

Analysis of the African Electricity Infrastructure

with Focus for the use of Wind and Solar Potentials

Gaugl, Bachhiesl, Frauenlob

Institut für Elektrizitätswirtschaft und Energieinnovation

14.02.2020

Inhalt

- Motivation
- Methodik
 - Elektrizitätsinfrastruktur
 - Solardaten
 - Winddaten
- Ergebnisse
- Fazit und Ausblick

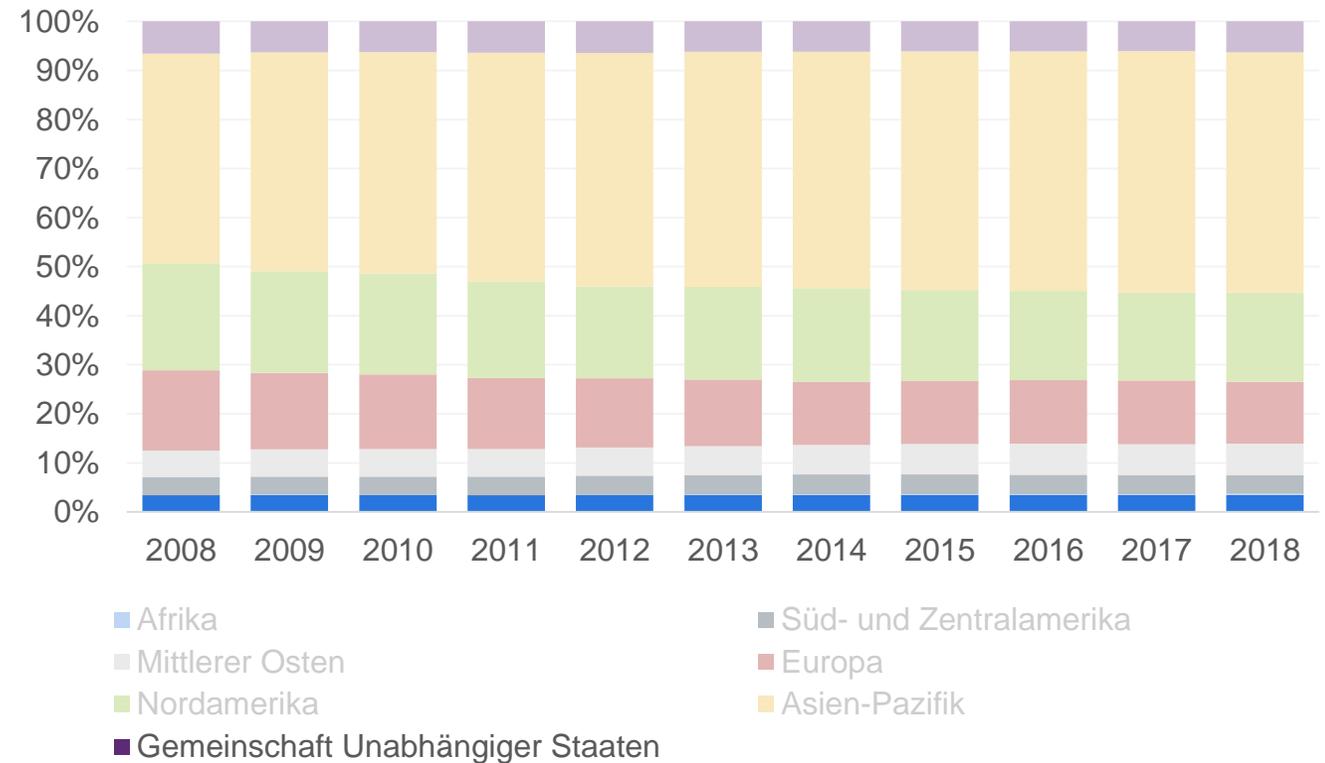


Quelle: NASA

Motivation

- Afrika ist Region mit geringsten CO₂-Emissionen (1.235,5 Mt in 2018)
- Nahezu Verdopplung der Bevölkerung bis 2050
- 600 Millionen ohne Elektrizitätszugang
- Elektrizitätserzeugung stark von fossilen Energieträgern abhängig

