



Umsetzung von LowEx-Technologien im Rahmen der EnEff:Stadt-Vorhaben

R. Jank, Volkswohnung Karlsruhe GmbH



Kassel, 29.10.09

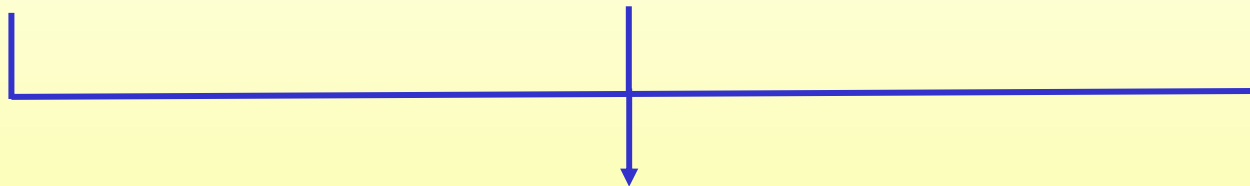


„Eneff:Stadt“ – neues Programm des BMWi für die Entwicklung und Umsetzung innovativer Maßnahmen in Städten

 **EnOB**
Forschung für
Energieoptimiertes Bauen

 **LowEx**
Forschung für
Energieoptimiertes Bauen

 **EnEff:Wärme**
Forschung für
energieeffiziente Wärme- und Kältenetze



 **EnEff:Stadt**
Forschung für
die energieeffiziente Stadt

→ langfristiges Ziel:
PE-Einsatz *im Quartier*
um 30 – 50 %
reduzieren



(1) Förderung von Pilotprojekten:

- Stadtviertel/Quartiere
- Umsetzung von Projekten im Rahmen eines bestehenden Gesamtkonzeptes

(2) F&E-Förderung:

- Erprobung von techn. Innovationen
- Planungswerkzeuge
- Evaluierungswerkzeuge

(3) Begleitforschung:

- Evaluierung von Projektvorschlägen
- Evaluierung der Ergebnisse
- Know how – Transfer
(www.eneff-stadt.info / BINE, Workshops, Veröffentlichungen, IEA)
- Entwicklungsbedarf
- „Quartiers-ECA“

Auswahlkriterien:

- integrierter Ansatz
- Anwendung technischer Innovationen
- Übertragbarkeit
- Einbeziehung der örtlichen Verwaltung
- Effizienzverbesserung > 30 %



EnEff:Stadt – Programm:

- **31 Skizzen / Anträge 2008 – 2009**
- **4 Projekte laufen**
- **5 Anträge positiv entschieden**
- **13 abgelehnt**
- **10 Skizzen / Anträge in Bearbeitung**



4 laufende Projekte:



Ökologische Siedlungsentwicklung KS-Oberzwehren

innerstädtische Verdichtung durch Neubauten (ca. 100 WE)
optimale Abstimmung von Niedrigenergiebauweise mit
Niedrigexergieversorgung, Fernwärme-Rücklaufnutzung,
T-Absenkung im Gebäude, Bereitstellung von Kühlung;
gezielte LowEx-Ansätze

(1)

→ Stadt Kassel (Konzeptentwicklung), IBP

(2)

CO₂-neutrale Sanierung Wohnanlage München-Haidhausen (123 WE)

maximale Bedarfsreduzierung, Rest-Abdeckung Grundwasser / Solarthermie
Einsatz von VIP an allen Hüllflächen; WILO/GeniAx, keine mechan. Lüftung
laufende Betriebsoptimierung

→ GWG München (Bauherr), IBP / Ebert Ing.

„Nullenergiestadt Bad Aibling“: Konversionsgebiet, ca. 300 WE / Mischn.

Zielsetzung: Erprobung innovativer Sanierungsstrategien,
Mix aus erneuerbaren Energien (Solar, Biomasse)
Nutzung eines vorhandenen PV-Netzes;
Erprobung neuer Planungsansätze (integrierte Energiemodelle)

(3)

→ B&O Wohnungswirtschaft GmbH München;
RK-Stuttgart, GEF Leimen



... ein
F&E-Projekt
des
BMW / PtJ

www.eneff-stadt.info

und
„Zukunftsfähige
Sanierung von
Großwohnsiedlungen“
(BMVBS)

0,25 km², 2.500 Einwohner, ~ 1.300 Wohnungen
85.000 m² Wohnfläche, 9.000 m² öffentl./Handel/DL
GFZ 0,48 m²/m² (Wohnber.)

Investor:

Volkswohnung Karlsruhe GmbH
(Eigentümer von 82 %
der Nutzfläche)



**Heilbronner Str. 19
(nach Sanierung, mit Solarkollektoren)**



**Mannheimer Str. 23
(vor Sanierung)**



**Heilbronner Str. 33-37
(vor Sanierung)**



**Forststr. 7
(nach Sanierung,
mit Solarkollektoren)**



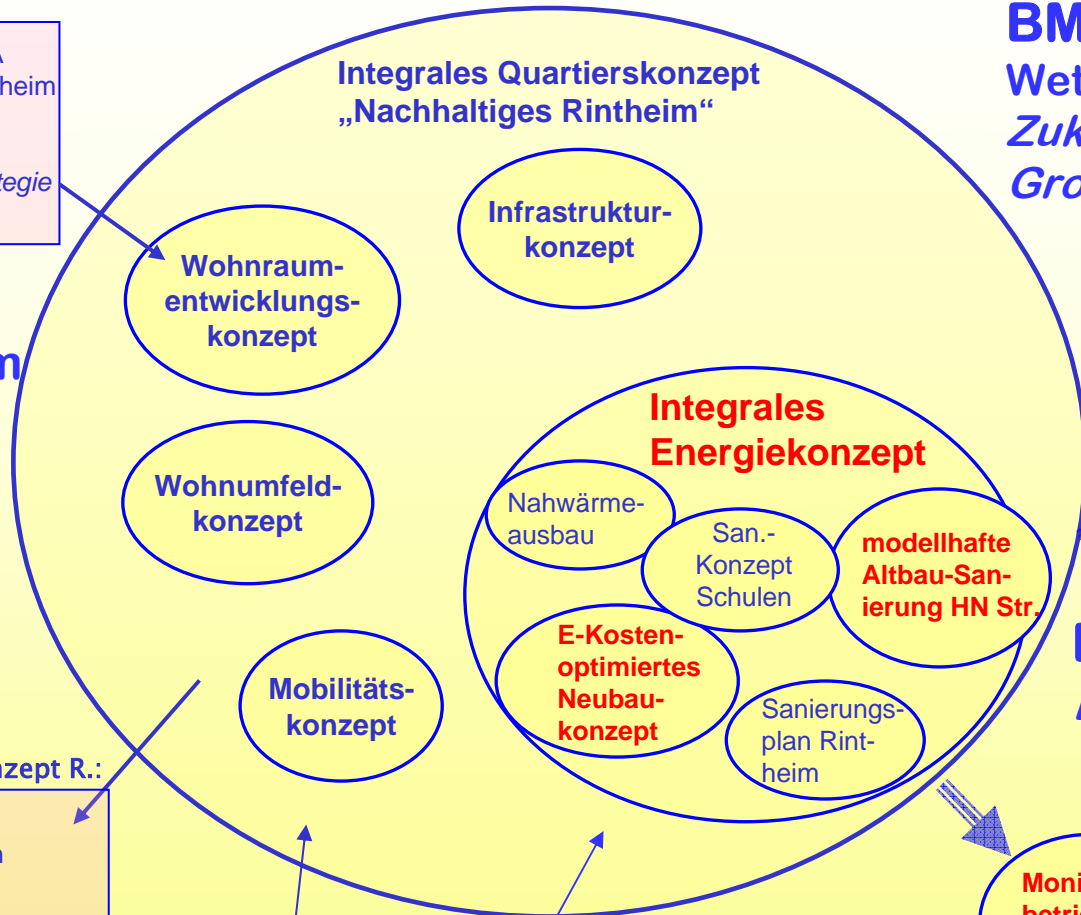
F+ B:

- Wohnungsmarktanalyse KA
- Wohnungsanalyse Qu. Rintheim
- Sozialstruktur Rintheim
- Mieteranalyse Rintheim
- Brainstorming *Zukunftsstrategie Quartier Rintheim / VoWo*

Förderprogramm „Soziale Stadt“

Langfristiges Quartierskonzept R.:

- Wohnraumplan
- Sanierungs- u. Neubauplan
- Infrastrukturplan
- Mobilitätsoptimierung
- städtebauliche Gesamtentwicklung
- Umsetzungsstrategie



Integrales Quartierskonzept „Nachhaltiges Rintheim“

Infrastrukturkonzept

Wohnraumentwicklungskonzept

Wohnumfeldkonzept

Mobilitätskonzept

Integrales Energiekonzept

Nahwärmeausbau

San.-Konzept Schulen

modellhafte Altbau-Sanierung HN Str.

E-Kostenoptimiertes Neubau-konzept

Sanierungsplan Rintheim

Monitoring + betriebliche Optimierung

BMVBS:
Wettbewerb
Zukunftsfähige Groß-Wohnsiedlung

messtechn. Begleitprogr.

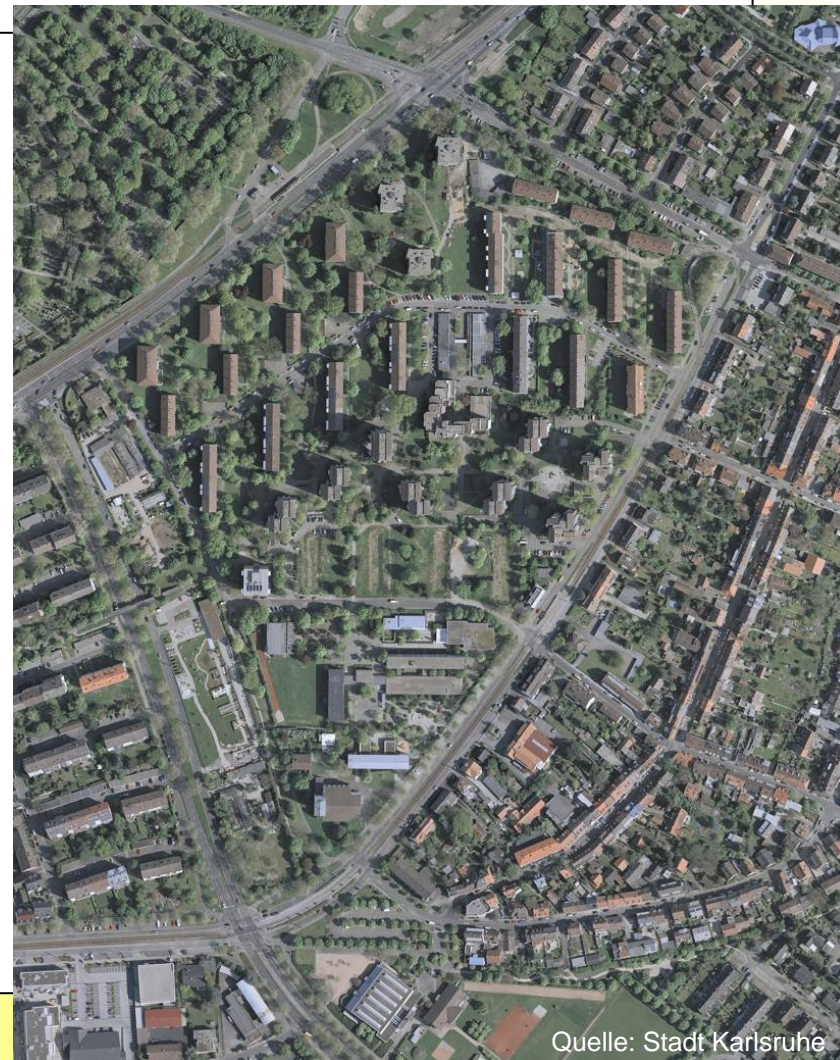
BMW:
EnEff:Stadt

- Bearbeitung Volkswohnung
- Einbeziehung externer Unterstützung

EU-Projekt
„Intelligentes Metering und Nutzerbeeinflussung“

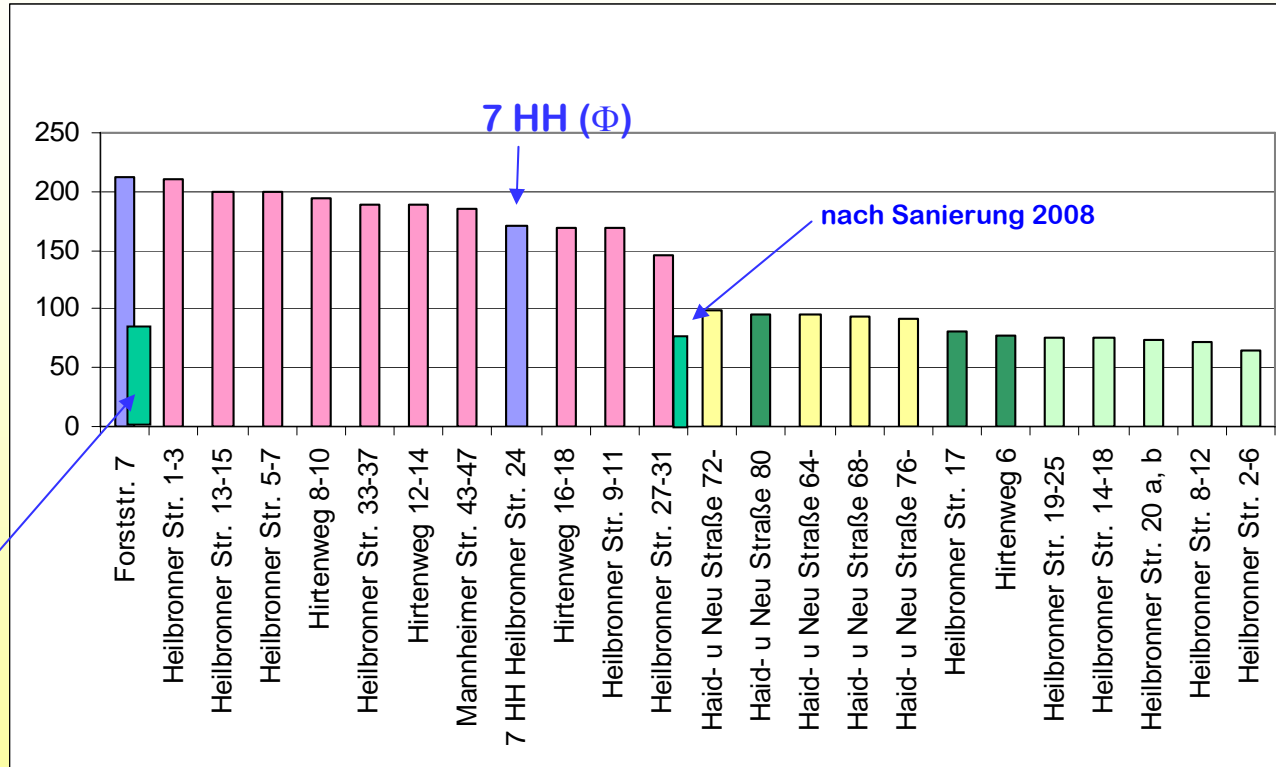
Energieeffizientes Quartier KA-Rintheim: Ziele

