

ENTWICKLUNG ÜBERTRAGBARER STÄDTISCHER ENERGIESYSTEMMODELLE UNTER VERWENDUNG ÖFFENTLICH ZUGÄNGLICHER DATEN

Kai Mainzer, Russell McKenna, Wolf Fichtner

Lehrstuhl für Energiewirtschaft, Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

Kontakt: kai.mainzer@kit.edu

Eine Initiative des Bundesministeriums für Bildung und Forschung

Wissenschaftsjahr 2015

Zukunftsstadt

Einführung

- Stromerzeugung zunehmend dezentral und volatil
- Wärmesektor dezentral, zunehmend verknüpft mit Stromsektor
- Große Effizienzpotenziale auf der Nachfrageseite
- Investitionsentscheidungen sind langfristig und kostenintensiv
- Entscheidungen aufgrund von Systeminteraktionen und Unsicherheiten komplex

Mathematische Modelle können die Entscheidungsfindung unterstützen.

Stand der Entwicklungen

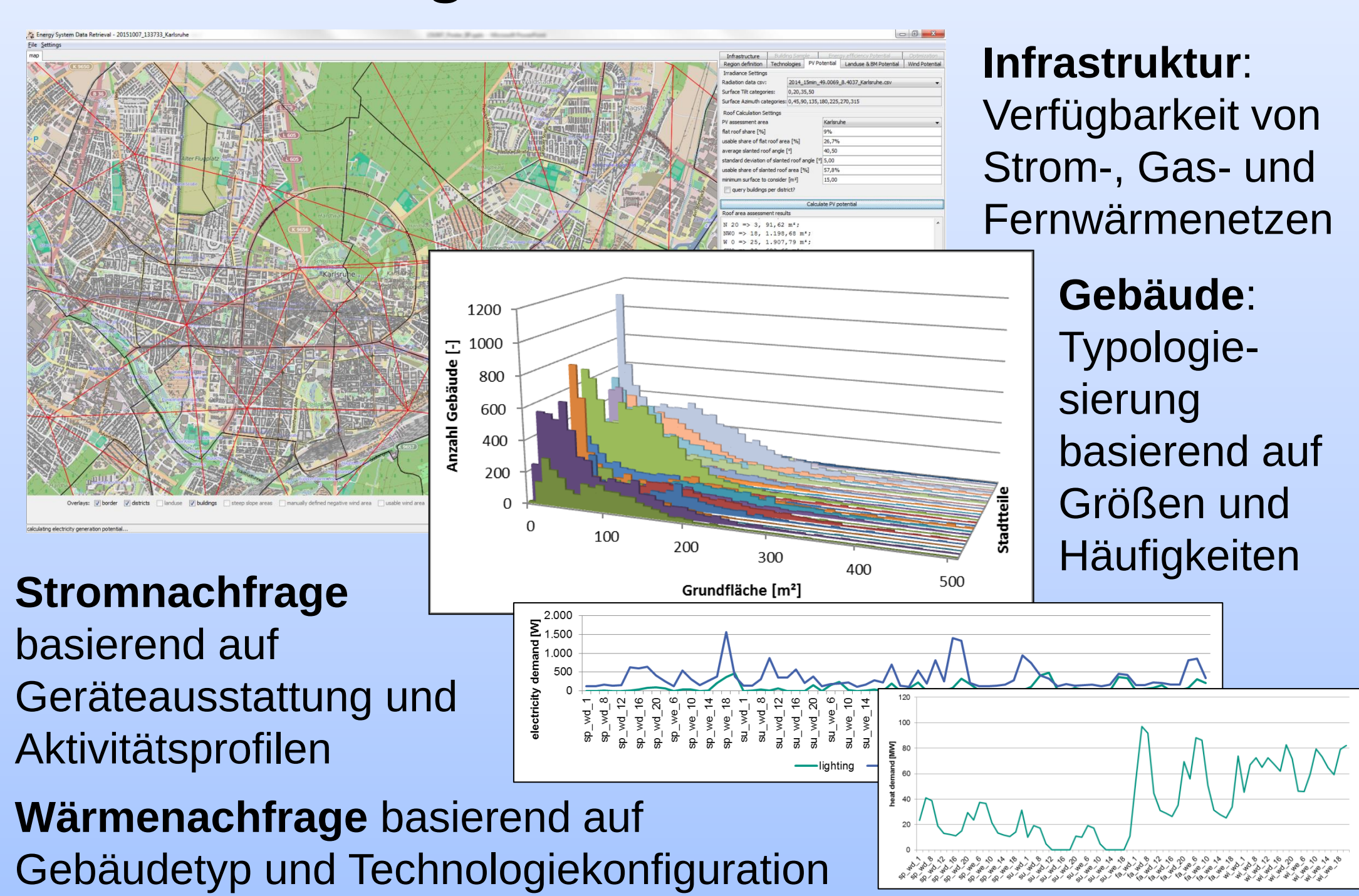
- Im Wettbewerb Energieeffiziente Stadt werden viele neuartige Modellansätze verfolgt
- Diese sind jedoch auf die jeweils vor Ort zur Verfügung stehenden Daten maßgeschneidert
- Eine Übertragung auf beliebige andere Städte ist somit nicht ohne weiteres möglich
- Ein übertragbares Modell sollte daher die benötigten Daten aus frei verfügbaren Quellen beziehen und fehlende Daten automatisiert berechnen

