

**Clearingstelle EEG/KWKG 30. Fachgespräch -  
KWKG**

# **Wärmenetze, Wärmespeicher und Power2Heat**

Flexibilität und Hocheffizienz in einem System

Stefan Lochmüller  
N-ERGIE Aktiengesellschaft

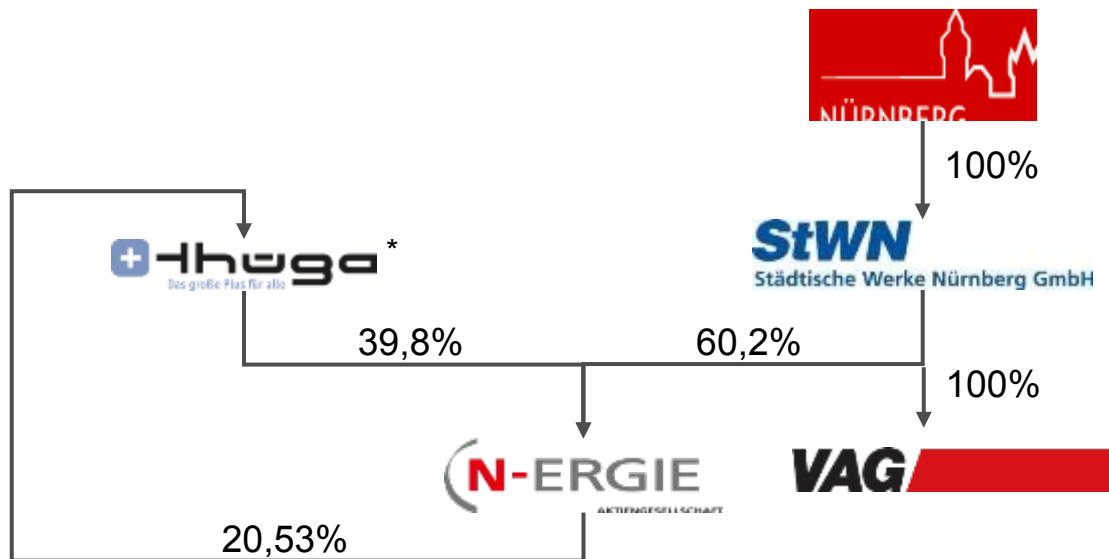
Berlin, Juni 2018

## N-ERGIE im Überblick

## Die N-ERGIE als ganzheitlicher Energiedienstleister



# Die N-ERGIE ist ein kommunales Unternehmen



**N-ERGIE ist kommunal!**



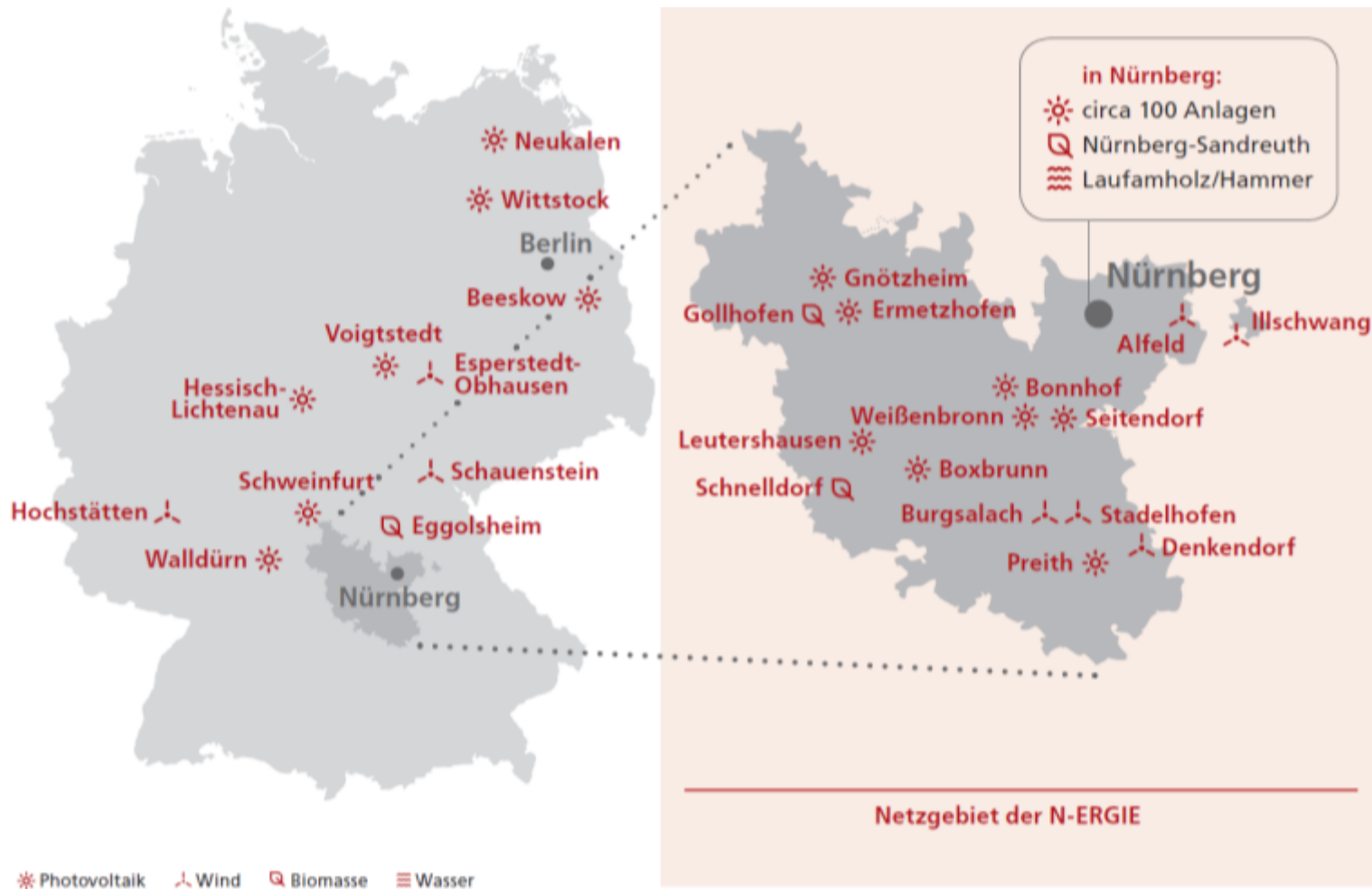
## In Franken daheim, in Deutschland zu Hause!



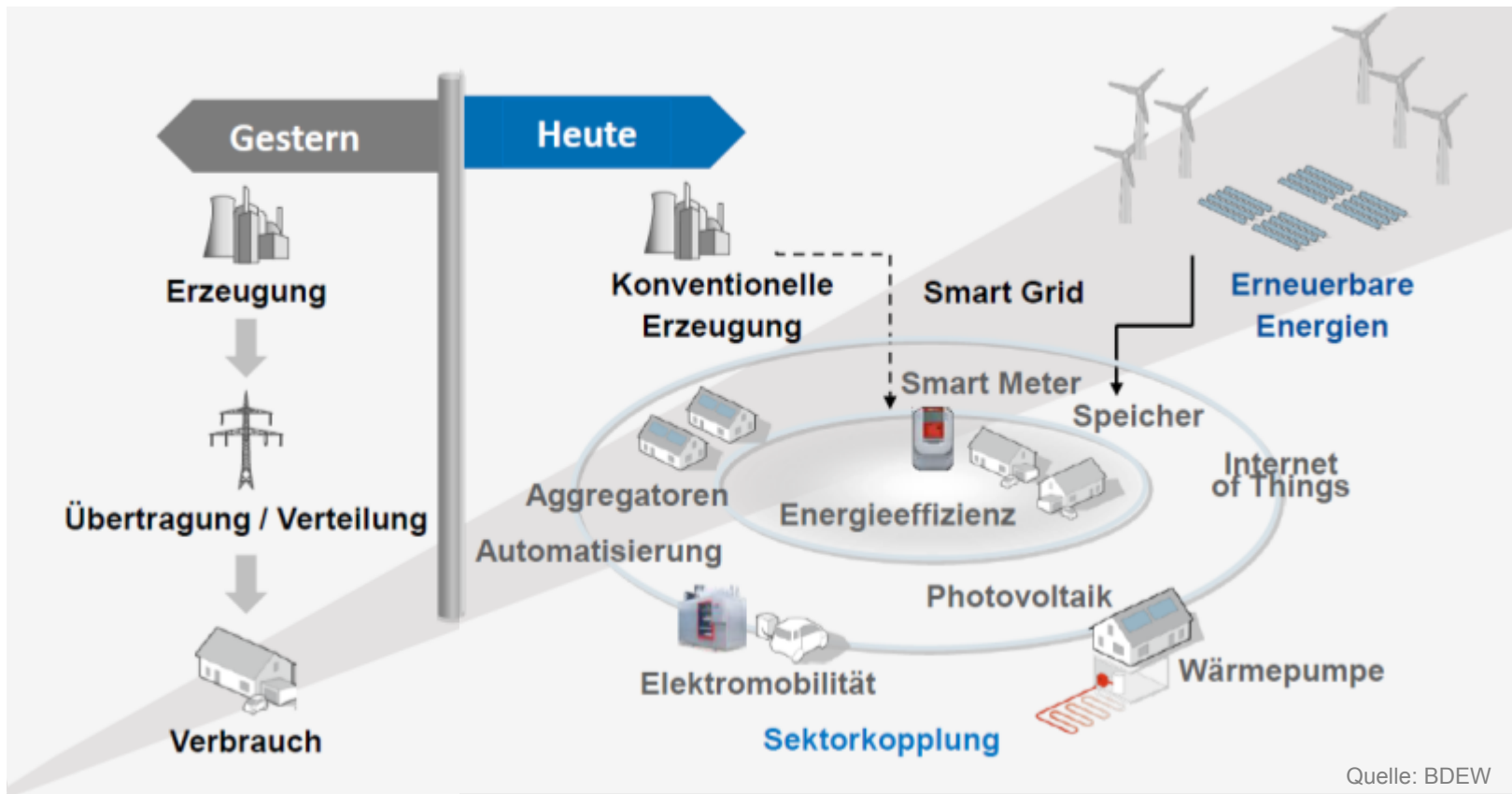
- Netzgebiet im Norden Bayerns
- Bundesweiter Energievertrieb
- Bundesweiter Vertrieb von Energie- und Energieeffizienzdienstleistungen