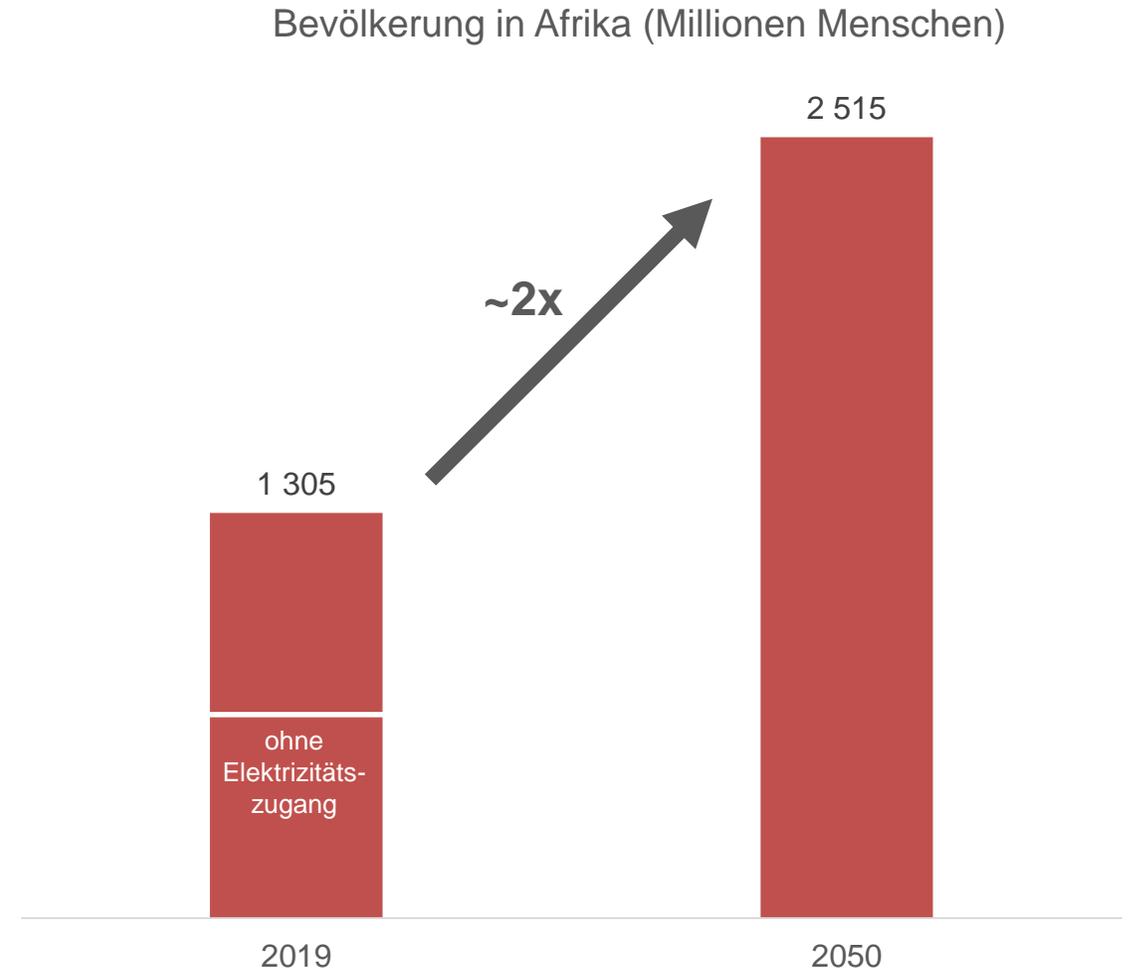
Anteil an CO₂-Emissionen pro Region



Quelle: BP, "World carbon dioxide emissions from 2008 to 2018"

Motivation

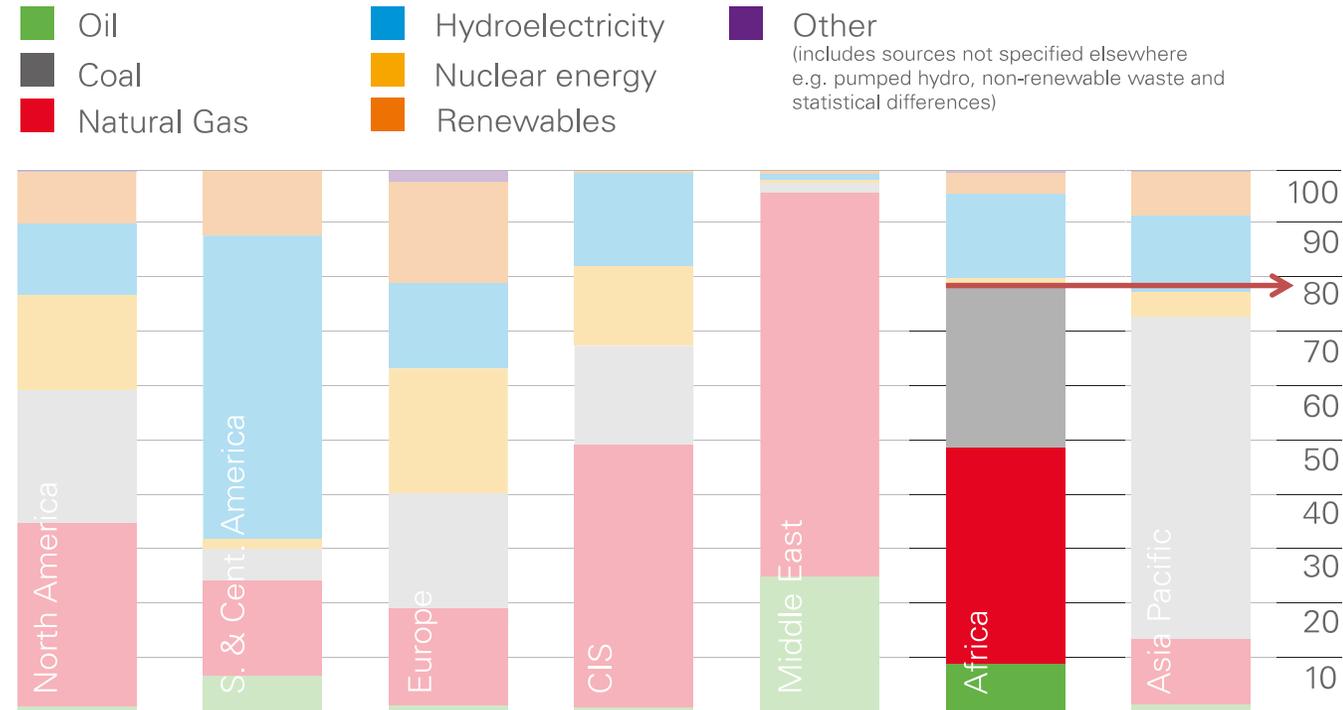
- Afrika ist Region mit geringsten CO₂-Emissionen (1.235,5 Mt in 2018)
- Nahezu Verdopplung der Bevölkerung bis 2050
- 600 Millionen ohne Elektrizitätszugang
- Elektrizitätserzeugung stark von fossilen Energieträgern abhängig



