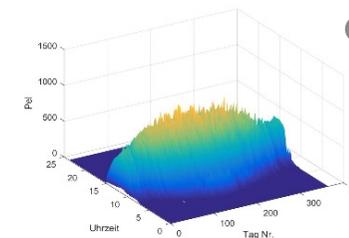
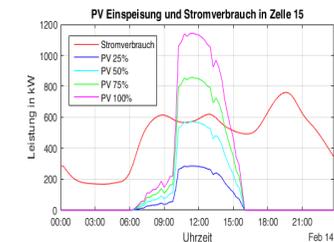
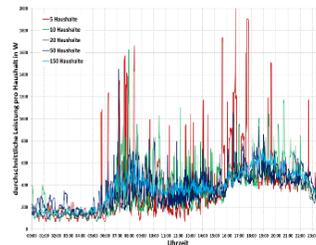
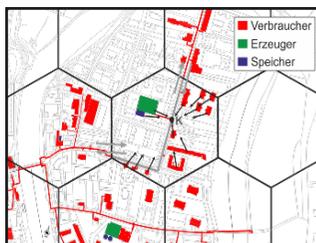


Analysemethode für kommunale Energiesysteme unter Anwendung des zellularen Ansatzes

Benjamin Böckl

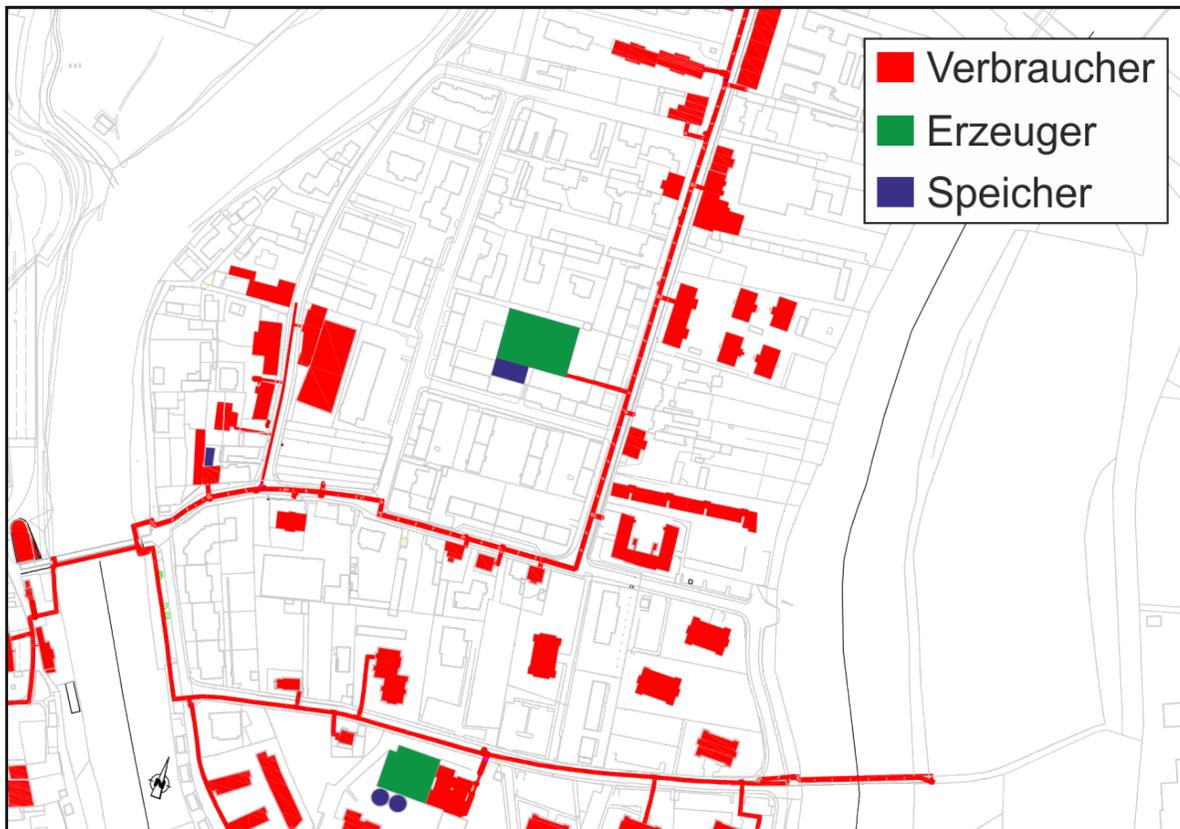
In den nächsten Minuten...

- Zellularer Ansatz
- Analyse des Status Quo
- Potentialanalyse
- Szenarien
- Conclusio & Ausblick



Der zellulare Ansatz

1 Klassifizierung der Infrastruktur in 3 Kategorien:



Weitere Einteilung:

Verbraucher

- Einfamilienhäuser
- Mehrfamilienhäuser
- Gewerbe
- Industrie
- Öffentliche Gebäude

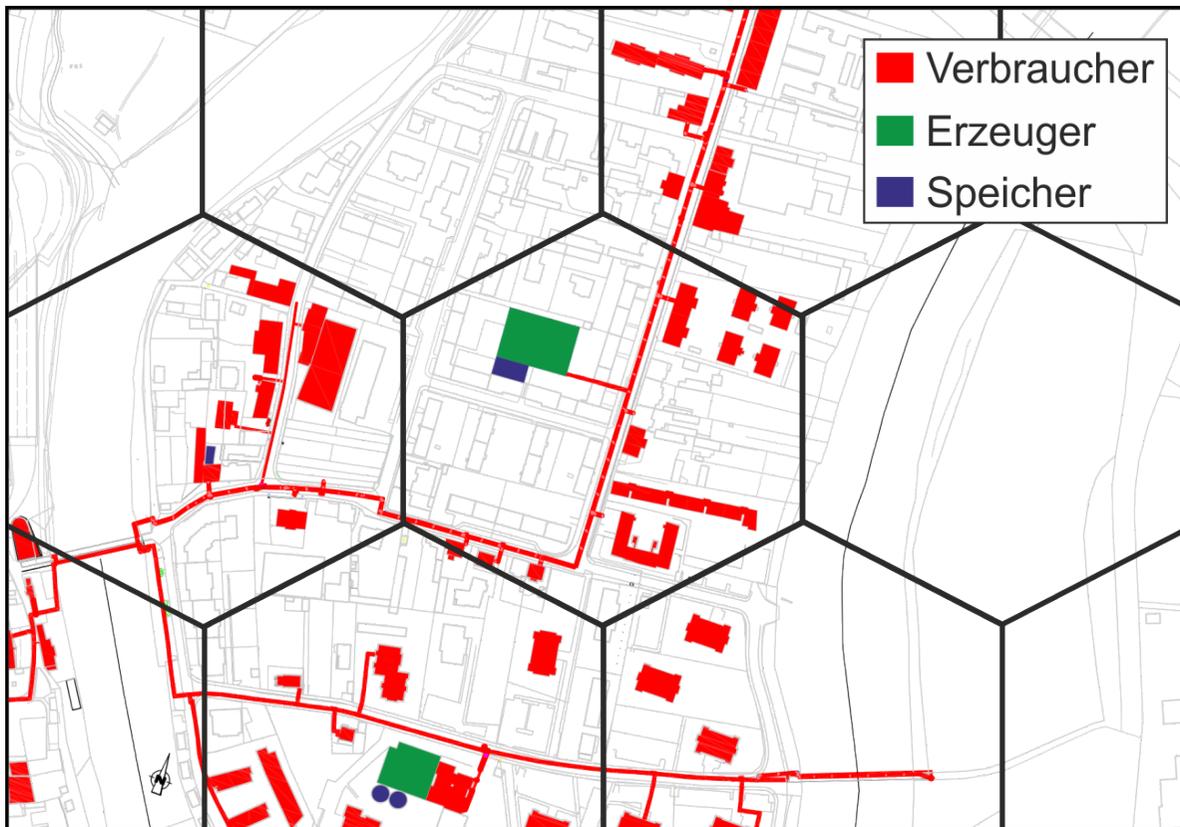
Potentiale

- Solare Potentiale
- Abwärme
- Biomasse

Der zellulare Ansatz

2

Einteilung in Zellen:



