

# INTEGRIERTE PLANUNG REGIONALER ENERGIEINFRASTRUKTUREN AM BEISPIEL DER STADT BAMBERG

Dr. Tanja Kneiske

Daniel Then

Fraunhofer IEE

Königstor 59, 34119 Kassel

+49 561 7294 136

[tanja.kneiske@iee.fraunhofer.de](mailto:tanja.kneiske@iee.fraunhofer.de)

[www.iee.fraunhofer.de](http://www.iee.fraunhofer.de)

Stadtwerke Bamberg

Margaretendamm 28, 96052 Bamberg

[daniel.then@stadtwerke-bamberg.de](mailto:daniel.then@stadtwerke-bamberg.de)





Mail | Sendeoptionen

An: Teamverteiler Gasnetze + Von + CC + BC

Betreff: Absatzzahlen Gas

Hallo liebe Kollegen,

Hier wie besprochen die Absatzzahlen für dieses Jahr:

Jahr	Strom* (in Milliarden kWh)	Gas (in Milliarden kWh)
2003	95	78
2004	101	83
2005	107	89
2006	119	84
2007	140	75
2008	131	70
2009	120	66
2010	147	54
2011	155	57
2012	136	73
2013	128	100
2014	126	117
2015	115	135
2016	115	139
2017	122	250
2018	137	328
2019	153	297

Stromabsatzmengen steigen wie erwartet, Gas ist relativ stabil. Der Vertrieb sagt aber, die Neuanschlüsse sind dieses Jahr gesunken.

Viele Grüße,  
Peter Pascal

Segoe UI | 10 | B I U ¶ T | [Rich Text Editor Icons]



Senden Abbrechen Adresse

Mail | Sendeoptionen

An: Te... energie abc bibliothek kontakt

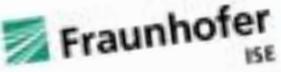
home news selbstgespräch

Home » News » Forschung » Fraunhofer ISE: Klimaschutzziele in Energieversorgung erreichbar

# Fraunhofer ISE: Klimaschutzziele in Energieversorgung erreichbar

14. Februar 2020 ho

Vier Szenarien



Die Studie "Wege zu einem klimaneutralen Energiesystem - Die deutsche Energiewende im Kontext gesellschaftlicher Verhaltensweisen" des Fraunhofer-Instituts für Solare Energiesysteme ISE untersucht Entwicklungspfade des deutschen Energiesystems, die zu einer Reduktion der energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen zwischen 95 und 100 Prozent bis 2050 führen. Sie wurde am 13.02.2020 von den beiden ISE-Direktoren Andreas Bett und Hans-Martin Henning in Berlin vorgestellt.



Der Studie zufolge ist es aus technischer und systemischer Sicht möglich, die Klimaschutzziele in der Energieversorgung auf Basis Erneuerbarer Energien zu erreichen. Gesellschaftliches Verhalten erweist sich dabei allerdings als ein maßgeblicher Faktor für den Weg, den die Energiewende durchläuft, und für die Kosten des Systemumbaus.

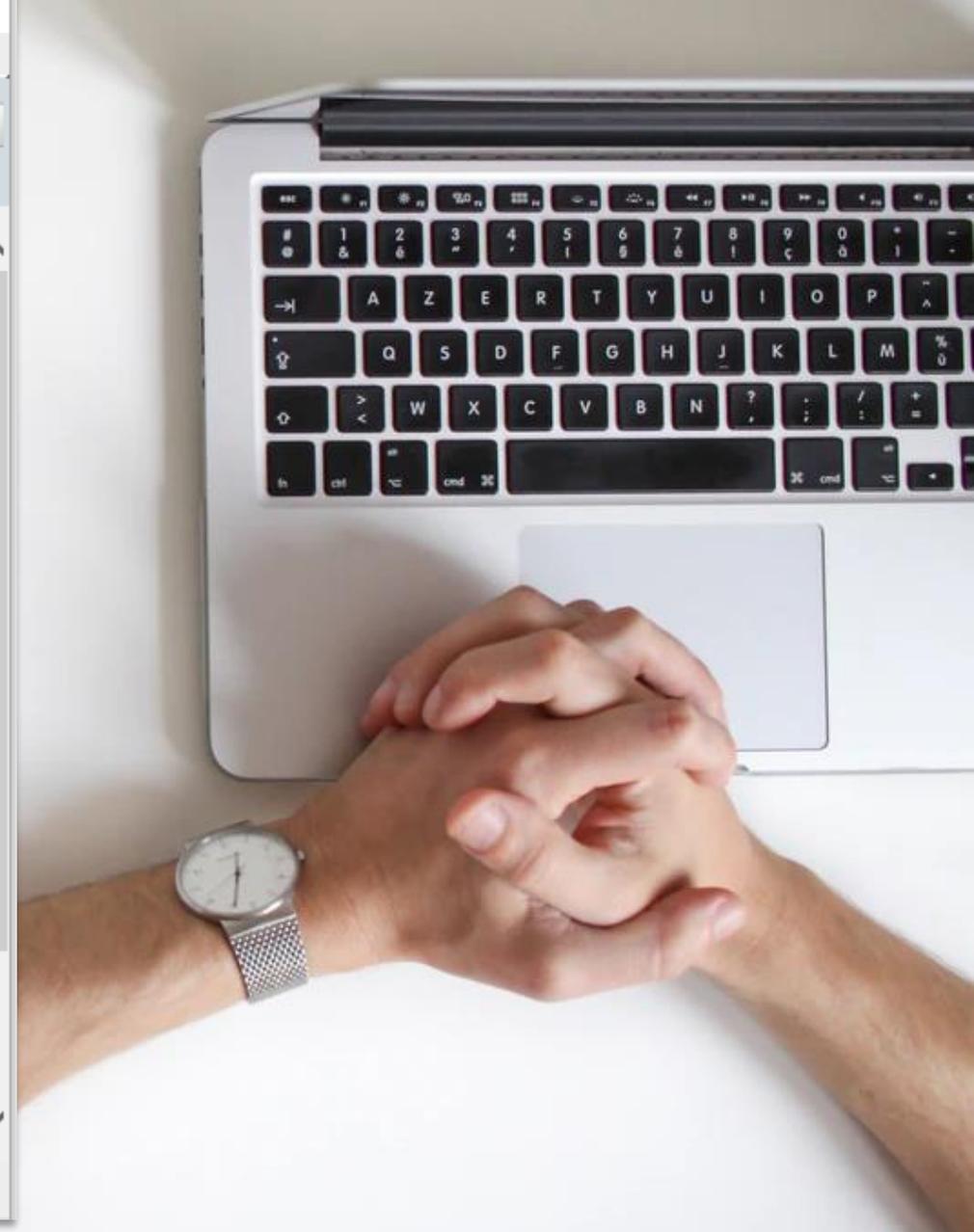
...erwartet, Gas ist relativ stabil. Der Vertrieb sagt aber, die Neuanschlüsse dieses Jahr gesunken.

Viele Grüße,  
Peter Pascal

Segoe UI 10 B I U ¶ T A

+ Von + CC + BC

28 297 153 9



home news selbstgespräch energie abc bibliothek kontakt

Home » News » Forschung » Fraunhofer ISE: Klimaschutz reichbar

14. Februar 2020

Vier Szenarien

**Fraunhofer ISE**

Fraunhofer-Instituts für Solare Energiesysteme ISE

Die Studie "Wege zu Energiesystem - Die Kontext gesellschaftliche Entwicklungspfade des deutschen Energiesystems energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen zwischen 95 Sie wurde am 13.02.2020 von den beiden ISE-D Martin Henning in Berlin vorgestellt.

Der Studie zufolge ist es aus technischer und Klimaschutzziele in der Energieversorgung auf Gesellschaftliches Verhalten erweist sich dabei die Energiewende durchläuft, und für die Kosten dieses Jahr gesunken.

**ZEIT ONLINE** Suche

Politik Gesellschaft Wirtschaft Kultur • Wissen Digital Campus • Arbeit Entdecken Sport ZEITmagazin Podcast:

**Klimaschutzprogramm**

**CO<sub>2</sub>-Preis und Einbau-Verbot für Ölheizungen beschlossen**

23. Oktober 2019, 17:25 Uhr / Quelle: dpa

Berlin (dpa) - Ölheizungen sollen in Deutschland zum Auslaufmodell werden - und wer sie aufdreht, soll mehr zahlen: Das Bundeskabinett hat weitere Bausteine des Programms für mehr Klimaschutz beschlossen.

Ab 2026 sollen nur noch in Ausnahmefällen Heizungen eingebaut werden dürfen, die mit Öl betrieben werden. Ein CO<sub>2</sub>-Preis soll nicht nur das Heizöl, sondern auch Diesel, Benzin und Erdgas teurer machen. Opposition und Fachverbände reagierten am Mittwoch kritisch.

Viele Grüße,  
Peter Pascal

Segoe UI | 10 | B I U ¶ T | [Rich Text Editor Icons]





Klimaschutzprogramm

# CO2-Preis und Einbau-Verbot für Ölheizungen

## Warum wir Hamburgs Altbauten so lieben

Oliver Schirg



Oderfelder Straße: Balkone und Erker sorgen für viel Charme

Foto: Klaus Bodig / HA

Prächtige Fassaden, hohe Decken: Gründerzeithäuser aus dem 19. Jahrhundert sind gefragt wie nie. Zehn Gründe.

und zum Auslaufmodell  
in: Das Bundeskabinett hat Klimaschutz beschlossen.  
heizungen eingebaut  
Ein CO2-Preis soll nicht und Erdgas teurer machen.  
Mittwoch kritisch.

Neuanschlüsse



Mail | Sendeoptionen

An: | energie abc | bibliothek | kontakt

home | news

ZEIT ONLINE

Suche

Wissen Digital Campus • Arbeit Entdecken Sport ZEITmagazin Podcast:

Klimaschutzprogramm

# CO2-Preis und Einbau-Verbot für Ölheizungen

## Warum wir Hamburgs Altbauten so lieben

Oliver Schirg



Oderfelder Straße: Balkone und Erker sorgen für viel Charme

Prächtige Fassaden, hohe Decken: Gründerzeithäuser aus dem 19. Jahrhundert sind gefragt wie nie. Zehn Gründe.

