

---

# Stromausfall in Köpenick

— Wie konnte das passieren?

Vortrag: Anya Heider und Ricardo  
Reibsch

Vorarbeit: Dr. Kathrin  
Goldammer, Lukas Berger,  
Santiago Infantino Moreno

# Das Reiner Lemoine Institut (RLI)

- ▶ Gemeinnütziges, unabhängiges Forschungsinstitut
- ▶ 100 % Tochter der Reiner Lemoine-Stiftung
- ▶ Gegründet 2010 in Berlin
- ▶ Angewandte Forschung für 100 % Erneuerbare Energien



**Reiner Lemoine † 2006**  
Gründer der Reiner Lemoine-  
Stiftung

## Drei Forschungsbereiche:

### Transformation von Energiesystemen

- ▶ Simulation Integrierter Energiesysteme
- ▶ Modellierung mit Speichern
- ▶ Transformationsforschung

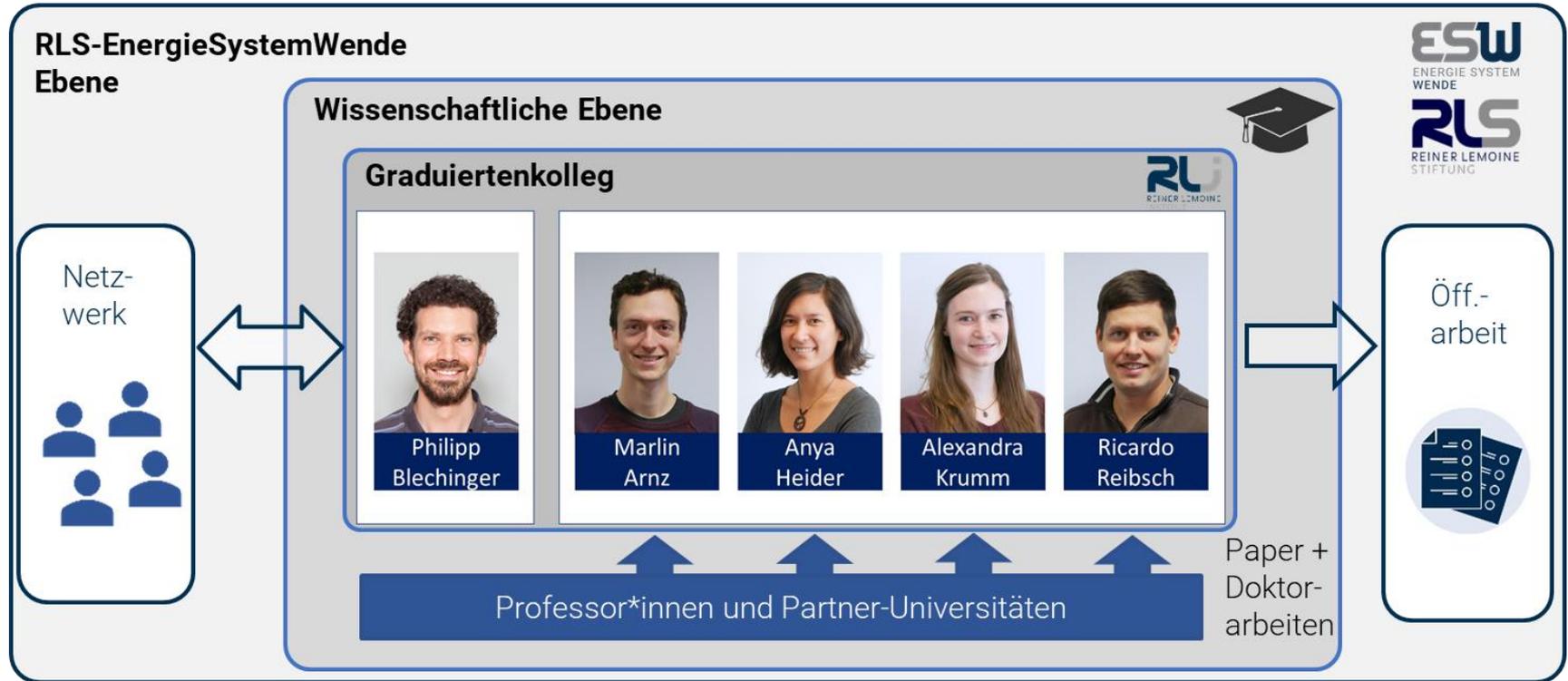
### Mobilität mit Erneuerbaren Energien

- ▶ Batterieelektrische Mobilität
- ▶ H<sub>2</sub>-Mobilität
- ▶ Elektrolyse und Power-to-Gas
- ▶ Optimierung von Topologie und Betriebsführung von Micro Grids
- ▶ Ladeinfrastrukturplanung

### Off-Grid Systems

- ▶ Netzferne Energieversorgung
- ▶ Simulation hybrider Mini-Grids
- ▶ GIS Analysen
- ▶ Ländliche Elektrifizierungsplanung
- ▶ Marktpotenzialstudien

