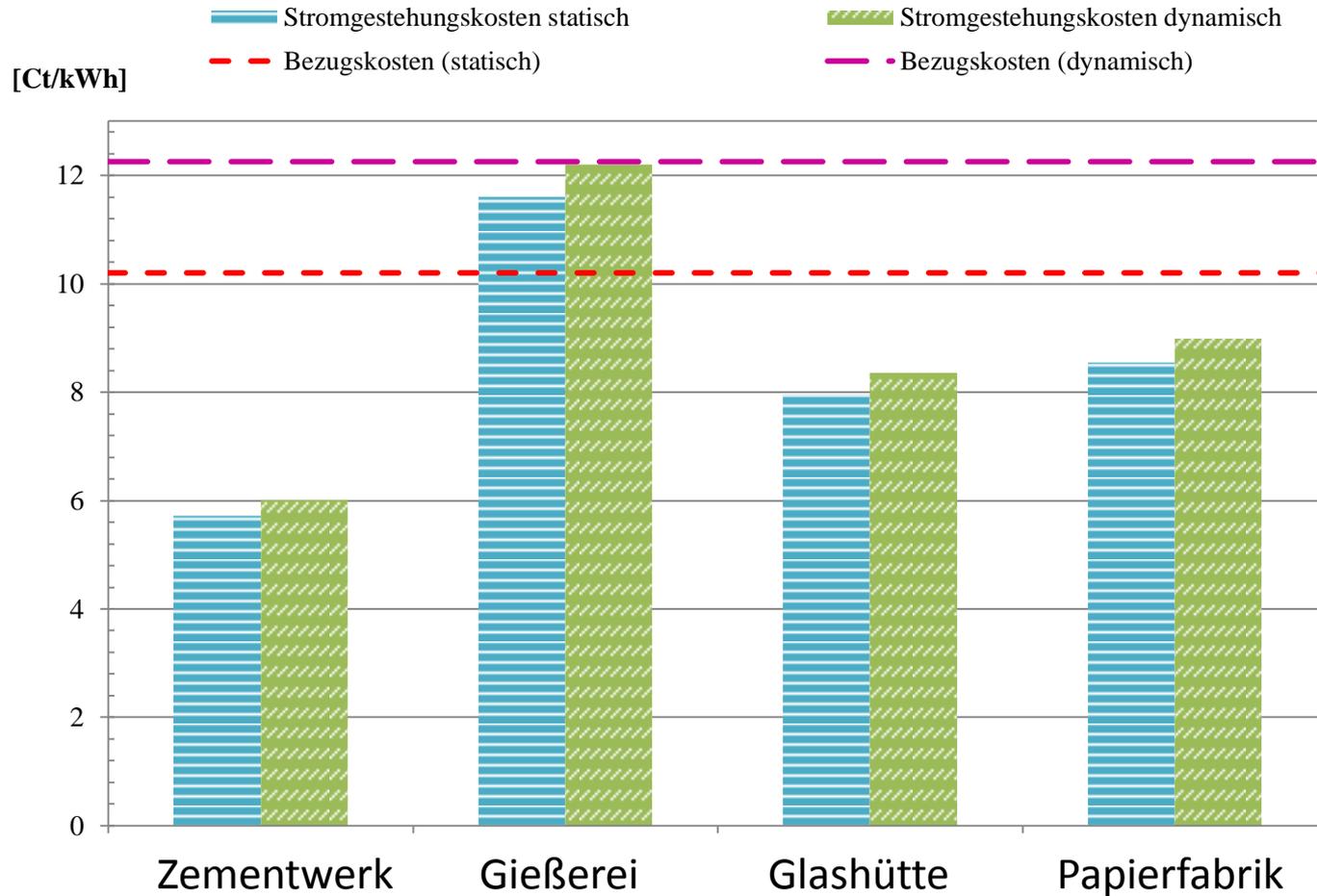
## Sonderfall Abwärmeverstromung

- Theoretisches Potenzial: 20 - 40 TWh/a
- Technisches Potenzial deutlich geringer, Größenordnung 2-4 TWh/a. Beispiel für signifikante Anwendungen: (Campana 2013)

Industrie	Leistung ORC [MW]	Verstromungspotential [GWh/a]	
		5000 h/a	8000 h/a
Zementwerke	70,3	351	562
Stahlwerke	156,2	781	1.250
Flachglashütten	15	75	120
Gaskompressor Stationen	176	880	1.408
Summe	417,5	2.087	3.340



