Smart Grid im Raumkontext – Erneuerbare Energien und Verteilnetz frühzeitig in Einklang bringen

OFFIS Energie
INSTITUT FÜR INFORMATIK

EnerGeoPlan

OFFIS Energie
INSTITUT FÜR INFORMATIK

Themenfelder und Gruppen im Bereich Energie

- **Systemanalyse und verteilte Optimierung (SO)**
  - Technische und ökonomische Systemanalyse
  - Verteilte und insb. heuristische Optimierungsverfahren
- **Architekturentwicklung und Interoperabilität (AEI)**
  - Architekturentwicklung und Informationsmodellierung
  - Enterprise Architecture Management
  - Sicherheit
- **Smart Resource Integration (SRI)**
  - Verbraucher in Systemen
  - Modellierung von Gewerken und ihrem Verhalten
  - Big Data und Cloud
- **Simulation und Automatisierung komplexer Energiesysteme (SAE)**
  - Automatisierungstechnik (OPC UA, IEC 61850, CIM)
  - Modulare und skalierbare Simulation von Smart Grids

Dr. Martin Tröschel
Gruppenleiter SO

Dr.-Ing. Mathias Uslar
Gruppenleiter AEI

Dr. Gunnar Schomaker
Gruppenleiter SRI

Dr.-Ing. Sebastian Rohjans
Gruppenleiter SAE

Agenda

OFFIS Energie
INSTITUT FÜR INFORMATIK

Motivation

Projektrahmen

Ziel und Methodik

Lösungen

- Planungsvorgaben
- GIS-Analyse
- Netzsimulation
- Die Werkzeugkette

Wie weiter?

Motivation

OFFIS Energie
INSTITUT FÜR INFORMATIK

Blick in getrennte Welten

Energieversorgung

- Energiebedarf in der Zukunft?
- Deckung über welche Quellen?
- Domänen Strom, Gas, Wärme?
- Speicher zur Lastverschiebung?
- Steuerung verschiebbarer Lasten?

Kommunalplanung

- Ausbau
  - Wo?
  - Wie?
- Welche Potentiale?
  - Raumpotentiale
  - Energiepotentiale

Netzplanung

- Elektrische Lasten?
- Einspeisung aus dezentralen Netzabschnitten?
- Fluktuationsverhalten der dezentralen Anlagen?

Motivation

Blick in getrennte Welten

Energieversorgung

Kommunalplanung

Netzplanung

Wo werden diese Themen sinnvoll im Vorfeld zusammengeführt?

Projektrahmen

OFFIS Energie
INSTITUT FÜR INFORMATIK

EnerGeoPlan

- Laufzeit: 01.02.2011 – 30.11.2013
- Förderung: Land Niedersachsen (Vorlaufforschung)
- Leitung:
  - Herr Prof. Dr.-Ing. Weisensee (Jade Hochschule)
  - Herr Prof. Dr. Sonnenschein (Uni Oldenburg)
- Kooperationspartner:
  - Gemeinde Ganderkesee
  - EWE AG, EWE NETZ GmbH

Ganderkesee

Gemeinde

EWE

Energieversorger

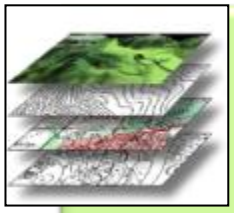
EWE NETZ

Netzbetreiber

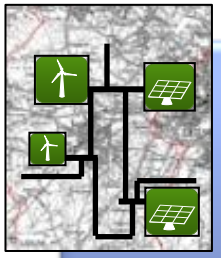
Ziel und Methodik

Konzeption und prototypische Implementierung eines Software-Werkzeugs zur

Ermittlung und Modellierung kommunalplanerischer Vorgaben und Zielsetzungen → „formalisiertes“ Regelwerk

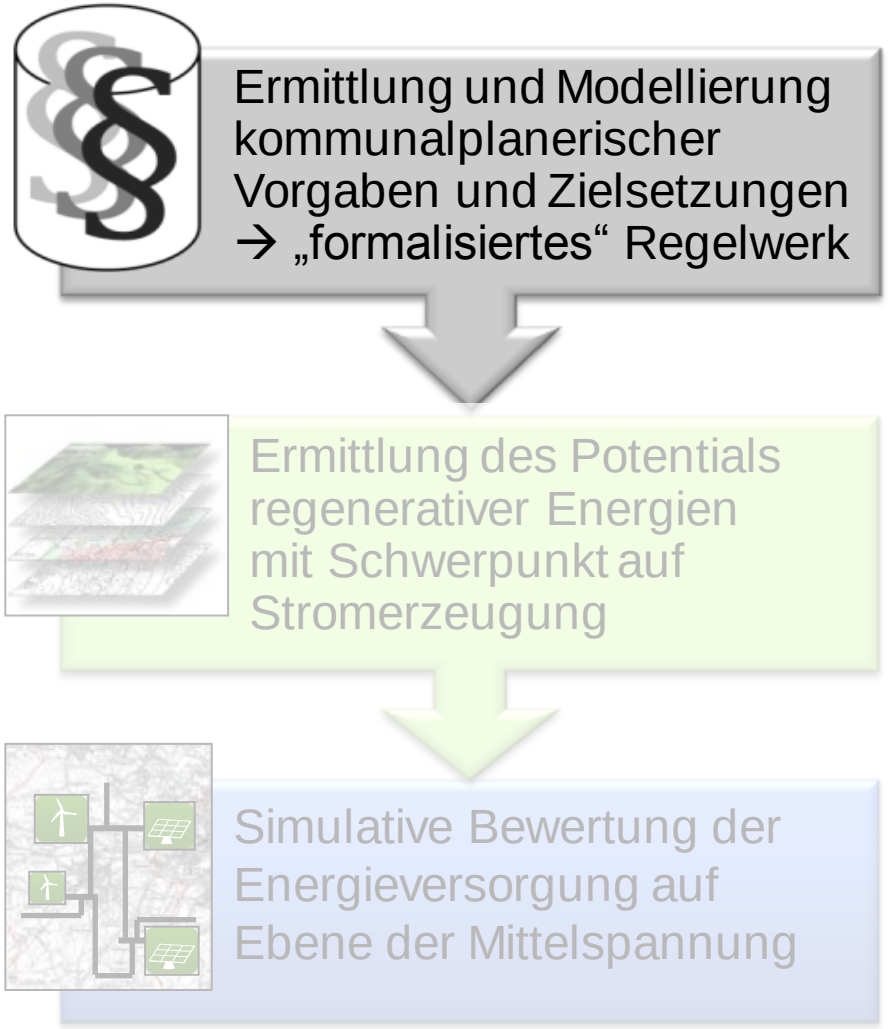


Ermittlung des Potentials regenerativer Energien mit Schwerpunkt auf Stromerzeugung