Quelle: Deutsche Stiftung Weltbevölkerung (DSW), "Länderdatenbank – DSW"

Motivation

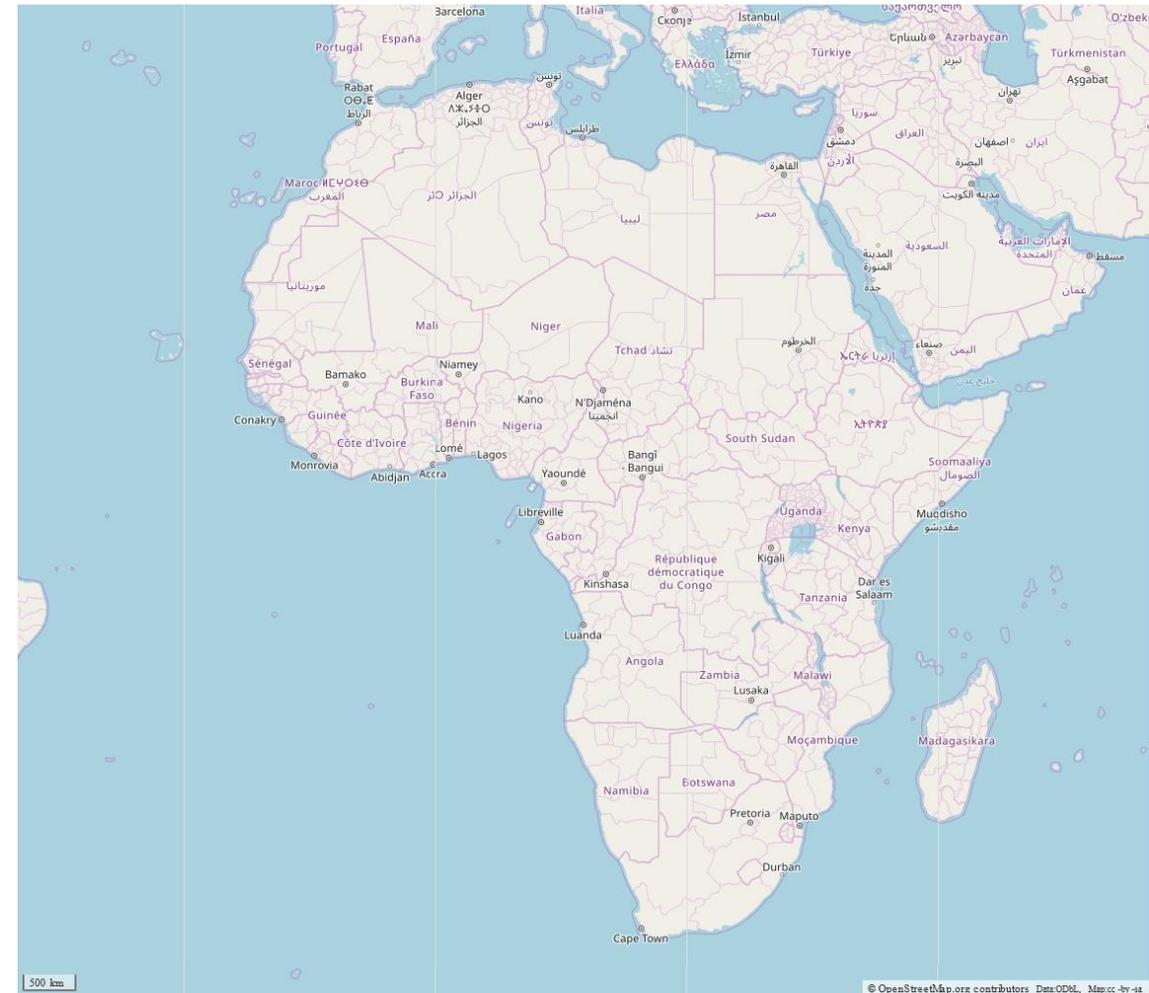
- Afrika ist Region mit geringsten CO₂-Emissionen (1.235,5 Mt in 2018)
- Nahezu Verdopplung der Bevölkerung bis 2050
- 600 Millionen ohne Elektrizitätszugang
- Elektrizitätserzeugung stark von fossilen Energieträgern abhängig



Quelle: BP, "Statistical Review of World Energy"