# Über uns: das RLS-Graduiertenkolleg

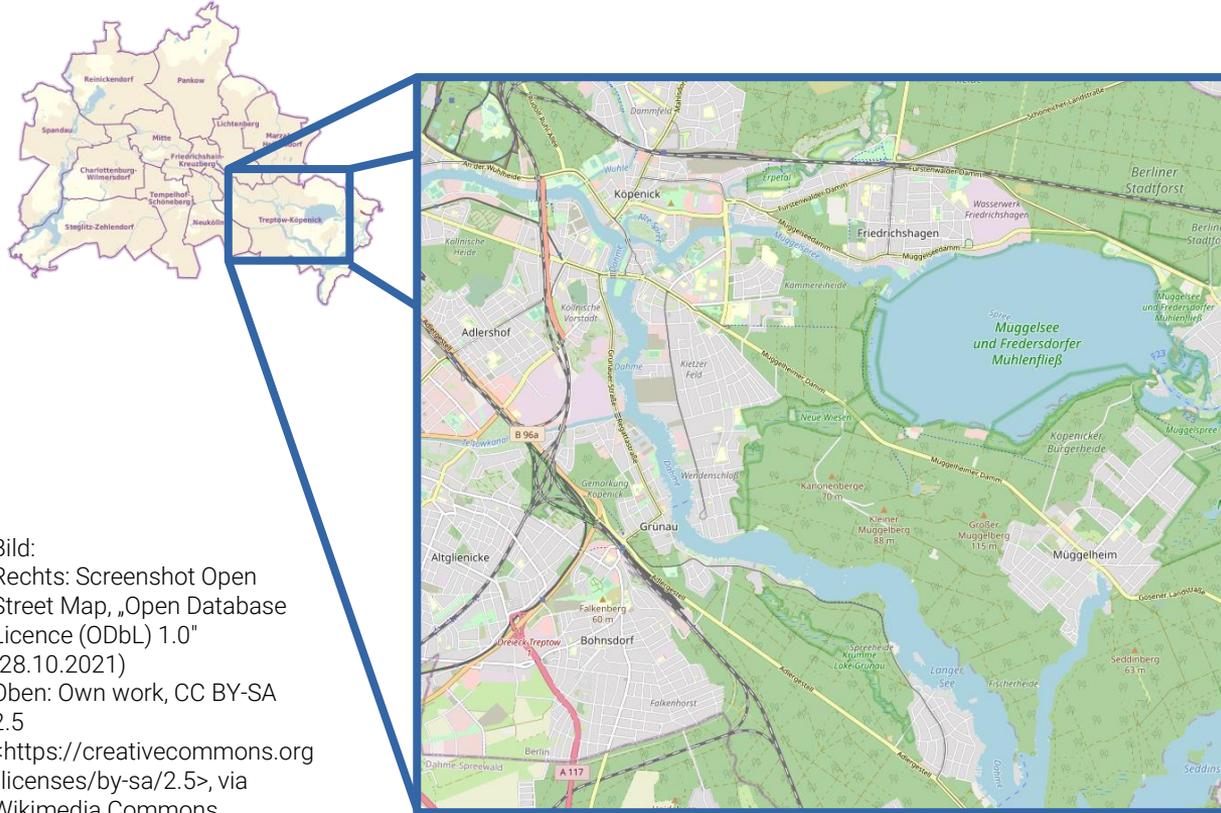


Mehr zum Nachlesen: <https://www.reiner-lemoine-stiftung.de/kolleg/>

# Köpenicker Stromausfall: Was war passiert?



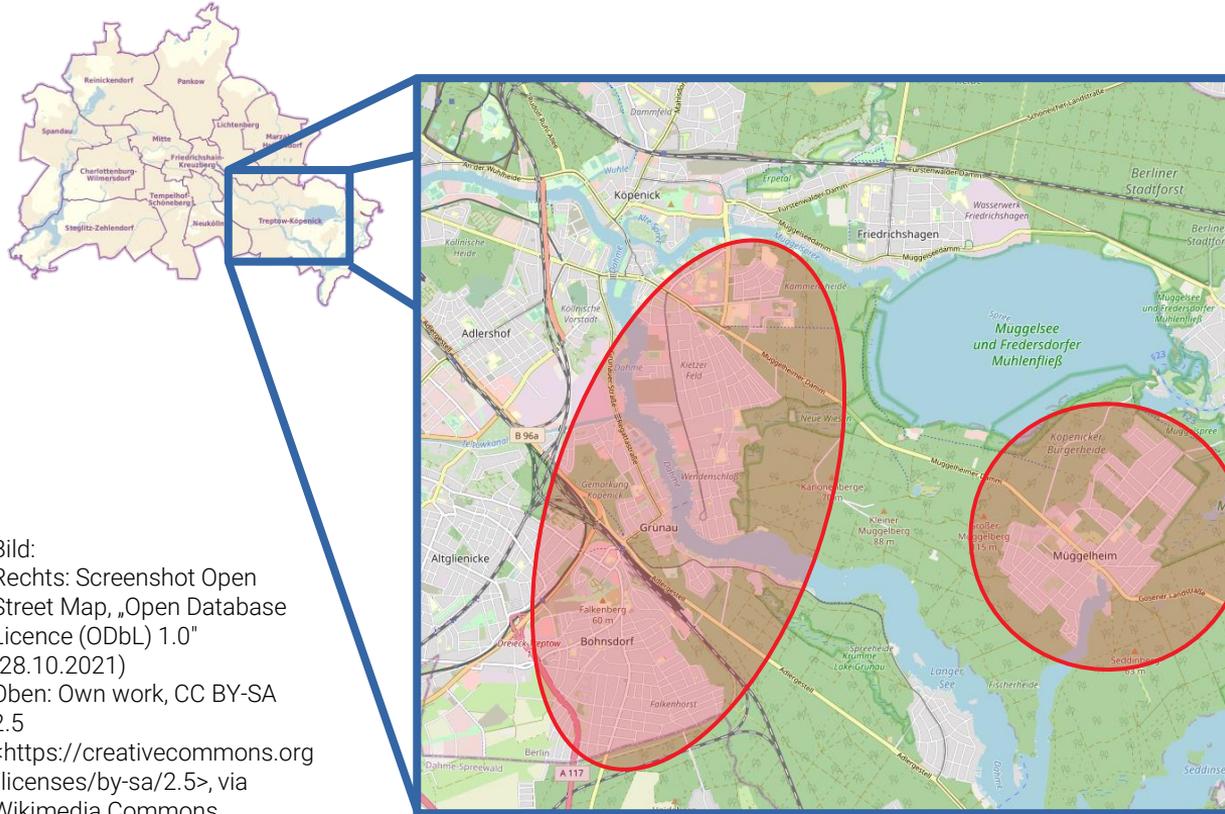
# Köpenicker Stromausfall: Was war passiert?



- ▶ 19.-20. Februar 2019
- ▶ Rund 30.000 Haushalte
- ▶ für 31 Stunden ohne Strom
- ▶ Krankenhäuser, Schulen und Mobilnetz ebenfalls betroffen
- ▶ Neben Köpenick waren auch Ortsteile Bohnsdorf, Grünau, Köpenick, Muggelheim und Schmöckwitz betroffen

Bild:  
Rechts: Screenshot Open Street Map, „Open Database Licence (ODbL) 1.0“ (28.10.2021)  
Oben: Own work, CC BY-SA 2.5  
<<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.5/>>, via Wikimedia Commons

# Köpenicker Stromausfall: Was war passiert?



- ▶ 19.-20. Februar 2019
- ▶ Rund 30.000 Haushalte
- ▶ für 31 Stunden ohne Strom
- ▶ Krankenhäuser, Schulen und Mobilnetz ebenfalls betroffen
- ▶ Neben Köpenick waren auch Ortsteile Bohnsdorf, Grünau, Köpenick, Muggelheim und Schmöckwitz betroffen

Bild:  
Rechts: Screenshot Open Street Map, „Open Database Licence (ODbL) 1.0“ (28.10.2021)  
Oben: Own work, CC BY-SA 2.5  
<<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.5/>>, via Wikimedia Commons

