

**Modell zur Abschätzung der Potenziale einer  
energetischen Versorgung von Städten mit  
regenerativen Energien  
– Am Beispiel einer Mittelstadt –**

**12. November 2015**

Vortrag im Rahmen des Workshops  
**„Urbane Energiesystemmodelle“**

**Norbert Krauß**



# Inhalt

- Zielstellung
- Forschungsfragen
- Methodik
- Zusammenfassung und Ausblick

# Zielstellung

- Erarbeitung eines Modellansatzes zur Abschätzung der Potenziale regenerativer Energien zur Energieversorgung in Mittelstädten (20-50.000 EW)
- Das Modell - auf mittelmaßstäblicher Betrachtungsebene - soll mit vertretbarem Aufwand anwendbar sein
- Verwendung freizugänglicher Daten (Bsp. Statistische Daten)
- Aufzeigen von Wirkungszusammenhängen und Wirkmächtigkeiten einzelner Parameter
- Aufzeigen der Potenziale regenerativer Energien zur Versorgung von Städten.

# Forschungsfragen

- Welche Parameter haben einen entscheidenden Einfluss auf die Potenziale regenerativen Energien zur Energieversorgung einer Stadt?
- Wie muss ein Modell aufgebaut sein um den Beitrag regenerativer Energien für die Energieversorgung einer Stadt mittlerer Größe bestimmen zu können?
- Über welche Potenziale regenerativer Energien verfügt eine Stadt innerhalb ihrer Bebauungsstrukturen?
- Ist es möglich die Energieversorgung durch regenerative Energien zu 100 % zu decken bzw. zu welchem Anteil ist die Energieversorgung mit regenerativen Energien möglich?
- Wie gut kann das Modell die „Realität“ abbilden? Und ist das Modell auch auf andere, kleinere und/oder größere Städte übertragbar? Wo liegen die Grenzen des Modells?

# METHODIK

## - Rahmenbedingungen und Setzungen des Modells

- Fokus liegt auf der Wohnbebauung
- Untersuchung ausgewählter kommunaler Einrichtungen (Schulen, Straßenbeleuchtung, usw.)
- Keine Berücksichtigung der bestehenden Energieversorgung
- Betrachtung des theoretisch-technischen Potenzials regenerativer Energien

## Technisches Potenzial zur Eigenversorgung von Städten (Modellbetrachtungen)

### Strukturtypenansatz

- Strukturtypen der Wohnbebauung
- Einzelbetrachtung von Nichtwohnbebauung

### Gebäudetypen

- Ein- und Zweifamilienhäuser
- Mehrfamilienhäuser

### Bedarfsmodell

- Darstellung des Bedarfs an
- elektrischer & thermischer Energie
  - Detailbetrachtung für Wohnen
  - Einzelbetrachtung für Nichtwohnen
  - Verwendung von Lastgängen

### Potenzialanalyse

- Darstellung des Potenzials / Angebot an
- regenerativen Energien
  - Detailbetrachtung für Wohnen
  - Zeitliche Bereitstellung

### Simulationen

- Durchführung von Sensitivitätsanalysen (Variation von Rahmenbedingungen und Setzungen)
- Aufzeigen von Wirkungszusammenhängen und Wirkmächtigkeiten

### Rahmenbedingungen (Setzungen)

- Eingangsdaten (amtliche Statistik, Sekundärquellen,...)
- Beispiele: Energiebedarf (thermisch, elektrisch), Haushaltsgrößen, Wohnflächen, Baualtersepochen,...

### Diskurs und Schlussfolgerungen

- Übertragbarkeit des Modells (unter Beachtung denkbarer Variationen der Einflussgrößen sowie Berücksichtigung des Testdatensatzes)
- Grenzen der Untersuchung (ökonomisch, rechtlich, sozial) (Darstellung von Diskussionssträngen)
- Aufzeigen von Forschungsfragen

## Rahmenbedingungen (Setzungen)

## Übertragbarkeit und Grenzen (Ausblick)

## - Berechnung des Energiebedarfs

### Untersuchungsgegenstand

#### Wohnbebauung

- Anzahl Wohneinheiten & Gebäude, Wohnfläche, Unterscheidung nach Geb.-Typ, Baualtersklassen

#### Haushalte

- Anzahl Personen pro Haushalt, Unterscheidung nach Geb.-Typ

#### Kommunale Einrichtungen

- Straßenbeleuchtung, Schulen, usw.