Simulative Bewertung der Energieversorgung auf Ebene der Mittelspannung

Ziel und Methodik



Modellierung planerischer Vorgaben

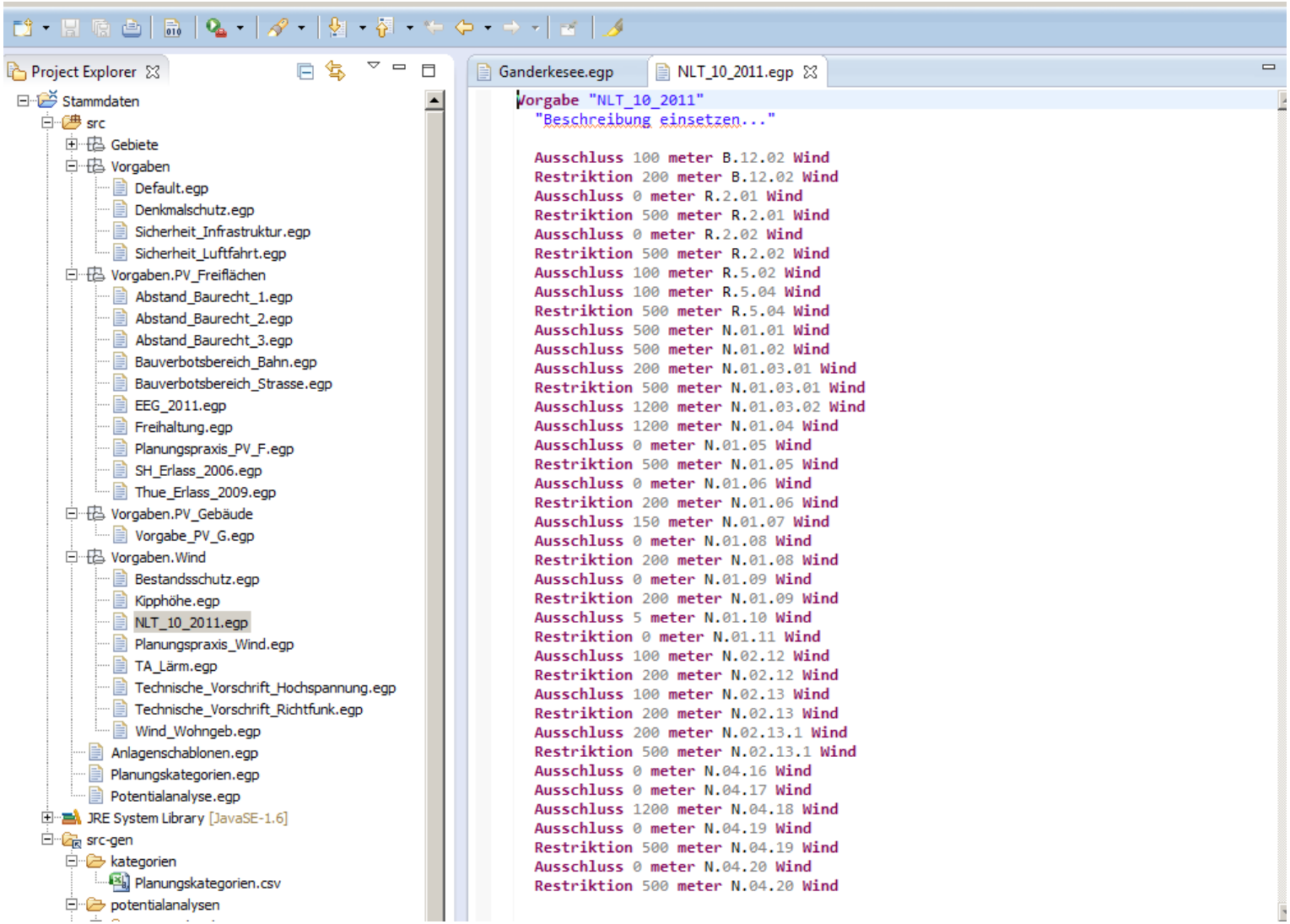
OFFIS Energie
INSTITUT FÜR INFORMATIK

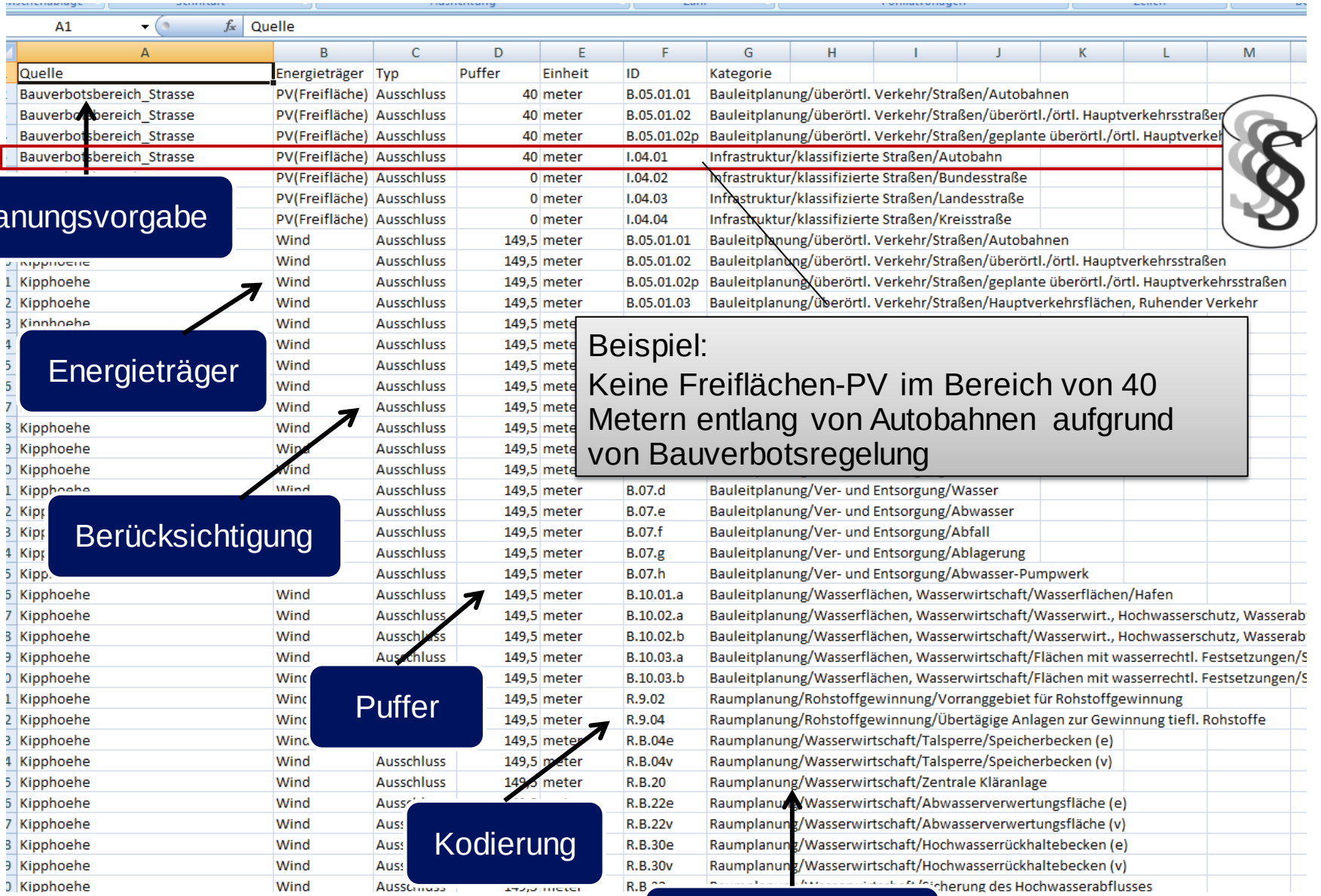
Abbildung der Planungsregeln wie z.B.

- Standortkonzeption für Wind, Biomasse und PV unter Berücksichtigung planerischer Regelwerke, z.B.
  - TA Luft
  - TA Lärm
  - NLT-Papier 2011
  - Kriterien aus EEG für Freiflächen-PV
- Beispiel: Abstandsregeln

Nutzung	Windausschlussfläche	Windabstandsregel
Wohnbaufläche	Ja	750 m
Mischgebiete	Ja	500 m
Dorfgebiete	Ja	500 m

Parameter der Planungsvorgaben





Quelle	Energieträger	Typ	Puffer	Einheit	ID	Kategorie
Bauverbotsbereich_Strasse	PV(Freifläche)	Ausschluss	40	meter	B.05.01.01	Bauleitplanung/überörtl. Verkehr/Straßen/Autobahnen
Bauverbotsbereich_Strasse	PV(Freifläche)	Ausschluss	40	meter	B.05.01.02	Bauleitplanung/überörtl. Verkehr/Straßen/überörtl./örtl. Hauptverkehrsstraßen
Bauverbotsbereich_Strasse	PV(Freifläche)	Ausschluss	40	meter	B.05.01.02p	Bauleitplanung/überörtl. Verkehr/Straßen/geplante überörtl./örtl. Hauptverkeh
Bauverbotsbereich_Strasse	PV(Freifläche)	Ausschluss	40	meter	I.04.01	Infrastruktur/klassifizierte Straßen/Autobahn
	PV(Freifläche)	Ausschluss	0	meter	I.04.02	Infrastruktur/klassifizierte Straßen/Bundesstraße
	PV(Freifläche)	Ausschluss	0	meter	I.04.03	Infrastruktur/klassifizierte Straßen/Landesstraße
	PV(Freifläche)	Ausschluss	0	meter	I.04.04	Infrastruktur/klassifizierte Straßen/Kreisstraße
	Wind	Ausschluss	149,5	meter	B.05.01.01	Bauleitplanung/überörtl. Verkehr/Straßen/Autobahnen
	Wind	Ausschluss	149,5	meter	B.05.01.02	Bauleitplanung/überörtl. Verkehr/Straßen/überörtl./örtl. Hauptverkehrsstraßen
Kipphoehe	Wind	Ausschluss	149,5	meter	B.05.01.02p	Bauleitplanung/überörtl. Verkehr/Straßen/geplante überörtl./örtl. Hauptverkehrsstraßen
Kipphoehe	Wind	Ausschluss	149,5	meter	B.05.01.03	Bauleitplanung/überörtl. Verkehr/Straßen/Hauptverkehrsflächen, Ruhender Verkehr
	Wind	Ausschluss	149,5	meter		
	Wind	Ausschluss	149,5	meter		
	Wind	Ausschluss	149,5	meter		
	Wind	Ausschluss	149,5	meter		
	Wind	Ausschluss	149,5	meter		
Kipphoehe	Wind	Ausschluss	149,5	meter		
Kipphoehe	Wind	Ausschluss	149,5	meter		
Kipphoehe	Wind	Ausschluss	149,5	meter		
Kipphoehe	Wind	Ausschluss	149,5	meter	B.07.d	Bauleitplanung/Ver- und Entsorgung/Wasser
Kipphoehe	Wind	Ausschluss	149,5	meter	B.07.e	Bauleitplanung/Ver- und Entsorgung/Abwasser
Kipphoehe	Wind	Ausschluss	149,5	meter	B.07.f	Bauleitplanung/Ver- und Entsorgung/Abfall
Kipphoehe	Wind	Ausschluss	149,5	meter	B.07.g	Bauleitplanung/Ver- und Entsorgung/Ablagerung
Kipphoehe	Wind	Ausschluss	149,5	meter	B.07.h	Bauleitplanung/Ver- und Entsorgung/Abwasser-Pumpwerk
Kipphoehe	Wind	Ausschluss	149,5	meter	B.10.01.a	Bauleitplanung/Wasserflächen, Wasserwirtschaft/Wasserflächen/Hafen
Kipphoehe	Wind	Ausschluss	149,5	meter	B.10.02.a	Bauleitplanung/Wasserflächen, Wasserwirtschaft/Wasserwirt., Hochwasserschutz, Wasserab
Kipphoehe	Wind	Ausschluss	149,5	meter	B.10.02.b	Bauleitplanung/Wasserflächen, Wasserwirtschaft/Wasserwirt., Hochwasserschutz, Wasserab
Kipphoehe	Wind	Ausschluss	149,5	meter	B.10.03.a	Bauleitplanung/Wasserflächen, Wasserwirtschaft/Flächen mit wasserrechtl. Festsetzungen/S
Kipphoehe	Wind	Ausschluss	149,5	meter	B.10.03.b	Bauleitplanung/Wasserflächen, Wasserwirtschaft/Flächen mit wasserrechtl. Festsetzungen/S
Kipphoehe	Wind	Ausschluss	149,5	meter	R.9.02	Raumplanung/Rohstoffgewinnung/Vorranggebiet für Rohstoffgewinnung
Kipphoehe	Wind	Ausschluss	149,5	meter	R.9.04	Raumplanung/Rohstoffgewinnung/Übertägige Anlagen zur Gewinnung tiefl. Rohstoffe
Kipphoehe	Wind	Ausschluss	149,5	meter	R.B.04e	Raumplanung/Wasserwirtschaft/Talsperre/Speicherbecken (e)
Kipphoehe	Wind	Ausschluss	149,5	meter	R.B.04v	Raumplanung/Wasserwirtschaft/Talsperre/Speicherbecken (v)
Kipphoehe	Wind	Ausschluss	149,5	meter	R.B.20	Raumplanung/Wasserwirtschaft/Zentrale Kläranlage
Kipphoehe	Wind	Ausschluss	149,5	meter	R.B.22e	Raumplanung/Wasserwirtschaft/Abwasserverwertungsfläche (e)
Kipphoehe	Wind	Ausschluss	149,5	meter	R.B.22v	Raumplanung/Wasserwirtschaft/Abwasserverwertungsfläche (v)
Kipphoehe	Wind	Ausschluss	149,5	meter	R.B.30e	Raumplanung/Wasserwirtschaft/Hochwasserrückhaltebecken (e)
Kipphoehe	Wind	Ausschluss	149,5	meter	R.B.30v	Raumplanung/Wasserwirtschaft/Hochwasserrückhaltebecken (v)
Kipphoehe	Wind	Ausschluss	149,5	meter		Sicherung des Hochwasserabflusses

