Das Regionenmodell (FREM) – Basis detaillierter Analysen kommunaler Energiekonzepte

Workshop „Urbane Energiesystemmodelle“
am 12.11.2015, Ostendorfhaus, Karlsruhe

Forschungsgesellschaft für
Energiewirtschaft mbH

Dipl.-Geogr. Corinna Sophie Steinert
Geschäftsfeldleitung Regionales
Energiemanagement

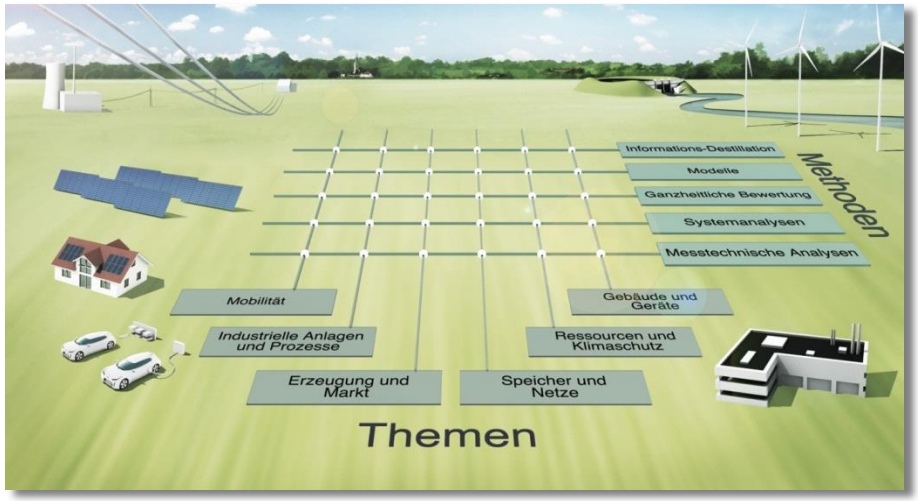
Wissen schafft Praxis FfE

Die Forschungsstelle für Energiewirtschaft e.V.

- Unabhängige Forschung seit über 65 Jahren
- Ziel der nachuniversitären Weiterbildung
- Enge Zusammenarbeit mit der TU München

→ Breite Fachkompetenz in allen Bereichen der Energiewirtschaft

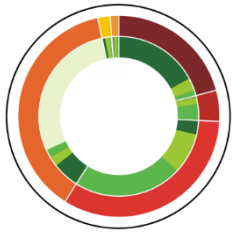
→ 2001 Gründung der Forschungsgesellschaft für Energiewirtschaft mbH



Die Forschungsgesellschaft für Energiewirtschaft mbH

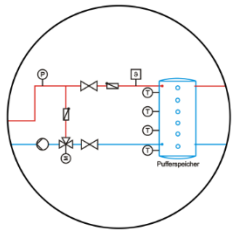
Industrielles Energie-management

Energie- und Klimaschutz-konzepte



System- und Marktanalysen

Dienstleistungs- und Produkt-innovation



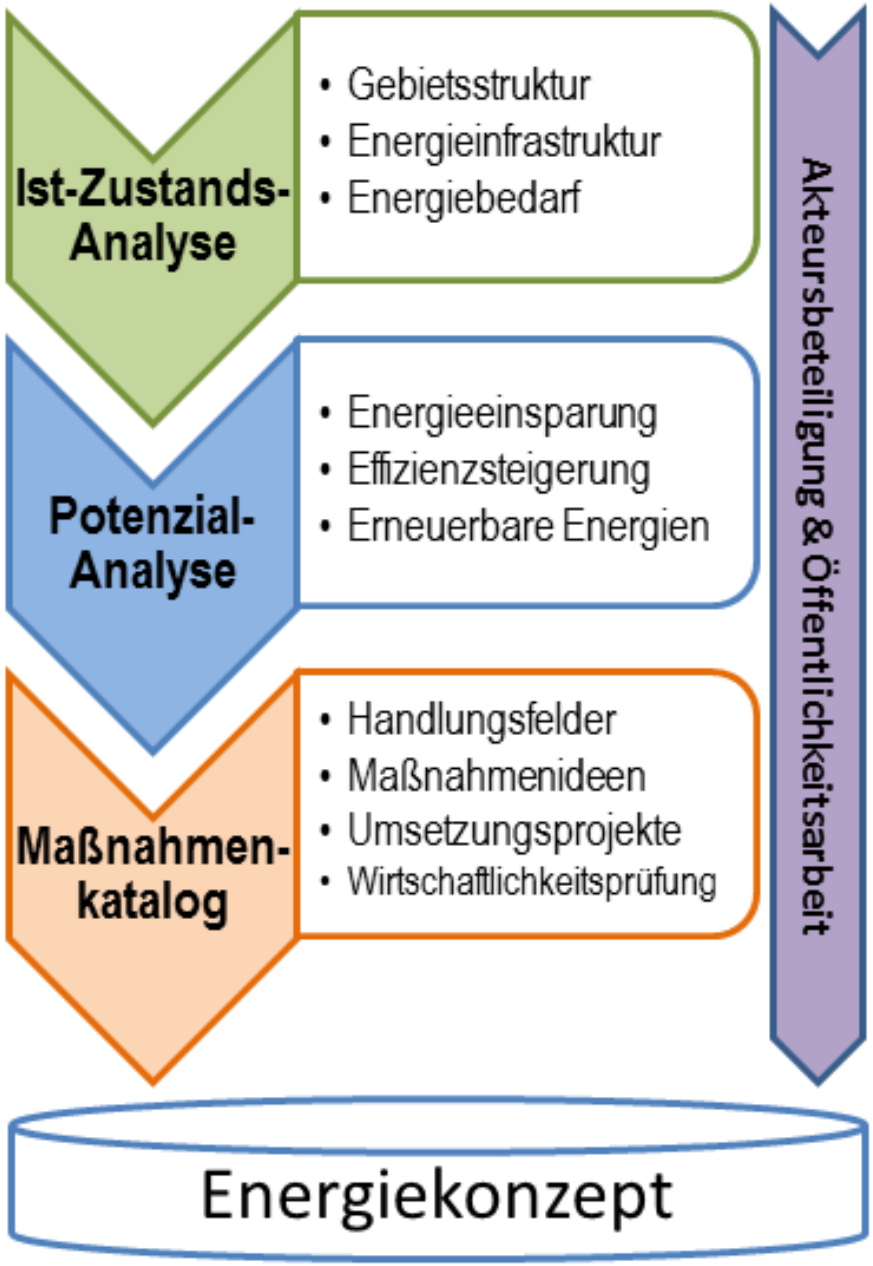
Planung und Messtechnische Untersuchung

Gliederung

1) Herausforderungen Kommunaler Energiekonzepte
2) Aufbau des FfE-Regionenmodells (FREM)
3) Beispiel: PV-Potenzial-Ermittlung
4) Beispiel: Nahwärmenetz „auf Knopfdruck“
5) Fazit

Herausforderungen bei der Datenerhebung für Kommunale Energiekonzepte

Ablauf eines Kommunalen Energiekonzepts



Regional hoch aufgelöst

→ Landkreise

→ Städte

→ Gemeinden

→ Ortsteile

→ Quartiere

Betrachtung der Sektoren

→ Haushalte

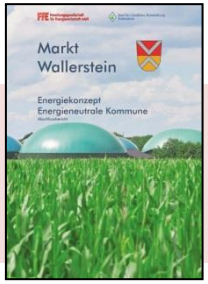
→ Gewerbe, Handel, Dienstleistungen

→ Industrie

→ [Verkehr]

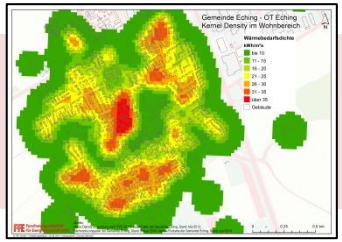
Ergebnisse eines kommunalen Energiekonzepts im Überblick:

1



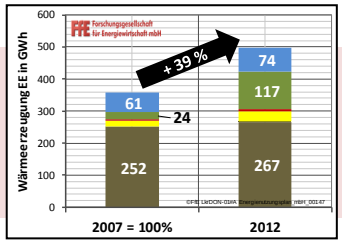
Abschlussbericht mit Methodik

2



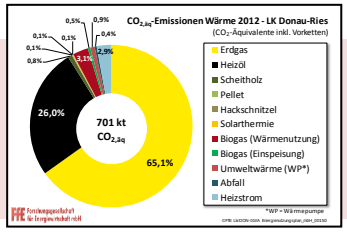
Kartendarstellungen – GIS-basiert

3



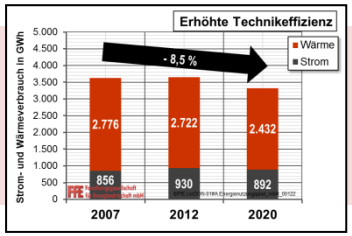
Basisdaten Energie – Strom, Wärme, EE

4



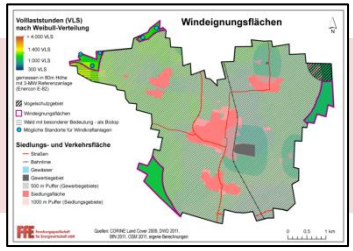
Primär-, Endenergie-, CO_2-Bilanz

5



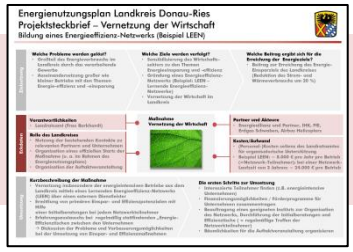
Entwicklungs-Szenarien 2020,2030,2050…

6



Potenzial-Analysen – Sparen, Effizienz, EE

7



Maßnahmen-Katalog mit Bewertung

8

Energienutzungsplan – gesamtes Gebiet

Bedeutung von GIS in Energiekonzepten

Wissen schafft Praxis FfE

Herausforderungen der Datenbeschaffung bei kommunalen Energiekonzepten

- Fehlende / unzureichende Basisdaten, z. B.
  - Späte / keine Lieferung von relevanten Basisdaten
  - Keine realen Verbrauchsdaten zugänglich
  - Kaminkehrerdaten nicht / unzureichend vorhanden
  - …