Eine Modellierung mit dem Ziel der beliebigen Übertragbarkeit muss Methoden zur Akquise sämtlicher benötigter Daten bereitstellen.

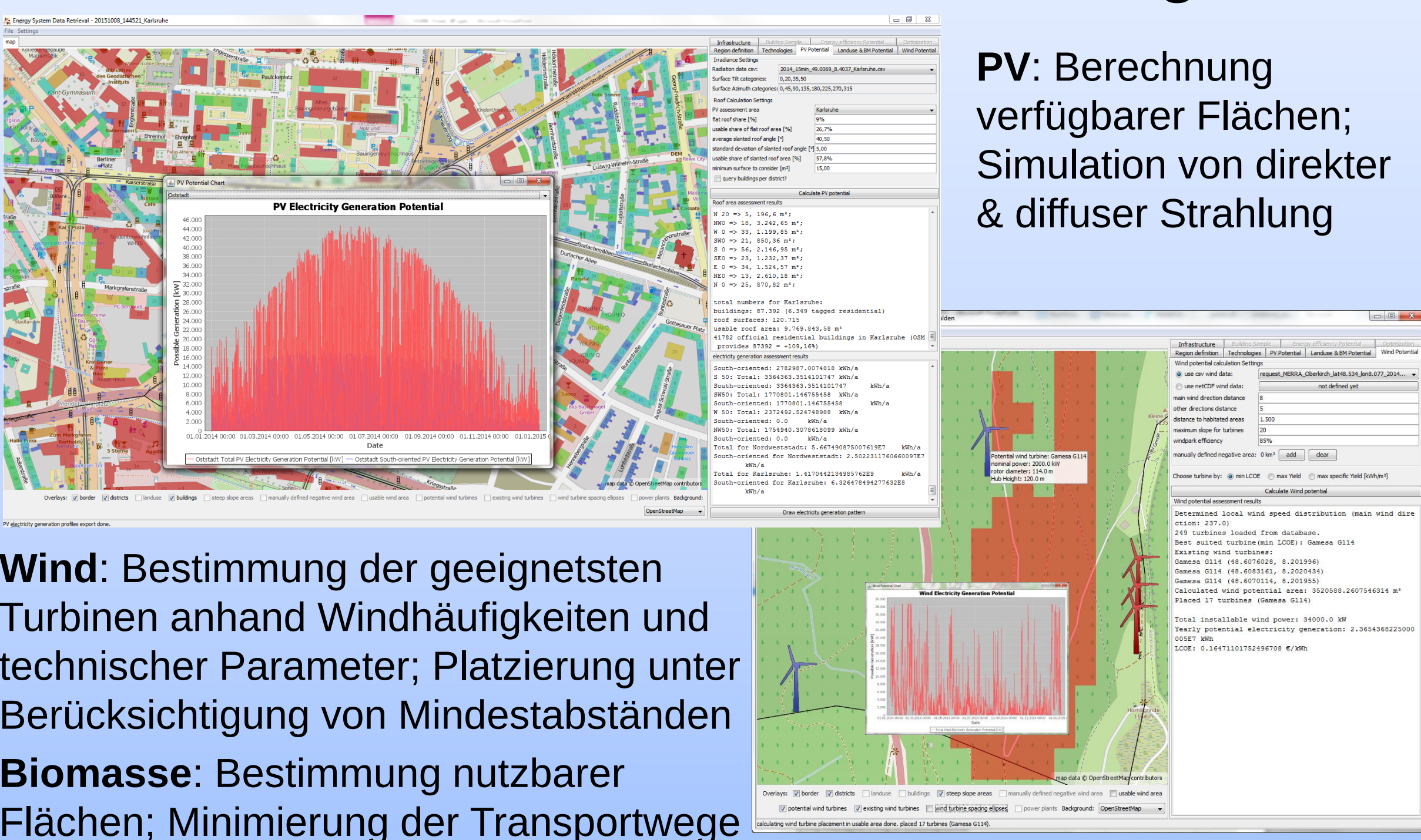
	Stadt & Modell	Zweck	Methodik
Delitzsch	akteursorientiertes Energiemanagementsystem	Systemgestaltung	Simulation Optimierung
Essen	Energie-Effizienz-Controller (EEC®)	Information & Kommunikation	Bilanzierung
	Low Carbon Index (LCI®)	Monitoring	Bilanzierung
	EEC®-Mobilität	Monitoring	Bilanzierung
Magdeburg	Energie-Geoinformationssystem (EnerGIS)	Information & Kommunikation	Bilanzierung
	Stoffstrommanagementsystem (StoffSYS)	Information & Kommunikation	Bilanzierung
	Kennzahlen- und Controllingsystem	Monitoring	Bilanzierung
Stuttgart	mikroskopisches Bilanz- und Strategiemodell	Systemgestaltung	Simulation
Wolfshagen	makroskopisches Bilanzmodell	Monitoring	Bilanzierung
	Web-GIS	Information & Kommunikation	Bilanzierung