Foto: Klaus Bodig / HA

...nd zum Auslaufmodell  
...n: Das Bundeskabinett hat  
... Klimaschutz beschlossen.

... Heizungen eingebaut  
... Ein CO2-Preis soll nicht  
... und Erdgas teurer machen.  
... Mittwoch kritisch.

Neuanschlüsse

In unserer Innenstadt überall Wärmepumpen?

Ganz schön kompliziert... kann da ein Forschungsinstitut helfen?

# Währenddessen...

in einem nicht allzu weit entfernten Forschungsinstitut

Zukünftige Anwendungsmöglichkeiten von Quantencomputern in der Gesamt-Energiesystemanalyse?

Gewichtung der Einzelfaktoren bei multikriteriellen Nutzerentscheidungsanalysen?

Netzausbauoptimierung per Heuristik, geschlossen ganzzahliger Verfahren, oder doch mit Reinforcement Learning?

# Währenddessen...

in einem nicht allzu weit entfernten Forschungsinstitut

Zukünftige Anwendungsmöglichkeiten von Quantencomputern in der Gesamt-Energiesystemanalyse?

Gewichtung der Einzelfaktoren bei multikriteriellen Nutzerentscheidungsanalysen?

Netzausbauoptimierung per Heuristik, geschlossen ganzzahliger Verfahren, oder doch mit Reinforcement Learning?

SB

Hallo! Wir hätten da ein neues Projekt zum Thema Stadtteilentwicklung. Interesse? Näheres per Mail...

Antworten

# Lagarde

Netz- und Stadtteilplanung mit sektorübergreifender Problemstellung



Neuer Stadtteil im Stadtzentrum auf altem Kasernengelände

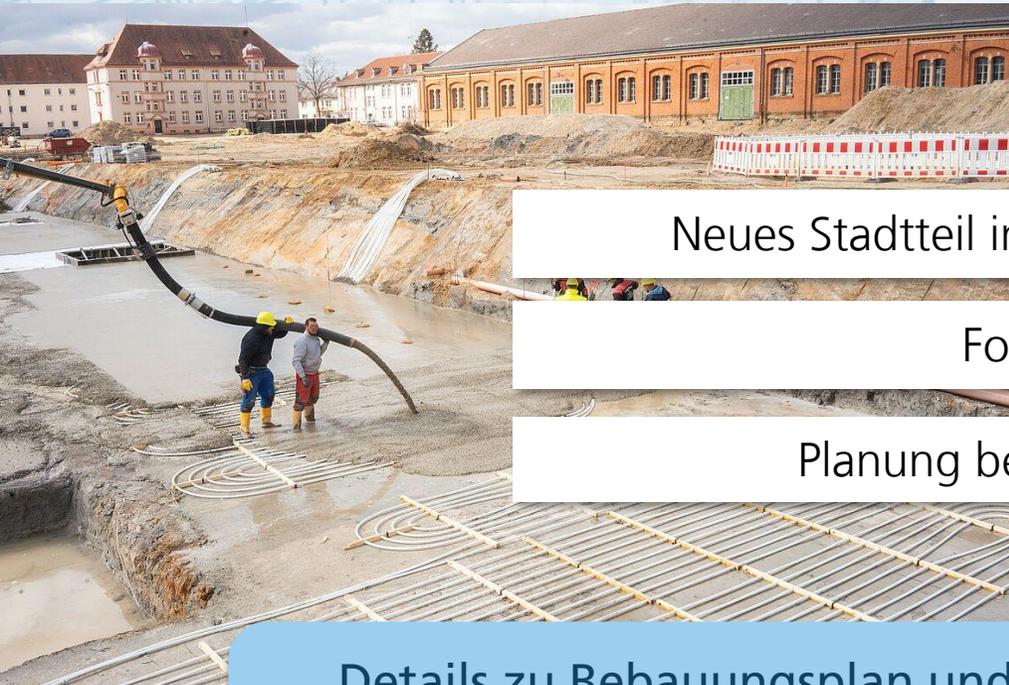
Fokus auf Erneuerbare Energien

Planung berührt Strom-, Gas- und Wärmesektor



# Lagarde

Netz- und Stadtteilplanung mit sektorübergreifender Problemstellung

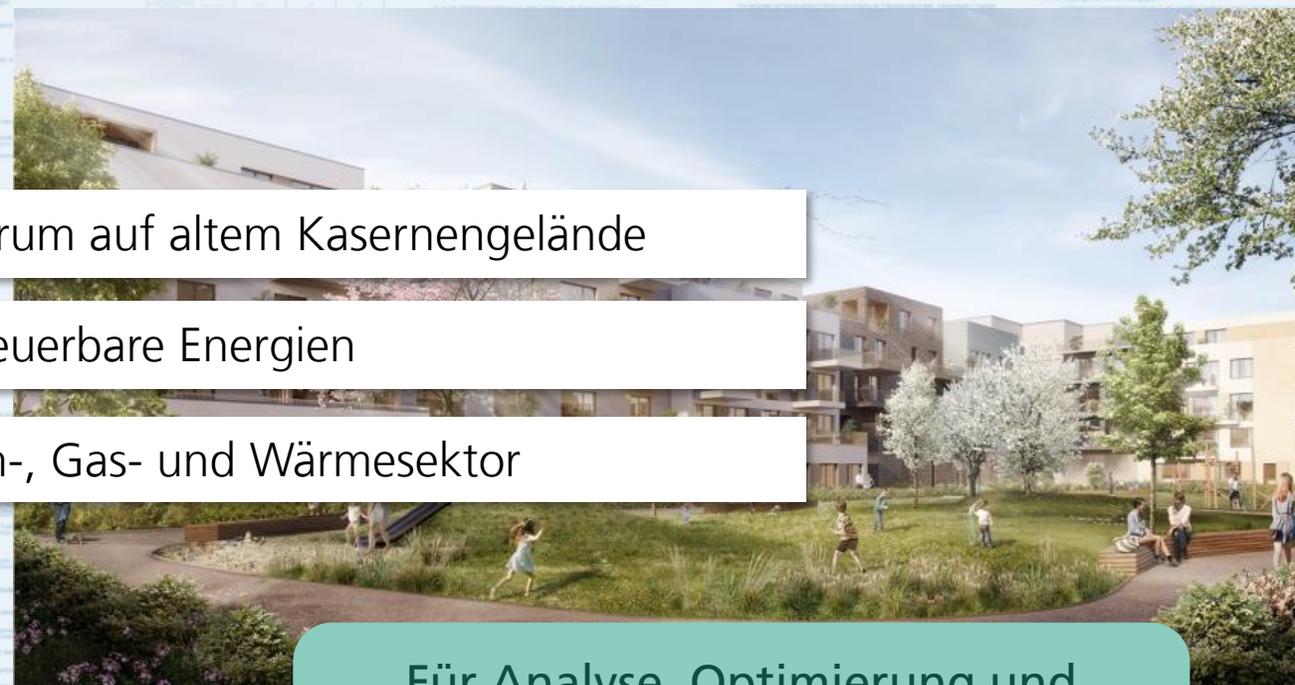


Neues Stadtteil im Stadtzentrum auf altem Kasernengelände

Fokus auf Erneuerbare Energien

Planung berührt Strom-, Gas- und Wärmesektor

Details zu Bebauungsplan und Versorgungsaufgabe haben wir im Griff.



Für Analyse, Optimierung und Szenarien haben wir die richtigen Tools.

