

# TMIL 1. Facharbeitskreis



**„Effiziente Stadt“**

**„integrierte energieeffiziente Quartiersentwicklung –  
CO<sub>2</sub>-Einsparung und Wertschöpfung für die Kommunen“**

Harald Rapp,  
Bereichsleiter Stadtentwicklung und  
Geschäftsführer AGFW Projekt-GmbH  
AGFW | Der Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e.V., Frankfurt am Main  
31. März 2016, Erfurt

- » Einleitung – Vorstellung AGFW
- » 70 / 70 Studie
- » integrierte energieeffiziente Quartiersentwicklung
  - » EFRE - Förderinitiativen
  - » FW-703
  - » CO<sub>2</sub> Berechnung
  - » Wertschöpfung

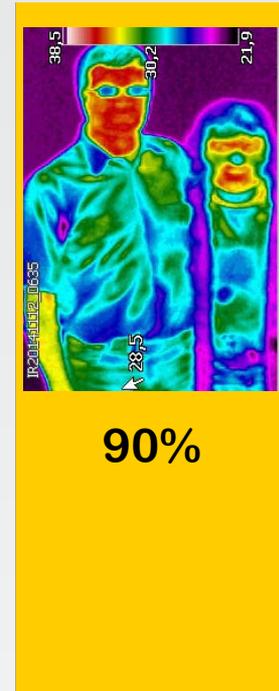
- » Einleitung – Vorstellung AGFW
- » 70 / 70 Studie
- » integrierte energieeffiziente Quartiersentwicklung
  - » EFRE - Förderinitiativen
  - » FW-703
  - » CO<sub>2</sub> Berechnung
  - » Wertschöpfung

**Eine einfache Frage zu Beginn!  
(Wie immer!)**

**Wie hoch war ihr privater Wärmeenergieverbrauch  
(Heizung und/oder Warmwasser) in der letzten  
Heizperiode?**



**Akteursantworten**  
 (u. a. aus dem  
 Stadtentwicklungs-, Umwelt-,  
 Politik- und Energiebereich,  
 Seminaren,  
 Bürgerworkshops,...)  
 n > 2000



< 10%

Wissen

Keine  
Ahnung

**Höchste Einzelantwort bisher:**  
**VDI-Gebäudeenergieversorgungsseminar 2013:**  
**50 % Wissen bei 40 TN**

„Scientia potentia est“

Abstimmungsprozess zwischen technischer Infrastruktur (Energie/Wasser) und Stadtplanung, unter besonderer Berücksichtigung des demographischen Wandels und der Klimaanpassung.

Gemeinsames Gremium von AGFW und VKU

STADT-  
ENTWICKLUNG  
& WISSENS-  
MANAGEMENT

RECHT  
&  
EUROPA

TECHNIK  
&  
NORMUNG



FORSCHUNG  
&  
ENTWICKLUNG

ORGANISATIONS  
&  
ARBEITS-  
SICHERHEIT

ENERGIEPOLITIK  
&  
WÄRME-  
WIRTSCHAFT

- » AGFW fördert als effizienter, unabhängiger und neutraler Spitzenverband die KWK sowie Wärme- und Kältenetze auf nationaler und internationaler Ebene
- » AGFW vereint über 500 Fernwärme- und Kälteversorger (regional und kommunal) sowie Industriebetriebe der Branche aus Deutschland und Europa
- » AGFW vertritt über 92 % des deutschen Fernwärmeanschlusswertes - den größten Westeuropas
- » AGFW besitzt die Fachkompetenz über die gesamte Prozesskette der effizienten Wärme- und Kälteversorgung

## Das Fernwärme-Regelwerk des AGFW

Zur Gewährleistung einer **langfristig sicheren und wirtschaftlichen** Fernwärmeversorgung sind **einheitliche, transparente technische Grundlagen und Regeln** als Branchenmindestanforderungen dringend erforderlich.

Im AGFW-Regelwerk wird der "**Stand der Technik**" fortgeschrieben.

Anwendungen der AGFW Arbeitsblätter bei Träger öffentlicher Belange:

- » § 15 KWKG – *FW 308 Zertifizierung von KWK Anlagen – Ermittlung des KWK Stroms*
- » § 24 KWKG - *FW 313 Berechnung der thermischen Verluste von thermischen Speichern*
- » BAFA – Leitfaden zum Sachverständigengutachten für KWK -Anlagen  
*FW 308 Energetische Bewertung der Fernwärme*
- » KfW 218/219 – Energetische Stadtsanierung – Mindestanforderungen  
*FW 309 T6 Energetische Bewertung der Fernwärme Bestimmung spezifischer CO<sub>2</sub>-Faktoren für Fernwärme*
- » EFRE in Sachsen: SAB/SMI i.V. mit der RL Nachhaltige Stadtentwicklung  
*FW 703 Berechnungsverfahren zum Nachweis der unrentierlichen Kosten*
- » EFRE in Thüringen: TMIL- FAQ i.V. mit der ThStBauFR  
*FW 703 Berechnungsverfahren zum Nachweis der unrentierlichen Kosten*

## AGVO – Artikel 46

### Umsetzung der AGVO im konkreten Fall

- Konkretes Berechnungsmodell ist erarbeitet und abgestimmt – AGFW Arbeitsblatt FW 703 im Gelbdruck
- Ziel war es ein Verfahren nach dem Stand der Technik zu etablieren, dass vergleichbare Grundlagen und Rechenmethoden gewährleistet
- Die Beantwortung folgender Fragen steht dabei im Vordergrund:
  - Welche Faktoren werden im Zusammenhang mit dem Verteilnetz einbezogen, um die sog. Wirtschaftlichkeitslücke zu errechnen?
  - Auf welcher Grundlage wird die CO<sub>2</sub>-Einsparung berechnet?

Dipl.-Ing., Dipl.-Wirt.-Ing. Harald Rapp,

Bereichsleiter “Stadtentwicklung / Wissensmanagement” des AGFW | Der Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e.V., Geschäftsführer der AGFW-Projekt GmbH



inhaltliche Arbeitsschwerpunkte im AGFW - Auszug:  
Programm „Aufschwung Ost – Fernwärmesanie rung Ost, Stadtumbau Ost“  
Stadtumbau Ost / EFRE / Stadtentwicklung technische Infrastruktur  
Leiter für div. Forschungs- / Entwicklungsprojekte  
Erstellung/Mitarbeit div. Klima- und Energiekonzepte  
Mitglied/Vorsitzender des D-Bul. und D-Rum Arbeitskreises  
„Energieeffizienz“ im OA der D-Wirtschaft des BMWi  
Sachverständiger im Stadtentwicklungsausschuß des D-Bundestages  
Sachverständiger des SMI zu EFRE – integr. nachhaltige Stadtentw.  
Lehrtätigkeiten u.a. HafenCity Universität Hamburg/Stadtplanung,  
Handwerkskammer Rhein-Main

Auszug Ehrenamtliche Tätigkeiten:

Gemeindevertreter / Ortsbeirat

Mitglied in verschiedenen Energie-/ Klima-/Umweltausschüssen

Leitung Pilotprojekt „Green City“ - Gemeinde Mühlthal/OT-NB mit dem Regionalversorger HSE/Entega und der HWK (EffizienzKlasse).



Member of  
**EUROHEAT  
& POWER**



IEA DHC|CHP

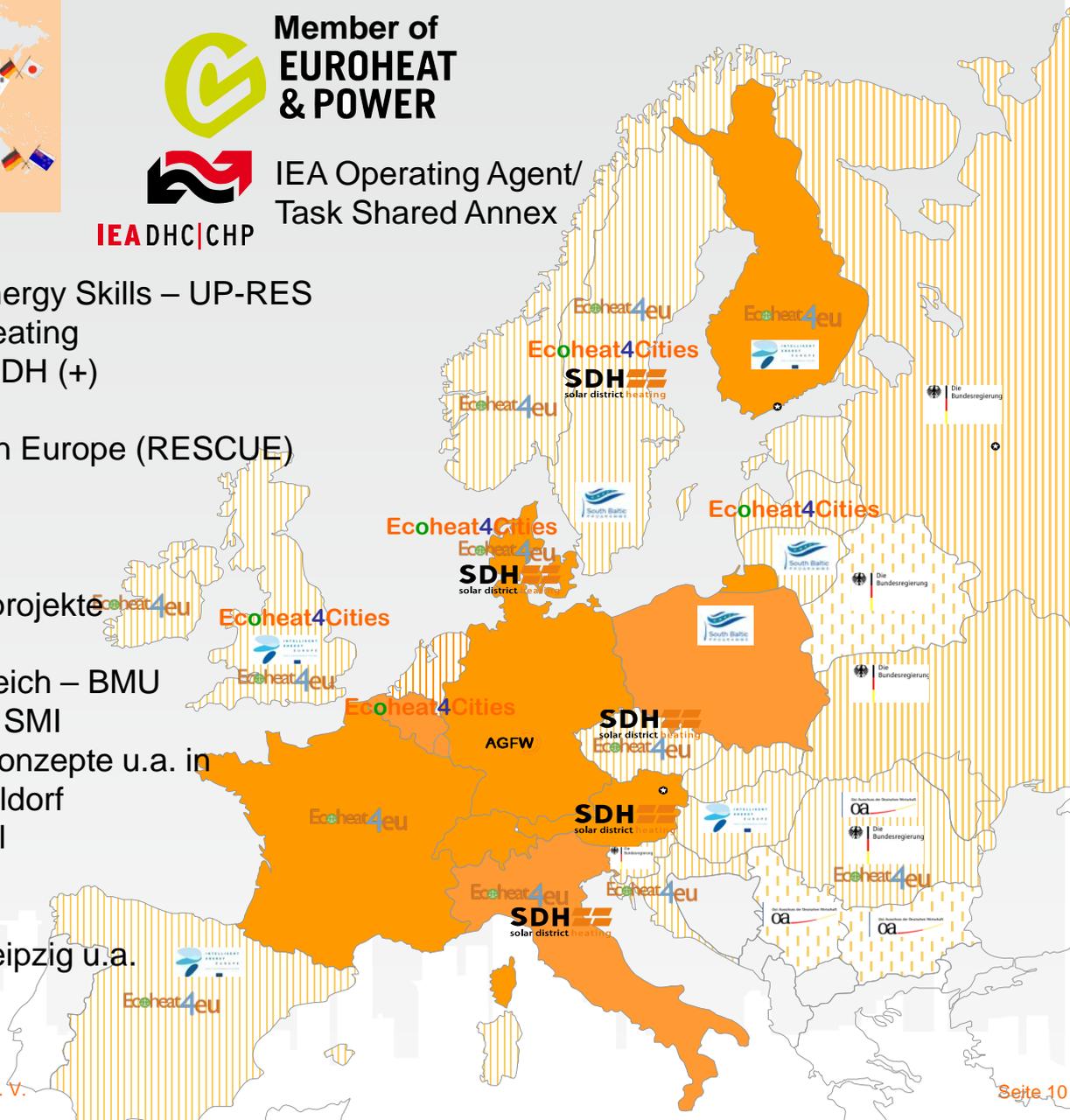
IEA Operating Agent/  
Task Shared Annex