- **Systemoptimierung unter Berücksichtigung von E-Bedarf, E-Bereitstellung, Exergie**
- **Entwicklung / Nutzung neuer Planungsverfahren → F&E**
- **Mischung aus konservativen und innovativen Technologien → F&E**
- **messtechnische Begleitung (RWTH Aachen, FHS Karlsruhe) → F&E**
- **E-Controlling / Betriebs-Optimierung**
- **Auswertung der praktischen Erfahrungen für zukünftige Maßnahmen → F&E**





Gemessener mittlerer spezif. Energieverbrauch: [kWh/(m²·a)] 2003-2006 (Heizung / WW)



Forststr. 7
nach
Sanierung
2008

- year of construction: 1954/55, no retrofit, 4-5 floors, individual heating systems
- 1974, no retrofit, 12 floors, gas central heating
- 1954, partial retrofit, 4 floors, gas central heating
- 1956, partial retrofit, 9 floors, gas central heating
- 1955, refurbished, 4 floors, gas central heating, solar collectors for DHW

- 30 Gebäude:**
- 16 unsaniert
 - 7 teilw. saniert
 - 7 vollsaniert



KA-Rintheim
Forststr. 7

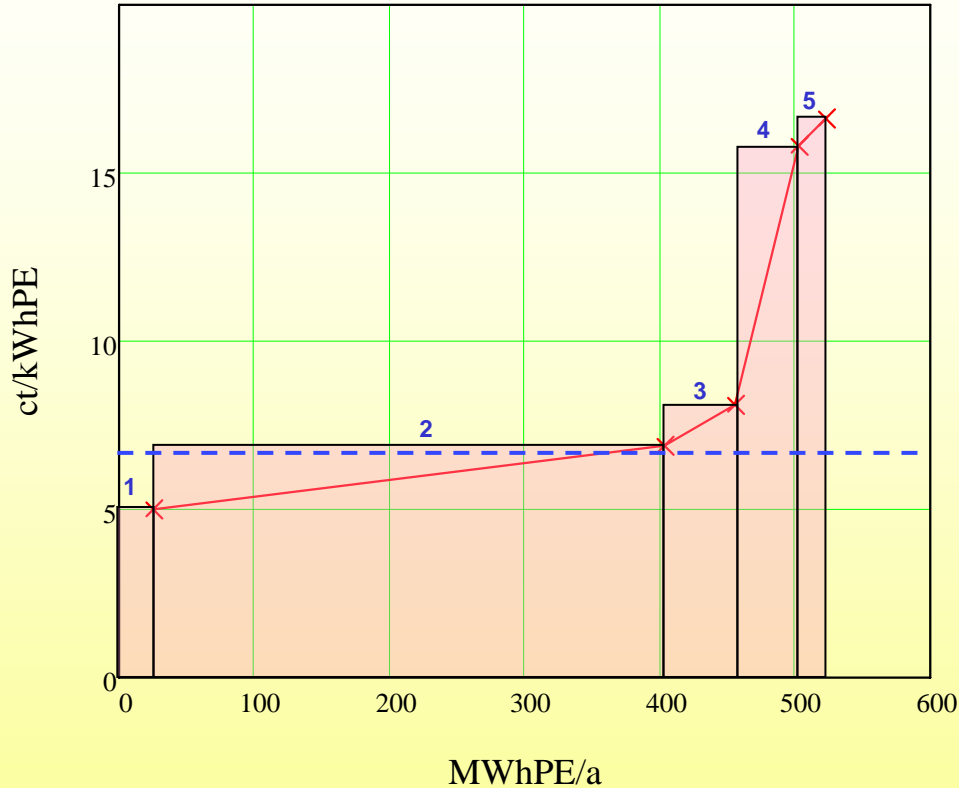




→ „Vogelschlag“!



Einsparpotential/Kosten-Kurve



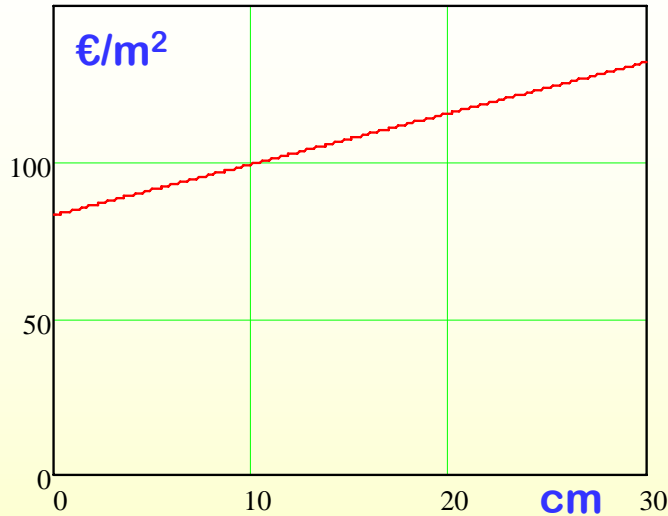
Kosten/Nutzenverhältnis Einsparmaßnahmen Beispielgebäude:

- 1: NW-Ltg. sanieren
60 m; 17 → 4 %
- 2: Hülle sanieren
165 €/m²; 165 → 52 kWh/m²
- 3: Kessel-Austausch: BWT
- 4: Einzelraumregelung
52 → 35 kWh/m²
- 5: Solarkollektoren
32 m²; 400 kWh/m², 1.300 €/m²

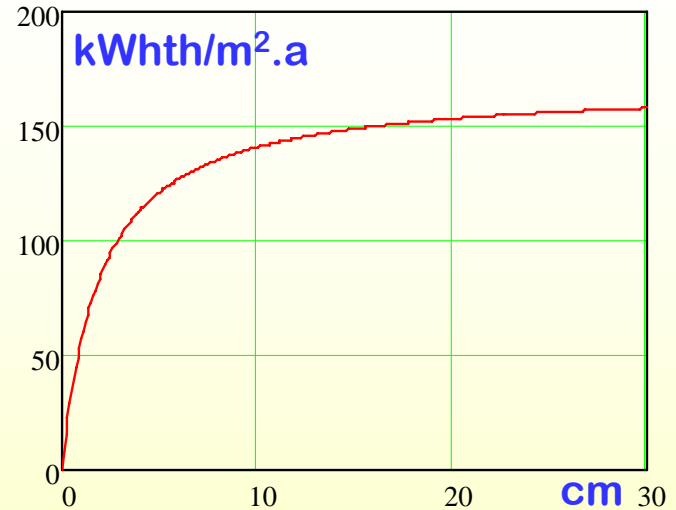
spezif. Einsparkosten der Wärmedämmung?