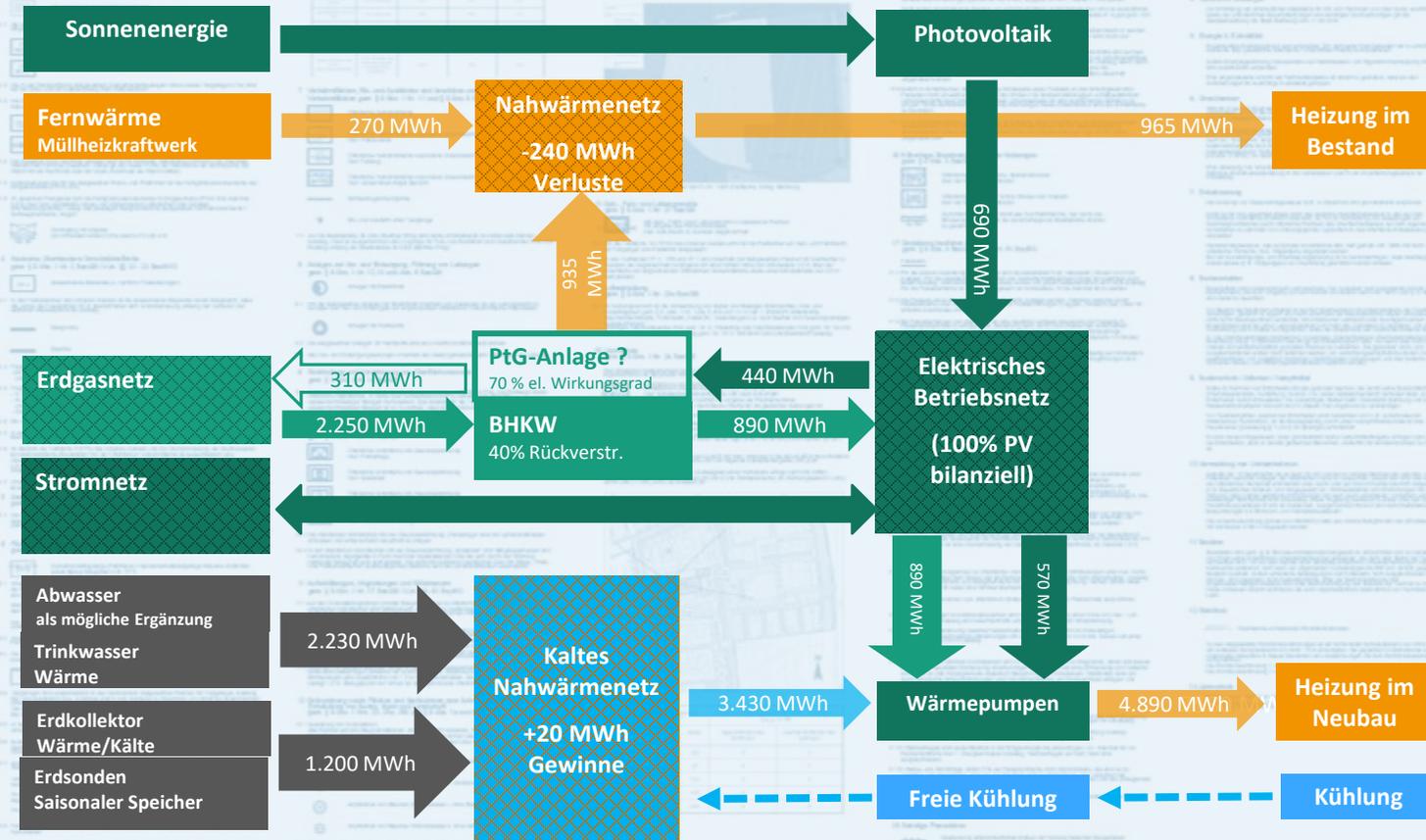
# Praxisbeispiel Lagarde/Bamberg

5 Energienetzstrukturen sind beteiligt



# Praxisbeispiel Lagarde/Bamberg

5 Energienetzstrukturen sind beteiligt

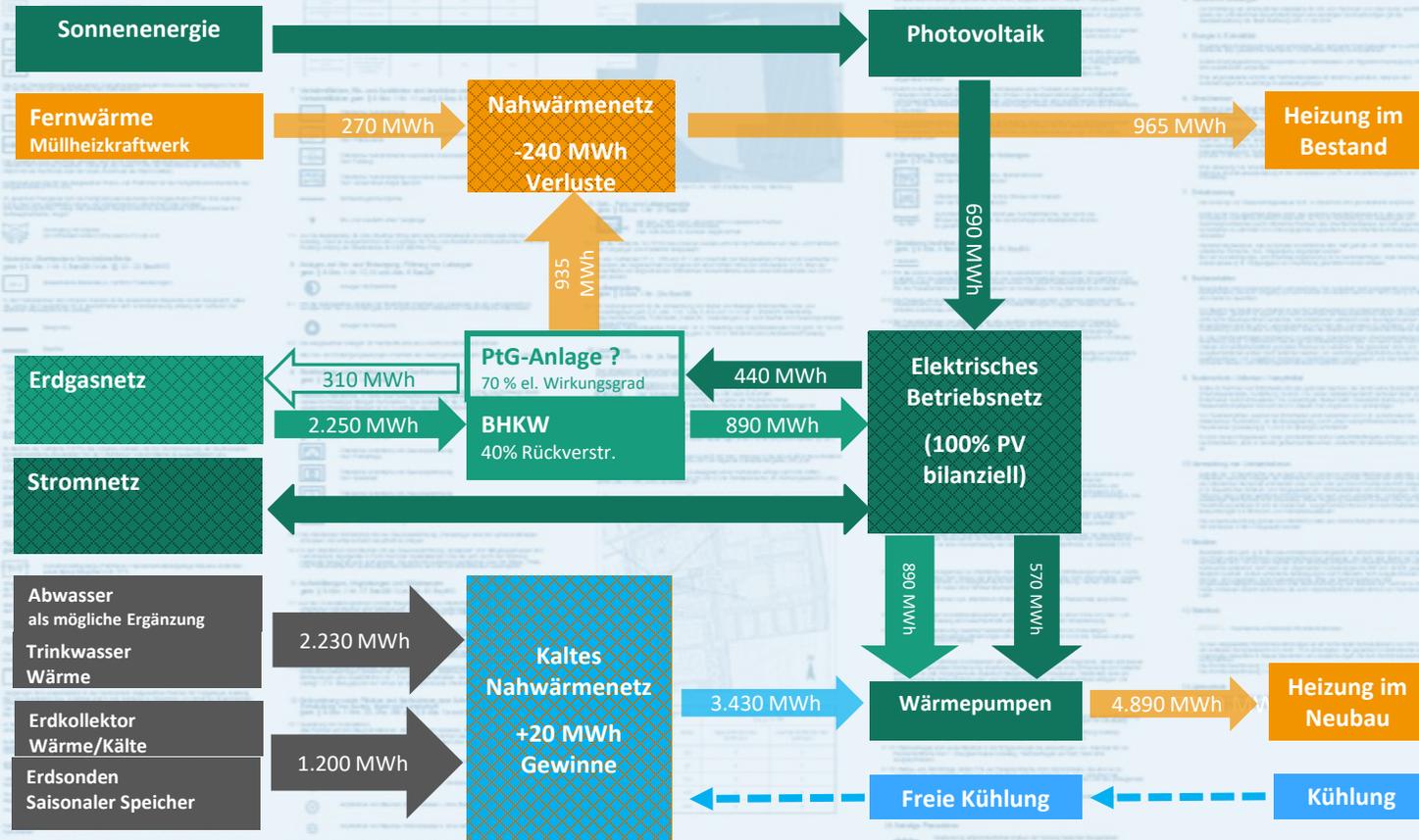


# Praxisbeispiel Lagarde/Bamberg

5 Energienetzstrukturen sind beteiligt

Zukunftsentwicklung und Einbindung ins Gesamtnetz?

Wie kann ich so ein Gesamtkonstrukt überhaupt bewerten?



# Fraunhofer-Studie für Stadt Bamberg

Lösungsansätze

Zukunftsszenarien  
und Bedarfe



Einbindung P2G Anlage  
in das Gasnetz



Techno-ökonomische  
Bewertung des  
Energiesystems LaGarde

Fotoquelle: Stadt Bamberg

# Zukünftige Bedarfs-Szenarien

Modellplattform „EFEU –Energy Future for Europe“



Welche Versorgungsaufgabe ergibt sich in der Zukunft?



# Zukünftige Bedarfs-Szenarien

Modellplattform „EFEU –Energy Future for Europe“



Welche Versorgungsaufgabe ergibt sich in der Zukunft?



Deutsche, europäische und globale Energieszenarien

# Zukünftige Bedarfs-Szenarien

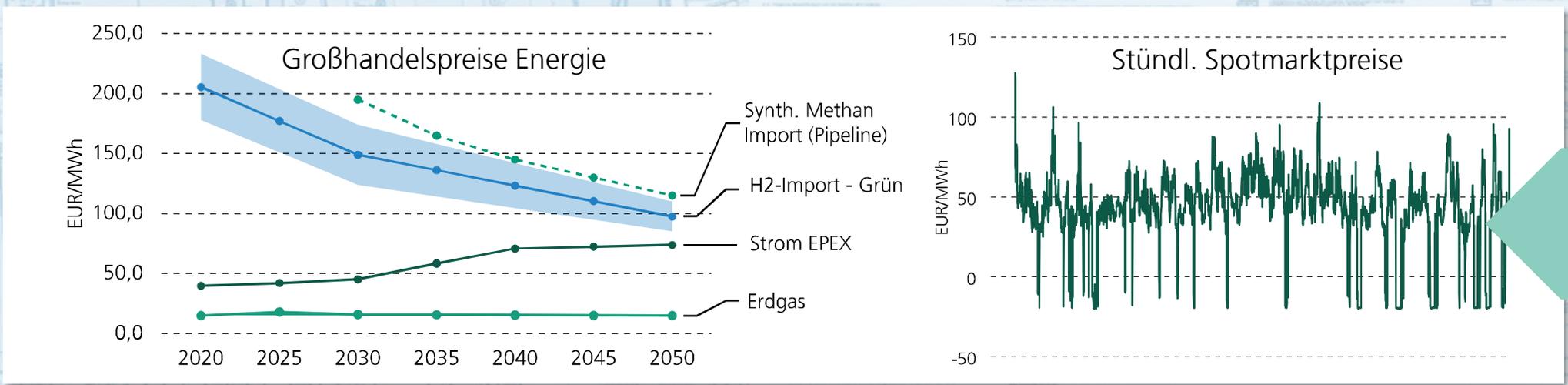
Modellplattform „EFEU –Energy Future for Europe“



Welche Versorgungsaufgabe ergibt sich in der Zukunft?



Deutsche, europäische und globale Energieszenarien



Preise und lokale Gegebenheiten

# Zukünftige Bedarfs-Szenarien

Wärmebedarfsanalyse (Gesamt-Lagarde) mit Hotmaps



Welche Versorgungsaufgabe ergibt sich in der Zukunft?

Wärmeversorgung mit welchen Anlagen?



Erste Analyse ohne reale Daten zur Ermittlung von Bedarfen

Detaillierte Analyse auf Basis von Gebäudedaten und Baualter

# Zukünftige Bedarfs-Szenarien

Wärmebedarfsanalyse (Gesamt-Lagarde) mit Hotmaps



Welche Versorgungsaufgabe ergibt sich in der Zukunft?

Ohne Daten (Top-down)		
Heizwärmebedarf:	11,0 GWh/a	10,4 GWh/yr
Theor. Kältebedarf:	1,3 GWh/a	0,4 GWh/yr
PV-Potenzial:	4,3 GWh/a	5,1 GWh/yr

Erste Analyse ohne reale Daten zur Ermittlung von Bedarfen

Wärmeversorgung mit welchen Anlagen?

Mit Gebäudedaten (Bottom-up)	
<b>Ergebnisse Stadtgebiet (NUTS 3)</b>	
Wärmepotential der Kläranlage:	14,2 MW
Biomassepotential Bamberg:	ca. 400 TWh

Detaillierte Analyse auf Basis von Gebäudedaten und Baualter

# Planung LaGarde

## Sektorenanalyse mit DISTRICT



Welche Anlagenleistungen braucht es?

Wie sieht dann der Betrieb aus?

The background image displays a complex urban planning map with a grid overlay. The map shows building footprints, streets, and green spaces. Overlaid on the map are various data points and icons, likely representing energy demand, supply, and infrastructure. The map is part of a software interface for district-level energy analysis, with various panels and legends visible around the edges.

