

Bachelor Project / Thesis

Bewertung und Analyse statischer elektrischer Netze anhand ausgewählter Indikatoren

Hintergrund Heute besteht wissenschaftlicher Konsens, dass der anthropogene Klimawandel weitreichende Folgen für Mensch und Natur haben wird, dessen Auswirkungen uns vor große Herausforderungen stellen. Dazu gehört auch die Umstrukturierung des Energiesystems zur Verringerung der Treibhausgasemissionen, die zu unbekanntem und noch nie dagewesenen Bedrohungen führt. Erstens, weil das Stromsystem mit der Integration erneuerbarer, dezentraler und volatiler Stromerzeugung eine anfällige Phase durchläuft. Zum anderen führt die umfassende Elektrifizierung des Heizungs-, Verkehrs- und Industriesektors gleichzeitig zu einem massiven Anstieg des Stromverbrauchs. Da beide Transformationen dem gleichen Ziel dienen, überschneiden sie sich teilweise und führen so zu Effizienzgewinnen. Dennoch bieten sie ein enormes Konfliktpotenzial, insbesondere im Zusammenhang mit zeitkritischen Entscheidungen, der Priorisierung von Personalressourcen und wegen der notwendigen Umsetzungsgeschwindigkeit.

Eine Möglichkeit, um eine gute Performance, trotz sich kontinuierlich verändernder Rahmenbedingungen, sicherzustellen und das zukünftige Energiesystem auch gegenüber nicht erwartbaren und unbekanntem Störfällen zu befähigen, ist die Ermittlung der Resilienz des Systems. Angewandt und bekannt aus vielfältigen Forschungsdisziplinen lässt sie sich im Sinne der Academy of Sciences definieren: *Resilience is the ability to prepare and plan for, absorb, recover from, and more successfully adapt to adverse events* [1].

Weitere relevante Messgrößen können unter anderem Flexibilität, Nachhaltigkeit oder auch Systemdienlichkeit darstellen. Während es für die Robustheit oder weitere Designparameter elektrischer Systeme bereits gängige Definitionen und Berechnungsformeln gibt, ist dies für die hier genannten anders. Ein möglicher Ansatz ist das Erarbeiten von Eigenschaften und Kriterien, welche die Resilienz, Flexibilität, Nachhaltigkeit, Systemdienlichkeit eines Systems tendenziell erhöhen. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit soll dies getestet werden, indem die statischen Eigenschaften eines Beispielnetzes anhand gegebener Indikatoren automatisiert ausgewertet werden.

Aufgaben Ziel ist es, die notwendigen Daten eines Beispielnetzes automatisiert zu erheben und auszuwerten, inwiefern auf dieser Basis eine Bewertung vorgenommen werden kann.

- Hintergrundrecherche zu den bestehenden Definitionen und Forschungsansätzen im Kontext von Resilienz, Flexibilität, Nachhaltigkeit oder Systemdienlichkeit.
- Hintergrundrecherche zu potenziellen Indikatoren, insbesondere unter Berücksichtigung der Datenverfügbarkeit.
- Implementieren eines Python-pandapower kompatiblen Skriptes zur Erhebung, Verarbeitung und Auswertung der notwendigen Daten.
- Auswertung hinsichtlich der Aussagekraft, Effizienz und Performance der angewandten Methode.
- Analysieren des Einflusses, der durch Elektrifizierung der Sektoren Wärme, Verkehr oder Industrie, sowie der Integration von Wasserstoff ins Elektrische System zu erwarten ist.

Please contact me at runte@iat.uni-bremen.de, Paul Runte, M1040

Bachelor Project/Thesis

Evaluation and analysis of static electrical networks using selected indicators

Background Today, there is scientific consensus that anthropogenic climate change will have far-reaching consequences for humans and nature, the effects of which present us with major challenges. This includes the restructuring of the energy system to reduce greenhouse gas emissions, which will lead to unknown and unprecedented threats. Firstly, because the electricity system is going through a vulnerable phase with the integration of renewable, decentralised and volatile electricity generation. Secondly, the extensive electrification of the heating, transport and industrial sectors is simultaneously leading to a massive increase in electricity consumption. As both transformations serve the same goal, they partially overlap and thus lead to efficiency gains. Nevertheless, they offer enormous potential for conflict, particularly in connection with time-critical decisions, the prioritisation of human resources and the necessary speed of implementation.

