

---

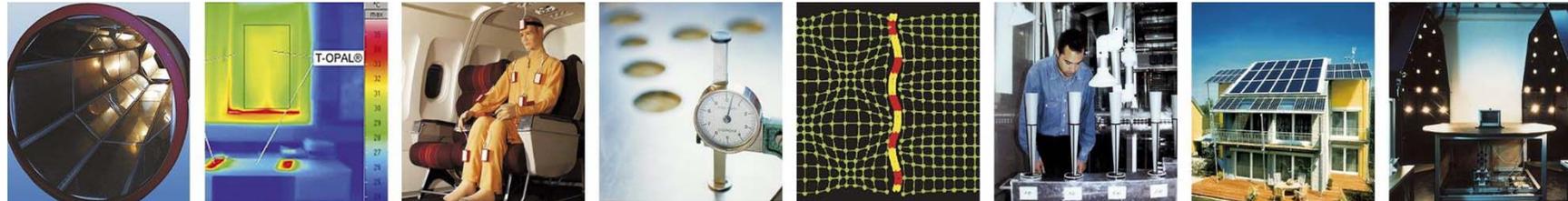
# Kopplung von Strom- und Wärmeerzeugung durch Demand Side Management

Dr. Kai Morgenstern

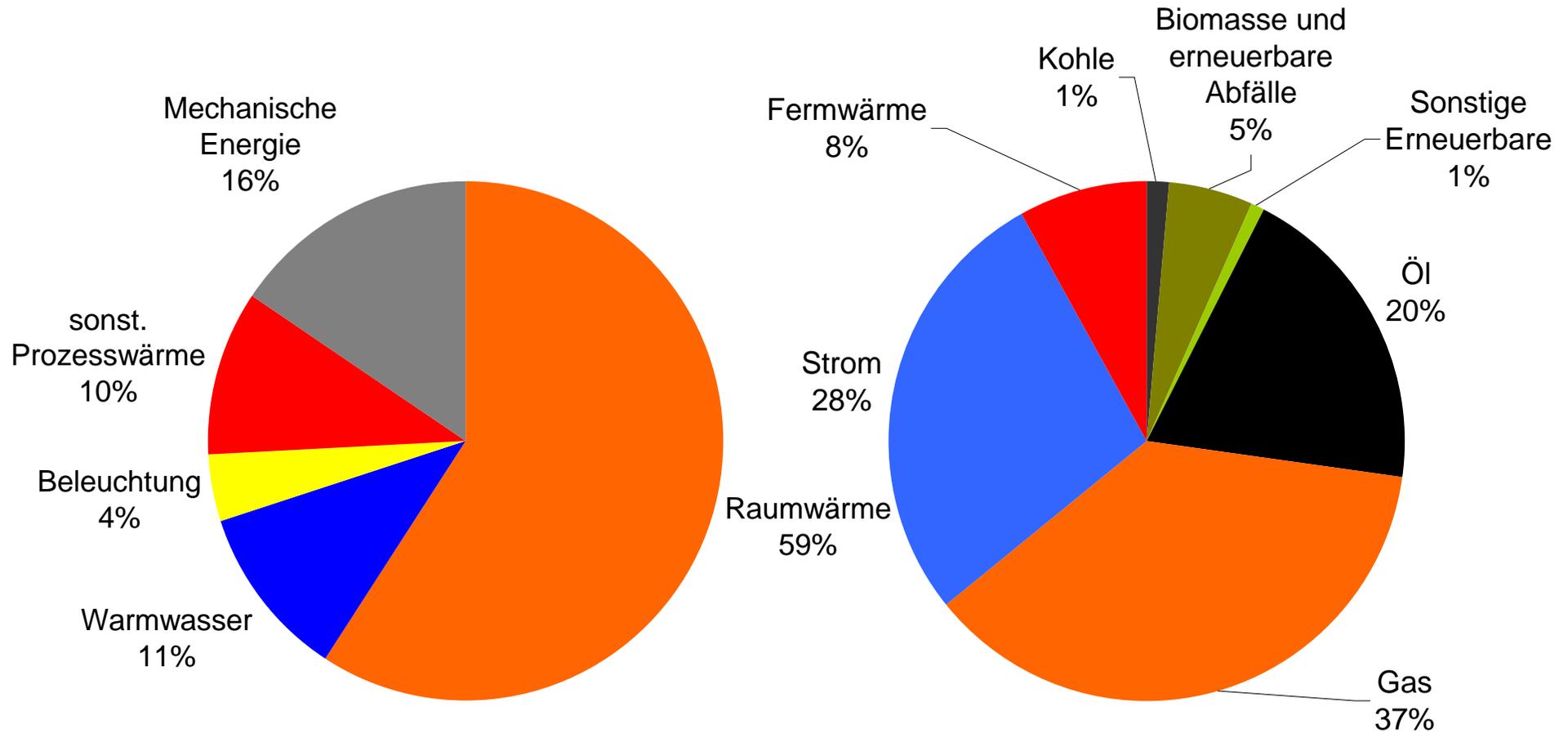
Fraunhofer-Institut für Bauphysik - Abteilung Energiesysteme