Auszug EU-Projekte:

- » Urban Planners with Renewable Energy Skills – UP-RES
- » Innoheat – Innovation for District Heating
- » Solar District Heating in Europe – SDH (+)
- » Ecoheat4EU, Ecoheat4cities
- » Renewable Smart Cooling for Urban Europe (RESCUE)
- » STRATEGO

Auszug Nationale Stadtentwicklungsprojekte

- » Eneff-SEKO – BMFT
- » Info-Kampagne Hydraulischer Abgleich – BMU
- » Stadtumbau und Energieeffizienz – SMI
- » Begleitung energetischer Effizienzkonzepte u.a. in Halberstadt, Dresden, Jena, Düsseldorf
- » Green City Modellkommune Mühlthal
- » KWK und FW Wertschöpfung
- » EFRE
- » IHK – Quartierskonzepte: Gotha, Leipzig u.a.



- » Einleitung – Vorstellung AGFW
- » 70 / 70 Studie
- » integrierte energieeffiziente Quartiersentwicklung
  - » EFRE - Förderinitiativen
  - » FW-703
  - » CO<sub>2</sub> Berechnung
  - » Wertschöpfung

## Die 70/70-Strategie Konzept und Ergebnisse



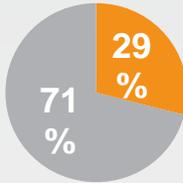
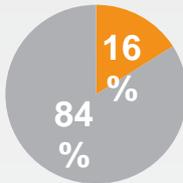
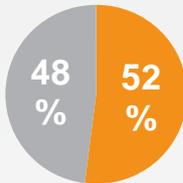
Eine Studie des AGFW | Der Energieeffizienzverband  
für Wärme, Kälte und KWK e. V.

## Zielstellung der Studie

„ Welche Auswirkungen hätte es, 70 Prozent der Gebäude in den 70 einwohnerstärksten Städten Deutschlands mit Fernwärme zu versorgen?“

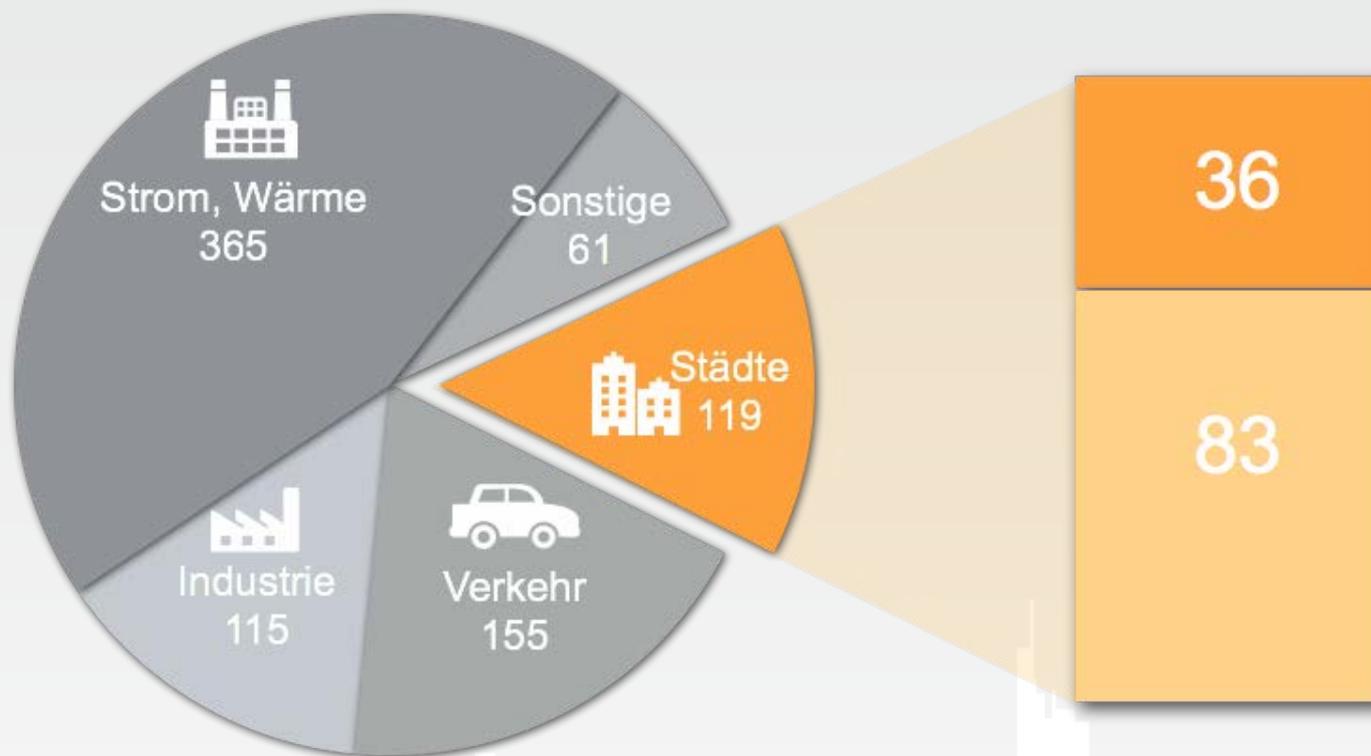
- ▶ **Volkswirtschaftliche Effekte** z. B. die Erreichung von Treibhausgas-Minderungszielen und deren CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten
- ▶ **Betriebswirtschaftliche Effekte** im Hinblick auf den Ausbau der Fernwärmeverteilung bzw. -bereitstellung
- ▶ **Regionale Effekte** im Hinblick auf lokale Wertschöpfung
- ▶ **Beitrag zur Zielerreichung der Energiewende** durch Ausbau der KWK und der Fernwärmesysteme

## Die 70 einwohnerstärksten deutschen Städte

Kennwert	Deutschland gesamt	70 einwohner- stärkste Städte	Entspricht Anteil
Einwohner in Mio	82,1	24	
Siedlungsfläche in ha	1.128.048	179.367	
Endenergieverbrauch Fernwärme HH / GHD in PJ	250	131	