Planungsvorgabe

Energieträger

Berücksichtigung

Puffer

Kodierung

Planungskontext

Beispiel:
Keine Freiflächen-PV im Bereich von 40 Metern entlang von Autobahnen aufgrund von Bauverbotsregelung

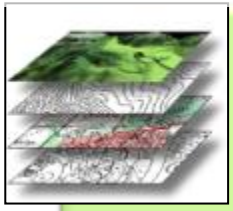
Formalisierung von Planungsvorgaben

Vorteile

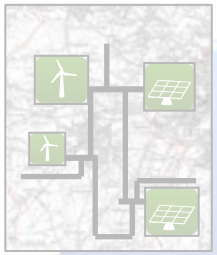
- Transparente Zusammenstellung der zu Grunde liegenden Planungsvorgaben
- Verwaltung verschiedener, zeitlich und räumlich gültiger Versionen von Planungsvorgaben
- Vermeidung inkonsistenter Angaben
- Aufzeigen und Berücksichtigen von Abhängigkeiten (Kipphöhe ←→ Anlagenparameter)

Aktueller Stand: Ziel und Methodik

Ermittlung und Modellierung kommunalplanerischer Vorgaben und Zielsetzungen
→ „formalisiertes“ Regelwerk



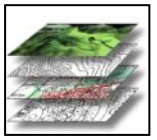
Ermittlung des Potentials regenerativer Energien mit Schwerpunkt auf Stromerzeugung



Simulative Bewertung der Energieversorgung auf Ebene der Mittelspannung

Verwendete Geodaten

OFFIS Energie
INSTITUT FÜR INFORMATIK



Planungsdaten:

- Flächennutzungsplan
- (Regionales Raumordnungsprogramm)
- ALK (Nutzung, Gebäude)
- Infrastrukturdaten (Hochspannungsleitungen, Bauverbotszonen..)

Energiedaten:

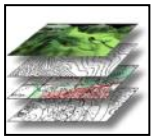
- EEG-Anlagenstammdatenregister (geokodiert, Stand 12/2011)
- Leitungsdaten der EWE NETZ (Mittelspannung, Ortsnetzstationen, Schaltanlagen, Umspannwerke)

Bearbeitung:

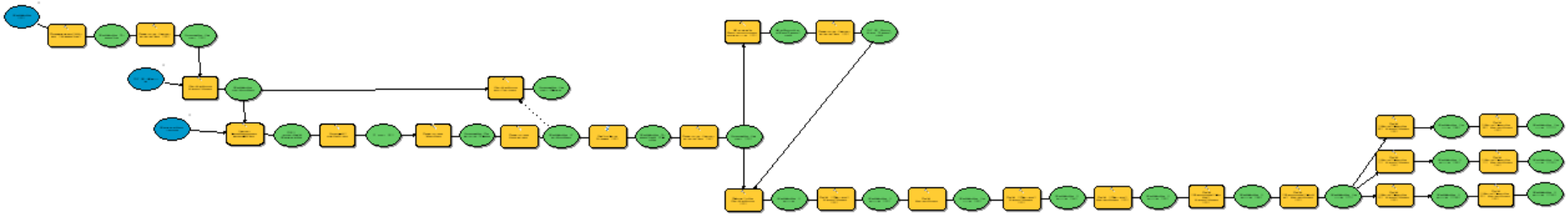
- Kodierung und Aufbereitung notwendig / Berücksichtigung von Fachschalen
- Teilweise aufwendige Voranalyse
- Konzeptionell ist die Berücksichtigung von „zukünftigen“ Datenstandards vorbereitet (xplanung, ALKIS)

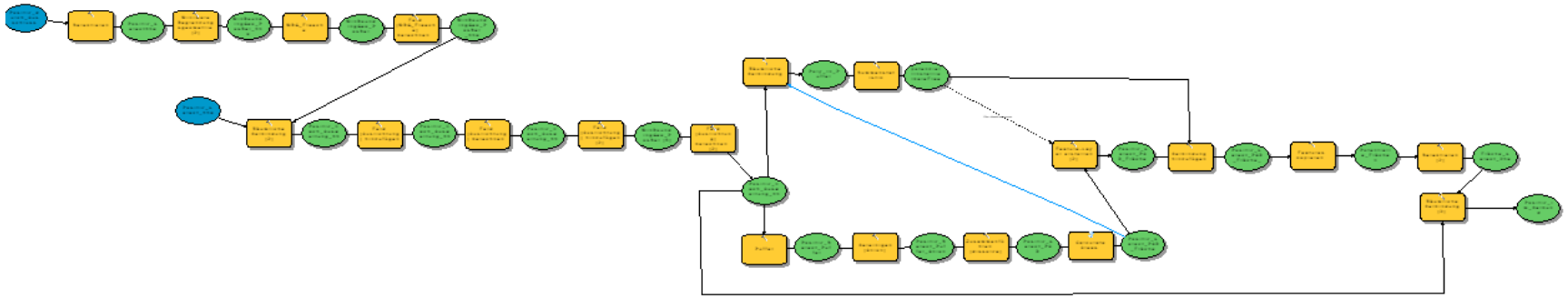
GIS-Modelle

OFFIS Energie
INSTITUT FÜR INFORMATIK

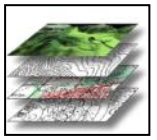


- Automatisierung von Analyseschritten





Einzelbetrachtung von Energiepotentialen

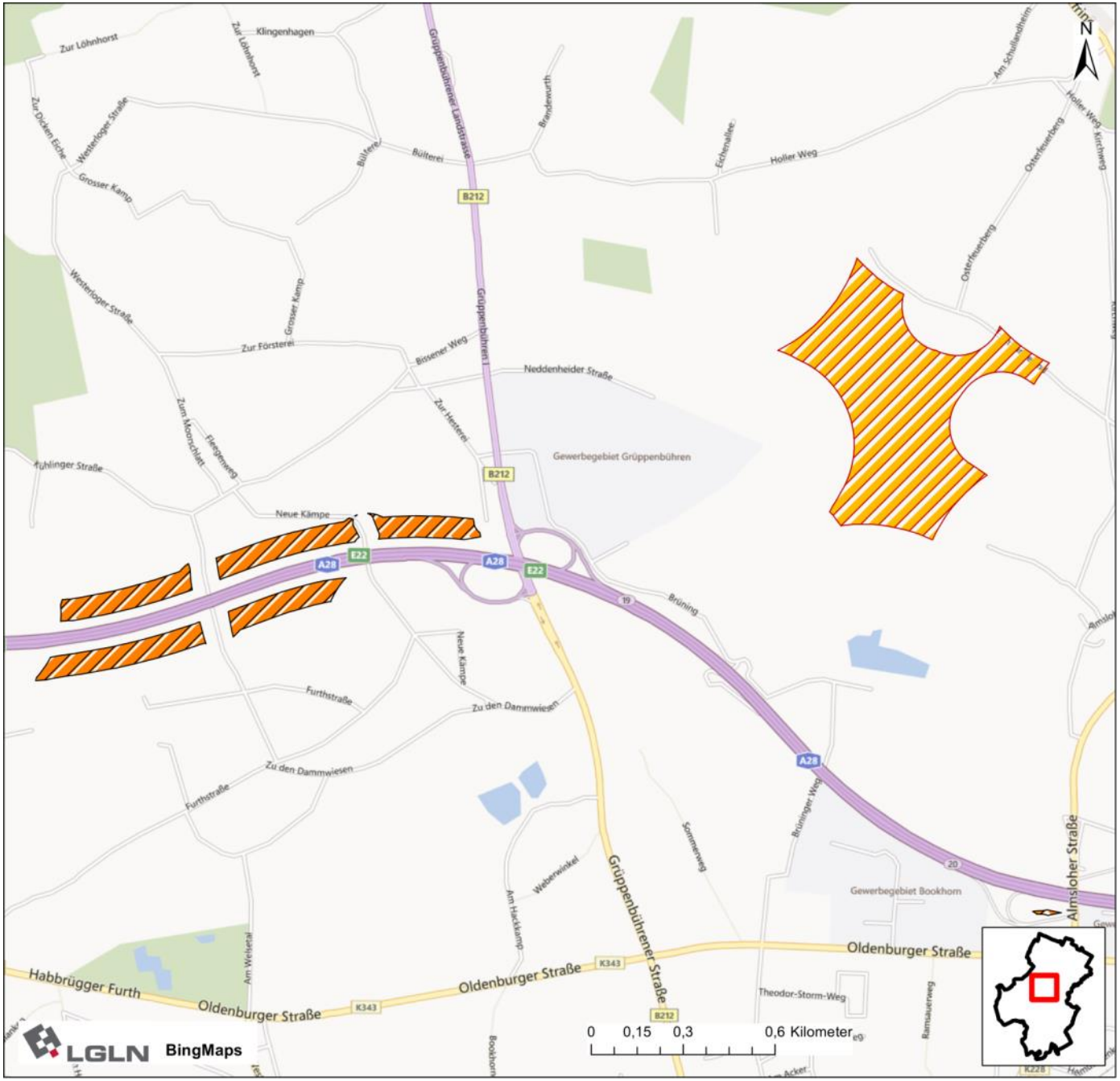


Energieträger Wind:

- Großwindanlagen

Energieträger Solar:

- Freiflächen-Solaranlagen
- Gebäude- Solaranlagen (Dachflächen)



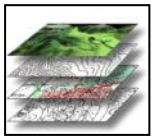
EnerGeoPlan

Karte: Potentielle Eignungsbereiche für Windkraft und Freiflächen-Photovoltaik nach Ausschluss (Ausschnitt)

12/2012 1:12.500 J. Knies

OFFIS Energie
INSTITUT FÜR INFORMATIK
OFFIS e. V.
Escherweg 2
26121 Oldenburg
www.offis.de

Einzelbetrachtung von Energiepotentialen

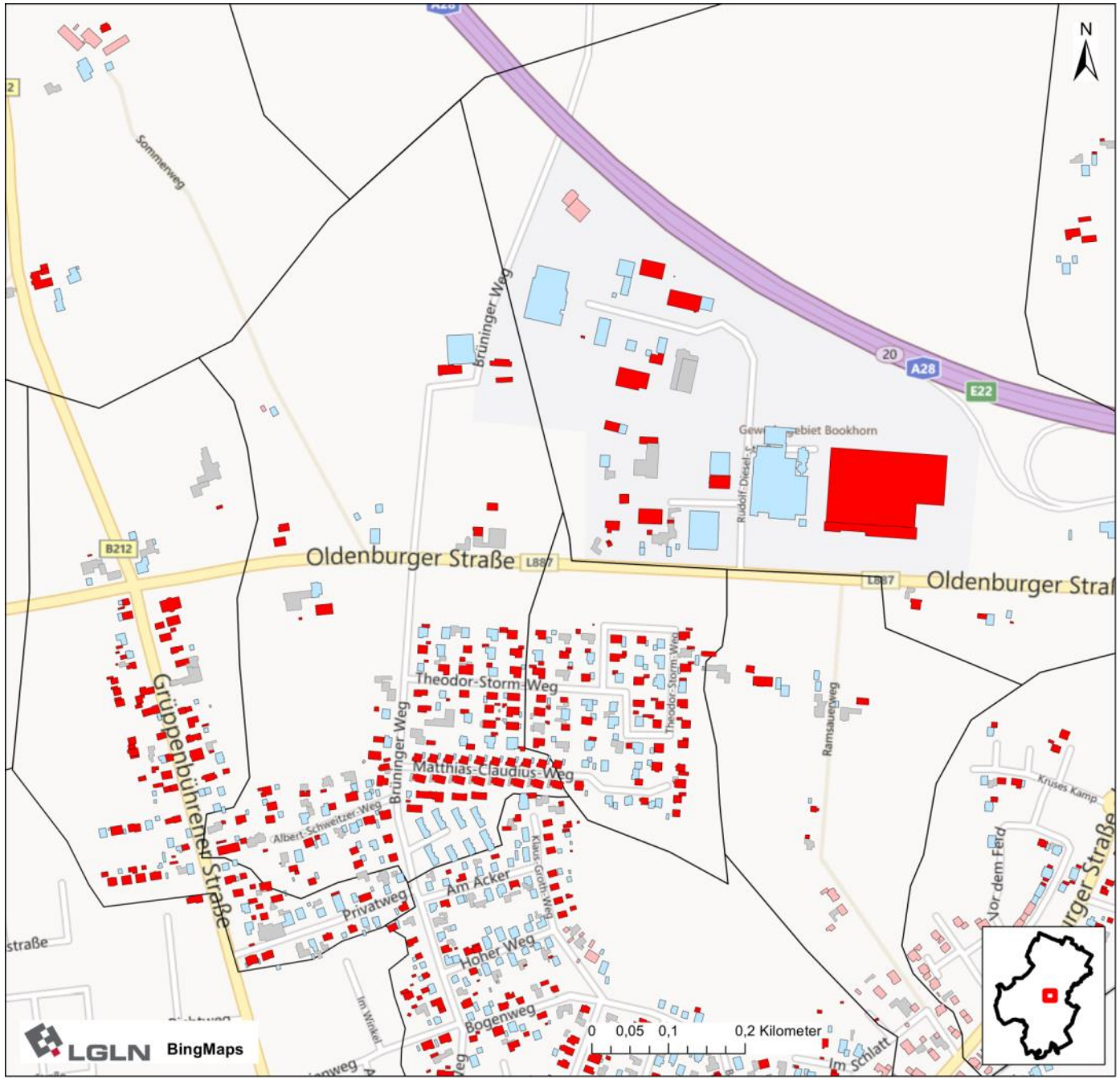


Energieträger Wind:

- Großwindanlagen

Energieträger Solar:

- Freiflächen-Solaranlagen
- Gebäude- Solaranlagen (Dachflächen)



Legende

- Ortsnetzbereich

Gebäudeausrichtung

- Ost-West
- Nordost-Südwest
- Südost-Nordwest
- Nordnordost-Südsüdwest
- Südsüdost-Nordnordwest
- Ungenau

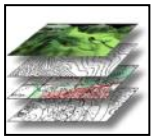
EnerGeoPlan

Karte: Ausschnitt Gebäudeausrichtung

12/2012 1:5.000 J. Knies

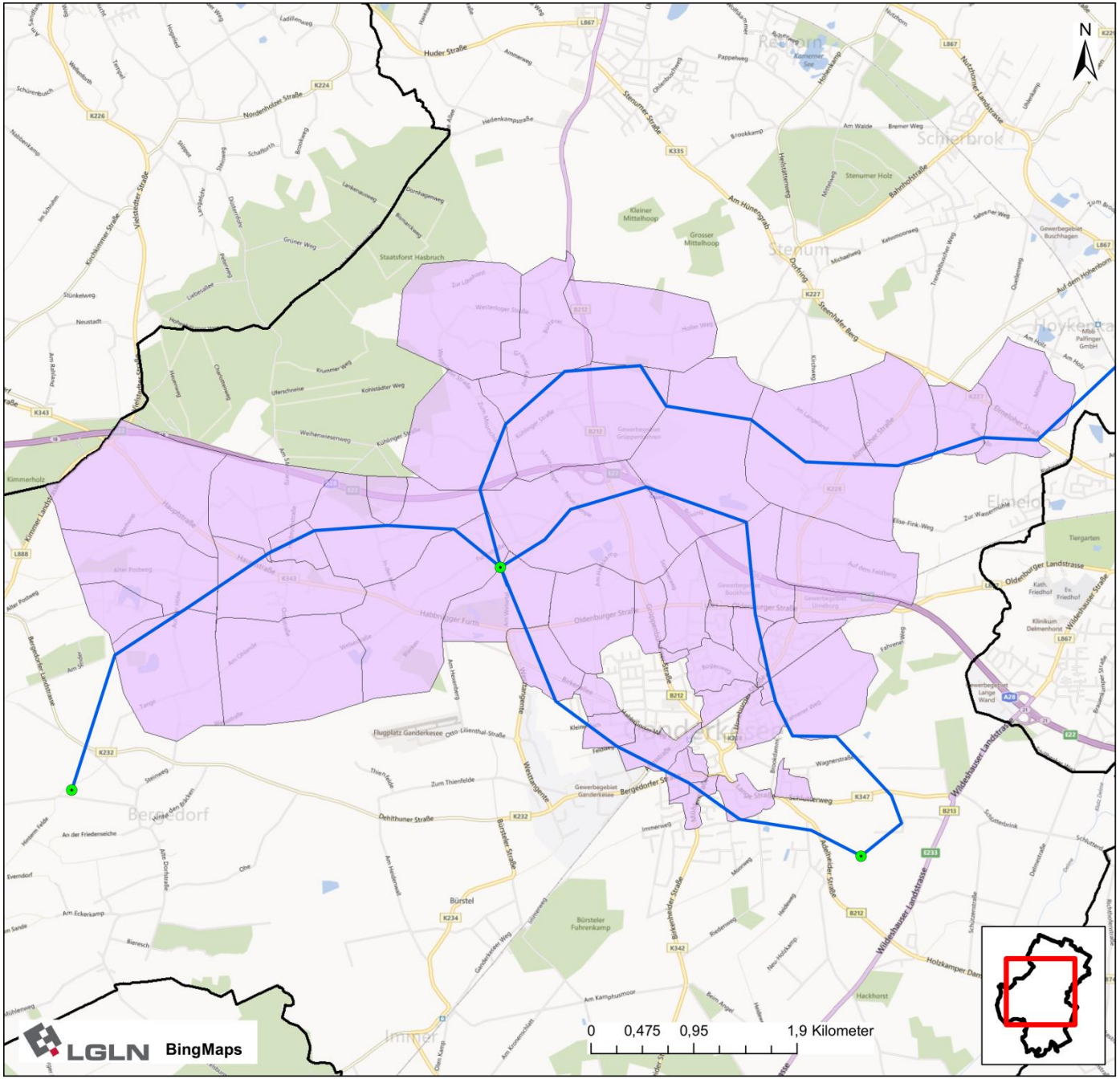
OFFIS e. V.
Escherweg 2
26121 Oldenburg
www.offis.de

Szenarien von PV auf Gebäuden



Bez.	Eignung	Mindestgröße (Eignungsfläche)	Dach-formen	Ausrichtung	Umsetzung
100 % Plus	j und p	14 qm	alle	alle	Umsetzung_0
100%	j	14 qm	alle	Satteldach: E-W, NE-SW; Flachdach: alle	Umsetzung_0
realo 1	j	14 qm	alle	Satteldach: E-W, NE-SW; Flachdach: alle	Umsetzung_1
realo2	j	14 qm	alle	Satteldach: E-W, NE-SW; Flachdach: alle	Umsetzung_2

Theoretischer Flächenbedarf der Altanlagen je Ortsnetzbereich wird abgezogen.



