



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Hybride Planung von Verteilnetzen (HYPV)

2. Kongress ENERGIEWENDEBAUEN | Dr. Piet Hensel



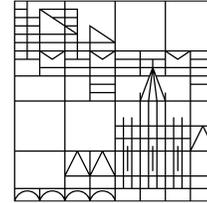
Projektpartner HYPV



Forschung und Entwicklung



Universität
Konstanz



Assoziierte Partner



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Unternehmen



- Ingenieur- und Softwarebüro
- Sitz: Düsseldorf
- Gründung: 1961
- Mitarbeiter: 22
- Kunden: > 400
- Regionen: D-A-CH

Dienstleistungen



- Netzberechnung
- Zielnetzplanung
- Risikoanalyse
- Energiekonzepte



Wasser



Gas

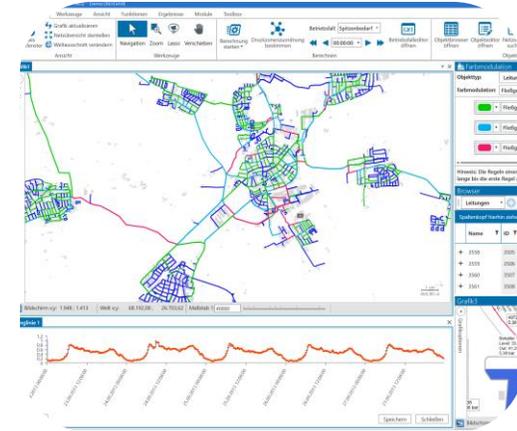


Fernwärme



Strom

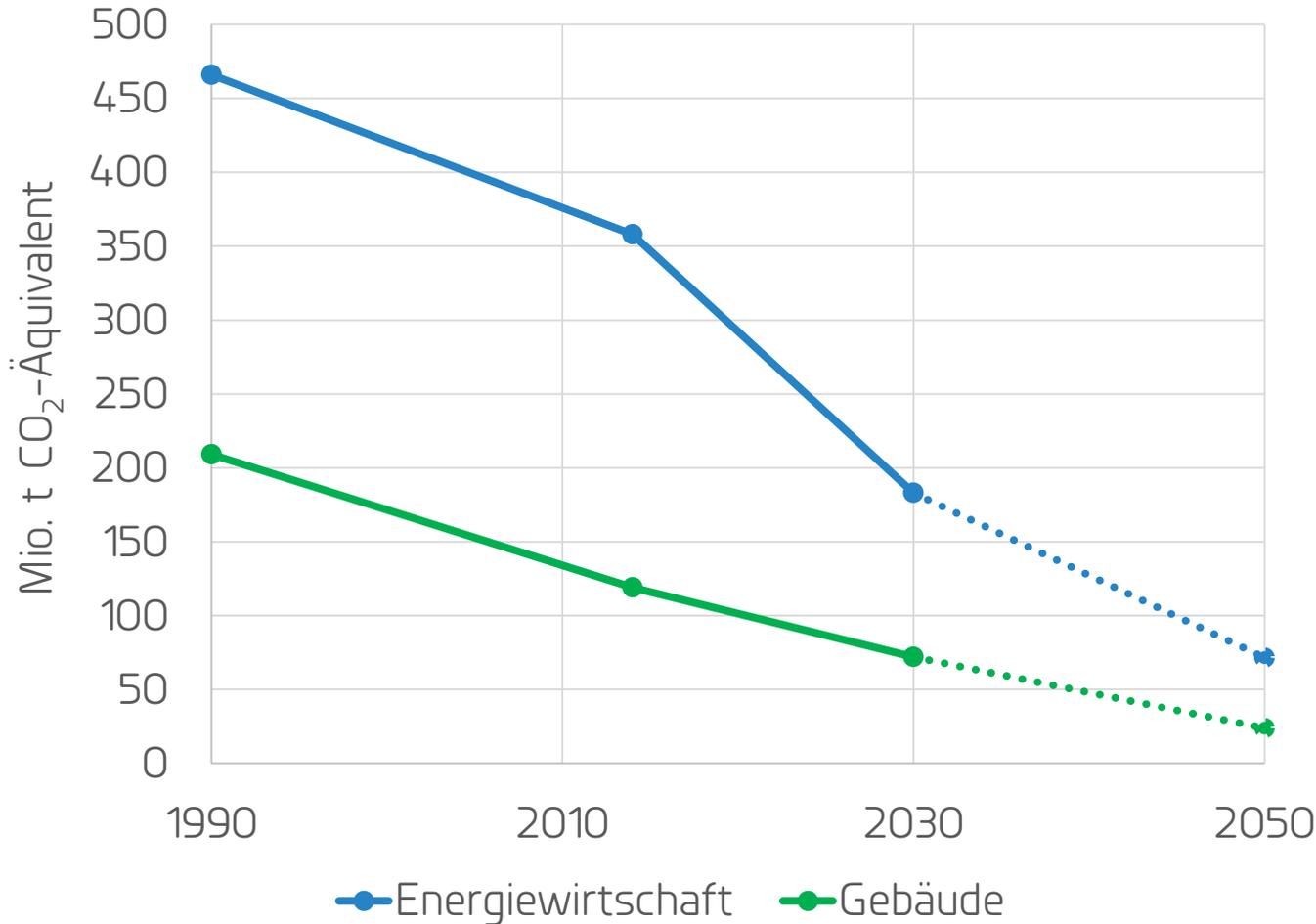
Software



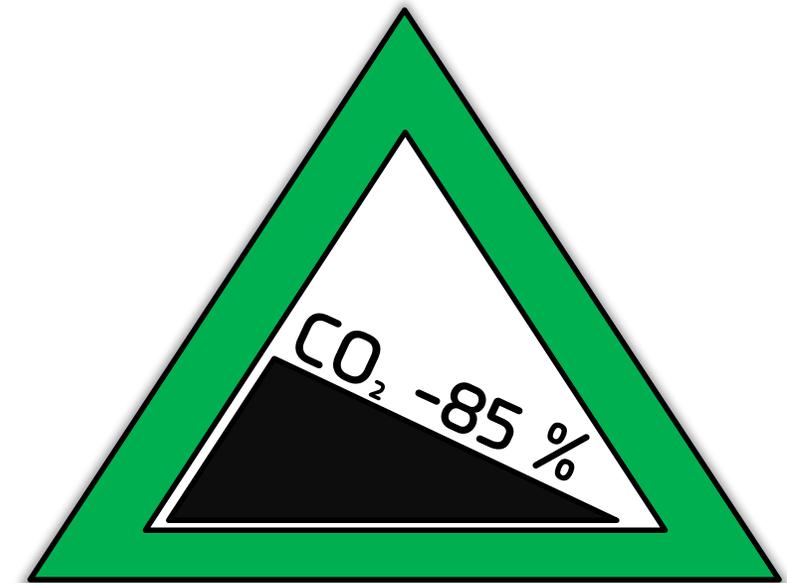
- **ROKA³**
[Netzberechnung]
- **RIKA**
[Asset Simulation]
- **CITYCOCKPIT**
[Energiekonzepte]

Energiepolitischer Rahmen

Zielsetzungen Klimapolitik

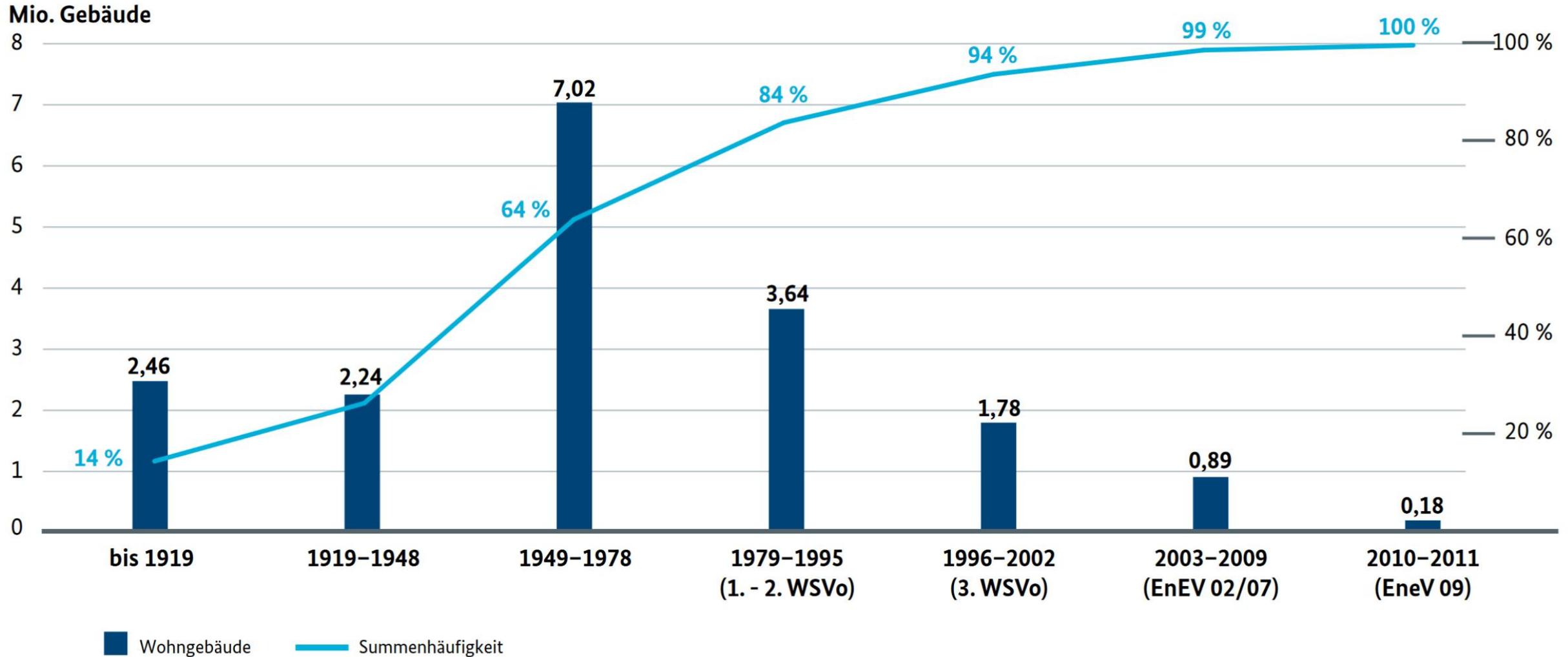


- Pariser Klimaabkommen: Begrenzung der Erderwärmung „auf deutlich unter 2° C“
- Klimaschutzplan der Bundesregierung: -85 % CO₂-Emissionen bis 2050 (Sektoren Energiewirtschaft + Gebäude ggü. 1990)