# N-ERGIE baut Portfolio an Erneuerbaren aus



## Das Energiesystem wandelt sich



## Rahmenbedingungen



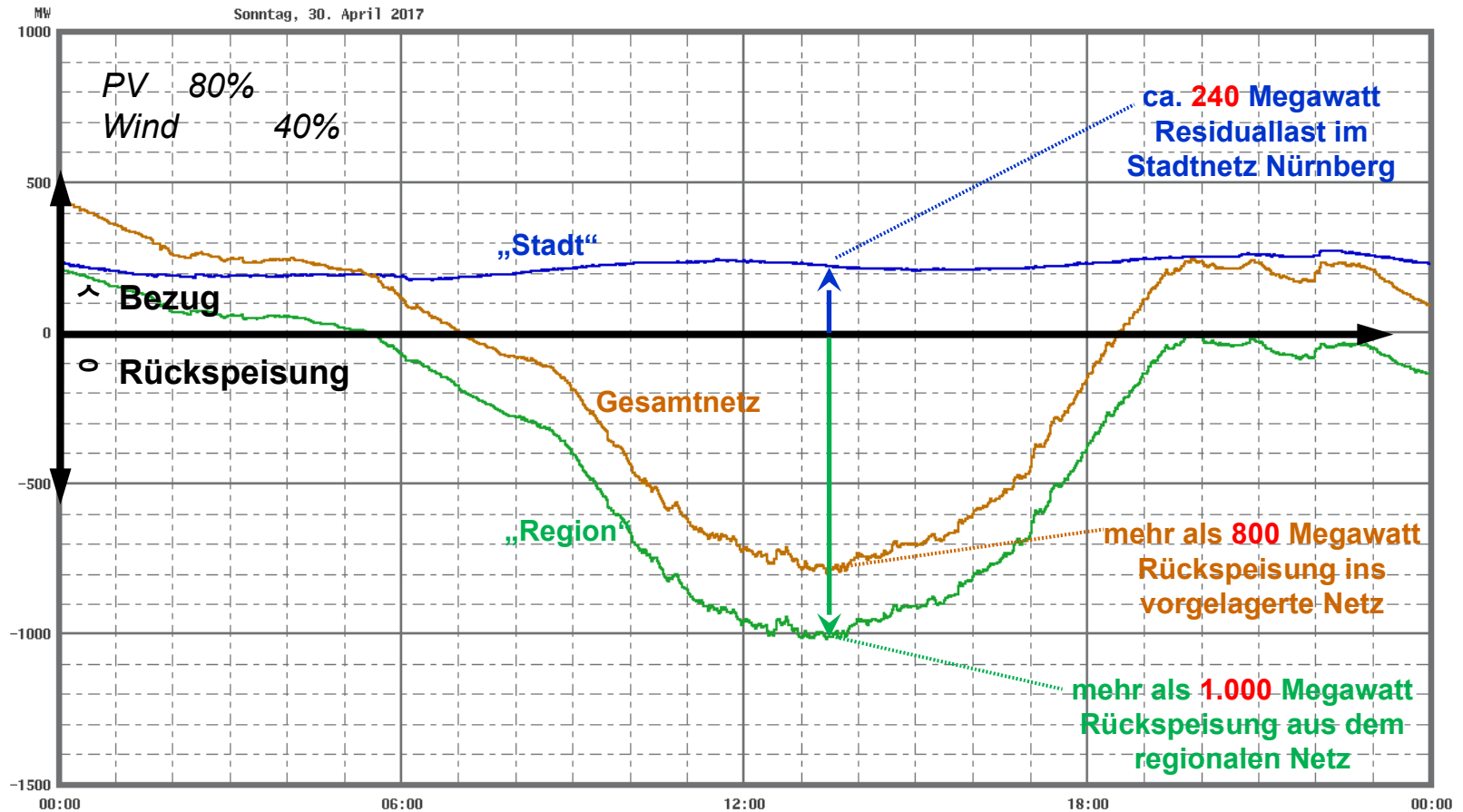
## Die Klimaziele für den Wärmemarkt - sehr Ambitioniert

### Emissionen der in die Zieldefinition einbezogenen Handlungsfelder

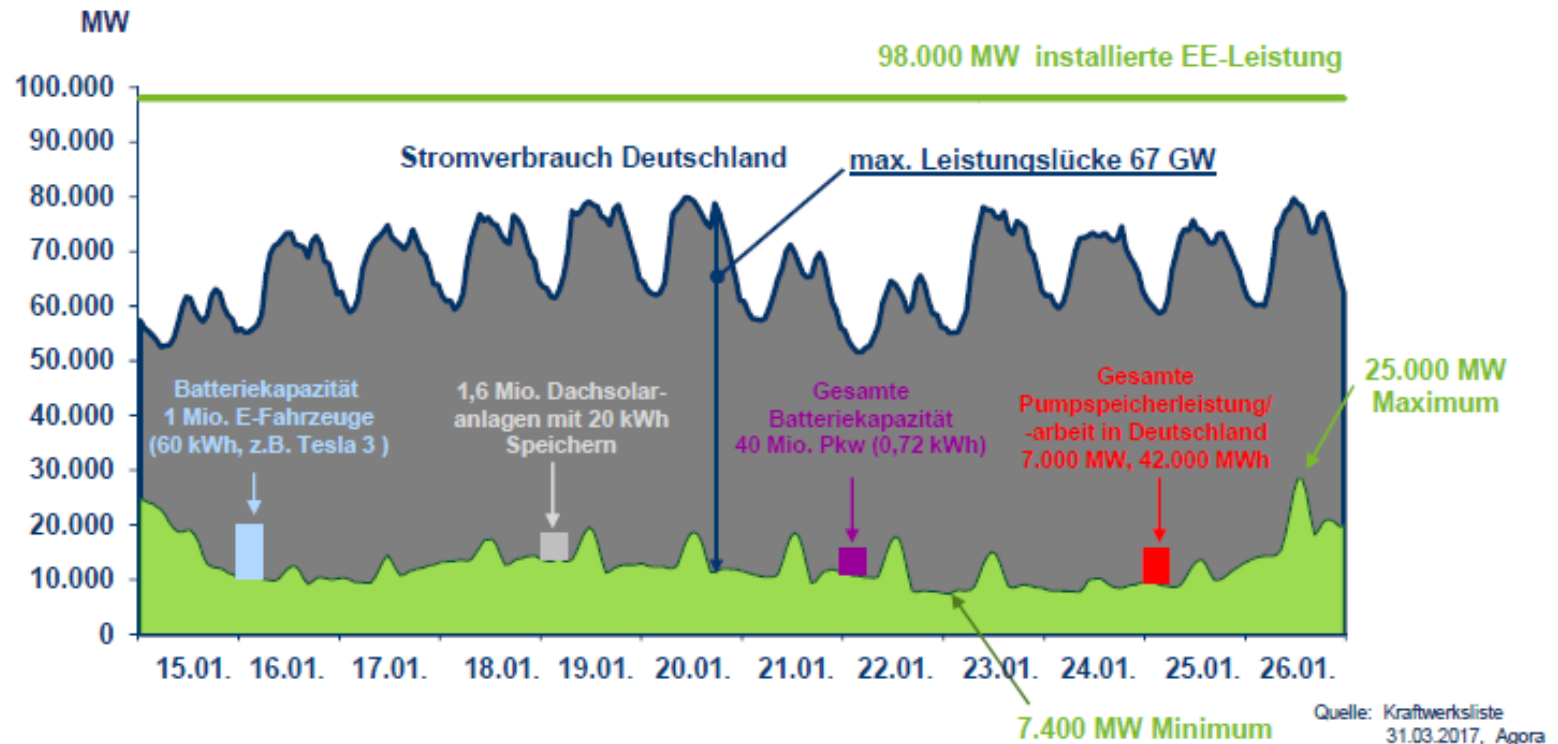
Handlungsfeld	1990 (Mio. Tonnen CO <sub>2</sub> -Äquiv.)	2014 (Mio. Tonnen CO <sub>2</sub> -Äquiv.)	2030 (Mio. Tonnen CO <sub>2</sub> -Äquiv.)	2030 (Minderung gegenüber 1990)	2030 (Minderung gegenüber 2014)
Energiewirtschaft	466	358	175-183	62-61 %	51-49 %
Gebäude	209	119	70-72	67-66 %	41-39 %
Verkehr	163	160	95-98	42-40 %	41-39 %
Industrie	283	181	140-143	51-49 %	23-21 %
Landwirtschaft	88	72	58-61	34-31 %	21-16 %
Sonstige	39	12	5	87 %	58 %
<b>Gesamt</b>	<b>1.248</b>	<b>902</b>	<b>543-562</b>	<b>56-55 %</b>	<b>40-38 %</b>

Quelle: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit sowie eigene Berechnungen.

## Rückspeisung Sonntag, 30.04.2017



## Dunkelflaute im Januar 2017 - nicht nur „einzelne“ Tage

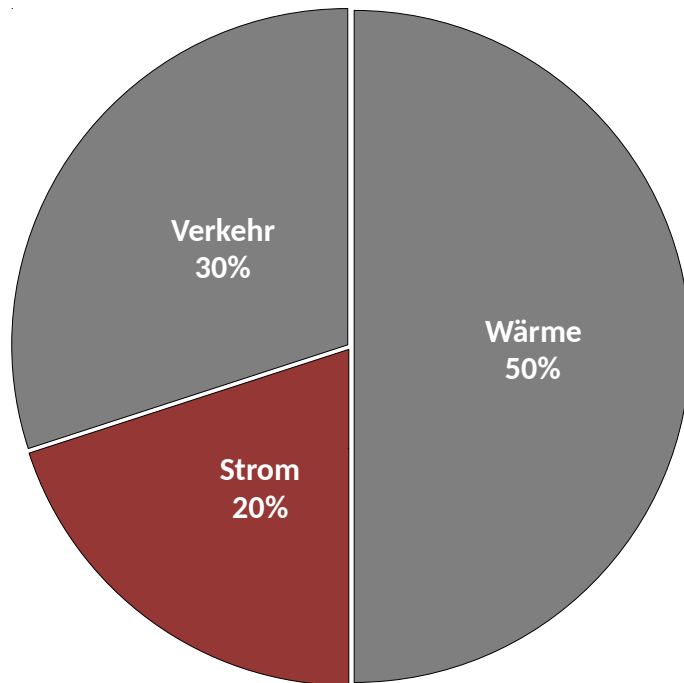


Im Durchschnitt waren in dieser Zeit nur 13 % der installierten EE-Leistung nutzbar.

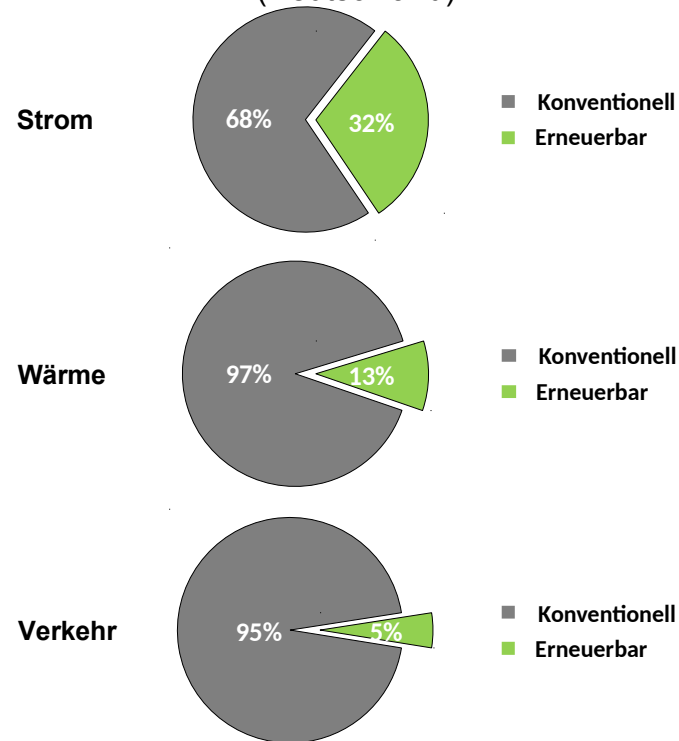
Von der Stromwende zur Wärmewende

# Intelligente Kopplung der Sektoren Wärme – Strom – Verkehr ist eine Option um Klimaschutzziele effizienter erreichen zu können

**Verteilung des Endenergieverbrauches**  
(Deutschland)



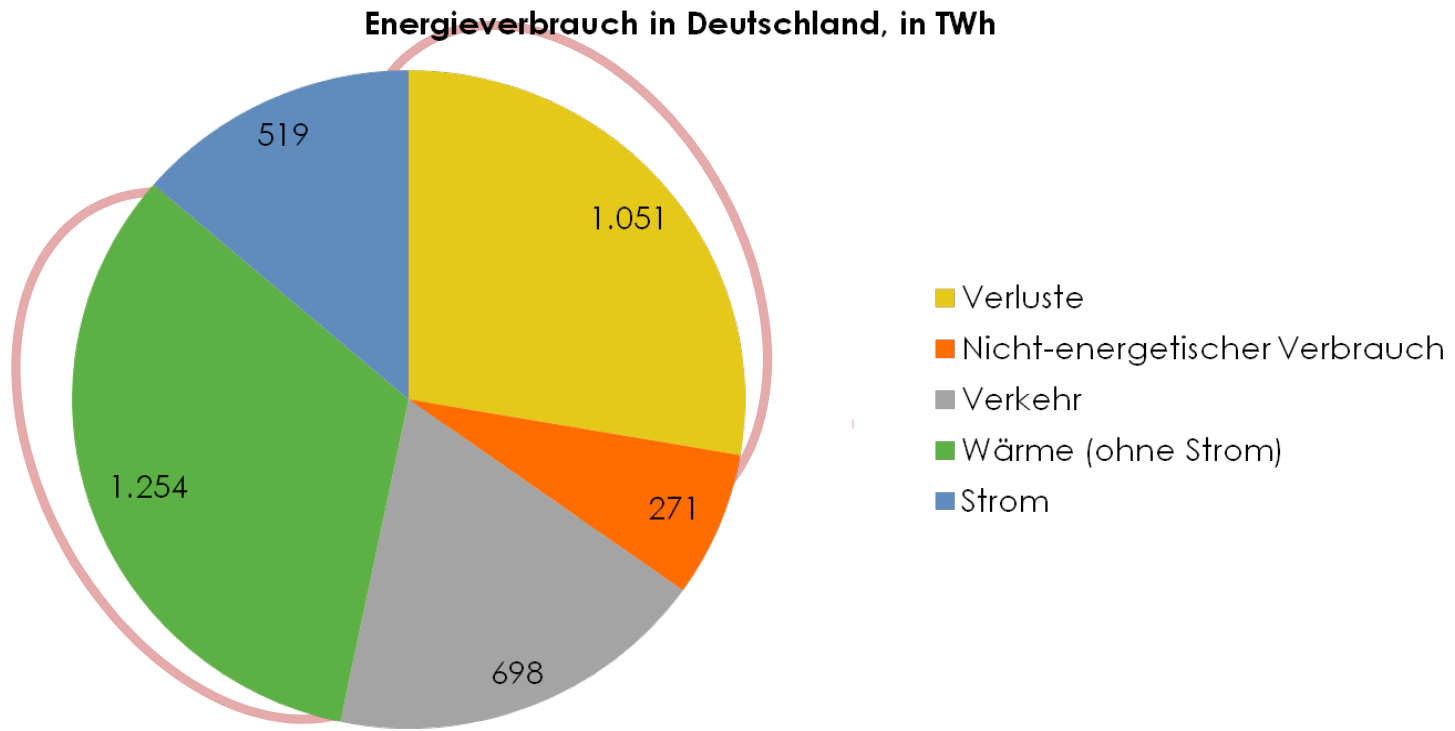
**Anteil Erneuerbarer Energien**  
(Deutschland)