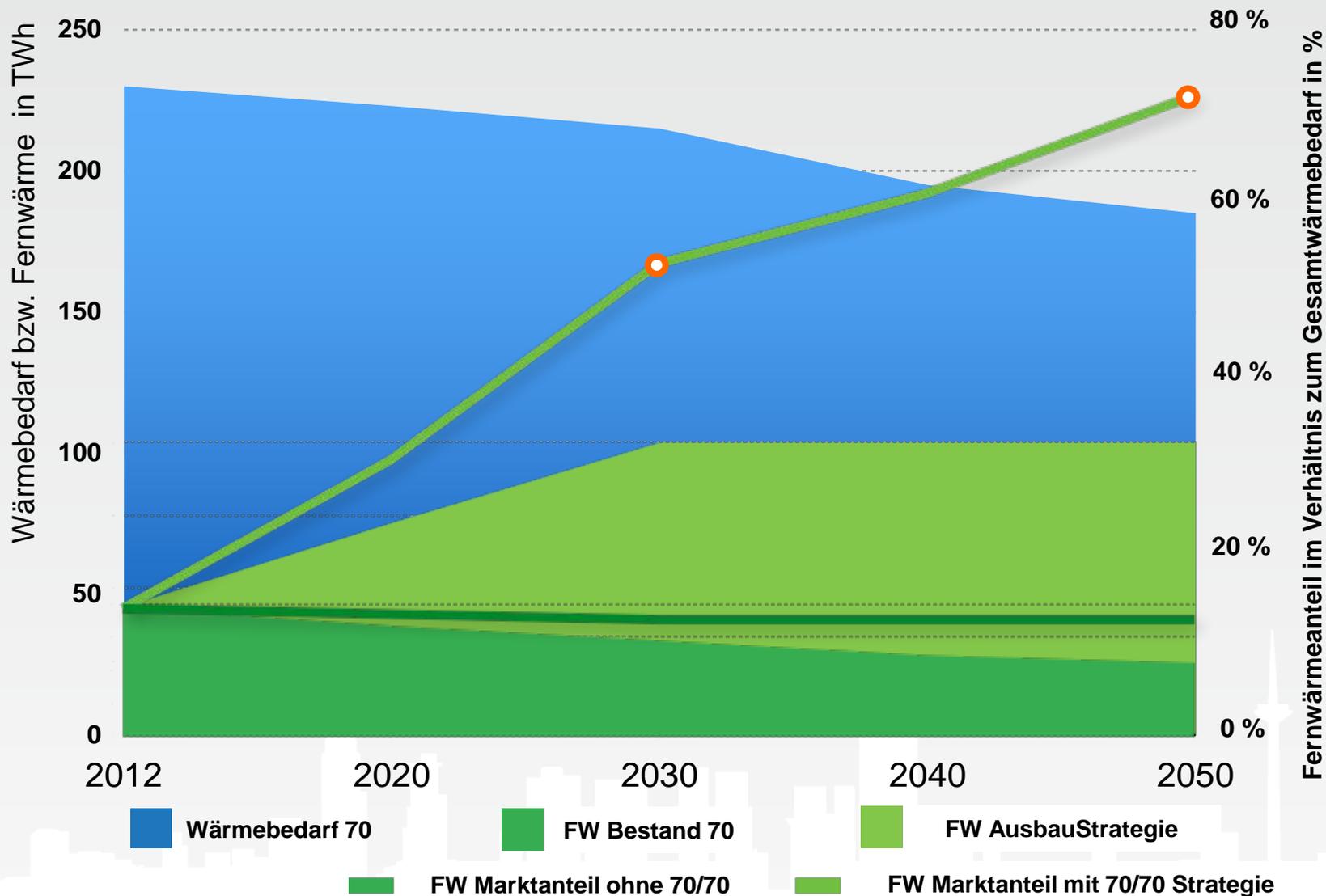


## Anteil an der Erzeugung von CO<sub>2</sub> in Mio. t

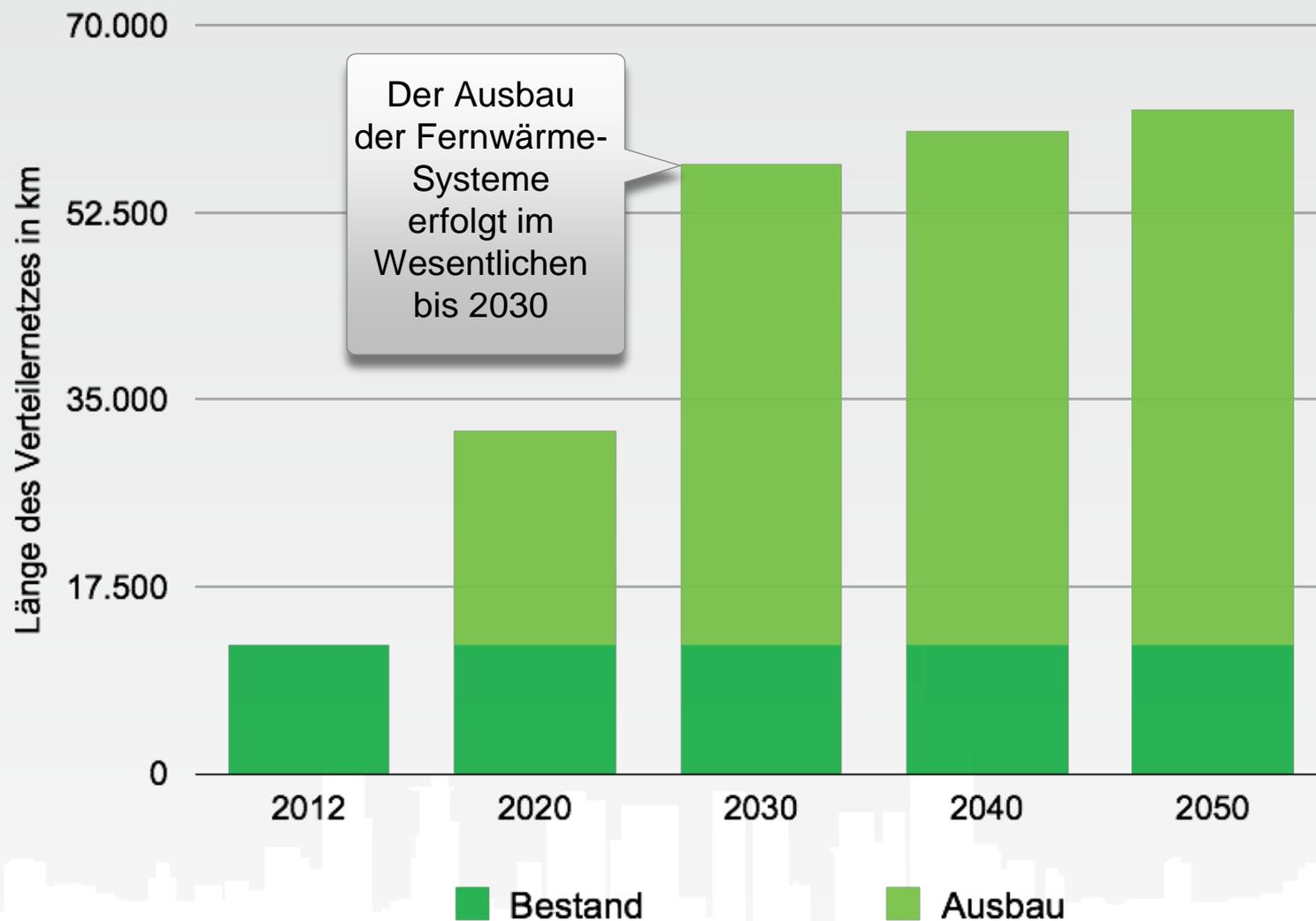


70 einwohnerstärkste Städte

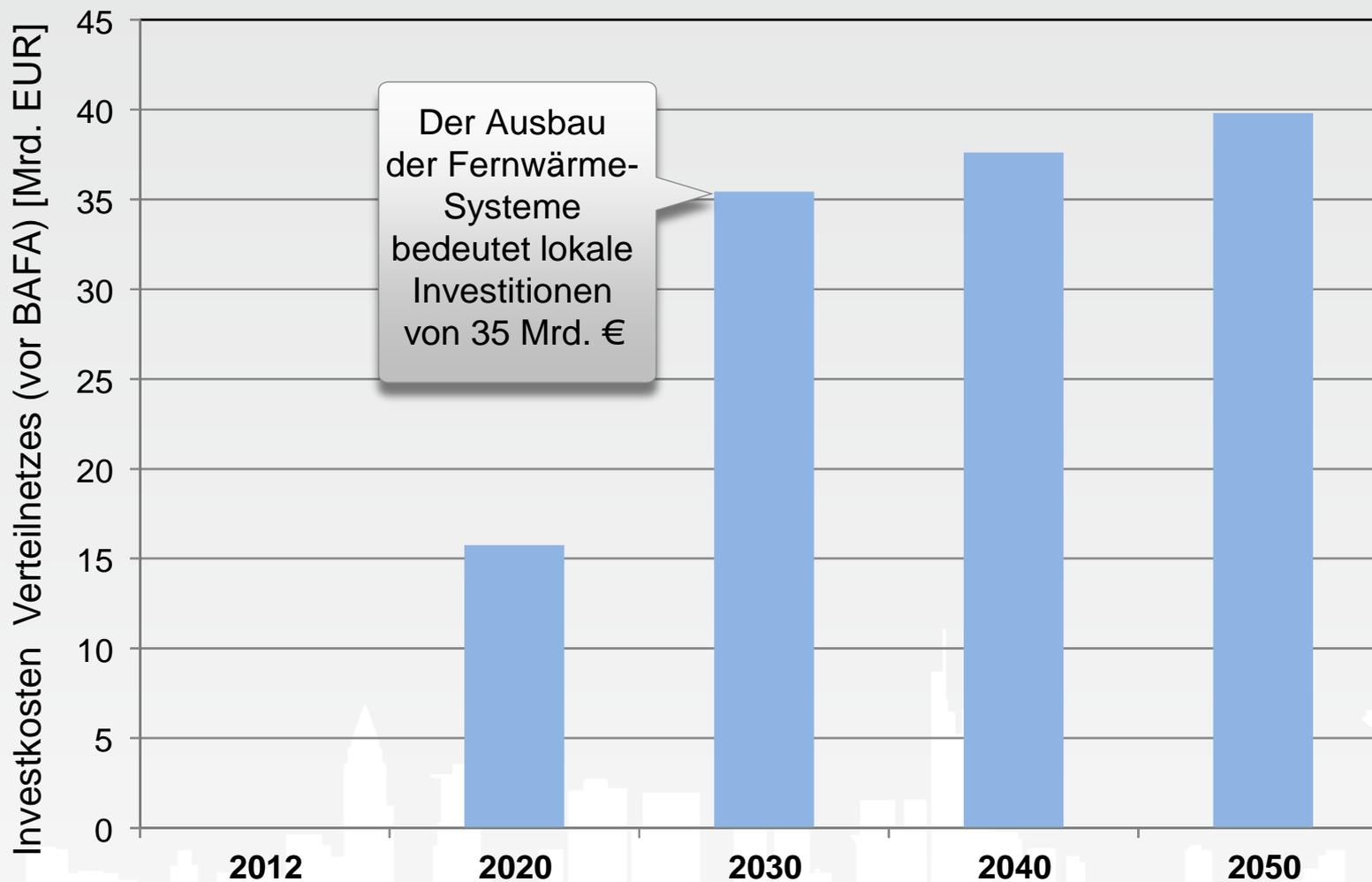
## Zielpfad Fernwärme: 55 % in 2030 und 70 % in 2050