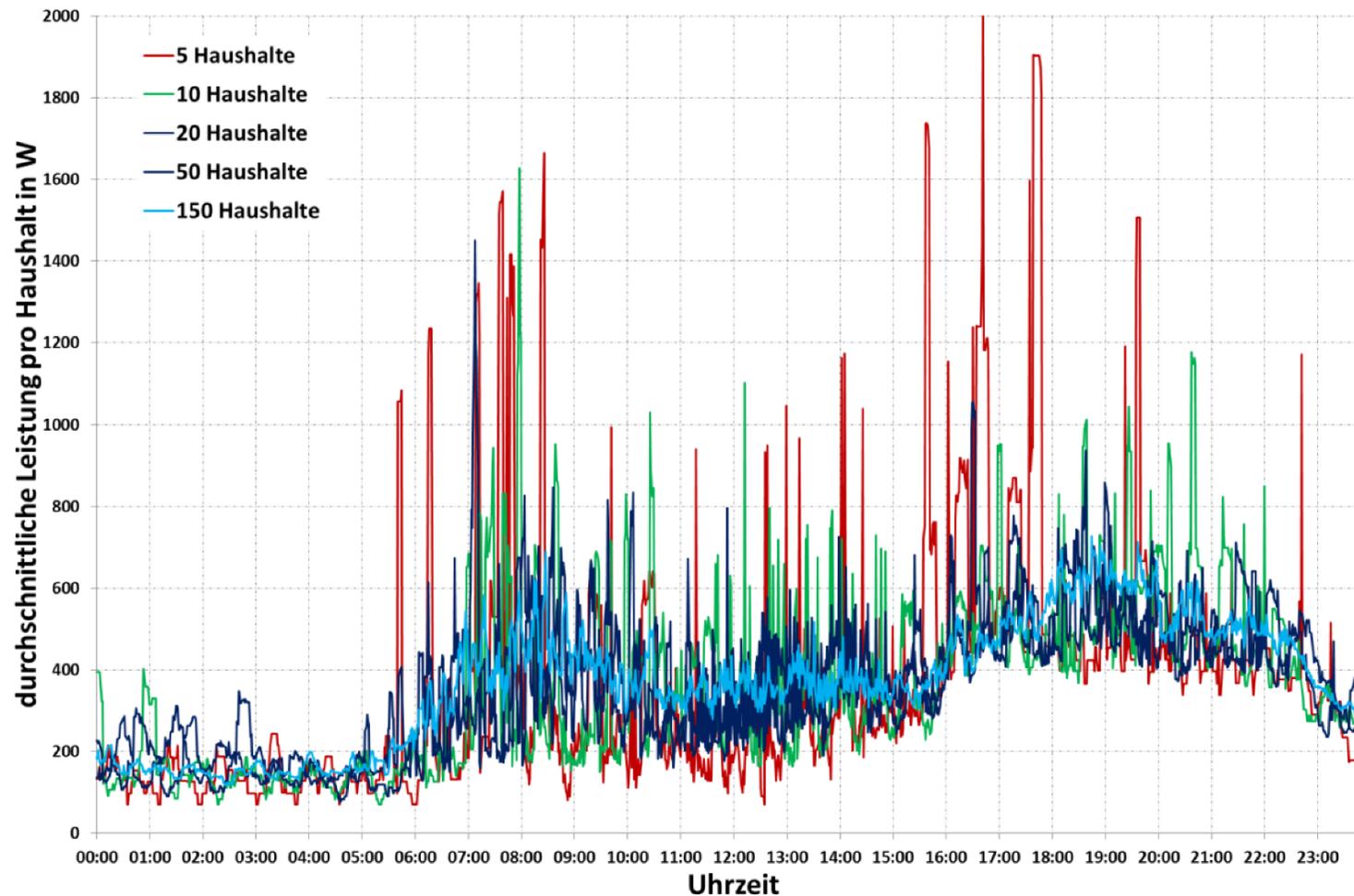
Sinnvolle Größe

- Genauigkeit
- Datenlage
- Rechenaufwand

Zellstruktur

- Topologie
- Netzinfrastruktur

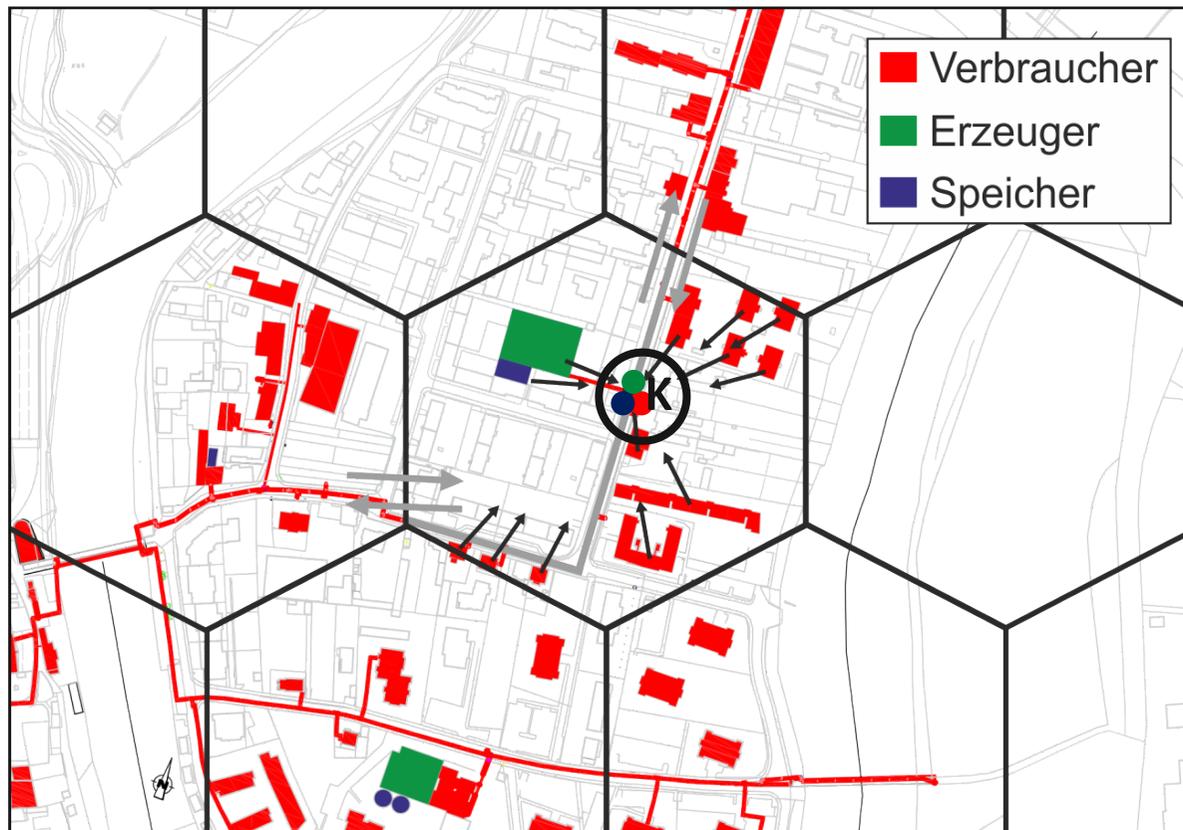
Der zellulare Ansatz



Quelle: Esslinger 2012, Entwicklung und Verifikation eines stochastischen Verbraucherlastmodells für Haushalte