# Wie ist das passiert?

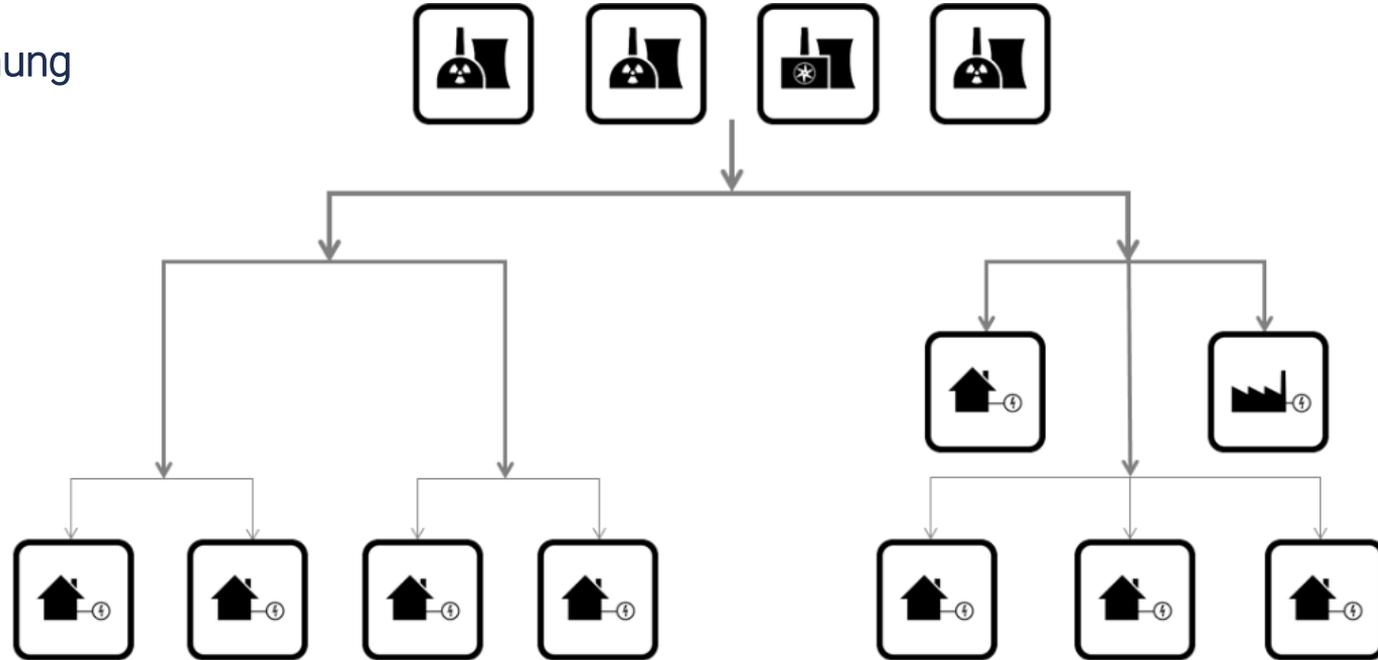
## Zunächst ein kleiner Exkurs

# Struktur des Stromnetzes in Deutschland

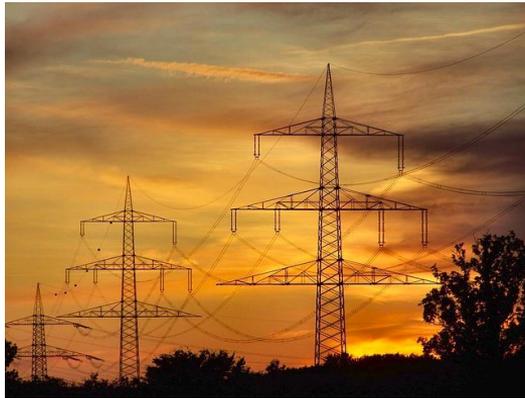
Hoch- und Höchstspannung  
110 kV / 220 – 380 kV

Mittelspannung  
1 - 50 kV

Niederspannung  
400/230V



# Hoch-/Höchstspannungsebene



[1]



[2]

- Von 380 kV bis 110 kV
- Hauptsächlich für die Übertragung der Elektrizität verantwortlich

## Erzeuger:

- Kohlekraftwerke
- Kernkraftwerke
- Große Wasserkraftwerke



[3]



[4]



[5]

Spannungen meist um 10 - 20 kV

## **Verbraucher:**

- Größere Industriebetriebe und Büro-/ Dienstleistungsgebäude

## **Erzeuger:**

- Große Freiflächensolaranlagen
- Windenergieanlagen
- kleinere konventionelle Kraftwerke

# Niederspannungsebene



Spannungen ab 400V bis 230V („Steckdose“)

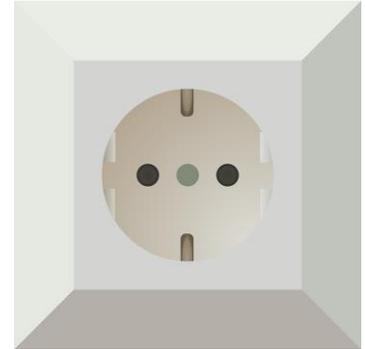
## Verbraucher:

- Haushalte, Elektroautos,
- kleine Betriebe



[6] **Erzeuger:**

- Dach-Photovoltaikanlagen



[7]

[8]

# Zurück zum Thema

## Was ist in Köpenick passiert?



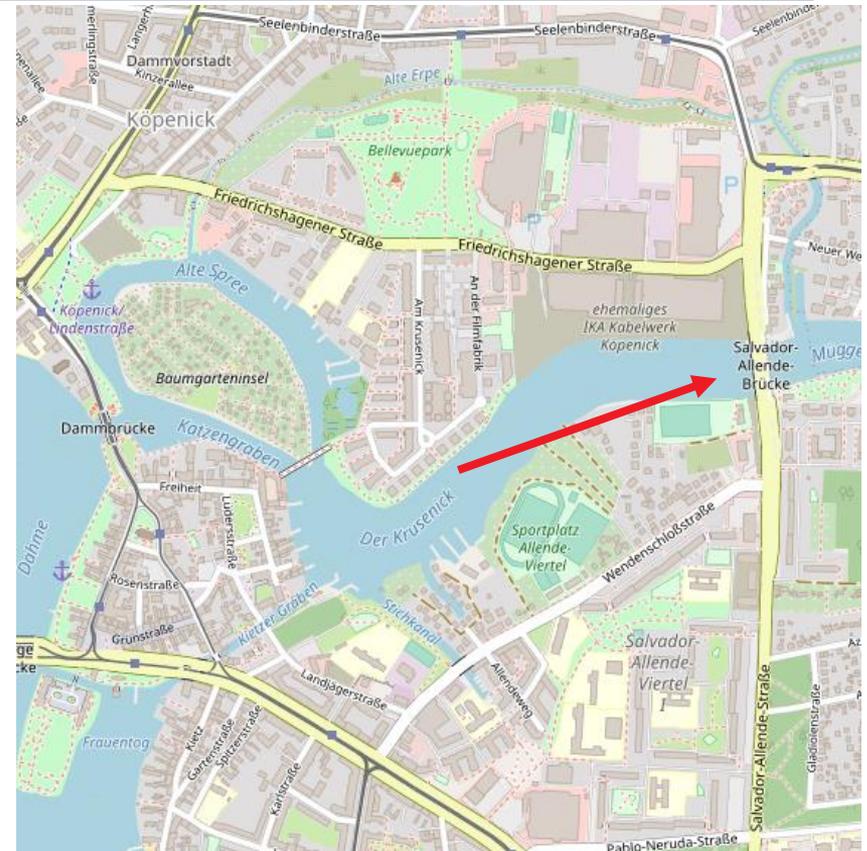
# Das Mittelspannungsnetz in Berlin



Bild: Stromnetz Berlin

# Wie ist es passiert?

- Baufirma hatte Information vermutlich übersehen und an der Stelle gebohrt
- Zerstörung von zwei Mittelspannungsleitungen, die verantwortlich für die Stromübertragung des ganzen südwestlichen Gebiet Berlins waren.