Methodik - Elektrizitätsinfrastruktur

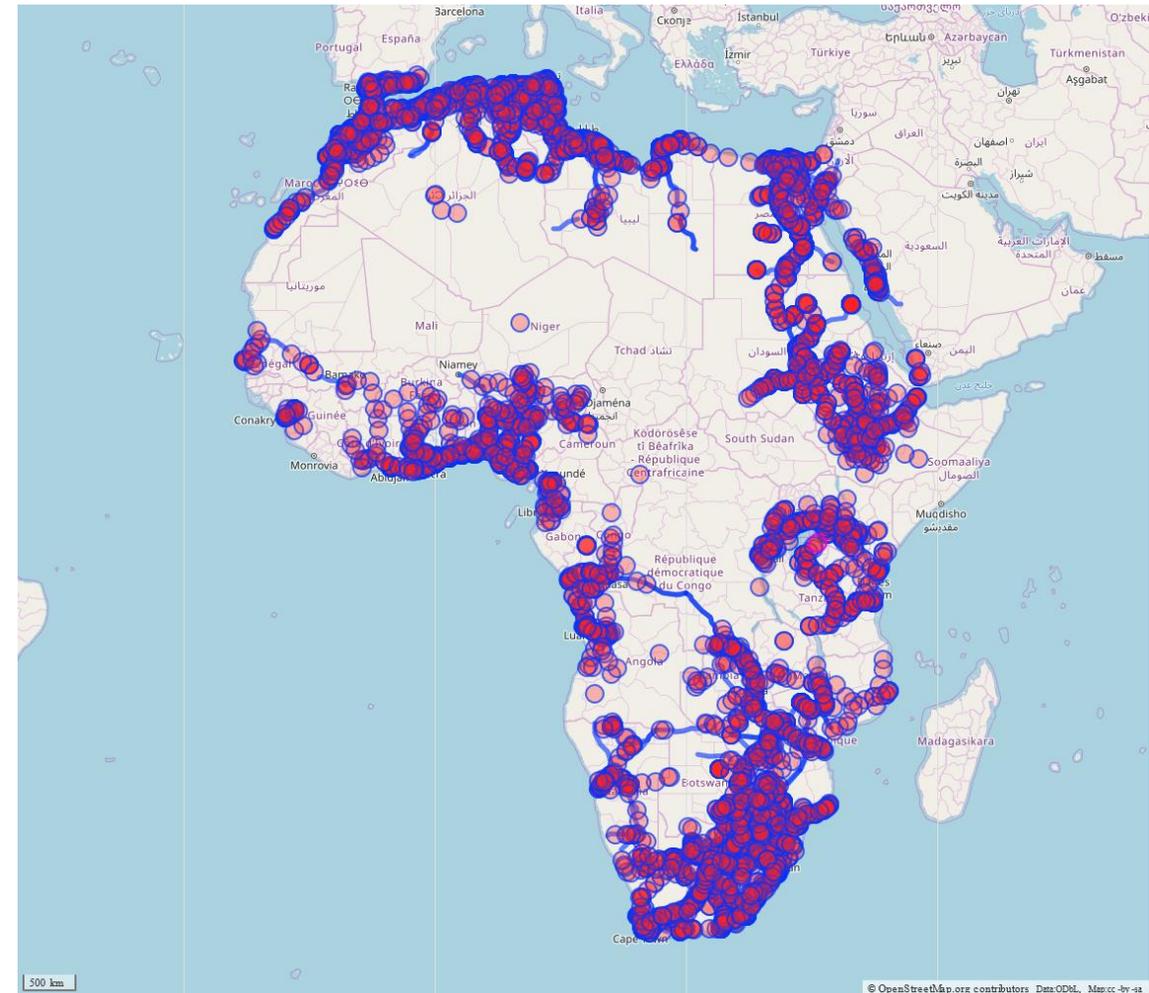
- Wenige bis gar keine Daten der afrikanischen Elektrizitätsinfrastruktur
- LÖSUNG: Nutzung der OpenStreetMap Datenbasis
- Herausforderungen:
 - überführen in für ATLANTIS lesbare Daten für spätere Weiterverarbeitung
 - zu Detailreich
 - Leitungs-Endknoten liegen nicht übereinander



Quelle: OpenStreetMap, "Power line data retrieved from <https://overpass-turbo.eu/>."