# Planung LaGarde

## Sektorenanalyse mit DISTRICT



Welche Anlagenleistungen braucht es?

Wie sieht dann der Betrieb aus?

Optimale Betriebsauslegung und gebäudescharfe Energiebalance

- Effekte der Sektorenkopplung
- Betriebsstrategien
- Verfügbarkeit der Temperaturniveaus
- Quartiers-Emissionen
- Sanierungsplan

# Planung LaGarde

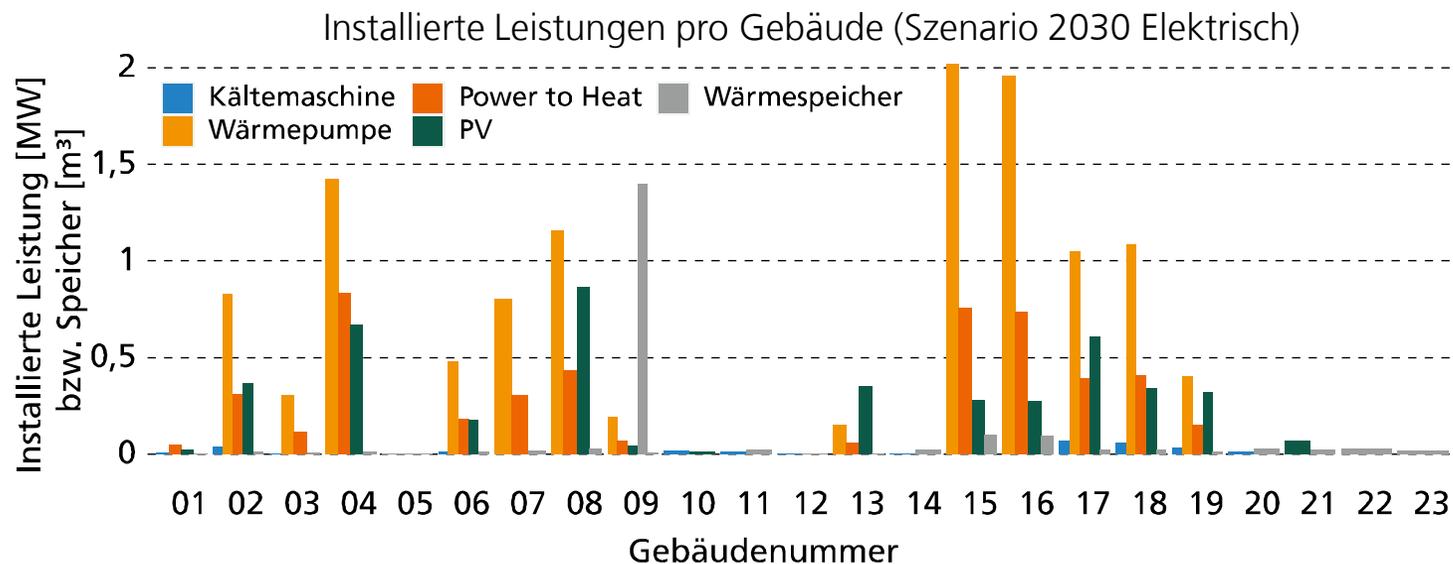
Sektorenanalyse mit DISTRICT



Welche Anlagenleistungen brauchen wir?

Wie sieht dann der Bauplan aus?

Optimale Betriebsauslegung  
Gebäudescharfe  
Energiebalance



Effekte der  
Sektorenkopplung  
Betriebsstrategien  
Nutzbarkeit der  
Temperaturniveaus  
Quartiers-Emissionen  
Energieerzeugungsplan

# Planung LaGarde

Netzanalyse mit pandapower und pandapipes



Wie funktioniert das alles im Gesamtsystem?

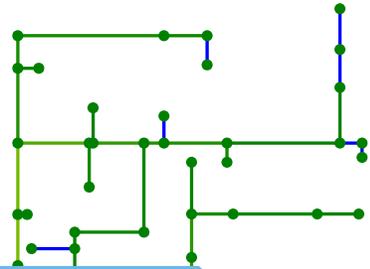
Lastfluss-Simulation der Netze mit allen Erzeugern/Verbrauchern

# Planung LaGarde

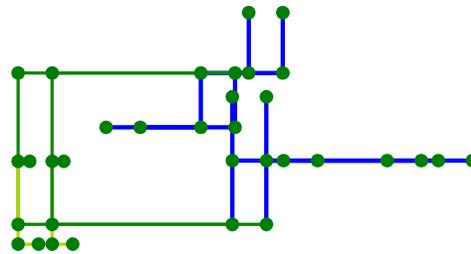
Netzanalyse mit pandapower und pandapipes



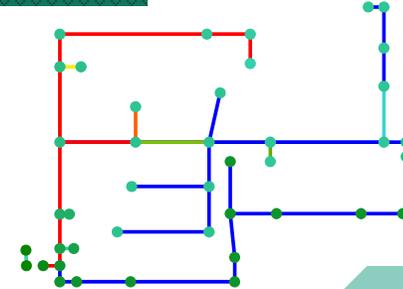
Erdgasnetz



Nahwärmenetz

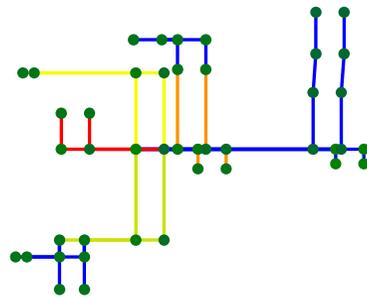


Elektrisches Betriebsnetz

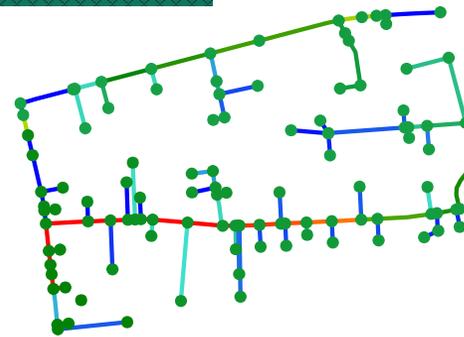


Wie funktioniert das alles im Gesamtsystem?

Kaltes Nahwärmenetz



Stromnetz



Lastfluss-Simulation der Netze mit allen Erzeugern/Verbrauchern

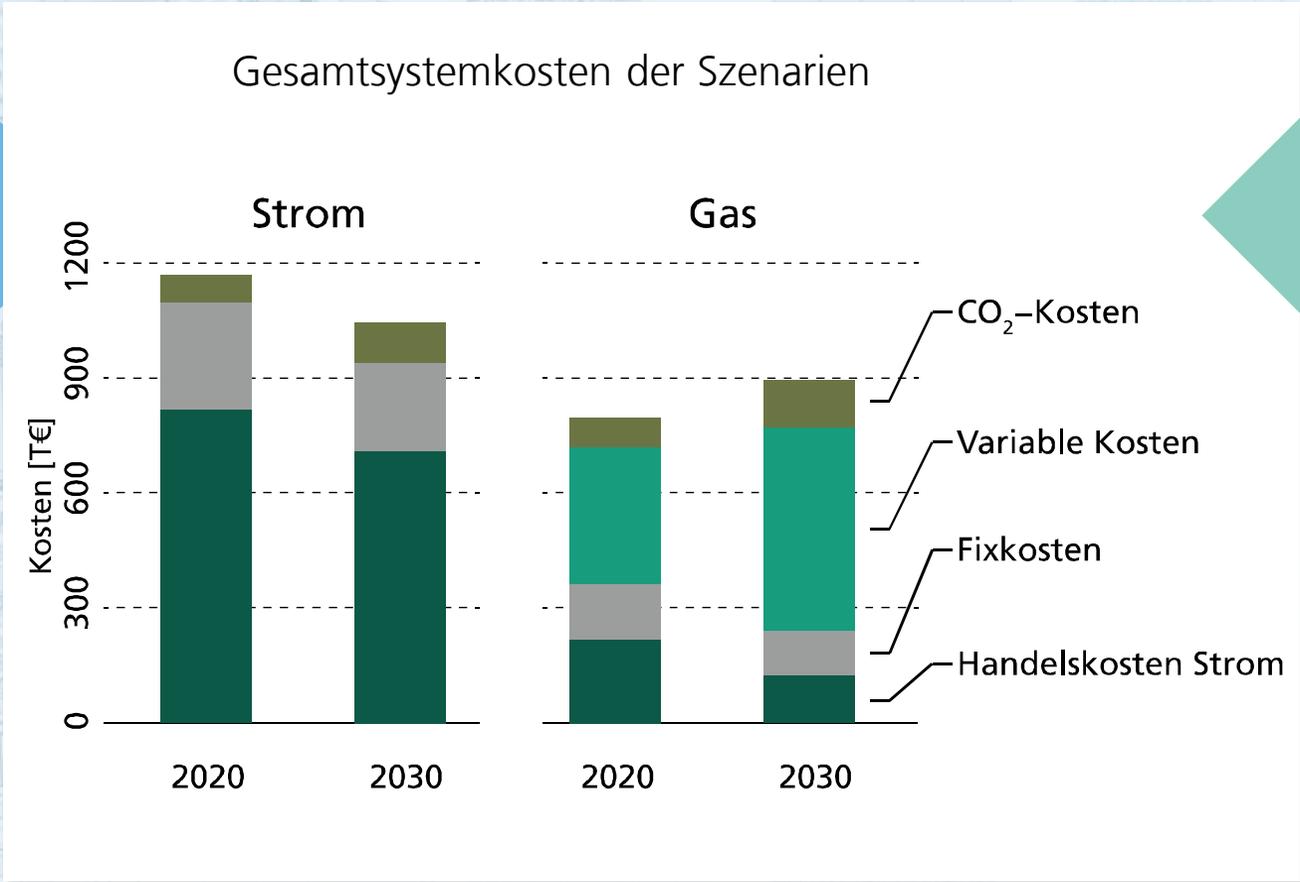
- Betriebsmittelauslastung
- Zeitreihensimulation

# Planung LaGarde

## Kostenanalyse mit DISTRICT



In welches Versorgungssystem soll investiert werden?