# Salvador-Allende-Brücke: Ein “neuralgischer” Punkt

- Da gerade diese zwei Leitungen zerstört wurden, wurden die Redundanzmaßnahmen überschritten (n-1 Regel)
- Zugang zu Leitungen schwer erreichbar → Reparieren dauerte mehrere Stunden

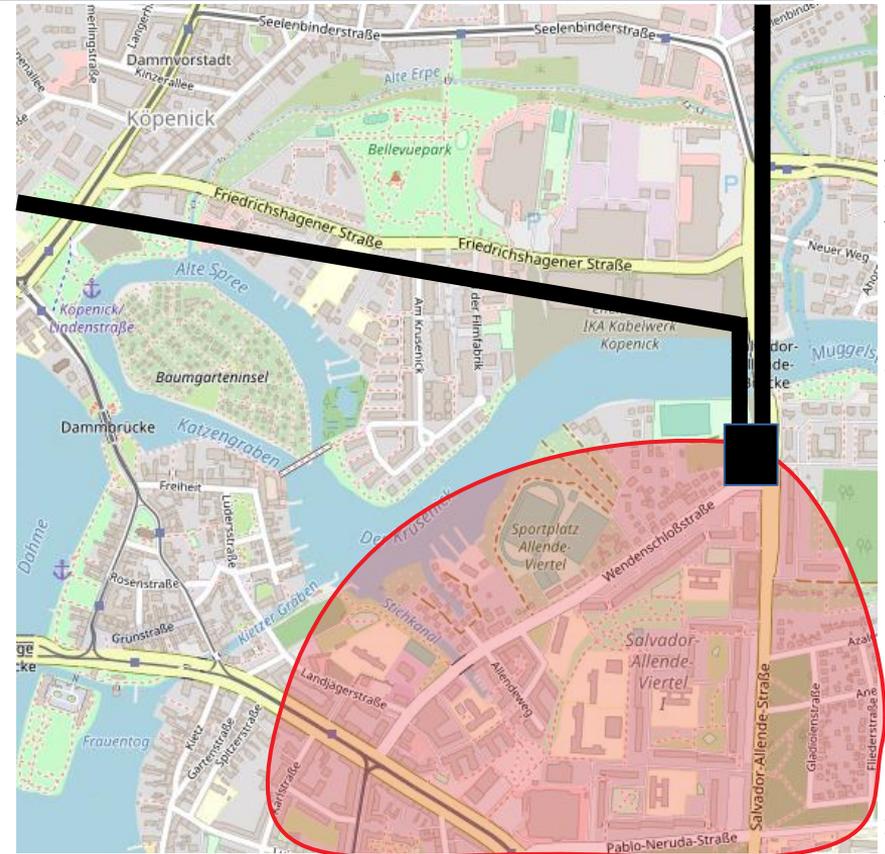


Bild: Screenshot Open Street Map, „Open Database Licence (ODBL) 1.0“ (20.05.2019)

# Passiert sowas besonders häufig in Berlin?

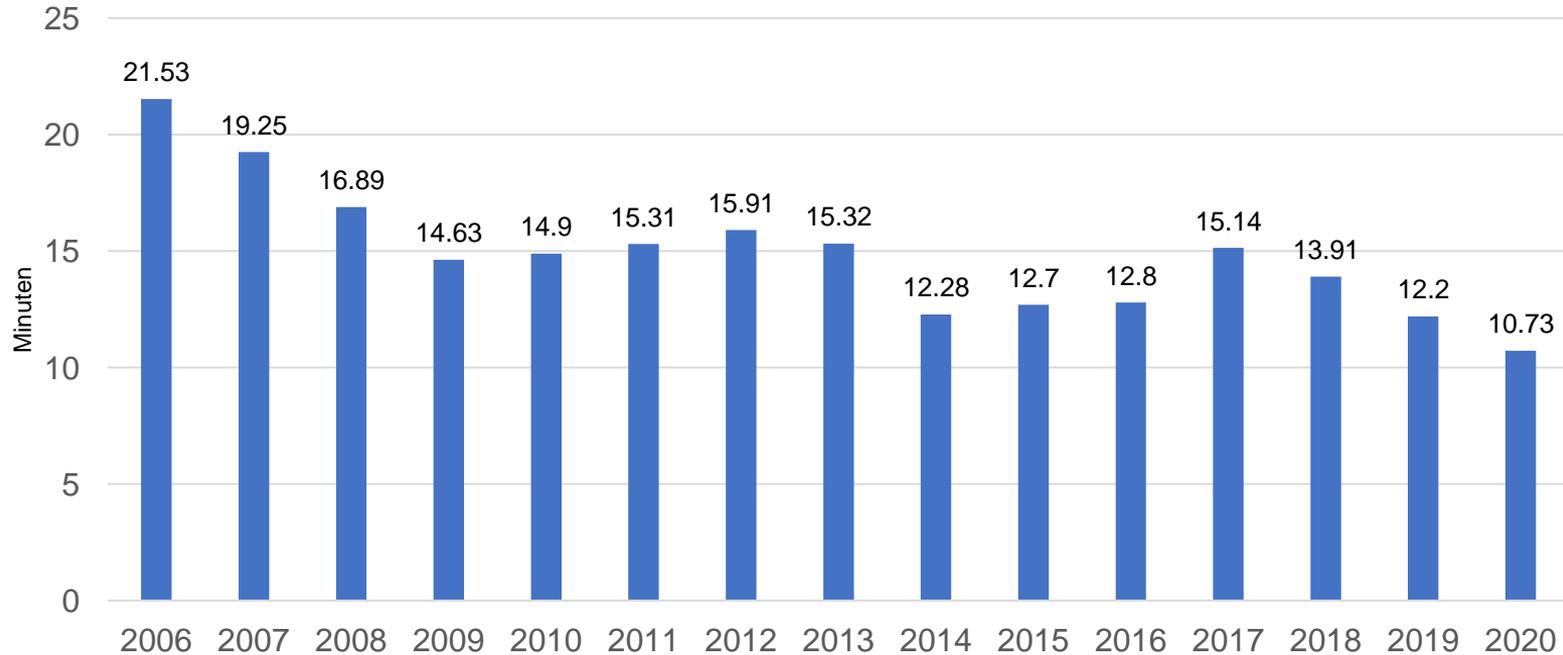


- Die Verfügbarkeit von Strom bzw. die Nicht-Verfügbarkeit wird international gemessen
- Das Maß lautet „SAIDI“: System Average Interruption Duration Index
- SAIDI misst die durchschnittliche Nicht-Verfügbarkeit pro Endverbraucher in einem Kalenderjahr

Was schätzen Sie?