WDV-Kosten (€/m²)



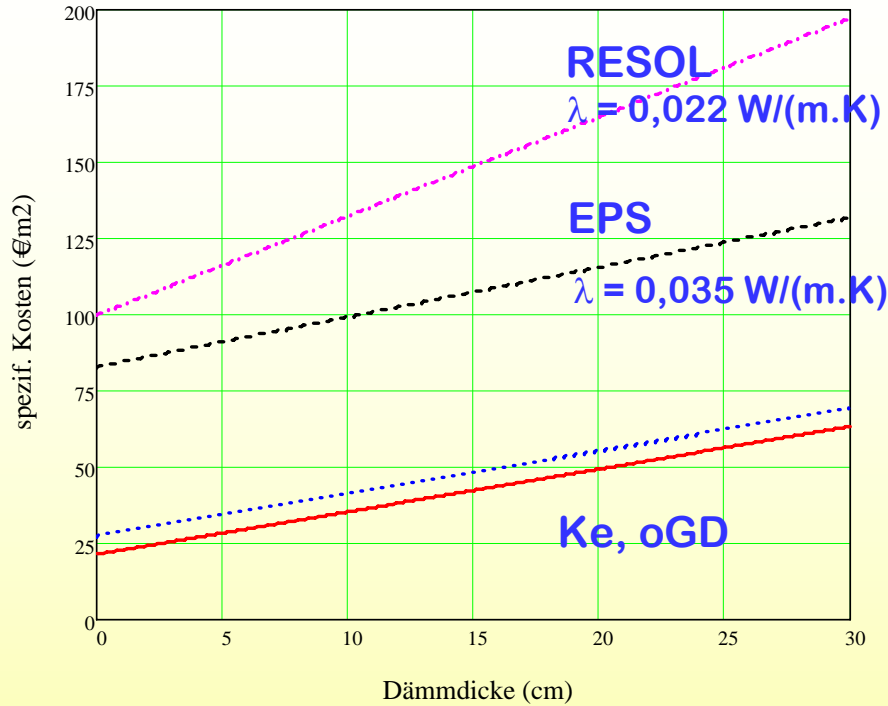
E-Einsparung (kWhth/(m².a))



Abschreibung 40, 20 und 15 Jahre

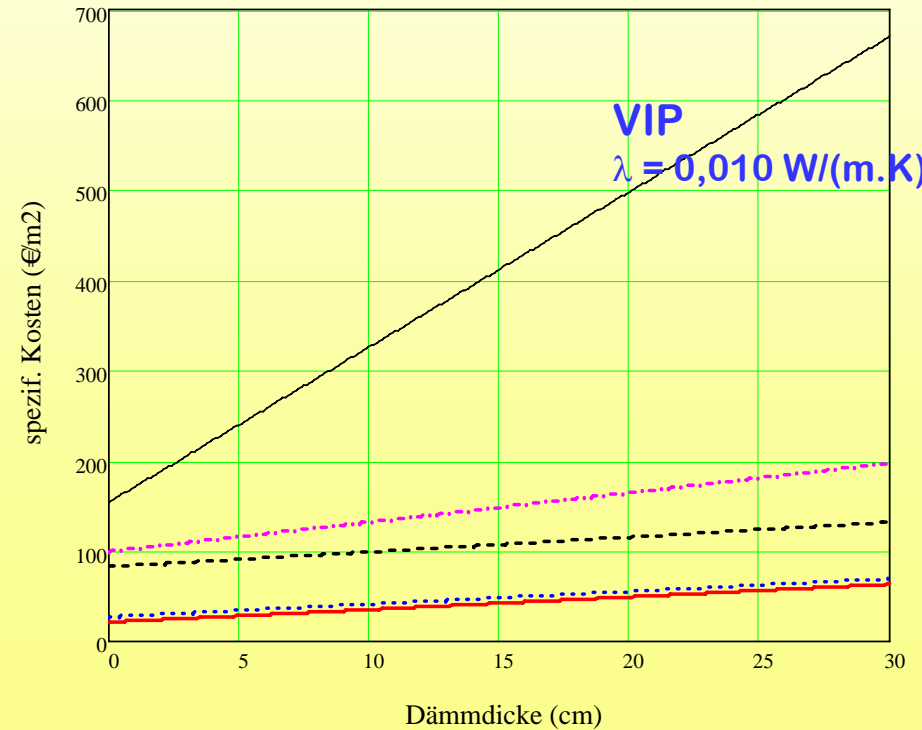
$$e(d) := \frac{1000(k \cdot d + F) \cdot a}{24 \cdot Gt_o \cdot \left[\frac{1}{R_o} - \frac{1}{\left(R_o + \frac{d}{\lambda} \right)} \right]} \cdot \eta_{Ks} \quad [\text{ct/kWhth}]$$





Vollkosten der nachträglichen Wärmedämmung:

- Außenwand (EPS, RESOL, VIP)
- Kellerdecke
- oGD



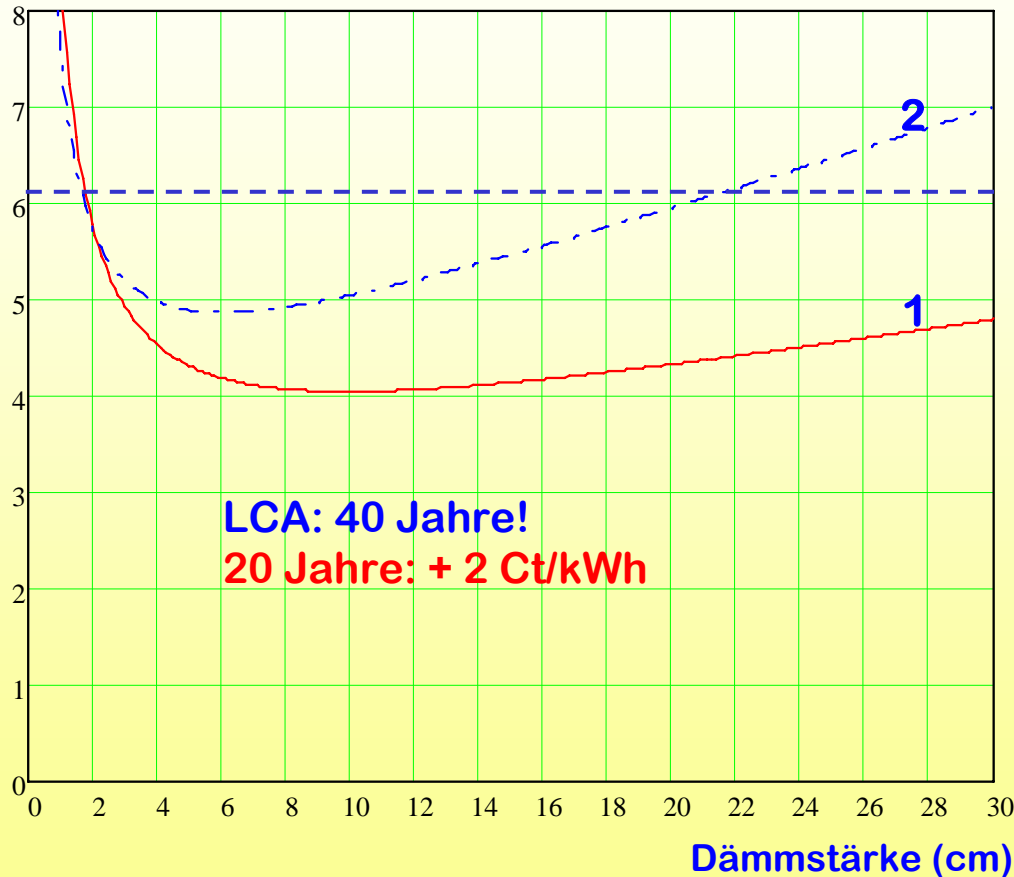


wirtschaftl. Optimum der Dämmstärke?

