



Seit April 2018 leitet Tom Brown eine neue Helmholtz-Nachwuchsgruppe zum Thema Energiesystemmodellierung am Institut für Automation und angewandte Informatik (IAI).

Tom Brown studierte bis 2005 Mathematik und Physik an der Universität Cambridge, bevor er sich für seine Promotion an der Queen Mary Universität London auf die theoretische Physik („String-Theorie“) fokussierte. Im Anschluss vertiefte er als Postdoktorand am Deutschen Elektronen-Synchrotron (DESY) in Hamburg seine Forschung zur Quantengravitation.

Im Jahr 2012 entschied er, sich praktischeren Problemen zu widmen, und wechselte in die Industrie, um sich auf die Integration von erneuerbaren Energien in Stromnetzen zu konzentrieren. Als Berater bei der Firma Energynautics GmbH arbeitete er an verschiedensten Projekten zur Netzmodellierung für Regierungen, die Weltbank, NGOs und Übertragungsnetzbetreiber.

Im Jahr 2015 kehrte er als Postdoc am Frankfurt Institute for Advanced Studies in die akademische Welt zurück, um grundlegende Fragen der Energiesystemmodellierung anzugehen. Dort hat er die weltweit benutzte quelloffene Software Python for Power System Analysis (PyPSA) entwickelt, um seine Forschung zur effizienten und sozialen Integration von fluktuierenden Energiequellen zu ermöglichen.

Mit Unterstützung der KIT-Fakultät für Informatik und des IAI erhielt er 2017 eine Helmholtz-Nachwuchsgruppe, um seine Forschung am KIT weiter zu führen. Seit 2018 ist er KIT Associate Fellow.

ÜBERBLICK UND ALLGEMEINES

Die Forschungsgruppe Energiesystemmodellierung befasst sich mit den kostengünstigsten Wegen zur Reduzierung der Treibhausgasemissionen im europäischen Energiesystem. Es werden Methoden und Algorithmen entwickelt, um die Komplexität der Modellierung des europäischen Energiesystems in den Griff zu bekommen. Die hohe Problemkomplexität geht aus den Wechselwirkungen zwischen Stromnetzen und Energiespeichern in den verschiedenen Verbrauchssektoren hervor. Darüber hinaus müssen für die Analyse zahlreicher Wetter- und Lastsituationen in hoher räumlicher Auflösung über ganz Europa enorme Datensätze verarbeitet, und nicht zuletzt die komplexen sozialen und politischen Aspekte der Energiewende berücksichtigt werden.

Um diese Herausforderungen zu meistern, werden Methoden aus verschiedenen Fachgebieten eingesetzt: Graphentheorie für die Dekomposition von Netzwerkflüssen; Dekompositionstechniken zur intelligenten Lösung von Optimierungsproblemen; Methoden zur Datenreduktion wie z.B. Clustering, Spektralanalyse und Informationsgeometrie; und neue Methoden zur Sensitivitätsanalyse und zu Investitions-Heuristiken.

Ökonomische und soziale Aspekte werden ebenfalls berücksichtigt, weil die Akzeptanz der Energieinfrastruktur (z.B. Freileitungen und Windräder auf dem Land) und ihre Kosten eine entscheidende Rolle für den Erfolg der Energiewende spielen.

Nicht zuletzt wird die gesamte Modellierung mit offener Software und offenen Daten durchgeführt, sodass andere Forscher die Ergebnisse kritisch überprüfen und erweitern können.

ERGEBNISSE UND ERFOLGE

Im Jahr 2018 hat die Gruppe Klarheit im Streit zwischen Befürwortern von Netzausbau und Befürwortern von Sektorenkopplung gebracht. Einige Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler glauben, dass es die beste Lösung für Wind- und Solarstrom ist, die fluktuierende Einspeisung durch große Stromtrassen in Europa auszugleichen, während andere die Lösung in einer weitgehenden Kopplung zwischen Strom-, Wärme-, Verkehrs- und Industriesektor sehen. Im ersten offenen Modell, das sowohl die Stromnetze als auch die verschiedenen Energiesektoren für Europa in ausreichender geografischer und zeitlicher Auflösung abbildet, hat die Gruppe gezeigt, dass Sektorenkopplung in jedem Fall notwendig für die Energiewende ist, aber dass Netzausbau immer hilft, Kosten zu senken. Allerdings wird

der Kostensenkungseffekt schwächer, je stärker die Sektoren gekoppelt werden.

