

# TEILAUTOMATISIERTE MODELLIERUNG UND ANALYSE MÖGLICHER EUROPÄISCHER KRAFTWERKSENTWICKLUNGSSZENARIEN

Christopher PANSI<sup>1\*</sup>, Udo BACHHIESL<sup>1</sup>

## Einleitung

Mit dem „European Green Deal“ wurde ein Maßnahmenpaket beschlossen, welches sich zum Ziel setzt bis zum Jahr 2050 als erster Kontinent klimaneutral zu werden [1]. Im Zuge dieser voranschreitenden Dekarbonisierung und des zunehmenden Ersetzens von fossilen Energieträgern durch erneuerbare Energien [2], werden insbesondere die Sektoren Energieerzeugung sowie Energieübertragung vor neue Herausforderungen gestellt. Aufgrund von langen Projektvorlaufzeiten in Kombination mit einer hohen Kapitalintensität, sowie einer zu einem immer größeren Teil dargebotsabhängigen Erzeugung, sind Analysen, Modellbildungen und anschließende Simulationen Grundvoraussetzung, um fundierte Entscheidungen zur nachhaltigen und kosteneffizienten Entwicklung eines klimafreundlichen und bedarfsgerechten europäischen Kraftwerksparks treffen zu können.

## Methodik

Mit Hilfe der elektritätswirtschaftlichen Simulationsumgebung ATLANTIS besteht die Möglichkeit das gesamte europäische Verbundsystem real- sowie nominalwirtschaftlich zu simulieren [3]. Dies erfordert den Umgang mit großen Datenmengen, welche in Form von Szenarien generiert werden müssen und so als Inputparameter für das entsprechende Simulationsmodell fungieren. Abbildung 1 zeigt die beschriebene Software zur Szenarienmodellierung (gelb hervorgehoben) im Kontext der elektritätswirtschaftlichen Simulationsumgebung ATLANTIS.

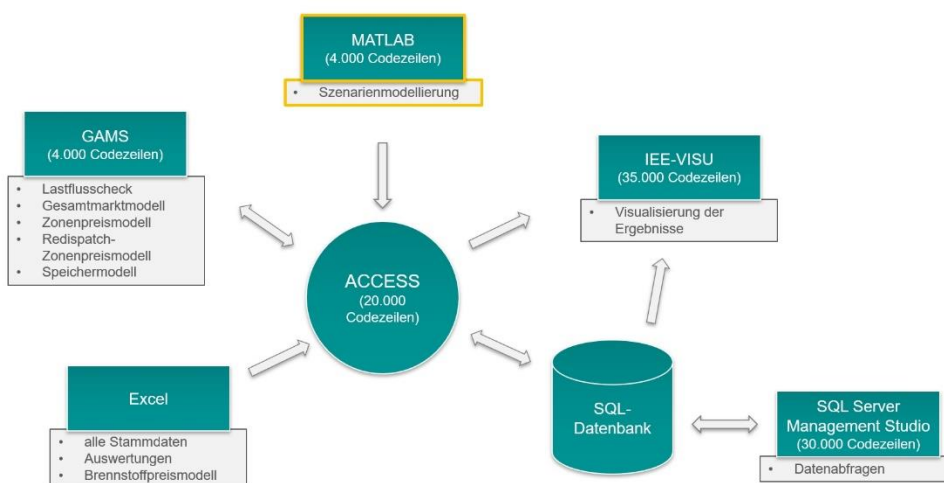


Abbildung 1: Simulationsumgebung ATLANTIS

Aktuell umfasst die ATLANTIS Datenbank rund 38.200 klassische fossile sowie erneuerbare Erzeugungseinheiten, welche in rund 3.600 Netzknoten einspeisen, die wiederum über 8.000 Leitungen und Transformatoren (400/220-kV-Ebene) miteinander verbunden sind. Diese detailreiche Abbildung des europäischen Verbundnetzes spiegelt die Notwendigkeit automatisierter Verfahren zur Szenarienmodellierung wider.

<sup>1</sup> Technische Universität Graz, Institut für Elektrizitätswirtschaft und Energieinnovation, Inffeldgasse 18/II, A-8010 Graz  
Tel.: +43 316 873-7902, Fax: +43 316 873- 107902, christopher.pansi@tugraz.at, iee.tugraz.at

Mit Hilfe der teilautomatisierten Modellierung wurden unter anderem Szenarien des letzten Finalen 10-Jahres Netzentwicklungsplans [4] der ENTSO-E (engl. TYNDP 2018) modelliert und in weiterer Folge für 26 europäische Länder in ATLANTIS simuliert.