Methodik - Elektrizitätsinfrastruktur

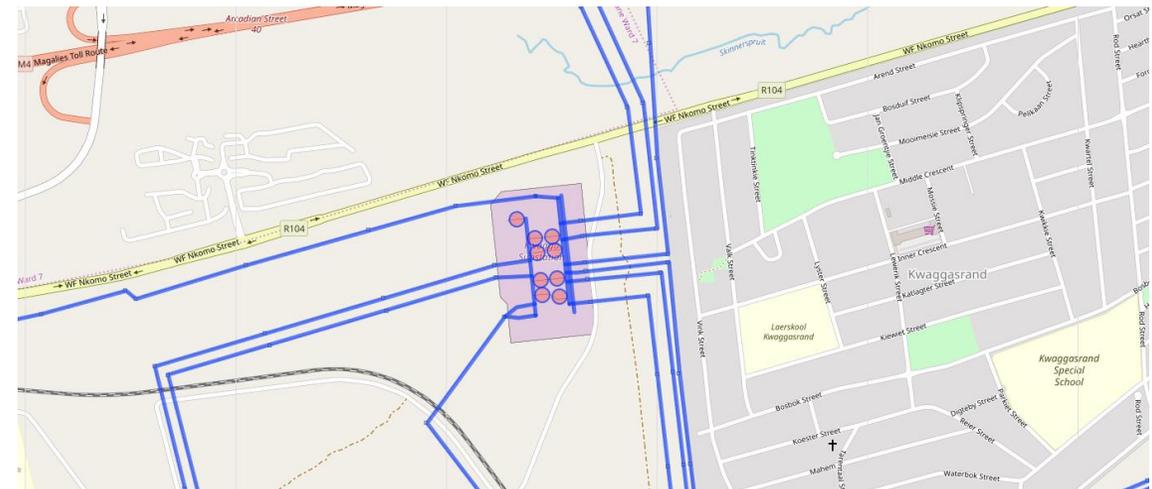
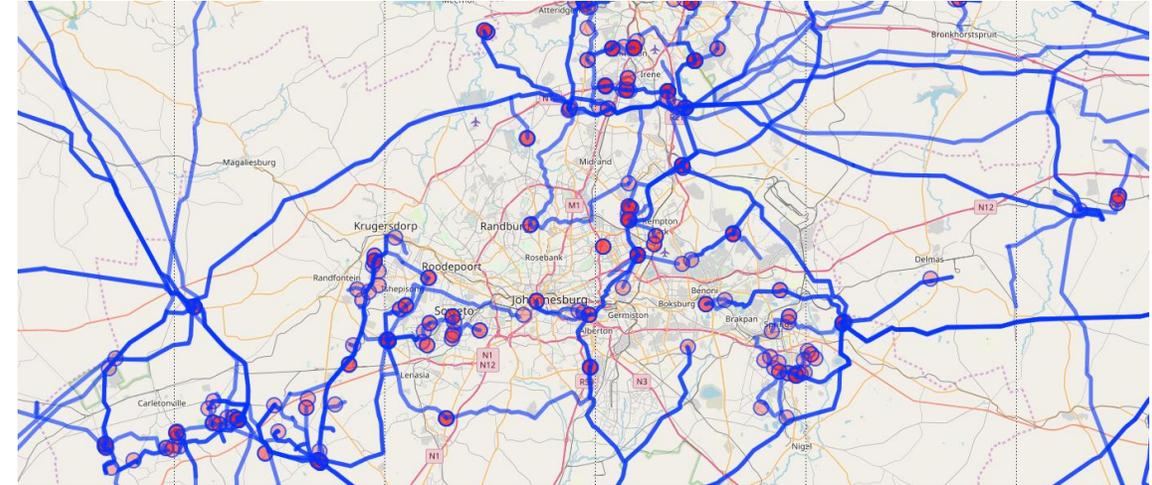
- Wenige bis gar keine Daten der afrikanischen Elektrizitätsinfrastruktur
- LÖSUNG: Nutzung der OpenStreetMap Datenbasis
- Herausforderungen:
 - überführen in für ATLANTIS lesbare Daten für spätere Weiterverarbeitung
 - zu Detailreich
 - Leitungs-Endknoten liegen nicht übereinander



Quelle: OpenStreetMap, "Power line data retrieved from <https://overpass-turbo.eu/>."