## Fernwärmeleitungszubau-Verteilung



## Investitionen in Zubau Verteilung (ohne Reinvest in Ersatz)



## Fernwärme-Bereitstellung: Die Optionen



### Business as usual (BAU)

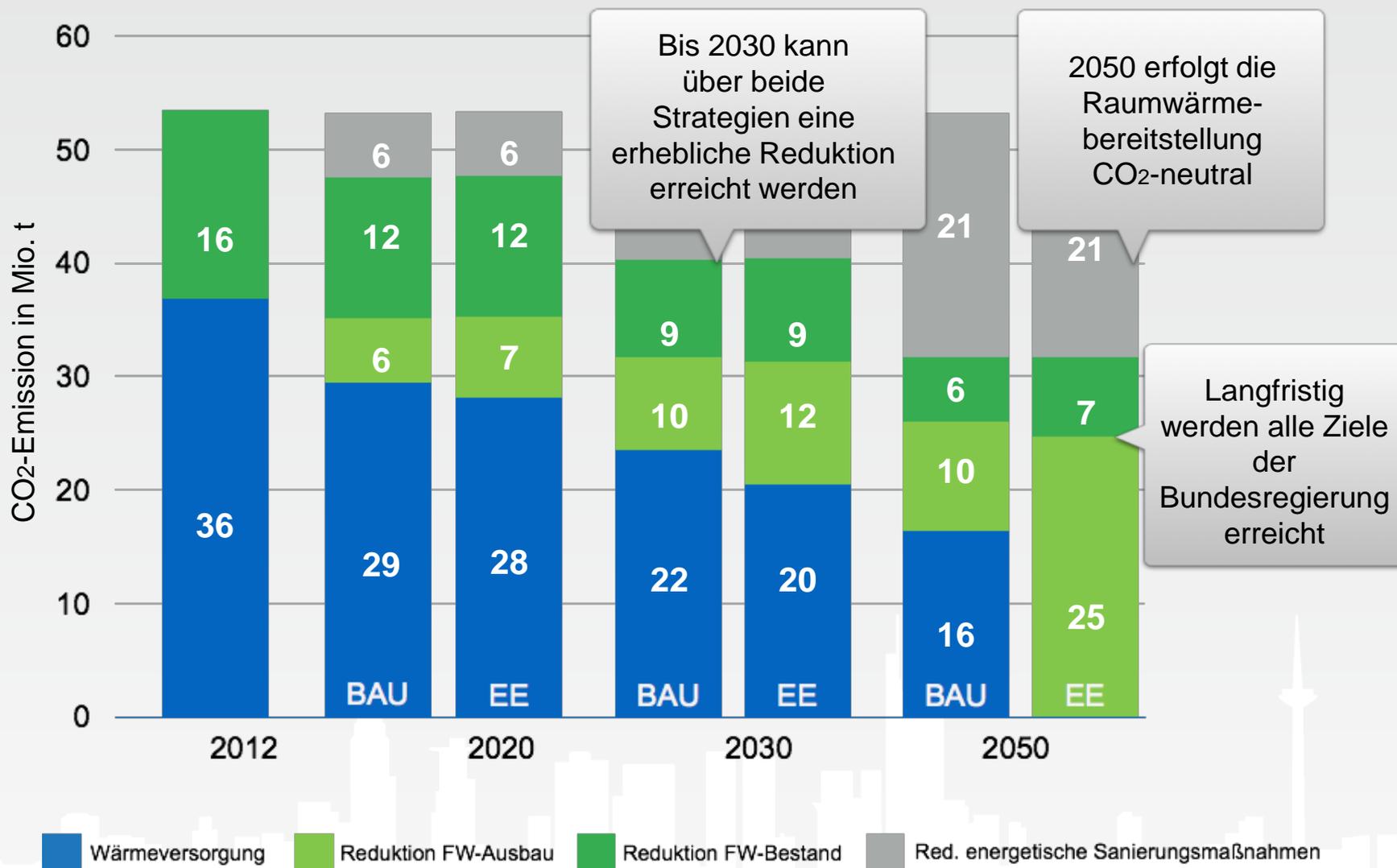
- ▶ NEU - Weitgehend erdgasbasierte Fernwärmeerzeugung  
Erdgas KWK-Anlagen, Erdgas Heizwerke, langfristige EE-Anteile
- ▶ Fernwärmeerzeugung  
75% KWK / 25% HW  
Effiziente FW-Erzeugung, langfristig leichte Zunahme Anteil HW
- ▶ Effizienzverbesserung der Fernwärmenetze



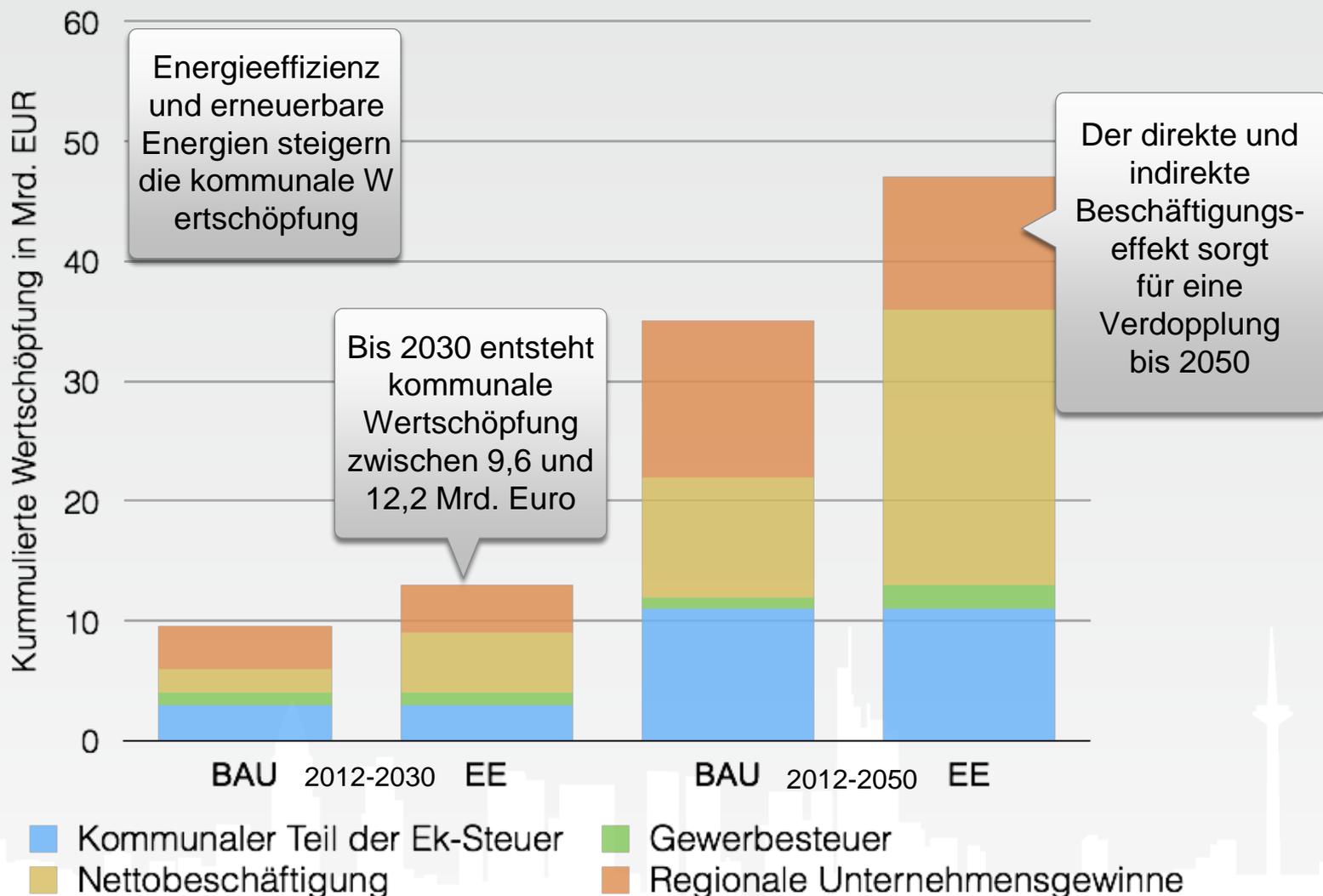
### Energiewende Welt (EE)

- ▶ Fernwärmeerzeugung aus Erneuerbaren nimmt zu  
Erdgas KWK-Anlagen, Teils erneuerbare Energieträger, Power-to-Heat
- ▶ Konventionelle KWK wird langfristig durch EE substituiert
- ▶ Effizienzverbesserung der Fernwärmenetze

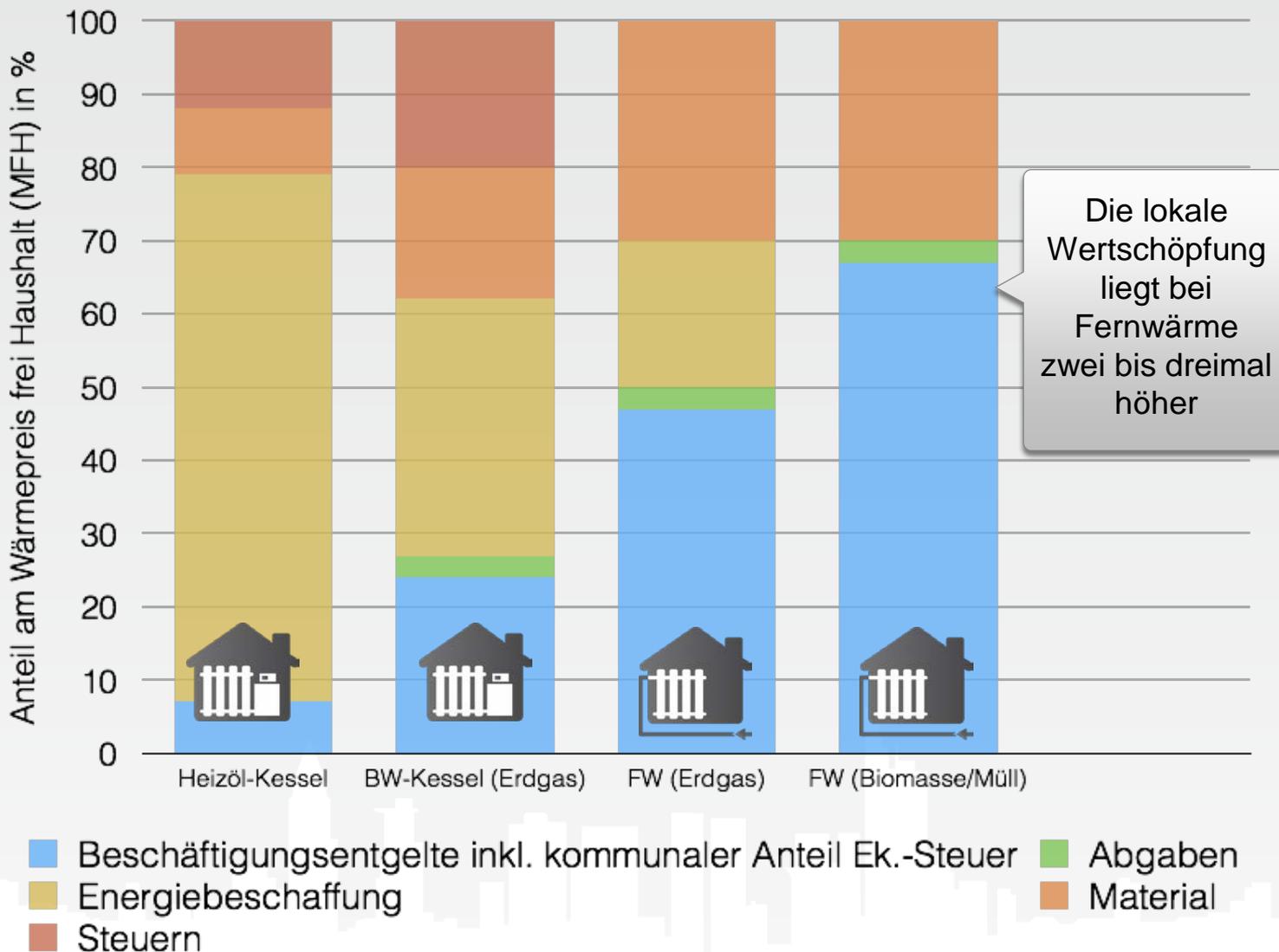
## CO<sub>2</sub>-Emissionen Raumwärme und Brauchwasser