Vergleich der Gesamtkosten der Szenarien aus der Energiesystemanalyse

- Effekte der Sektorenkopplung
- Betriebsstrategien
- Verfügbarkeit der Temperaturniveaus
- Quartiers-Emissionen
- Sanierungsplan

# Netzplanung Gasnetz

Anbindung einer Power-to-Gas-Anlage ans Erdgasnetz

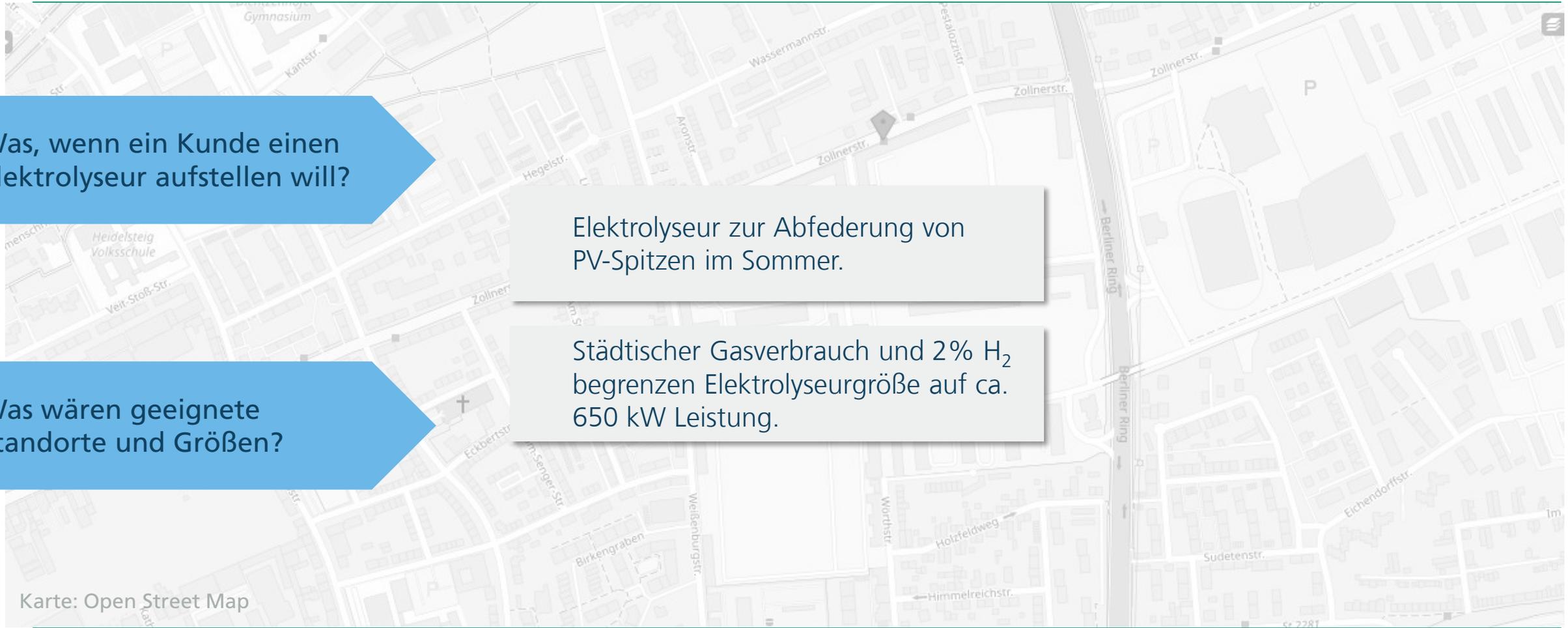


Was, wenn ein Kunde einen Elektrolyseur aufstellen will?

Elektrolyseur zur Abfederung von PV-Spitzen im Sommer.

Was wären geeignete Standorte und Größen?

Städtischer Gasverbrauch und 2% H<sub>2</sub> begrenzen Elektrolyseurgröße auf ca. 650 kW Leistung.



Karte: Open Street Map

# Netzplanung Gasnetz

Anbindung einer Power-to-Gas-Anlage ans Erdgasnetz



Was, wenn ein Kunde einen Elektrolyseur aufstellen will?

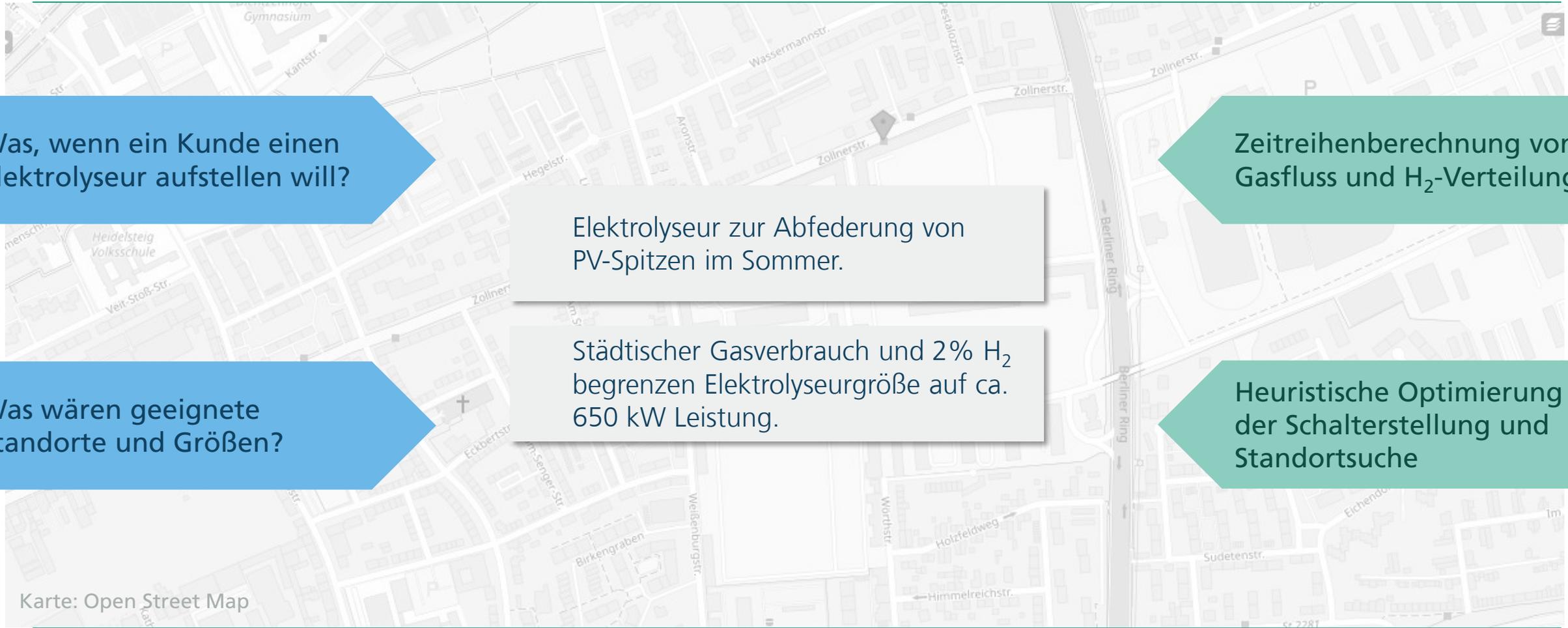
Zeitreihenberechnung von Gasfluss und H<sub>2</sub>-Verteilung

Elektrolyseur zur Abfederung von PV-Spitzen im Sommer.

Was wären geeignete Standorte und Größen?

Städtischer Gasverbrauch und 2% H<sub>2</sub> begrenzen Elektrolyseurgröße auf ca. 650 kW Leistung.

