

# Bedarfsermittlung von Energiespeichern und Sektorenkopplung durch hybride Lastflussberechnung

Themenbereich 3, alternativ: Themenbereich 6

Benjamin BÖCKL<sup>1</sup>(1), Lukas LEITNER<sup>(1)</sup>, Matthias GREIML<sup>(1)</sup>, Thomas KIENBERGER<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup>Lehrstuhl für Energieverbundtechnik – Montanuniversität Leoben

## Motivation und zentrale Fragestellung

Der in dieser Arbeit vorgestellte, neuartige Ansatz macht es möglich Energiesysteme mit Hilfe einer hybriden Lastflussberechnung der drei leitungsgebundenen Energieträger Strom, Gas und Wärme zu modellieren. Die hierbei entwickelte Software „HyFlow“ ist in der Lage Erzeuger, Verbraucher und die Netzinfrastruktur abzubilden und weitere Systemelemente wie Energiespeicher unterschiedlicher Art sowie Technologien zur Sektorenkopplung einzubinden. Damit sollen Leitungsbelastungen, die durch die vermehrte Einspeisung erneuerbarer Quellen verursacht werden, bestimmt werden können im in weiterer Folge die als Lösungsstrategien in Frage kommenden Varianten (Energiespeicher, Sektorenkopplung, Netzausbau, usw.) zu vergleichen.

## Methodische Vorgangsweise

Dafür werden Erzeuger, Verbraucher, Leitungssysteme in Form von Verknüpfungsmatrizen, sowie die genannten Flexibilitätsoptionen vom Anwender charakterisiert und mittels Datensatz in die Software geladen. Um das HyFlow Modell auf möglichst viele Größenordnungen von Energiesystemen anwenden zu können, kommt der sogenannte zelluläre Ansatz zum Einsatz. Hierbei werden Verbraucher, Erzeuger und Speicher nach Anwenderwünschen und unter der Beachtung von angeführten Regeln in Knoten zusammengefasst und aggregiert. [1] In *Abbildung 1* wird diese Vorgehensweise schematisch abgebildet.

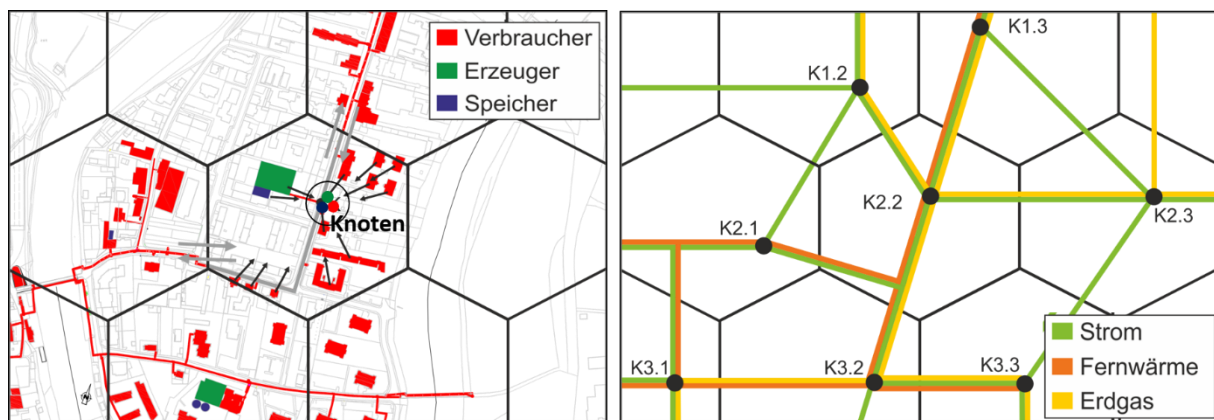


Abbildung 1 – Schematische Darstellung des zellulären Ansatzes

Danach werden die Lastflussberechnungen nach den physikalischen Gegebenheiten der zu modellierenden Netze durchgeführt. Für das Stromnetz kommt eine DC-Lastflussrechnung zum Einsatz, bei der das Newton-Raphson Lösungsverfahren angewandt wird. [2] Das Gasnetz, sowie das Wärmenetz werden über ein modifiziertes und linearisiertes Potentialknotenverfahren berechnet. [3] Die Energiespeicher und die Technologien zur Sektorkopplung werden über möglichst technologieoffene Kennwerte (Energiespeicher: Energiemenge, Leistung, Wirkungsgrade, Selbstentladung, Regelstrategie, usw. Sektorkopplung: Umwandlungsmatrix, Rampenraten, Regelstrategie usw.) charakterisiert um eine Vielzahl an Modellierungsmöglichkeiten zu bieten. So bleibt neben der Definition der Netzparameter für jede definierte Zelle eine Fülle an Gestaltungsmöglichkeiten übrig, siehe *Abbildung 2*.