---

Auf Wissen bauen

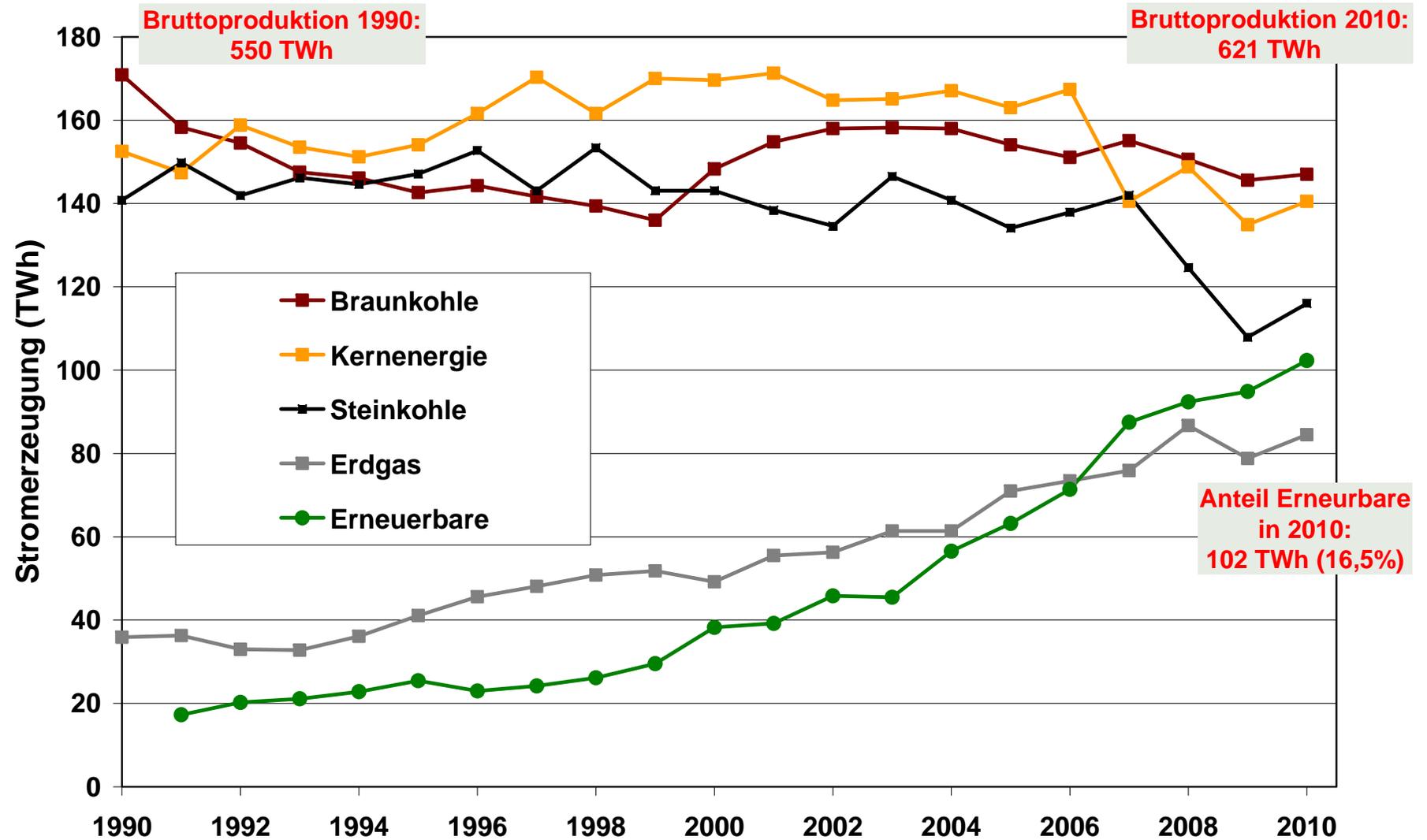


# Endenergieverbrauch- und Bereitstellung Haushalte & Gewerbe, Handel, Dienstleistungen



Quelle: Bundesverband der Energie und Wasserwirtschaft – Endenergieverbrauch in Deutschland 2007