Quellen: eigene Darstellung basierend auf Daten von BDEW, AGEB und UBA; 2016 (Werte gerundet)

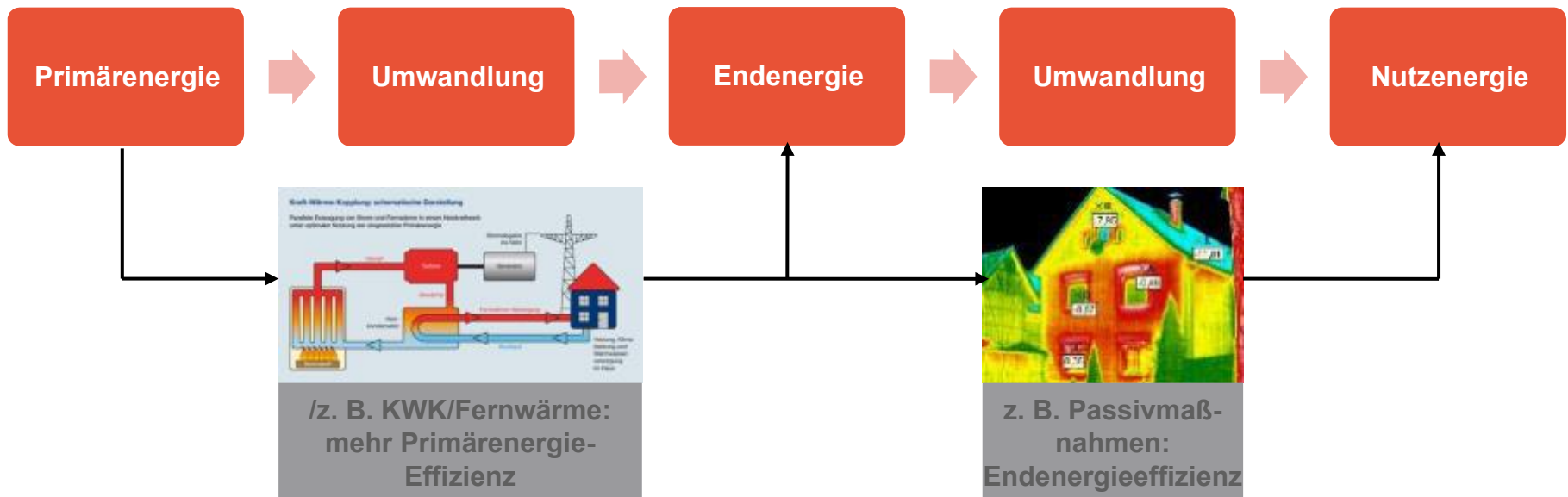
## Warum sind Wärme und Effizienz ein Thema?

**Der Wärmebereich ist das in Bezug auf die verbrauchte Energiemenge größte Feld.**

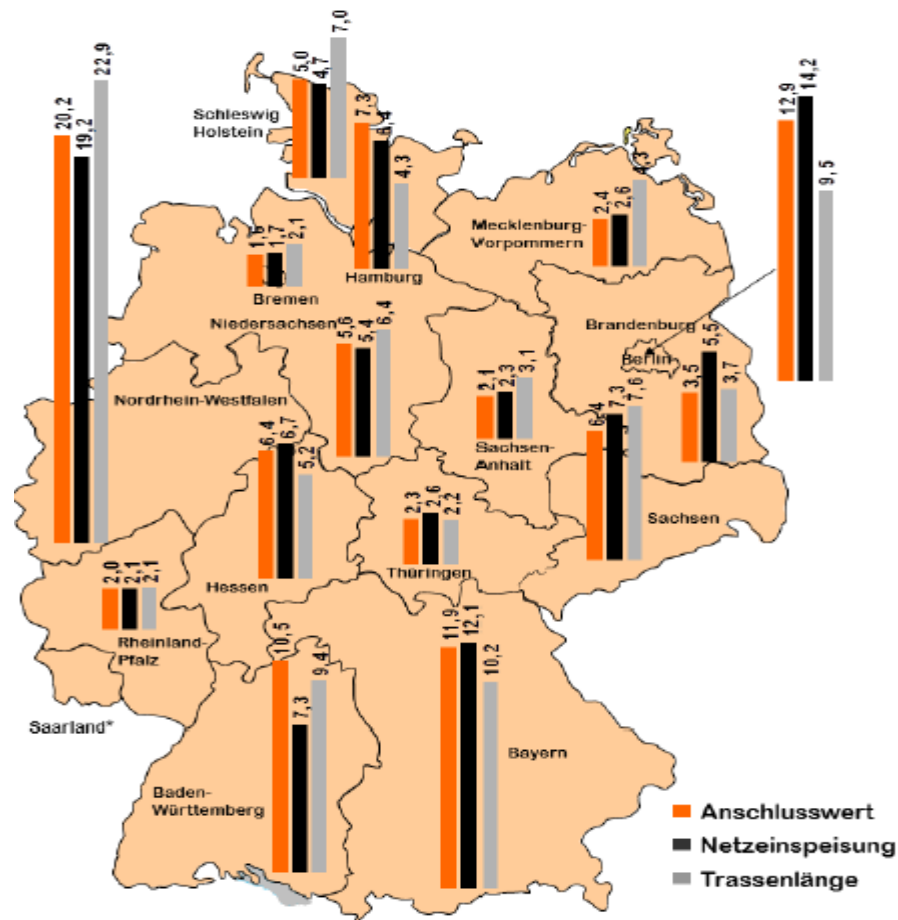


Weitere Ansatzpunkte  
Effizienzverbesserung führt Emissionsreduzierung

**Umwandlungs- und Anwendungseffizienz differenziert betrachten!**



# Fernwärme Deutschland – Bayern 2016



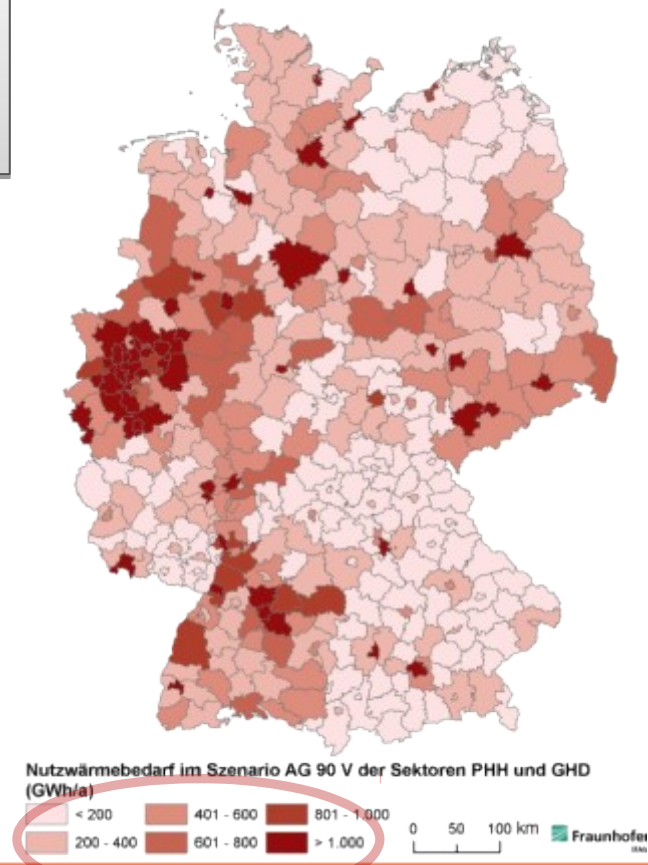


## Technisch-wirtschaftliche Potenziale: Fernwärme

Ballungsräume und Fernwärmeausbau passen gut zueinander.

**Je stärker ausgeprägter der Ballungsraum, um so sinnvoller ist der Einsatz von Fernwärme**

Wärmedichte [MWh/km <sup>2</sup> ]	Verteilkosten [€/MWh]
< 40.000	70,1
40.000-60.000	36,0
60.000-80.000	25,0
80.000-100.000	20,3
> 100.000	16,3