Übertragbare Methoden zur Bereitstellung von Daten städtischer Energiesysteme

Energieeffizienz im Bestand

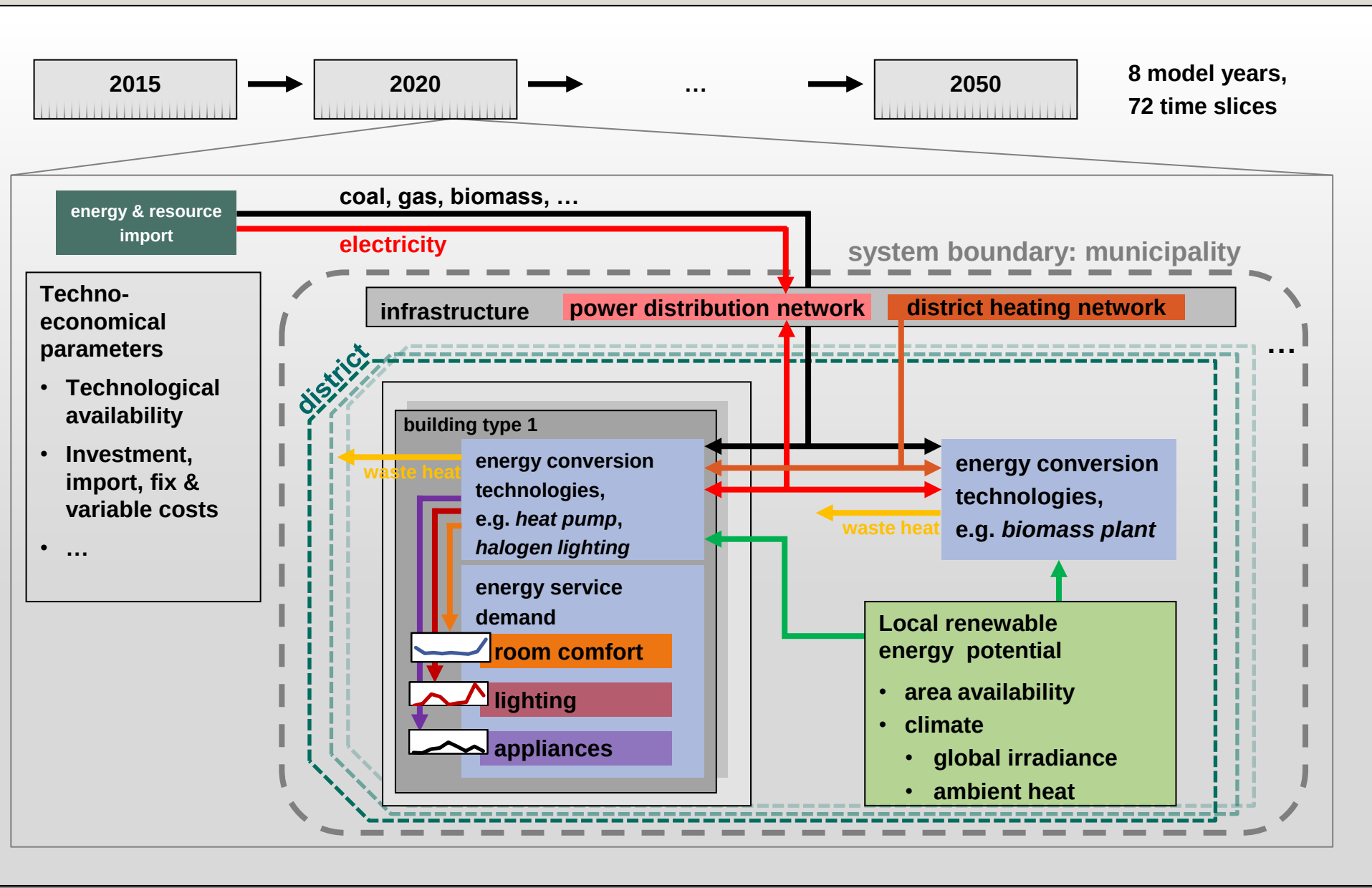


Potenziale & Kosten Erneuerbarer Energien



- Technologie-Datenbank
Effizienz, Kosten, ...
- historische Marktdaten
- amtliche Statistiken
- Geodaten (OpenStreetMap)
- wissenschaftliche Studien

Techno-ökonomische Optimierung des städtischen Energiesystems