# Bruttostromproduktion in Deutschland



Quelle: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen

# Wolfhagen 100% EE

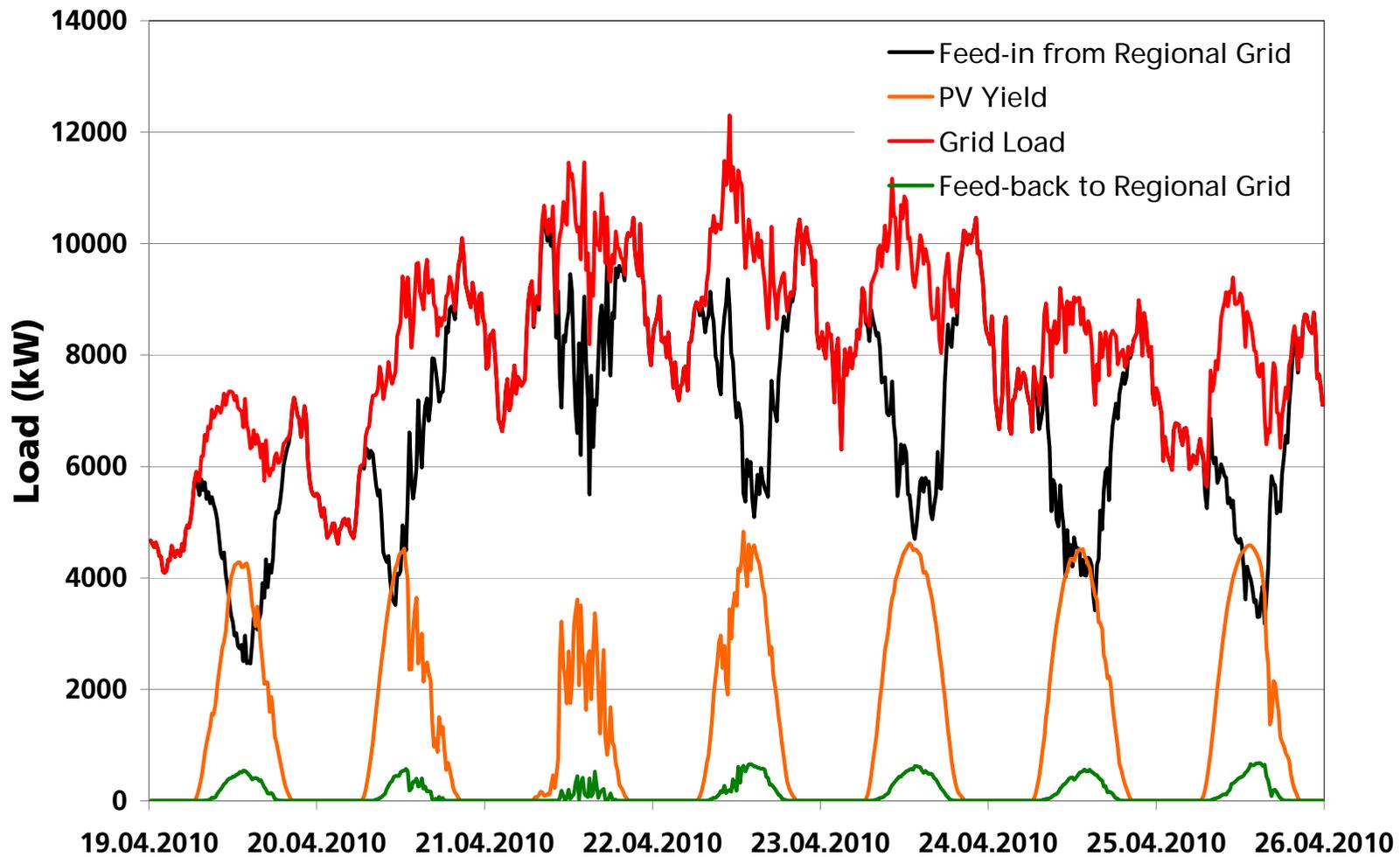


Ländlich geprägte Kommune im  
strukturschwachen Nordhessen  
14.000 Einwohner in Kernstadt  
und 11 Ortteilen



Beitrag zum BMBF-Wettbewerb  
„Energieeffiziente Stadt“

# Current Local Electricity Generation and Consumption



Source: Stadtwerke Wolfhagen

# Wolfhagen 100% EE

## Besonderheiten:

- >1400 Fachwerkhäuser im Stadtgebiet.
- Stromnetze wurden 1997 durch Stadtwerke rekommunalisiert.
- Fotovoltaikanlagen im Stadtgebiet erzeugen gegenwärtig 20% des Stromverbrauchs. Installierte Leistung 2009: 6.1 MW<sub>peak</sub>