# Abwärmeverstromung: Stromgestehungskosten





# Potenziale der kleineren Abwärmequellen

## zum Beispiel in Gewerbebetrieben

- Bislang nach unserem Kenntnisstand nicht umfassend quantifiziert
- Beispiel Bäckerei
  - Einbau von Wärmetauscher in die drei Backöfen, → Deckung des Heiz- und Warmwasserbedarfs des Gebäudes und Cafés, Einsparung 6.000 l Heizöl/a, 3 Jahre AZ
  - Deutschlandweit 13.170 Meisterbetriebe mit rund 30.000 Filialen (2013)
  - Hochrechnung: 3 PJ/a
- Beispiel Wäscherei
  - Einbau Kondensat-Entspanner in Dampfkessel, WT zur Abwärmenutzung von Mangelabluft und Waschmaschinenabwasser, Nutzung zur Vorwärmung des Frischwassers, 340 MWh/a
  - Anzahl Wäschereien/chemische Reinigung: ca. 5.700
  - Hochrechnung: 7 PJ/a
- Beispiel Metzgerei
  - Abwärmenutzung der Kälteanlage zur Vorwärmung Warmwasser, Einsparung 17 MWh/a
  - 16.763 eigenständige Meisterbetriebe mit rund 10.800 weiteren Verkaufsstellen
  - Hochrechnung: 1 PJ/a



## Hemmnisse der Abwärmenutzung (Auswahl)

### Technologische Hemmnisse

Keine nahen  
Senken

Keine Infos  
über Senken

Zeitl. Anfall

Temperatur-  
niveau

### Produktionsprozess

Eingriff in  
Prozess

Prozess-  
verlässlichkeit

Quellen-  
verlässlichkeit

### Finanzielle/administrative Hemmnisse

Zugang zu  
Invest

Priorität/Kern  
geschäft

AZ-Erwartung

Unsichere  
Zukunft

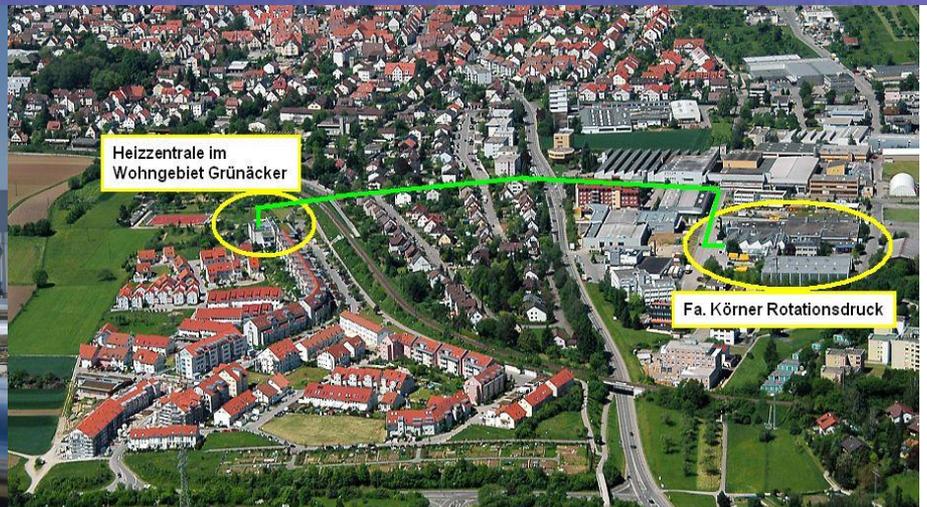
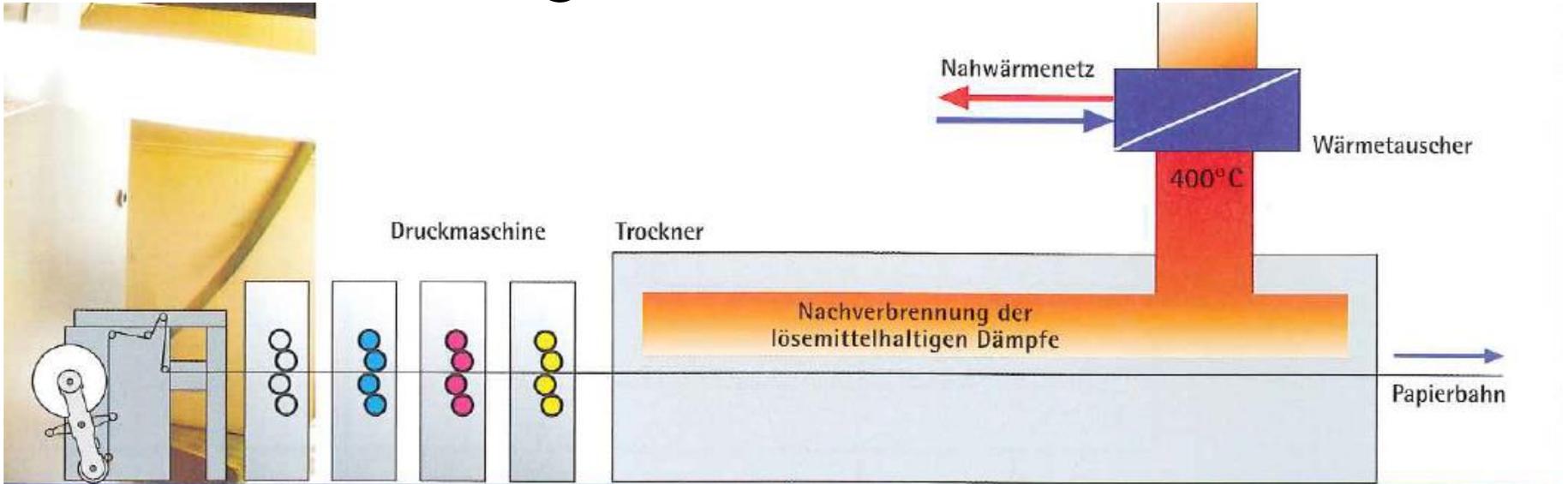
Administrativer  
Aufwand