### Klimatische Rahmenbedingungen

- Lufttemperatur, Sonneneinstrahlung (Global, Diffus, Direkt), Bewölkungsgrad

### Energiekennwerte

- Heizwärme nach Baualtersklasse, Geb.-Typ und Klasse
- Haushaltsstrom nach Anzahl Personen und Geb.-Typ
- Energiebedarf Warmwasser pro Person

### Dynamik Energiebedarf

- Tages- und Jahreslastgänge für
  - Heizwärme, Haushaltsstrom, Brauchwarmwasser, Straßenbeleuchtung, kommunale Einrichtungen

### Energiebedarf

- Berechnung des absoluten Energiebedarfs und Darstellung des dynamischen Energiebedarfs

## - Abschätzung des Potenzials reg. Energien

### Untersuchungsgegenstand

#### Modellierung des Siedlungsraums (Wohnbebauung)

- Strukturtypen der Wohnbebauung
- Verwendung eines Geometriemodells zur Beschreibung der Gebäude und Strukturtypen
- Darlegung zentraler Parameter (Bsp.: Flächen) für die Bestimmung der Potenziale reg. Energien im Bezugsraum

#### Klimatische Rahmenbedingungen

- Lufttemperatur, Sonneneinstrahlung (Global, Diffus, Direkt), Bewölkungsgrad

#### Technologiekennwerte

- Wirkungsgrad verschiedener Technologien
- Technologie-/Systemkombinationen

#### Dynamik der reg. Energieformen

- Modellierung der Energiebereitstellung aus reg. Energien
  - Solarstrahlung, Biomasse, Erdwärme

#### Versorgungspotenzial reg. Energien

- Absoluten Potenzials reg. Energien und Darstellung der dynamischen Bereitstellung reg. Energien