## Kommunale Wertschöpfung der 70/70-Strategie



## Wertschöpfung: (Wärmepreis Mehrfamilienhaus, 30kW)





## Positive Effekte der Strategie 70/70 Städte erreichen ihre gesteckten Klimaschutzziele

- **rund 20 Mio.t CO<sub>2</sub>** – mögliche Einsparung bei 70/70 bis 2030 mit Bezug auf Deutschland gesamt über **70 Mio.t CO<sub>2</sub>** - Einsparung
  - **ca. 53.000 km** – möglicher Neubau von Fernwärmeleitungen bei 70/70 mit Bezug auf Deutschland gesamt über **150.000 km** Ausbau/Neubau
  - **über 12.000 Arbeitsplätze** – mögliche Sicherung im gewerblichen Bereich bei 70/70 mit Bezug auf Deutschland gesamt über **50.000 Arbeitsplätze** pro Jahr
- und – was oft übersehen wird –
- **bis zu 70 Cent von 1 EUR** den der Kunde für Fernwärme bezahlt, bleiben vor Ort! zum Vergleich – bei **Erdgas 25 Cent**, bei **Heizöl 7 Cent**



## Ergebnisse im Detail - I

### ▶ KWK-Ziel

Durch die 70/70 Strategie kann der KWK-Stromanteil bis 2020 um **5 Prozentpunkte** und bis 2030 um **9 Prozentpunkte** gesteigert werden.

Mit der Umsetzung der 70/70 Strategie kann das **25%-KWK-Stromziel** der Bundesregierung im Jahr **2030 erreicht** werden (BAU-Variante).

### ▶ Volkswirtschaftliche Effekte

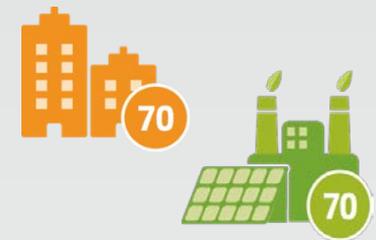
Bis 2030 wird über beide Strategien eine **erhebliche CO<sub>2</sub>-Reduktion** – von rund **20 Mio. Tonnen** (bis 2050 bis zu **30 Mio. Tonnen**) erreicht.

Die 70/70 Strategie ist ein **kostengünstiges Instrument** zur Umsetzung der Energiewende.

Je nach Grad der **Nichterreichung** des Ausbauziels kumulieren sich die volkswirtschaftlichen **Mehrkosten** bis zum Jahr 2030 auf bis zu **2,8 Mrd. Euro**.

Zur Umsetzung der Strategie sind bis **2030 Investitionen** in Höhe von **35 Mrd. Euro** und bis **2050** in Höhe von **40 Mrd. Euro** nötig.

Durch den Ausbau der Wärmenetze entstehen bis zum Jahr **2030** bis zu **12.000 Arbeitsplätze**. Weitere 1.250 Arbeitsplätze werden durch den Betrieb und die Instandhaltung der Netze entstehen.



## Ergebnisse im Detail - II

### ► Betriebswirtschaftliche Effekte

Wird das KWKG gemäß den AGFW-Forderungen gestaltet, ist die 70/70-Strategie in der BAU-Variante **bis 2050 wirtschaftlich**.

Bis **2030** muss der **Großteil der Fernwärme-Systeme ausgebaut** werden.

Die **Variante EE** führt zu etwas **höheren Erzeugungskosten**. Die Wirtschaftlichkeit der 70/70-Strategie ist hierdurch jedoch nur geringfügig belastet.

### ► Beitrag zur Zielerreichung der Energiewende

Durch die Umsetzung der 70/70-Strategie in der EE-Variante werden die **Ziele der Bundesregierung erreicht**.

Bis 2050 erfolgt die **Raumwärmebereitstellung** der untersuchten Kommunen **CO<sub>2</sub>-neutral**.

Mit der 70/70 Strategie können **2030 12-21 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>** und bis **2050 24 - 30 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>** eingespart werden.

Mit 25 Euro je Tonne CO<sub>2</sub> in 2030 und 60 Euro je Tonne CO<sub>2</sub> in 2050 liegen die **CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten** unter den Zertifikatspreisen des Gesamtsystems.



## Ergebnisse im Detail - III

### ► Regionale Effekte - Wertschöpfung

Bis 2030 werden durch die 70/70 Strategie **kommunale Wertschöpfungseffekte** zwischen **9,6 und 12,2 Mrd.** Euro erzielt. Der direkte und indirekte Beschäftigungseffekt sorgt für eine Verdopplung bis 2050.

Der jährliche Effekt der **kommunalen Wertschöpfung** durch **Betriebsführung** beträgt zwischen **22 € und 215 € je kW** installierter Fernwärmeerzeugungsleistung.

### ► Ausblick

Durch eine **Übertragung** der Strategie auf **kleiner Städte** könnte eine deutlich **größere Wirkung** entfaltet werden.

## Energieträgermix Endenergie zur Wärmeversorgung der Gebäude in Berlin

- » Die Bedeutung von Öl und Gas geht zurück,
- » der Anteil Strom (inklusive Antriebsenergie für die Wärmepumpen) sowie Umweltwärme und Solarthermie steigen deutlich, Solarthermie jedoch auf niedrigem Niveau.
- » Die Fernwärme bleibt bis 2030 auf heutigem Niveau erhalten, Verluste durch Sanierungsmaßnahmen können durch Neuakquise und dezentrale Nahwärmeinseln, die in dieser Studie auch unter Fernwärme subsummiert werden, gut kompensiert werden.
- » Der Ausbau der Fernwärme konzentriert sich dabei auf Gebiete mit hoher Wärmedichte. Nach 2030 sind die Potentiale hierfür erschöpft, so dass auch die Fernwärme absolut gesehen Absatzmengen verliert.
- » Die Marktanteile der Fernwärme am Wärmemarkt steigen dagegen von heute 34% bis auf rund 55% im Jahr 2050.

Quelle: Hirschl, Bernd; Fritz Reusswig, Julika Weiß, Lars Bölling, Mark Bost, Ursula Flecken, Leilah Haag, Philipp Heiduk, Patrick Klemm, Christoph Lange, Wiebke Lass, Paul-Martin Richter, Johannes Rupp, Steven Salecki, Uwe Schwarz, Gregor Weyer, Rainer Voigt (2015): Entwurf für ein Berliner Energie- und Klimaschutzprogramm (BEK) – technischer Anhang B, Dezember 2015; im Auftrag des Landes Berlin, Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt; [http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/klima-schutz/bek\\_berlin/](http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/klima-schutz/bek_berlin/).

Gruppe	Kürzel	Beschreibung	2012	2020	2025	2030	2050
End-energie-träger-Wärme	Wärme-Öl	Endenergieverbrauch Öl zur Wärmeerzeugung im Gebäude	32 PJ/a 20%	18 PJ/a	8 PJ/a -100%	3 PJ/a	0 PJ/a 0%
	Wärme-Gas	Endenergieverbrauch Gas zur Wärmeerzeugung im Gebäude	77 PJ/a 49%	63 PJ/a	52 PJ/a -90%	36 PJ/a	8 PJ/a 13%
	Wärme-Strom	Endenergieverbrauch Strom zur Wärmeerzeugung im Gebäude	5 PJ/a 3,1%	4 PJ/a	6 PJ/a	8 PJ/a	12 PJ/a 20%
	Wärme-Wärmepumpe	Endenergieverbrauch Umwelt-/ Abwärme zur WE im Gebäude	0,4 PJ/a 0,..%	0,8 PJ/a	1,7 PJ/a	2,9 PJ/a	5,6 PJ/a 9%
	Wärme-Biomasse	Endenergieverbrauch Biomasse zur Wärmeerzeugung im Gebäude	1,1 PJ/a 0,6%	1,0 PJ/a	1,5 PJ/a	1,7 PJ/a	2,0 PJ/a 3%
	Wärme-Fernwärme	Endenergieverbrauch Fernwärme zur Wärmeerzeugung im Gebäude	42 PJ/a 27%	43 PJ/a	44 PJ/a -21%	44 PJ/a	33 PJ/a 52%
	Wärme-Solarthermie	Endenergieverbrauch Solarthermie zur Wärmeerzeugung im Gebäude	0,1 PJ/a 0,..%	0,1 PJ/a	0,3 PJ/a	0,8 PJ/a	2,7 PJ/a 4%
	Summe	Endenergieverbrauch aller Energieträger zur Wärmeerzeugung im Gebäude	157,6 PJ/a 100%		-60%		63,3 PJ/a 40%

Quelle: Hirschl, Bernd; Fritz Reusswig, Julika Weiß, Lars Bölling, Mark Bost, Ursula Flecken, Leilah Haag, Philipp Heiduk, Patrick Klemm, Christoph Lange, Wiebke Lass, Paul-Martin Richter, Johannes Rupp, Steven Salecki, Uwe Schwarz, Gregor Weyer, Rainer Voigt (2015): Entwurf für ein Berliner Energie- und Klimaschutzprogramm (BEK) – technischer Anhang B, Dezember 2015; im Auftrag des Landes Berlin, Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt; [http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/klima-schutz/bek\\_berlin/](http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/klima-schutz/bek_berlin/).