<sup>1</sup> Jungautor, Franz-Josef Straße 18, A-8700 Leoben, +43 3842 402 5407, <http://evt.unileoben.ac.at/>, [benjamin.boeckl@unileoben.ac.at](mailto:benjamin.boeckl@unileoben.ac.at),

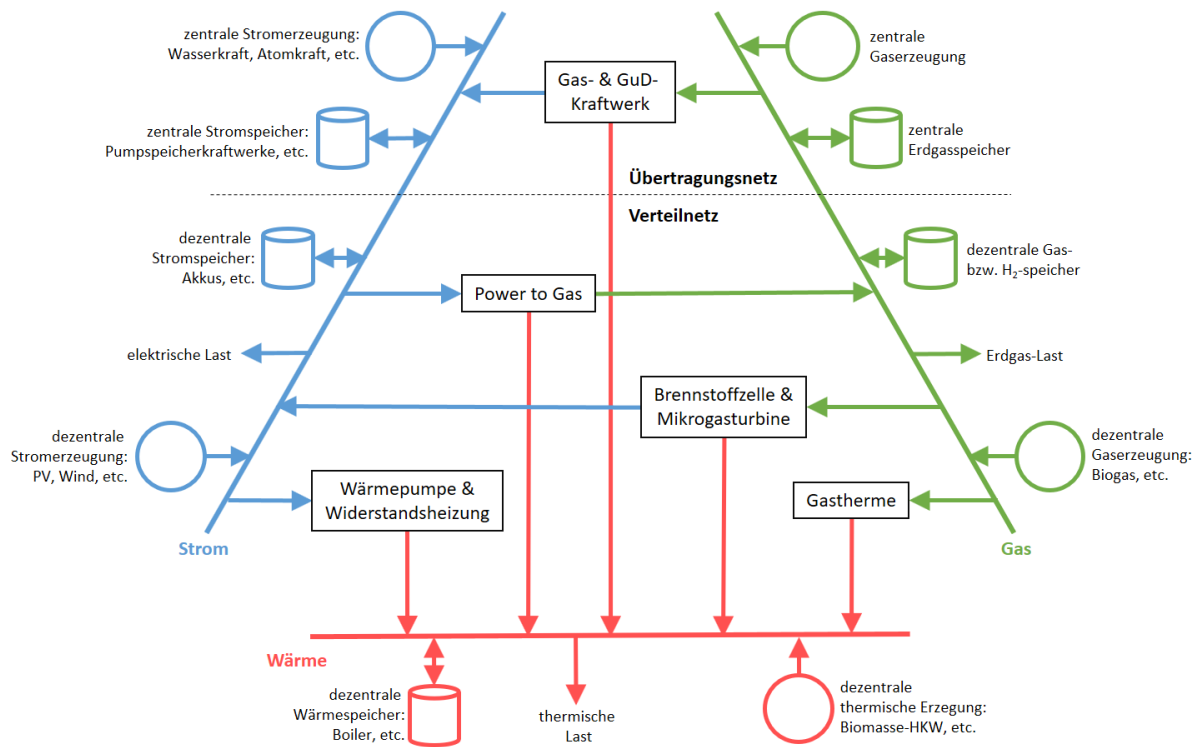


Abbildung 2 – Mögliche Charakterisierungsmöglichkeiten aller drei Energieträger für jede Zelle und Beispiele für Technologien zur Sektorkopplung in HyFlow

## Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Um die Einsatzmöglichkeiten von HyFlow darstellen zu können werden drei Szenarien unterschiedlicher Größenordnung präsentiert. Im ersten Szenario wird ein Niederspannungsnetzausläufer mit wenigen Einfamilienhäusern berechnet, im zweiten Szenario ein städtisches Netz am Beispiel von Leoben und im dritten Szenario ein regionaler Bilanzraum von zwei österreichischen Bezirken und unterschiedlichen Spannungs- und Druckniveaus in den Netzen. Für jedes Szenario werden alle drei Energieträger (Strom, Gas, Wärme) im Zeitraum von einem Jahr, aufgelöst in 15-Minuten Werten berechnet. Diese werden weiter unterteilt in ein Status Quo -, ein Worst-Case - und ein Lösungsvarianten SubszENARIO. Die Ergebnisse können je nach genauer Interessenslage des Anwenders sehr vielseitig sein. Von der maximalen Last oder maximal/minimal auftretenden Spannungen/Drücken auf einzelnen Leitungen, über die Verluste beim Transport, die Autarkie in einzelnen Zellen oder im Gesamtsystem, bis zur Robustheit und Resilienz des Systems können zahlreiche Ergebnisse extrahiert werden. Sowohl die Methodik die hinter der entwickelten HyFlow Software steht, als auch die Ergebnisse der gezeigten Fallstudien und die daraus gezogenen Schlüsse werden präsentiert.

## Literatur

- [1] B. Böckl, L. Kriechbaum, and T. Kienberger, "Analysemethode für kommunale Energiesysteme unter Anwendung des zellularen Ansatzes," in *14. Symposium Energieinnovation: Energie für unser Europa*, Graz, 2016.
- [2] T. Kaufmann, D. Bothe, W. Gawlik, and K. Ponweiser, "Optimierung der Lastflüsse in urbanen Hybridnetzen," in *9. Internationale Energiewirtschaftstagung*, Wien, 2015.
- [3] J. Rüdiger, "Gasnetzsimulation durch Potentialanalyse," Dissertation, Fachbereich Elektrotechnik, Helmut-Schmidt-Universität; Universität der Bundeswehr Hamburg, Hamburg, 2009.