- Die Stadtwerke Wolfhagen planen für 2015 die Inbetriebnahme eines Windparks. Nennleistung: 10 MW (Kapazitätsfaktor >35%).

# Potential zur Kopplung von Strom- und Wärmeerzeugung

## Fragestellungen:

- Wie groß ist der Stromüberschuss?
- Welcher Anteil am Heizwärmebedarf kann damit gedeckt werden?

## Methodik:

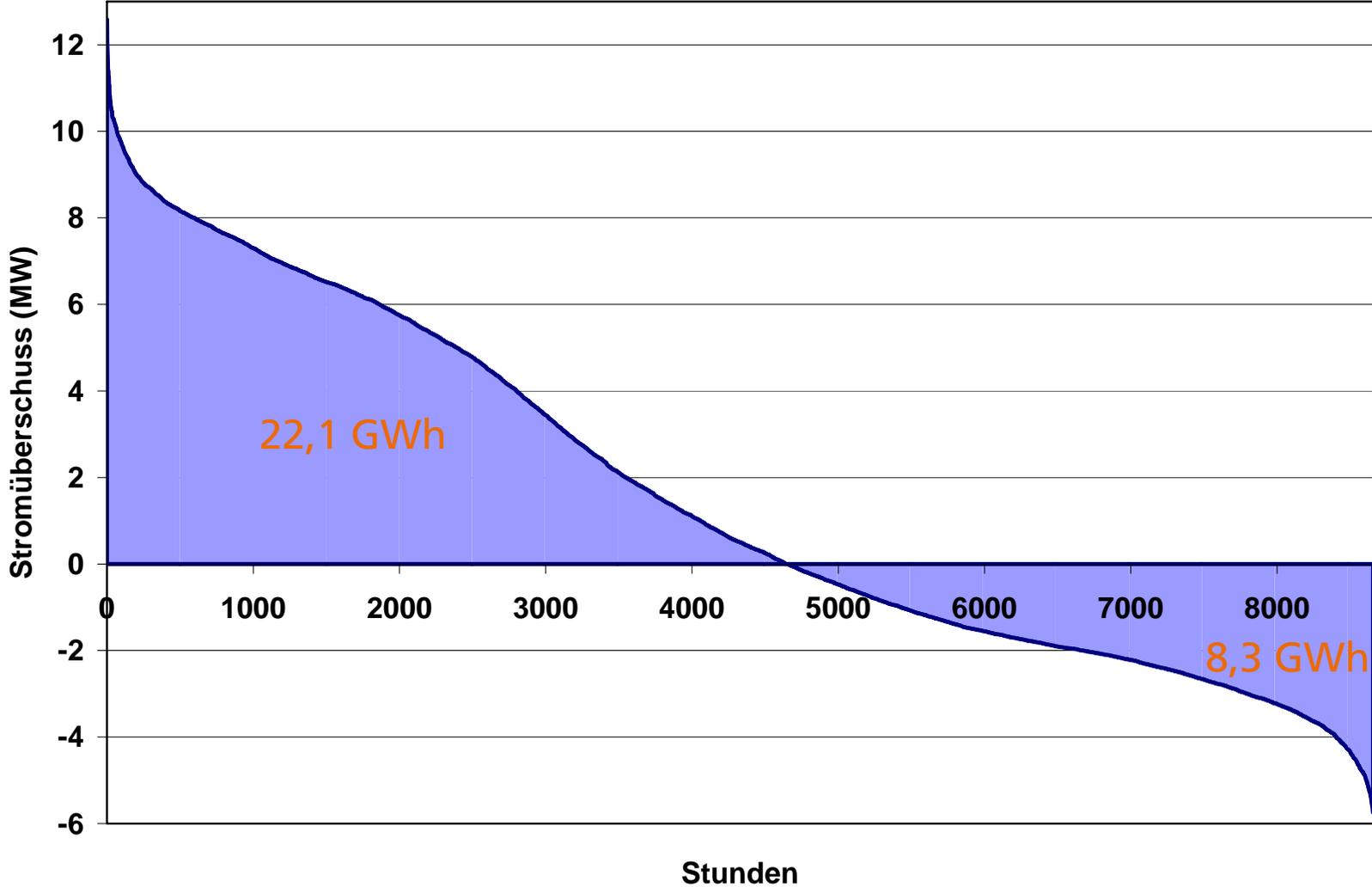
- Erstellung eines Datensatzes für Simulation der Stromerzeugung und der Heizwärmebedarfe.
- Stromüberschuss = Stromerzeugung aus EE – Stromverbrauch der Privathaushalte
- Ermittlung des Heizwärmebedarfs
  - für alle Wohngebäude der Stadt auf Jahresbasis
  - stündlich für ein typisches neues Einfamilienhaus
- Heizwärmeerzeugung mit Wärmepumpen (JAZ = 3)
- **Pauschale Bedarfsdeckung vs. instantane Bedarfsdeckung**