Einsparkosten (Ct/kWhth) → $GT_{KA} = 3.000 \text{ Kd}$

ct/kWhth

Vergleich EPS / RESOL (LCA)



- 1: EPS: $\lambda = 0,035 \text{ W/m.K}$
- 2: RESOL: $\lambda = 0,022 \text{ W/m.K}$

← heutiger Energiepreis

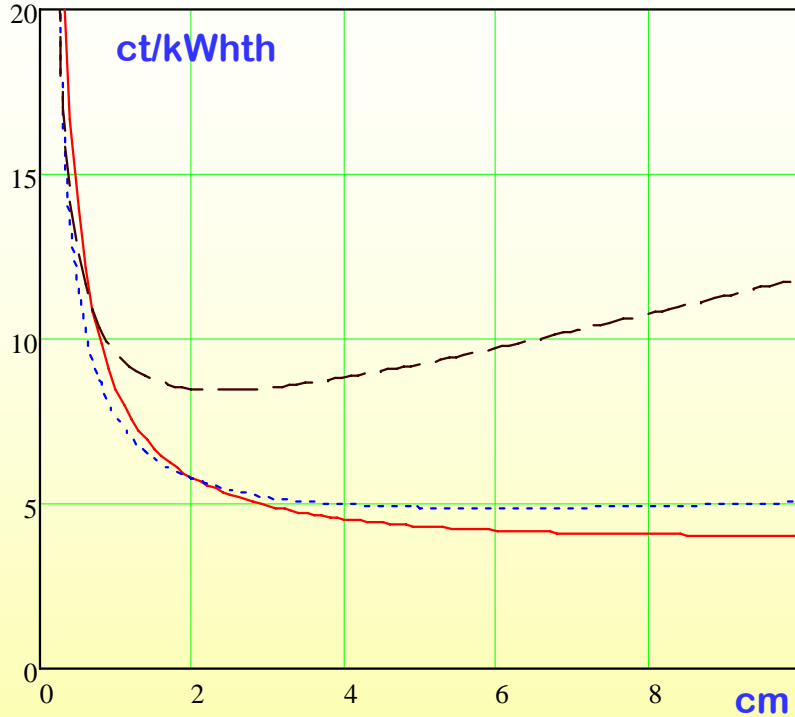
**U-Wert Wand beim Kosten-Minimum:
0,20 W/(m².K) in beiden Fällen**

$$e(d) = \frac{1000}{24} \cdot \frac{(k \cdot d + D) \cdot a}{Gt \cdot (U_o - U(d))} \cdot 100$$

[$\chi\tau/\kappa\omega\eta\tau\eta$]

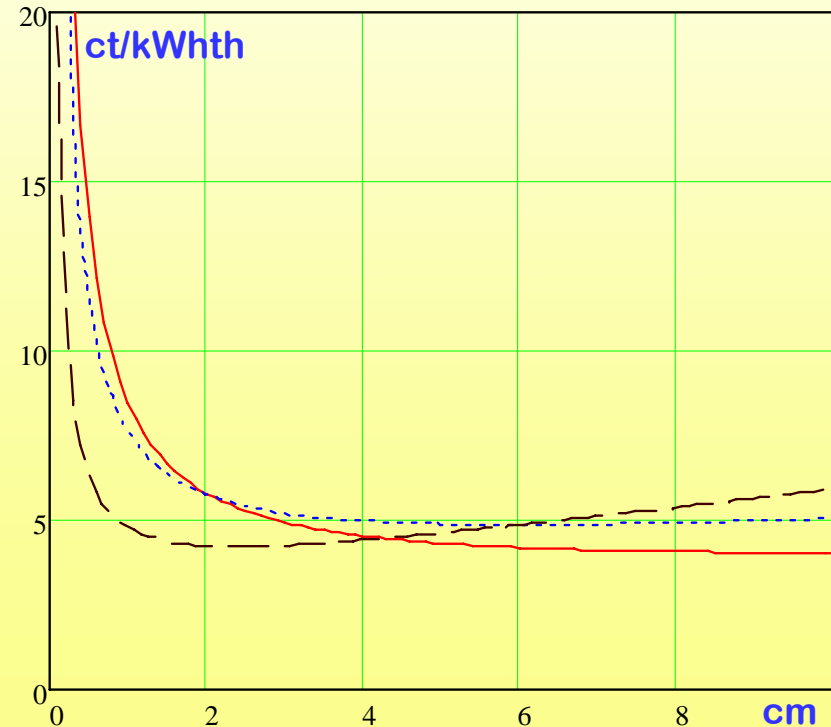


Vergleich EPS, RESOL, VIP



Einsparkosten als Funktion der Dämmdicke
EPS, RESOL, VIP (Variotec)
(LCA!)

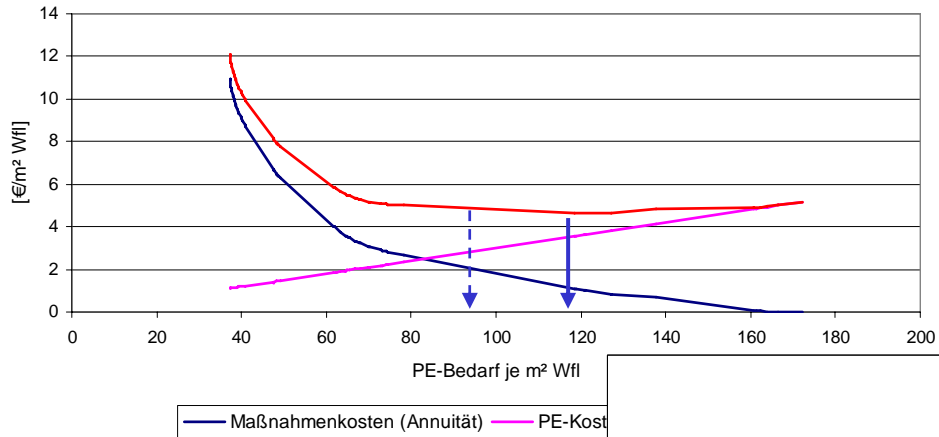
Vergleich EPS, RESOL, VIP



... mit 50%-
Förderung VIP



Kosten je m² Wfl.