Der zelluläre Ansatz

3 Zusammenfassen der Einheiten zu Knotenpunkten:



Zusammenfassung der

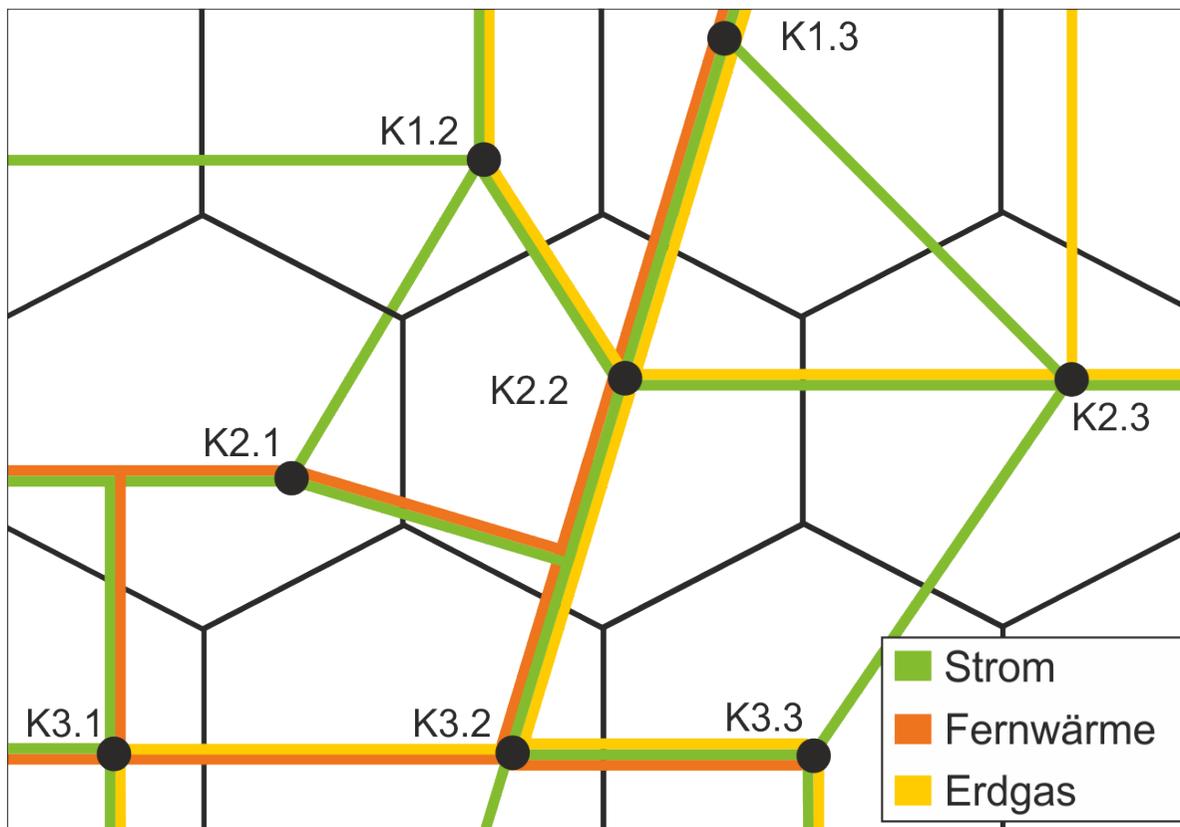
- Verbraucher
- Erzeuger
- Speicher
- Potentiale

Datenaufnahme

- Für alle Energieträger
- Zeitlich aufgelöste Messdaten
- Evt. Datenlücken kompensieren

Der zellulare Ansatz

4 Leistungsmäßige Erfassung der Ströme:



Energetischer

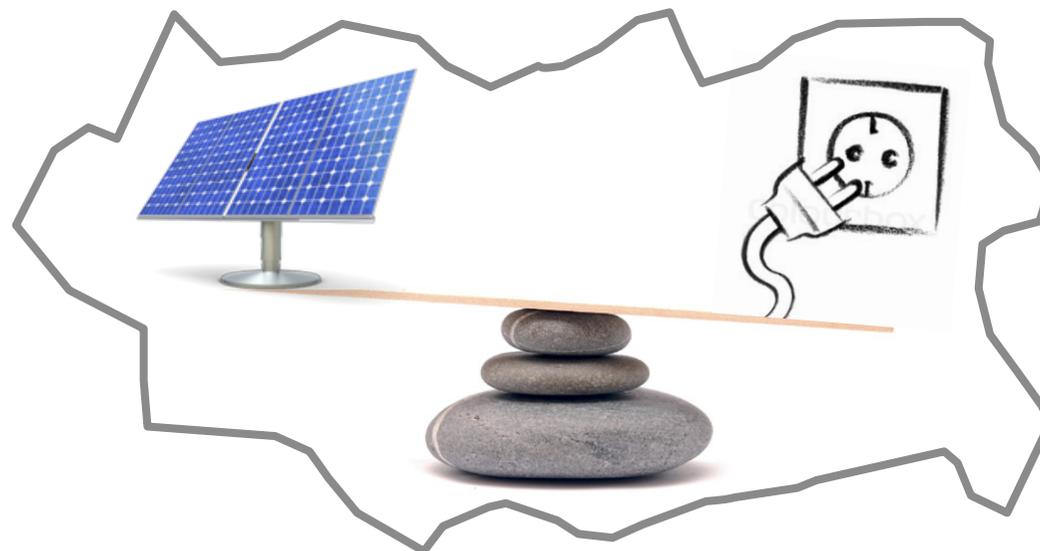
- Verbrauch
- Transport durch Zelle
- Potentiale in Zelle