- Aufwand vs. Nutzen, z. B.
  - Solardachkataster nicht vorhanden / zu teuer
  - Vor-Ort-Begehungen
    → aufwändig / teuer (v.a. bei größeren / urbanen Gebieten)
  - …

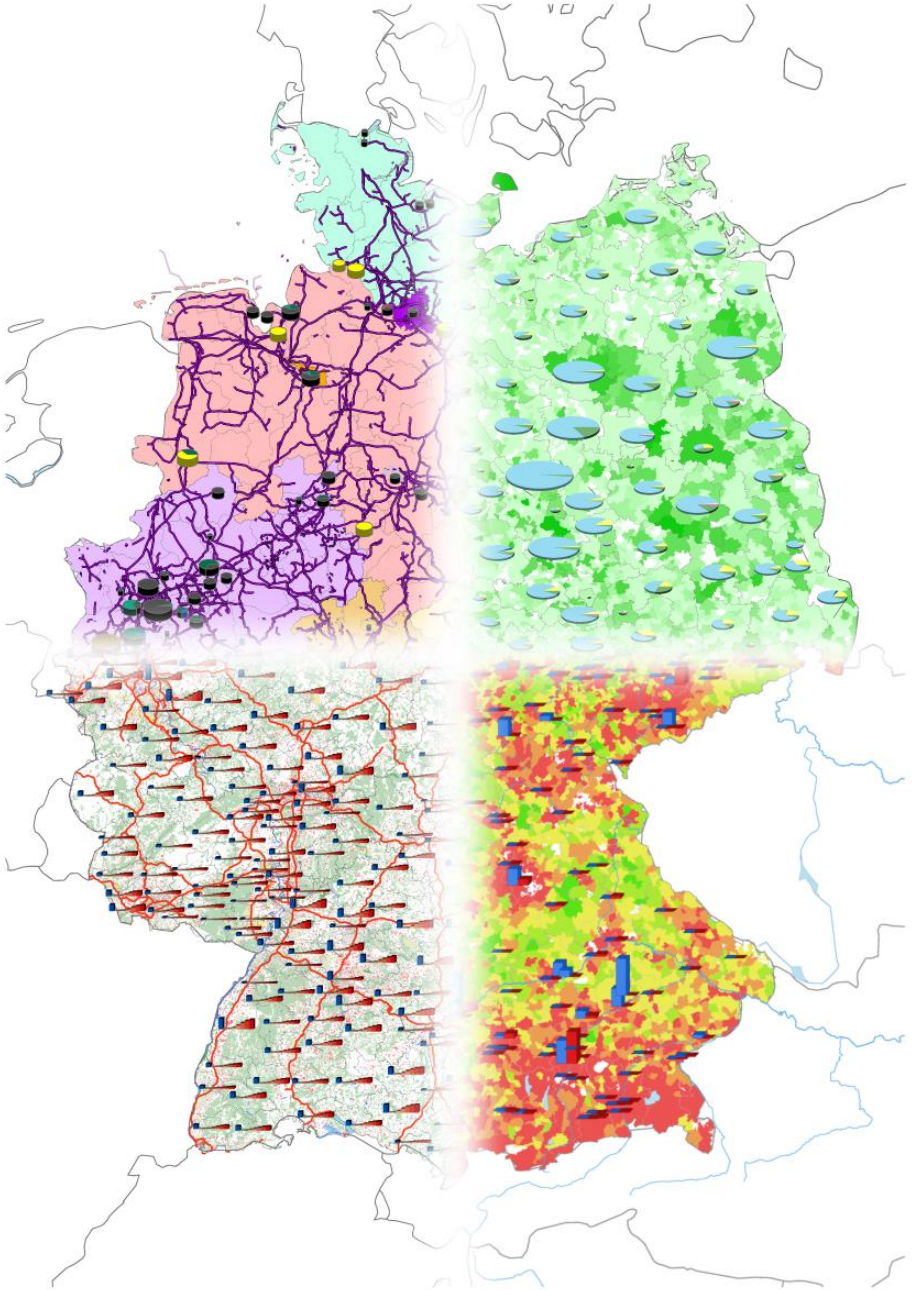
➢ **Lösungsansatz:** Nutzung statistischer Daten, Verwendung von Kennzahlen heruntergebrochen bis auf Gemeinde-Ebene