- » Einleitung – Vorstellung AGFW
- » 70 / 70 Studie – Energiewende 4.0
- » integrierte energieeffiziente Quartiersentwicklung
  - » EFRE - Förderinitiativen
  - » FW-703
  - » CO<sub>2</sub> Berechnung
  - » Wertschöpfung
- » Ausblick

- » Einleitung – Vorstellung AGFW
- » 70 / 70 Studie – Energiewende 4.0
- » **integrierte energieeffiziente Quartiersentwicklung**
  - » **EFRE - Förderinitiativen**
  - » FW-703
  - » CO<sub>2</sub> Berechnung
  - » Wertschöpfung

- » KWKG – (BAFA) Förderung von KWK und Fernwärme 
- » Marktanreizprogramm – MAP (BAFA/KFW)
- » KFW
  - » 432, 200, 201, 202, 218, 219 (energetische Stadtsanierung)
- » BMUB - Kommunalrichtlinie (Nationale Klimaschutzinitiative - IEKK)
- » EFRE
  - » Integrierte Stadtentwicklung (ISE), Nachhaltige Stadt- und Ortsentwicklung (NSE)
- » Städtebauförderung
  - » Stadtumbau Ost/West
- » Forschungsförderung
  - » Horizon 2020,
  - » eneff Wärme, eneff stadt
- » Landesförderungen



Auf Vorgaben achten: Beihilferegulung, Nicht-Rentierliche Kosten sowie Vorgaben wie: Diesen Zuschuß gewähre ich ausdrücklich zusätzlich .... Siehe KWKG

## Stand der EFRE-Förderung

- eingegangen sind 26 Anträge von 23 Städten
- beantragtes Mittelvolumen: 178 Mio. EUR
- Schwerpunkt der Projekte liegt im Bereich der Reduzierung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes im Stadtquartier
- jedes eingereichte IHK beinhaltet mindestens ein Projekt zum Ausbau eines Fernwärmenetzes
- zur Berechnung der Reduzierung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes wurde FW 703 entwickelt

- » Einleitung – Vorstellung AGFW
- » 70 / 70 Studie – Energiewende 4.0
- » integrierte energieeffiziente Quartiersentwicklung
  - » EFRE - Förderinitiativen
  - » **FW-703**
  - » CO<sub>2</sub> Berechnung
  - » Wertschöpfung

## Häufig gestellte Fragen zur EFRE-Förderung „Nachhaltige Stadt- und Ortsentwicklung“ (EFRE-NSE) im Förderschwerpunkt „Effiziente Stadt“

- Stand: 15.01.2016 -

### ThStBauFR, Ziff. 30.1.8:

„Die **Einsparungen beim CO<sub>2</sub>-Ausstoß** bzw. die zusätzlichen Kapazitäten der Energieerzeugung aus erneuerbaren Quellen **sind** bei allen energetischen Maßnahmen **in geeigneter Weise nachzuweisen** (allgemein anerkannte Regeln der Technik).“

Frage: Welche Verfahren entsprechen derzeit den „allgemein anerkannten Regeln der Technik

Antwort: Als anerkannte Regeln zur Berechnung der CO<sub>2</sub>-Einsparung und zur Ermittlung der nicht rentierlichen Kosten gelten u.a. die von dem AGFW Der Effizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e.V. im AGFW Arbeitsblatt FW703 (siehe unter [www.fw703.de](http://www.fw703.de)) in der jeweils gültigen Fassung enthaltenen Grundlagen und Rechenmethoden. Die Berechnungen sind vor der Einreichung des Fördermittelantrags durch den Dienstleister des TMIL, die Thüringer Energie- und GreenTech-Agentur, zu bestätigen.

## Wesentliche Punkte:

- » Objektiviertes, transparentes und praxistaugliches Verfahren  
*(Stand der Technik)*
- » Höhe der unrentierlichen Kosten als Nachweis der Wirtschaftlichkeitslücke  
*(AGVO)*
- » CO<sub>2</sub>-Einsparung  
*(FW309T6)*
- » Effizienzkriteriums der Fernwärmesysteme  
*(RICHTLINIE 2012/27/EU Artikel 14)*
- » KWK-Hocheffizienzkriteriums  
*(RICHTLINIE 2012/27/EU Artikel 14 auf Basis der AGFW FW 308)*

## Arbeitsblatt AGFW FW 703

### Berechnungsverfahren zum Nachweis der unrentierlichen Kosten

Calculation method for evidencing uneconomical costs

August 2015

- » Einleitung – Vorstellung AGFW
- » 70 / 70 Studie – Energiewende 4.0
- » integrierte energieeffiziente Quartiersentwicklung
  - » EFRE - Förderinitiativen
  - » FW-703
  - » **CO<sub>2</sub> Berechnung**
  - » Wertschöpfung
- » Ausblick

Braucht eine Stadt spezifische CO<sub>2</sub>-Faktoren für das örtliche KWK-System?

- Bei einer gesamtstädtischen CO<sub>2</sub>-Bilanzierung nicht.

### **ABER:**

- Die aktuelle Stadtentwicklungspolitik orientiert sich in Ihrer Kulisse, d. h. an den Ebenen Quartier und Gebäude.
- Sie misst den Erfolg (unter anderem) an der CO<sub>2</sub>-Bilanz von Maßnahmen.
- Der Nachweis der CO<sub>2</sub>-Einsparung ist Grundlage für die Vergabe von Fördermitteln!
- ohne spezifischen CO<sub>2</sub>-Faktor => kein Nachweis => keine Förderung
- Bei KWK: **Viele spezifische CO<sub>2</sub>-Faktoren für Strom und Fernwärme möglich.**

- » Kalorische Methode, auch energetische Methode
- » Arbeitswertmethode, auch Stromverlustmethode
- » **Exergetische Methode, auch Carnot-Methode – FW 309 T6**
- » Dresdner Methode
- » Exergieverlustmethode
- » Restwertmethode, auch Gutschriftenmethode
- » Substitutionsmethode, auch Brennstoffmehrbedarfsmethode
- » Finnische Methode
- » Alles auf Wärme/ alles auf Strom
- » Produktpreismethode

Spez. CO<sub>2</sub>-Emissionen Wärme

Beispiel: Umrüstung Öl auf ....