Legende

- Messstellen (unbestimmte Verortung)
- Mittelspannungsleitung (stilisierter Verlauf)
- Betrachtete Ortsnetzbereiche (Normalschaltzustand)
- Gemeinde

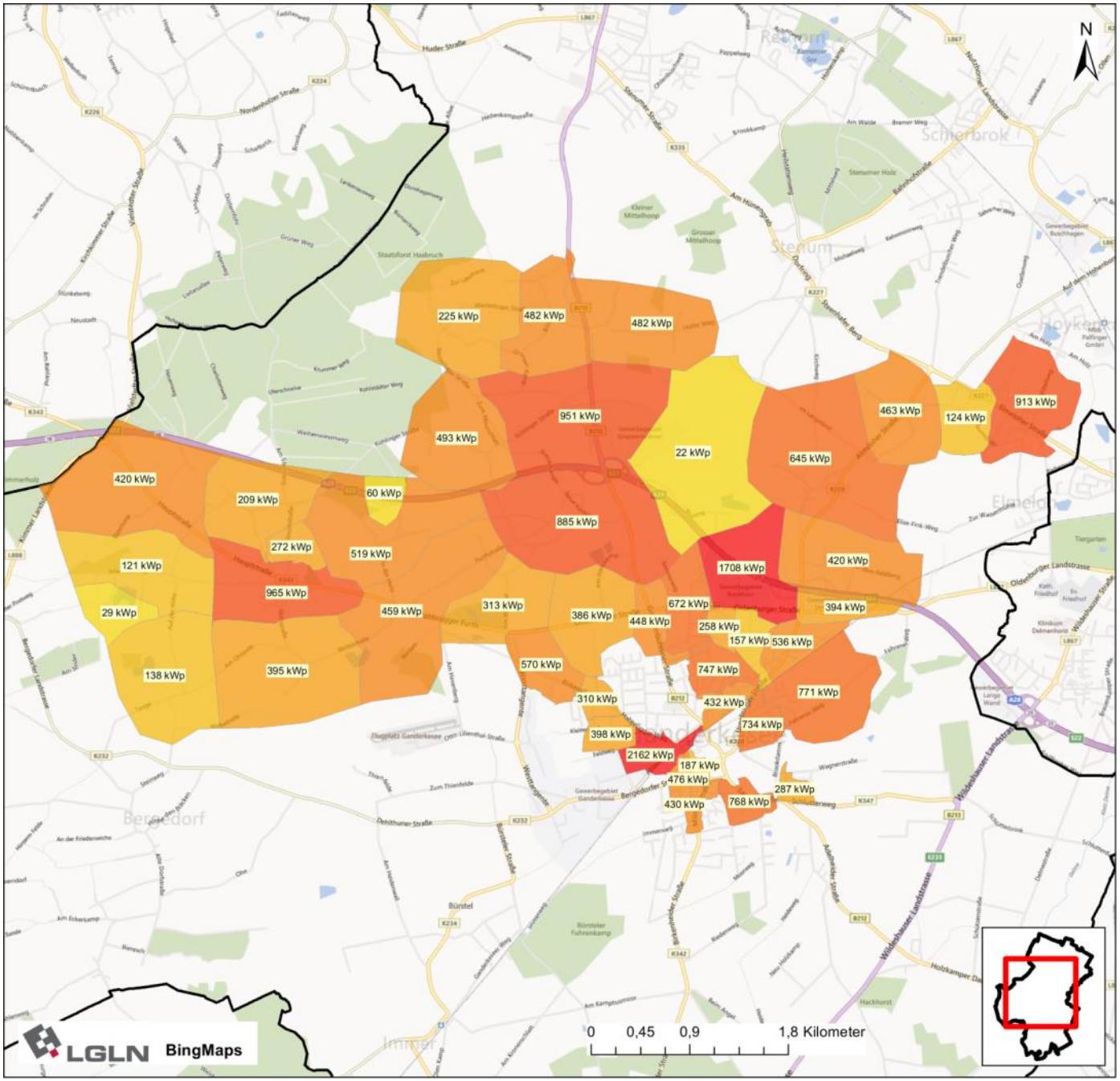
Hinweis:
Die Darstellung von Messstellen und Mittelspannungsleitungen erfolgt schematisch und dient der Veranschaulichung. Es werden keine realen Leitungsverläufe dargestellt.

EnerGeoPlan

Karte: Übersicht Untersuchungsgebiet

02/2013 1:35.000 J. Knies

OFFIS Energie
INSTITUT FÜR INFORMATIK
OFFIS e. V.
Escherweg 2
26121 Oldenburg
www.offis.de



Legende

Gemeinde

Potential - PV-Gebäude (100% Plus, kWp)

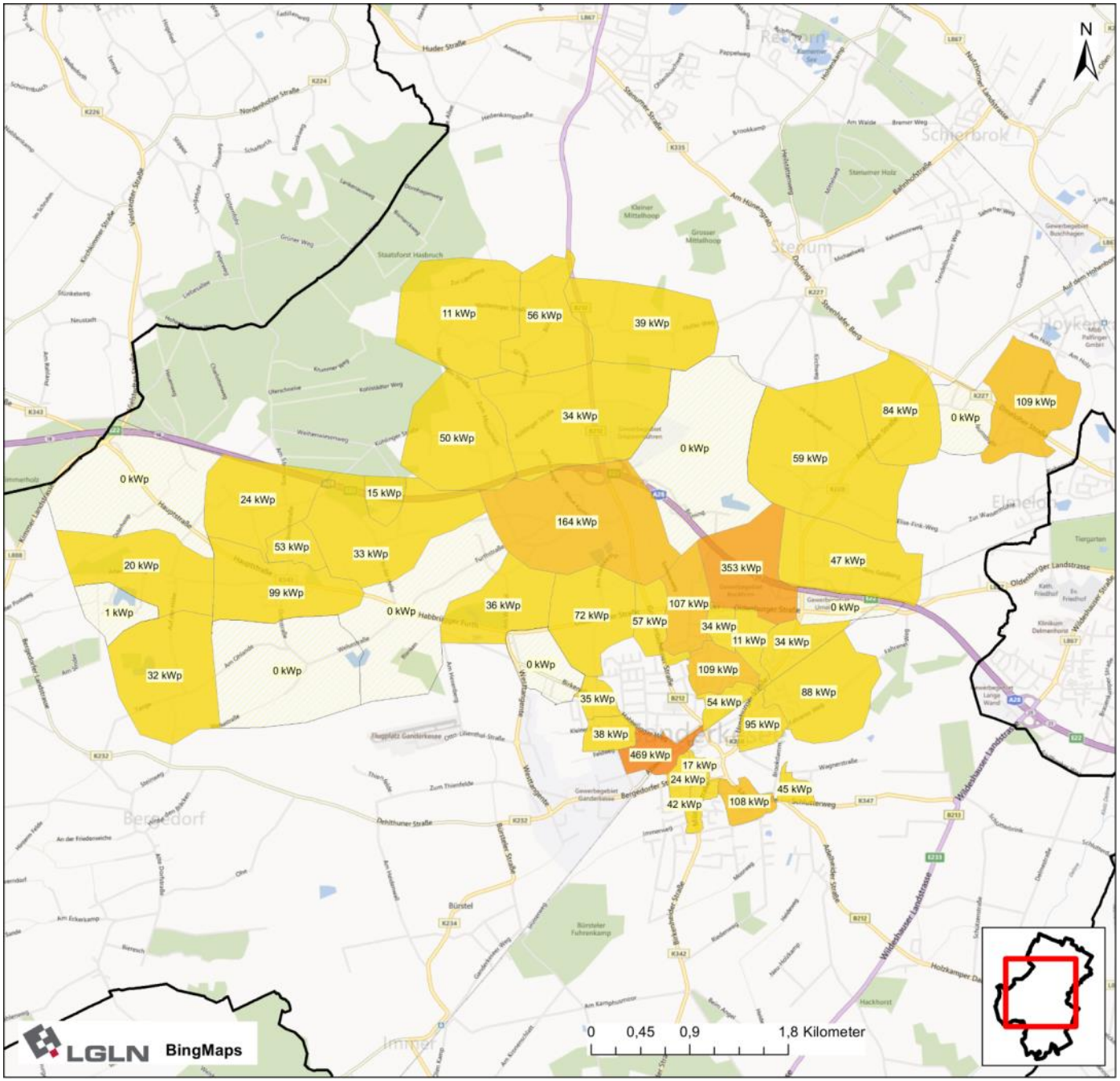
- 0,0 - 1,5
- 1,6 - 100,0
- 100,1 - 200,0
- 200,1 - 400,0
- 400,1 - 600,0
- 600,1 - 800,0
- 800,1 - 1000,0
- 1000,1 - 1200,0
- 1200,1 - 2200,0

EnerGeoPlan

Karte: Potentialabschätzung Gebäude-PV
(Szenario: 100% Plus)

12/2012 1:35.000 J. Knies

OFFIS Energie
INSTITUT FÜR INFORMATIK
OFFIS e. V.
Escherweg 2
26121 Oldenburg
www.offis.de



Legende

Gemeinde

Potential - PV-Gebäude (Realo2, kWp)

- 0,0 - 1,5
- 1,6 - 100,0
- 100,1 - 200,0
- 200,1 - 400,0
- 400,1 - 600,0
- 600,1 - 800,0
- 800,1 - 1000,0
- 1000,1 - 1200,0
- 1200,1 - 2200,0