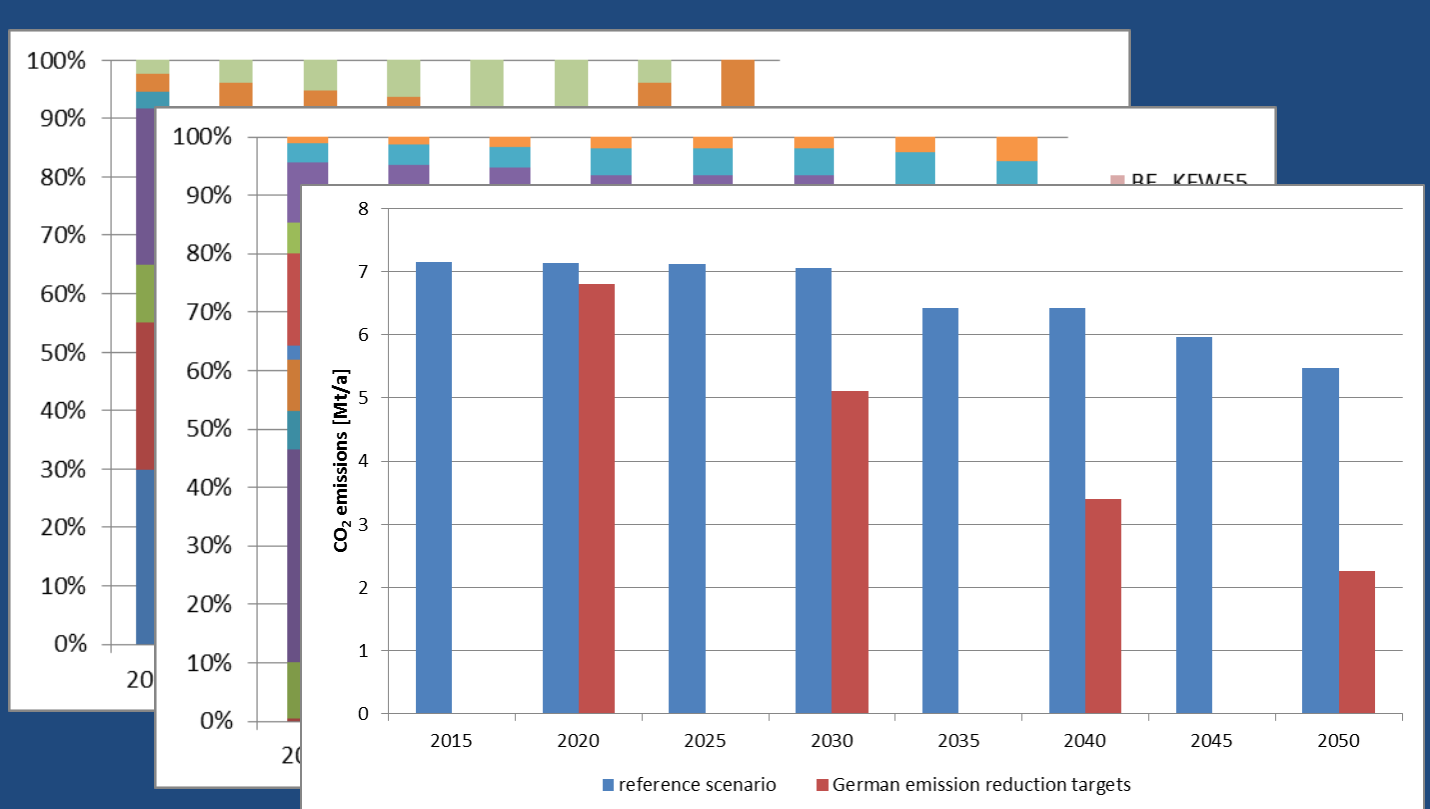
- Ableitung von Handlungsempfehlungen bezüglich der benötigten Investitionen zur kostenminimalen Systemgestaltung
- Bestimmung des ökonomisch optimalen Nutzungsgrades erneuerbarer Energien
- Identifizierung sinnvoller Technologiekombinationen
- Entwicklung der Kosten und Emissionen bei Vorgabe unterschiedlicher Zielsetzungen