## N-ERGIE versorgt Nürnberg nachhaltig mit Fernwärme

**1.300 Mio. kWh** jährliche Wärmeabgabe

**900 MW** Anschlussleistung

**5.600** versorgte Gebäude

**320 km** Fernwärmeleitungen

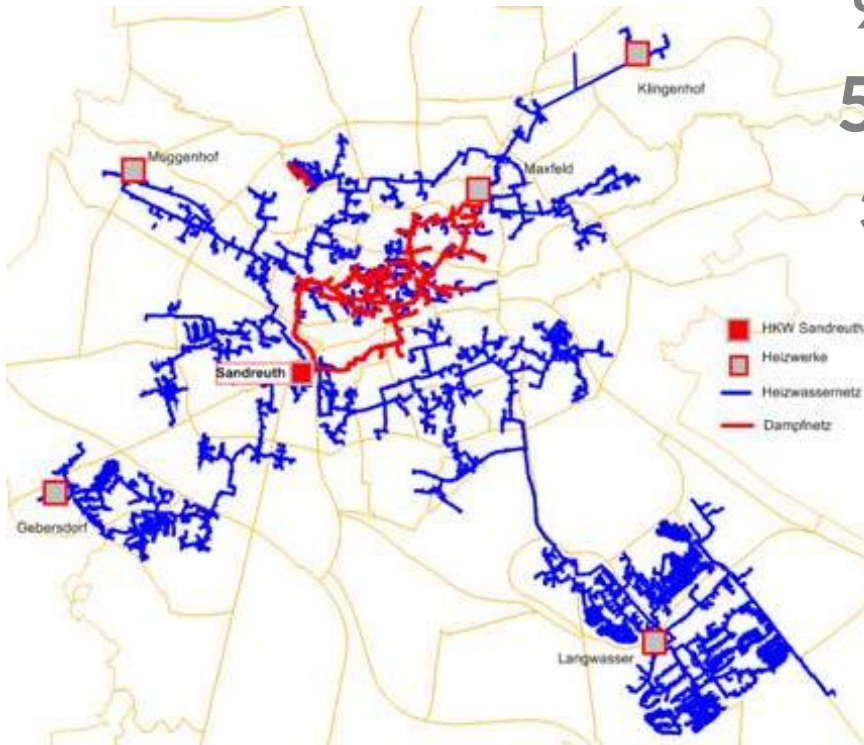
**90%** der erzeugten

Wärme über KWK aus Sandreuth  
einschließlich Mülldampf

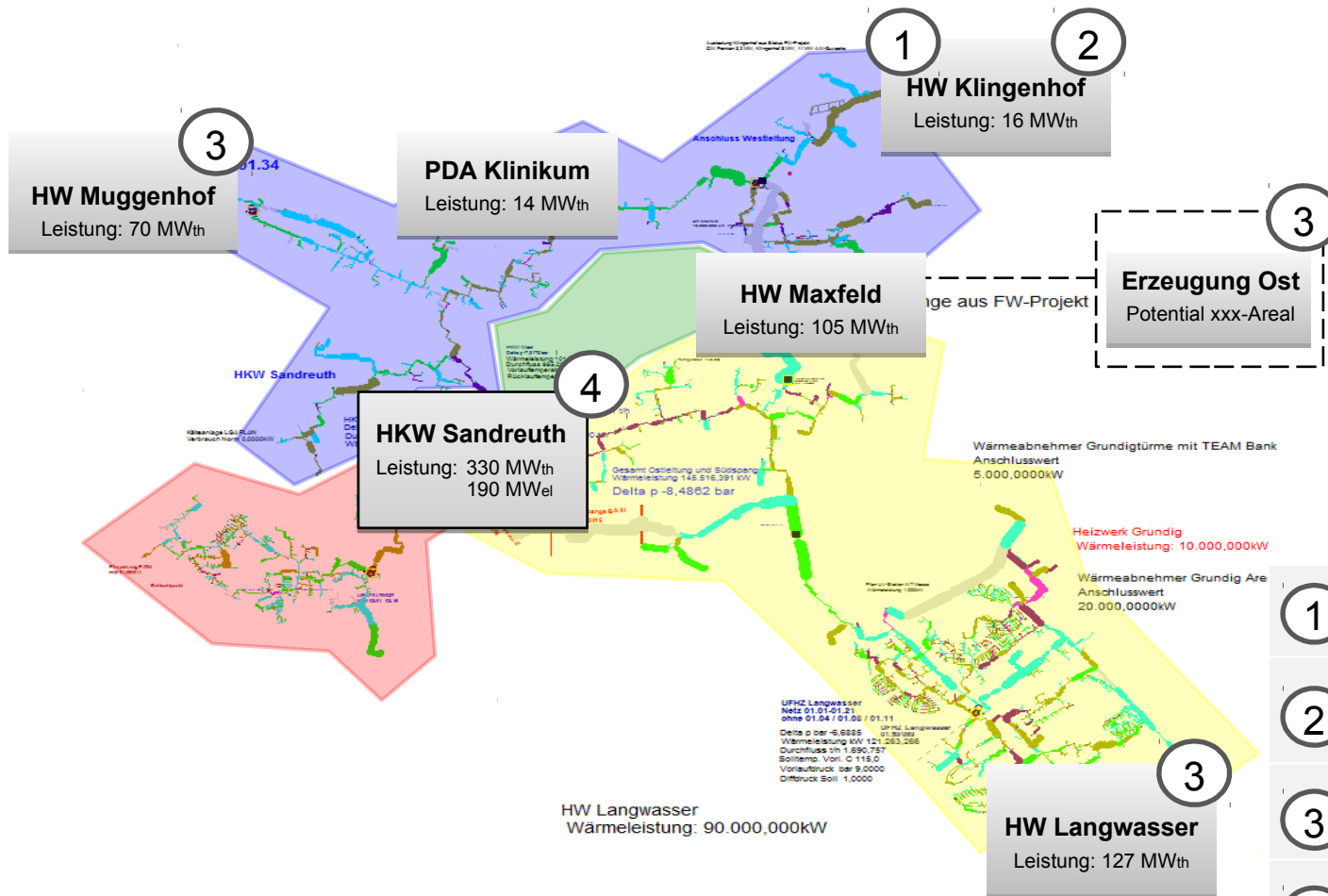
**10%** der erzeugten Wärme aus  
den Heizwerken Muggenhof,  
Maxfeld und Langwasser

**Klimaschutz**

**Ausbau- und Effizienz-Strategie**



# Marktausrichtung der KWK-/FW-Erzeugungsanlagen



<b>1</b>	Bauabschnitt 1, neuer Kessel mit 18 MW <sub>th</sub>	*
<b>2</b>	Bauabschnitt 2, Motorenkraftwerk mit 2x 4,5 MW <sub>el</sub>	**
<b>3</b>	Pot. Standorte für Motorenkraftwerke	**
<b>4</b>	Ausbau Klimawärme ggf. in KWK (z.B. Altholz, EE)	***

- \* Primarnetzabsicherung Nord sowie +20 MW FW-Ausbaupotenzial
- \*\* Umsetzung KWK-G 2016, Substituierung Kesselwärme
- \*\*\* Dekarbonisierung

## KWK Lösungen sind immer dezentral!

KWK ist immer Last- und Verbrauchsnah und damit eine dezentrale Erzeugung im Sinne des EnWG

- HKW-Sandreuth und Fernwärme
- FW (und Nahwärme) mit EE + KWK + Speicher + Power2Fernwärme
- KWK in Gewerbe und Industrie
- Objektlösungen auf KWK-Basis
- Eigenversorgung mit KWK
- KWK-Flexibilitätsoptionen beim Kunden heben
- Mini / Mikro-KWK im Ein- und Zweifamilienhäusern (Bestandsgebäude)



## Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen um weitere 28.000 Tonnen pro Jahr durch zusätzliche Nutzung von Biomasse (KWK)

**Rohstoff:**

51.000 Tonnen naturbelassenes Waldrestholz aus der Region mit einem durchschnittlichen Wassergehalt von ca. 45 Prozent

**Dampf Temperatur:**

485 °C

**Dampfdruck:**

65 bar

**Dampferzeugung:**

25 Tonnen pro Stunde

**Leistung Ökowärme:**

14.000 Kilowatt

**Erzeugung Ökowärme:**

82 Millionen Kilowattstunden pro Jahr, ausreichend für 7.000 Dreipersonenhaushalte in Mehrfamilienhäusern

**Anteil Ökowärme an der Nürnberger Fernwärme:**

7 Prozent

**Leistung Ökostrom:**

6.000 Kilowatt

**Erzeugung Ökostrom:**

35 Millionen Kilowattstunden pro Jahr, ausreichend für 10.000 Dreipersonenhaushalte

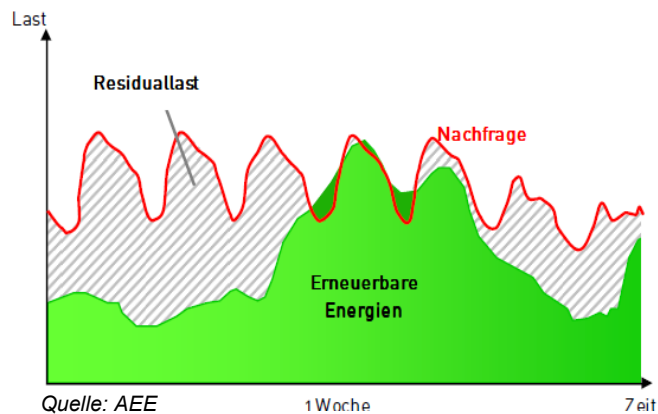
**Vermiedene Kohlendioxidemissionen:**

28.000 Tonnen pro Jahr

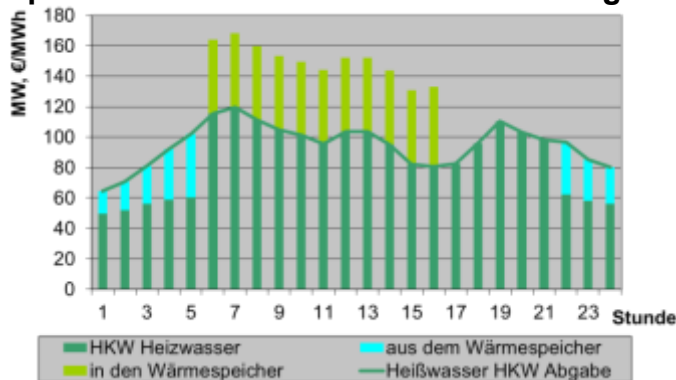


# KWK-Wärmespeicher machen Potenziale aus der schwankenden EE-Erzeugung nutzbar

## Flexibilisierung KWK-Erzeugung mit großen Wärmespeichern



### Speicher-Simulation an einem Herbsttag 2011



- Zunehmender Bedarf an hochflexibler Erzeugungskapazität, um Schwankungen der regenerativen Einspeisung auszugleichen
- KWK-Anlagen mit starrer Wärmekopplung sind zu unflexibel
- Kurz- und mittelfristig sind große Wärmespeicher in Kombination mit KWK-Erzeugung eine ideale Möglichkeit zur Integration von fluktuierender Erzeugung aus erneuerbaren Energien (var. Stromkennziffer KWK+WSP: 0 - 1,1)
- Durch die Entkopplung von Wärmebedarf und -erzeugung können Heizkraftwerke verstärkt am Regenergiemarkt eingesetzt werden

1) KWK = Kraft-Wärme-Kopplung

# Einsatz Wärmespeicher & Power2Fernwärme

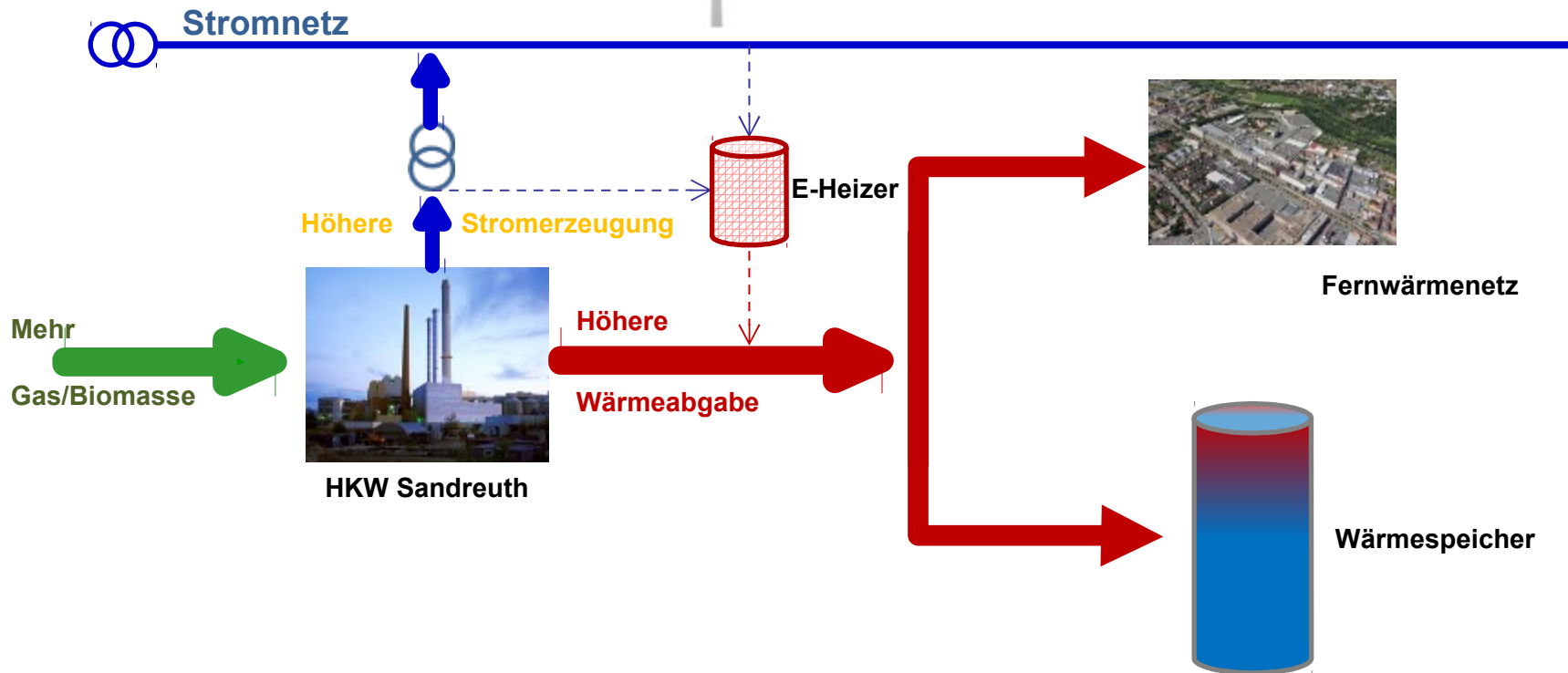
*Geringe Einspeisung aus PV und Wind*



## Szenario 1

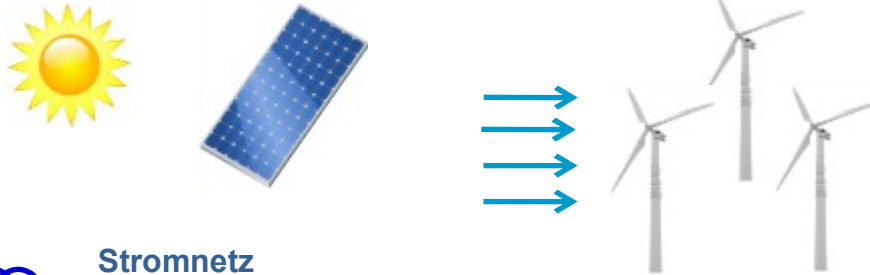
**Steigerung der Strom- und Wärmeproduktion bei geringer regenerativer Einspeisung**

Notwendige Residualleistung im Stromnetz ist hoch, Wärmespeicher wird für KWK-Anlage als zusätzlicher Abnehmer eingesetzt, Stromproduktion wird erhöht.