Quelle:
Klimaschutzplan 2050, eigene Berechnungen

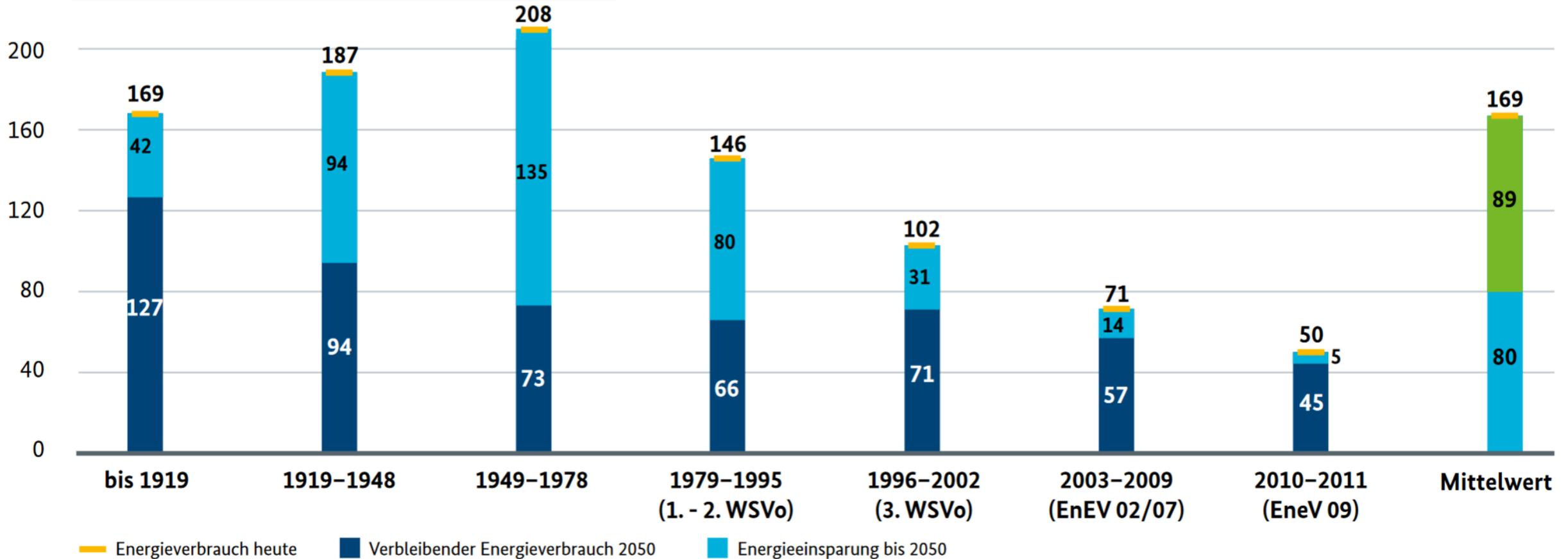
Gebäudebestand in Deutschland nach Baualtersklasse



Quelle: „Sanierungsbedarf im Gebäudebestand“, BMWi 2014

Endenergieverbrauch nach Gebäudealtersklasse

> 60 % der Gebäude
Sanierungsrate Altbau: ca. 1 %/a
(dena-Gebäudereport 2016)

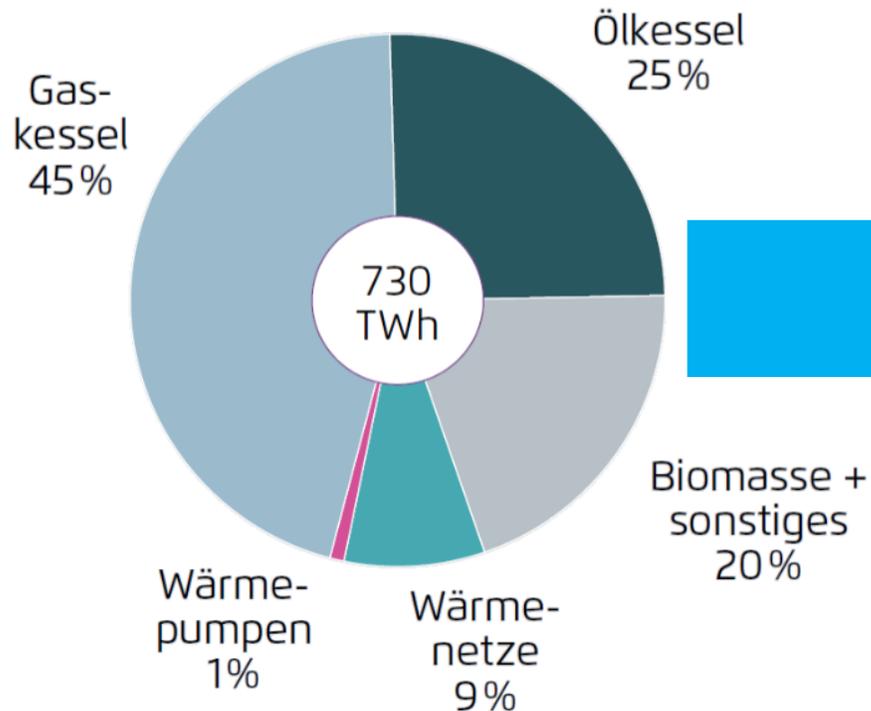


Quelle: „Sanierungsbedarf im Gebäudebestand“, BMWi 2014

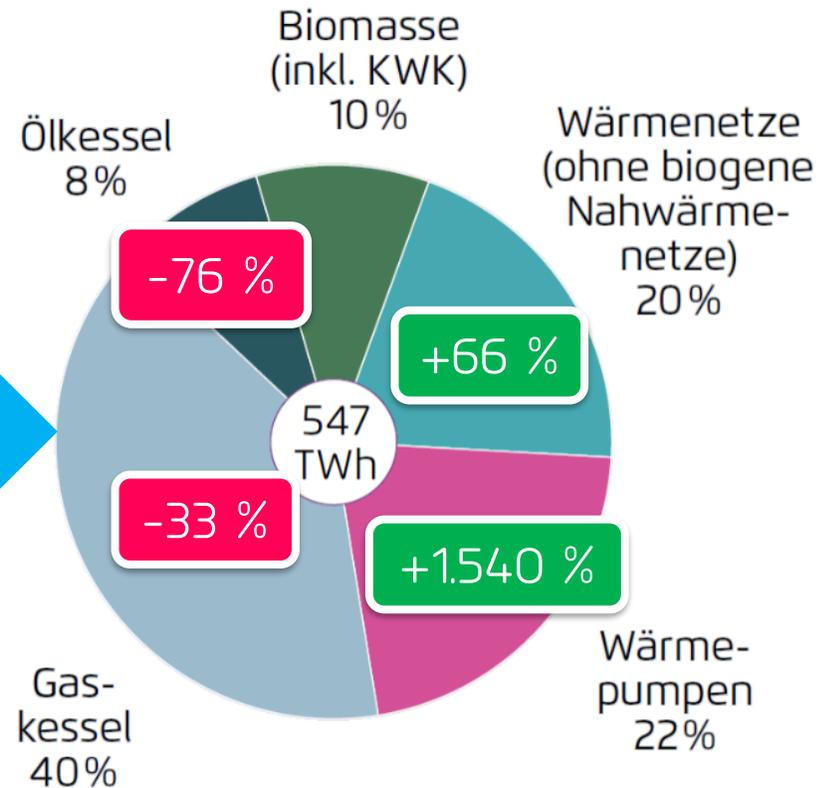
Energiepolitischer Rahmen

Szenarien für den Wärmemix (Quelle: Agora Energiewende „Wärmewende 2030“)

2015



2030



Stromnetz?

Gasnetz?

Wärmeneetze?

Leitfragen

Wie können die Klimaziele in der städtischen Energieversorgung erreicht werden?

Wo lohnt sich die Erweiterung / der Neubau von Wärmenetzen?

Für welchen Leistungsbedarf sind die Strom-, Gas- und Wärmenetze zukünftig auszulegen?

Wo ist ein partieller Rückbau des Gasnetzes sinnvoll?

Welche Versorgungs- und Erzeugungsstrukturen sind aus gesamtwirtschaftlicher Sicht optimal?