Heuristische Optimierung der Schalterstellung und Standortsuche



Karte: Open Street Map

# Netzplanung Gasnetz

Anbindung einer Power-to-Gas-Anlage ans Erdgasnetz

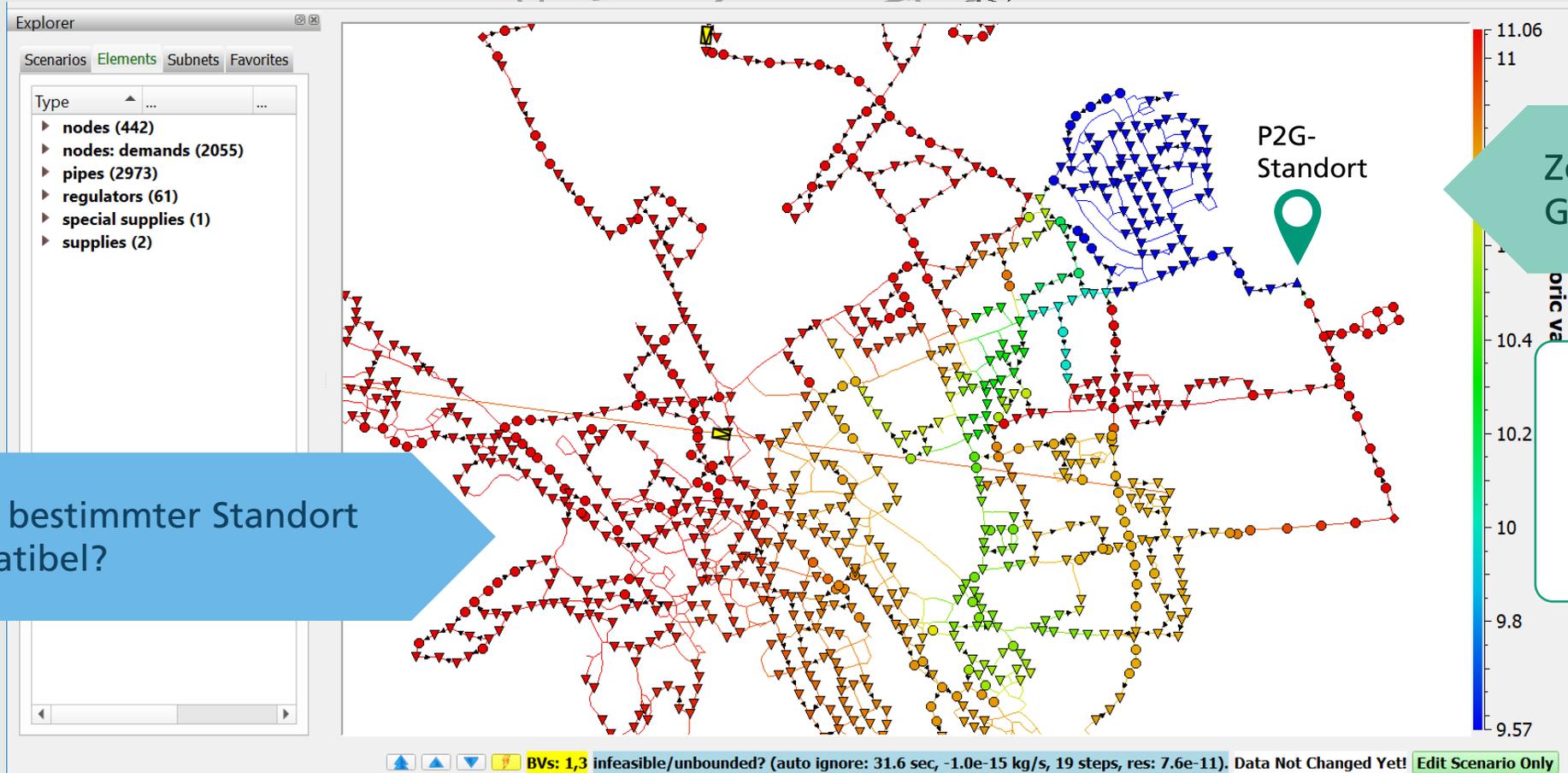


Zeitreihenberechnung von  
Gasfluss und H<sub>2</sub>-Verteilung

Ist ein bestimmter Standort  
kompatibel?

# Netzplanung Gasnetz

Anbindung einer Power-to-Gas-Anlage ans Erdgasnetz



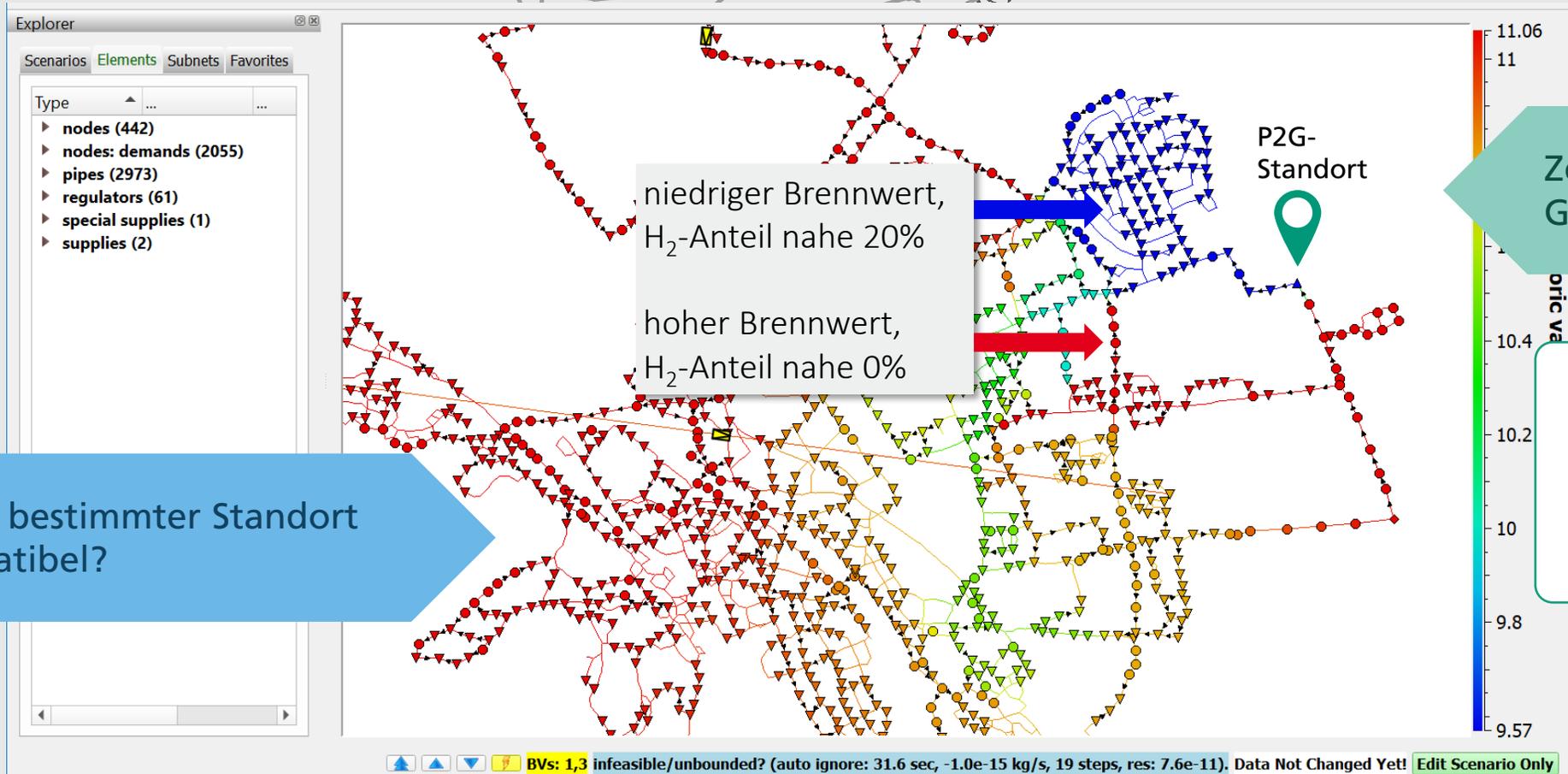
Zeitreihenberechnung von Gasfluss und H<sub>2</sub>-Verteilung

Mischungs-Simulation für über 20 Gaskomponenten

Ist ein bestimmter Standort kompatibel?

# Netzplanung Gasnetz

Anbindung einer Power-to-Gas-Anlage ans Erdgasnetz



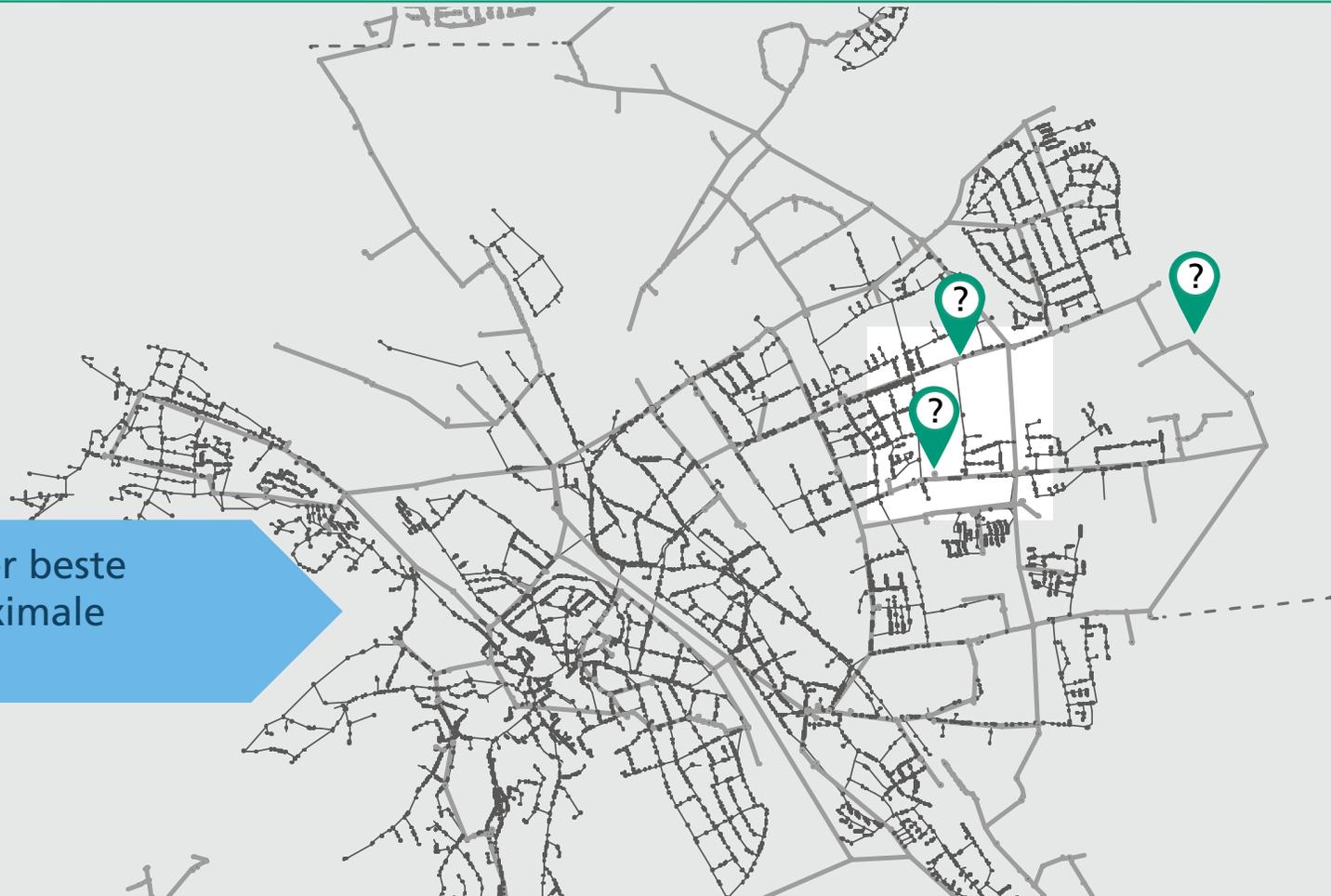
Zeitreihenberechnung von Gasfluss und H<sub>2</sub>-Verteilung

Mischungs-Simulation für über 20 Gaskomponenten

Ist ein bestimmter Standort kompatibel?