... **Wärmepumpe**

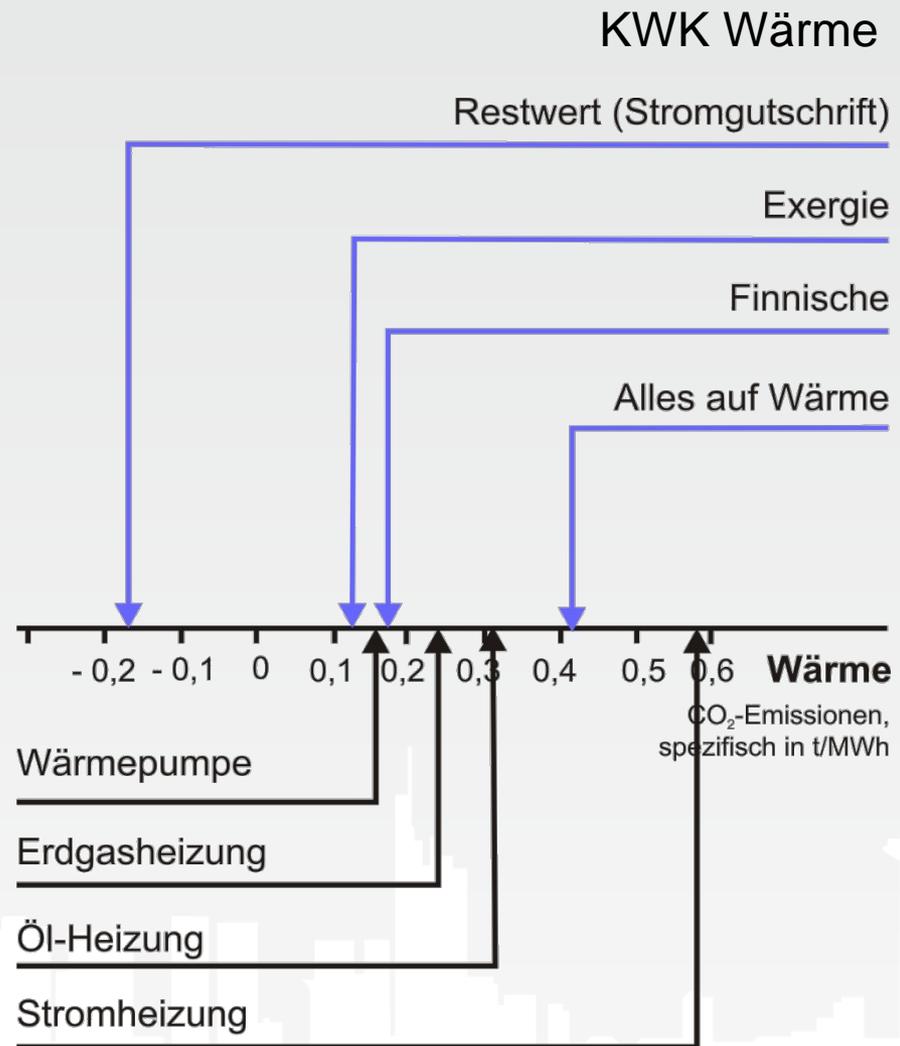
49% CO<sub>2</sub>-Einsparung

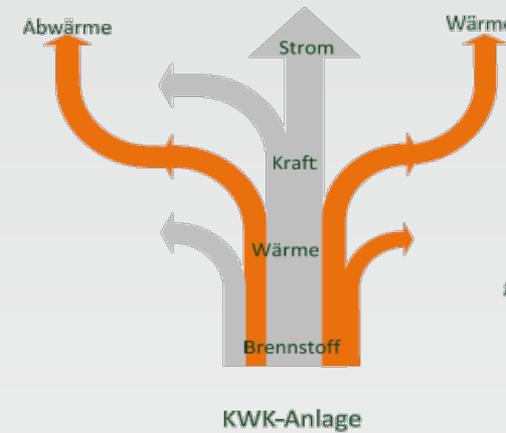
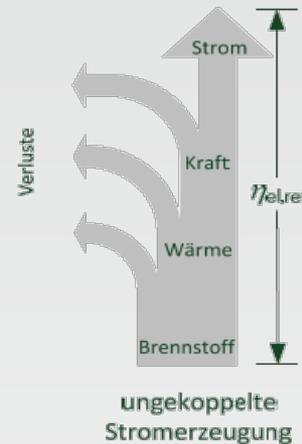
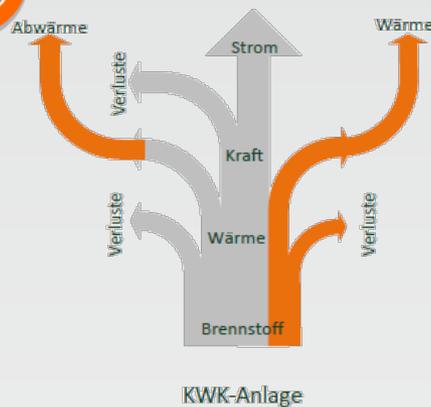
... **KWK-Fernwärme**

Das Spektrum liegt zwischen  
100% und –80% CO<sub>2</sub>-Einsparung.

(Je nach Allokationsverfahren).

56% nach Exergie.

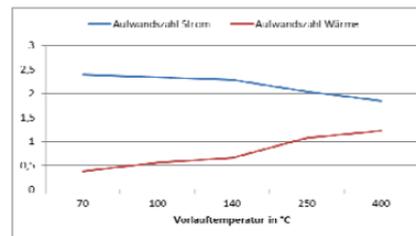
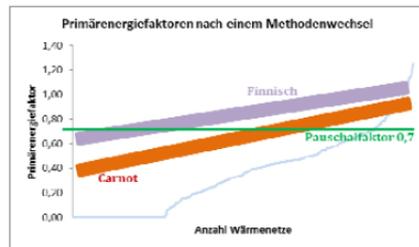
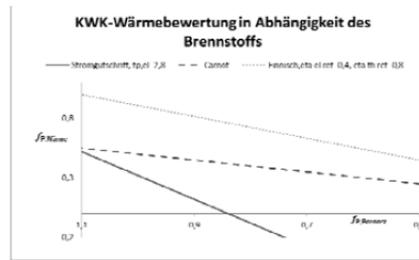
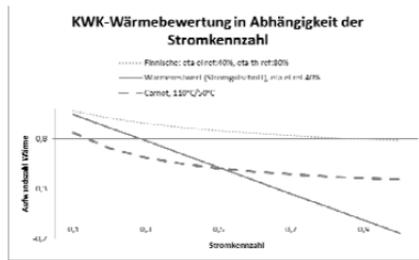
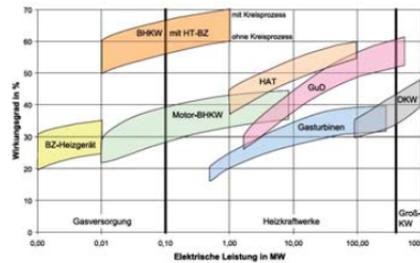




- » In einer thermischen Stromerzeugung-Anlage wird zunächst Brennstoff in Wärme umgewandelt, dann die Wärme in Kraft und schließlich Kraft in Strom. Beim Umwandlungsprozess von Wärme in Kraft muss immer ein Teil der Wärme als nicht vermeidbare Abwärme aus dem Prozess abgeführt werden.
  - » KWK heißt diese Abwärme nutzbar zu machen, z.B. durch Nachschaltung eines Abhitzekeessels bei einer Gasturbine oder Entnahme des Dampfes aus einer Dampfturbine auf einem etwas höheren Temperaturniveau.
- Bei den meisten KWK-Technologien besteht die ausgekoppelte Wärme aus zwei Teilen:
- » 1. die Abwärme die bei der Umwandlung von Wärme in Kraft unvermeidbar anfällt und
  - » 2. die Ergänzungswärme um die unvermeidbare Abwärme nutzbar zu machen.
  - » Teil 1 hängt also ursächlich mit der Stromerzeugung zusammen,
  - » Teil 2 mit der Wärmeerzeugung.
  - » Wie geht nun die Finnische Methode mit diesem Umstand um? ➔ Gar nicht.
  - » Die unvermeidbare Abwärme des Stromerzeugungsprozesses wird ebenfalls der Wärmeerzeugung angerechnet.

## Faktenblatt KWK-Bewertung

### Stromgutschrift, Carnot, Finnisch



### ACHTHEMA

#### Energiwirtschaft

#### KWK-Bewertung

### Wer versteht die Finnische Methode?

Zur Bewertung der Effizienz der beiden KWK-Produkte Strom und Wärme stehen verschiedene Allokationsmethoden zur Verfügung. Die Wahl der Methode hängt stets vom Zweck der Bewertung ab. Eine dieser Methoden ist die Finnische Methode, die in einigen Regelbereichen angewendet wird. Um den Anwender von Allokationsmethoden in die Lage zu versetzen, eine begründbare und fundierte Methodenauswahl zu treffen, ist es notwendig die Unterschiede zwischen den Methoden zu kennen. Dabei sind die unterschiedlichen mathematischen Formeln nur der augenscheinlichste Aspekt. Um eine Methode wirklich zu verstehen, ist es notwendig, hinter die Formel zu schauen und zu überprüfen, wie die Mathematik die gebaute Realität abbildet. Dies soll dieser Beitrag für die Finnische Methode leisten.

#### Was macht die Finnische Methode?

Sie ist die einzige Methode, die zwei externe Referenzsysteme bzw. Referenzzirkulationsgrade benötigt: den der getrennten Stromerzeugung und den der getrennten Wärmeerzeugung. Der KWK-Strom wird durch den elektrischen Nutzungsgrad der getrennten Erzeugung geteilt, um einen strombedingten Brennstoffeinsatz zu erhalten. Die KWK-Wärme wird durch den thermischen Nutzungsgrad der getrennten Erzeugung geteilt, um einen wärmebedingten Brennstoffeinsatz zu erhalten (siehe Zähler in Gleichung 3). Anschließend wird dieser Brennstoffeinsatz um die Brennstoffspartung der KWK-Anlage verringert. Dies ist die Funktion des Nenners in Gleichung 3. Im Bspetitel werden 40 % für den elektrischen Referenzzirkulationsgrad angenommen und 30 % für den thermischen Referenzzirkulationsgrad (Bild 1).

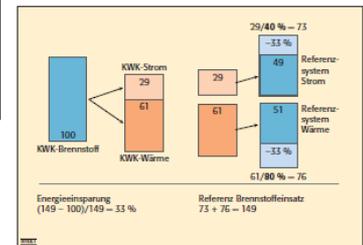
Die Finnische Methode gleicht demnach mathematisch den Energieeinsatz der Referenzsysteme an den Energieeinsatz der KWK an. Das Ergebnis beschreibt somit vielmehr die Wahl der Referenzsysteme als die Eigenschaften der KWK-Anlage. Die Finnische Methode darf nur auf den reinen KWK-Prozess angewendet werden, d. h. ungekoppelt erzeugte Wärme z. B. aus Gasturbinenabtriebswellen mit Zusatzheizung und ungekoppelt erzeugter Strom aus z. B. Entnahmekonden-

**Formeln**

$$W_{G1} = W_{KWK} \cdot (1 - FEE) \cdot \frac{\eta_{Strom}}{\eta_{el,ref}} \quad (1)$$

$$W_{G2} = W_{KWK} \cdot \frac{\eta_{Wärme}}{\eta_{th,ref}} \cdot \frac{\eta_{Strom}}{\eta_{el,ref}} \quad (2)$$

$$W_{G3} = W_{KWK} \cdot \frac{Q_{KWK}}{Q_{Strom} + E_{KWK}} \cdot \frac{\eta_{Strom}}{\eta_{el,ref}} \quad (3)$$

$$\eta_{Strom+KWK} = \eta_{Brennstoff} + \gamma \cdot \eta_{el,ref} \quad (4)$$


Dipl.-Ing. Boris Lubinski, Referent Technik und Normung, AGFW. Der Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e. V., Frankfurt am Main.

Bild 1. Berechnungsbeispiel

## Spez. CO<sub>2</sub>-Emissionen (Zusammenfassung)

Für die CO<sub>2</sub>-Bilanzierung von Stadtentwicklungsprozessen im Quartier wird benötigt:

Eine plausible, öffentlich vermittelbare, physikalisch belastbare, leicht zu handhabende, von äußeren Rahmen **unabhängige** Allokationsmethode als Basis für die Berechnung der wärmeseitig **und stromseitig** möglichen CO<sub>2</sub>-Einsparungen.

Die Exergetische Allokation kommt diesen Zielstellungen sehr nah.