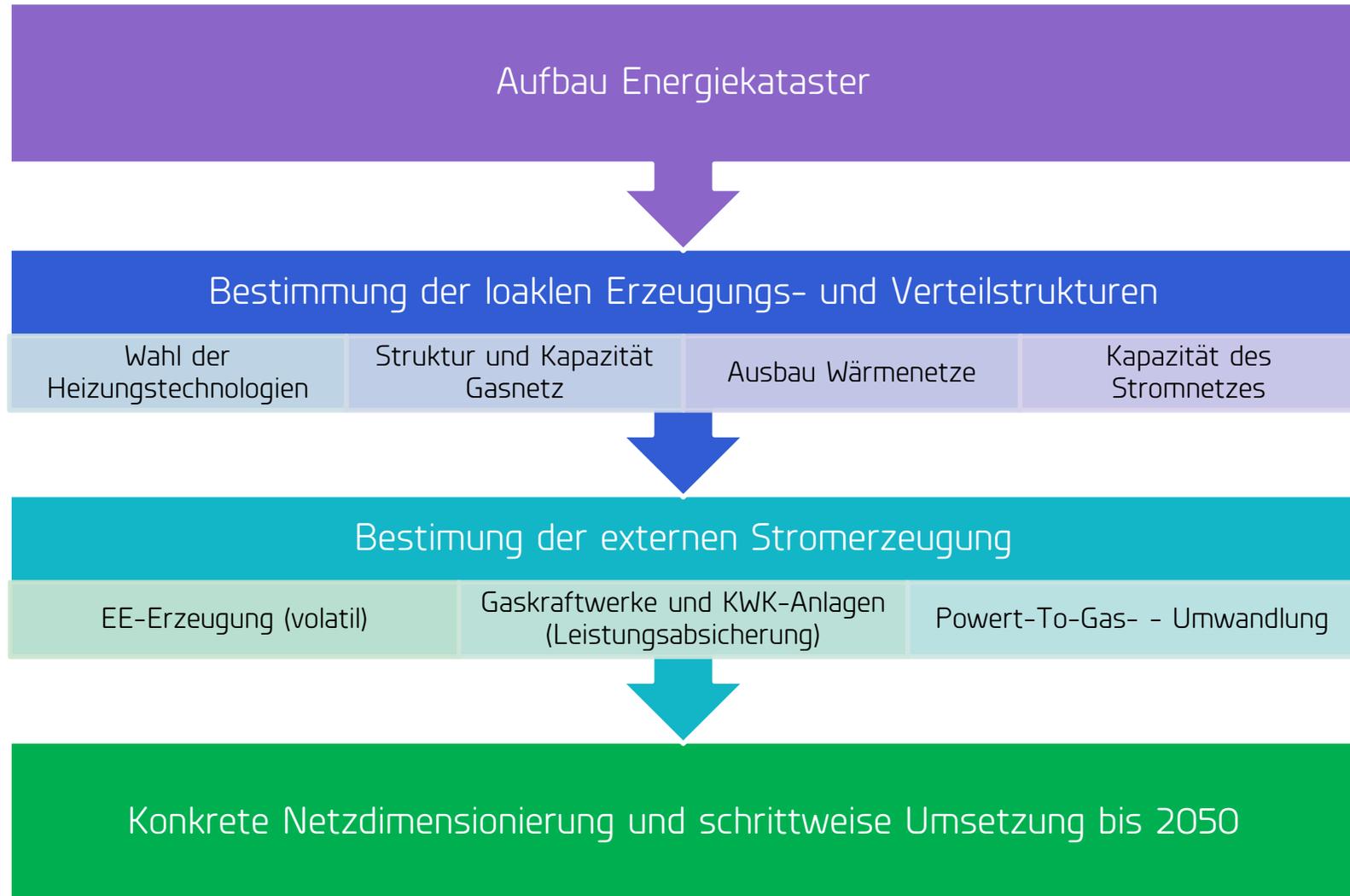
Wie wirken sich die Verschiebungen zwischen den Sparten auf Finanzierungsbedarf und Gewinn aus?

Welche Rolle spielen systemische Ansätze für die Energiewende?

Prozess der hybriden Netzoptimierung

Optimierungsziel:

„Minimiere die Gesamtkosten für die Versorgung aller Gebäude mit Strom und Wärme unter Einhaltung einer CO₂-Obergrenze.“



Datengrundlagen des Optimierungsmodells

Gebäudespezifisches Energiekataster mit Hinterlegung der Energienetze



Hauptstr. 10 [MFH]

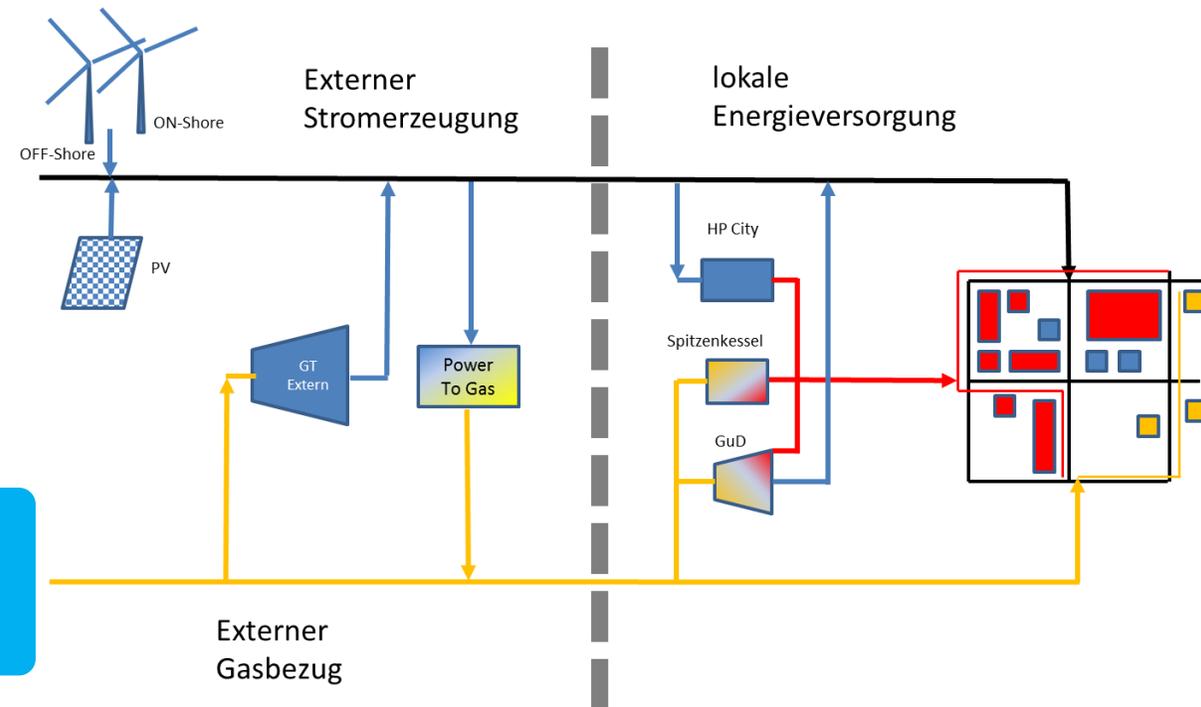
- Gebäudebaujahr: 1967
- *Sanierungsstand:* Teilgedämmt
- Technologie: Heizöl
- Kesselbaujahr: 1992
- Energiebezugsfläche: 517 m²
- Wärmebedarf: 75.400 kWh/a
- Strombedarf: 21.400 kWh/a
- Solarpotenzial: 39.700 kWh/a
- Fernwärme: Möglich
- Erdgas: Möglich
- Grundwasser: Nicht möglich
- Erdwärme: Nicht möglich

Grundwassernutzung zulässig

Erdwärmennutzung zulässig

Volkswirtschaftliche Gesamtoptimierung

Mathematisches Optimierungsmodell (Mixed-Integer-Linear-Programming, MILP)



Gesamtoptimierung der Innenstadt Konstanz

- Versorgungsgebiet:

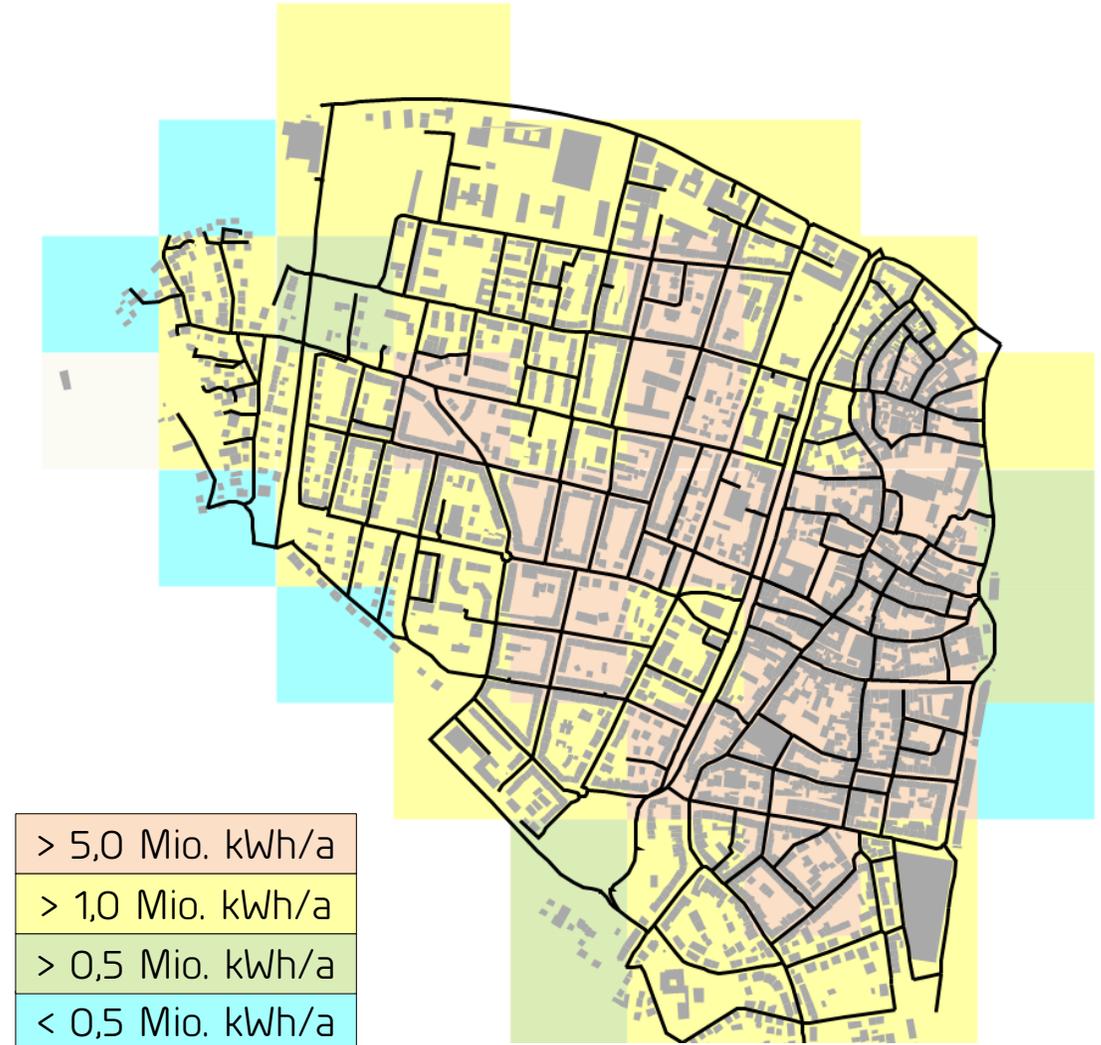
- Fläche: 10 km²
- Anzahl Gebäude: 2.400
- Straßensegmente: 439
- Trassenlänge: 34 km

- Ist-Versorgung:

- Strommix heute: 569 g/kWh_{el}
- CO₂-Emissionen: 62.000 t/a
(Wärme + Strom)

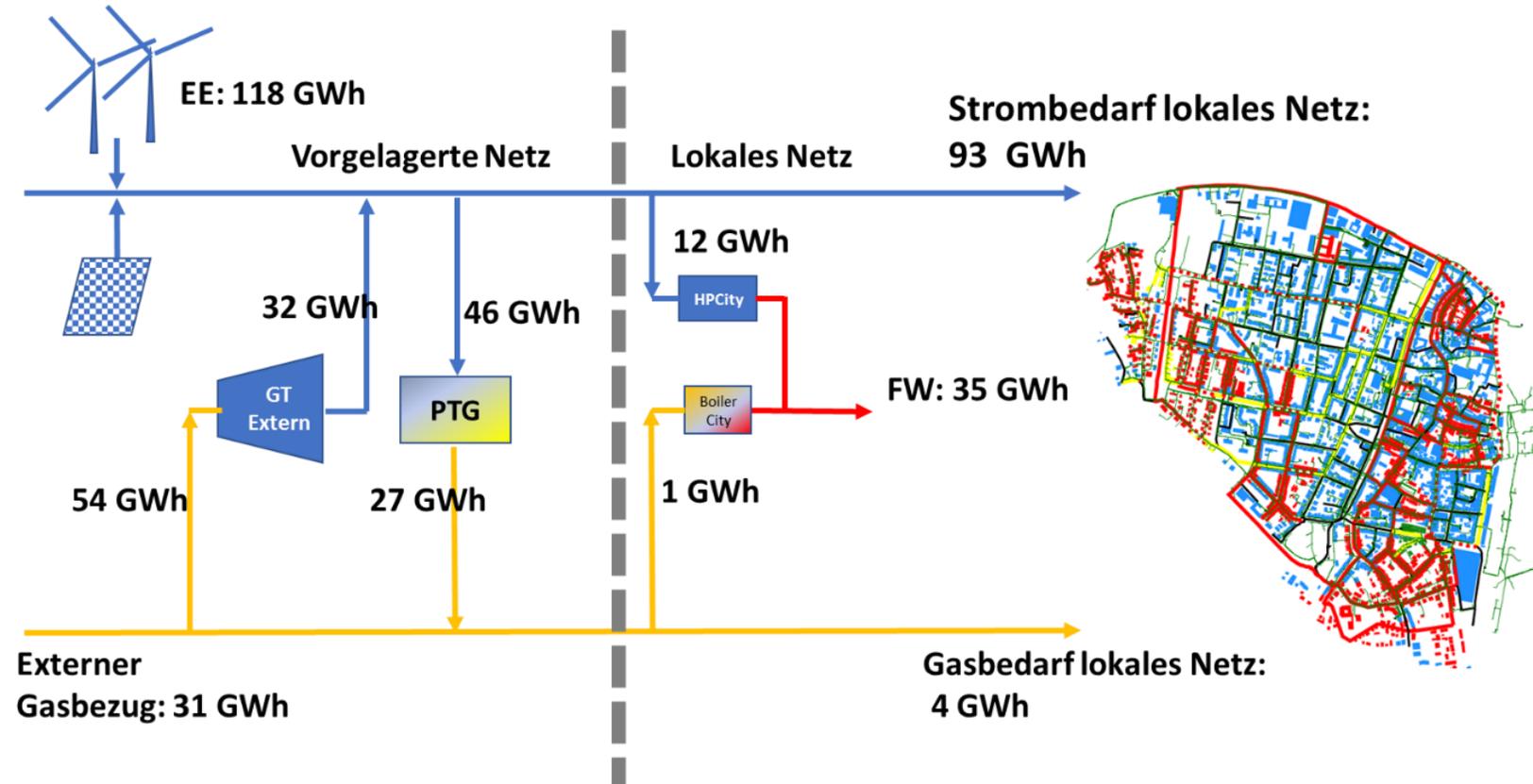
- Heizungsstruktur

- Erdgaskessel: ca. 75 %
- Ölheizungen: ca. 25 %



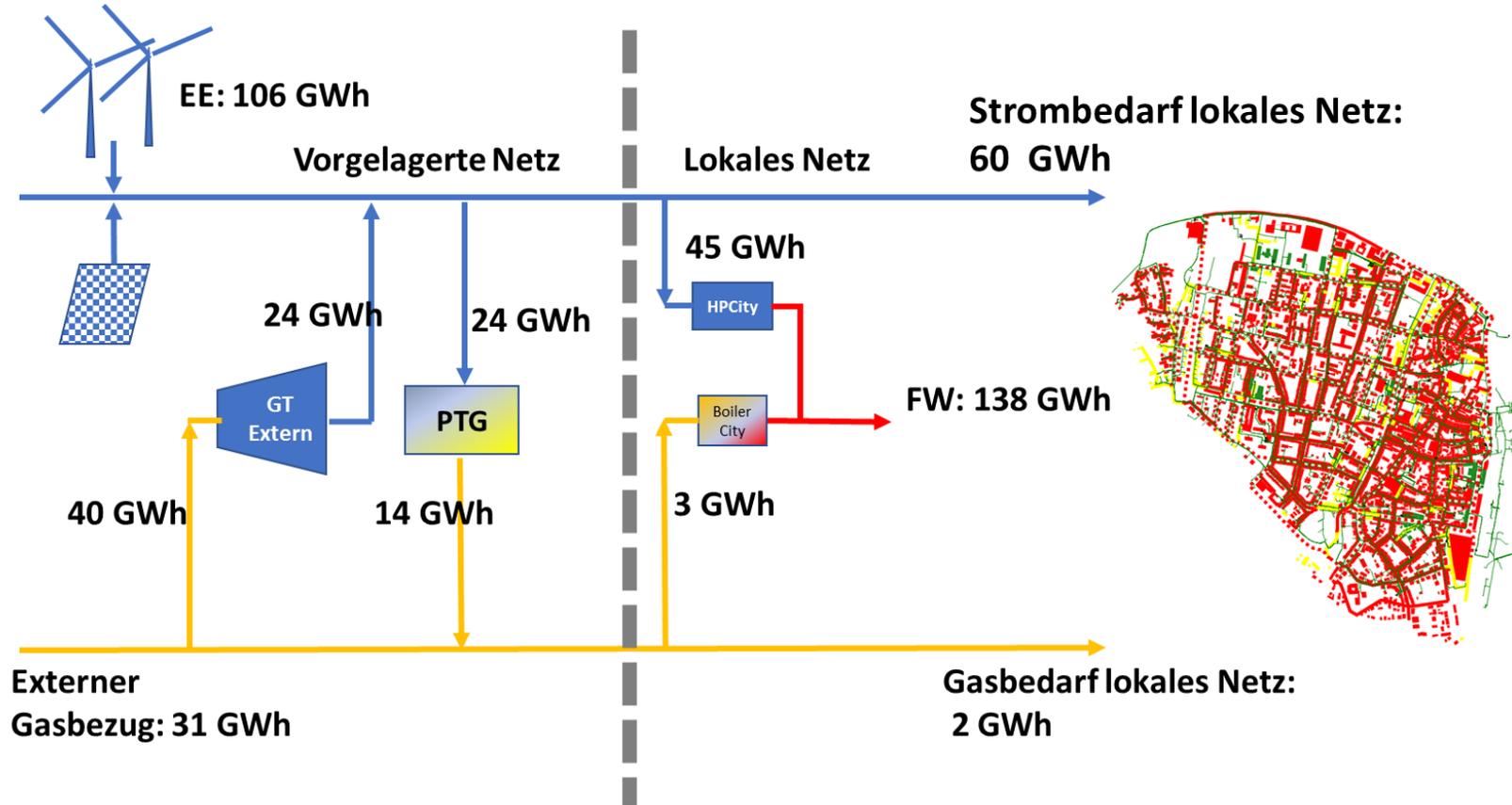
-90 % CO₂ ohne Energieeinsparung

- Strombedarf + 50%
- Anteil PtG an EE-Erzeugung 40%
- CO₂-Emissionen 6.200 t
- Gesamtkosten + 50%



