

BEDEUTUNG DER BERÜCKSICHTIGUNG UNTERSCHIEDLICHER WETTERJAHRE UND KLIMAMODELLE IN DER ENERGIESYSTEMMODELLIERUNG

Katharina GRUBER¹

Motivation

Europa hat das ambitionierte Ziel der erste klimaneutrale Kontinent zu werden. Bis 2030 sollen die Emissionen um mindestens 55 % gesenkt werden, bis 2050 soll Europa bilanziell ganz emissionsfrei werden [1]. In Österreich gibt es mit der Klimaneutralität bis 2040 noch stringendere Ziele [2].

Die Primärenergieproduktion wird sich in Zukunft im Wesentlichen auf Wind und PV verlagern. Auch auf der Nachfrageseite wird es Anpassungen aufgrund der Elektrifizierung geben. Die damit einhergehende höhere Wetterabhängigkeit macht das gesamte Energiesystem vulnerabler bezogen auf unerwartete Schwankungen in der Ressourcenverfügbarkeit von Wind, Wasser und Solareinstrahlung. Neben der Vorhersage-Unsicherheit trägt damit der Klimawandel wesentlich zur Systemunsicherheit bei.

Der TYNDP (Ten Year Network Development Plan) [3] der ENTSO-E ist dabei wegweisend für die sich daraus ergebende notwendige Elektrifizierung und Anpassung des gesamten Energiesystems in Europa. Bisher wurden im TYNDP ein Set an 38 historischen Klimajahren entwickelt und drei repräsentative Klimajahre effektiv angewandt. Aktuell ist eine neue und entscheidende Version der dem TYNDP zugrundeliegenden Klimadatenbank (PECD 4.1) in Entstehung, die auch von Klimaszenarien abhängige Änderungen zahlreicher energiesystemrelevanter Variablen durch den fortschreitenden Klimawandel berücksichtigt. Dies erlaubt in den darauf aufbauenden Simulationen auch eine Einschätzung der Auswirkungen des Klimawandels und dessen Extrema auf das europäische Energiesystem und auf die Übertragungsnetzinfrastruktur.

Methodik

Die neuesten Klimadaten der PECD 4.1 (Pan European Climate Data Base, basierend auf der ERA5 Reanalyse und drei CMIP6 Klimaprojektionen) dienen als Grundlage für eine Analyse von außergewöhnlichen Klimajahren, anhand Zeitreihen klimaabhängiger Variablen. Der Datensatz umfasst historische Klimajahre (ERA5), sowie drei Klimaprojektionen aus dem CMIP6 [4] (ECE3, MEHR, CMR5) aus dem Klimaszenario SSP2-4.5 (mittlere Treibhausgasemissionen) [5].

Eine über die übliche Klima-Normalperiode (30 Jahre) hinausgehende Zeitperiode (1980-2065) an energiesystemrelevanten Daten wird mithilfe von Grenzwerten auf kritische Situationen analysiert, um Risiken und Entwicklungen dieser Variablen im Langzeit-Kontext zu bewerten. Anhand dieser Analysen können Jahre, in denen häufig kritische Situationen auftreten, aus dem neuen Datensatz identifiziert werden, um insbesondere die Jahre in Analysen zu berücksichtigen, die das Stromsystem unter besondere Herausforderungen stellen. Die Ergebnisse dieser Analyse sollen die zusätzlichen Herausforderungen aufzeigen, die bisher einerseits durch die Nutzung nur weniger mittlerer Klimajahre vernachlässigt wurden, und die andererseits durch den Klimawandel in Zukunft entstehen werden.

Ergebnisse

Erste Analysen der PECD 4.1 zeigen, dass im Vergleich von historischen und zukünftigen Klimajahren, mit einem vermehrten Auftreten von gleichzeitig niedriger PV- und Winderzeugung zu rechnen ist. Je nach angenommenen Klimamodell und Schwellenwert, kann die Häufigkeit solcher Ereignisse verdoppelt werden (Abbildung 1). In einem System, das zunehmend auf die Produktion aus erneuerbaren volatilen Energiequellen setzt, kann dies zu vermehrten Engpässen führen, insbesondere wenn zugleich die Last ihre Spitzen erreicht. Temperaturen, als Indikator für Last, zeigen keine eindeutige Tendenz: Je nachdem welches Klimamodell betrachtet wird, kann es zu einer leichten Verringerung bis zu einer Verdoppelung von gleichzeitig niedriger PV- und Windkraft-Erzeugung sowie hoher Last kommen (historisch: 0,06%, ECE3: 0,05%, MEHR: 0,12%). Fasst man die PV- und Winderzeugung zusammen, treten wesentlich häufiger gleichzeitig kritische Temperaturen und Niedrigerzeugung auf (historisch: 2,8%, ECE3: 2,3%, MEHR 2,9%), es zeigt sich aber kein Trend durch

¹ APG, Wagramer Straße 19 (IZD-Tower), 1220 Wien, katharina.gruber@apg.at, 0664 88342946

den Klimawandel. Eine saisonale Betrachtung (Abbildung 2) zeigt einen Rückgang kritischer Situationen im Februar, dafür vermehrte Häufigkeit im Sommer. Im Dezember ist ungewiss, in welche Richtung sich die energiesystemrelevanten Variablen in Zukunft entwickeln.