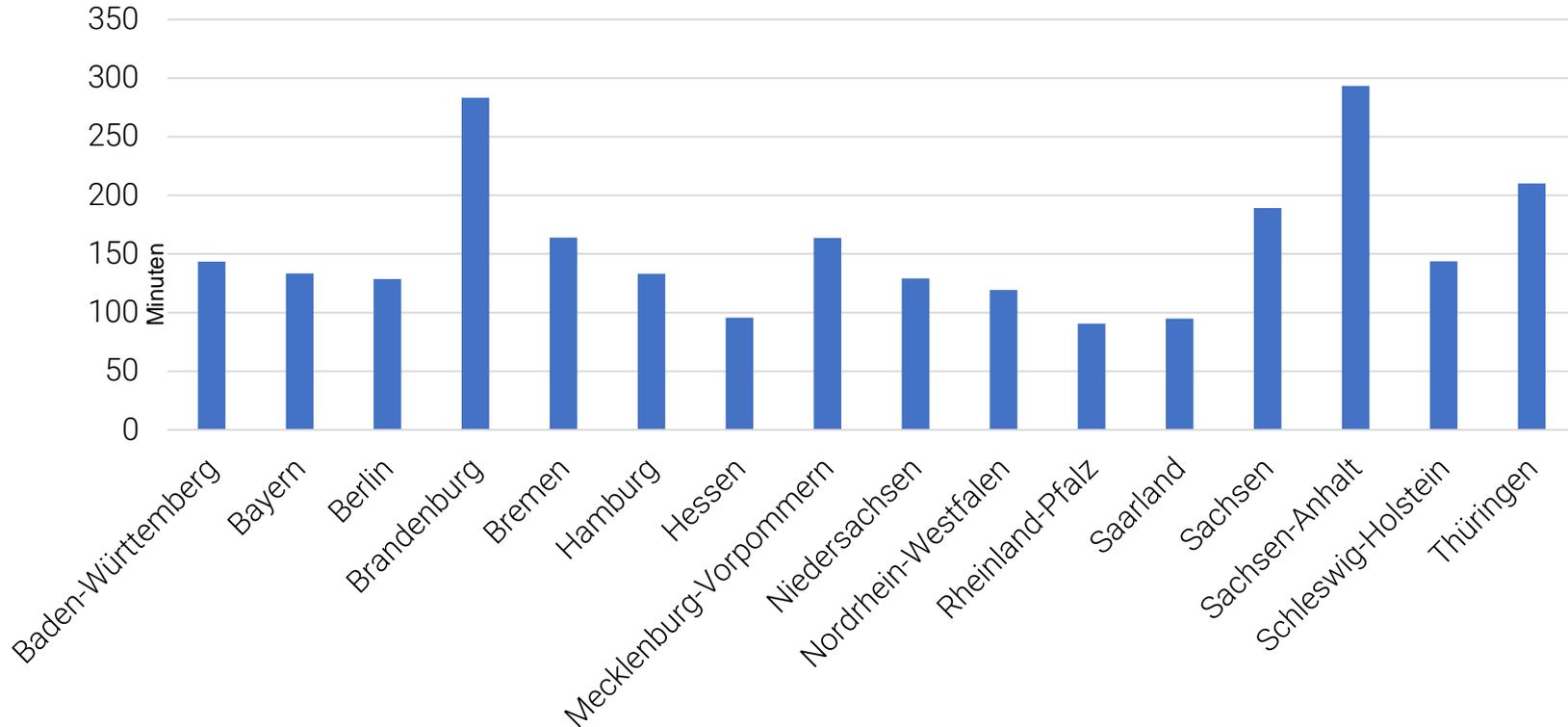
# Bundesweite Entwicklung 2006 – 2017

## SAIDI

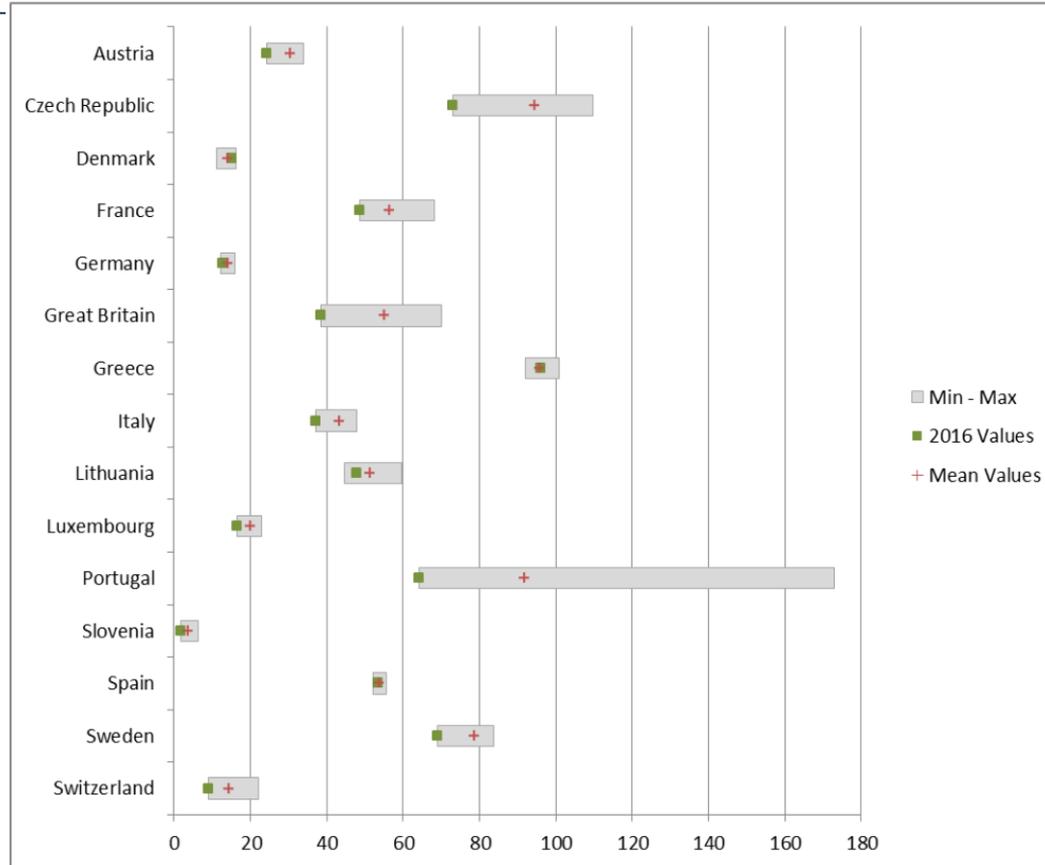


Quelle: [https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen\\_Institutionen/Versorgungssicherheit/Versorgungsunterbrechungen/Auswertung\\_Strom/start.html](https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/Versorgungssicherheit/Versorgungsunterbrechungen/Auswertung_Strom/start.html)