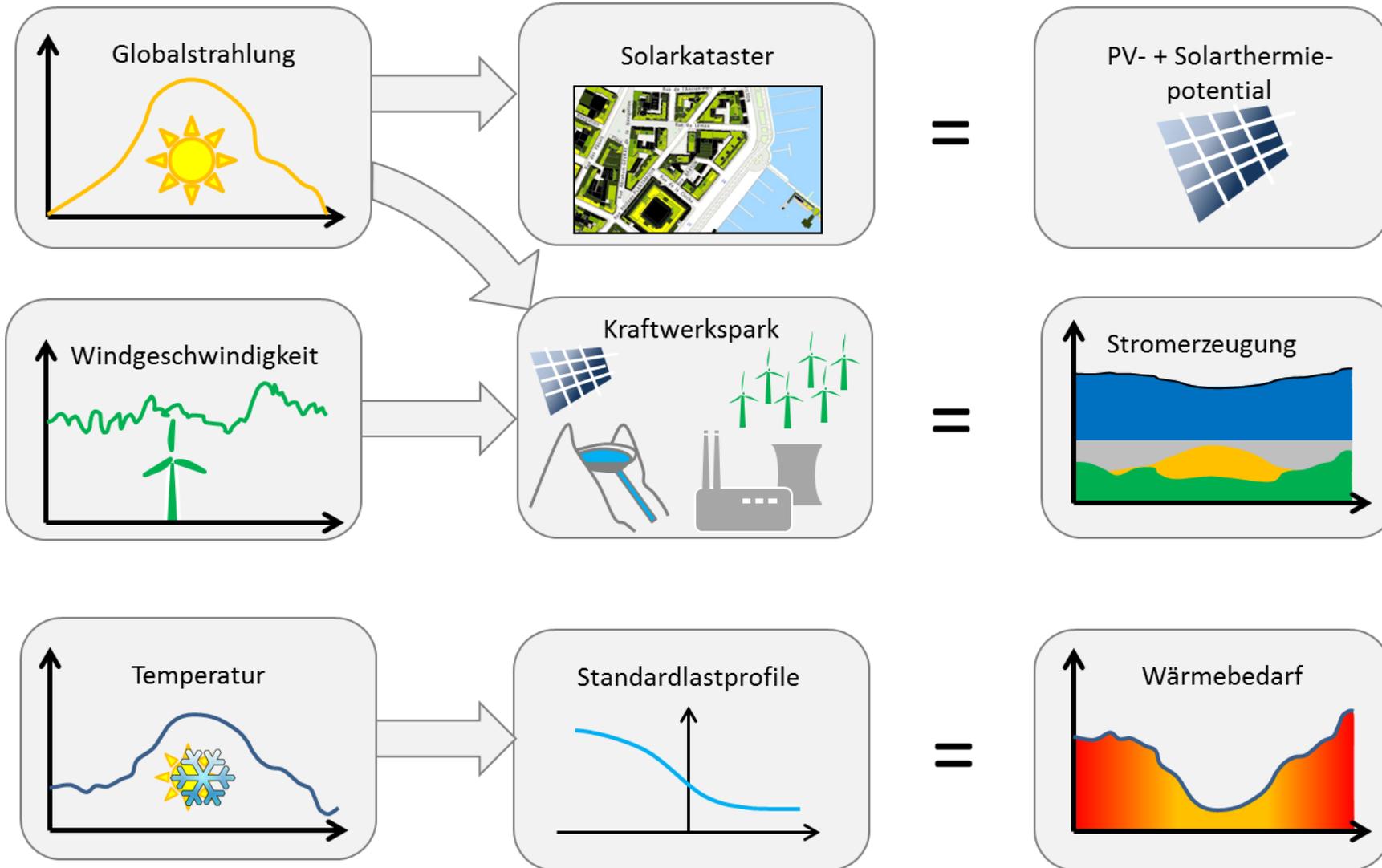
-90 % CO₂ ohne Energieeinsparung, ohne Wärmepumpen

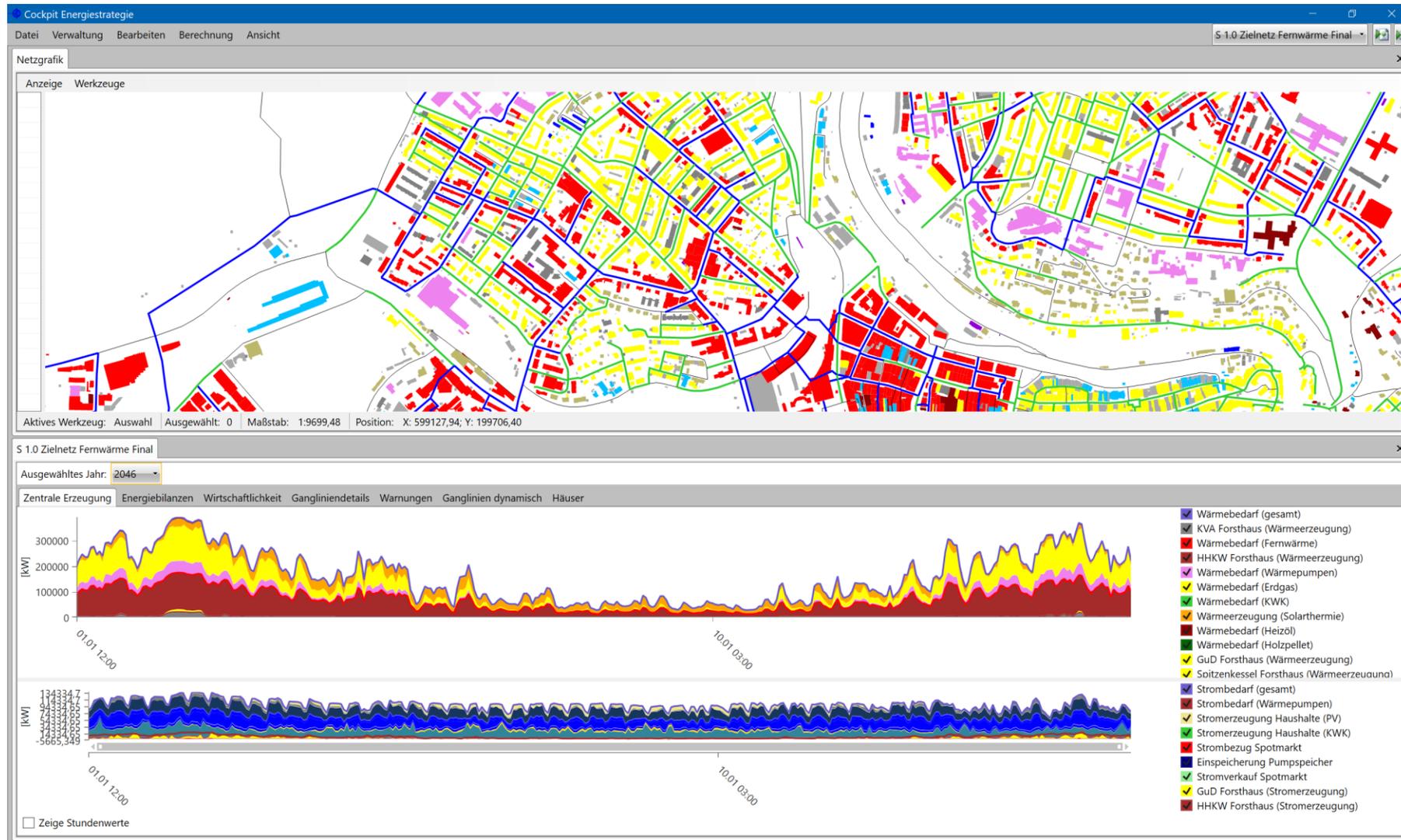
- Strombedarf konstant
- Anteil PtG an EE-Erzeugung 23%
- CO₂-Emissionen 6.200 t
- Gesamtkosten + 70%