# Einsatz Wärmespeicher & Power2Fernwärme

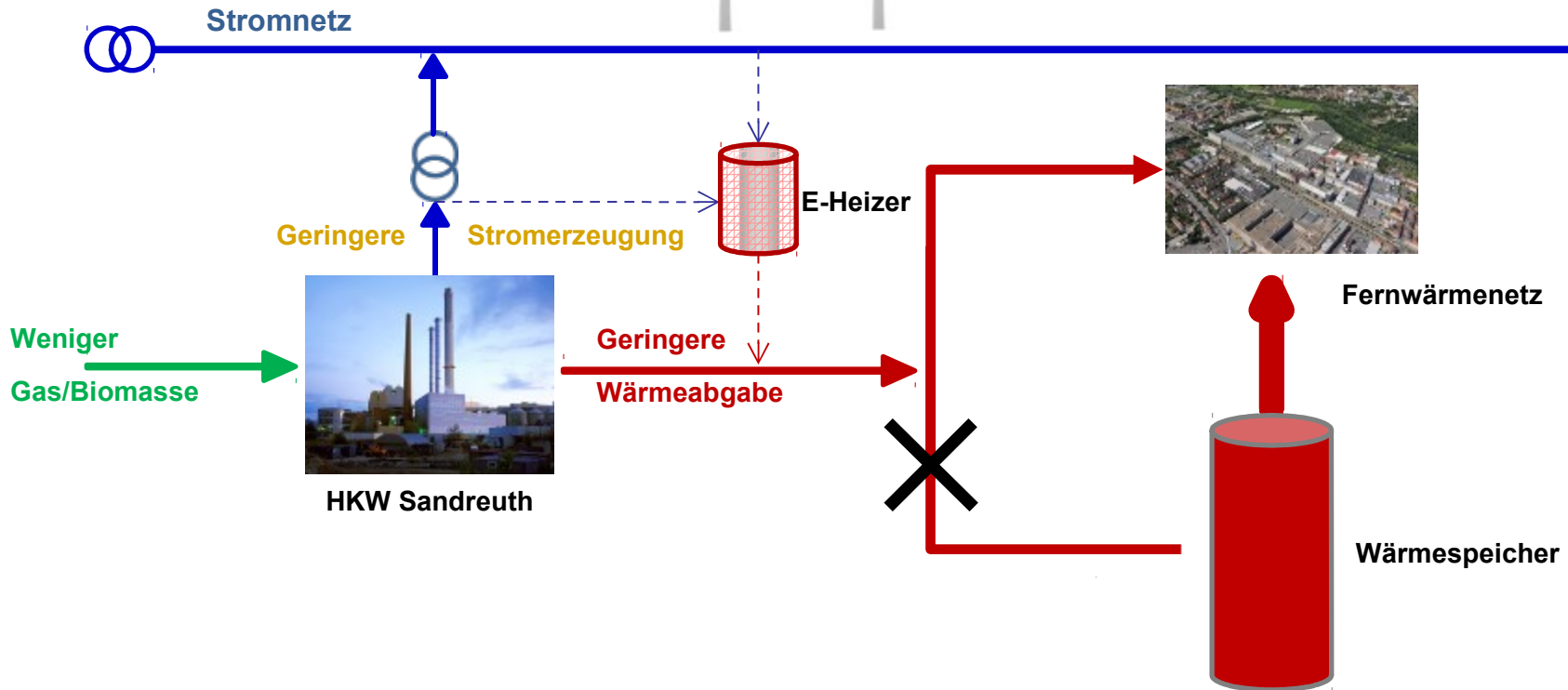
*Hohe Einspeisung aus PV und Wind*



## Szenario 2

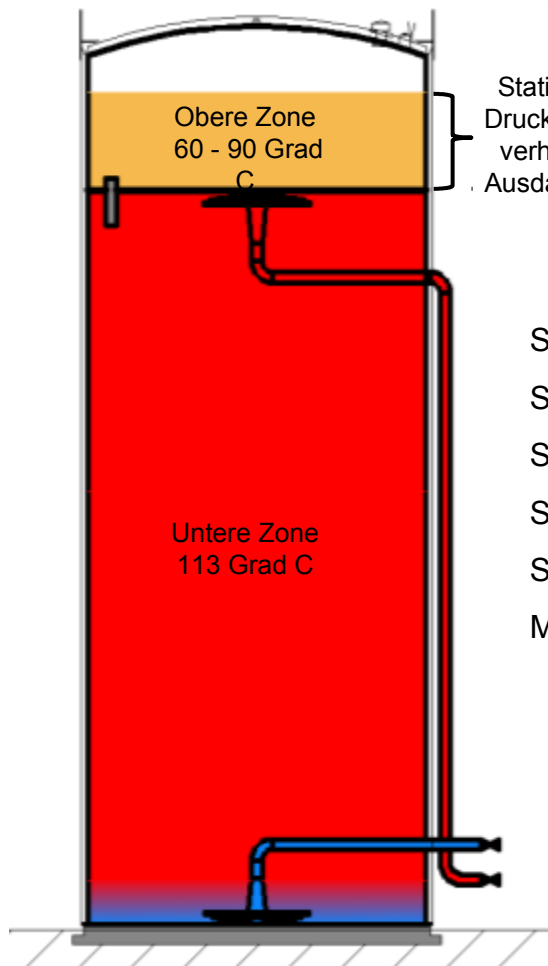
**Drosselung der Strom- und Wärmeproduktion bei Anstieg der regenerativen Einspeisung**

Notwendige Residualleistung im Stromnetz sinkt, Bedarf an Fernwärme wird über den Speicher gedeckt, Stromproduktion wird heruntergefahren.



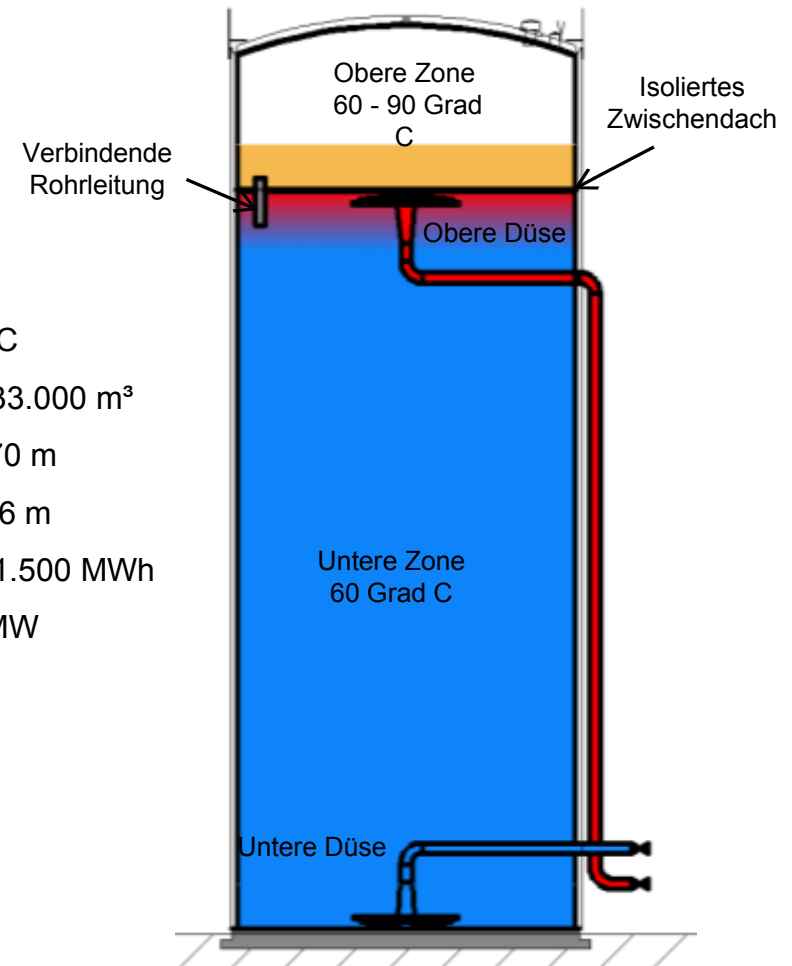


## Aufbau und Funktionsweise Wärmespeicher



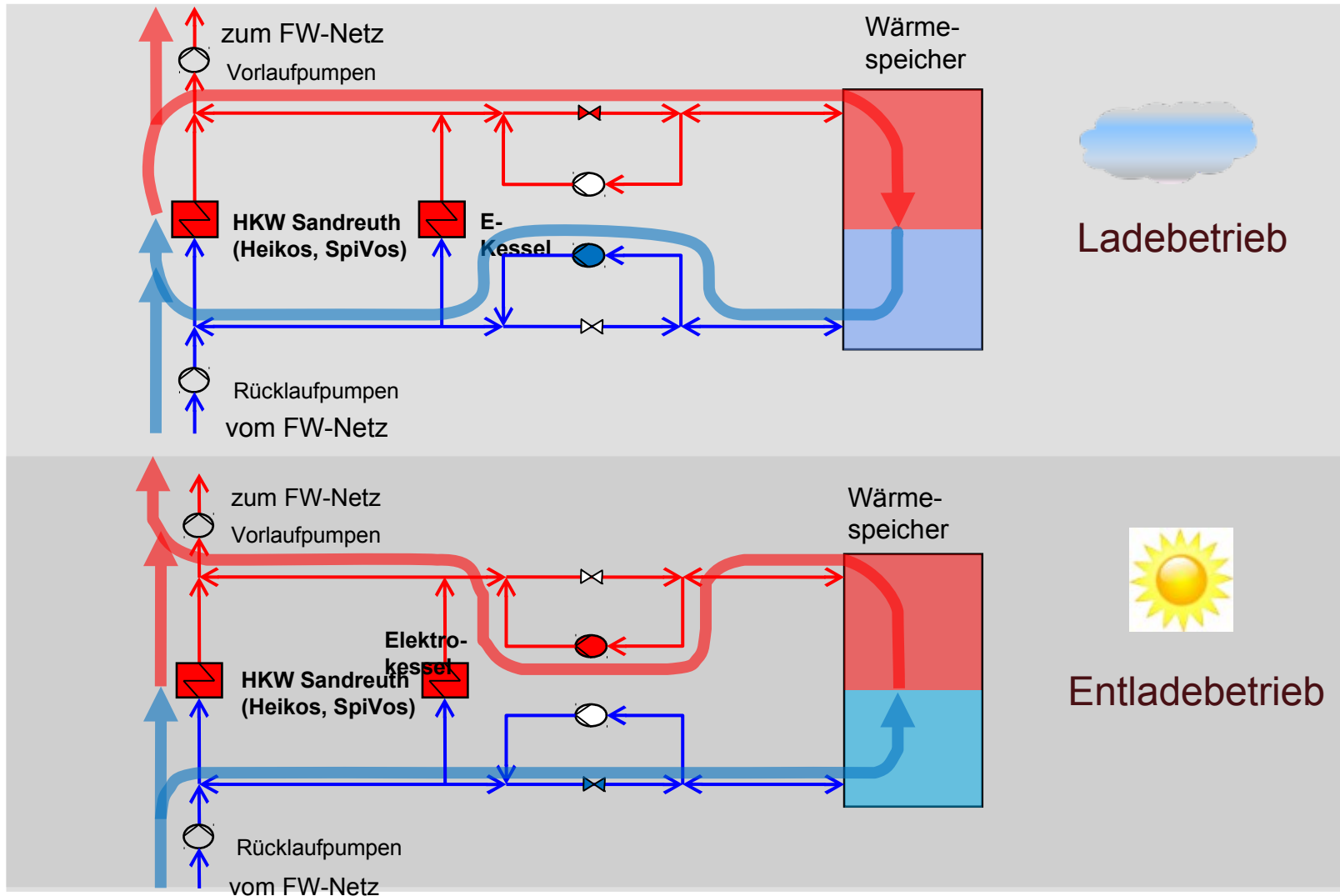
Speicher beladen

Speichertemperatur: 113°C  
 Speicher Gesamtvolumen: ca. 33.000 m<sup>3</sup>  
 Speichergesamthöhe: ca. 70 m  
 Speicherdurchmesser: ca. 26 m  
 Speicherkapazität: ca. 1.500 MWh  
 Max. Beladeleistung: 94 MW