EnerGeoPlan

Karte: Potentialabschätzung Gebäude-PV (Szenario: Realo2)

12/2012 1:35.000 J. Knies

OFFIS Energie
INSTITUT FÜR INFORMATIK
OFFIS e. V.
Escherweg 2
26121 Oldenburg
www.offis.de

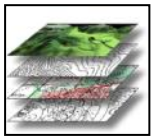
Raum-zeitliche Betrachtung

Potential 100% Plus – Wohngebiet (12/2011)

Raum-zeitliche Betrachtung

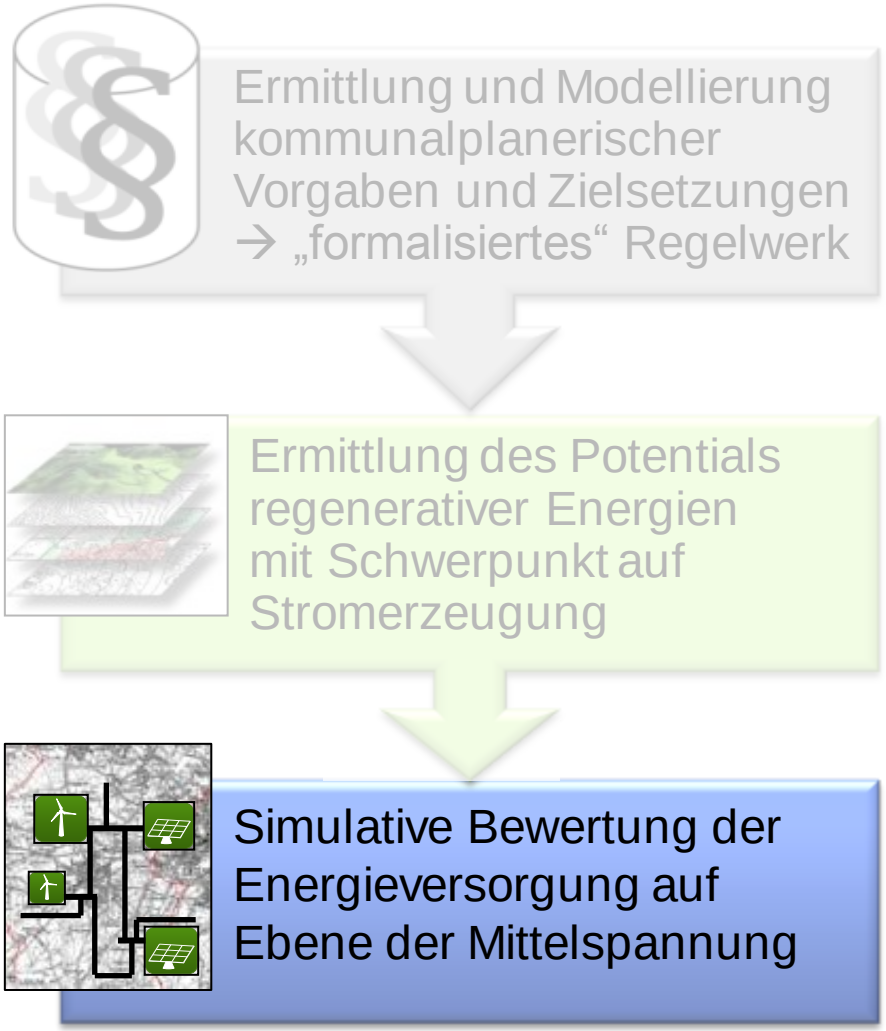
Potential 100% Plus – Wohngebiet (01/2013)

Vorteil Potentialanalyse



Modellgestützte, automatisierte Verarbeitungsprozesse ermöglichen nachvollziehbare Aussagen über das Potential an regenerativen Energien in einer Region.

Aktueller Stand: Ziel und Methodik



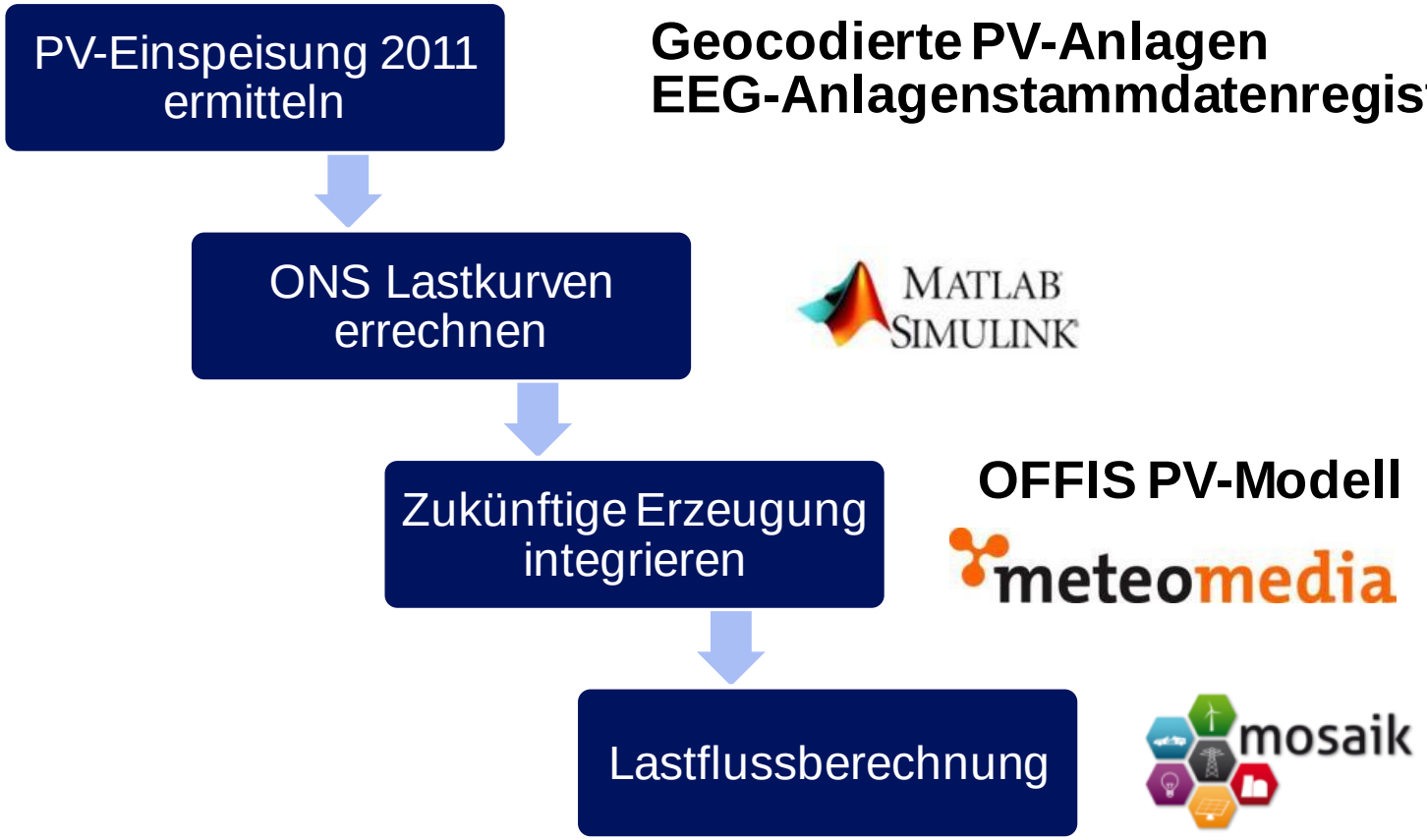
Netzanalyse

OFFIS Energie
INSTITUT FÜR INFORMATIK

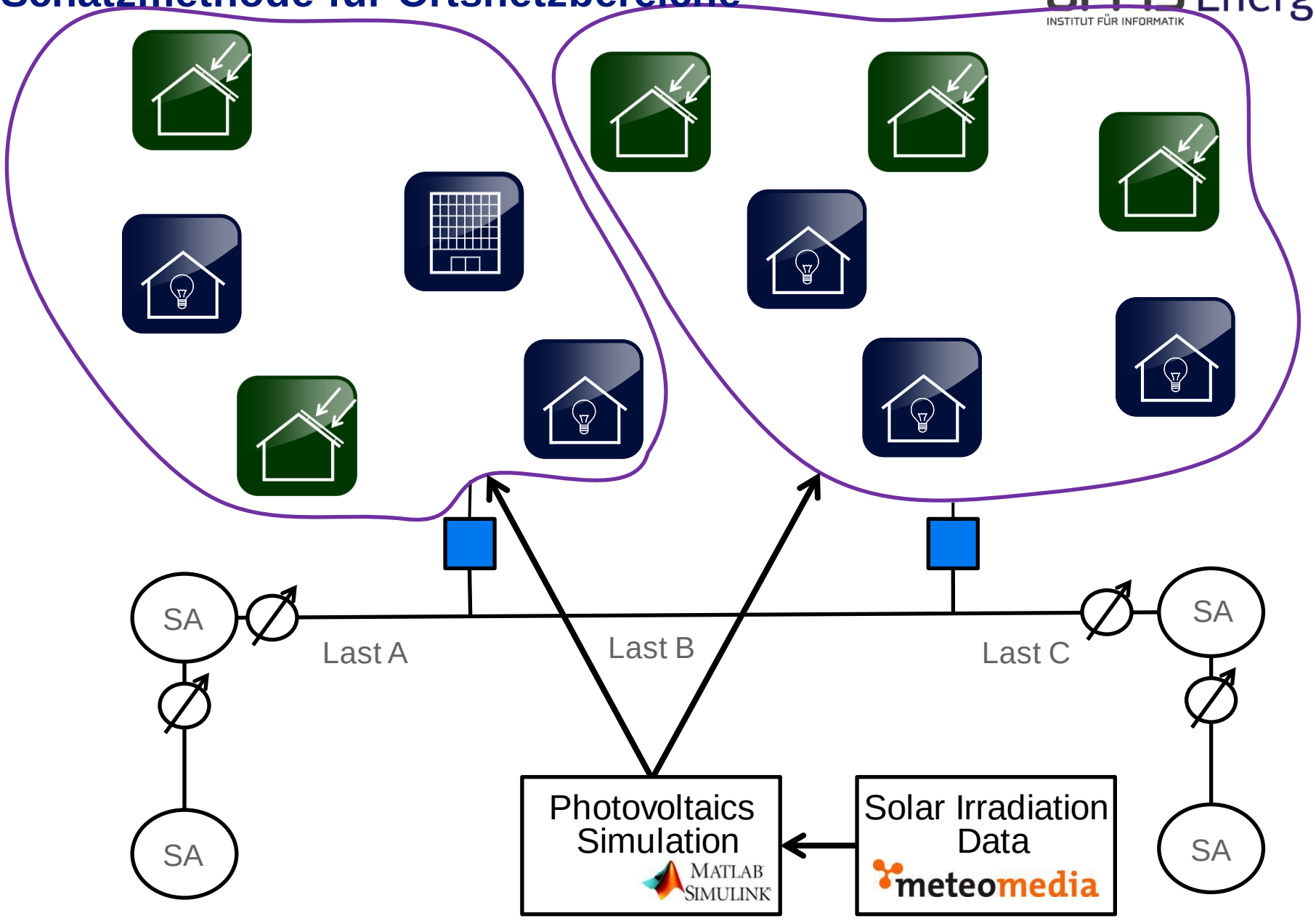
- Ziel: Ermittlung der Betriebsmittelauslastung (Leitungen + Trafos) in zukünftigen Szenarien