## - Modellierung des Siedlungsraums

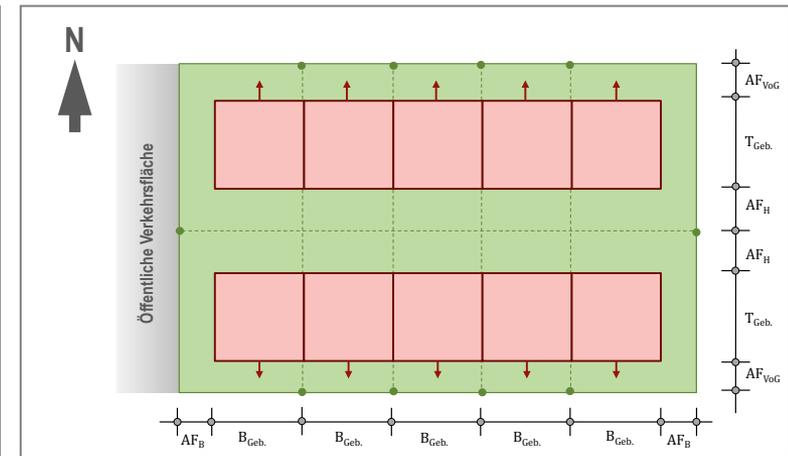
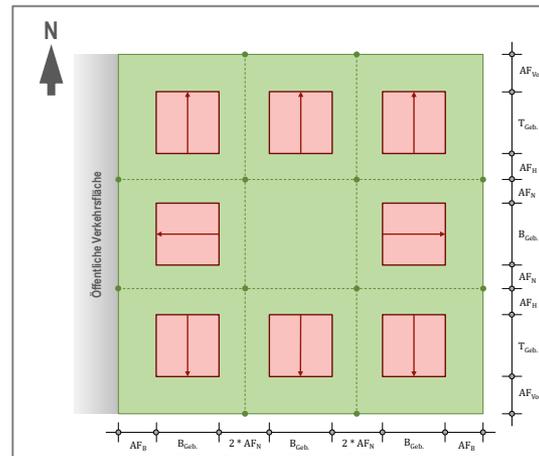
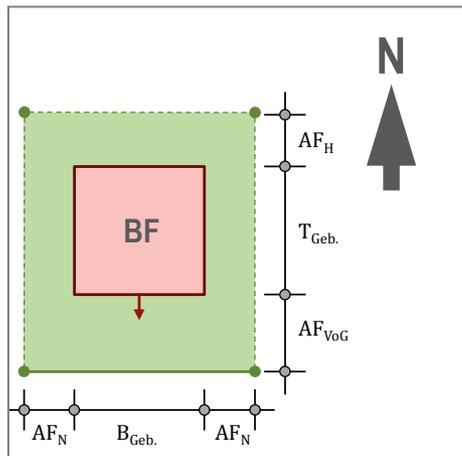
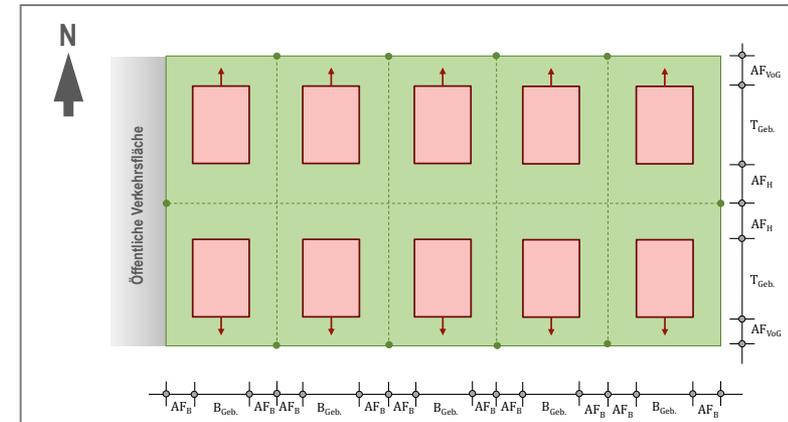
### **Gebäude- und Strukturtypen der Wohnbebauung**

- Ein-/Zweifamilienhäuser
- Mehrfamilienhäuser mit 3-6, 7-12 und 12+ Wohneinheiten
- Freistehende Ein-/Zweifamilienhausbebauung
- Reihenhausbauung
- Doppelhausbebauung
- Mehrfamilienhäuser in Zeilenbebauung
- Mehrfamilienhäuser in Blockbebauung
- City-/Stadtkernbebauung
- Dörfliche Bauung

## - Modellierung des Siedlungsraums

### Geometrie- und Flächenmodell der Strukturtypen

- Wohnfläche
- Geb.-Breite/Tiefe
- Abstände zwischen den Geb.
- Geschossigkeit
- Stellung der Gebäude
- Grundstückserschließung