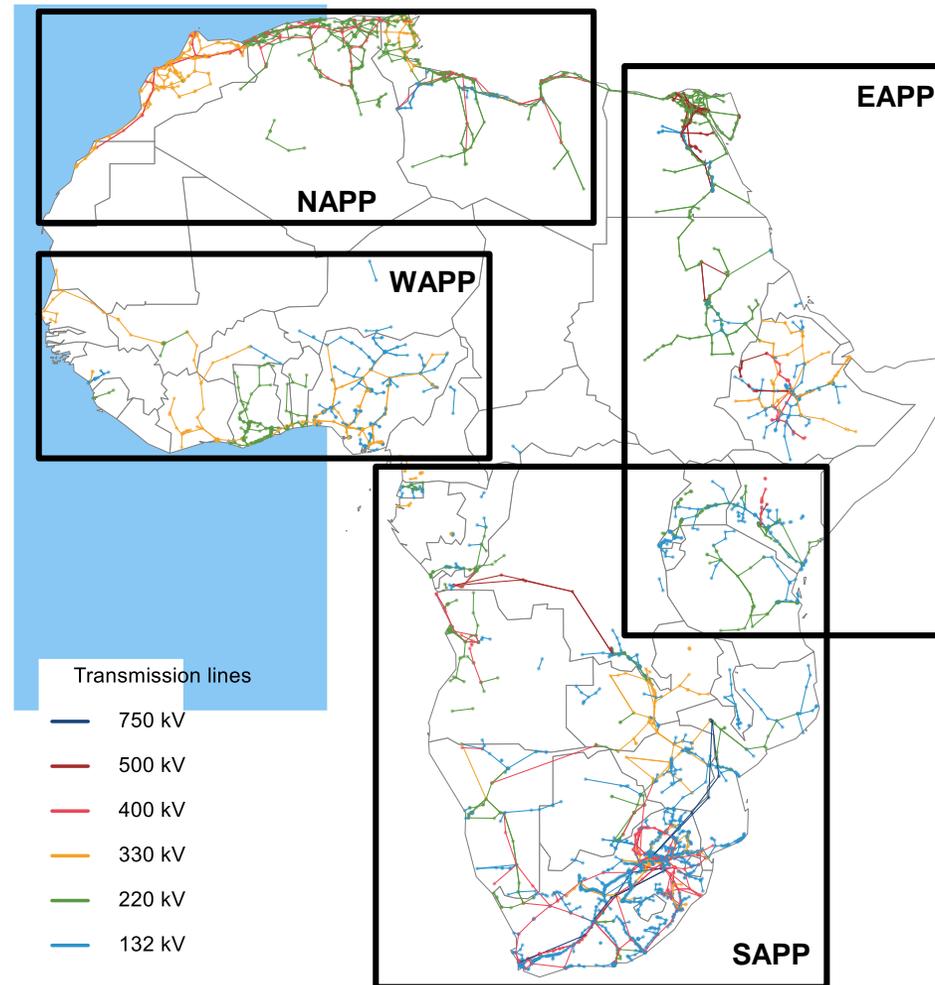
Methodik - Elektrizitätsinfrastruktur

- Wenige bis gar keine Daten der afrikanischen Elektrizitätsinfrastruktur
- **LÖSUNG:** Nutzung der OpenStreetMap Datenbasis
- Herausforderungen:
 - überführen in für ATLANTIS lesbare Daten für spätere Weiterverarbeitung
 - zu Detailreich
 - Leitungs-Endknoten liegen nicht übereinander



Quelle: OpenStreetMap, "Power line data retrieved from <https://overpass-turbo.eu/>."

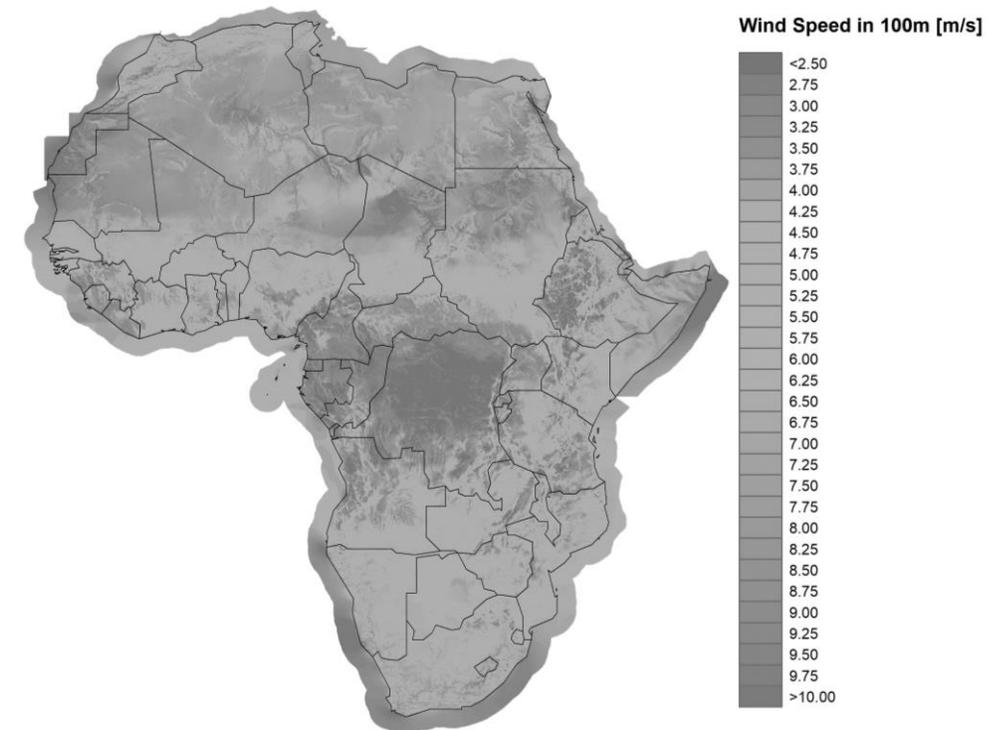
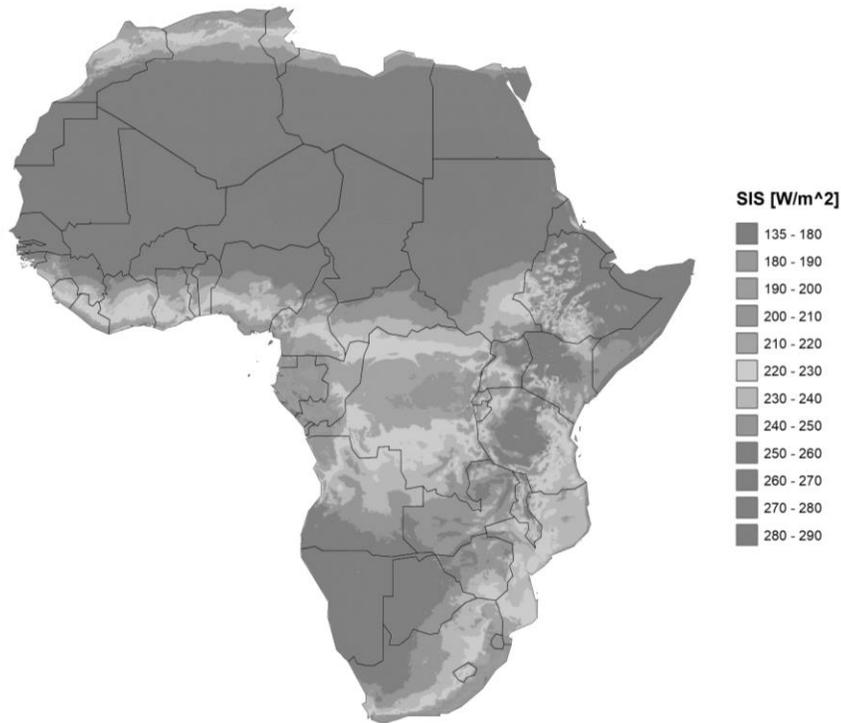
Methodik - Elektrizitätsinfrastruktur