- Problem: Messwerte nur für MS-Netzknoten bekannt – Verteilung auf Ortsnetzstationen (ONS) muss geschätzt werden

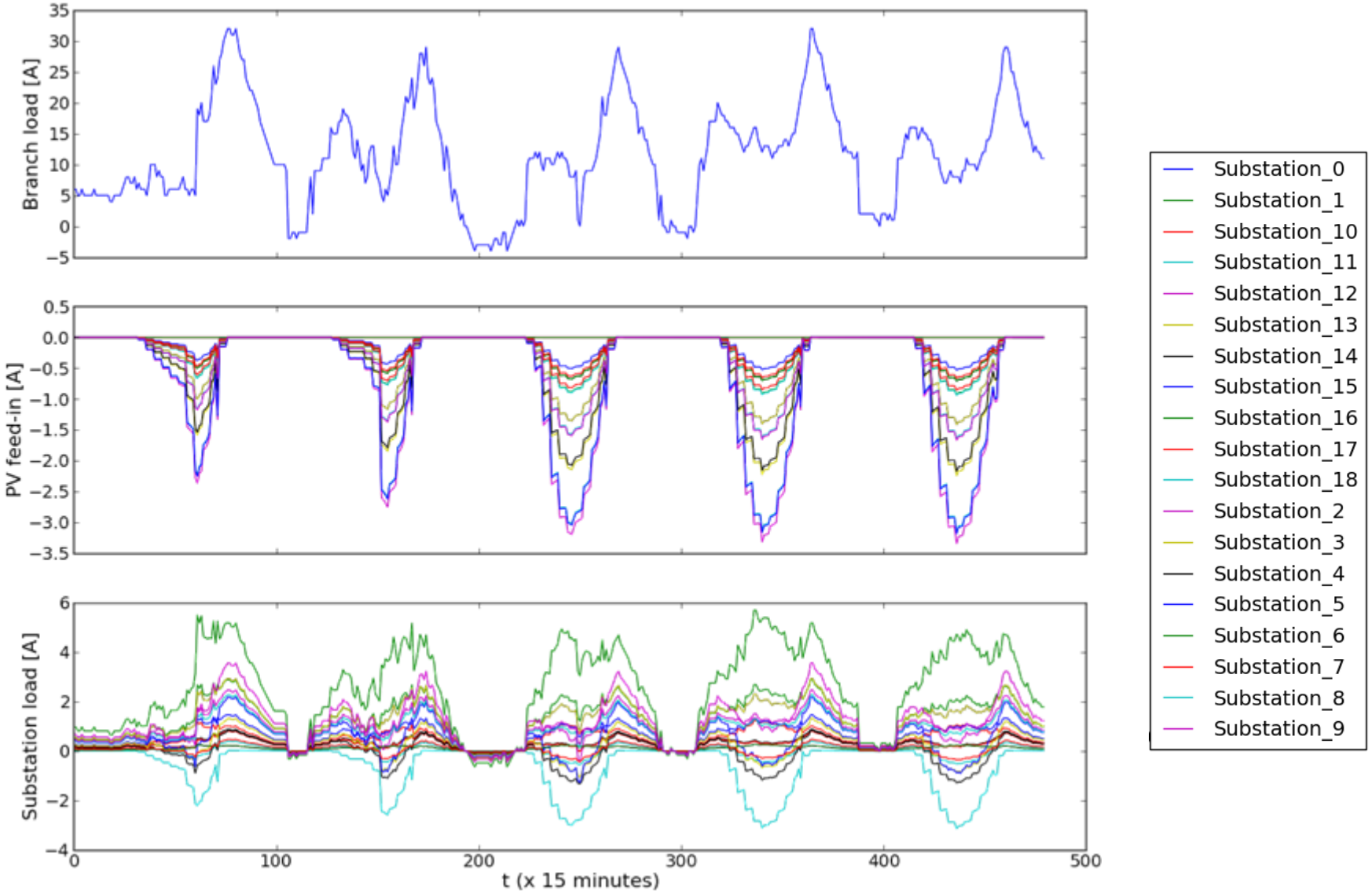
Das Vorgehen im Überblick



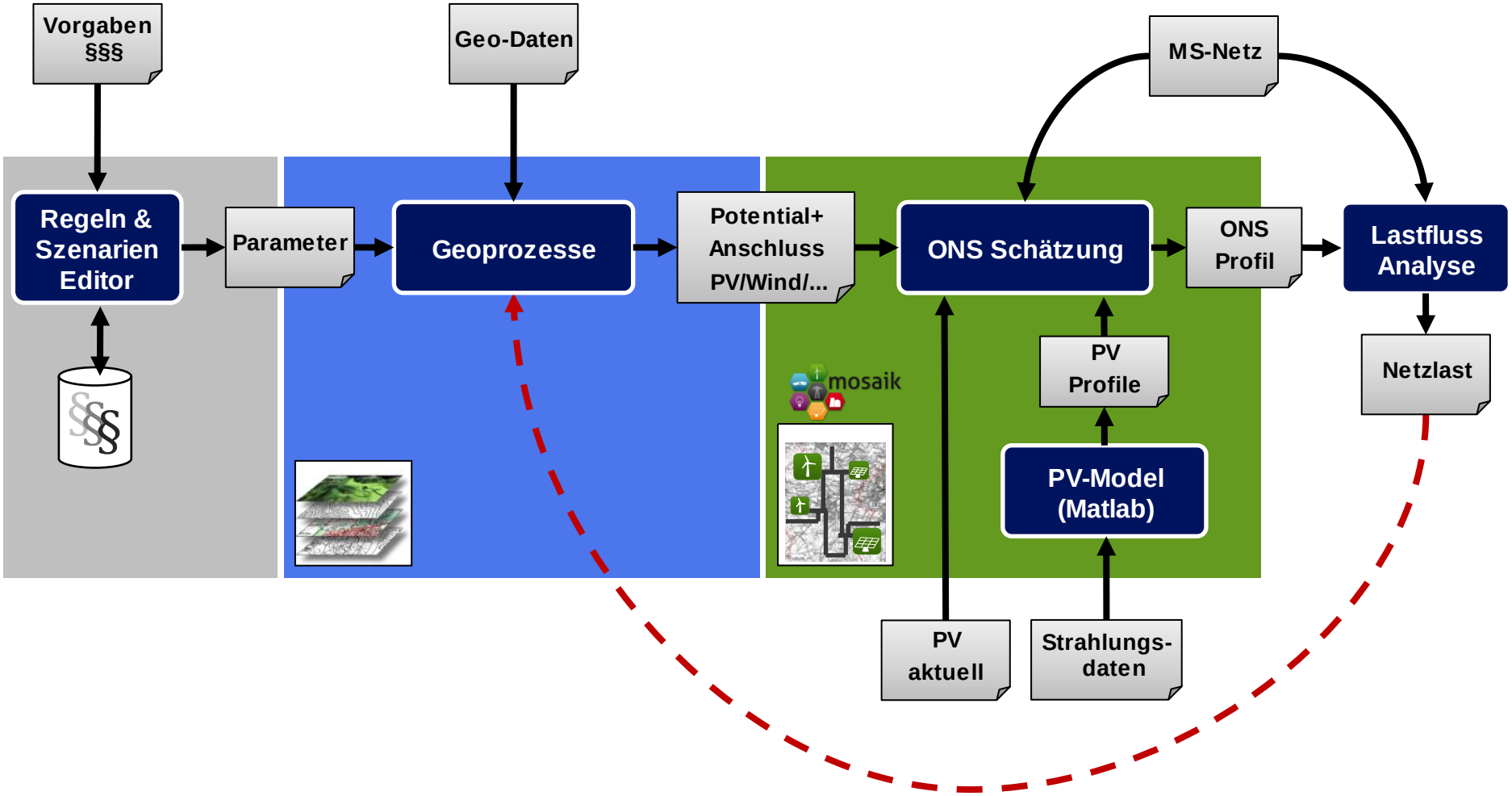
Schätzmethode für Ortsnetzbereiche



Ergebnisse


Branch load [A]
PV feed-in [A]
Substation load [A]
t (x 15 minutes)
Substation_0
Substation_1
Substation_10
Substation_11
Substation_12
Substation_13
Substation_14
Substation_15
Substation_16
Substation_17
Substation_18
Substation_2
Substation_3
Substation_4
Substation_5
Substation_6
Substation_7
Substation_8
Substation_9