Das Regionenmodell
FfE-Regionalisiertes-Energiesystem-Modell, kurz FREM

Möglichkeiten zur Nutzung statistischer Daten für detaillierte Analysen

Regionenmodell der FfE
Aspekte der Energiesystemanalyse

Kraftwerke und Netze

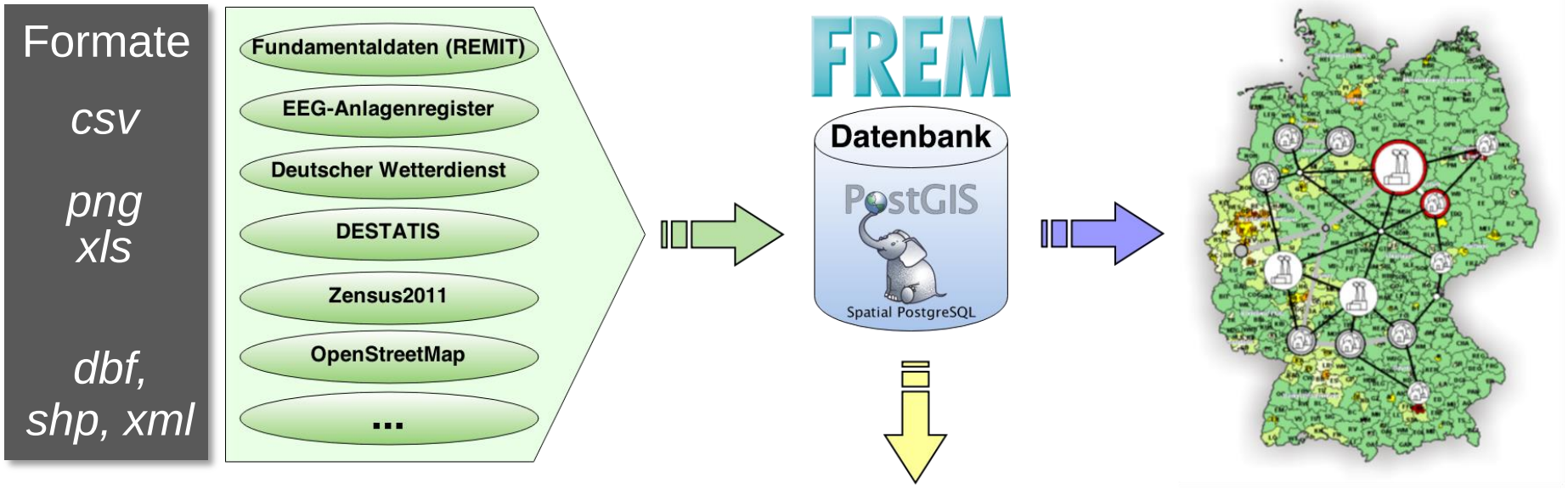


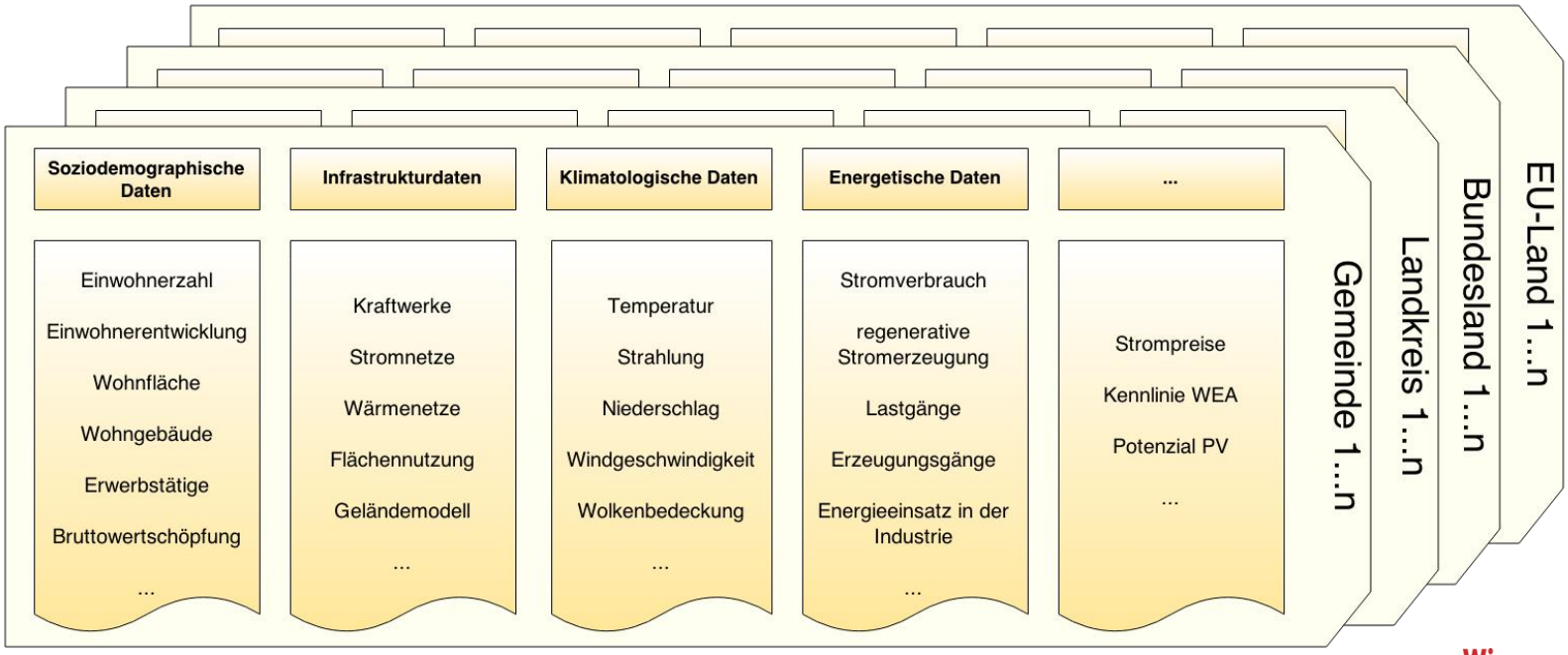
Regenerative Erzeugung

Szenarien

Energie-verbrauch

Regionenmodell der FfE
Aufbau und räumliche Gliederung





Regionenmodell der FfE
Mehr als nur eine Datensammlung ➔ Räumliche Abfragen

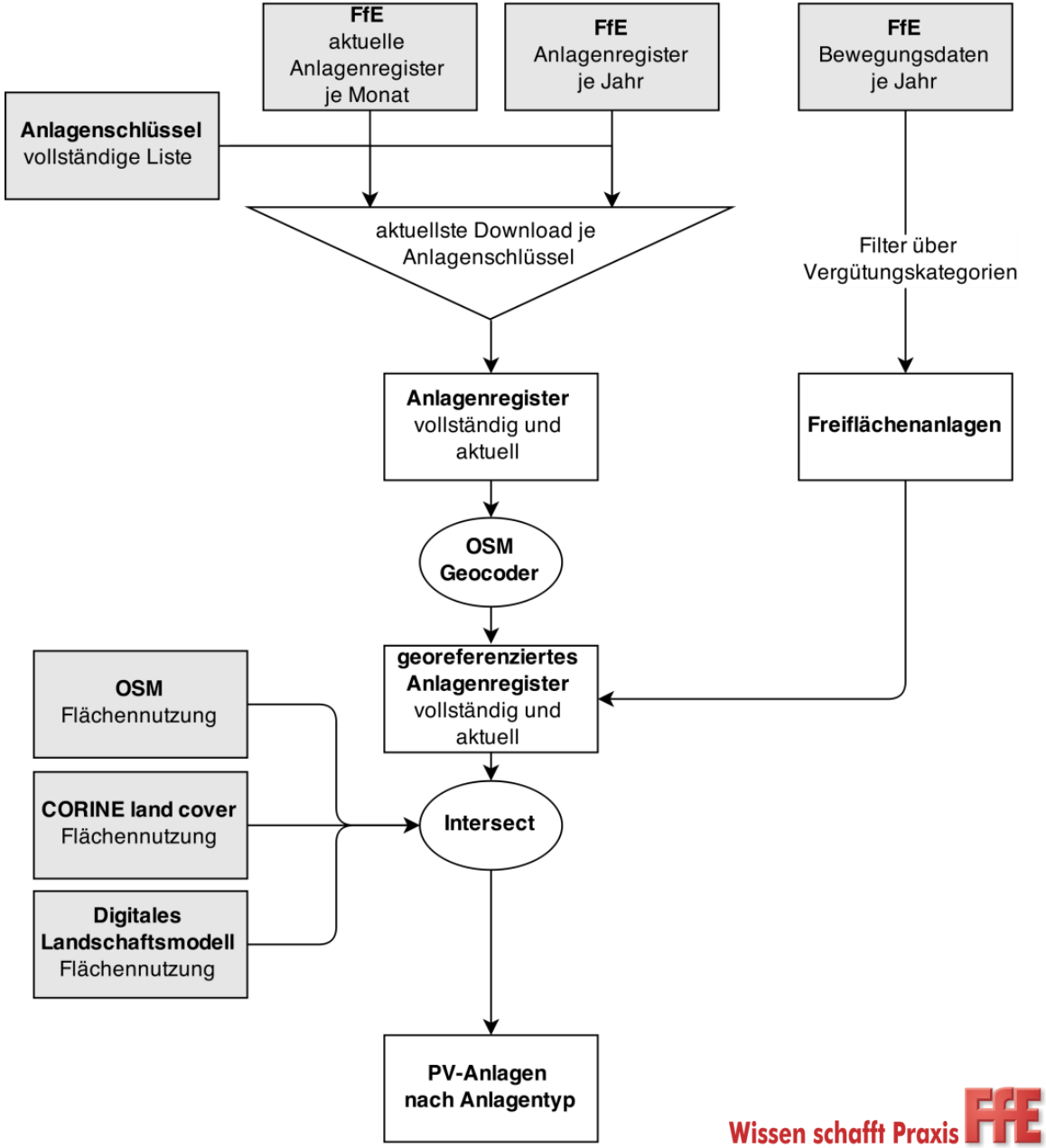
```
-- Sucht alle PV-Anlagen, die weniger als 100 Meter
-- von einer Autobahn entfernt sind

SELECT
  pv_anlagen.id,
  pv_anlagen.standort,
  pv_anlagen.leistung
FROM eegdb.pv_anlagen    -- EEG-Anlagenregister
JOIN osm.autobahn        -- OpenStreetMap-Datenbank
ON   st_dwithin(pv_anlagen.standort, autobahn.geometrie, 100)
```