Hierfür wurden in Abhängigkeit zukünftiger prognostizierter Nettoerzeugungskapazitäten (engl. NGC), im vorgesehenen Zeithorizont, fiktive Szenariokraftwerke generiert. Ein Szenariokraftwerk besitzt bis zu 49 Kraftwerkparameter, welche sich in Abhängigkeit von Primärenergieträger, regionaler Zuordnung, Kraftwerkstyp, installierter Leistung u.v.m. unterscheiden. Für die Außerbetriebnahme von Kraftwerken galt es im Zuge eines linearen Programms die Lebensdauer, unter Einhaltung der prognostizierten NGC, in Abhängigkeit von Kraftwerkstyp, Land und Zeithorizont zu maximieren. Weiters wurden prognostizierte Brennstoffpreise sowie länderspezifische Verbrauchsdaten bei der Simulation berücksichtigt. Somit wurde für insgesamt 26 europäische Länder die jährliche Entwicklung der installierten Kraftwerksleistungen in Abhängigkeit der verschiedenen Kraftwerkstypen, sowie die Entwicklung für Brennstoff- und CO<sub>2</sub>-Preise in Kombination mit den nationalen Entwicklungen des Stromverbrauchs modelliert und in weiterer Folge simuliert.

## Ergebnisse

Die Simulationsergebnisse stellen den fortschreitenden Umbruch im Aufbringungssektor anschaulich dar. Der stetige Rückgang von Kohlestrom, bedingt durch die zunehmenden Außerbetriebnahmen in diesem Sektor, bewirkt eine Veränderung im Kraftwerksmix. Es ist zu erkennen, dass der Wegfall von fossilen Kraftwerken nicht ausschließlich durch erneuerbare Energieträger kompensiert werden kann. Dies hat vor allem Auswirkungen auf den Bereich von Gaskraftwerken, welche nun zunehmend an Bedeutung gewinnen. Des Weiteren zeigt sich, dass aufgrund der Dargebotsabhängigkeit vor allem im Bereich der Photovoltaik ein steigender Anteil der installierten Leistungen nicht zwangsläufig zu einem höheren PV Anteil im Strommix führt.

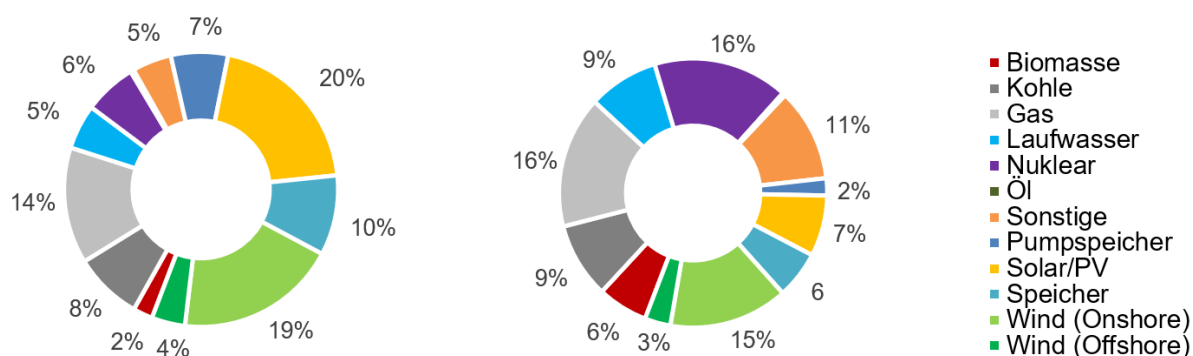


Abbildung 2: Installierte Leistung in %, Produzierte Energie in % im Jahr 2030 (v.l.n.r.) für alle 26 untersuchten Länder in ATLANTIS (Szenario: Sustainable Transition ENTSO-E)

## Referenzen

- [1] E. Commission, "A European Green Deal." [Online]. Available: [https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal\\_en](https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en). [Accessed: 14-Jan-2020].
- [2] E. Commission, "Clean Energy." [Online]. Available: [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/api/files/attachment/860072/Clean\\_energy\\_en.pdf.pdf](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/api/files/attachment/860072/Clean_energy_en.pdf.pdf). [Accessed: 14-Jan-2020].
- [3] H. Stigler, U. Bachhiesl, G. Nischler, and G. Feichtinger, "ATLANTIS: techno-economic model of the European electricity sector," Cent. Eur. J. Oper. Res., vol. 24, no. 4, pp. 965–988, 2016.
- [4] ENTSO-E /ENTSO-G, "TYNDP 2018 Scenario Report," 2018. [Online]. Available: [https://docstore.entsoe.eu/Documents/TYNDP\\_documents/TYNDP2018/Scenario\\_Report\\_2018\\_Final.pdf](https://docstore.entsoe.eu/Documents/TYNDP_documents/TYNDP2018/Scenario_Report_2018_Final.pdf).