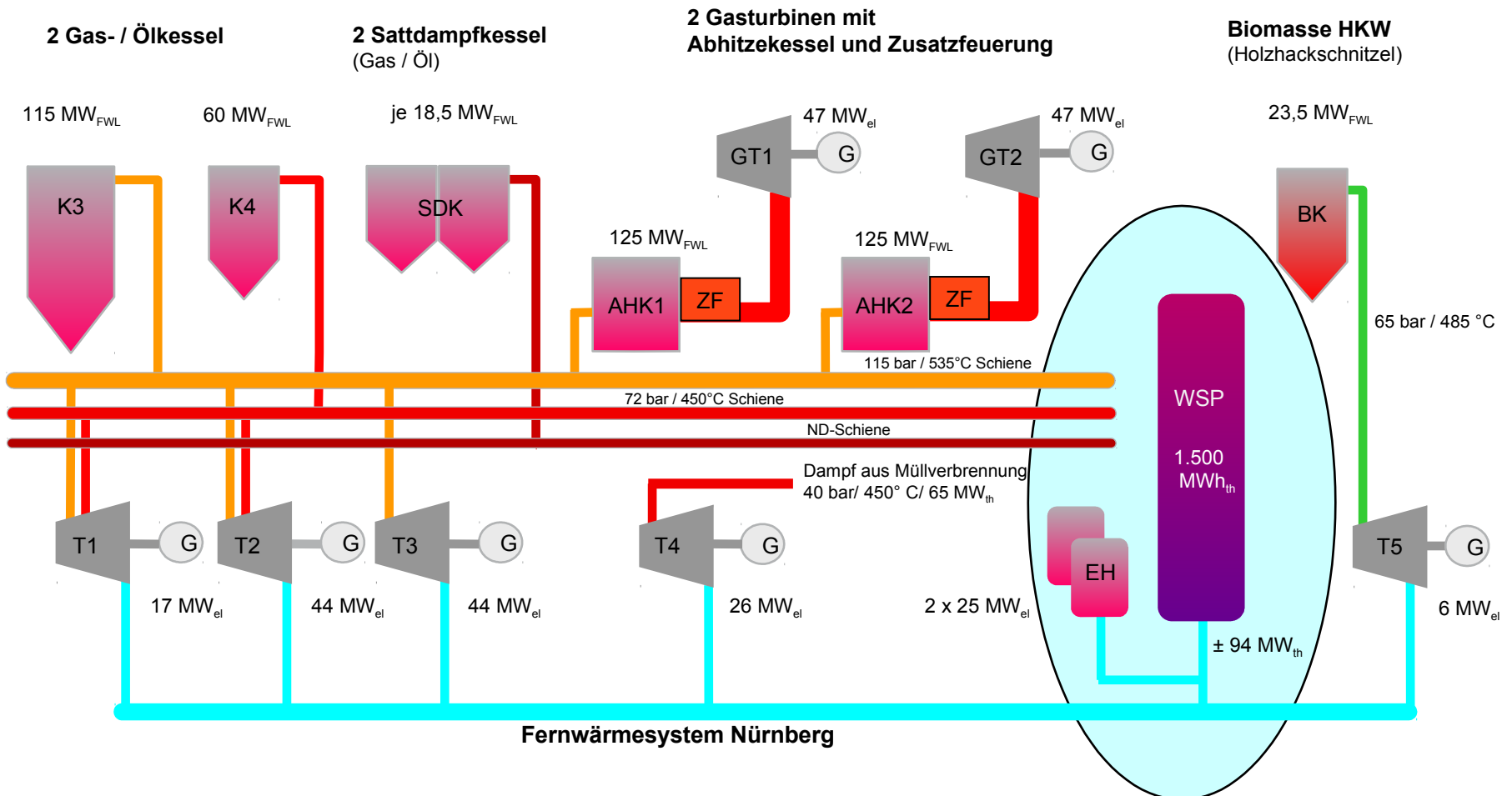
Speicher entladen

# Netzwasserkreislauf Be/-Entladebetrieb Wärmespeicher



# Standort HKW Sandreuth

## Anlagenschema mit Wärmespeicher und Power2Heat (P2H)



## Vorreiterprojekt Wärmespeicher Nürnberg HKW-Sandreuth

- Baubeginn August 2013
- Erster **Zweizonenspeicher** Deutschlands
- Entkoppelt zeitlich die Strom- von der Wärmeenerzeugung
- 16 Mio. Euro Gesamtinvestition
- Inbetriebnahme Anfang 2015
- Rahmendaten:
  - Höhe: 71 Meter
  - Durchmesser: 26 Meter
  - Fassungsvermögen: 33.000.000 Liter
  - Speicherfähigkeit: 1.500 MWh
  - CO<sub>2</sub>-Einsparung: 40.000 Tonnen / Jahr



## Wärmespeicher: Erste Betriebsjahre erfolgreich abgeschlossen

- Im Durchschnitt 2015 - 2017 rund **50.000 MWh/a** Wärme in den Speicher geladen und wieder entnommen.
- Höchste eingespeicherte Wärmemenge in Höhe von knapp **800 MWh** am Tag.
- Maximale ausgespeicherte Wärmemenge innerhalb eines Tages ca. **750 MWh**.
- **Ca. 3.000 MWh/a** elektrische Regelenergie über E-Heizer.



# Power2Heat in der Stadt => Power2Fernwärme Erneuerbare Wärme für städtische Gebäude

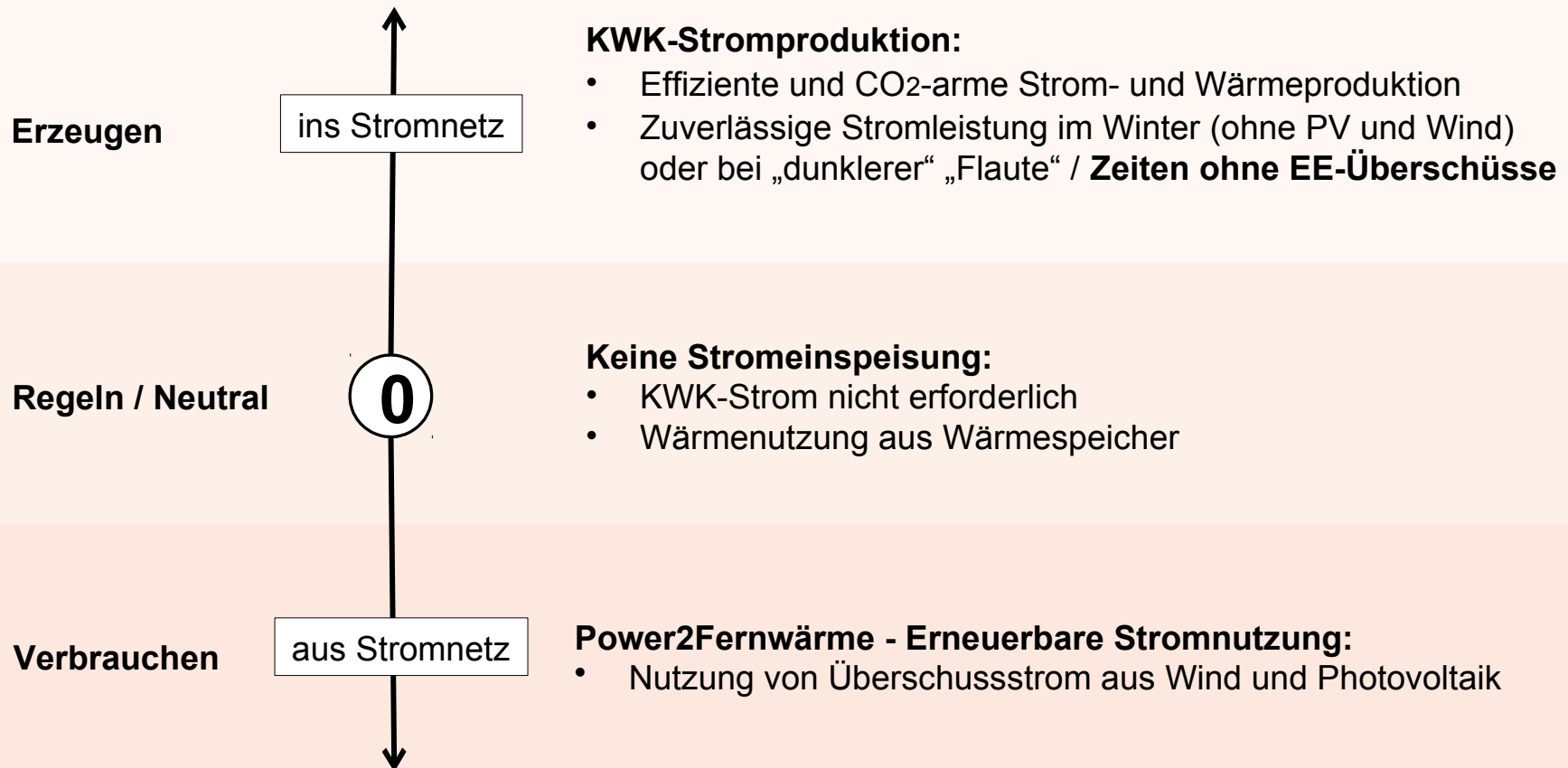


- **bringt Erneuerbare Energien in den städtischen Gebäudebestand**
- funktioniert mit **Wind und PV** („Multi-Erneuerbar“)
- ist die **moderne Nutzung der Solarenergie in der Wärme: Photovoltaik**
  - PV aus der gleichen Stadt
  - PV aus der Metropolregion Nürnberg und darüber hinaus (Süddeutschland)
- sehr flexibel: in 5 min auf Vollast
  - Abfahren der EE Spitze möglich und damit „Nutzen vor Abregeln“
- Fernwärmeversorgte Gebäude erhalten erneuerbares Demand Side Management (DSM)

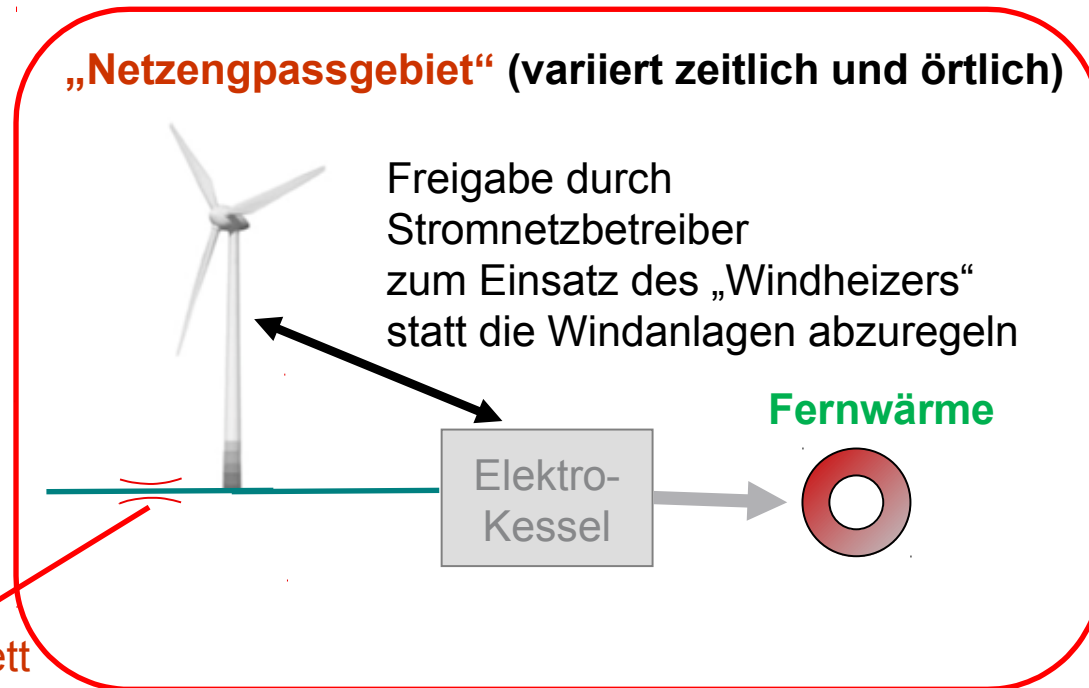
## Optimale Flexibilitätsoptionen: KWK mit Wärmespeicher und Power2Fernwärme