Szenarienentwicklung

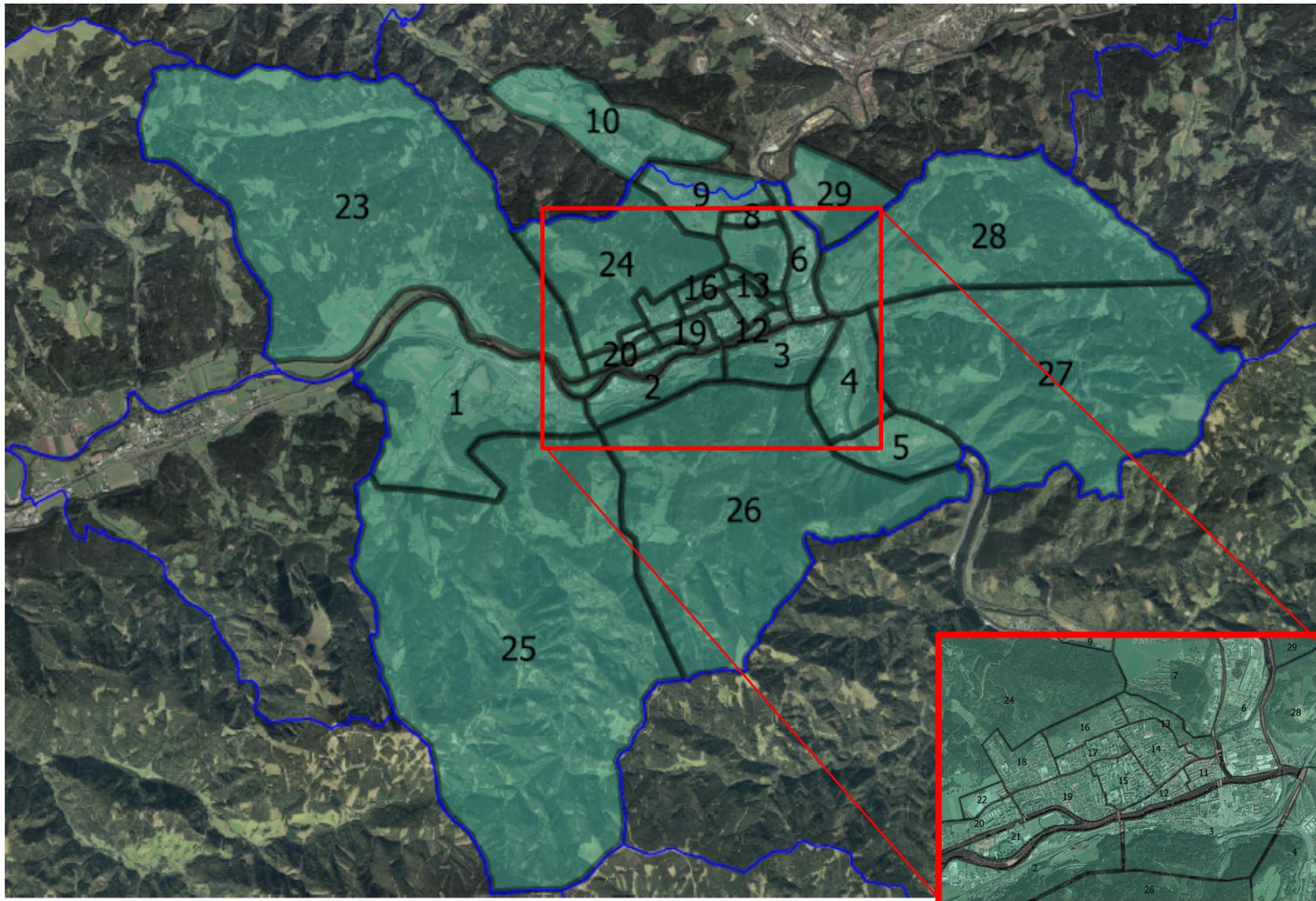
- Erhöhung Anteil erneuerbarer Energie
- Resilienz
- Versorgungssicherheit

Das Ziel ist es...

„die Erzeugung und den Verbrauch von Energie
auf der niedrigsten möglichen Ebene
auszubalancieren“



Zelleneinteilung Bruck an der Mur



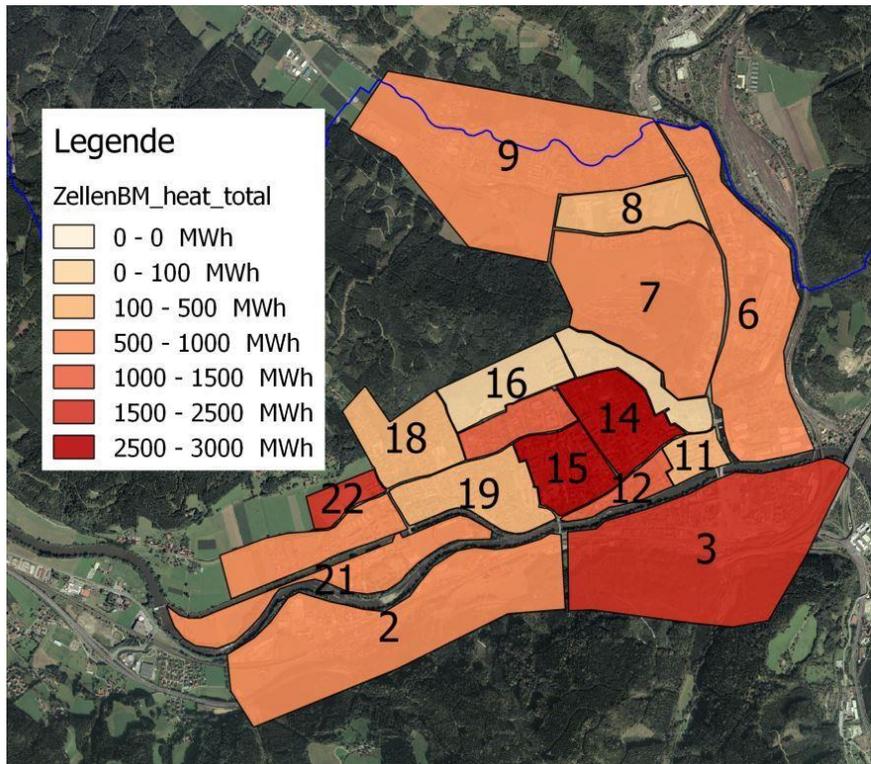
Zelleneinteilung Bruck an der Mur - Zentrum



Fernwärmeversorgung

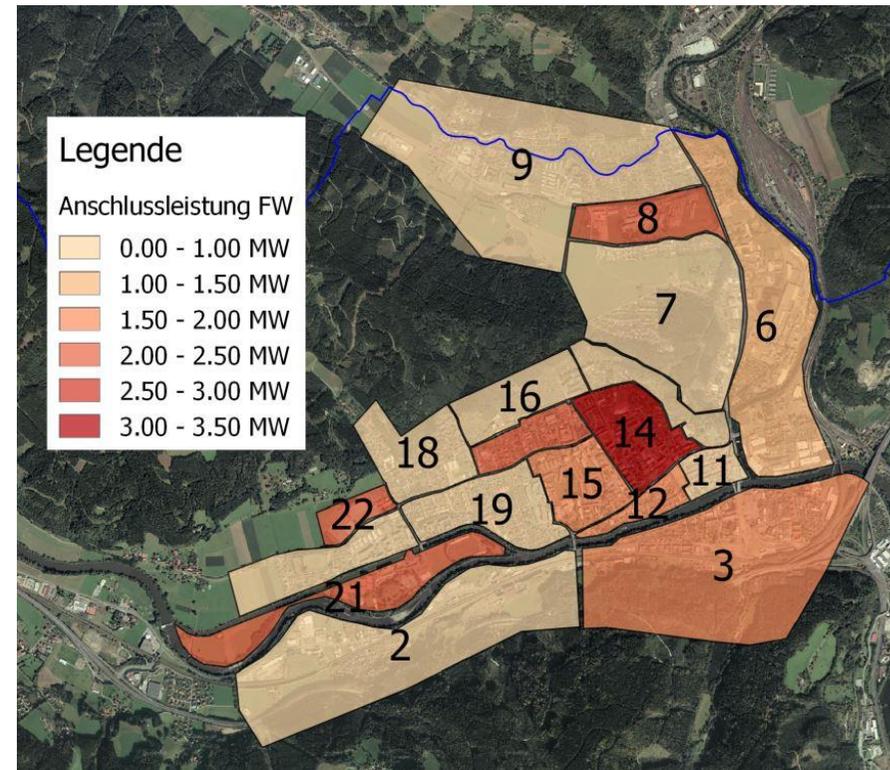
Jahreswärmeverbrauch 2014:

- Gesamt: 17 GWh



Installierte Leistung 2014:

- Gesamt: 17 MW



Erdgasversorgung

Gesamtverbrauch 1350 GWh

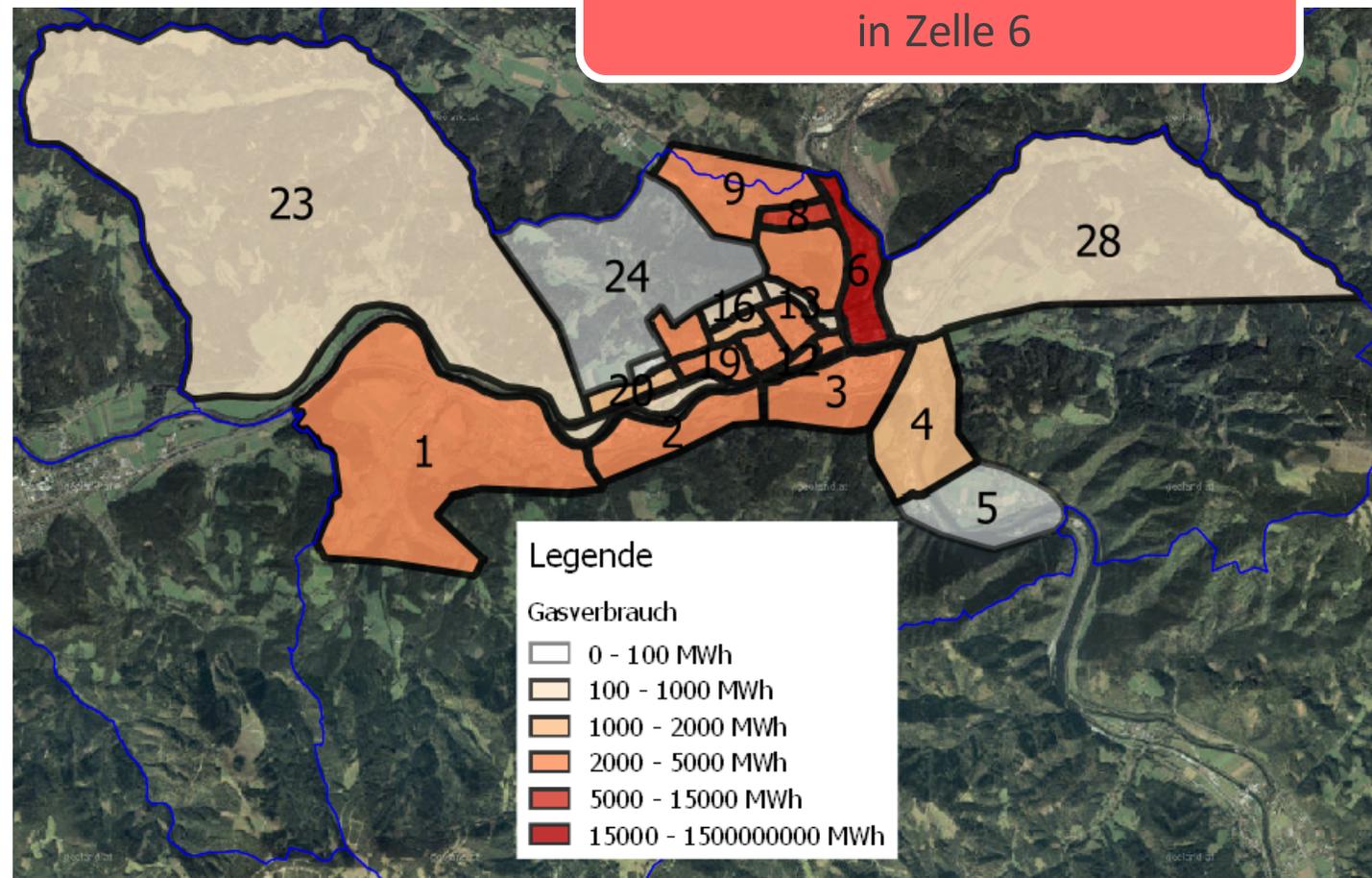
Anteil Industrie:

95%

Anteil Gewerbe:

2%

95% des Gesamtverbrauchs
in Zelle 6



Elektrische Energieversorgung

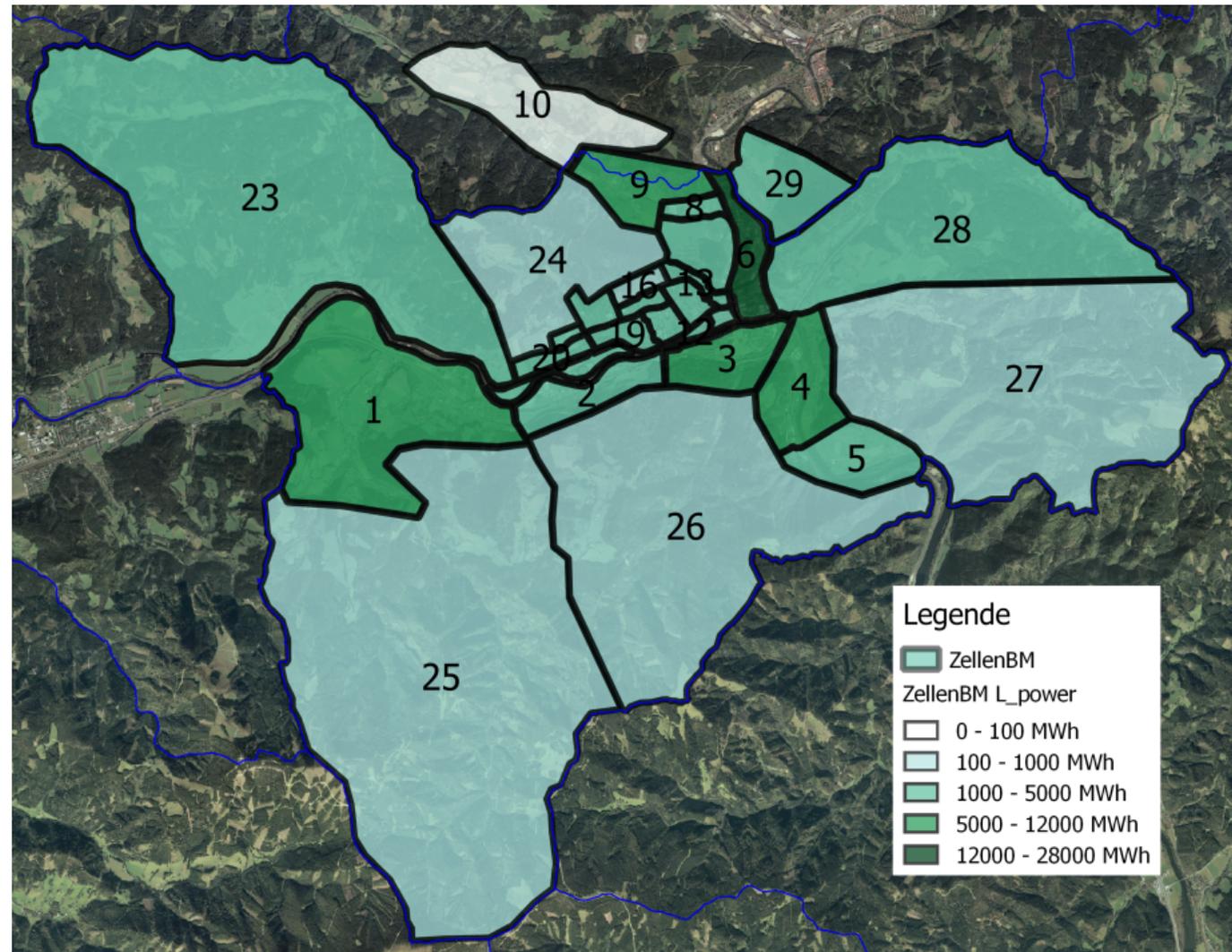
Gesamtverbrauch 84 GWh

Industrie: 54%

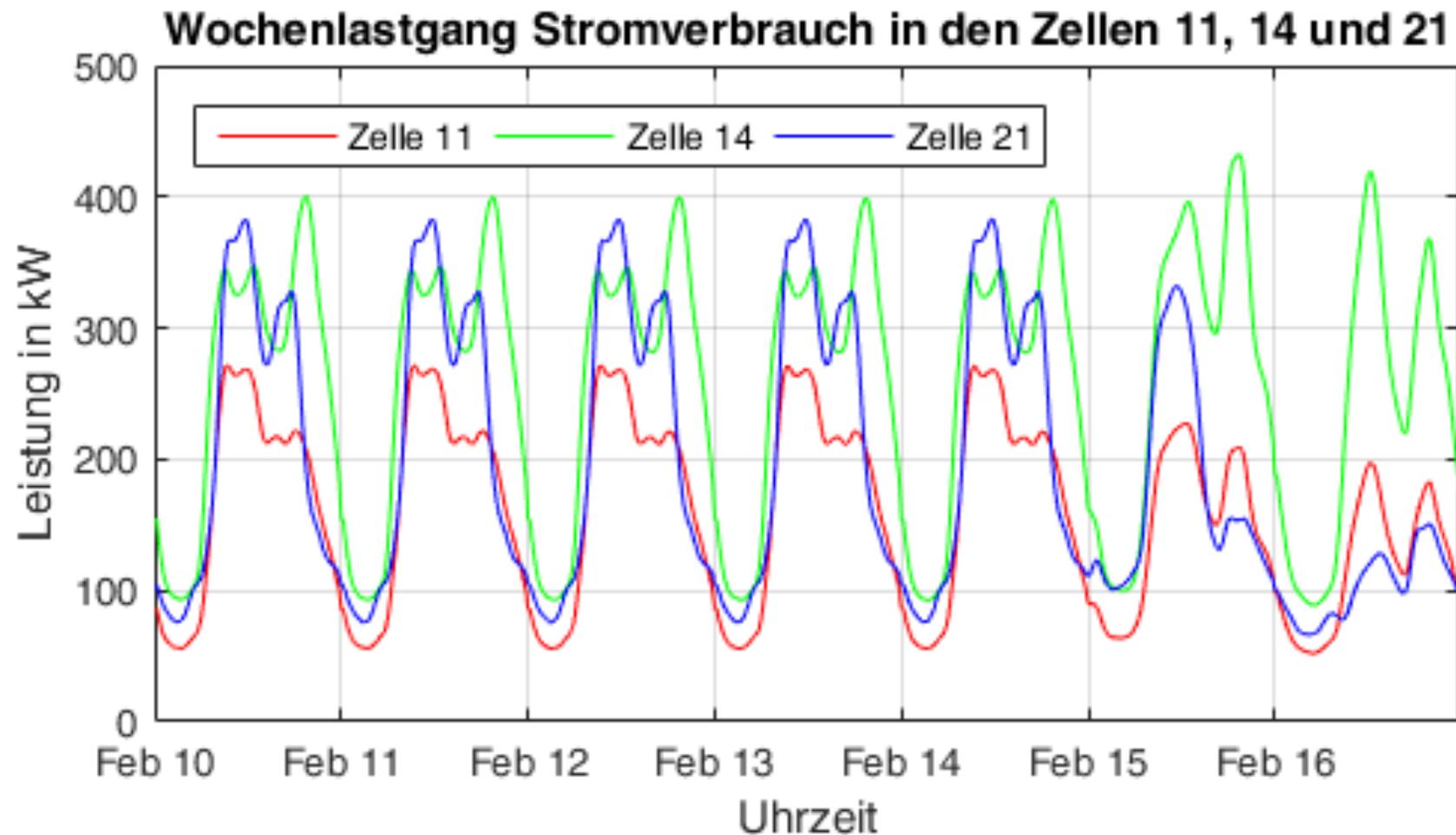
Gewerbe: 12%

Landwirtschaft: 2%

Haushalte: 32%



Elektrische Energieversorgung



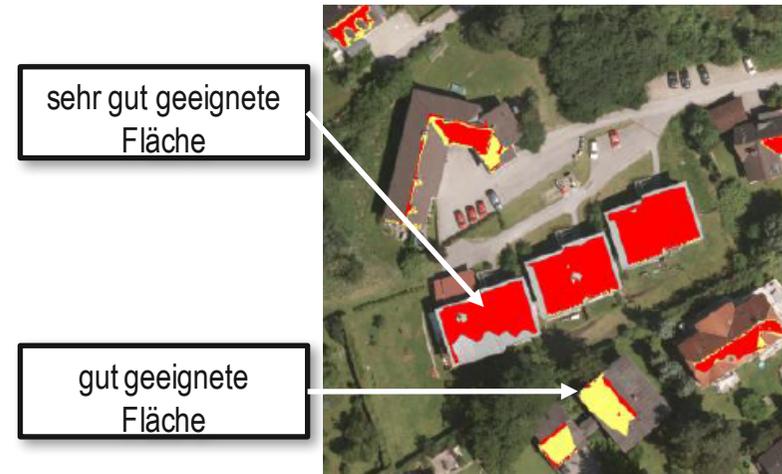
Potentialanalyse

- Abwärmen
 - Kommunale Kanalabwärme
 - Industrielle Abwärmen über Dach
 - Abwärme industrielle Kläranlage
- Wind
- Biomasse
- Solare Potentiale
 - Photovoltaik
 - Solarthermie



Photovoltaik Potential

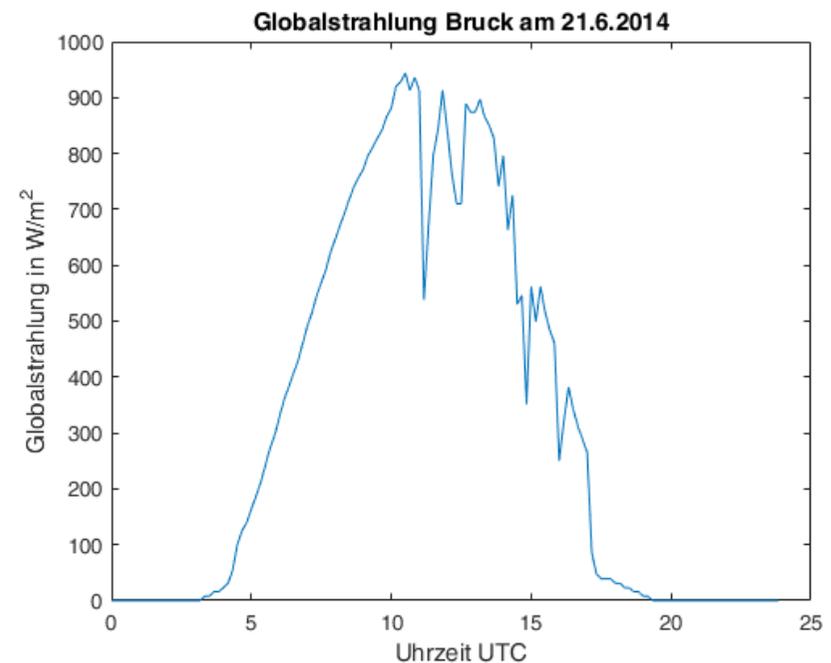
- Solardachkataster:
 - Kategorisierung nach Ausrichtung
 - Bestimmung durchschnittlicher Ertrag
Sehr gute/Gute Flächen
- Einstrahlungsdaten
 - Globalstrahlung auf horizontale Ebene