One way to ensure good performance despite constantly changing framework conditions and to enable the future energy system to cope with unforeseeable and unknown disruptions is to determine the resilience of the system. Applied and known from a wide range of research disciplines, it can be defined in the sense of the Academy of Sciences: *Resilience is the ability to prepare and plan for, absorb, recover from, and more successfully adapt to adverse events* [1].

Other relevant parameters can include flexibility, sustainability or system usefulness. While there are already common definitions and calculation formulas for the robustness or other design parameters of electrical systems, this is different for the parameters mentioned here. One possible approach is to develop properties and criteria that tend to increase the resilience, flexibility, sustainability and system usefulness of a system. This work will test this by automatically analysing the static properties of an example network using given indicators.

Tasks The aim is to automatically collect the necessary data from an exemplary network and analyse the extent to which an assessment can be made on this basis.

- Background research on existing definitions and research approaches in the context of resilience, flexibility, sustainability or system usefulness.
- Background research on potential indicators, especially considering data availability.
- Implementation of a Python-pandapower compatible script to collect, process and analyse the necessary data.
- Evaluate the significance, efficiency and performance of the applied method.
- Analysing the influence that can be expected from the electrification of the heating, transport or industrial sectors and the integration of hydrogen into the electrical system.

Please contact me at runte@iat.uni-bremen.de, Paul Runte, M1040

Literatur

- [1] National Research Council (Hrsg.). (2012). Disaster Resilience: A National Imperative. The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/13457>.
- [2] Molyneaux, L., Wagner, L., Froome, C., Foster, J. (2012). Resilience and electricity systems: A comparative analysis. *Energy Policy*, 47(C), 188–201.
- [3] Stirling, A. (2007). A general framework for analysing diversity in science, technology and society. *Journal of the Royal Society*, 707–719, doi.org/10.1098/rsif.2007.0213.
- [4] Li, P., Wang, Y., Ji, H., Zhao, J., Song, G., Wu, J., Wang, C. (2020). Operational flexibility of active distribution networks: Definition, quantified calculation and application. *International Journal of Electrical Power and Energy Systems*, 119, 105872. <https://doi.org/10.1016/j.ijepes.2020.105872>.
- [5] Walesiak, M., Dehnel, G. (2024). Progress on SDG 7 achieved by EU countries in relation to the target year 2030: A multidimensional indicator analysis using dynamic relative taxonomy. *PLOS ONE*, 19(2), e0297856. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0297856>.
- [6] E. F. Bødal, D. Mallapragada, A. Botterud, und M. Korpås, "Decarbonization synergies from joint planning of electricity and hydrogen production: A Texas case study", *Int. J. Hydrog. Energy*, Bd. 45, Nr. 58, S. 32899-32915, Nov. 2020, [doi: 10.1016/j.ijhydene.2020.09.127](https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2020.09.127).
- [7] J. Gawlick und T. Hamacher, "Impact of coupling the electricity and hydrogen sector in a zero-emission European energy system in 2050", *Energy Policy*, Bd. 180, S. 113646, Sep. 2023, [doi: 10.1016/j.enpol.2023.113646](https://doi.org/10.1016/j.enpol.2023.113646).
- [8] A. Lüth, P. E. Seifert, R. Egging-Bratseth, und J. Weibezahn, "How to connect energy islands: Trade-offs between hydrogen and electricity infrastructure", *Appl. Energy*, Bd. 341, S. 121045, Juli 2023, [doi: 10.1016/j.apenergy.2023.121045](https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2023.121045).

Please contact me at runte@iat.uni-bremen.de, Paul Runte, M1040