Verknüpfung der Modellkomponenten

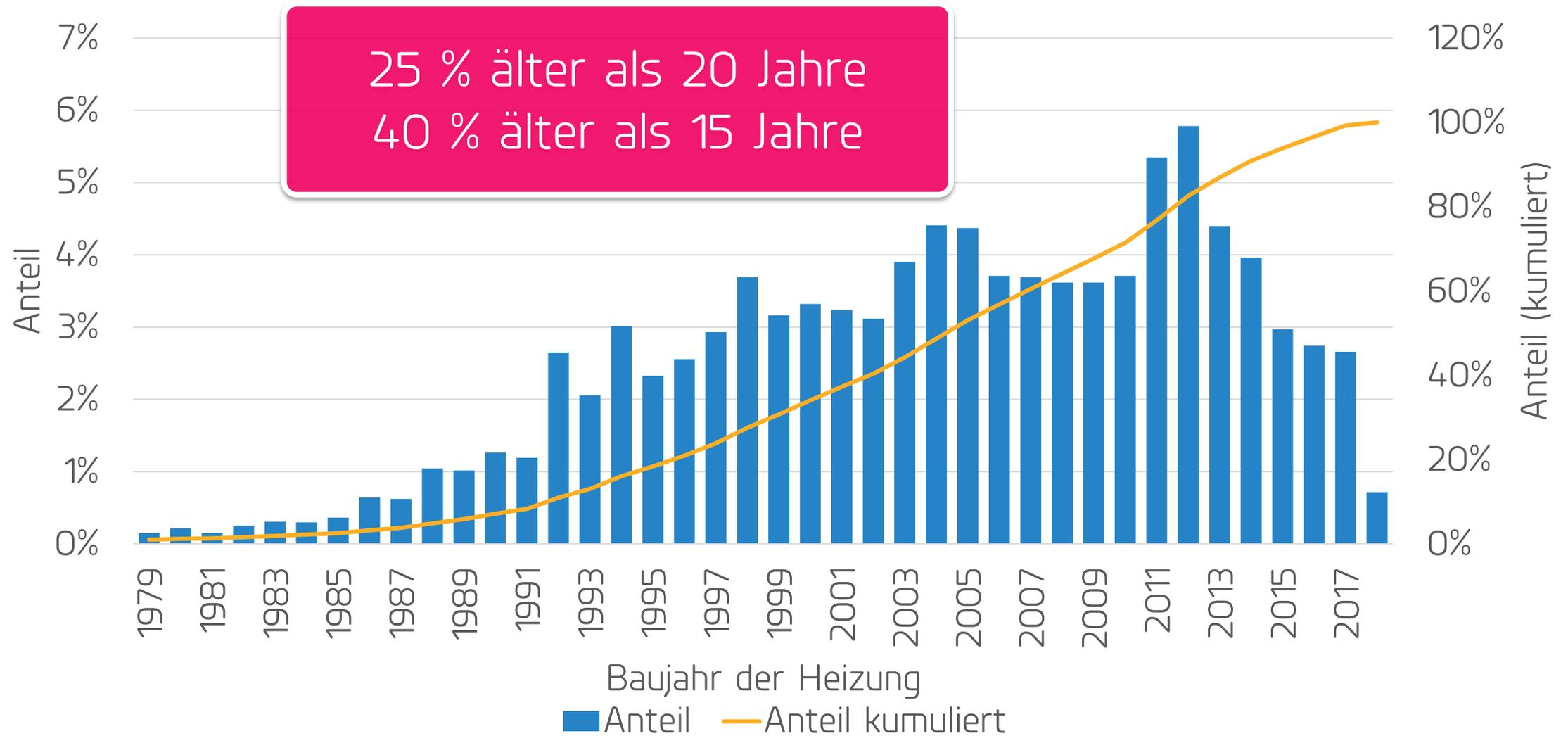
Simulationssoftware CityCockpit





Sanierungsstau Heizungsanlagen

Reales Beispiel (Schweiz)