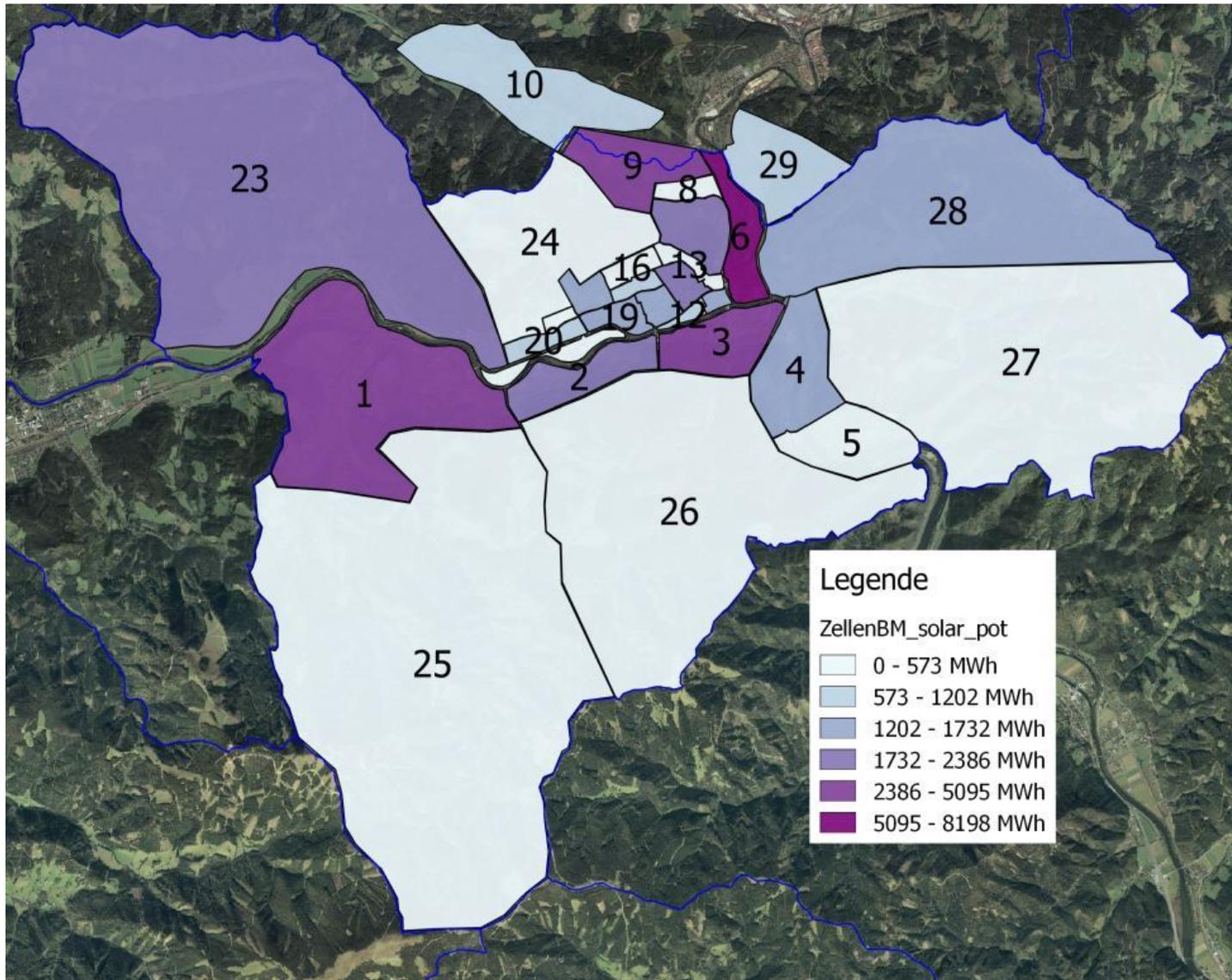


Solarpotenzial in Abhängigkeit von Neigung und Ausrichtung
Klassifizierung für Photovoltaik Anlagen

Ausrichtung	Ausrichtung															
	> 110	90-110	WEST	70-90	50-70	SÜD- WEST	10-30	SÜD	10-[-10]	10-30	SÜD- OST	30-50	50-70	70-90	90-110	> 110
Neigung																
0-10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
10-20		2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	
20-30		2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	
30-40			2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2		
40-50				2	1	1	1	1	1	1	1	2				
50-60					2	2	1	2	2							
60-70						2	2	2								
70-80															sehr gut geeignet	
80-90															gut geeignet	