Potenzial für Photovoltaik

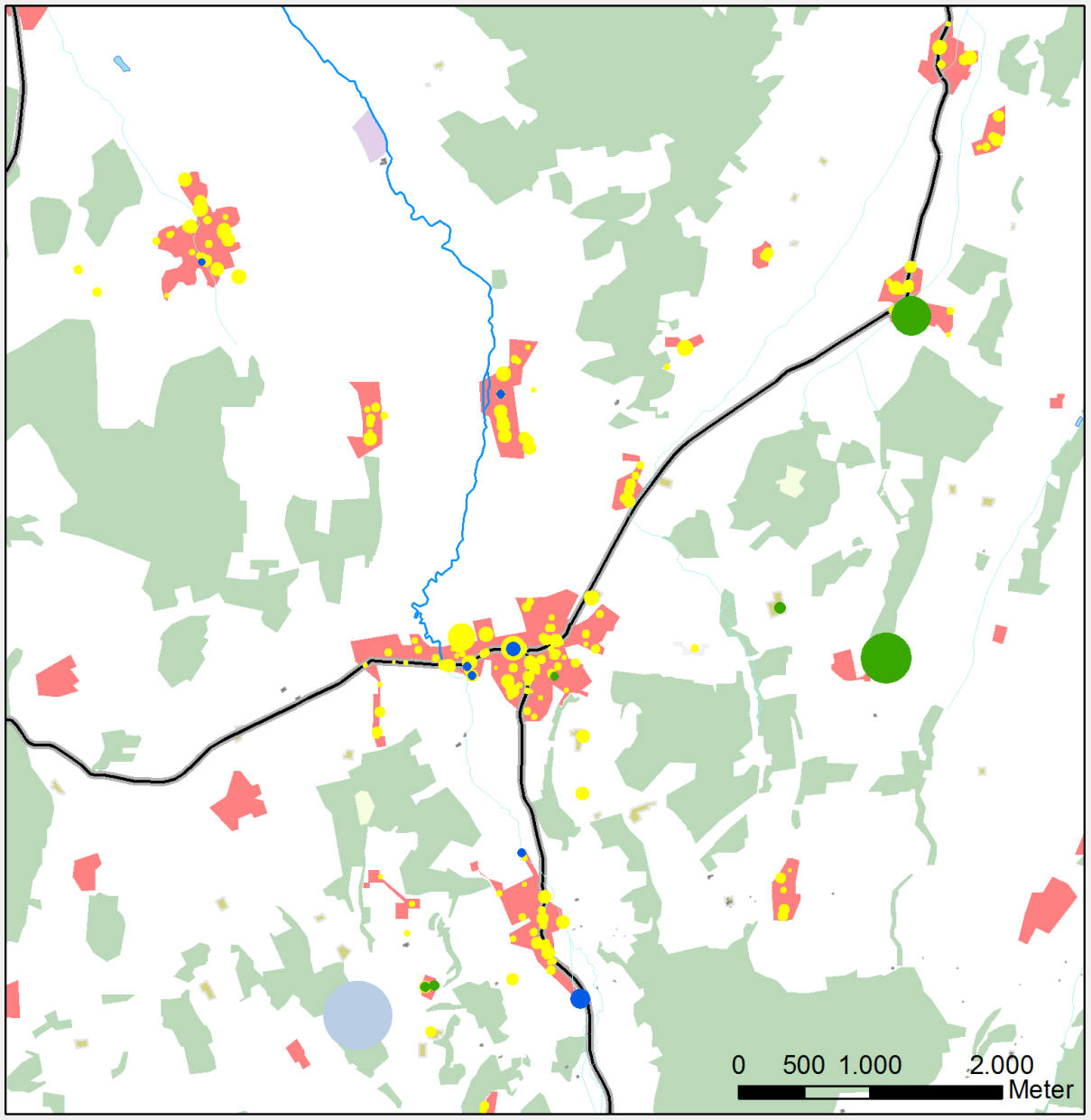
Beispielauswertung

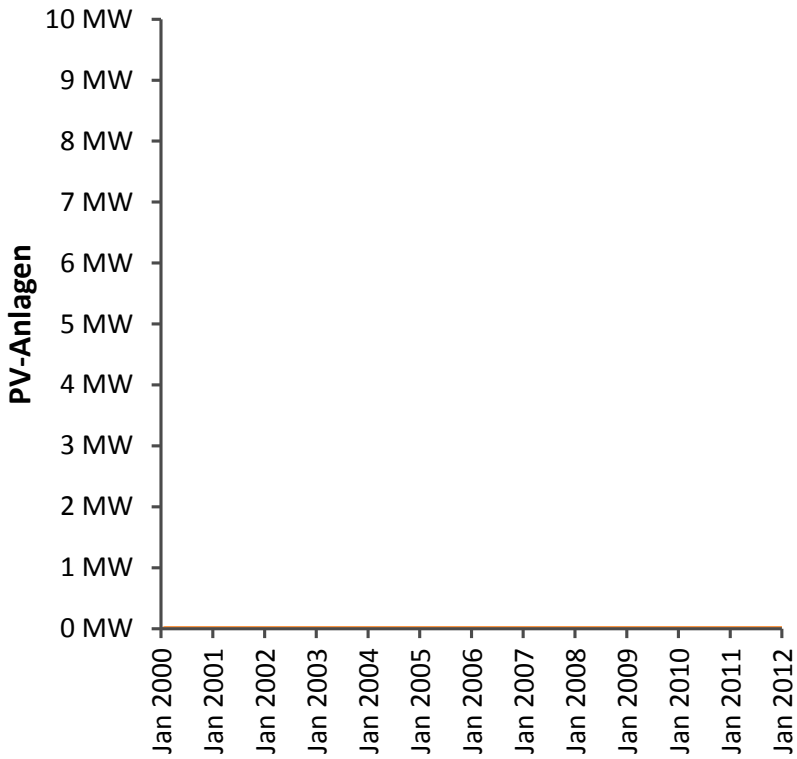
PV-Anlagen je Anlagentyp: Aufbau des Anlagenregisters der EEG-Datenbank

- Abruf und Aufbereitung der EEG-Daten der ÜNB nach Anlagenschlüssel
- Identifikation von Freiflächenanlagen
- Verortung der Anlagen mittels OpenStreetMap-Daten (Geocoder)
- Verschneidung mit Flächennutzung
- ➢ **PV-Anlagen nach Anlagentyp**



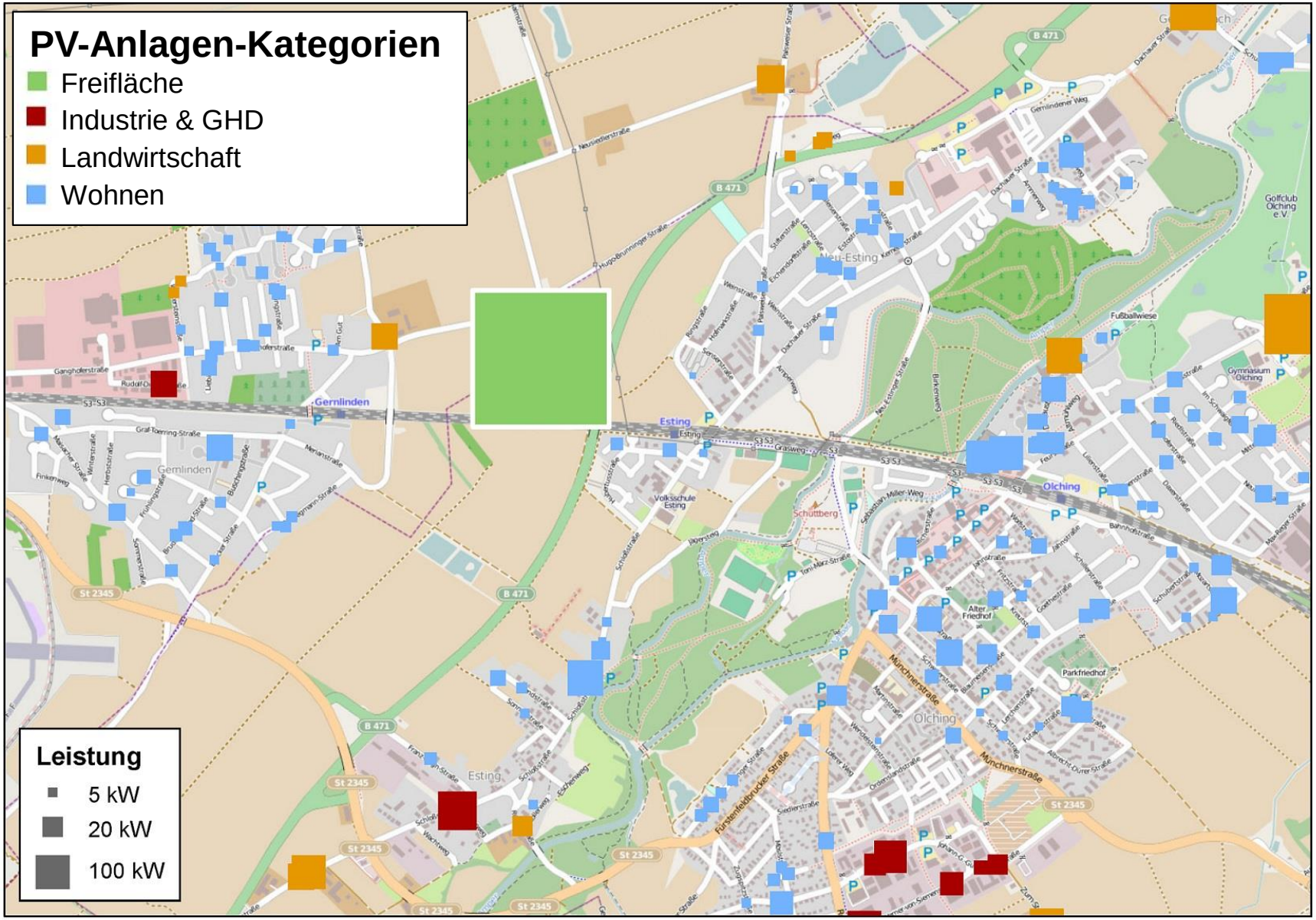
Ausbau der Erneuerbaren Energien: Markt Rettenbach (bei Memmingen)





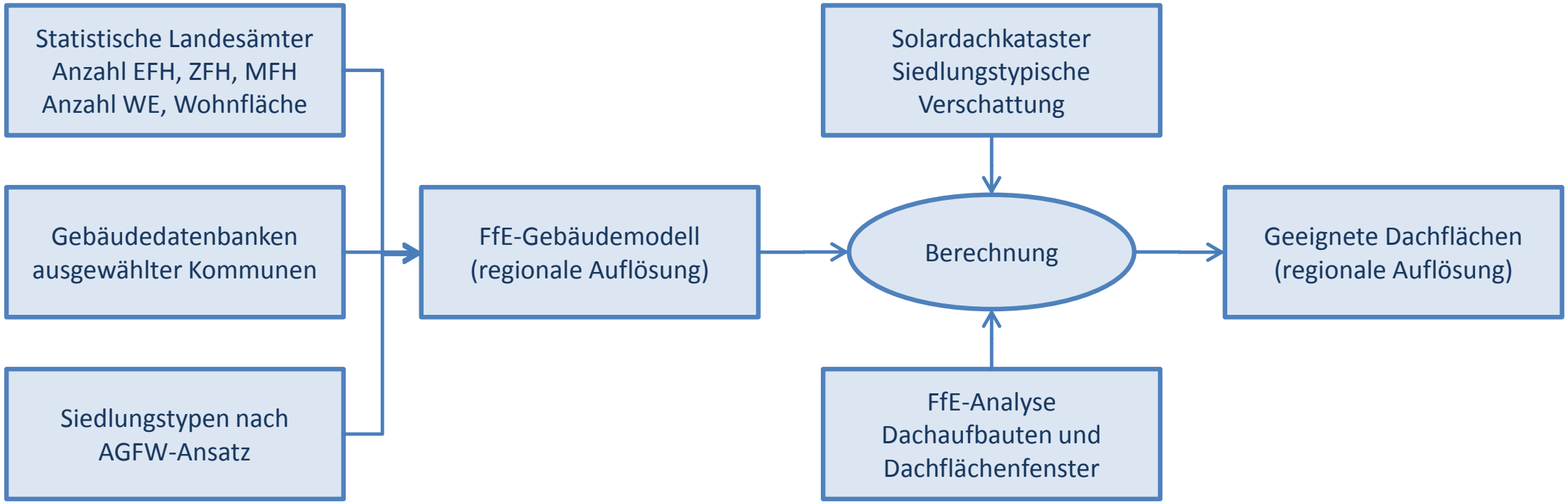
Beispiel Stadt Olching – PV-Anlagen-Bestand nach Kategorie