### Strom-Schaltzustände

### Fahrweise KWK + Wärmespeicher + Power2Fernwärme



## Smartes DSM mit Power2Fernwärme\*



„Netzengpass“:  
Strom nicht komplett  
abführbar

\* (derzeit nur im Rahmen SINTEG und im Netzausbauggebiet möglich)

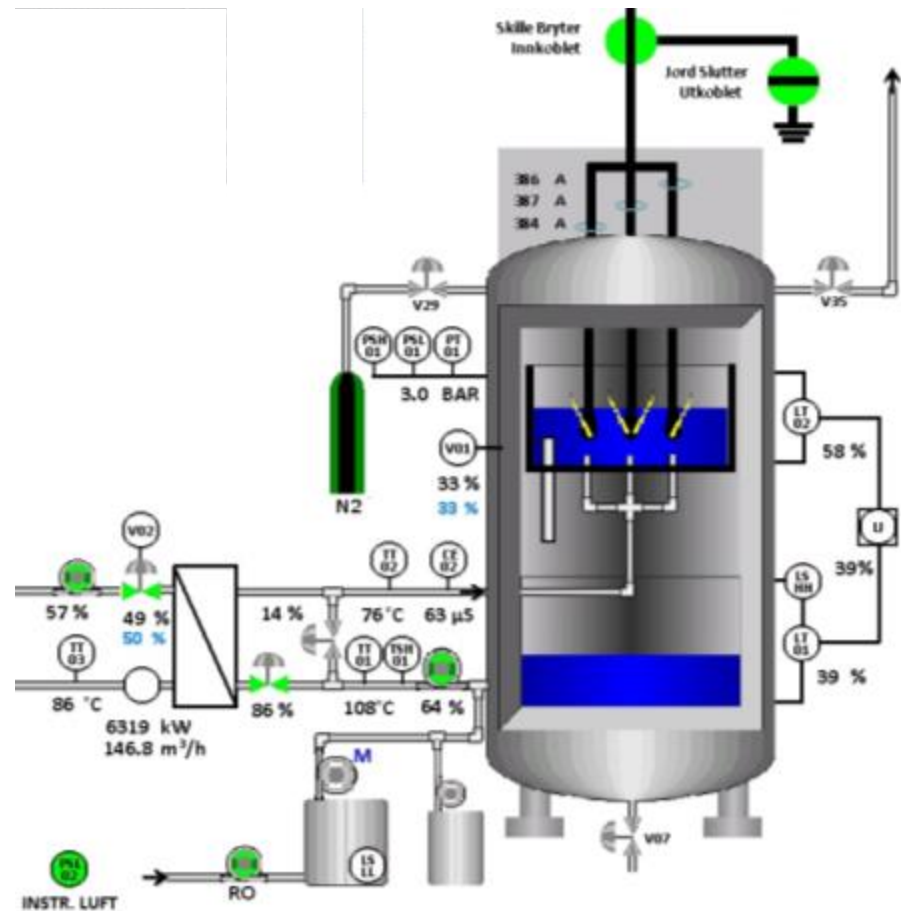
**Netzengpassbewirtschaftung** = (nur) die E-Heizer verwenden die im Netzengpassgebiet des Überschussstroms liegen -> So erreicht man einen **Smarten Einsatz!**

**Fernwärmeversorgte Gebäude erhalten erneuerbares Demand Side Management**



## Power2Fernwärme mit Elektrodenkessel

- 2 Elektroden-Heizkesseln mit 2 x 25 MW elektrisch
- Direkte Anbindung an Generatorausleitung der Gasturbine
  - (noch) keine Netznutzungsentgelte
- **negative Sekundär- und Minutenregelleistung**
- Einbindung in virtuelles Kraftwerk/ Poolbildung