# Netzplanung Gasnetz

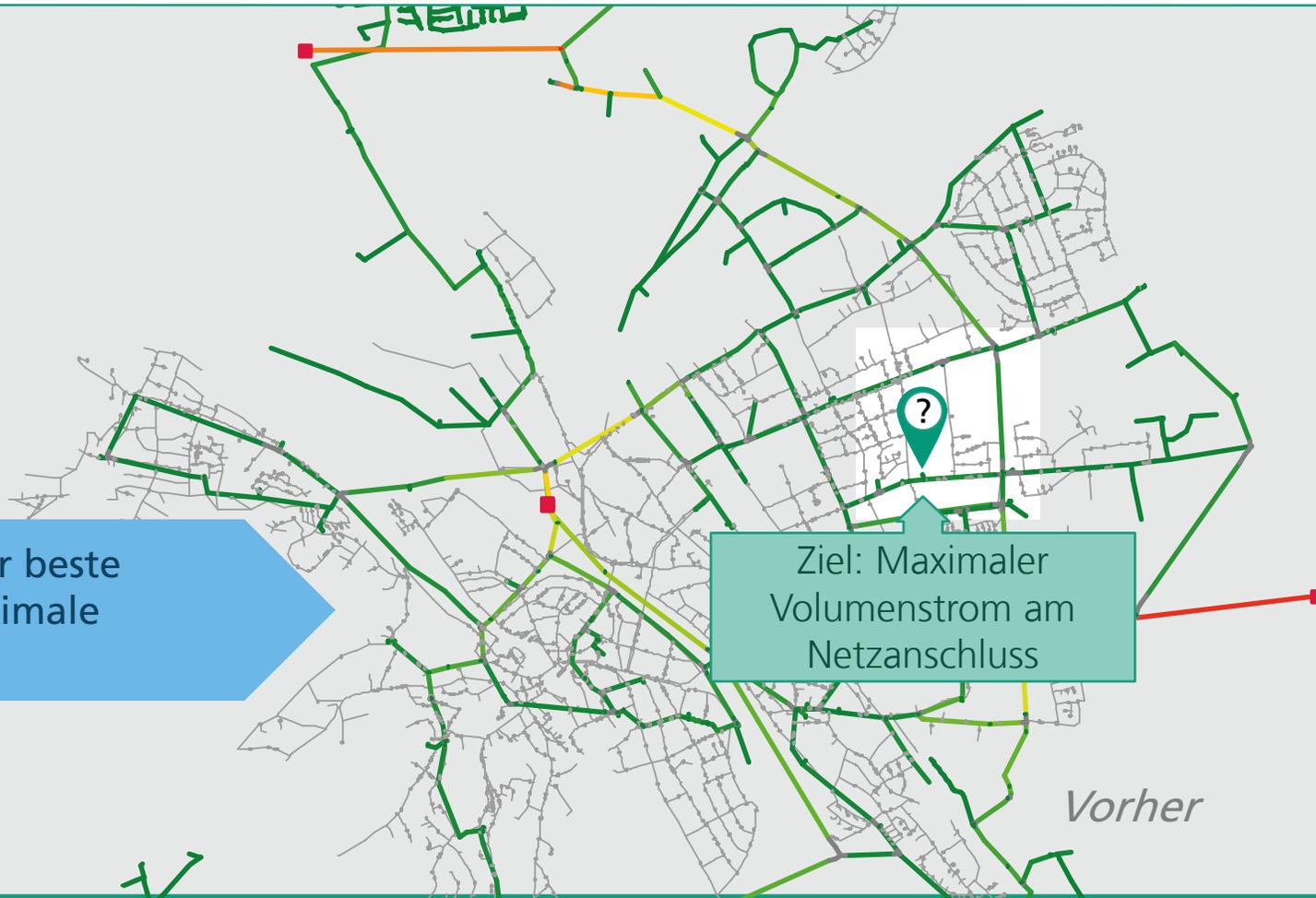
Anbindung einer Power-to-Gas-Anlage ans Erdgasnetz



Welches wäre der beste Standort für maximale Einspeisung?

# Netzplanung Gasnetz

Anbindung einer Power-to-Gas-Anlage ans Erdgasnetz



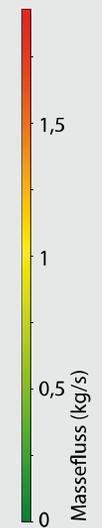
Welches wäre der beste Standort für maximale Einspeisung?

Ziel: Maximaler Volumenstrom am Netzanschluss

Heuristische Schieberoptimierung (MD)

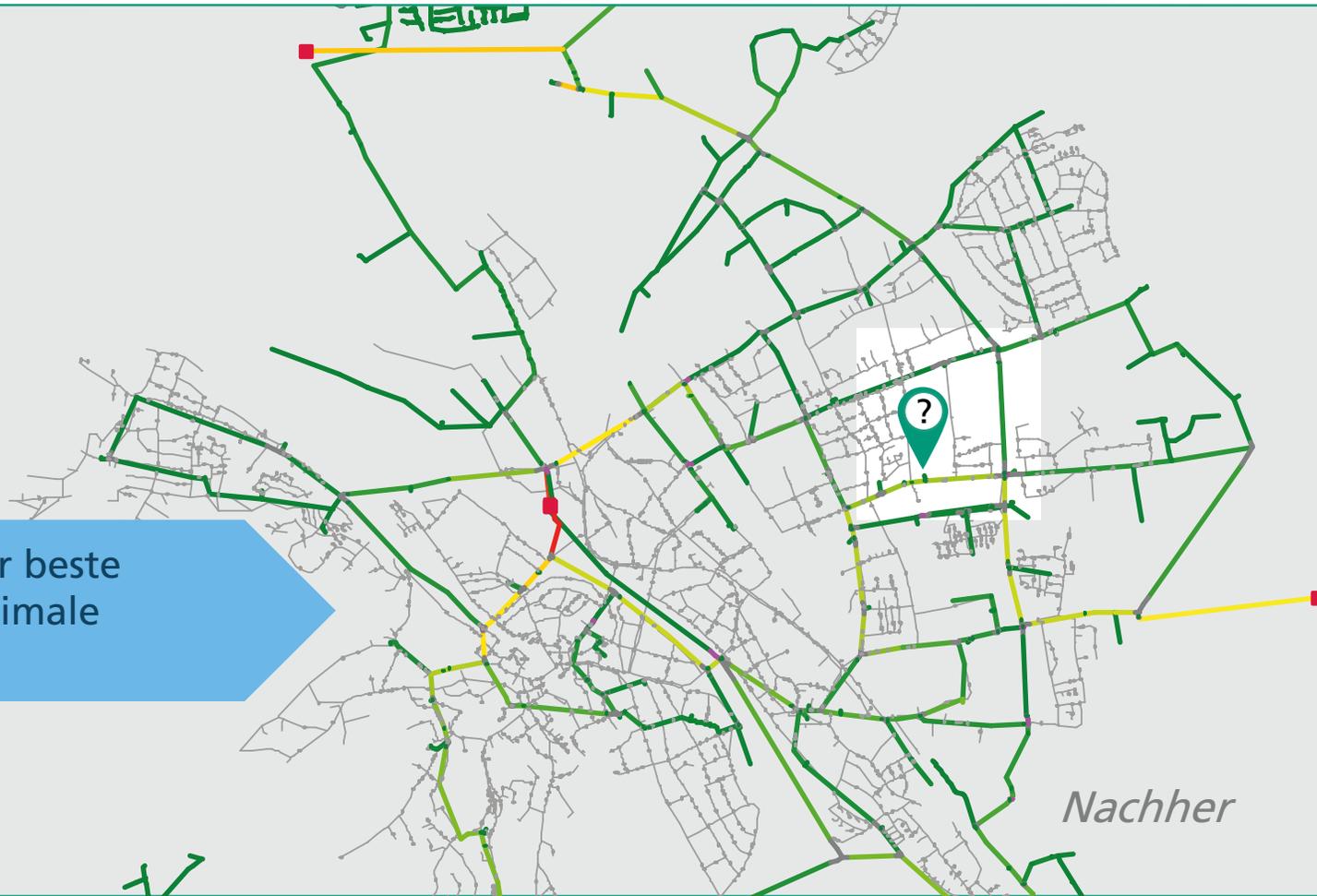
Durchrechnen möglicher Konfigurationen nach bester „Fitness“ (mehrstufig)

- Bedingungen:
- Alle Kunden versorgt
  - Druck eingehalten (n.n.i)
  - H<sub>2</sub>-Konzentration zulässig



# Netzplanung Gasnetz

Anbindung einer Power-to-Gas-Anlage ans Erdgasnetz

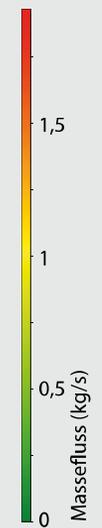


Welches wäre der beste Standort für maximale Einspeisung?