## - Modellierung des Siedlungsraums

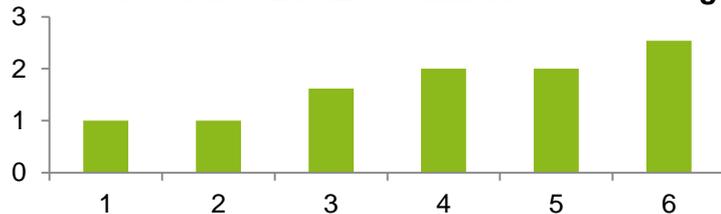
### Varianten der Strukturtypen

#### Variation der

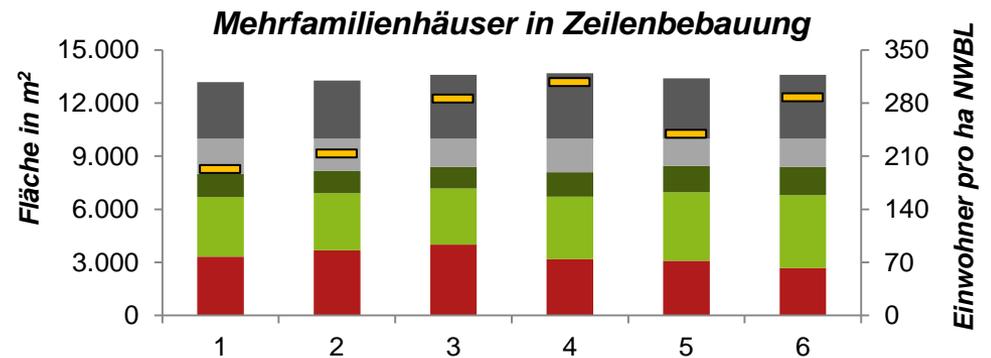
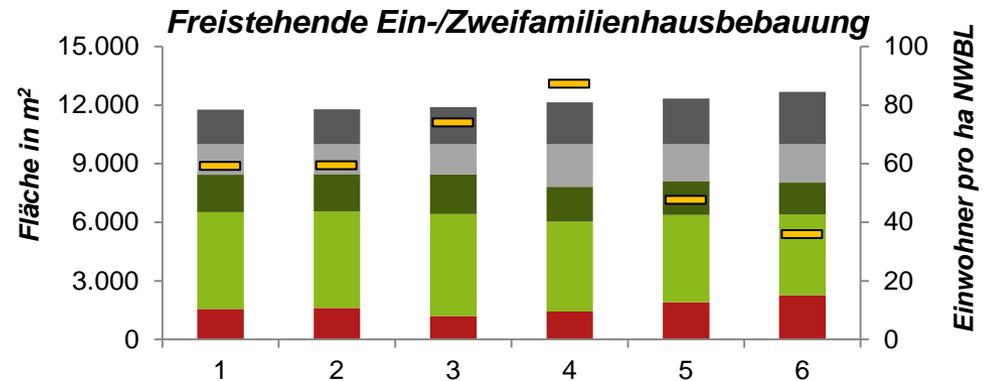
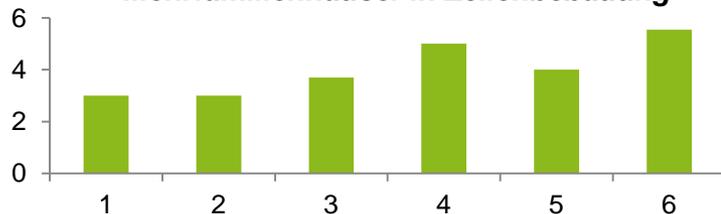
- ▣ baulichen Dichte
- ▣ Gebäudestellung und Form
- ▣ Geschossigkeit
- ▣ Dachneigung

