

## 2. Präsenztreffen des Forschungsnetzwerks Energiesystemanalyse

# SustainableGas - Model for the Integration of Renewable Gases (MIREG)

Sebastian Kolb, Thomas Plankenbühler, Jürgen Karl, Marius Dillig

Chair of Energy Process Engineering (EVT), Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg, Fürther Str. 244f, 90429 Nürnberg

## Motivation

Die Wärmeversorgung der BRD ist stark von der Nutzung fossilen Erdgases abhängig: 2016 wurde der Wärmebedarf zu etwa 50% durch Erdgas gedeckt, während erneuerbare Energien lediglich mit ca. 13% beitrugen [1]. Dieser hohen Abhängigkeit von der Erdgasversorgung und den damit verbundenen Unsicherheiten stehen aktuell zahlreiche technische Entwicklungen gegenüber, die eine Erzeugung von Erdgassubstituten aus Erneuerbaren Energien zum Ziel haben:

- Biomethan durch die Aufbereitung von Biogas
- Substitute Natural Gas (SNG) durch Methanisierung von Synthesegas aus der thermochemischen Konversion holzartiger Biomasse
- Regenerative Wasserstoffherzeugung (Power-to-Hydrogen, PtH) sowie dessen Umsetzung in synthetisches Erdgas (Power-to-Methane, PtM).

Das Projekt „SustainableGas“ zielt darauf ab, mögliche Ausbauszenarien für die Integration dieser regenerativen Gase in den deutschen Gasmarkt bis 2050 zu simulieren. Neben energiewirtschaftlichen Fragestellungen sollen dabei insbesondere Akzeptanz- und Umweltfaktoren berücksichtigt werden, welche in Zusammenarbeit mit Projektpartnern in das Modell integriert werden.

## Modellierungsansatz

Im Modell MIREG werden Methoden der agentenbasierten, systemdynamischen Simulation mit nichtlinearen und ganzzahlig linearen Optimierungstechniken verknüpft (Abbildung 1). In der multimethodalen Modellierungsumgebung AnyLogic werden im *Anlagenpark (Park)* sämtliche installierte Anlagen agentenbasiert und systemdynamisch in stündlicher Auflösung simuliert. Ein hoher technischer Detaillierungsgrad, zeitlich hochaufgelöste Inputdaten sowie die Kopplung mit einem Strommarktagenten erlauben ausführliche Auswertungen der Anlagenparameter, insbesondere auch der fluktuierenden Eigenschaften der PtH- und PtM-Anlagen.

Die Optimierungsschritte werden in Matlab realisiert und die Ergebnisse sequentiell über eine Schnittstelle mit AnyLogic ausgetauscht. In der *Einsatzplanung (EP)* wird anhand der jährlichen Simulationsergebnisse aus dem Anlagenpark, exogen vorgegebener Elastizitäten, Nachfrage- und Angebotsentwicklungen mithilfe einer nichtlinearen Optimierung das Verhalten des Gasspeicherbetreibers abgebildet. Durch Variation von Speichereinsatz und Gaspreisen maximiert dieser die Konsumentenrente, was eine Simulation der Entkoppelung von Angebot und Nachfrage sowie der strategischen Ein- und Auslieferung von Gas ermöglicht. Mithilfe der

optimierten Gaspreise können die Agenten in AnyLogic über den Einsatz ihrer Anlagen entscheiden.

Zur Ermittlung von Ausbaupfaden findet in einer ganzzahlig linearen Optimierung eine rollierende *Ausbauplanung (AP)* statt. Diese plant jährlich den idealen Anlagenzubau unter Berücksichtigung vorgegebener Ziele sowie der Simulationsergebnisse aus dem Anlagenpark. Dabei wird stets der gesamte Simulationszeitraum optimiert, während jeweils nur die Entscheidungen für das kommende Jahr in AnyLogic umgesetzt werden.