# Versorgungsunterbrechung pro Letztverbrauchenden 2008 – 2017



# SAIDI-Werte für europäische Länder unter 200 Minuten



[1a]

# Häufigste Ursachen für Stromausfälle

---

1. **Alte Geräte:** Z.B. Küchengeräte, welche bei Defekt die Stromzufuhr unterbrechen und Leitungen schädigen
2. **Ausfall der Stromzuleitung:** Bei Defekt der Niederspannungsleitung, Freileitungen oder Transformationsstationen
3. **Bauarbeiten:** Unterbrechung des i.d.R. Mittelspannungsnetzes durch Bauarbeiten können zu Stromausfällen in Ortschaften und Region führen
4. **Ungleichgewicht in der Stromproduktion:** Bei zu starken Schwankungen zwischen Produktion und Verbrauch
5. **Unvorhersehbare Ereignisse:** Blitzeinschläge, Stürme, Erdschluss, Lichtbogenfehler (bei Freileitungen), Schaltfehler

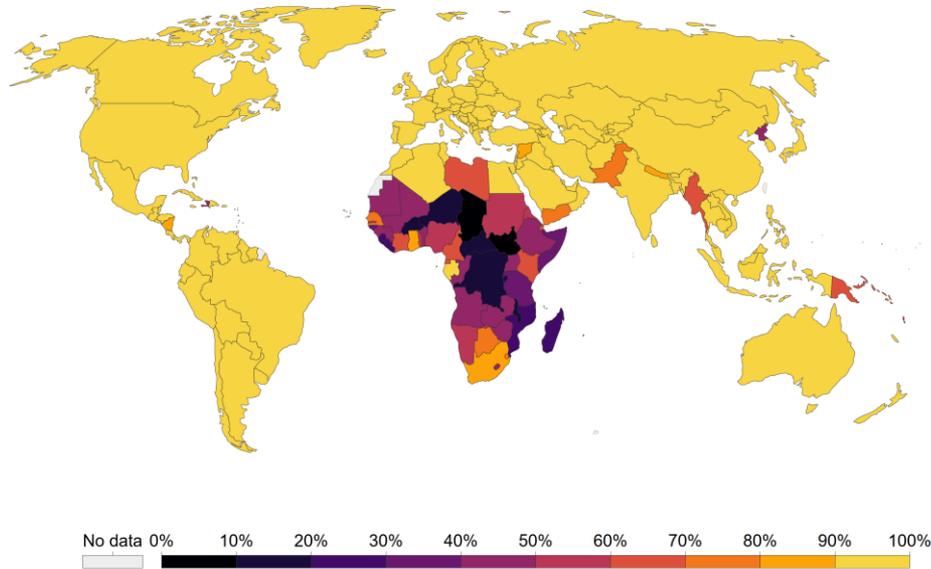
# Blick über den Tellerrand:

## Wie gut ist die Stromversorgung in anderen Ländern?

## Electricity access

Share of the population with access to electricity.

Our World  
in Data



Source: World Bank

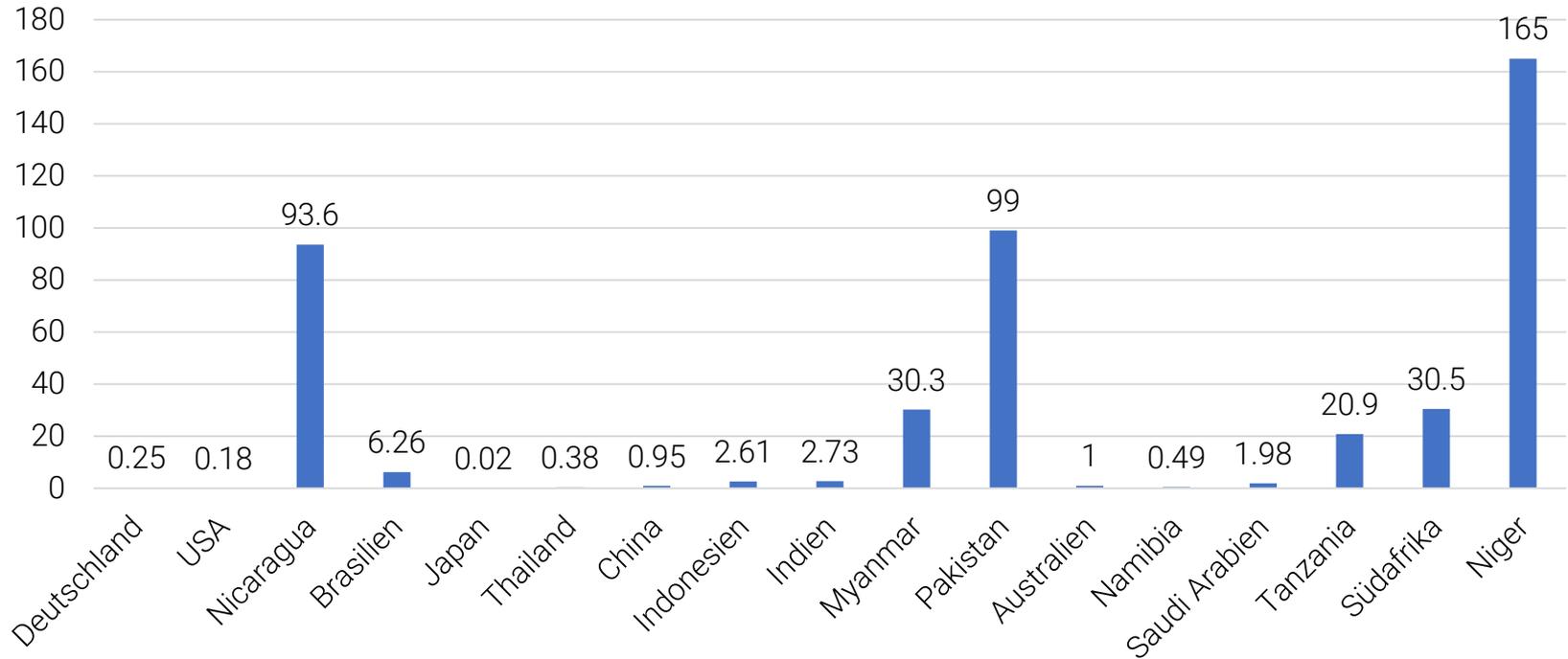
OurWorldInData.org/energy-access • CC BY