#### Anzahl Geschosse

Freistehende Ein-/Zweifamilienhausbebauung



Mehrfamilienhäuser in Zeilenbebauung

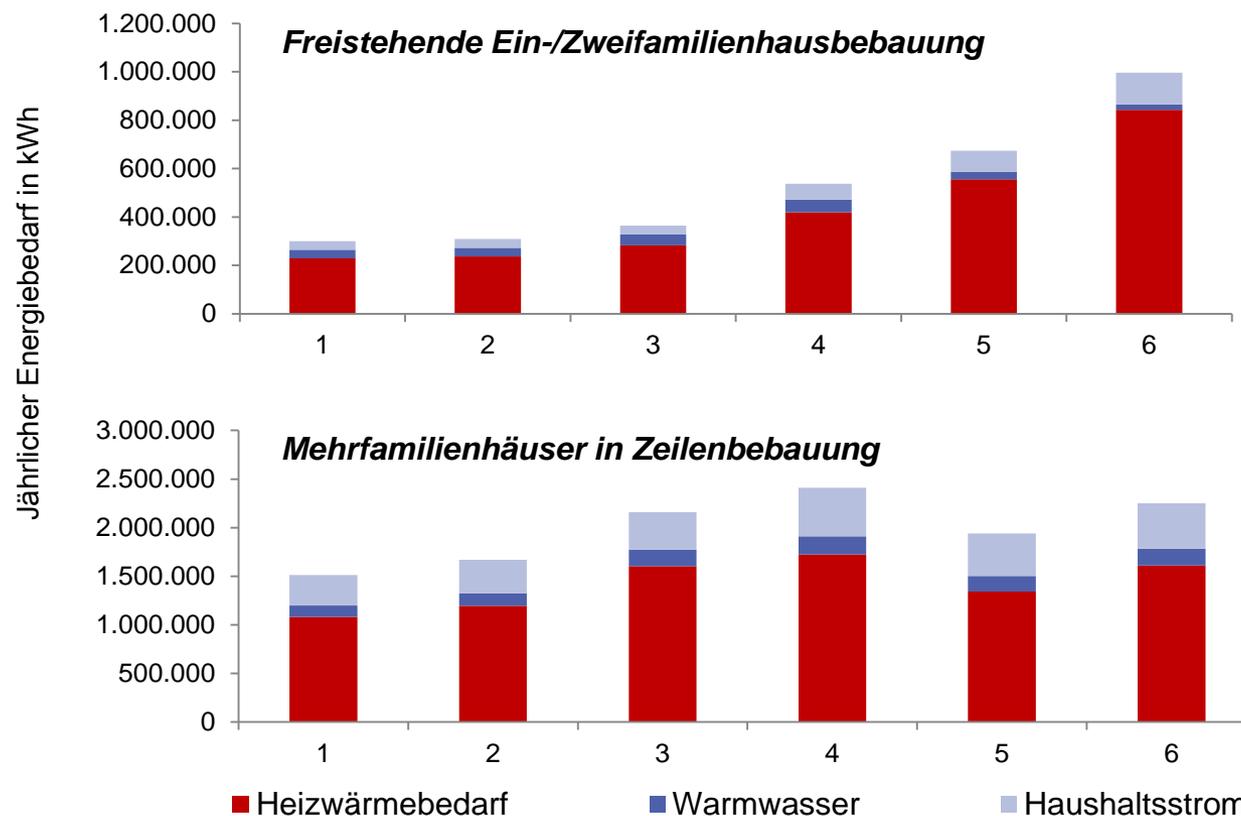


- ▣ Bebaute Fläche
- ▣ Rasen- und Beetfläche
- ▣ Fläche mit Hecken und Gehölzen
- ▣ Grundstückserschließung
- ▣ Verkehrsfläche
- ▣ Einwohner

## - Modellierung des Siedlungsraums

### Varianten der Strukturtypen

#### *Energiebedarf je nach Variante*



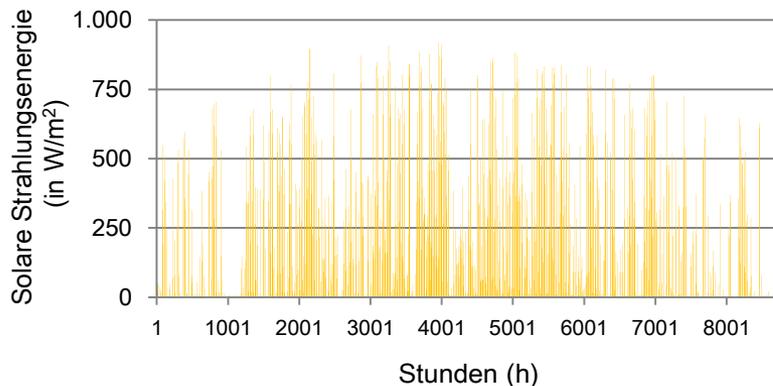
## - Modellierung des Siedlungsraums

### Modellierung der regenerativen Energien

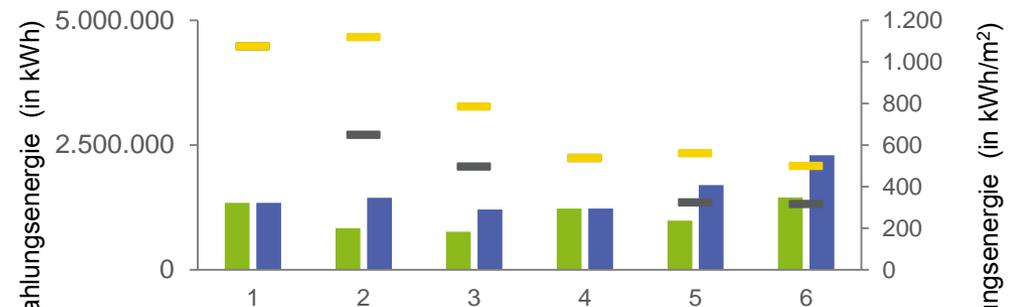
#### Potenzial reg. Energien je nach Variante