Georeferen-zierter PV-Anlagen-Bestand inklusive Identifikation verschiedener Anlagen-Kategorien



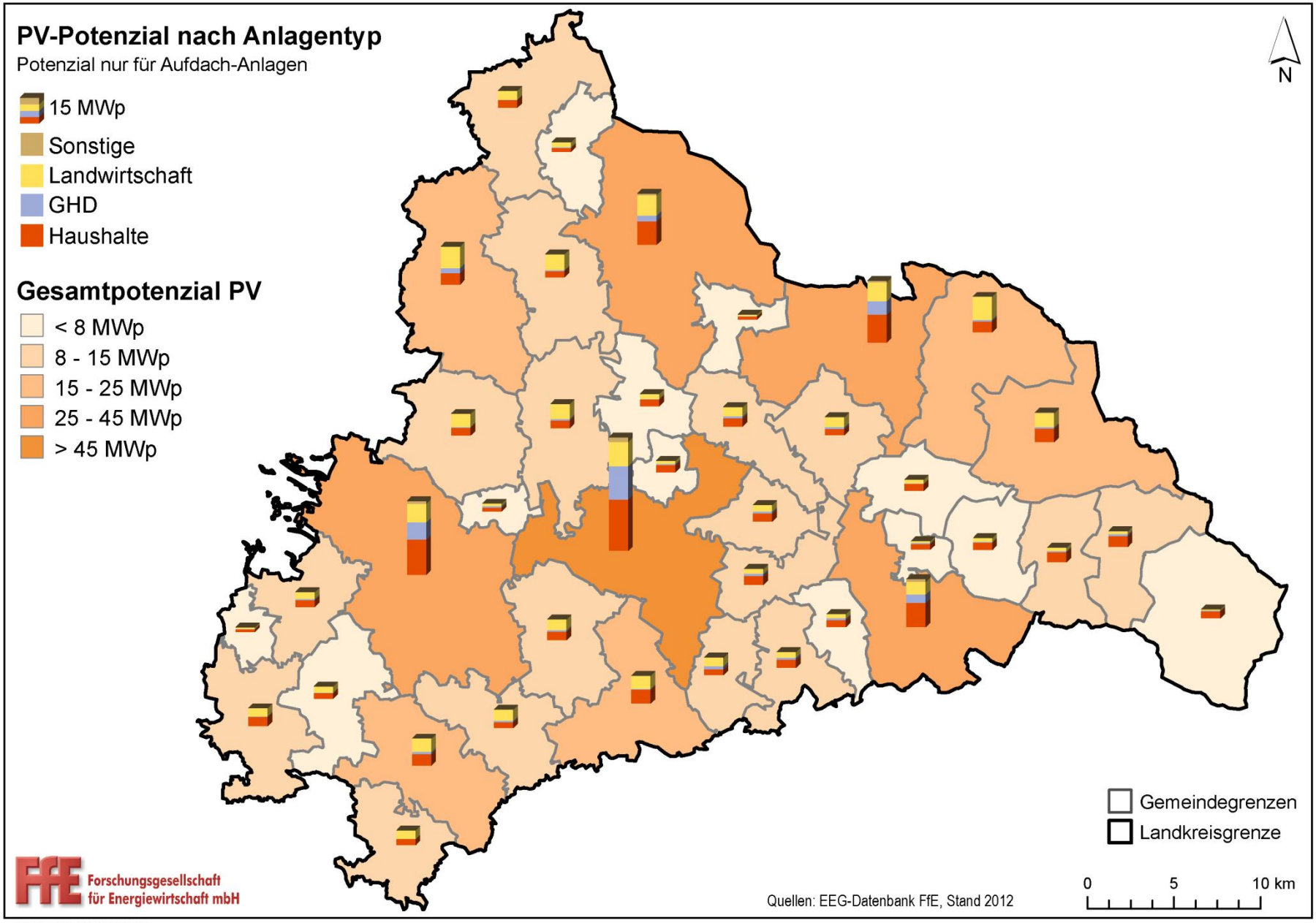
Potenzial-Analyse: Bestimmung geeigneter Dachflächen

- Wohngebäude:



- Gewerbliche Gebäude:
  - Kombination aus OpenStreetMap-Daten und statistische Daten
  - Untersuchung von Gewerbegebieten, Verhältnis von Gewerbe- zu Grundflächen
- Landwirtschaftliche Gebäude:
  - Anzahl der landwirtschaftlichen Betriebe, Art und Anzahl der Tierhaltung und landwirtschaftlich genutzten Flächen nach Fruchtart
  - Zusammenarbeit mit Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL)

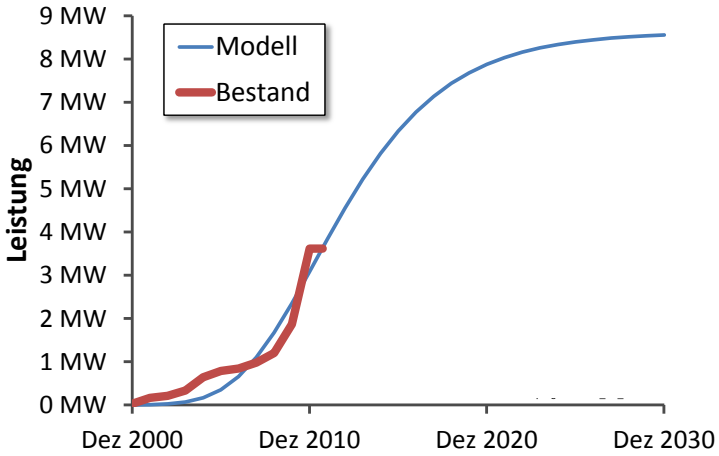
Landkreis Cham –
PV-Potenzial für Aufdach-Anlagen nach Anlagentyp

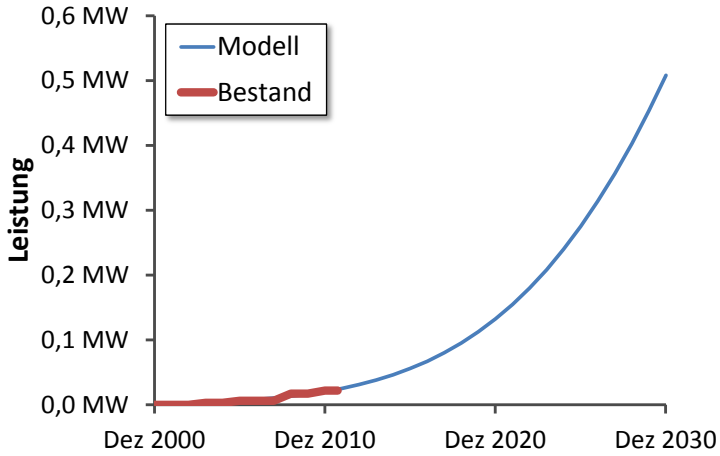


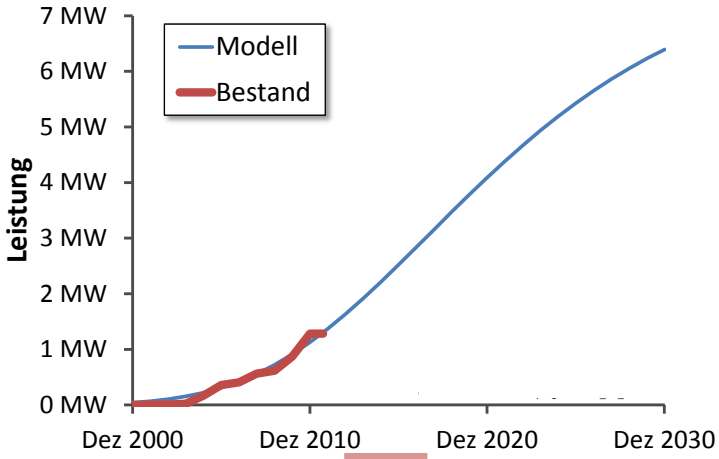
© FfE GmbH - CHAM-01-00041

PV-Ausbau-Szenario
Anwendung von Sigmoidfunktionen

- Modellierung des zu erwartenden Ausbaus anhand von asymmetrischen Sigmoidfunktionen je Gemeinde, wie z.B.:

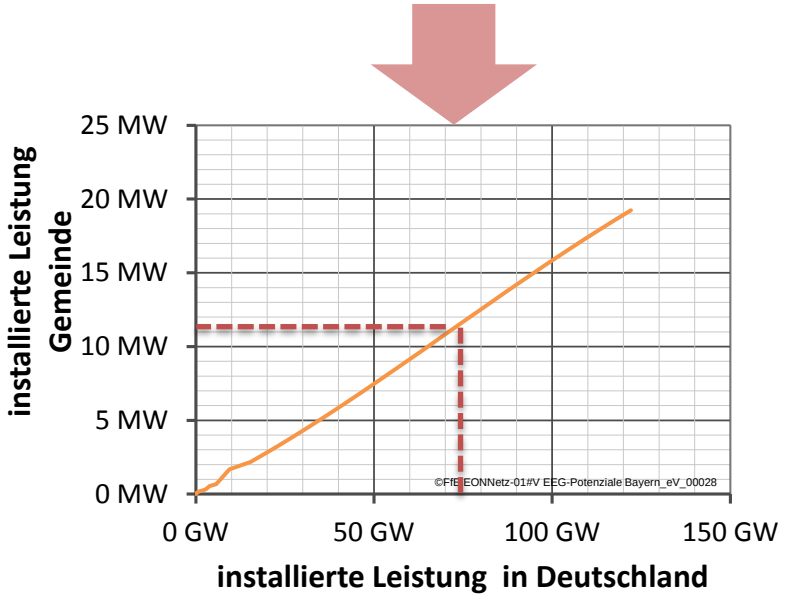






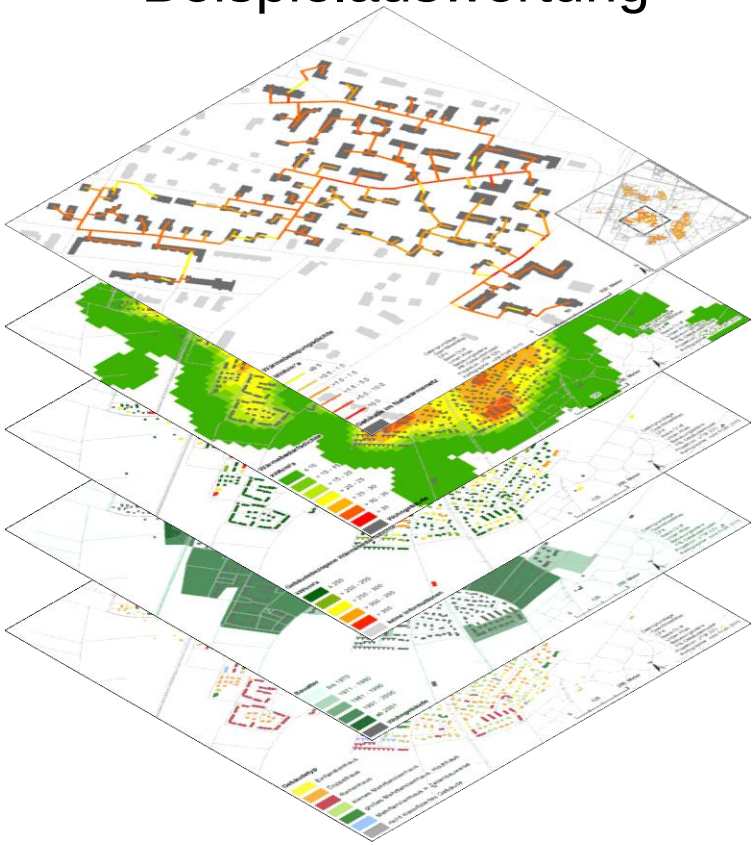
- Eingangsparameter:
  - Entwicklung des historischen Ausbaus
  - Ermitteltes Potenzial

- Optional: „Faltung“ der Kurven, um in Summe auf bundesweite Ausbauziele zu kommen

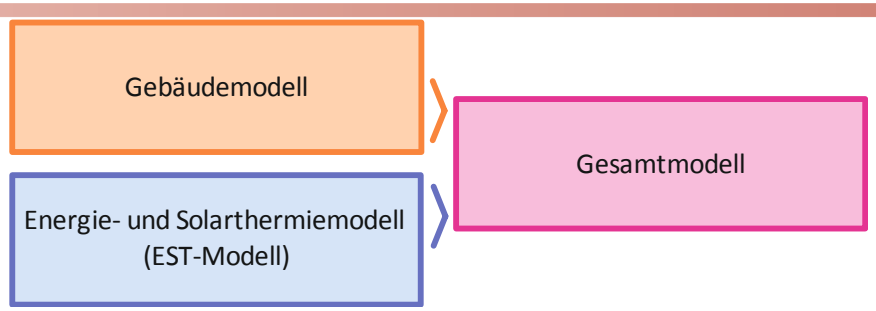


Nahwärmenetz „auf Knopfdruck“

Beispielauswertung



Regionenmodell der FfE
Zusammenfassung des Gebäudemodells



10 Baualtersklassen	
1	vor 1900
2	1900 - 1945
3	1946 - 1960
4	1961 - 1970
5	1971 - 1980
6	1981 - 1985
7	1986 - 1995
8	1996 - 2000
9	2001 - 2005
10	2006 - 2010

9 Siedlungstypen	
1	Streusiedlung
2	EFH-Siedlung
3	Dorfkern
4	RH-Siedlung
5	Zeilenbebauung, 3- bis 5-geschossig
6	Hochhäuser und große Zeilenbauten
7	Städtische Blockrandbebauung
8	City-Bebauung hoher Dichte
9	Historische Altstadt

Gebäudetyp	Gebäude in Mio.	WE in Mio.	Wohnfl. in Mio. m²	Brutto-Stellfl. in Mio. m²
EFH	11,42	11,42	1.320	1.071
DHH	2,80	2,80	241	153
RH	2,45	2,45	210	122
ZFH	0,97	1,94	158	90
MFH (3-6 WE)	1,47	6,80	511	206
MFH (7-12 WE)	1,39	10,24	702	187
MFH (>12 WE)	0,21	4,68	284	57
Summe	20,72	40,33	3.426	1.885

Ergebnis des Gebäudemodells:

- 20,7 Mio. Gebäude werden verteilt auf über 11.000 Gemeinden

differenziert nach:

- 10 Baualtersklassen
- 9 Siedlungstypen
- 3 (7) Gebäudetypen
- Wohnflächen
- Brutto-Stellfläche

GIS-Analyse Eching – Gebäudetypen

Schritte der Potenzialermittlung für Nahwärmenetze in Wohnsiedlungen:

(1) Ermittlung der Gebäudetypen über die Grundrisse nach OSM

(2) Ermittlung des Baualters

   a. Über Bebauungspläne

   b. Wenn keine Bebauungspläne vorhanden sind, über die durchschnittliche Verteilung der Baualtersklassen einer Gemeinde

(3) Ermittlung des Wärmebedarfs der einzelnen Gebäude

(4) Darstellung der Wärmebedarfsdichte als Heat Map (kWh/(m²*a))

(5) Ermittlung der Wärmebelegungsdichte für eventuelle Nahwärmenetze (MWh/(m*a))

GIS-Analyse Eching – Wärmebedarf je Gebäude

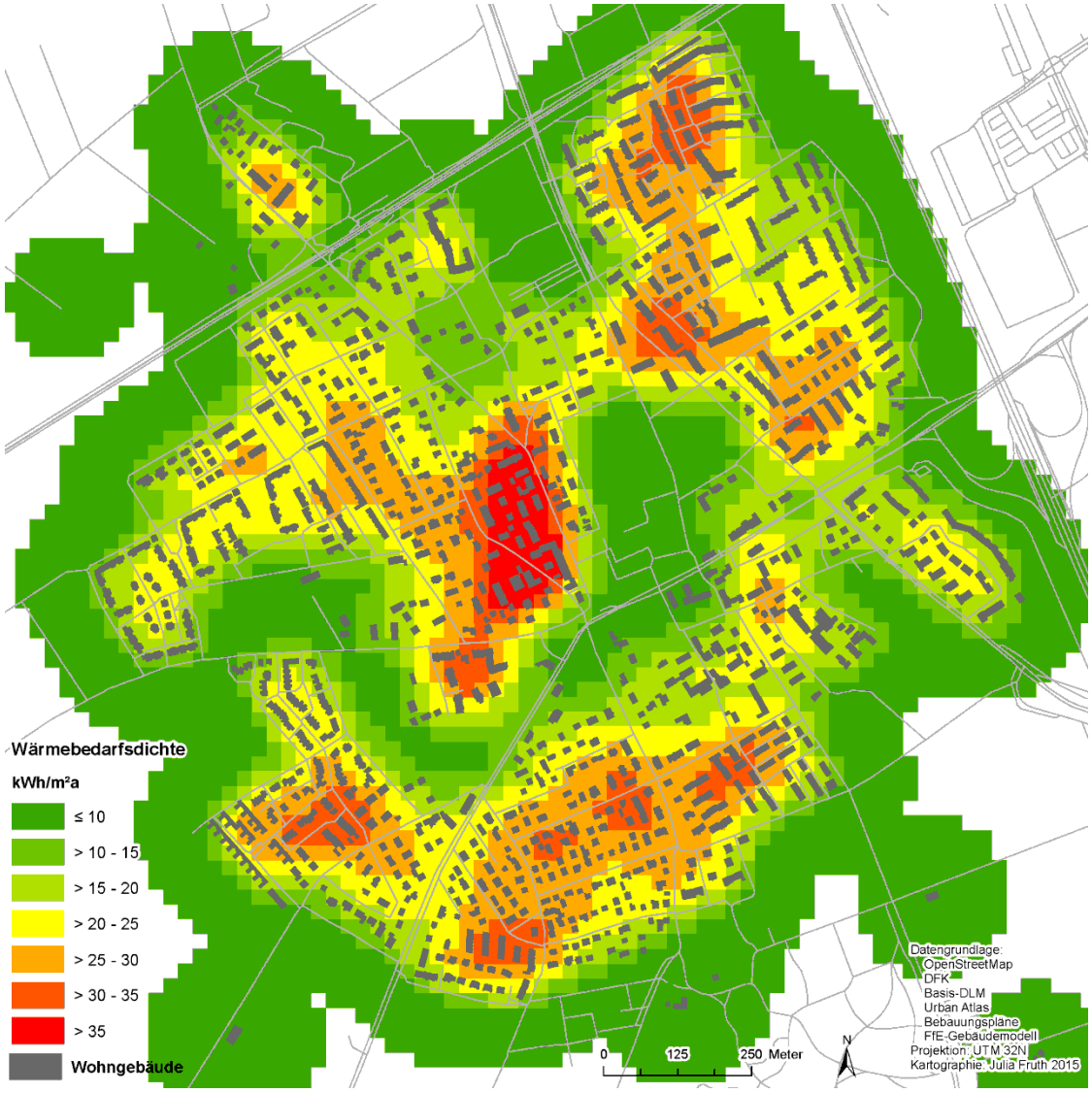
Gebäudebezogener Wärmebedarf:

- Aus den Gebäudetypen und dem Baualter kann der Wärmebedarf der Gebäude abgeschätzt werden.
- Über die Gebäudefläche wird die gebäudebezogene Wärmebedarfsdichte ermittelt.
- Auf Grundlage dieser Daten kann eine Heat Map erstellt werden (nächste Folie)

GIS-Analyse Eching – Wärmebedarfsdichte

Erstellung einer Heat Map:

- Verwendung der Kernel Density als Möglichkeit der Verteilung
- Kernel Density (Übertrag des Wärmebedarfs auf 50 m-Radius)
- Flächenbezug auf Rasterzelle von 25 m²
- Die Grenze für Wärmenetze liegt in der Regel bei über 25 kWh/(m^2*a) (in der Abbildung: Orange)*
- Neben der Wärmebedarfsdichte kann das Baualter entscheidend sein, ob eine Nahwärmeversorgung umgesetzt werden kann. Wenn aufgrund des gleichen Baualters in kurzer Zeit viele Heizsysteme erneuert werden, könnte ein Wärmenetz eine sinnvolle Alternative darstellen. Darüber hinaus wird die Entscheidung über den Bau eines Netzes davon abhängen, ob ein Gasnetz vorhanden ist.



* Böhnisch, Helmut et al.: Nahwärmekonzepte Kraft-Wärme-Kopplung und erneuerbare Energien - Nahwärmefibel. Stuttgart: Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg, 2007

Wissen schafft Praxis FfE

GIS-Analyse Eching - Wärmebelegungsdichte

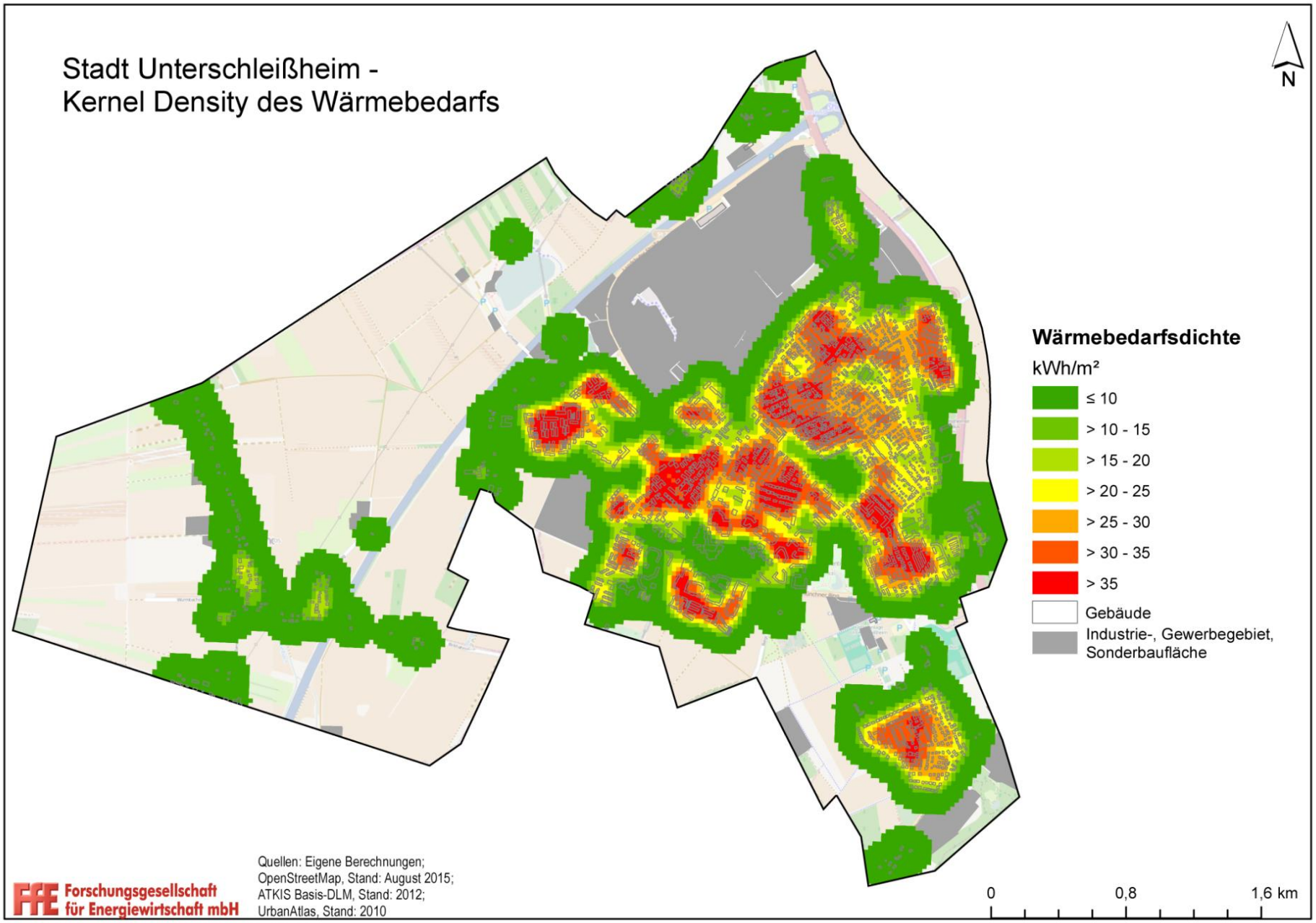
Ermittlung der Wärmebelegungsdichte:

- Verlegung eines fiktiven Wärmenetzes mit „Haus zu Haus“ Durchleitungen (automatisierte Berechnung)
- Einzelne Teilabschnitte (blaue Kreise) ohne Wärmeverbraucher werden mit dem Wert 0 belegt
- Wärmebelegungsdichte = Wärme pro Meter Trassenlänge. Richtwert für die Wirtschaftlichkeit:
  > 1,5 MWh/(m*a)*

* Böhnisch, Helmut et al.: Nahwärmekonzepte Kraft-Wärme-Kopplung und erneuerbare Energien - Nahwärmefibel. Stuttgart: Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg, 2007