NAPP...Northern African Power Pool
 EAPP...Eastern African Power Pool
 SAPP...Southern African Power Pool
 WAPP...Western African Power Pool

Methodik - Solarstrahlung und Windgeschwindigkeit

- Mittlere Solarstrahlung berechnet aus monatlichen Mittelwerten von 1983 bis 2019
- Winddaten von GlobalWindAtlas



Strahlungsdaten von U. Pfeifroth et al., "Surface Radiation Data Set - Heliosat (SARAH) - Edition 2 (CMSAF)," 2017.

Winddaten von Technical University of Denmark, "Global Wind Atlas 3.0."

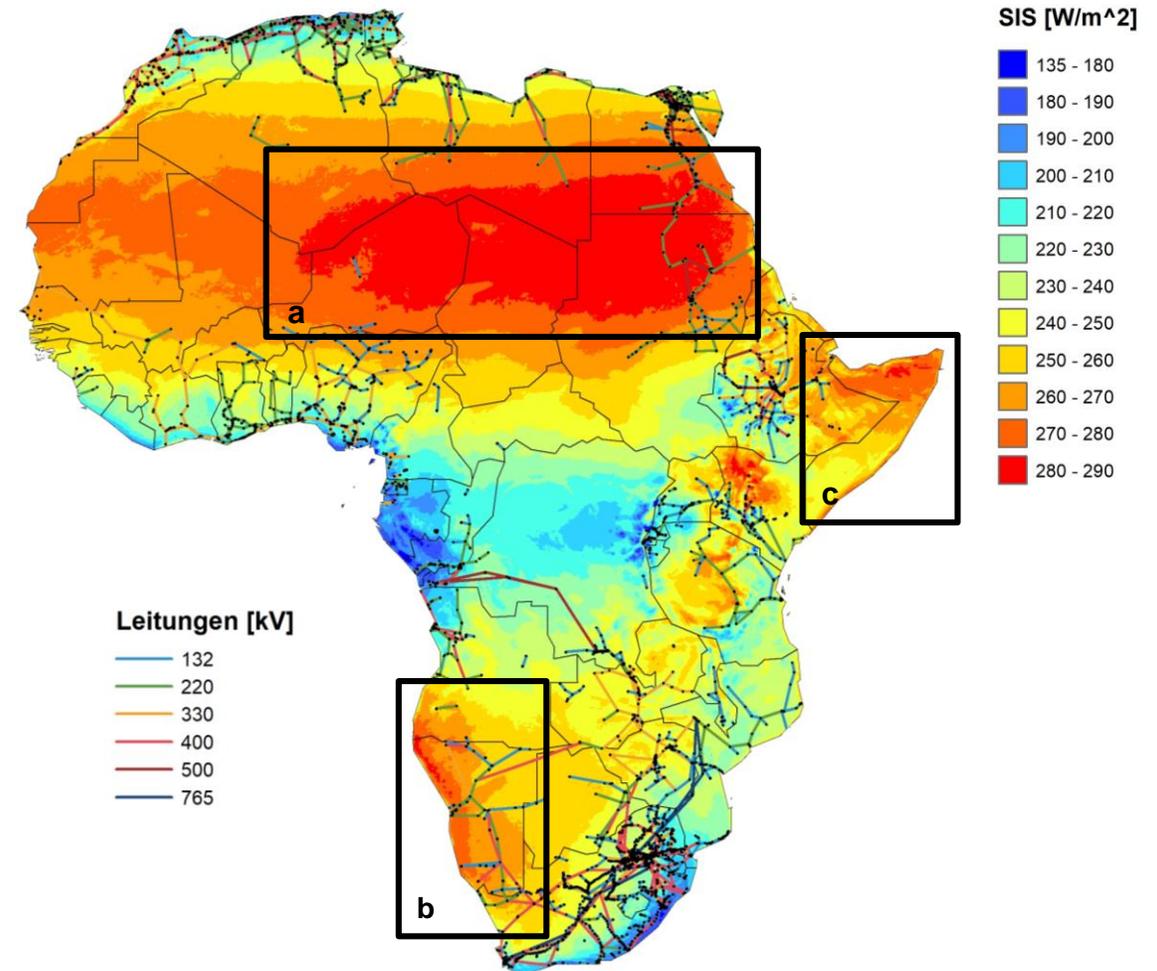
Ergebnisse - Nutzung Solarpotential

- Größte Solarpotential
 - (a) in der Sahara
 - (b) Westküste von Angola und Namibia
 - (c) und Kenia und Somalia

- Sahara sehr dünn besiedelt und deshalb kaum Elektrizitätsinfrastruktur vorhanden

- Hohe Kosten für Leitungen (HVDC)