„Flickenteppich Heizungsbaujahre“

Mittleres Heizungsalter:
17 Jahre

Alter der Heizung

> 25 Jahre

15 – 25 Jahre

10 – 15 Jahre

< 10 Jahre

Netzausbau und Technologiewechsel

Simulation des Heizungswechsels auf Basis des Kesselbaujahrs



2015



2020



2025

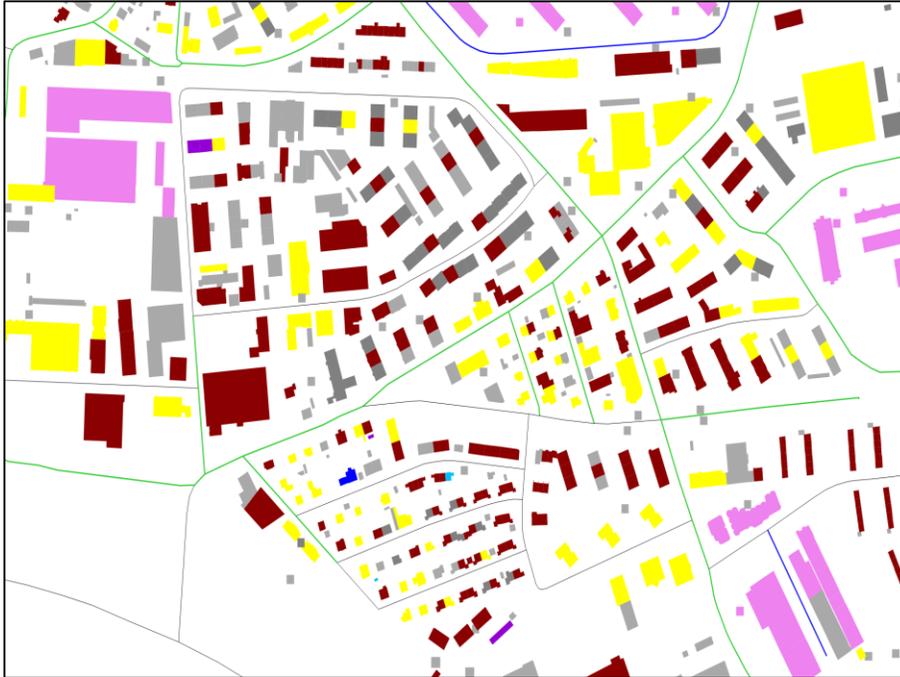


2030

Energiekonzept mit Fernwärmeausbau

Planausschnitt mit Ist- und Zielzustand

Istzustand 2015



— Gasnetz
— FW-Netz

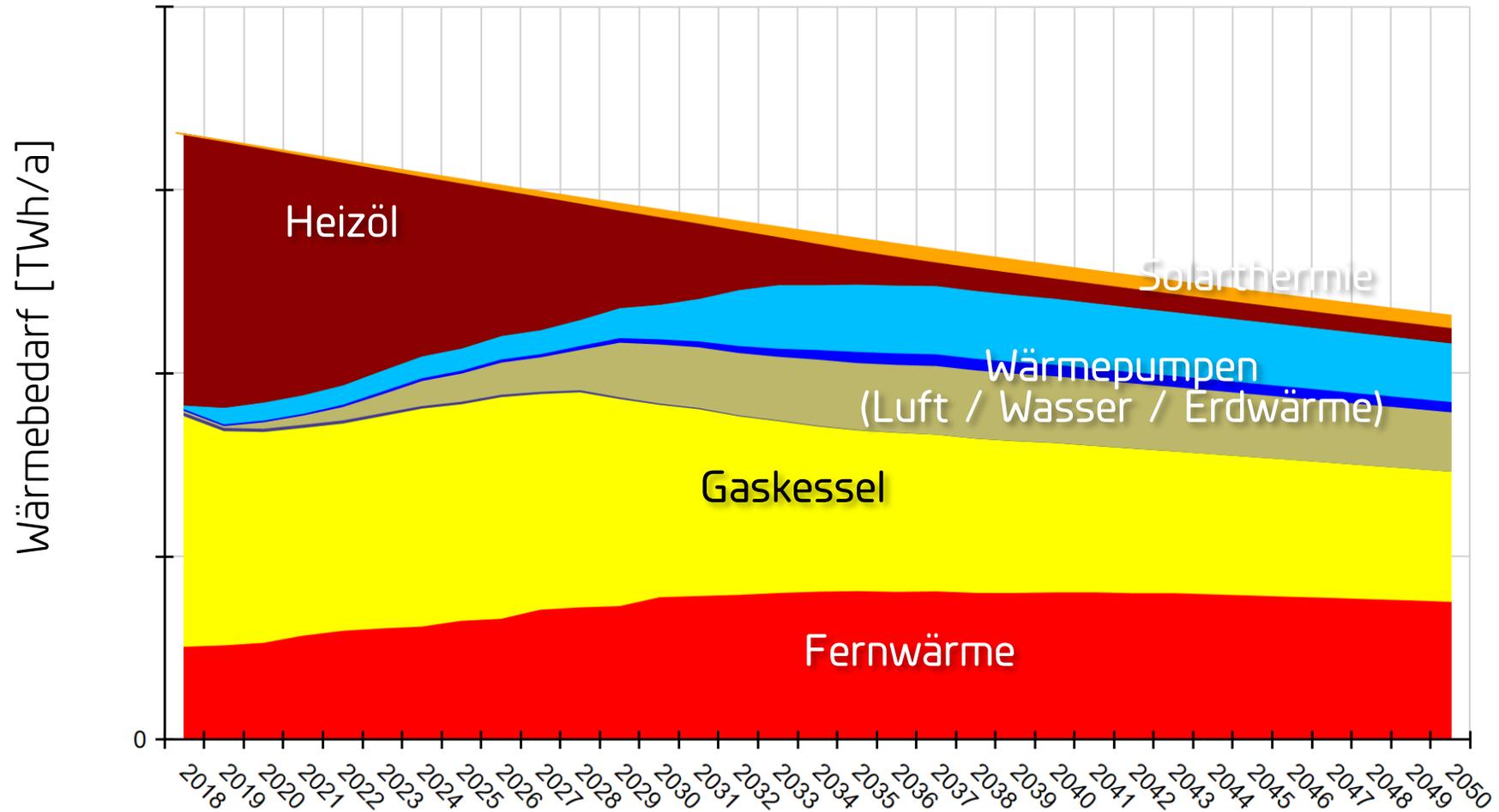
Zielzustand 2050



Luft-Wärmepumpe	Erdgas
Grundw. /Anergie	Fernwärme
Heizöl	Heizöl
	Nahwärme

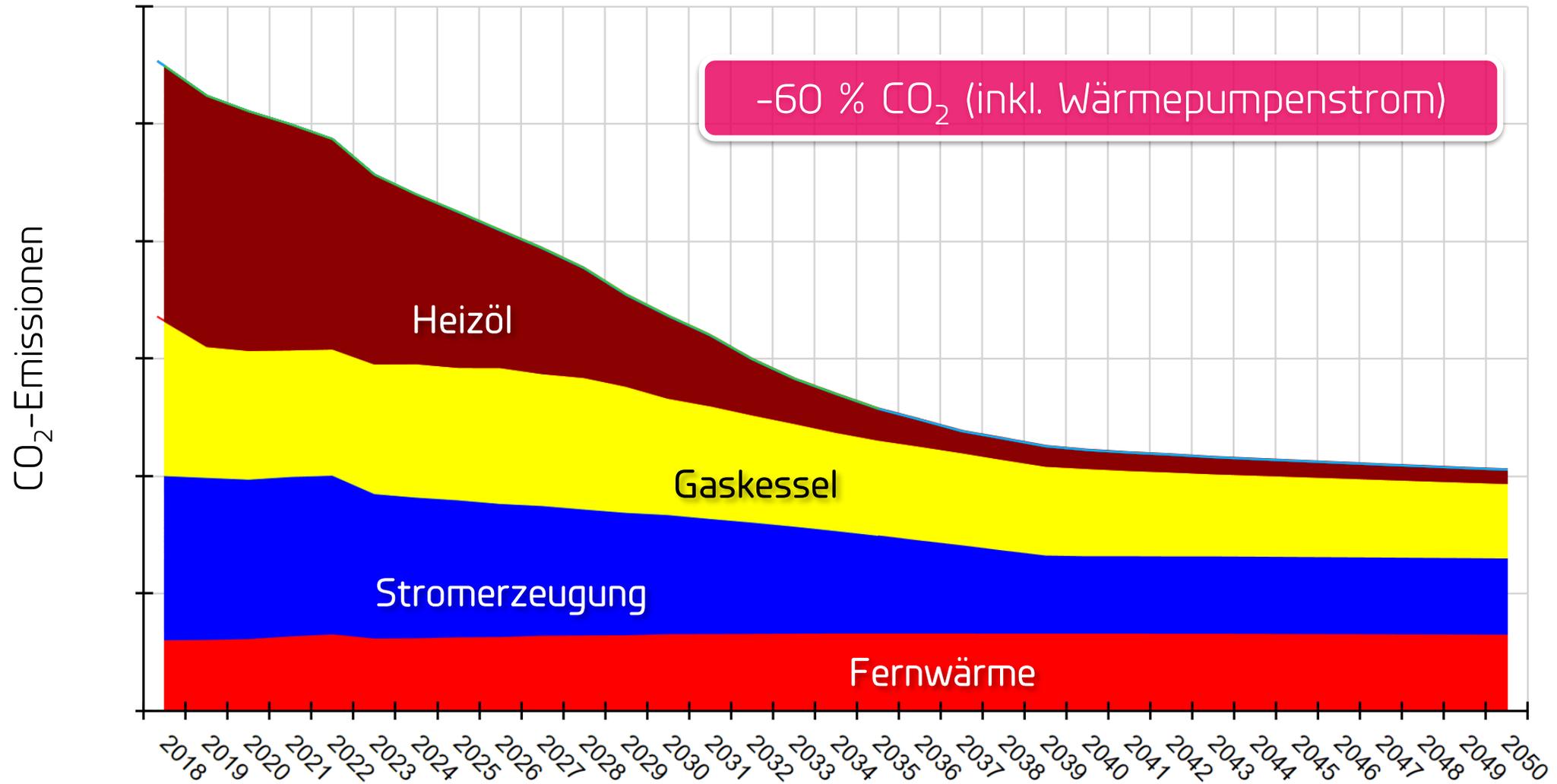
Entwicklung des Wärmebedarfs je Heizungstechnologie

Reales Beispiel (Schweiz)



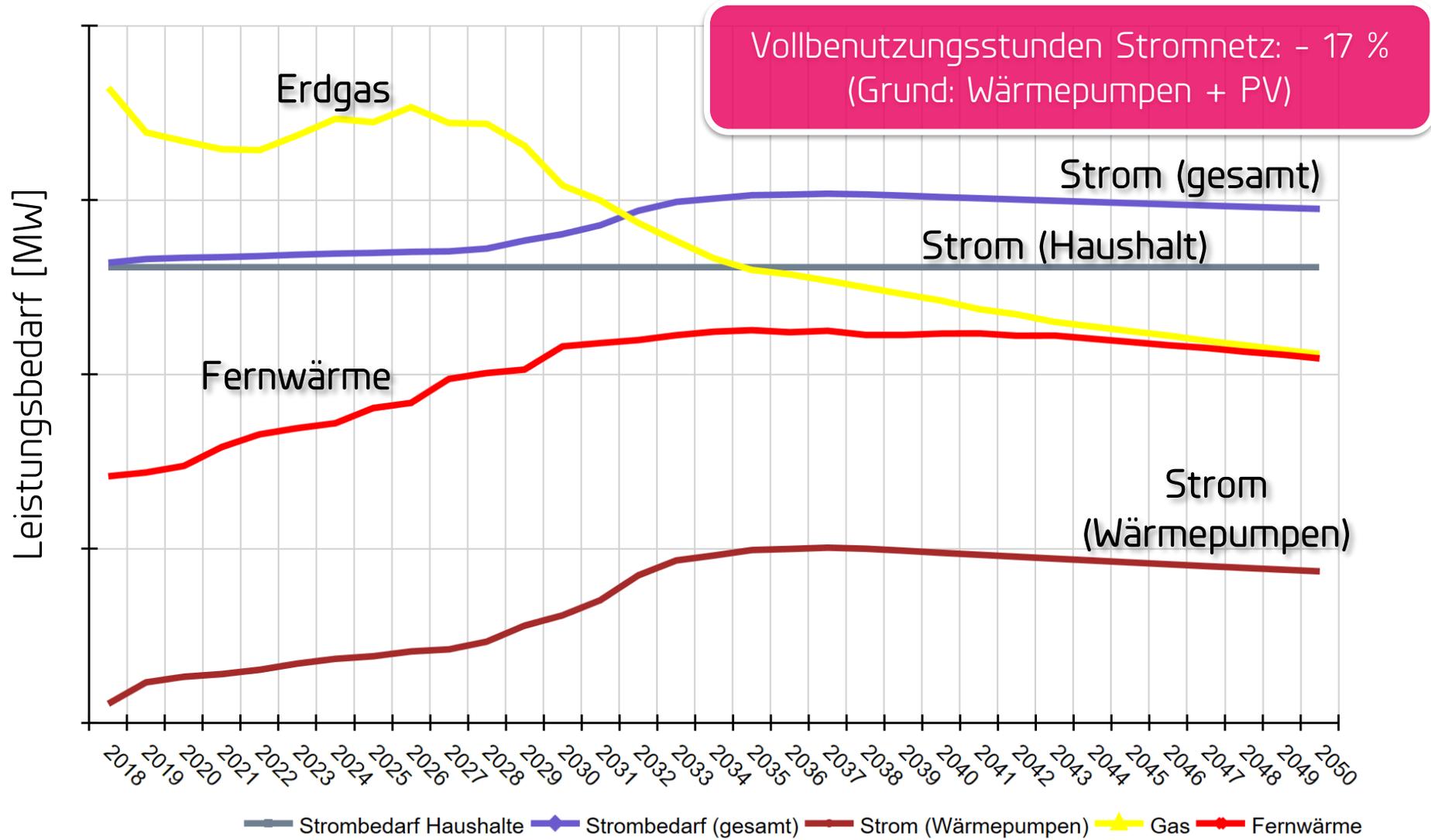
Entwicklung der CO₂-Emissionen

Reales Beispiel (Schweiz)