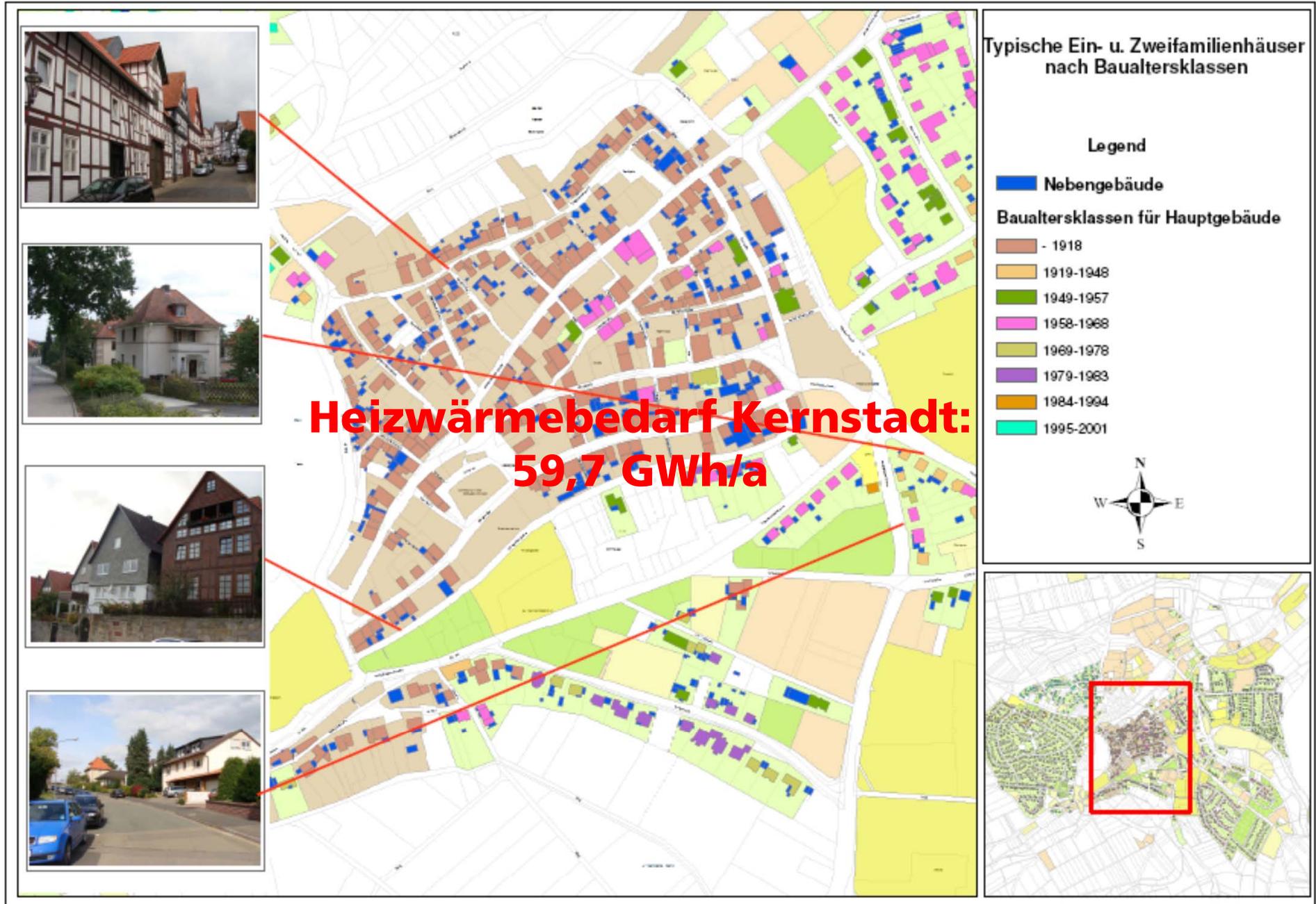
# Stromüberschuss - Jahr

|                                       | <b>GWh</b> | <b>Wolfhagen</b> | <b>Deutschland</b> |
|---------------------------------------|------------|------------------|--------------------|
| <b>Stromverbrauch priv. Haushalte</b> | 27,9       | -                | -                  |
| <b>Windstrom</b>                      | 35,9       | 129              | 7                  |
| <b>Photovoltaik</b>                   | 5,5        | 20               | 1                  |
| <b>Überschuss</b>                     | 13,5       | 149              | -                  |

**Stromüberschuss** in der Heizperiode (Oktober-März): 7 GWh

# Stromüberschuss - Jahresstunden





# Pauschale Bedarfsdeckung

**Idee** Speicherung von „überschüssiger“ elektrischer Energie in Form von Heizwärme mit Hilfe von Wärmepumpen

**Stromüberschuss** in der Heizperiode (Oktober-März): 7 GWh

**Wärmepumpen** mit COP 3 könnten damit 21 GWh Heizwärme erzeugen (35% des Bedarfs).

Das **Potential** für diese Art der Energiespeicherung ist Gegenstand aktueller Forschung.