- » Einleitung – Vorstellung AGFW
- » 70 / 70 Studie – Energiewende 4.0
- » integrierte energieeffiziente Quartiersentwicklung
  - » EFRE - Förderinitiativen
  - » FW-703
  - » CO<sub>2</sub> Berechnung
  - » **Wertschöpfung**
- » Ausblick

## Ziele

- » Grundlagen für kommunale Entscheidungsträger in der Umsetzung der IEKK / INSEK
- » Grundlage zur Abschätzung, Beurteilung und Maßnahmenumsetzung für Entscheidungsträger im KWK- Fernwärmebereich

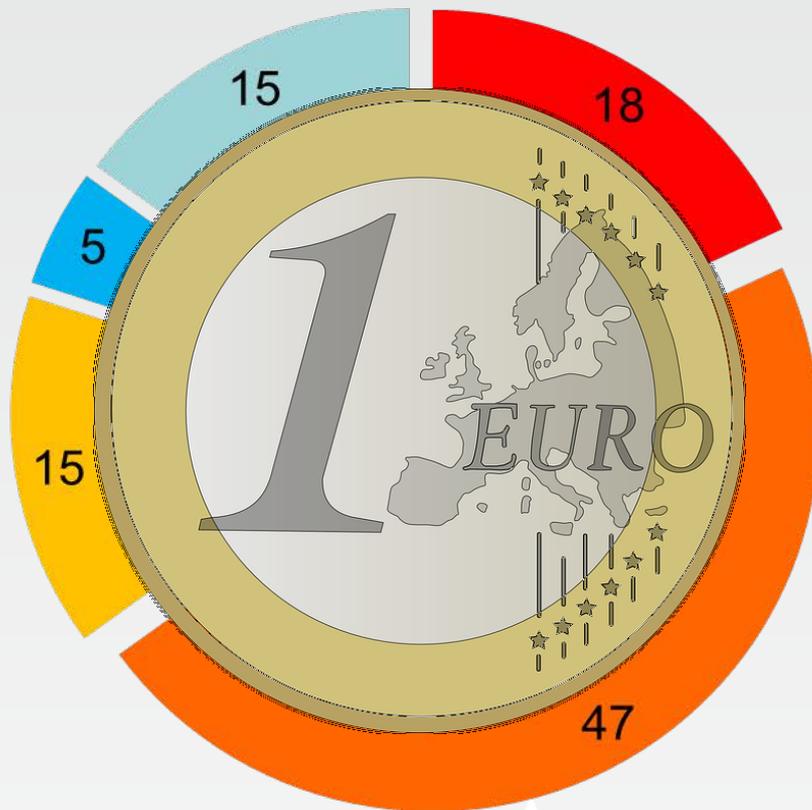
## Teilziele

- » Abwägungsprozess Quartiersebene nach Parametern
- » Förderung
- » Transparente Entscheidungsprozesse

## Zentrale Ergebnisse:

- » Wertschöpfung der Investition absolut und im Vergleich
- » Wertschöpfung im Betrieb
- » Arbeitsplatzeffekte

## Wertschöpfung



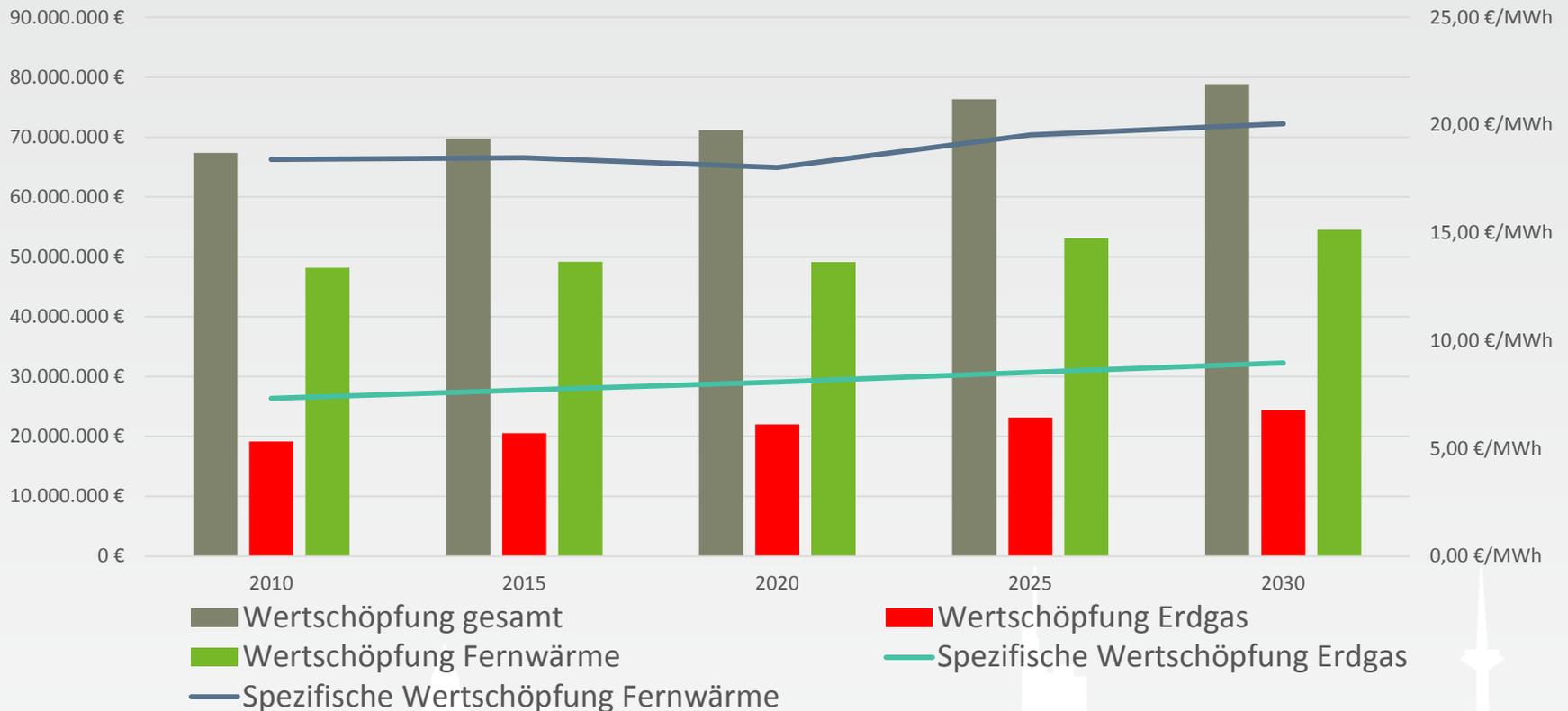
- Primärenergie Versorger
- Aufträge Versorger
- Wertschöpfung Gemeinde
- Wertschöpfung Kreis
- Wertschöpfung außerhalb

Von Jedem € den der Kunde zahlt, halten der kommunale Versorger 80 cent in der Stadt/Kommune bzw. 85 cent im Kreis und der Kommune

<b>Strom vom ...</b>	Kommune
Kommunaler Versorger	15 Cent
Überregionaler Versorger	5 Cent
<b>Wärme aus ...</b>	
Fernwärme	80 Cent
Gas komm. Vers.	20 Cent
Gas überreg. Vers.	5 Cent
Heizöl Mineralölhandel	6 Cent

## Fernwärme und Erdgas im 50:50 Szenario

### Absolute und spezifische Wertschöpfung



» Spezifische Wertschöpfung (bezogen auf Wärmearbeit) ist bei Fernwärme mehr als doppelt so hoch als bei Erdgas-Objektversorgung (bei gleichen Anteilen an der Wärmeversorgung)

# Grundlagen für die effiziente und nachhaltige Wärmeversorgung der Städte und Gemeinden

- » Klimaveränderung/ -anpassungsstrategie und ihre Auswirkungen auf den Wärme-/ Kältemarkt  
→ Basis Umwelt
- » Demografie – Kenndaten und Handlungsoptionen  
→ Basis Mensch
- » Wärmetechnische Versorgung von Siedlungsgebieten  
→ Konzepte - Technik/wirtschaftliche Grundlagen - Umsetzung
- » Kommunen und Versorger als Partner der energie- und kosteneffizienten Stadtentwicklung  
→ Prozesse und Schnittstellen



## Internationaler Städtetkongress - „District Energy in Cities“

Fernwärme als tragende Säule für  
 die Umsetzung der Energiewende in  
 den Städten Europas

20.-21. April 2016  
 in Frankfurt am Main

In Kooperation mit

STADT  FRANKFURT AM MAIN  
 Energiereferat > Die kommunale Klimaschutzagentur

[www.agfw.de](http://www.agfw.de)

## Themen im Überblick

Unter anderem mit:

- » Dr. Petra Roth, Schloß Ettersburg Stiftung
- » S. Djaheezah, UN-EP, Paris
- » E. Hoss, EU - DG Energy, Brüssel
- » M. Groß, MdB, Berlin
- » H. Telksdorf, BMWI, Berlin
- » Dr. K. Pöhler, KfW, Berlin
- » M. Köppl, SMI, Dresden,
- » Dr. Mager, HMWEVL, Wiesbaden
- » M. Roos, DWD, Offenbach
- » Prof. M. Koziol, BTU, Cottbus
- » Dr. Blesl, IER, Stuttgart
- » W. Fiebig, Energiereferat Stadt Frankfurt
- » A. Graf, HR-CvD, Frankfurt/MN
- » Dr. S. Robbi, AIT, Wien
- » T. Gautschi, A+W, Zürich
- » Erfurt, Chemnitz, Malmö, Heidelberg, Köln,  
 Göteborg, ...

# 22. Internationale Fachmesse und Kongress für Wärme, Kälte und KWK **19.-21. April 2016** Messe Frankfurt

[www.eneff-messe.de](http://www.eneff-messe.de)

WÄRME

KÄLTE

KWK



**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit  
Dipl.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing. Harald Rapp**

**Kontaktaten für weitere Informationen,  
Materialien  
und den Vortrag:**

**AGFW | Der Energieeffizienzverband für  
Wärme, Kälte und KWK e. V.**

**Stresemannallee 30  
60596 Frankfurt/Main  
Tel.: +49 69 6304-418  
Fax: +49 69 6304-391  
E-Mail: [h.rapp@agfw.de](mailto:h.rapp@agfw.de)  
Internet: <http://www.agfw.de>**

# darum fernwärme ...

denn sie ist bequem  
und frisst wenig Mäuse.

**fernwärme**   
rein ins haus.



[www.fernwaerme-info.eu](http://www.fernwaerme-info.eu)