- ▀ Solarenergie, Biomasse und Erdwärme
- ▀ Potenzial eines Jahres
- ▀ Dynamik reg. Energien
  - ▀ Stunde, Tag, Monat, Jahr

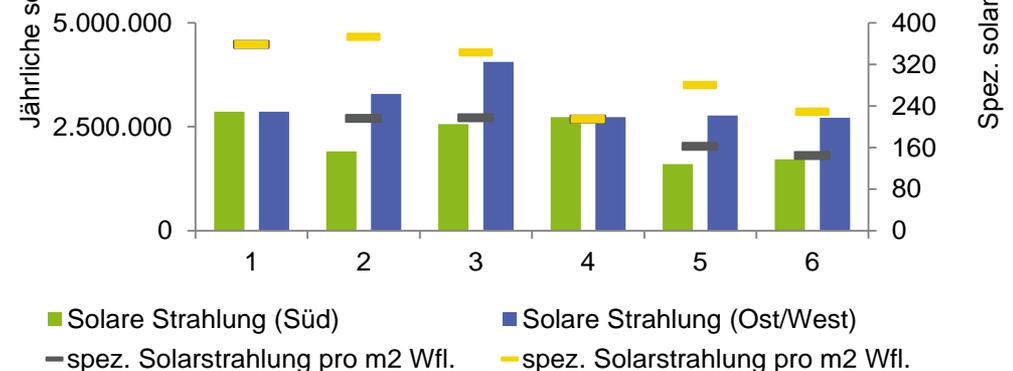
#### Beispiel solarer Strahlungsenergie



#### Freistehende Ein-/Zweifamilienhausbebauung



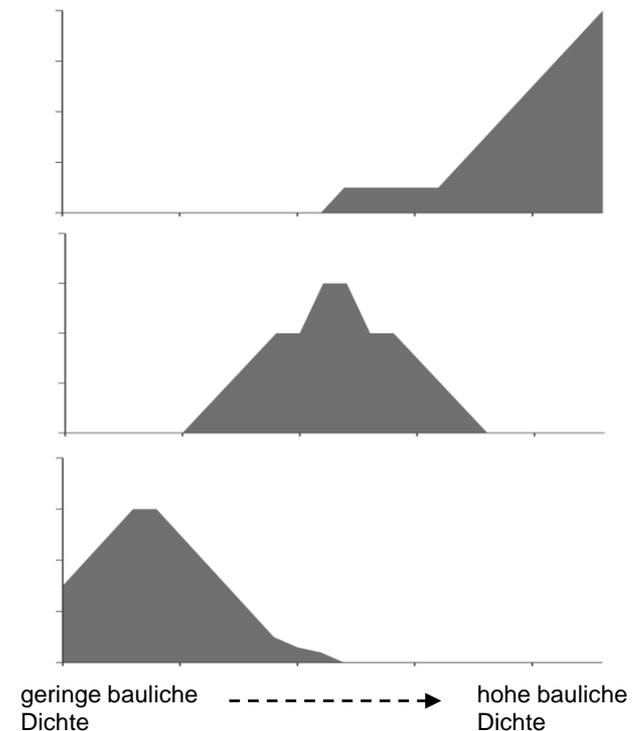
#### Mehrfamilienhäuser in Zeilenbebauung