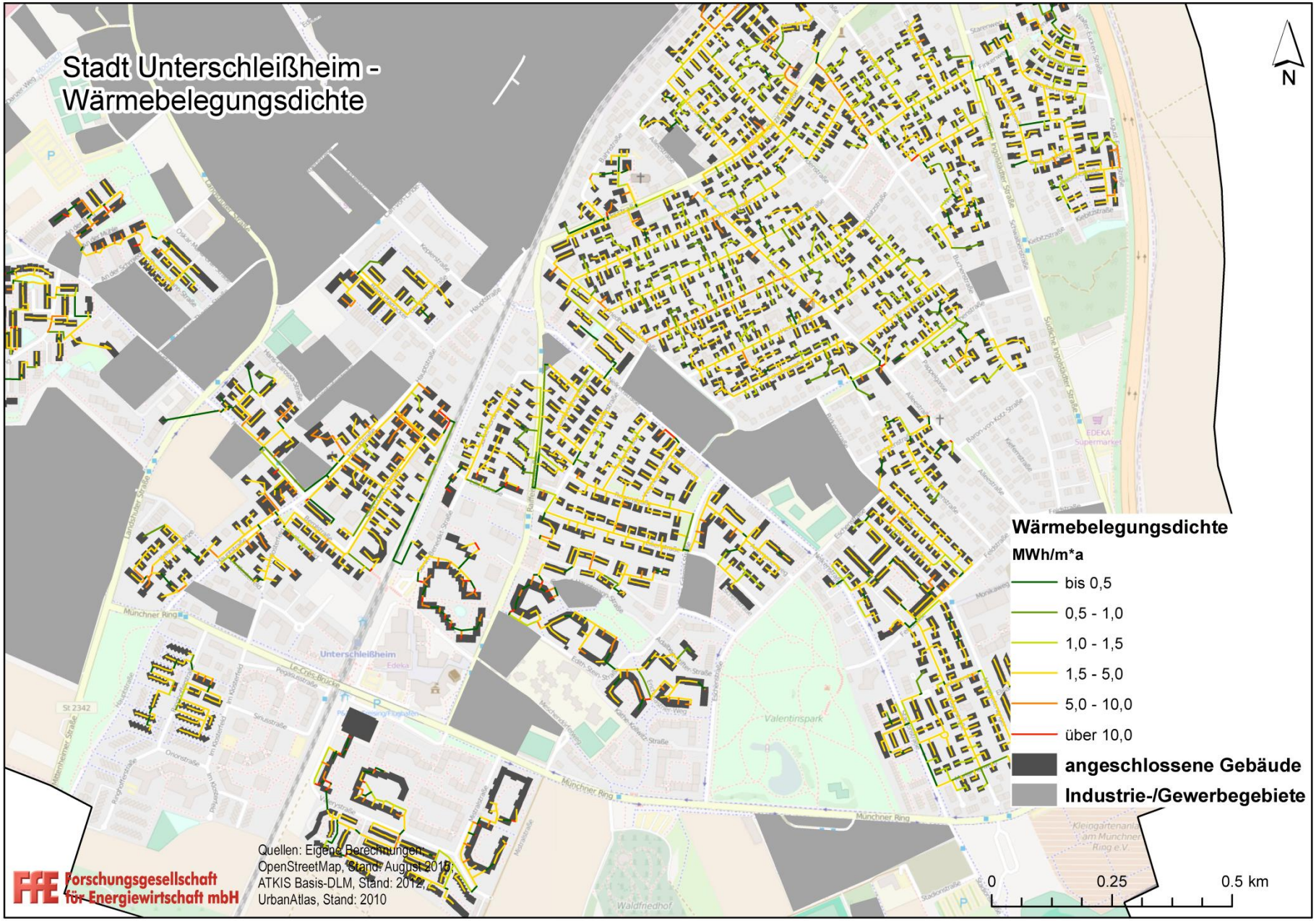
Wissen schafft Praxis FfE

Beispiel Stadt Unterschleißheim – Heat Map – Kernel Density



© FfE GmbH – Erstellungsdatum: 23.10.2015, Kartographie: Julia Fruth

Beispiel Stadt Unterschleißheim – Wärmebelegungsdichte

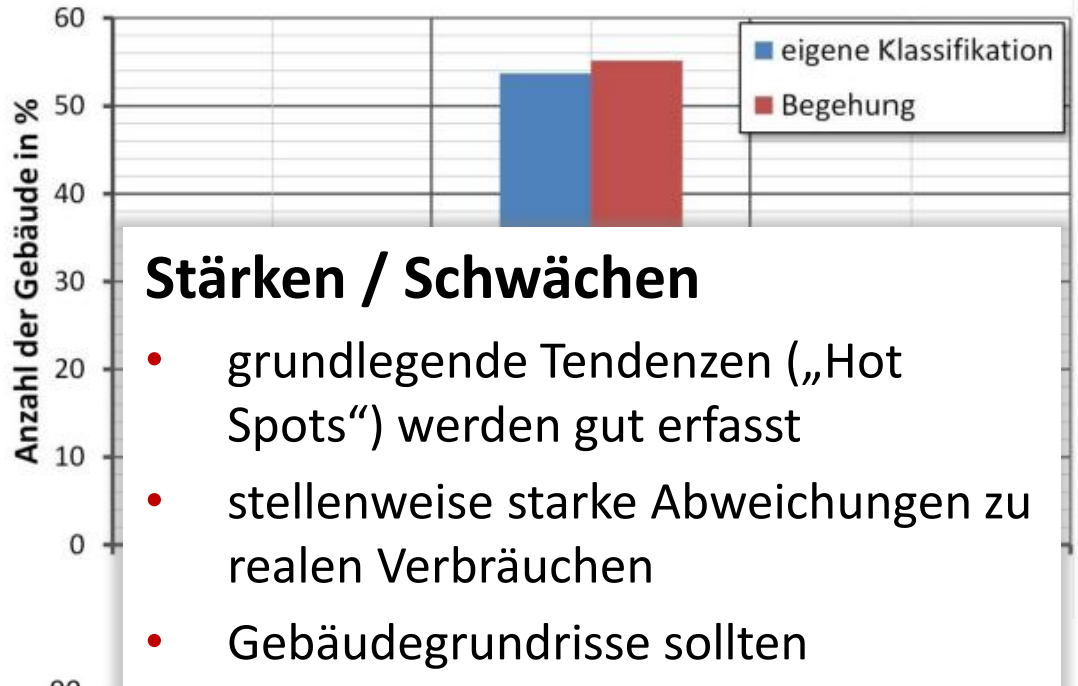


© FfE GmbH – Erstellungsdatum: 11/9/2015, Kartographie: Julia Fruth

Validierung des Nahwärme-Modells

- Vergleich für Eching:
  Gebäudetypen

  Anzahl klassifizierter Gebäude (Verfahren (a)) und aus einer Vor-Ort-Begehung für Eching

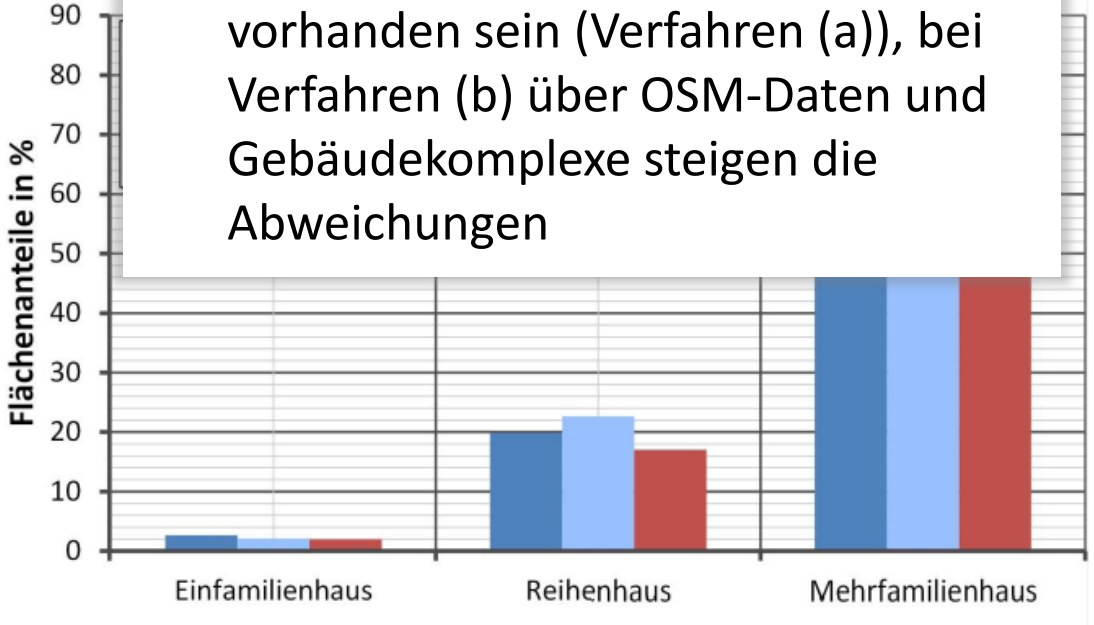


Stärken / Schwächen

- grundlegende Tendenzen („Hot Spots“) werden gut erfasst
- stellenweise starke Abweichungen zu realen Verbräuchen
- Gebäudegrundrisse sollten vorhanden sein (Verfahren (a)), bei Verfahren (b) über OSM-Daten und Gebäudekomplexe steigen die Abweichungen

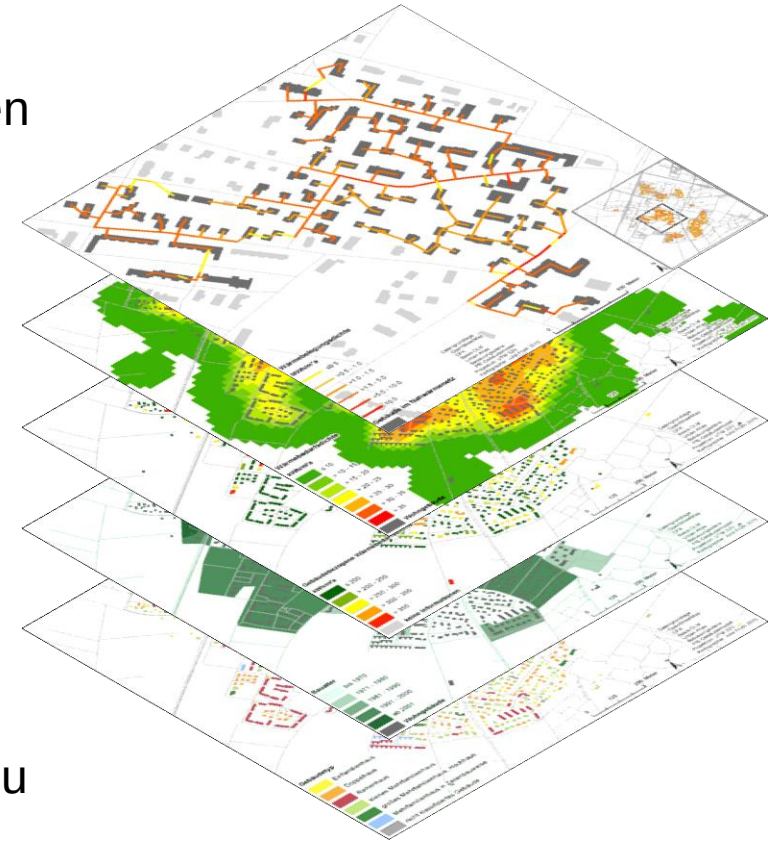
- Vergleich für Dachau-Ost:
  Gebäudetypen

  Flächenanteile verschiedener Gebäudetypen im Quartier Dachau-Ost nach Ermittlungsverfahren



Fazit

- ✓ Statistische Verfahren und Energiesystemmodelle helfen bei kommunalen Energiekonzepten
  - ✓ eine fehlende / unzureichende Datenbasis auszugleichen
  - ✓ schnell wichtige Ergebnisse zu generieren
  - ✓ Auswertungen mit relativ geringem Aufwand auch für größere, urbane Gebiete zu ermöglichen
  - ✓ Analysen mit hinreichender Genauigkeit zu erstellen (Stichwort „Hot Spots“)
  - ✓ den (finanziellen) Aufwand für Kommunen im Rahmen zu halten



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Ansprechpartner:
Dipl.-Geogr. Corinna Sophie Steinert

+49 (89) 158121-88
CSteinert@ffe.de

Forschungsgesellschaft für Energiewirtschaft mbH
Am Blütenanger 71
80995 München
www.ffegmbh.de