# Simulation des Heizwärmebedarfs eines Beispielgebäudes in TRNSYS



Geschossfläche: 182 m<sup>2</sup>

U-Wert

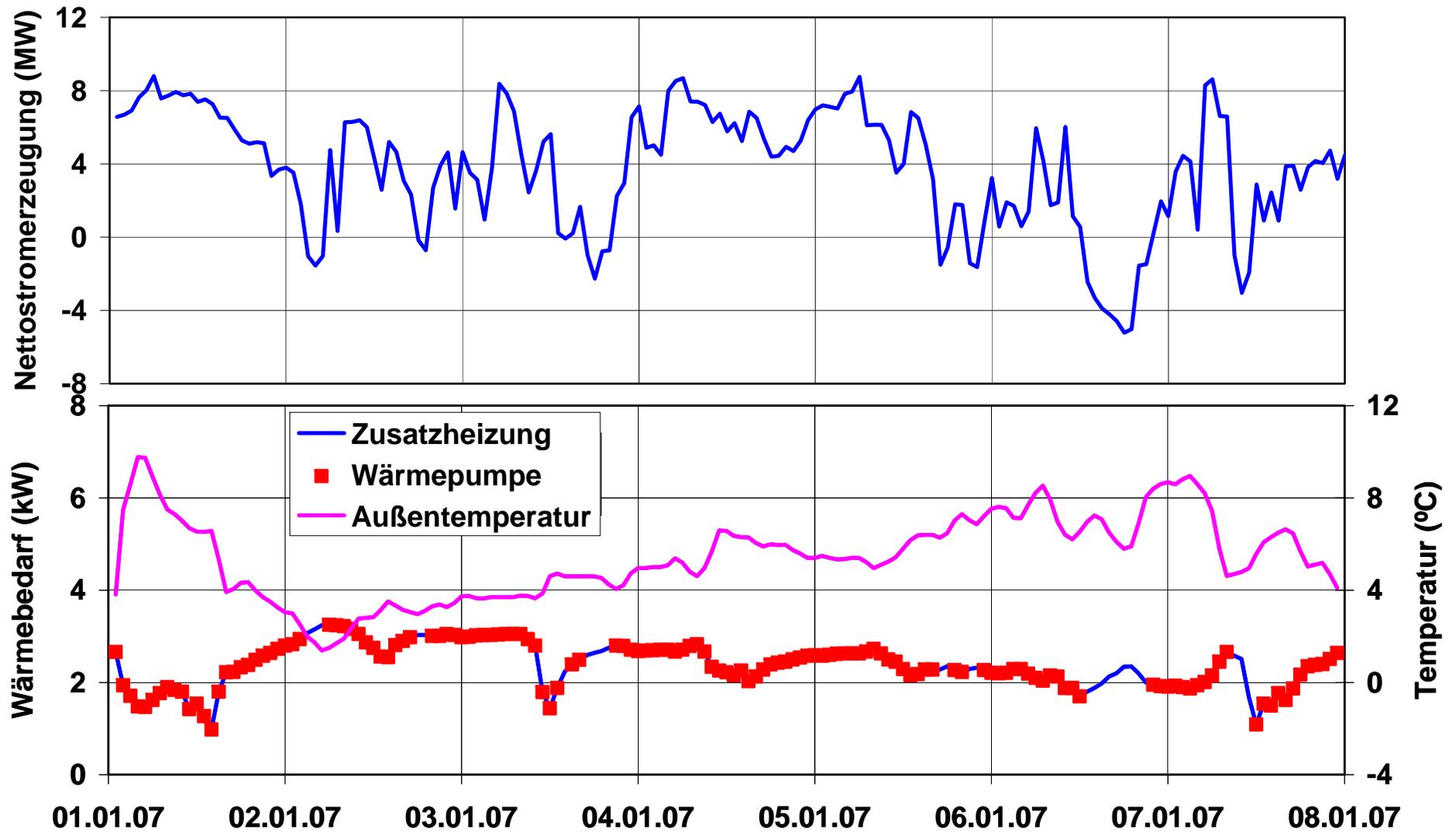
Wände: 0,199

Dach: 0,195

Fenster: 1,4

$A/V = 0,56$

# Instantantane Bedarfsdeckung



# Instantane Bedarfsdeckung - Jahresbilanz

|                                     | kWh/a  | kWh/(m <sup>2</sup> a) |
|-------------------------------------|--------|------------------------|
| <b>Heizwärmebedarf</b>              | 10.181 | 55                     |
| <b>Instantantane Bedarfsdeckung</b> | 5.483  | 30                     |

54% des Heizwärmebedarfs können über instantane Bedarfsdeckung geliefert werden

# Zusammenfassung

## Wie groß ist der Stromüberschuss?

- 13,5 GWh Jährlich, davon 7 GWh in der Heizperiode
- An 4700 Stunden im Jahr gibt es einen Stromüberschuss

## Welcher Anteil am Heizwärmebedarf kann damit gedeckt werden?

- **Pauschale Bedarfsdeckung:** 35% des Heizwärmebedarfs aller Wohngebäude  
*Voraussetzung: alle Gebäude sind mit Wärmepumpen ausgestattet und können die erzeugte Wärme speichern, bis sie gebraucht wird.*
- **Instantane Bedarfsdeckung:** 54% des Heizwärmebedarfs eines neuen Einfamilienhauses  
*Wärmespeicherung ist hier nicht berücksichtigt und könnte den Anteil signifikant erhöhen*