## Ausblick

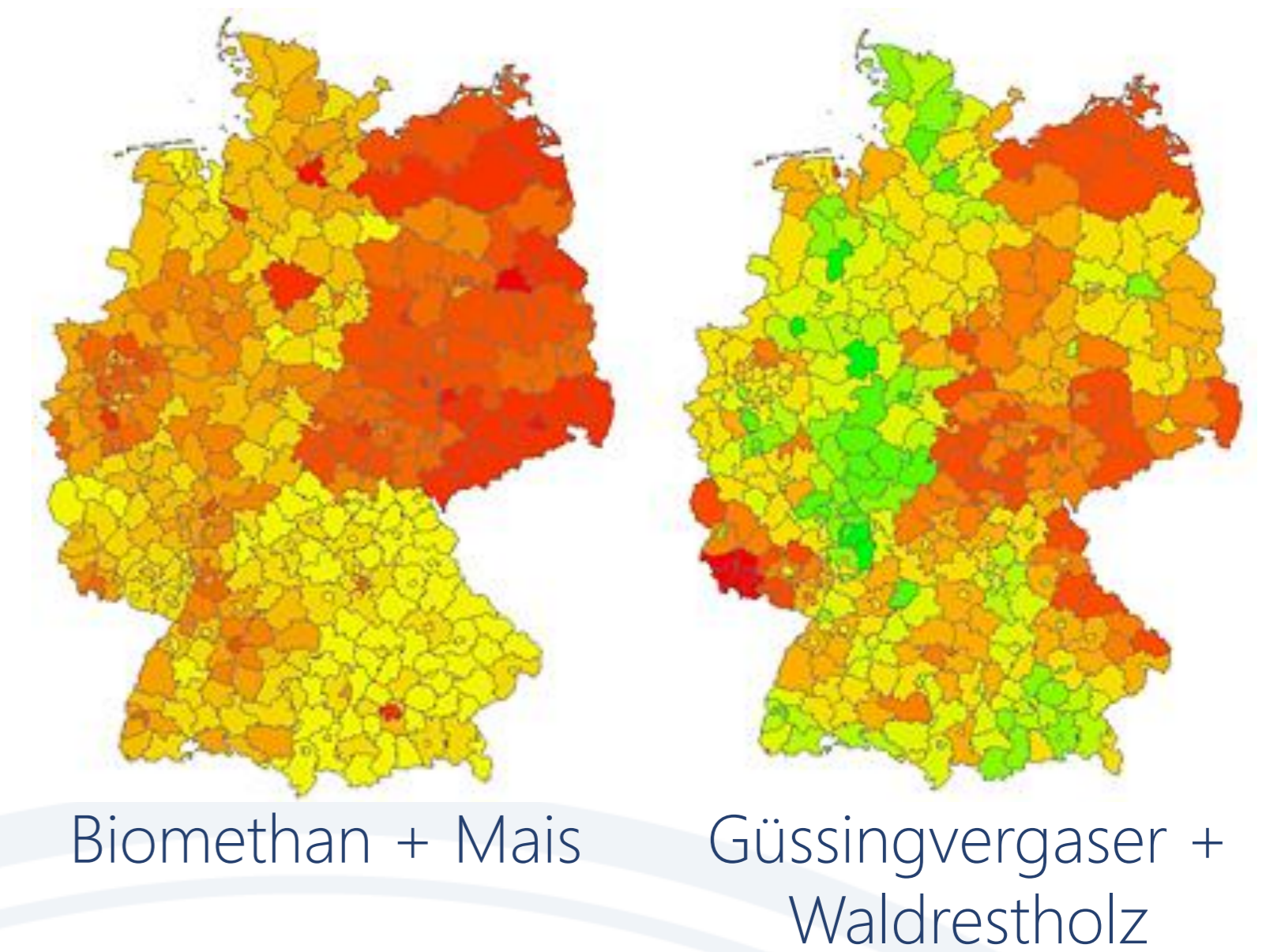


Abbildung 2: beispielhafte Ergebnisdarstellung der lokalen Umwelt- und Akzeptanzrisiken in Ampelkarten [2]

In weiteren Schritten sollen von Projektpartnern ermittelte lokale Umwelt- und Akzeptanzeinflüsse als Entscheidungsparameter in das Modell integriert werden. Dabei werden auf Landkreisebene anlagentypaufgelöst Veränderungen der Ecosystem-Services ermittelt sowie durch Befragungen von Entscheidungsträgern potentielle Protestbewegungen identifiziert. Die Ergebnisse werden grafisch in Ampelkarten aufbereitet (Abbildung 2), mithilfe von statistischen Analysen aggregiert und in die Ausbauplanung integriert.