$$\min \sum_{my \in YEARS} \left(a_{my} * N_{my} * \left(\begin{aligned} &+ImportFlowsCosts_{my} \\ &+TransmissionGridCosts_{my} \\ &+IntermediaryFlowsCosts_{my} \\ &+UnitsInvestmentAnnuities_{my} \\ &+UnitsFixCosts_{my} \\ &+ProcessActivitiesVarCosts_{my} \\ &+EmissionsCosts_{my} \\ &+LandUseCosts_{my} \\ &+LocalSourcingCosts_{my} \end{aligned} \right) \right)$$

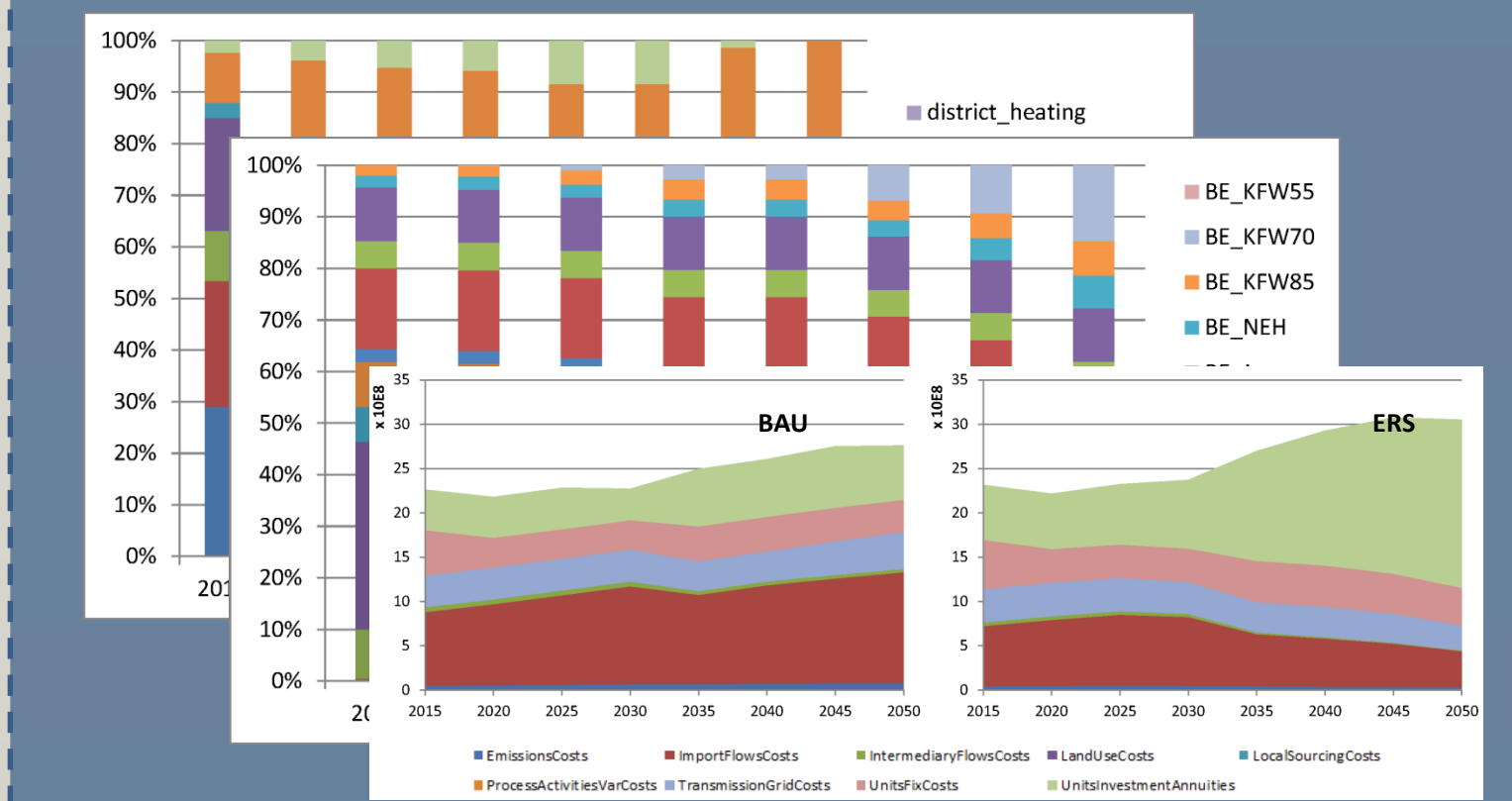
- Minimierung der Gesamtsystemkosten unter Berücksichtigung technischer und Nutzer-spezifischer Nebenbedingungen
- Methodik: gemischt-ganzzahlige lineare Programmierung

Vorgabe von Emissionsminderungszielen

Referenzszenario



Emissionsreduktionsszenario



Veröffentlichungen

- Mainzer, Kai; Fath, Karoline; McKenna, Russell; Stengel, Julian; Fichtner, Wolf; Schultmann, Frank (2014): A high-resolution determination of the technical potential for residential-roof-mounted photovoltaic systems in Germany. In: *Solar Energy* 105, S. 715–731. DOI: 10.1016/j.solener.2014.04.015.
- Killinger, Sven; Mainzer, Kai; McKenna, Russell; Kreifels, Niklas; Fichtner, Wolf (2015): A regional optimisation of renewable energy supply from wind and photovoltaics with respect to three key energy-political objectives. In: *Energy*. DOI: 10.1016/j.energy.2015.03.050.