- Hohe Temperaturen und Bedeckung mit Sand senken Wirkungsgrad



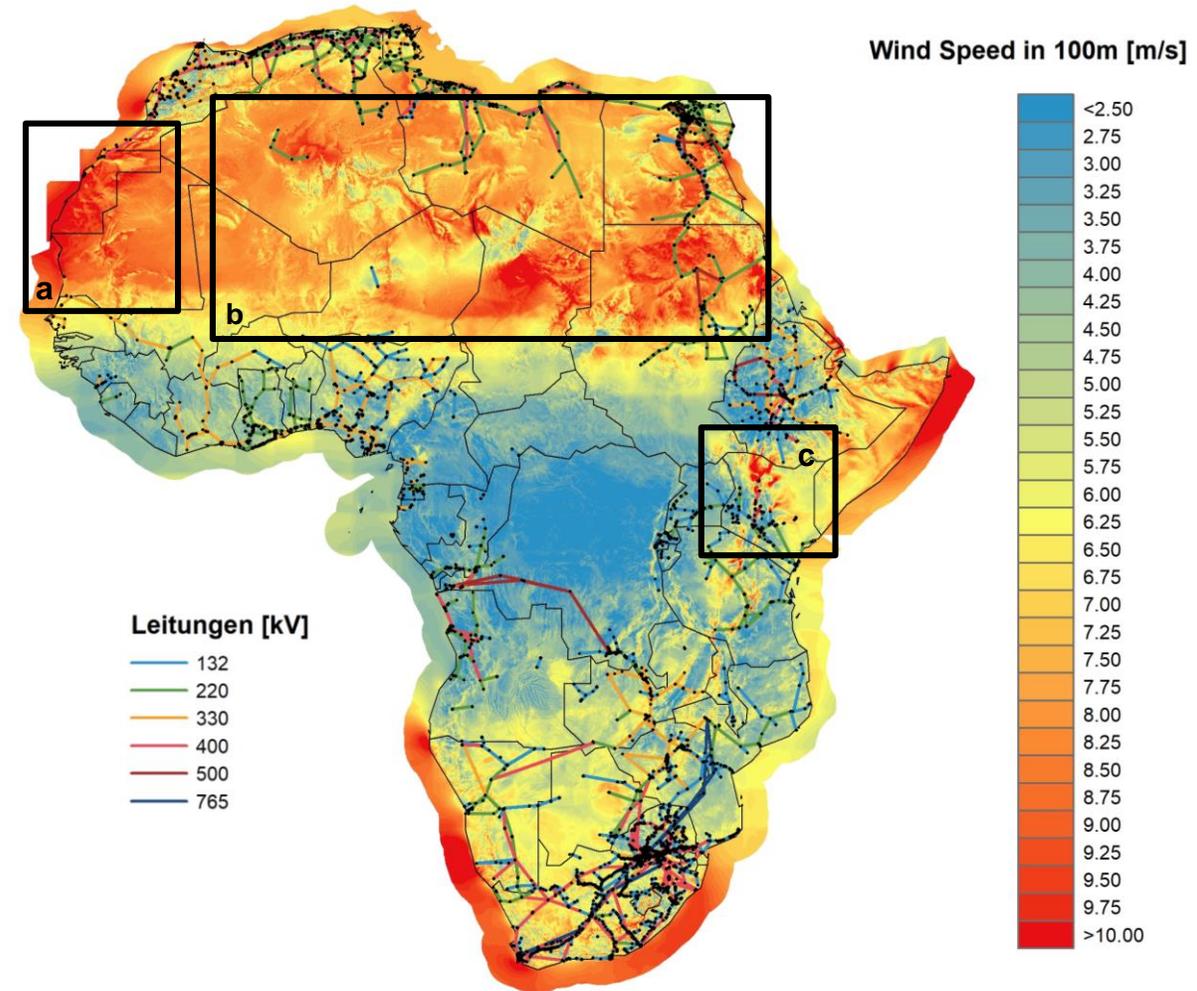
Strahlungsdaten von U. Pfeifroth et al., "Surface Radiation Data Set - Heliosat (SARAH) - Edition 2 (CMSAF)," 2017.

Ergebnisse - Nutzung Windpotential

- On-shore Windpotential im nördlicheren Teil höher
 - (a) West-Sahara
 - (b) Sahara
 - (c) Turkana-See

- Wie bei PV: Fehlende Infrastruktur in (West-) Sahara

- Lake Turkana Wind Power Station derzeit in Bau (310,25 MW)



Winddaten von Technical University of Denmark, "Global Wind Atlas 3.0."

Fazit und Ausblick

- Großes Wind- und Solarpotential in Afrika vorhanden
- Fehlende Elektrizitätsinfrastruktur in Gebieten mit hohem Potential → Zusätzlich zu Kosten für den Bau der PV/CSP/Wind-Kraftwerke noch Investitionen in Leitungen notwendig
- Nächste Schritte:
 - Implementierung der OSM-Leitungsdaten in das elektrizitätswirtschaftliche Simulationsmodell ATLANTIS
 - Kraftwerksdaten Afrikas hinzufügen
 - Modell mit bestehenden Daten kalibrieren
 - Simulation verschiedener zukünftiger Szenarien für die Afrikanische Elektrizitätswirtschaft

Dipl.-Ing. **Robert Gaugl**

Technische Universität Graz
Institut für Elektrizitätswirtschaft und Energieinnovation
Inffeldgasse 18
8010 Graz

Tel.: +43 316 873 7904
Fax: +43 316 873 107904

Email: robert.gaugl@tugraz.at
Web: iee.tugraz.at

<https://www.facebook.com/iee.tugraz/>

<https://www.linkedin.com/company/iee-tugraz>