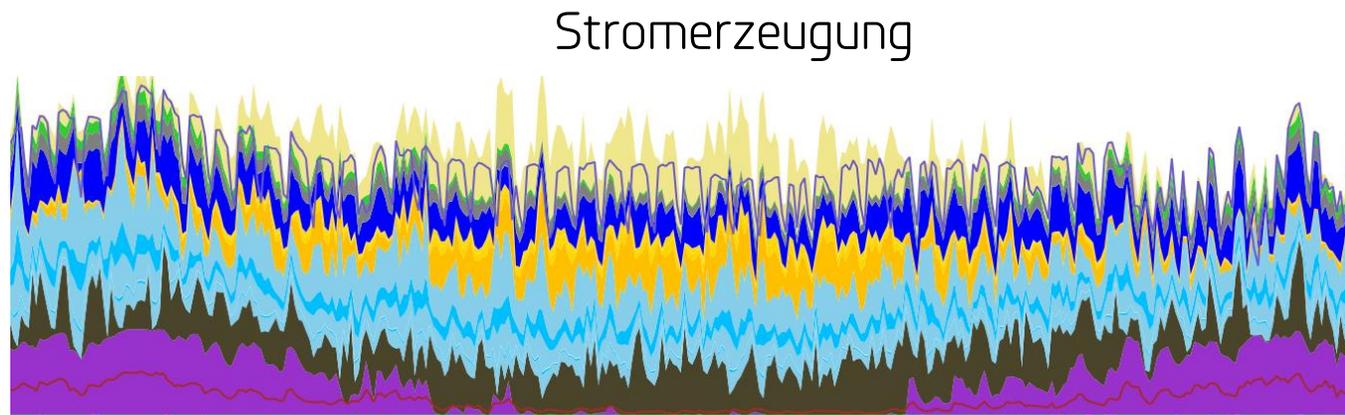
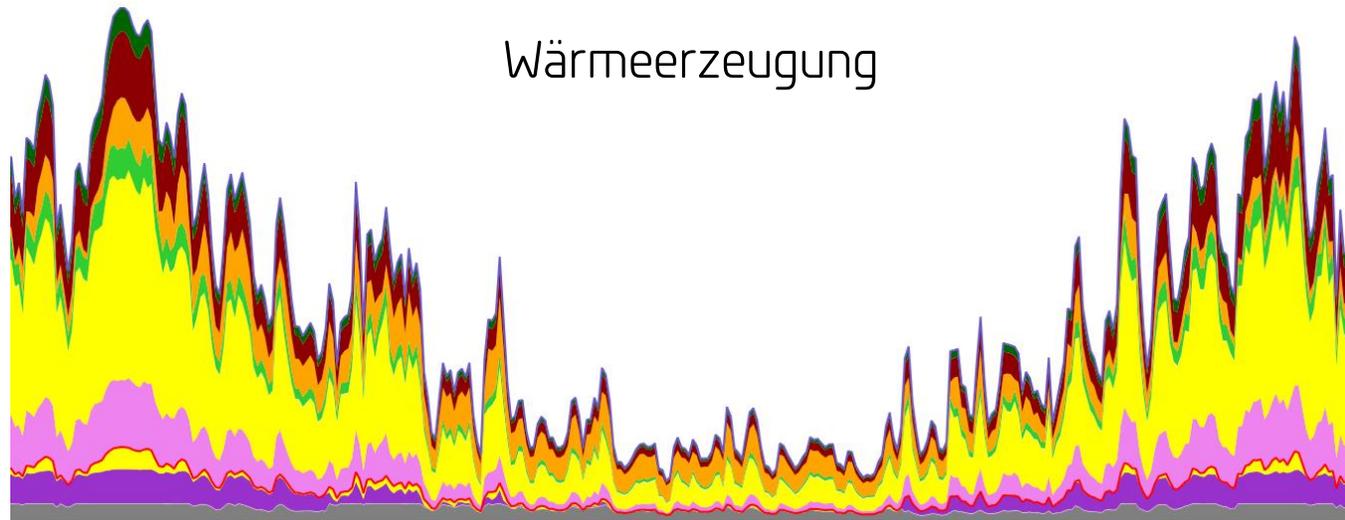
Entwicklung des Leistungsbedarfs

Reales Beispiel (Schweiz)



Jahresganglinie der Strom- und Wärmeerzeugung 2035

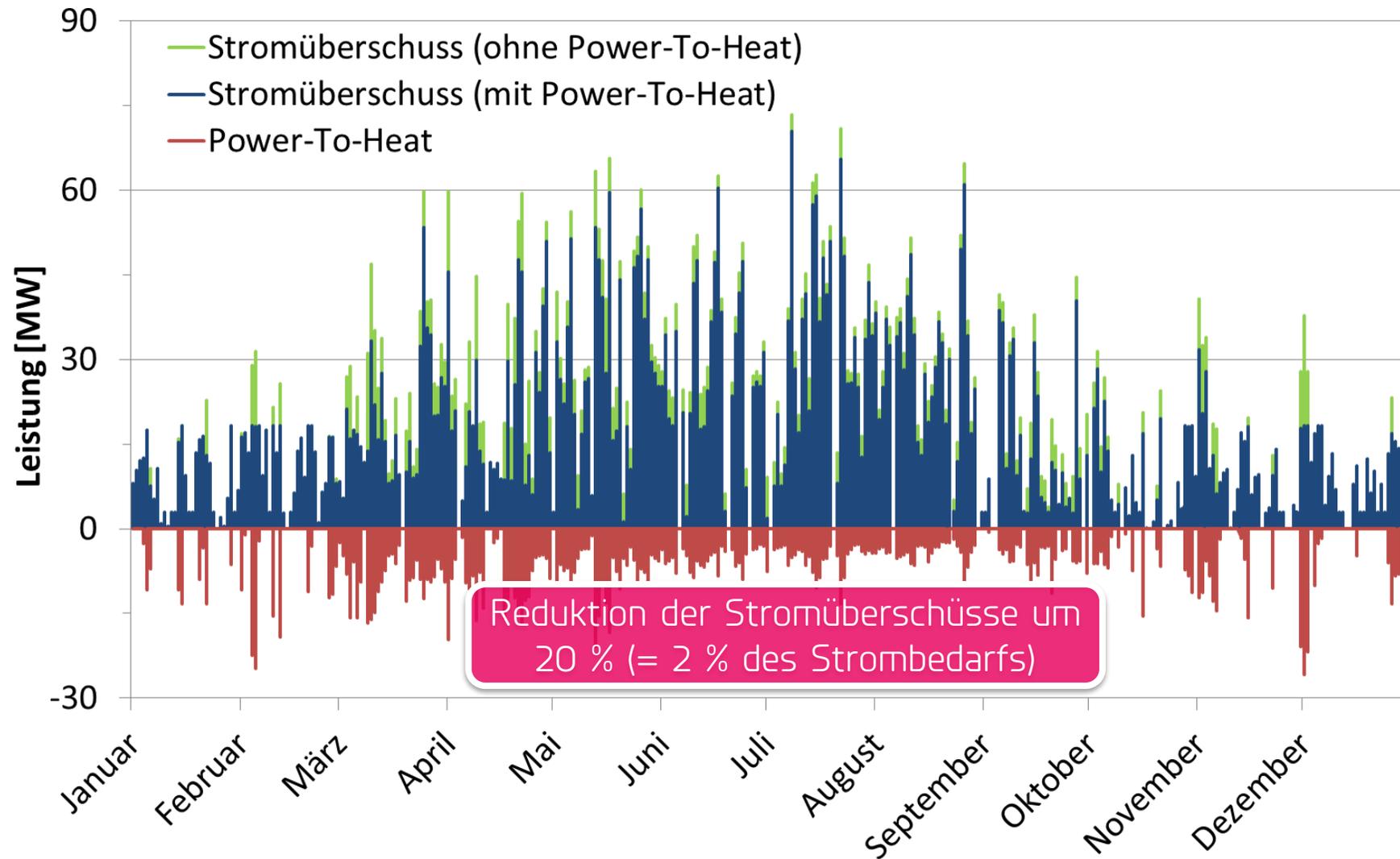
Erzeugungsmix angelehnt an BMWi-Referenzprognose



Überschuss = 11% des Strombedarfs

- Holzpellet
- Heizöl
- Solarthermie
- Mini-KWK
- Gaskessel
- Strom-WP
- FW-Bedarf
- FW-Gaskessel
- FW Holz-KWK
- MVA - KWK
- PV (Haushalte)
- MVA-KWK
- FW Holz KWK
- Mini-KWK
- Wasserkraft
- Photovoltaik
- Wind Offshore
- Wind Onshore
- Kohle
- Biomasse KWK
- Stromimport
- Stromüberschuss

Beitrag von Power-To-Heat



Fazit und Ausblick

Umsetzung der Klimapolitik

- Erreichung der Klimaziele realistisch
- Erheblicher Anpassungsbedarf in der Infrastruktur
- Ohne Effizienzmaßnahmen (Reduktion des Endenergiebedarfs) deutlicher Ausbaubedarf der Netze (Strom und Wärme)
- Politik ist gefragt um den Sanierungsstau (Gebäude und Heizungen) aufzulösen

Möglichkeiten spartenübergreifender Simulations- und Planungstools

- Sektorenübergreifende Planung ermöglicht eine optimierte Gestaltung des Energiesystems
- Abgestimmter Gasnetz-Rückbau und Fernwärme-Zubau
- Prognose der CO₂-Emissionen
- Ermittlung von Finanzierungsbedarf und Ergebnisentwicklung für das Gesamtunternehmen

Erforderliche Datengrundlagen

- Aufbau eines Energiekatasters
- Netzmodelle Strom / Gas / Fernwärme
- Wirtschaftliche Kenndaten (Tarife, Investitionen, Verlegekosten, etc.)

Ausblick:

- Direkte Integration der technischen (hydraulisch-thermischen / elektrischen) Simulation
- Integration der E-Mobilität
- Abstimmung der Umbauvorschläge mit der Erneuerungsplanung

Welche Rolle spielen systemische Ansätze für die Energiewende?

Systemische Ansätze sind unabdingbar für eine erfolgreiche Umsetzung der Energiewende!

- Gesamtwirtschaftlichkeit statt „Spartendenken“
- Sektorenkopplung durch PtG, PtH und KWK
- Abgestimmte Infrastrukturen (s. Schweizerische Energierichtplanung)



Dr. Piet Hensel
hensel@rzvn.de

Tel.: +49 (0)211 601273 00

Rechenzentrum für Versorgungsnetze Wehr GmbH
Wiesenstr. 21
40549 Düsseldorf

www.rzvn.de