© Stadtvermessungsamt Graz



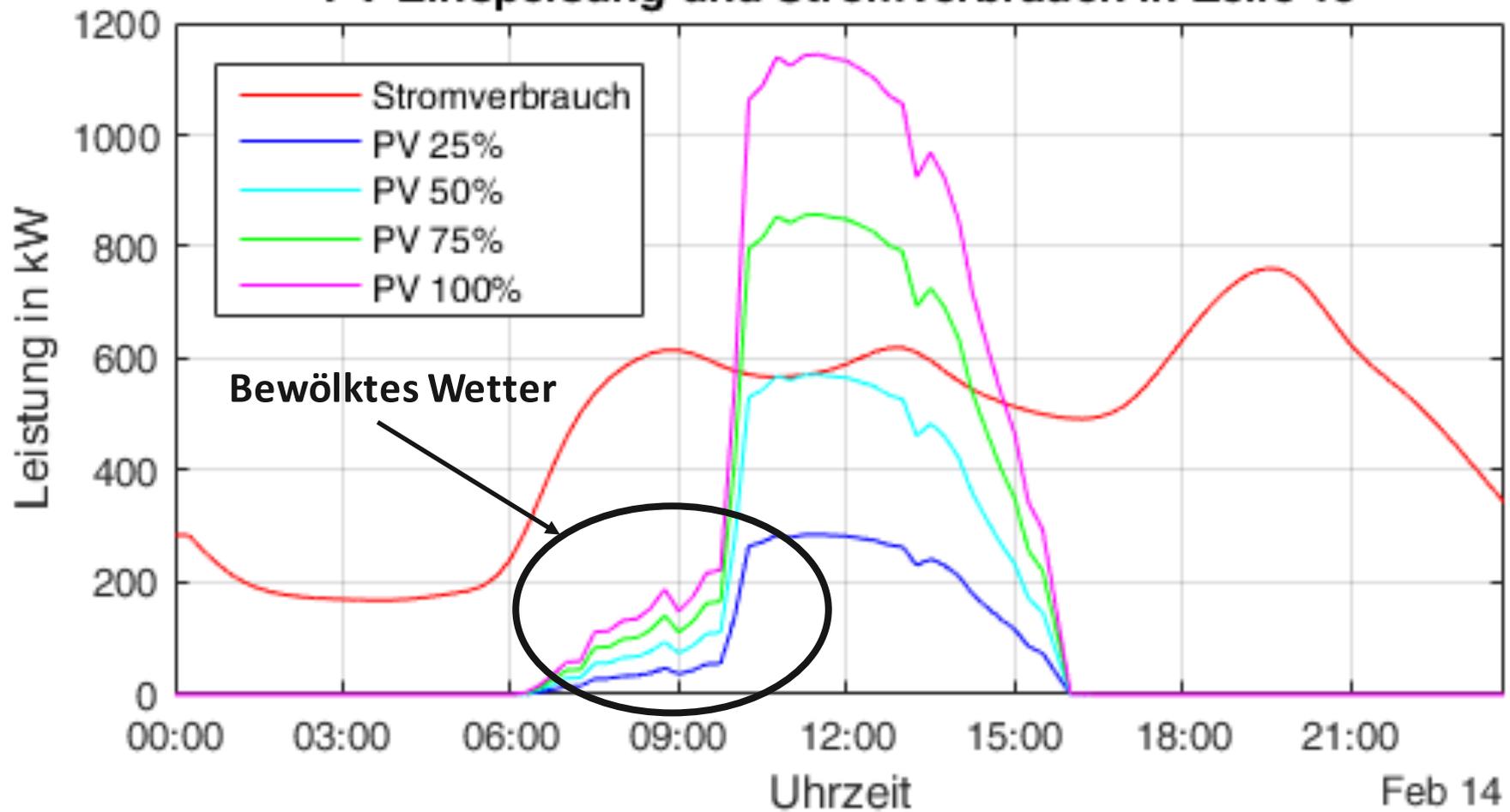


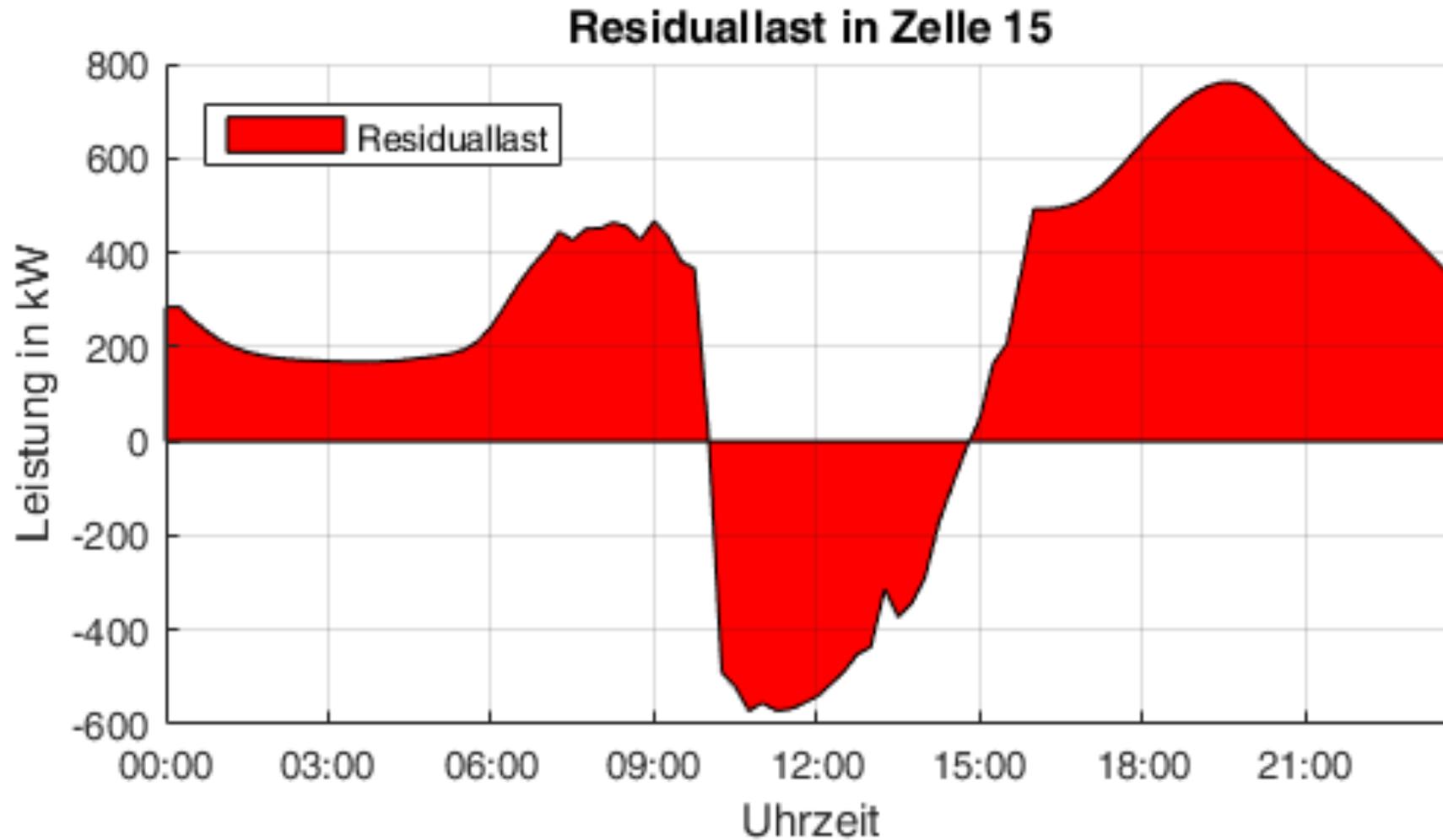
Vollausbau:
• 46 GWh

Szenarienberechnung

- Beispiel Photovoltaik
- Kopplung von Verbrauch, Erzeugung und Potentialen
- Berechnung von Kennzahlen
 - Residuallasten
 - Stromimporte/exporte
 - Autarkie auf Energie bezogen
 - Autarkie auf Leistung bezogen

PV Einspeisung und Stromverbrauch in Zelle 15





$$\text{Residuallast} = P_{i,el} - P_{i,PV}$$

Berechnung Kennzahlen

PV Ausbau Szenario	100%	75%	50%	25%
Stromverbrauch in GWh	84,2	84,2	84,2	84,2
PV Ertrag in GWh	46,5	34,9	23,3	11,6
Stromimport in GWh	54,0	57,5	62,9	72,6
Stromexport in GWh	16,3	8,2	1,9	0
Eigendeckungsgrad	0,36	0,32	0,25	0,14
Max. Eigendeckungsgrad	0,55	0,41	0,28	0,14
Differenz EDG- max. EDG	0,19	0,09	0,03	0,00

$$\text{Stromimport} = \sum_{ij} \{W_{ij,el} : (\text{Residuallast} > 0)_i\}_i$$

$$\text{Stromexport} = \sum_{ij} \{W_{ij,el} : (\text{Residuallast} < 0)_i\}_i$$

$$\text{Eigendeckungsgrad} = \frac{\text{PV Ertrag} - \text{Stromexport}}{\text{Stromverbrauch}}$$

$$\text{maximaler Eigendeckungsgrad} = \frac{\text{PV Ertrag}}{\text{Stromverbrauch}}$$

Conclusio & Ausblick

- Geeignetes Werkzeug
 - Flexibilität
 - Modular erweiterbar
 - Vielseitig anwendbar
 - Ziel zu erreichen
- Schwachstellen
 - Lastflussberechnungen möglich, Grenzen Leitungsauslegung
- Ausblick
 - Hybridszenarien
 - Implementierung Speicher
 - Wirtschaftlichkeit

Danke für Ihre Aufmerksamkeit!

Benjamin Böckl