[1] Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, Energiedaten, [www.bmwi.de](http://www.bmwi.de), Stand 21.12.2017

[2] Stallwanger, Wählerstimmen Europawahl, [www.stallwanger.net](http://www.stallwanger.net), Stand 12.04.2018

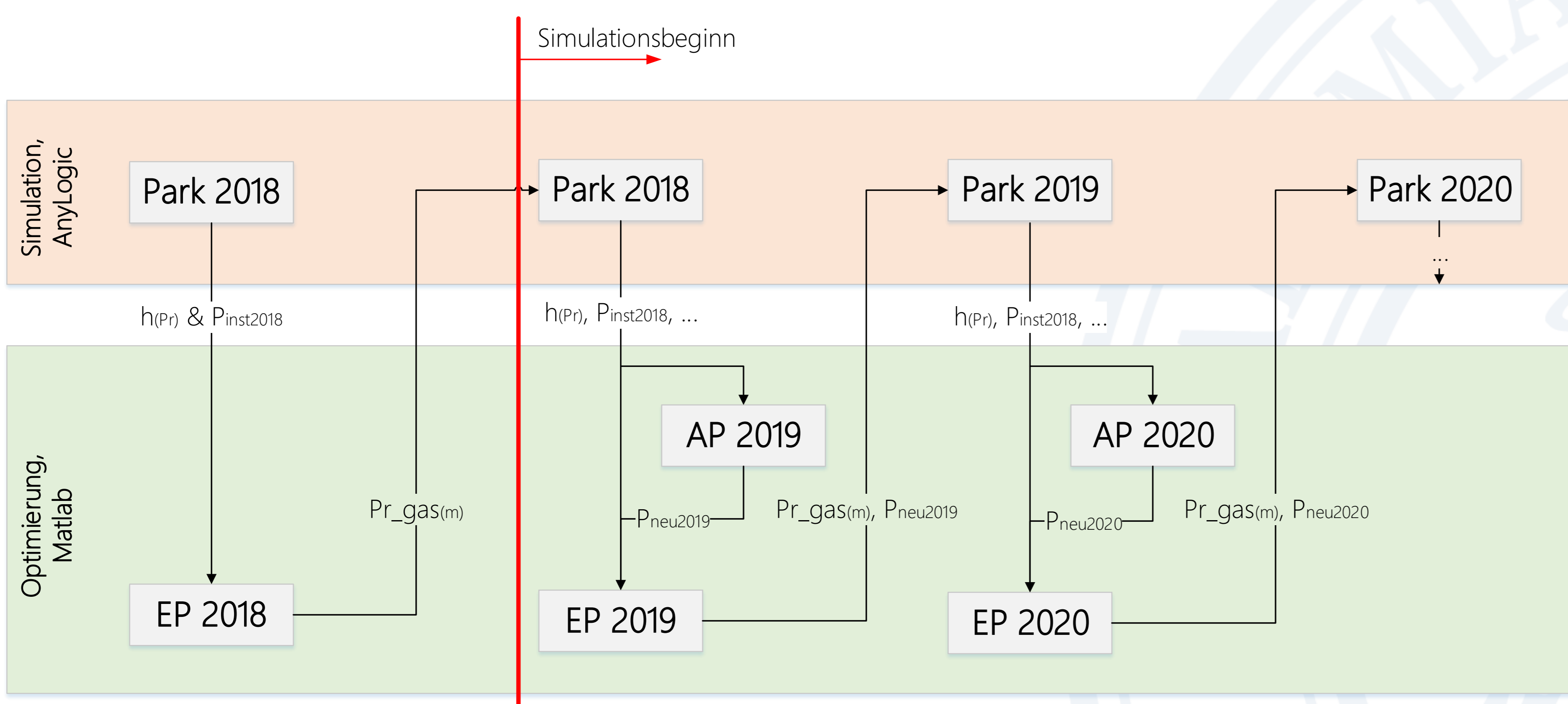


Abbildung 1: schematischer Simulationsablauf von MIREG

## Lehrstuhl für Energieverfahrenstechnik

Prof. Dr.-Ing. Jürgen Karl

Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg  
Fürther Straße 244f, 90429 Nürnberg

Sebastian Kolb, M.Sc.

+49 (0)911/5302-9028

sebastian.kolb@fau.de