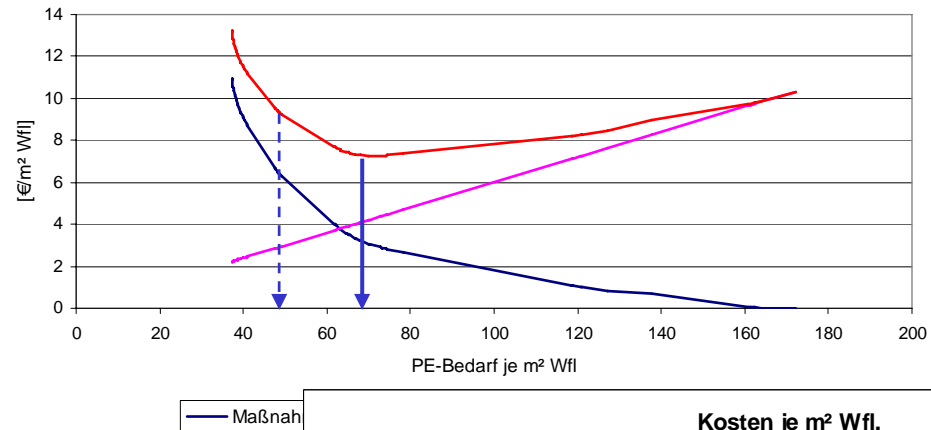
30 €/MWhPE

„V_ROM“
Optimierungsmodus
für die Sanierung
von MFH der VoWo

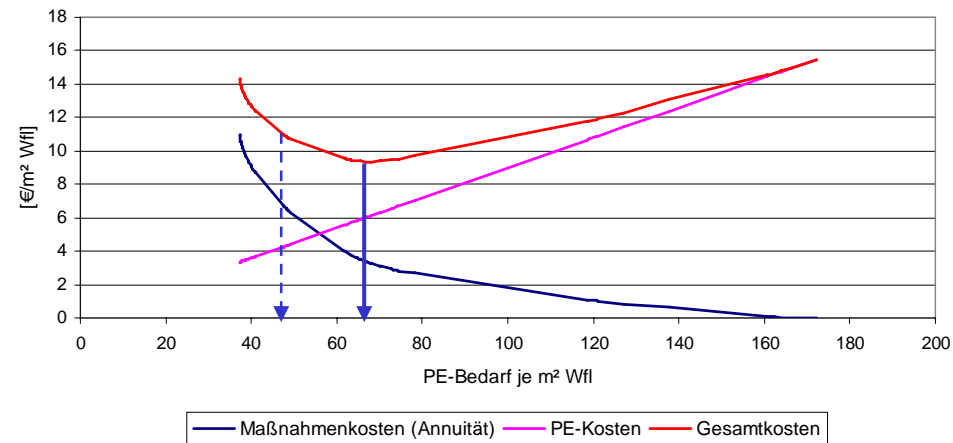
60 €/MWhPE

Integrale Sanierung:
kostenoptimale Maßnahmen-
kombination

Kosten je m² Wfl.



Kosten je m² Wfl.

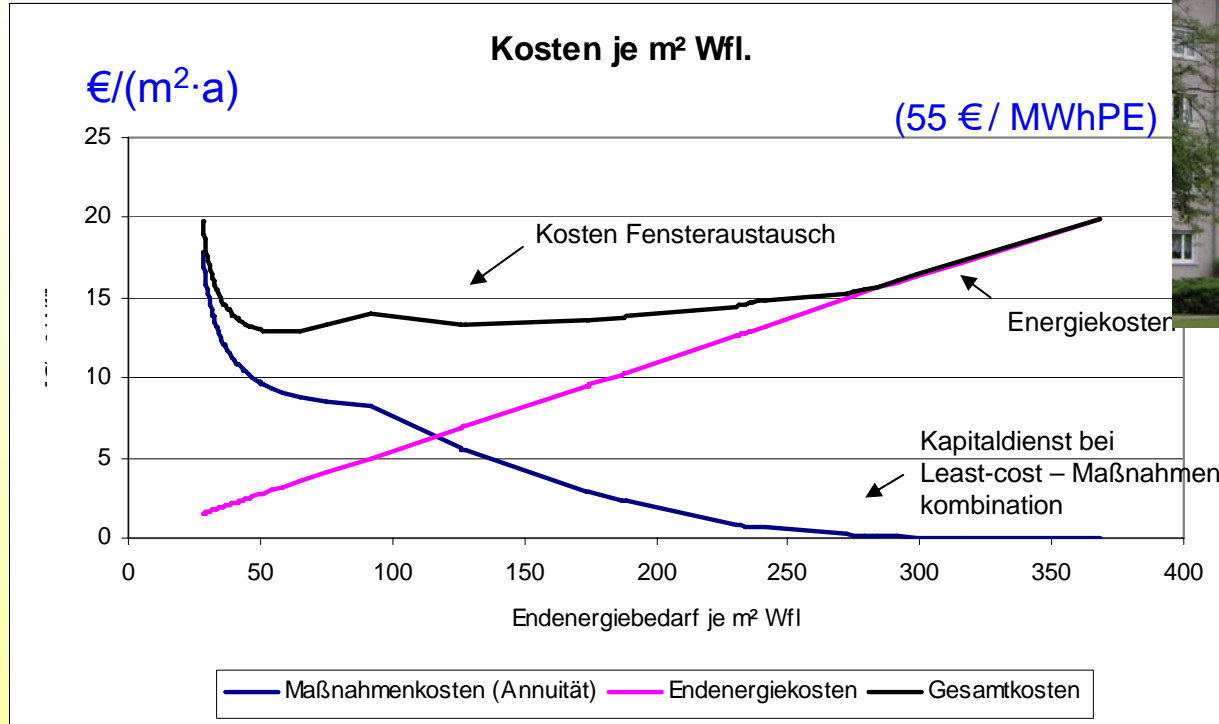


90 €/MWhPE



Integrierte Gebäudesanierung:

→ kostenminimierte Maßnahmenkombination?



- hängt vom E-Preis ab!

- starker Kostenanstieg unter 50 – 60 kWh/m²!