## Fast eine Milliarde Menschen weltweit ohne Zugang zu Elektrizität!

- ▶ Unzureichender Zugang insbesondere in vielen ländlichen Gebieten
- ▶ Starke Abhängigkeit vom Einkommen
- ▶ Pro-Kopf-Konsum Elektrizität variiert um den Faktor 100 weltweit
- ▶ Positiver Trend der Elektrifizierung in den letzten Jahren, gefährdet durch die Auswirkungen von COVID-19

Quelle: <https://ourworldindata.org/energy-access>

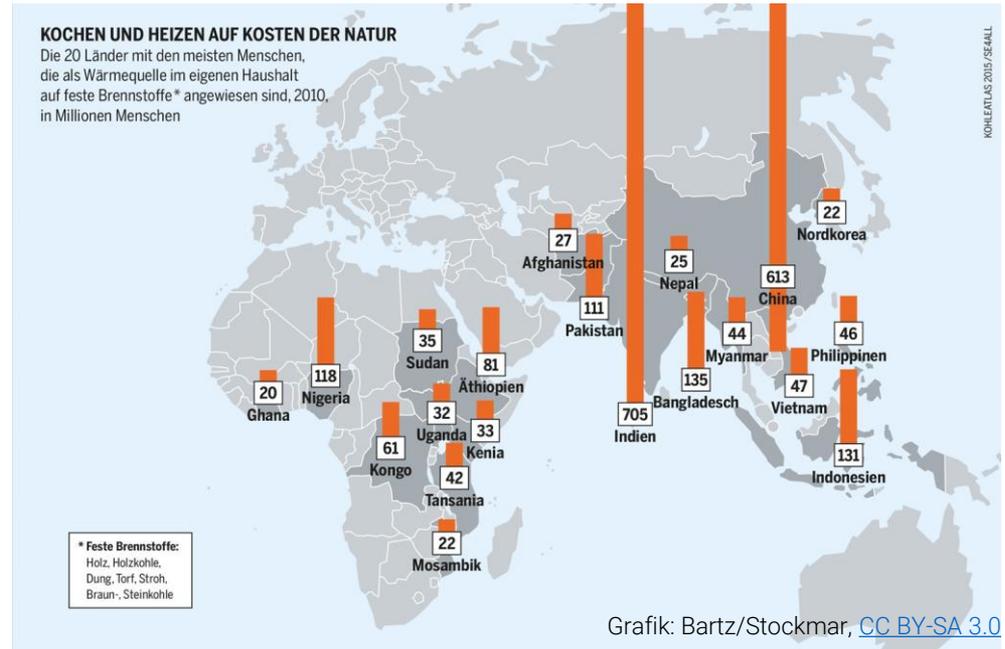
# Versorgungsunterbrechung pro Letztverbrauchenden (SAIDI) in h (2019)



Quelle: [https://govdata360.worldbank.org/indicators/hf26906b0?country=BRA&indicator=42570&viz=line\\_chart&years=2014,2019#comparison-link](https://govdata360.worldbank.org/indicators/hf26906b0?country=BRA&indicator=42570&viz=line_chart&years=2014,2019#comparison-link)

# Was bedeutet Energiearmut für die Menschen?

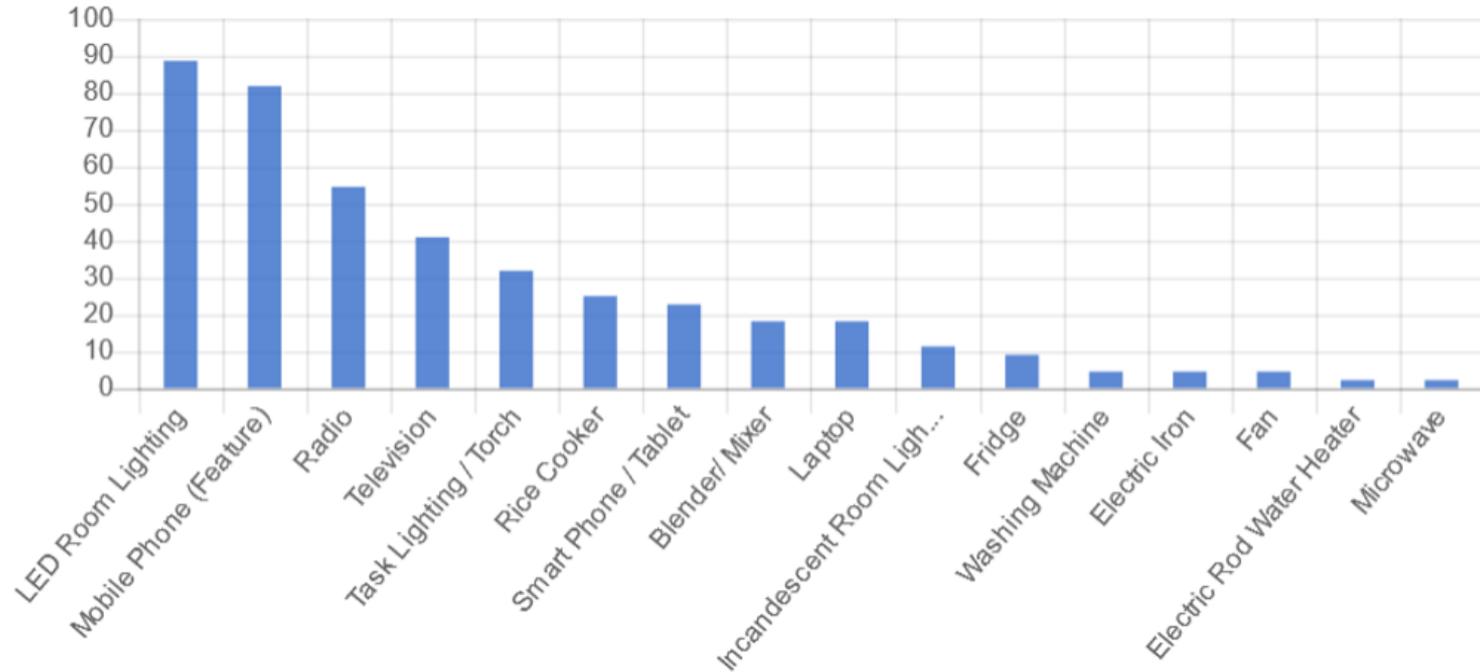
- ▶ Keine Energie zur Erzeugung von Strom, Wärme, Kälte
- ▶ Fehlen notwendiger Infrastruktur, Mangel an Produktionskapazität
- ▶ Laut IEA: 2,6 Mrd. Menschen auf Direktverbrennung von Holz(kohle) & Dung angewiesen
- ▶ Laut WHO: 4 Mio. Todesfälle/Jahr durch Rauchgase