Heuristische Schieberoptimierung (MD)

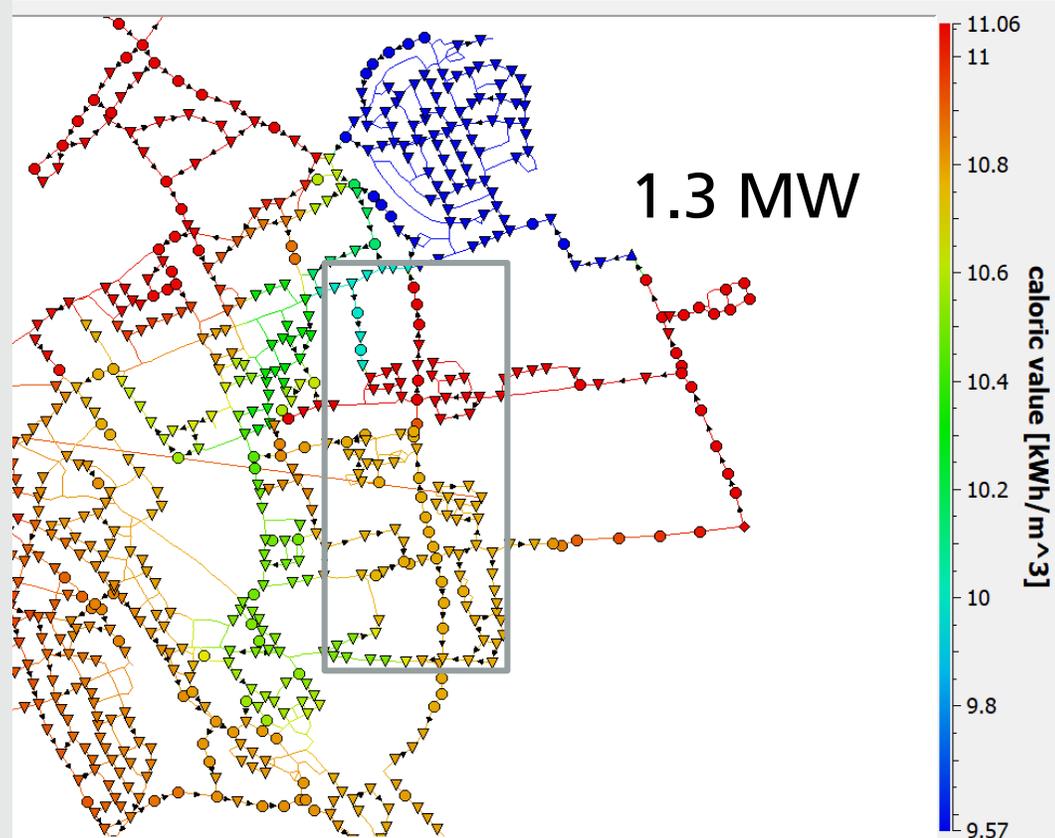
Durchrechnen möglicher Konfigurationen nach bester „Fitness“ (mehrstufig)

- Bedingungen:
- Alle Kunden versorgt
  - Druck eingehalten (n.n.i)
  - H<sub>2</sub>-Konzentration zulässig



# Netzplanung Gasnetz

Anbindung einer Power-to-Gas-Anlage ans Erdgasnetz



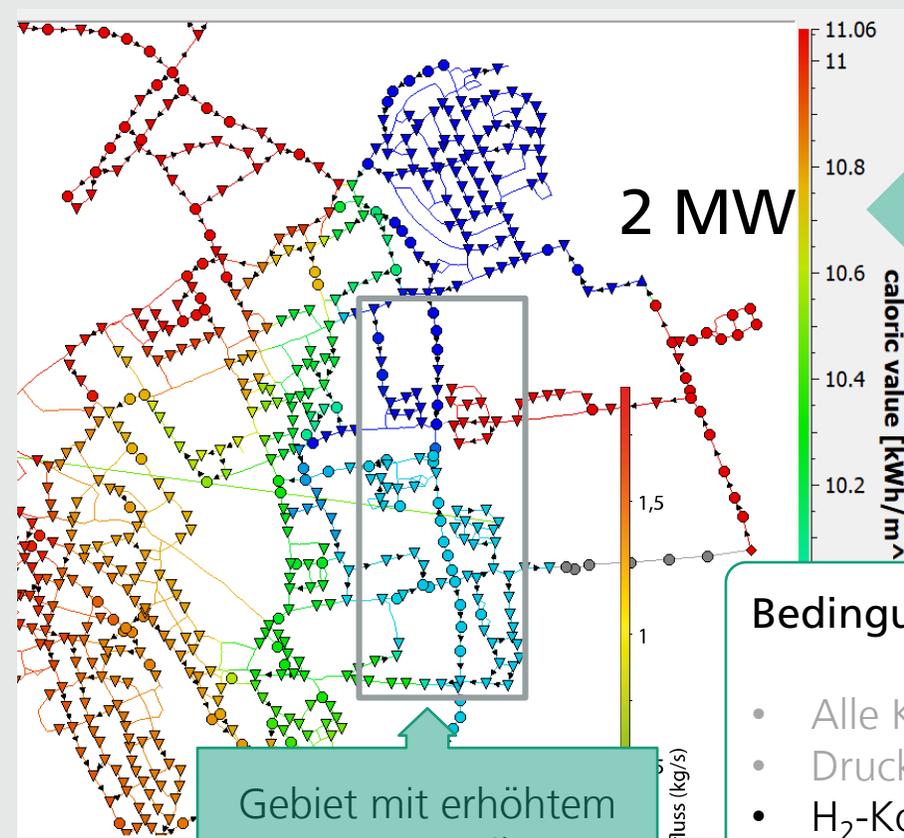
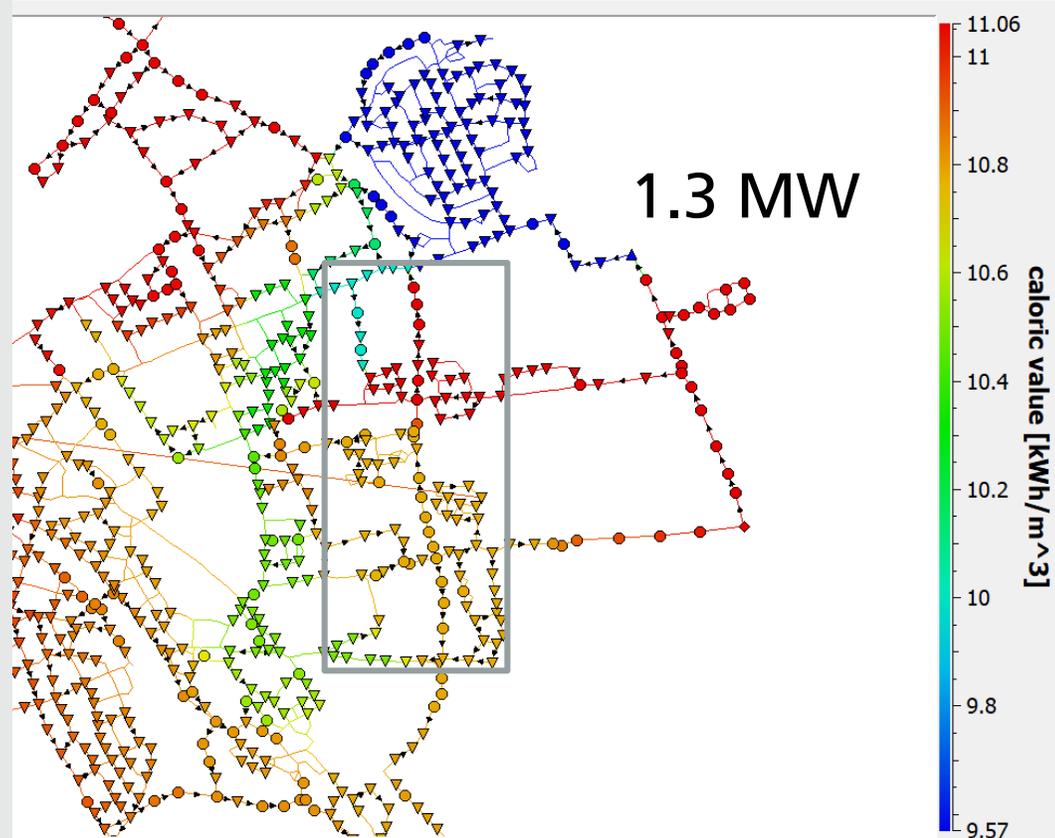
Brennwert-  
berechnung

Bedingungen:

- Alle Kunden versorgt
- Druck eingehalten (n.n.i)
- H<sub>2</sub>-Konzentration zulässig

# Netzplanung Gasnetz

Anbindung einer Power-to-Gas-Anlage ans Erdgasnetz



Brennwert-  
berechnung

Gebiet mit erhöhtem  
H<sub>2</sub>-Anteil

- Bedingungen:
- Alle Kunden versorgt
  - Druck eingehalten (n.n.i)
  - H<sub>2</sub>-Konzentration zulässig

# Was hat uns das jetzt gebracht?

...und was machen wir als nächstes?



# Was hat uns das jetzt gebracht?

...und was machen wir als nächstes?

Planungssicherheit und  
Investitionssicherheit.

Maß für Wirtschaftlichkeit bei  
sich ändernden  
Rahmenbedingungen.

Diskussion mit den Investoren  
kann starten!



# Was hat uns das jetzt gebracht?

...und was machen wir als nächstes?

Planungssicherheit und  
Investitionssicherheit.

Maß für Wirtschaftlichkeit bei  
sich ändernden  
Rahmenbedingungen.

Diskussion mit den Investoren  
kann starten!

Alle Tools arbeiten konsistent  
zusammen.

Realdaten und Praxiserfahrung.

# Was hat uns das jetzt gebracht?

...und was machen wir als nächstes?

Planungssicherheit und  
Investitionssicherheit.

Maß für Wirtschaftlichkeit bei  
sich ändernden  
Rahmenbedingungen.

Diskussion mit den Investoren  
kann starten!



17.05.2021 || 10-11 || MS TEAMS

Fraunhofer New Energy Solutions –  
Regionale Umsetzung nationaler  
Klimaziele

- Quartiersoptimierung
- Netzoptimierung
- Zukunftsszenarien

<https://www.eniq.fraunhofer.de/>

# Beteiligte im Rahmen des FhG-Clusters für integrierte Energiesysteme (CINES)

...weitere Informationen unter <https://www.cines.fraunhofer.de/> und <https://www.eniq.fraunhofer.de/>

## Fraunhofer IEE

Tanja Kneiske, Daniel Lohmeyer, Dennis Cronbach, Christoph Klaassen, Natalia Sanina



## Fraunhofer IEG

Stella Oberle, Benjamin Pfluger, Judith Stute, Maximilian Sporleder



## Fraunhofer ISE

Jessica Thomsen, Nicolas Fuchs



## Fraunhofer ISI

Markus Fritz, Marcel Gebele



## Fraunhofer SCAI

Bernhard Klaassen, Tanja Clees