### Information

Suchkosten

Wissens-  
/Personallücken

# Abwärmennutzung





# Politische Instrumente: Vorschläge 2010

Information, Fortbildung	Finanzielle Anreize	Ordnungsrecht, techn. Standards	Nutzung fördernder Faktoren	F & E
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Betriebl. und berufl. Fortbildung</li> <li>- Erfahrungsaustausch</li> <li>- Energieberatung</li> <li>- Berechnungstools</li> <li>Energiemanagement</li> <li>- Abwärmebörse</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Wärmenetze               <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ KWKG</li> <li>▶ MAP</li> </ul> </li> <li>- Investitionsförderung</li> <li>- Vergütung nach EEG</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Abwärmennutzungs-VO</li> <li>- PE-Faktoren Abwärme</li> <li>- Baurecht, Wärmenutzungspläne</li> <li>- Wasserrecht</li> <li>- VDI-Normen,...</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Abwärme-Award</li> <li>- Mitglied in der KEG</li> <li>- Best practice-Datenbank</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Potenzialstudie</li> <li>- neue Technologien               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Thermo-elektrik</li> <li>• Wärmespeicher</li> <li>• Logistik</li> </ul> </li> <li>...</li> <li>- ...</li> </ul>

Rahmen: Energiepreise, Emissionshandel, Selbstverpflichtung, weitere flankierende Instrumente



# Information

## Tools

Abwärmerechner (LfU Bayern)



## Infomaterial



Unternehmen für Ressourcenschutz  
Das ist die Zukunft

**Einsatz energieeffizienter  
Backofentechnik in Bäckereien**

< Checklisten und Erläuterungen >

## Wärmeatlas



## Webseiten, Best practice



## Handlungsbedarf:

Bündelung  
Flächendeckung  
Verbreitung

[www.stromeffizienz.de/abwaermenutzung](http://www.stromeffizienz.de/abwaermenutzung)



# Beratung

## BAFA-KMU-Beratung

Seit 1.1.15 auch: Abwärmeberatung

**Richtlinie  
über die Förderung von  
Energieberatungen im Mittelstand**

### Anlage 1: Hinweise zur Erstellung eines Abwärmekonzepts

Abwärmequellen können Produktionsmaschinen oder -anlagen oder Kühlungsprozessen, aber auch Kälteanlagen, Abluft- und die in Produktionshallen anfallende Abluft sein. Im Vermeidung von Abwärme stehen. Durch energieeffiziente Anlagen und eine effiziente Betriebsweise kann die Abwärme

Um Abwärme hinsichtlich einer weiteren Nutzung zu be

## Netzwerke Energieeffizienz



INITIATIVE  
ENERGIEEFFIZIENZ  
NETZWERKE

Handlungsbedarf:

Verbreitung

Gewerbepark:  
Konzipierung

## Klimacheck Kleingewerbe (vorgeschlagen)

### Gewerbepark // NAPE

▲ **Energieeffizienzmanager in Gewerbegebiet**

Effizienzsteigerungen werden bislang vorrangig und umliegenden Betriebe oder auch kommunale Energiekonzeptentwicklungen bislang nicht mit ungenutzt. Ein Beispiel: Eine Gießerei lässt direkt

Gestufteter Zugang: Initialberatung, Detailberatung, (betriebsübergreifende) Konzepte, Planung



## „Hardware-Förderung“

### **BAFA Querschnittstechnologien**

//**Einzelmaßnahmen:** Effizienz in einzelnen Querschnittstechnologien (Druckluft etc.)  
//**Systemische Optimierung**

### **KfW Energieeffizienz**

Fördert Vorhaben der Energieeffizienz inkl. Abwärme mit zinsgünstigem Kredit.

### **Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz und Marktanreizprogramm**

Fördern Wärmenetze und Speicher mit Abwärme

### **IKU/IKK Energietische Stadtsanierung - Quartiersversorgung**

Fördert quartiersbezogene Wärmeversorgung, Einrichtung zur Wärmerückgewinnung bei Kommunen/kommunalen Unternehmen

### **Nationale Klimaschutzinitiative**

Fördert Kälteanlagen

Indirekt: Einführung Energiemanagementsysteme

## Handlungsbedarf:

Überarbeitung Querschnittstechnologien zur Integration weiterer Abwärmemaßnahmen (z. B. Isolierung; WT im Abwasser; Bonus für Druckluft-Abwärme)

Integration Abwärmeverstromung in KWKG //Befreiung EEG-Umlage

Integration Abwärmennutzung in wettbewerblich. Ausschreibung

Ansonsten bereits großer Abdeckungsgrad



## Forschung und Entwicklung

- F&E zu Abwärme erfolgt in verschiedenen Förderlinien (EnEFF Wärme/Stadt, Energieforschung, Zukunft Bau, HGF-Förderung etc.)

### Handlungsbedarf:

#### „Hardware“-Forschung:

Plug & Play-Lösungen,

Kostensenkung

Innovative

Abwärmennutzungs- und

Transporttechnologien

Wärmetauschermaterialien

Neue

Verstromungsverfahren

#### Systemanalyse

Bottom up-Potenzialstudien

GIS

Potenziale neuer

Nutzungsformen

## Abwärmennutzungs-VO: Entwurf von 1991

*Betreiber wärmennutzungspflichtiger Anlagen müssen...*

*Nach BImSchV genehmigungspflichtige Anlagen, spezifiziert in Anlage*

*...ein **Wärmennutzungskonzept** erstellen*

*> 2000 MWh/a*

*auch bei Altanlagen*

*....unnötigen Energieverbrauch **vermeiden***

*....Abwärme in anderen Anlagen nutzen (**betriebsintern**)*

*Stromerzeugung, falls > 1000 MWh/a, > 1000 h/a, >300°C*

*....Abwärme **an Dritte abgeben***

*wenn > 5000 MWh/a, >50 (flüssig)/100 (Dampf)/150°C (gasf.)*

*- Mitteilungspflicht an Dritte (mind. 10 MWh/m\*a Abnahme, < 5 km Entf.)*

*- Erklärt sich ein Dritter bereit, müssen technische Möglichkeiten geprüft werden*

*Wenn zumutbar  
(Amortisationszeit < Lebensdauer der Anlage)*



# Regulatorische Maßnahmen

Bisherige Regelungen im BImSchG, Ökodesign-Richtlinie, EEWärmeG, EnEV

## Handlungsbedarf:

### Weiterentwicklung Ökodesign

Systemzugang, produktbezogene Abwärmeanforderungen

### EnEV

Weiterentwicklung Primärenergiefaktoren, um Anreiz für Nutzung von Abwärme zu schaffen

### Abwasserrecht

Z. B. Bonus-Malus-Komponenten im Wasserentnahme-Entgelt

### Melde- und Prüfpflichten

In Kombination mit Einführung Energiemanagement (Umsetzung Art. 8 EED; BESAR; Spitzenausgleich)

### Regelung Abwärmeeinspeisung in Fernwärmenetze

## Flankierend:

### Emissionshandel

Carbon Floor Price

### Wärmenutzungspläne

### Contractingmarkt

### Energiepreise

### Unternehmens- "kultur"