- Mainzer, Kai; McKenna, Russell; Fichtner, Wolf (2014): Modelle und Methoden zur Entscheidungsunterstützung bei der Planung urbaner Energiesysteme. In: Marco K. Koch und Russell McKenna (Hg.): Wettbewerb "Energieeffiziente Stadt". Band 3: Methoden und Modelle. Berlin, Münster: LIT (Energie und Nachhaltigkeit, Bd. 16), S. 11–20.
- Mainzer, Kai; McKenna, Russell; Fichtner, Wolf: Integrating residential energy efficiency measures into optimizing urban energy system models. Präsentation und Paper in Proceedings der Konferenz ecee 2015 Summer Study on energy efficiency. Presqu'île de Giens, 5. Juni 2015. Online verfügbar unter <http://proceedings.ecee.org/visabstrakt.php?event=5&doc=3-427-15>
- Mainzer, Kai; McKenna, Russell; Fichtner, Wolf (2015): Rolling Horizon Planning Methods in Long-Term Energy System Analysis MILP Models. Präsentation auf CORS/INFORMS International Meeting 2015. Institute for Operations Research and the Management Sciences (INFORMS). Montréal, 17.06.2015. Online verfügbar unter <http://meetings2.informs.org/montreal2015/>

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium für Bildung und Forschung

Förderkennzeichen 03SF0415B