## Baustelle Power2Fernwärme

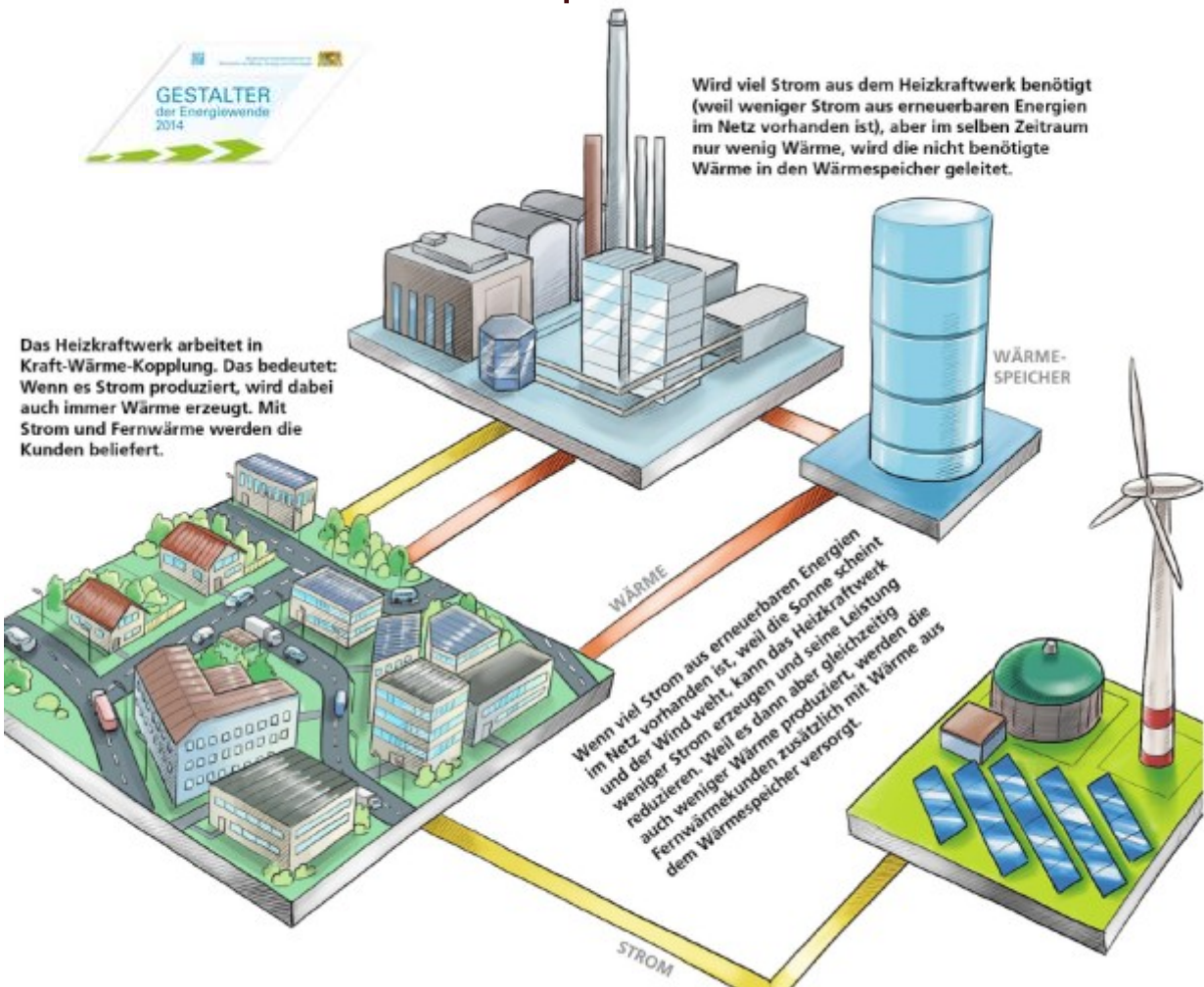


23.04.14 Einheben E-Heizer

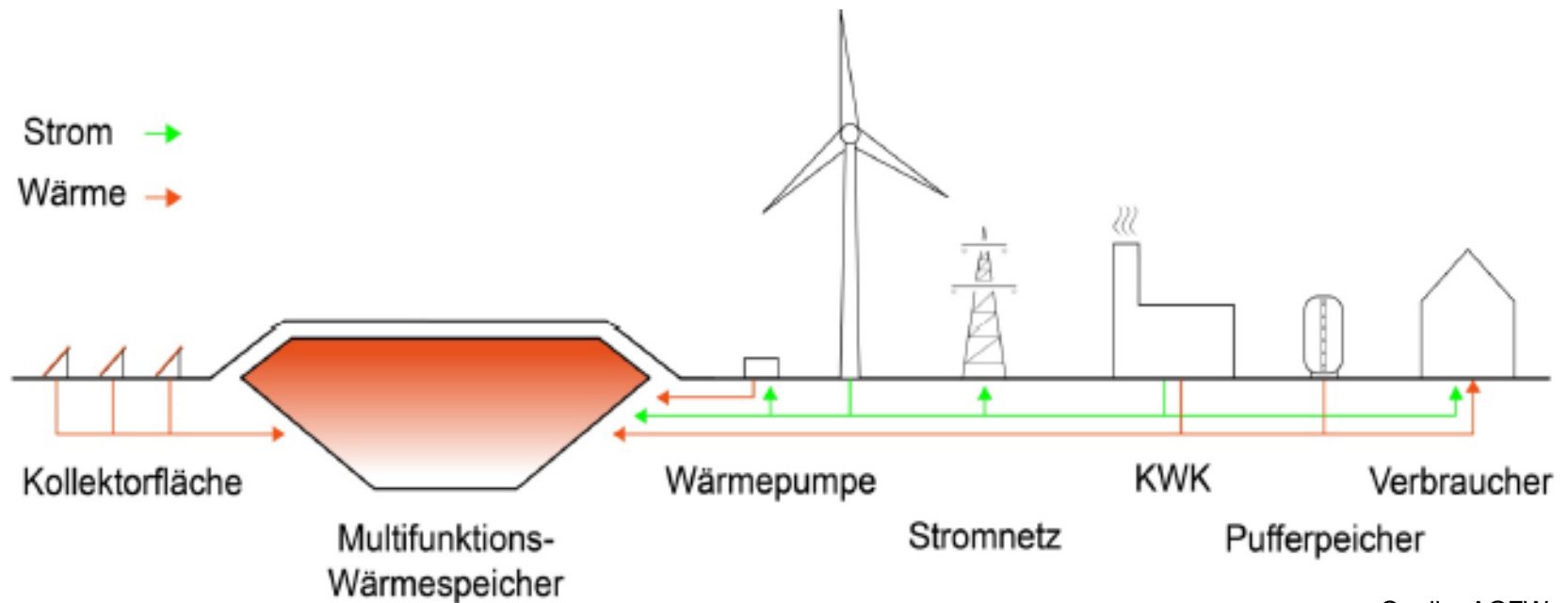


09.05.14 Beide E-Heizer

# Reduzierung um weitere 40.000 Tonnen CO<sub>2</sub>/Jahr durch Bau eines innovativen Wärmespeichers

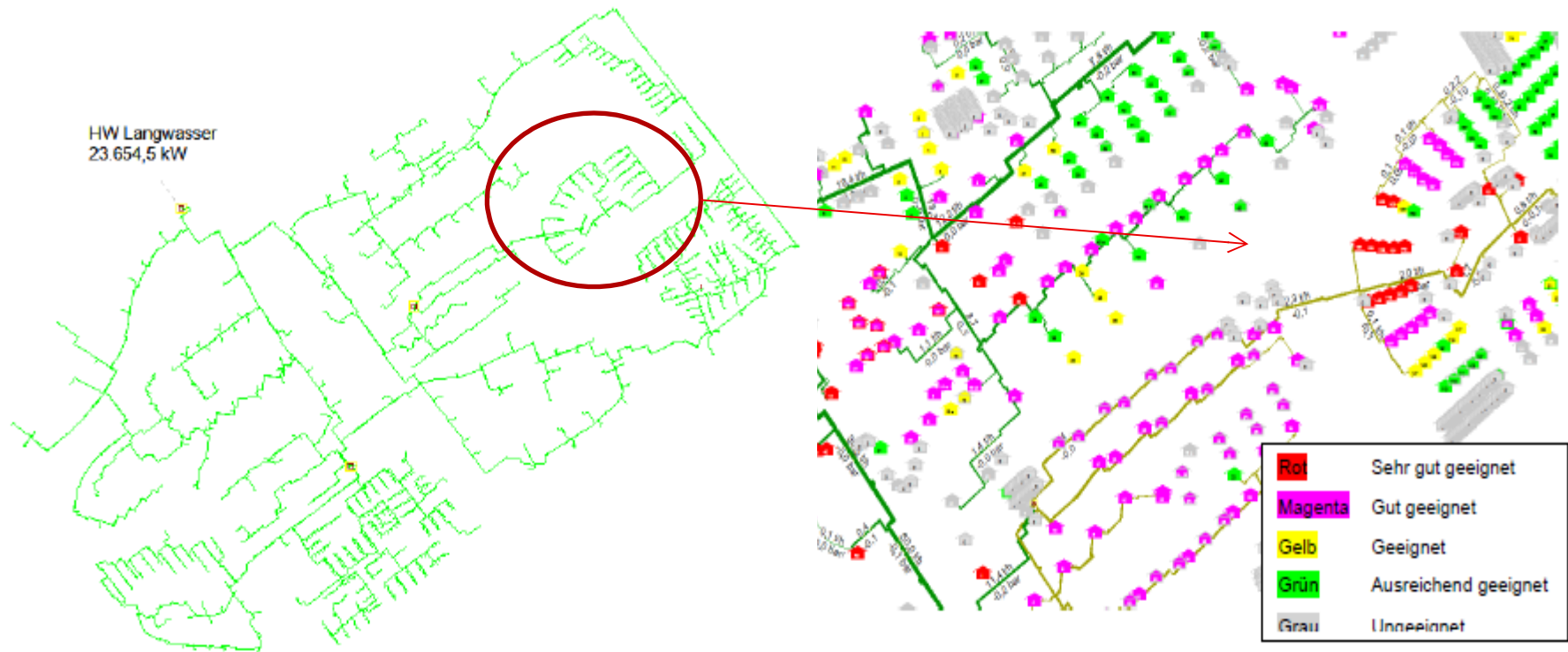


## Sektorkopplungsoptionen Rund um (Fern-)Wärme

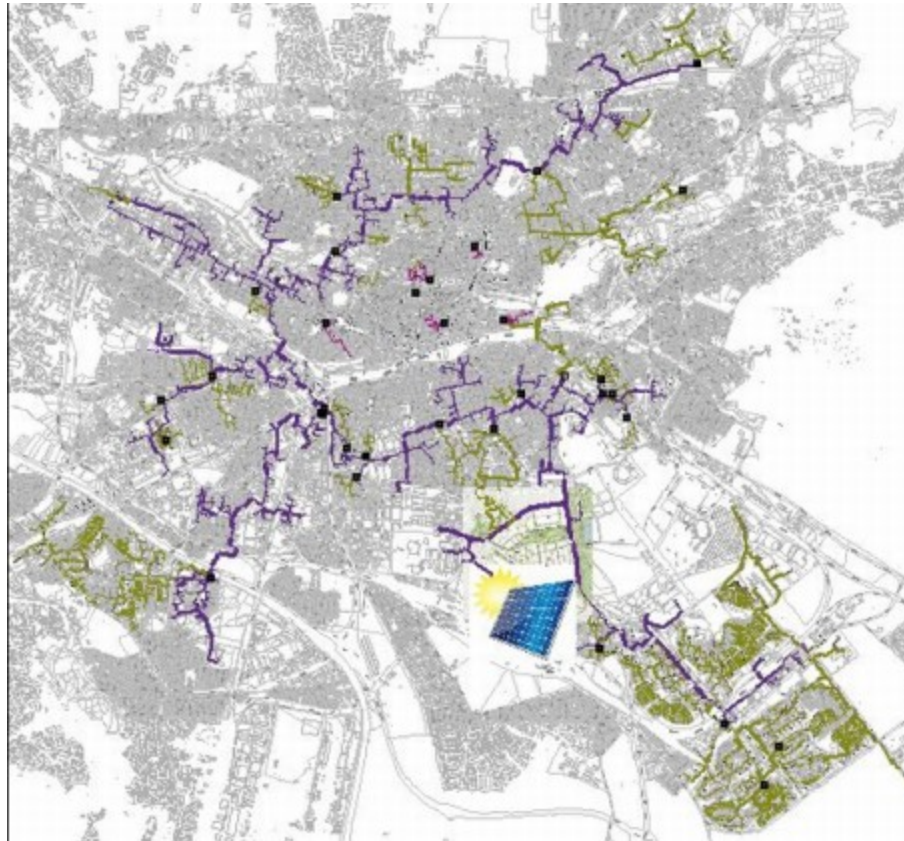


Quelle: AGFW

## Integration Solare Quellen auf Kundenanlagen in bestehenden Fernwärmegebieten – SMART FW<sup>2</sup>



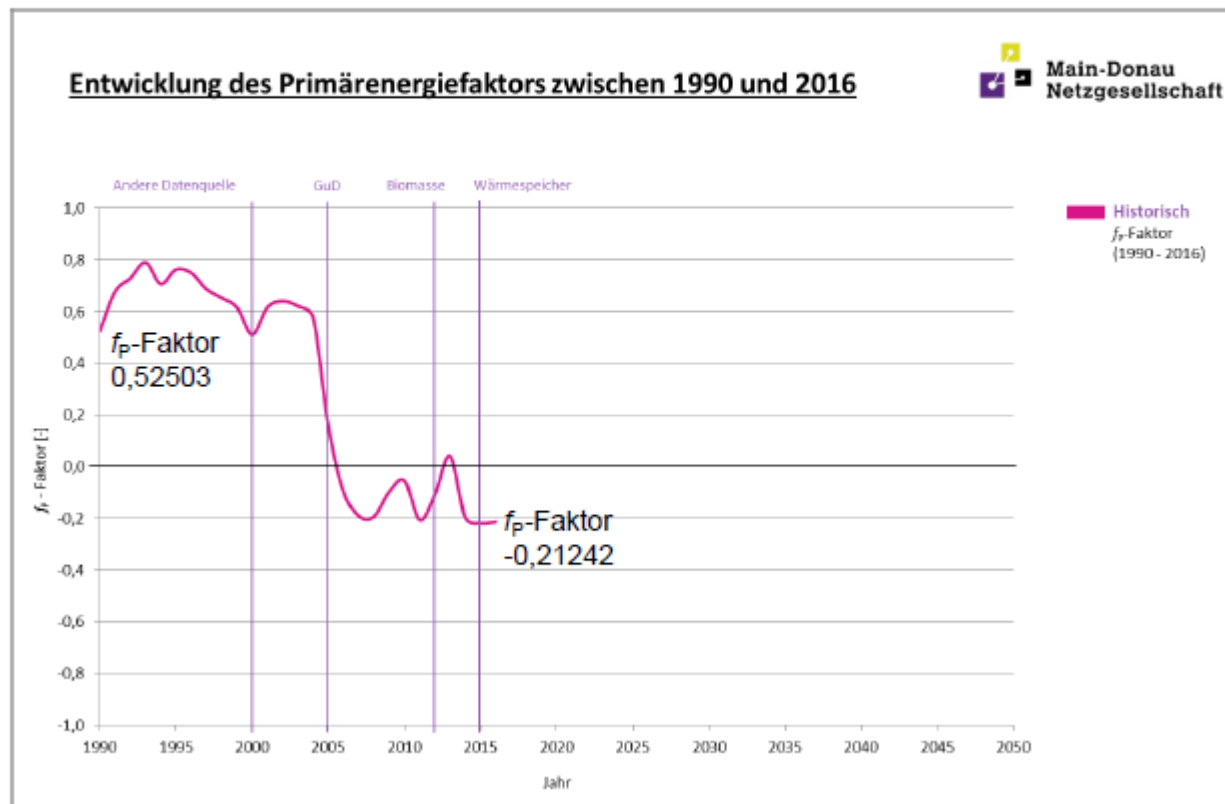
## Integration Solare Quellen in das Fernwärmesystem



Solarthermiekraftwerk in der 20 MW-Klasse im Stadtgebiet Nürnberg?

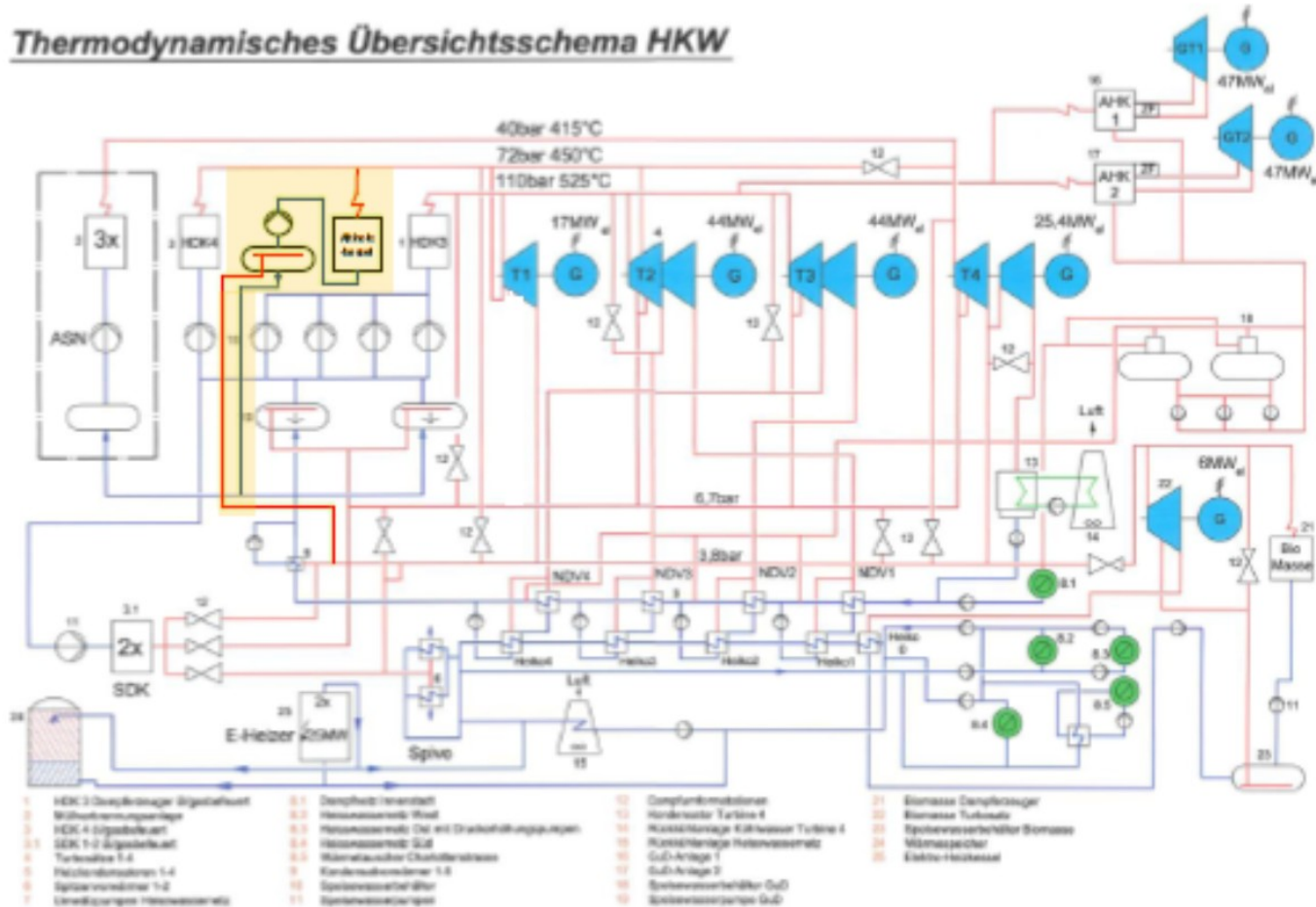
# Exkurs PEF FW Nürnberg 1990 bis 2015

## 2.1 Bestimmung des Primärenergiefaktors nach AGFW FW 309 Teil 1



# Option: Dekarbonisierung – Gebrauchtholzkessel im KWK Verbund

Thermodynamisches Übersichtsschema HKW





## Vermarktung "Flexibilität"

Im Dezentralen Kraftwerk der N-ERGIE werden eine Vielzahl von Anlagen zu virtuellen Kraftwerk gebündelt und vermarktet





**Stefan Lochmüller**  
Strategiemanager  
Unternehmensentwicklung

Tel.: +49 (0) 911 8025 8025  
[stefan.lochmueller@n-ergie.de](mailto:stefan.lochmueller@n-ergie.de)

N-ERGIE Aktiengesellschaft  
Am Plärrer 43  
90429 Nürnberg  
[www.n-ergie.de](http://www.n-ergie.de)