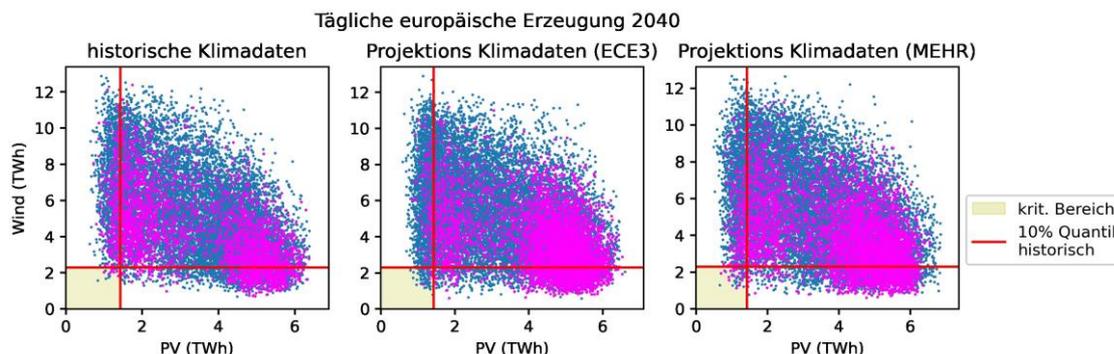


Abbildung 1: Vergleich kritischer PV- und Winderzeugung für historische (1980-2021) und zukünftige Klimajahre (2015-2065). Anteil kritischer Tage für niedriger Erzeugung: historisch: 0,2%, Projektionen: ECE3: 0,5%, MEHR: 0,3%. Punkte in Magenta zeigen kritische Temperaturen an (hohe Nachfrage)

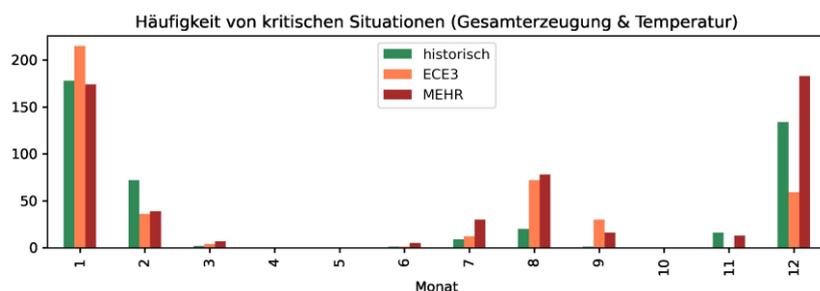


Abbildung 2: Saisonaler Vergleich kritischer Tage (niedrige PV- und Winderzeugung und hohe bzw. niedrige Temperaturen) für historische (1980-2021) und zukünftige Klimajahre (2015-2065).

Ausblick

Auch wenn aus Stromsystemperspektive extreme Ereignisse relativ selten auftreten (<1%), müssen diese in der Auslegung des Systems berücksichtigt werden, da diese erheblichen Einfluss haben können. Die Analysen zeigen, dass nicht nur die Auswahl des Klimajahres, sondern auch die des Klimamodells erheblichen Einfluss auf Modellergebnisse hat. Daher sollten in Zukunft mehrere Wetterjahre und Klimamodelle berücksichtigt werden, insbesondere in Anbetracht der Herausforderungen die der Klimawandel mit sich bringt. Der sehr aktuelle PECD 4.1 Datensatz ermöglicht dies nun auch im TYNDP und kann somit aussagekräftigere Ergebnisse liefern, um das europäische Elektrizitätssystem auf diese wahrscheinliche Zukunft vorzubereiten.

Anmerkung

Die für diese Analyse vorgesehenen Daten sind noch nicht vollständig bzw. nicht in ausreichender Qualität² verfügbar, deren Bereitstellung ist ab Mitte Dezember vorgesehen. Sollten diese Daten erst später bereitgestellt werden, ist nur eine eingeschränkte Analyse möglich.

Referenzen

- [1] Europäische Kommission, "European Green Deal" https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_de
- [2] Bundesministerium für Finanzen, "Österreichische Klimaschutzstrategie" https://www.oesterreich.gv.at/themen/bauen_und_umwelt/klimaschutz/1/Seite.1000310.html
- [3] ENTSOG/ENTSO-E, "TYNDP 2024" <https://2024.entsos-tyndp-scenarios.eu/>
- [4] Copernicus Climate Change Service, Climate Data Store, 2021 „CMIP6 climate projections“ [10.24381/cds.c866074c](https://cds.clm.copernicus.org/cds/details/10.24381/cds.c866074c)
- [5] IPCC, 2021 "Climate Change 2021. The Physical Science Basis. Summary for Policymakers" https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_SPM_final.pdf

² Insbesondere die Vorversion der Wasserkraft und Nachfragezeitreihen weisen noch Mängel auf und sind daher nicht für eine solche Analyse geeignet. Es ist nicht absehbar in welchem Zeitraum Nachfrage-Zeitreihen für alle Klimajahre und Modelle für gesamt Europa zur Verfügung stehen werden, für eingeschränkte (aber auch zukünftige) Zeiträume werden sie in den nächsten Wochen erstellt.