Kostenminimum

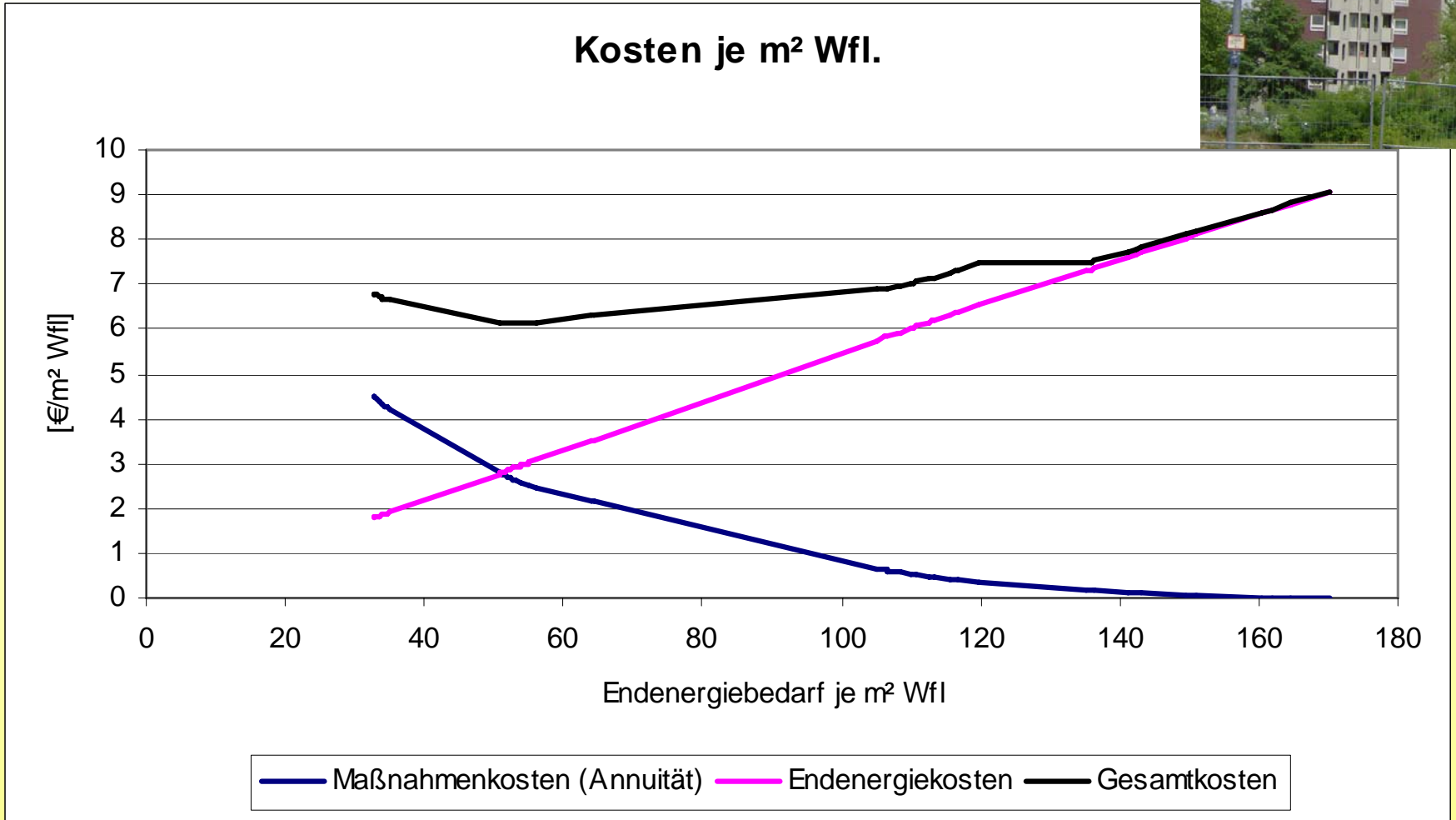
Ziel

spez. Heizwärmebedarf bezogen auf Wohnfläche*	287,19	51,66	34,90	kWh/m ² .a
Endenergieeinsatz für Heizwärme + Warmwasser	452,87	72,21	48,78	MWh/a
Kennzahlen nach EnEV				
Q _p : spez. PE-Einsatz (inkl. Hilfsenergie Strom) bezogen auf Gebäudenutzfläche AN	361,05	62,18	43,50	kWh/m ² .a
H' _t : spezifischer Transmissionswärmeverlust	2,24	0,49	0,32	W/m ² .K
Emissionsbilanz				
CO ₂	113,22	19,73	13,87	t/a
bei Maßnahmen				
zus. Dämmung Außenwand	0,0	4,0	10,0	cm
zus. Dämmung Kellerdecke	0,0	8,0	15,0	cm
zus. Dämmung Geschoßdecke	0,0	13,0	21,0	cm
Maßnahme Fenster	Nein	Ja	Ja	
Maßnahme Lüftung	Nein	Ja	Ja	
Maßnahme Wärmebrücken	Nein	Ja	Ja	
Maßnahme Heizentrale	Nein	Ja	Ja	
Einsatz Solarkollektor		Nein	Nein	
Kosten				
spez. Gesamtkosten bezogen auf Wohnfläche	19,90	12,87	13,93	€/m ²



Mannheimer Str. 25

Kosten je m² Wfl.





Folgerung aus Sanierungs- Optimierung:

- Heizbedarf nach Sanierung: ~ 40 - 50 kWhth/m²
- Kosten für verschärften Standard steigen stark an

Alternativen zur Reduzierung von Q_p ?

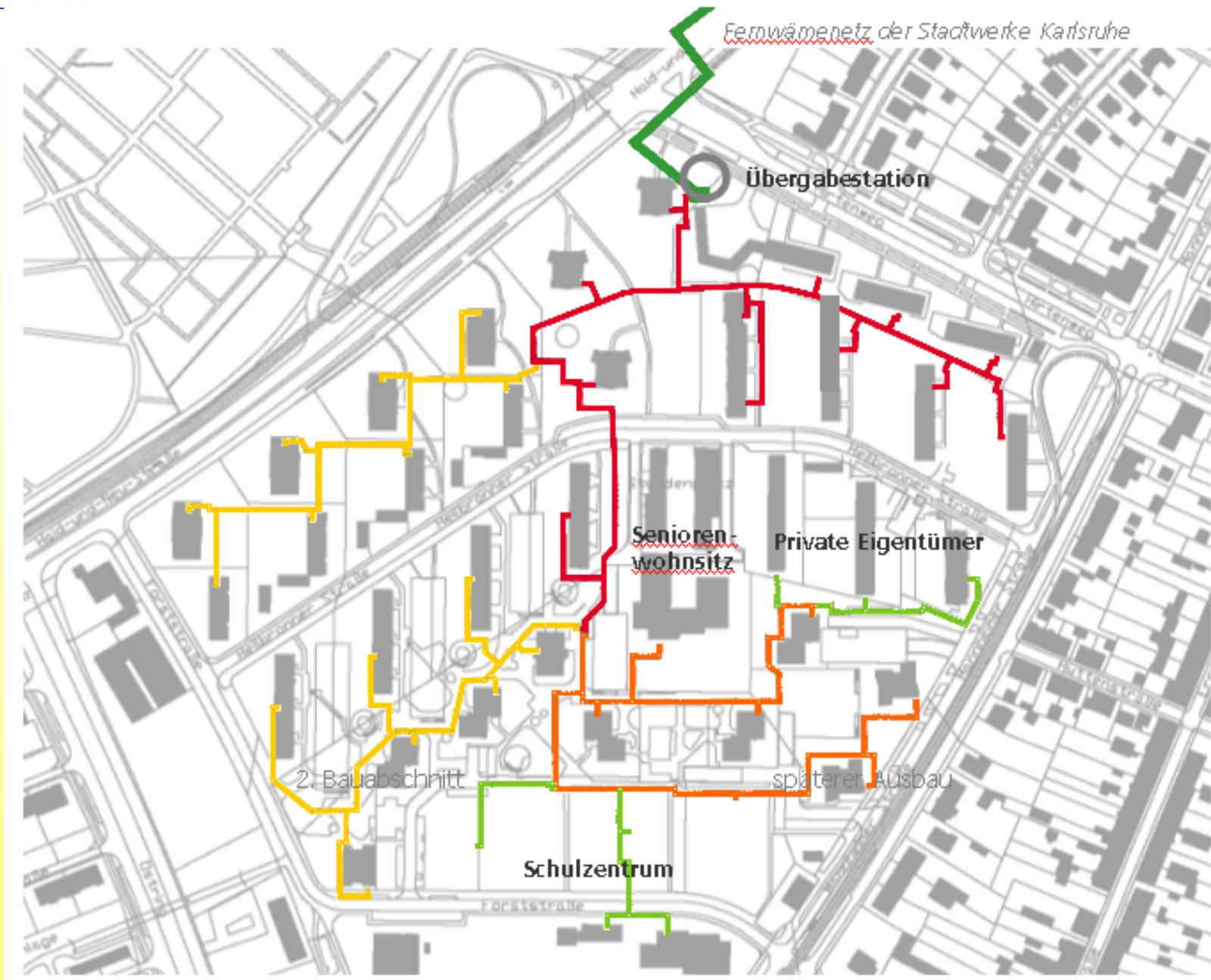




Fernwärme-Kennwerte in Karlsruhe:

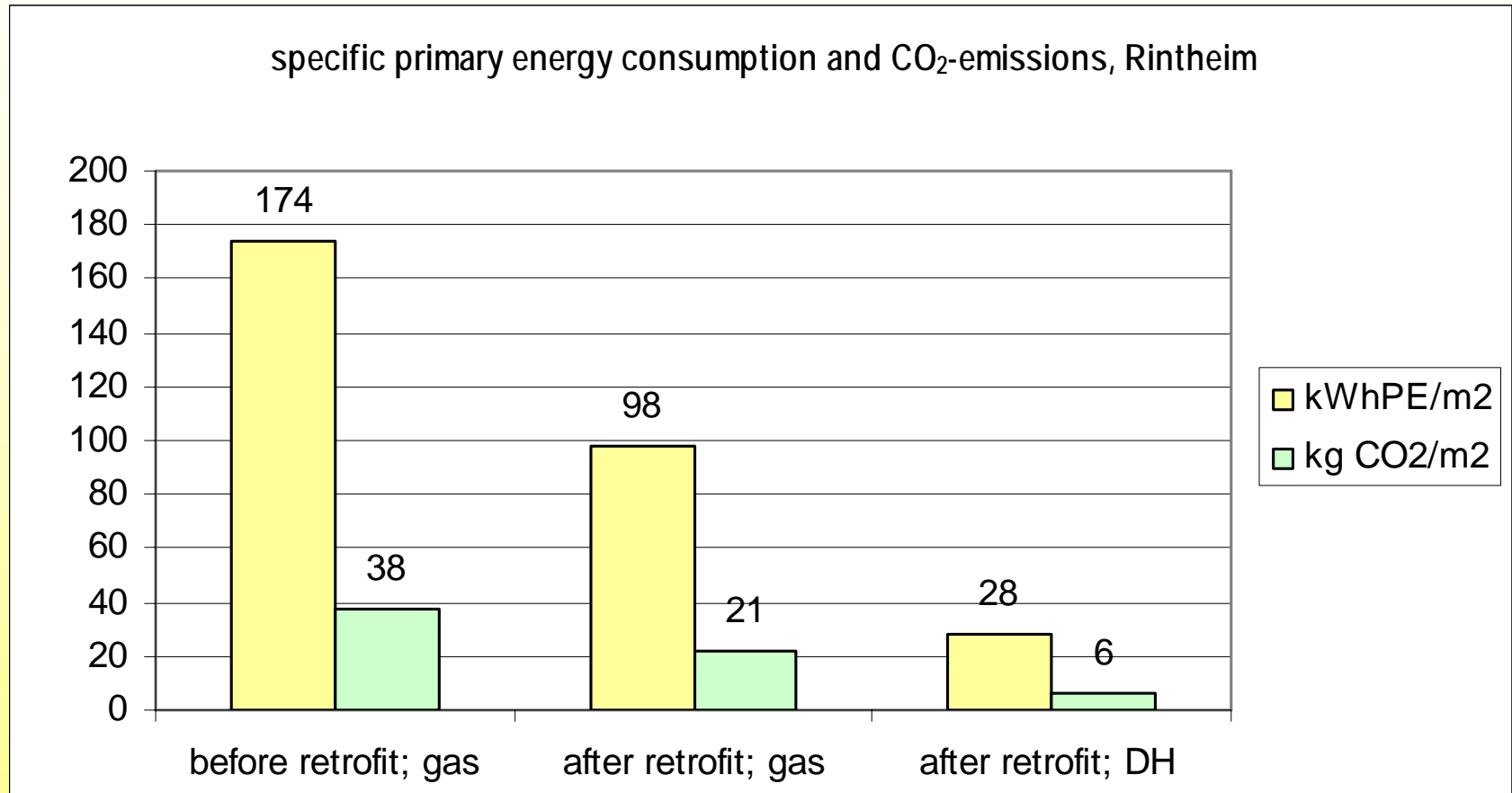
(Anschlusswert: 400 MWth; Durchmesser Fernwärme-Netz: ca. 10 km)

	Fuel	Heat Generation	PE-Factor	CO ₂ -Factor
		MWth/a	MWhPE/MWth	t CO ₂ /MWth
Peak Load	Gas	50.000	1,10	0,281
CHP-Back Pressure Turbine	hard coal	400.000 $\beta = 0,17$ MWhel/MWth	0,459	0,102
Refinery MiRO	waste_heat	300.000	0	0
Sum / Mean Value		750.000	0,321	0,070
Distribution Heat Losses: 17 % Pump Energy: 4,13 %				
Resulting Performance			0,411	0,084





Reduzierung des PE-Verbrauchs und der CO₂^{Äquiv} - Emissionen nach Realisierung des Quartierskonzeptes Rintheim → > 80 %





→ Betriebserprobung und Evaluierung technischer Innovationen (1)

- „3-Liter – Gebäude“

- „Experimentiergebäude“

Gebäudehülle:

→ U-Werte < 0,10 bis 0,22 W/(m².K)

- Dämmsysteme:

WLG 035
(Standard)

WLG 022
(neuester Stand)

WLG 010
(Demo)

- Fenster: Standard ($U_w = 1,3$) vs. „Passivhaus“ ($U_w = 0,80$)

- PCM-Decken: 6 Wohneinheiten

- Verschattung / Lichtlenkungssysteme



... Betriebserprobung und Evaluierung technischer Innovationen (2)

Heizung / TWW:

- abgesenkte Heiztemperaturen bzw. NT-Heizungen
- WILO/GeniAx mit
 - 2 Heizkörper-Typen
 - Fußbodenheizung / Deckenheizung
- Kompakt-HÜS/FW
 - zentral / dezentral (mit WMZ)
- zentral / dezentrale TWW (→ < 45 °C)
- Solarthermie (RK)
- Luft/Wasser-WP (NT-Fußbodenheizung)

Lüftung:

- Standard (kontrollierte Entlüftung, ϕ -geregelt)
- mit WRG – zentral
- mit WRG – dezentral
- WP mit CO₂-Vertikalsonden (Graben) → Luftheizung (zentr./dez.)
- *Kühlmöglichkeit im Sommer vorgesehen*



Zusammenfassung Quartiersentwicklungskonzept Rintheim:

- mehrere Sanierungsansätze werden erprobt und **messtechnisch begleitet (RWTH Aachen)** – gefördert von PtJ / BMWi (~ 3 Mio. €)
- Anschluss an energieeffiziente Fernwärme („LowEx“-Konzept)
- laufendes Energiecontrolling und betriebl. Optimierung wird realisiert
- Energienutzerbeeinflussung mit „Mieterportal“
- PE- und CO₂-Einsparung > 80 %
- wirtschaftlich für die Mieter

**Zeitplan: - 2008 – 2013 (Konzept + F&E Projekt +
3 Mess- und Auswertungsperioden + Sanierungsprogramm)**

→ Investitionskosten: ~ 35 Mio. €