Die Werkzeugkette

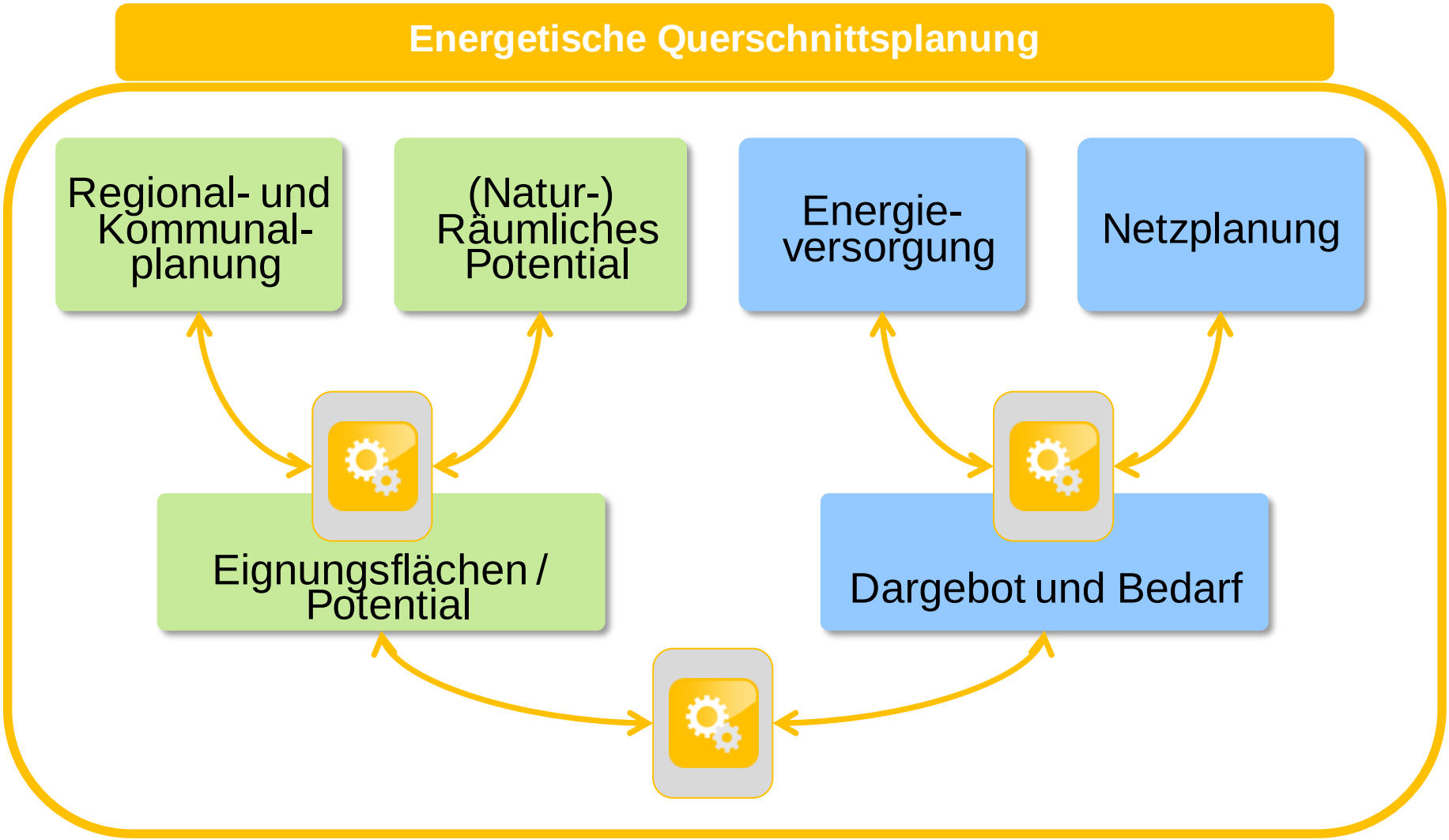


Wie weiter?

OFFIS Energie
INSTITUT FÜR INFORMATIK

- Formalisierte Regeln & Potentialanalyse: Verwertungsinteresse liegt vor
- Netzberechnung: Kopplung mit bestehenden Systemen bei Netzbetreibern sinnvoll(er)
- Forschungsfragen in Richtung xplan-GML
- Impulse in Richtung GDI-Strukturen
- Diskursunterstützung: Netzbetreiber, Planung, Bürger
- „Strategische Netzplanung“ auf Basis nachprüfbarer Potentiale und Szenarien

Zielvorstellung



Vielen Dank!

OFFIS
FuE Bereich Energie
Escherweg 2
26121 Oldenburg
www.offis.de

Jürgen Knies
juergen.knies@offis.de / knies@iro-online.de

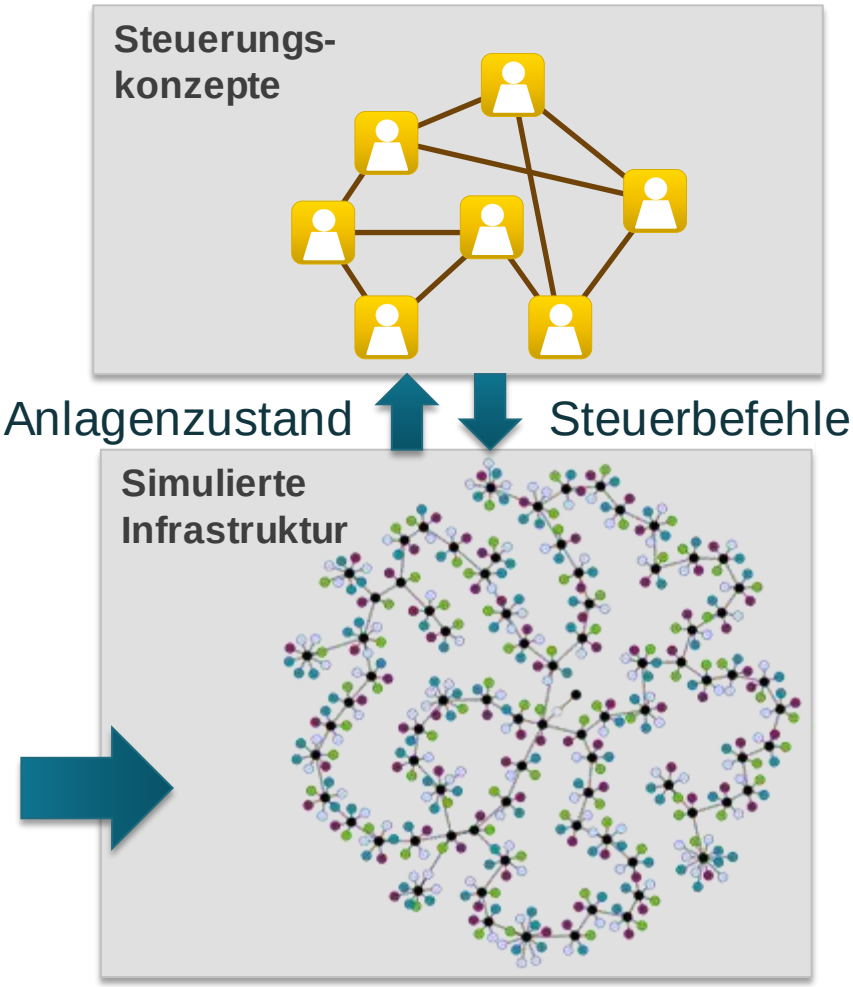
Bonus Track

OFFIS Energie
INSTITUT FÜR INFORMATIK

mosaik

Ein Framework für Smart Grid Simulationen

- Idee: Wiederverwendung bewährter Modelle (auch von verschiedenen Projektpartnern)
- mosaik ermöglicht Kombination bestehender Modelle zu großmaßstäblichen Smart Grid Szenarien
- Spezielles Konzept zur kompakten Definition auch sehr großer Szenarien



Lessons Learnt

OFFIS Energie
INSTITUT FÜR INFORMATIK

- Netzplanung ist (derzeit) kein Belang für die Kommunalplanung!
  - Angebotsplanung von Stadtwerken, Netzbetreiber und Versorger für Kommunen? Oder umgekehrt?
  - Gemeinsame Strategieentwicklung (Konkretisierung von InEKK und Co.)?
  - Volkswirtschaftlich motivierte Steuerung / Mediation?

- Strategische Netzplanung: Wie kann das funktionieren?
  - Auf Basis überprüfbarer Szenarien realistische Annahmen über zukünftige Entwicklungen Erneuerbarer Energien

- Strategische Ausbauplanung Erneuerbarer Energien: bedarfs-, netz-, potential- und raumorientiert
  - Den Ansatz von EnerGeoPlan methodisch auf verschiedenen Ebenen weiterentwickeln und mit (Industrie-)Partnern Werkzeuge entwickeln
  - Berücksichtigung verschiedener Raum- und Zeitskalen (Kommune, Region, Land, Bund)

Lessons Learnt

OFFIS Energie
INSTITUT FÜR INFORMATIK

- Was braucht „man“ dafür?
  - Daten (Geodaten, Netzdaten, Verbraucherdaten)
  - Datenstandards (Verbreitung und Verwendung hinterfragen)
  - Zielgruppenspezifische Auswertungsroutinen
- Was gibt es schon?
  - Netzanalysesysteme
  - Geodateninfrastrukturen
  - (Raum-)Planungsportale
- Was passiert in Zukunft?
  - Technische Weiterentwicklungen (Anlagentechnik, Eigenverbrauchskonzepte…)
  - Standortbezogene Vergütungssätze (EEG-Reformierung?)
  - Geplanter Winderlass für Niedersachsen
- Wer ist „man“?