Die Gruppe hat auch mit einer Replik für Aufmerksamkeit gesorgt, die auf einen Artikel antwortet, welcher die technische Machbarkeit einer Energieversorgung mit 100 % erneuerbaren Energien in Frage stellt. Die Replik hat jedes der im ursprünglichen Artikel genannten Argumente systematisch widerlegt und damit gezeigt, dass es weder fundamentale technische noch ökonomische Barrieren auf dem Weg zu einer 100 % erneuerbaren Zukunft gibt.

Darüber hinaus hat die Gruppe ein neues BMBF-finanziertes Projekt „CoNDyNet2“ eingeworben, dessen Ziel es ist, die allgemeinen Prinzipien und theoretische Grundlagen für das Verständnis der kollektiven nicht-linearen Dynamik von elektrischen Energienetzen zu erforschen.

AUSGEWÄHLTE PUBLIKATIONEN

T. Brown, D. Schlachtberger, A. Kies, S. Schramm, M. Greiner: Synergies of sector coupling and transmission reinforcement in a cost-optimised, highly renewable European energy system. In: *Energy* 160. S. 720-739, 2018.

T. Brown, T. Bischof-Niemz, K. Blok, C. Breyer, H. Lund, B.V. Mathiesen: Response to 'Burden of proof: A comprehensive review of the feasibility of 100% renewable-electricity systems'. In: *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 92. S. 834-847, 2018.

J. Hörsch, F. Hofmann, D. Schlachtberger, T. Brown: PyP-SA-Eur: An open optimization model of the European transmission system. In: *Energy Strategy Reviews* 22. S. 207-215, 2018.

F. Hofmann, M. Schäfer, T. Brown, J. Hörsch, M. Greiner, S. Schramm: Principal flow patterns across renewable electricity networks. In: *Europhysics Letters* 124. S. 1, 2018.

D. Schlachtberger, T. Brown, M. Schäfer, S. Schramm, M. Greiner: Cost optimal scenarios of a future highly renewable European electricity system: Exploring the influence of weather data, cost parameters and policy constraints. In: *Energy* 163. S. 100-114, 2018.

MITARBEITERINNEN UND MITARBEITER

Wissenschaftliches Personal

Jonas Hörsch
Arnaud Leroy
Fabian Neumann

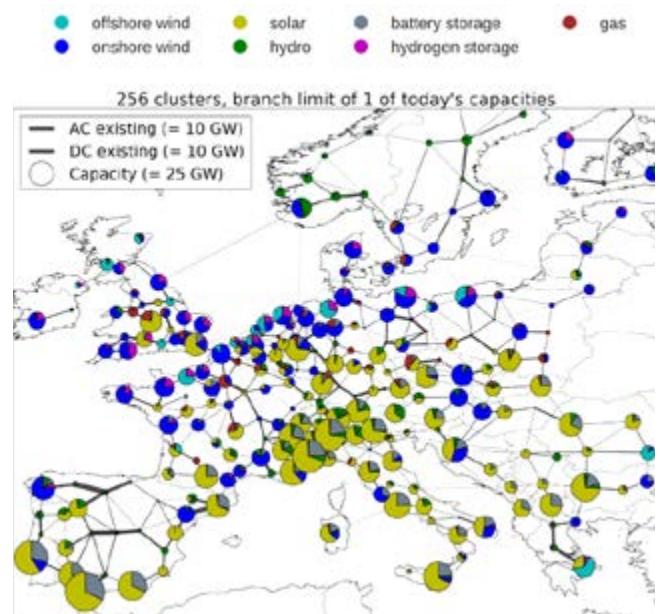


Abb.: Investitionen in einem Szenario für das Stromsystem mit 95% weniger Treibhausgasemissionen als 1990