## - Modellierung des Siedlungsraums

### Kombination bzw. Zusammenführung der Strukturtypenvarianten

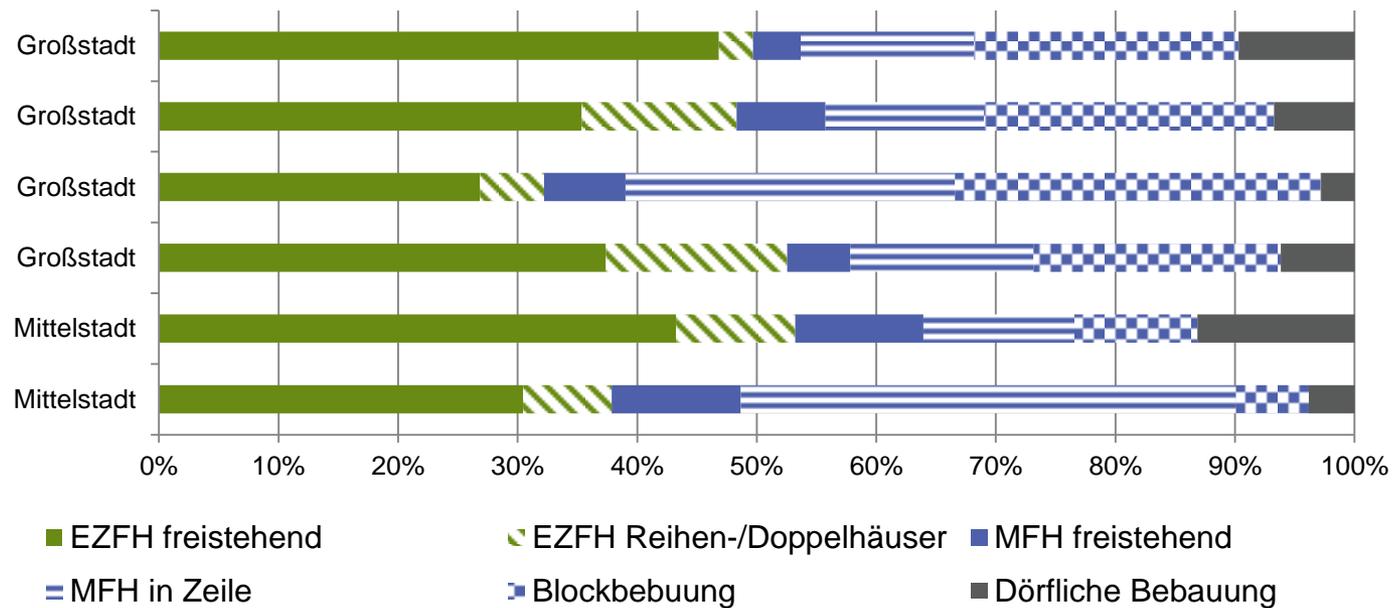
- Liegen Informationen zur örtlichen Wohnbebauung vor, kann entsprechenden Strukturtypen eine Häufigkeit zugeordnet werden.
- Liegen keine Informationen vor, kann über definierte Kurvenverläufe die Strukturtypenvarianten kombiniert werden.



## - Modellierung des Siedlungsraums

### Zusammensetzung der Gemeinde bzw. Untersuchungsgegenstand und Häufigkeit der Strukturtypen

- Vorort-Wissen
- Vergleich mit bestehenden Untersuchungen
- Gezielte Erhebungen/Analysen



# Zusammenfassung und Ausblick

## Modell

- Daten und Informationen zum Untersuchungsgegenstand
- Strukturtypen der Wohnbebauung
- Berechnungen zum Energiebedarf
- Potenziale regenerativer Energien
- Dynamik von Bedarf und Angebot

## Sensitivitätsstudien

- Variation von Parametern und Systemelementen

- Gegenüberstellung des Energiebedarfs und des Potenzials regenerativer Energien.
- Aufzeigen des Beitrags reg. Energien zur Energieversorgung.

- Aufzeigen von Optionen der Systemkombinationen und möglicher Bandbreiten.
- Aufzeigen von Wirkungszusammenhängen und Wirkmächtigkeiten einzelner Parameter.

**VIELEN DANK FÜR IHRE  
AUFMERKSAMKEIT**