Quellen: <https://www.iea.org/reports/sdg7-data-and-projections/access-to-clean-cooking>, <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/household-air-pollution-and-health>, <https://ourworldindata.org/energy-access#access-to-clean-fuels-for-cooking>

# Wie behelfen sich Menschen in Ländern mit geringer Elektrifizierungsrate?

Wichtigste Haushaltsgeräte laut Umfrage



# Wie kann eine mögliche Elektrifizierung aussehen?

---

## Netzanschluss

- ▶ Anschluss von nicht-elektrifizierten Regionen an das nationale Elektrizitätsnetz
  
- ▶ Erfolgslösung der vergangenen Dekaden

Quelle: <https://www.iea.org/reports/sdg7-data-and-projections/access-to-electricity>

# Wie kann eine mögliche Elektrifizierung aussehen?

## Netzanschluss

- ▶ Anschluss von nicht-elektrifizierten Regionen an das nationale Elektrizitätsnetz
- ▶ Erfolgslösung der vergangenen Dekaden

## Off-Grid Lösungen

- ▶ Kleinere dezentrale Systeme
  - ▶ **Mini-Grids:** Netzverbund von dezentralen Einheiten
  - ▶ **Solar-Home-Systems:** PV-Batterie-Systeme für einzelne Haushalte
- ▶ Vermehrt eingesetzt in den letzten Jahren, bieten kostengünstige Alternative

Quelle: <https://www.iea.org/reports/sdg7-data-and-projections/access-to-electricity>

# Ist Netzausbau immer das beste?

	Vorteile +	Nachteile -
<b>Netzausbau</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▶ Günstige Stromerzeugung durch große Kraftwerke und Hochskalierung der Produktion</li><li>▶ Zentrale Organisationsstruktur</li><li>▶ Viele Menschen können gleichzeitig davon profitieren</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▶ Lange komplexe Planungsprozesse (wo genau verlaufen die Netze?)</li><li>▶ Hohe Investitionen</li><li>▶ Begrenzte Mitgestaltungsmöglichkeiten einzelner Akteure</li></ul>

# Ist Netzausbau immer das beste?

	Vorteile +	Nachteile -
<b>Netzausbau</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▶ Günstige Stromerzeugung durch große Kraftwerke und Hochskalierung der Produktion</li><li>▶ Zentrale Organisationsstruktur</li><li>▶ Viele Menschen können gleichzeitig davon profitieren</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▶ Lange komplexe Planungsprozesse (wo genau verlaufen die Netze?)</li><li>▶ Hohe Investitionen</li><li>▶ Begrenzte Mitgestaltungsmöglichkeiten einzelner Akteure</li></ul>
<b>Dezentrale Versorgung, z.B. durch „Off-grids“ &amp; Mini-Grids“</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▶ Durch Kleinskalierung einfach zu planen und mit geringeren Investitionen realisierbar</li><li>▶ Schnellere Umsetzung von Projekten</li><li>▶ Ressourcen werden lokal genutzt</li><li>▶ Regionale Unabhängigkeit</li><li>▶ Abgelegene Regionen profitieren</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▶ Notwendigkeit vieler einzelner erfolgreicher Projekte</li><li>▶ LCOE (Stromentstehungskosten) können sehr unterschiedlich sein</li><li>▶ Je nach Region begrenzte Ressourcenverfügbarkeit</li><li>▶ Große Projekte werden oft subventioniert</li></ul>

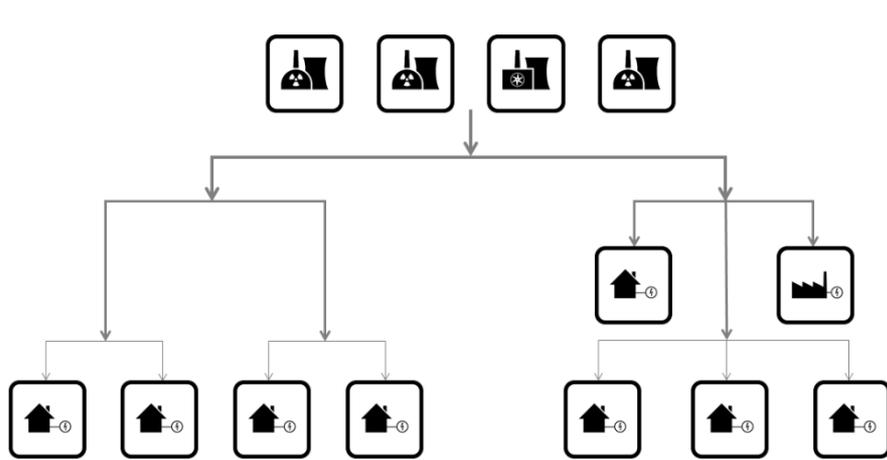


# Passieren große Stromausfälle häufiger, wenn mehr Erneuerbare Energien am Netz sind?

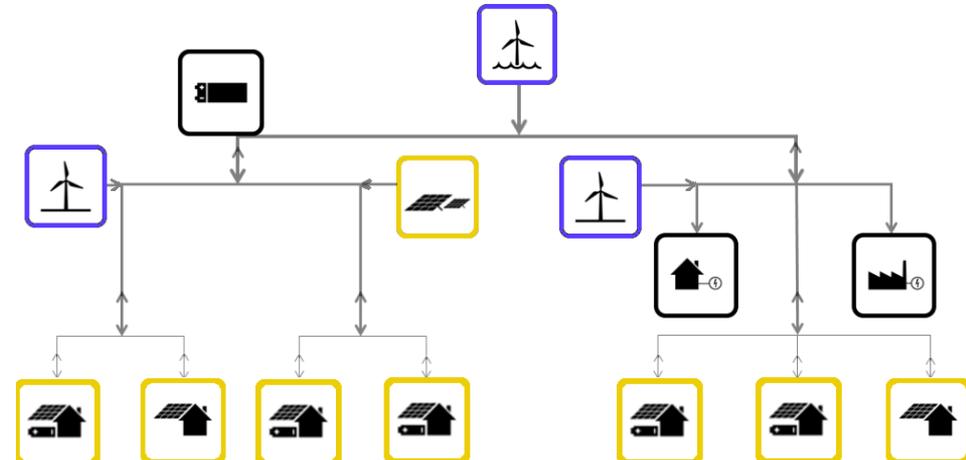
# Transformation des Energiesystems

## Das Energiesystem wird sich ändern:

- Dezentralität – räumlich verteilte Anlagen
- Sektorenkopplung – neue Verbraucher, wie E-Fahrzeuge, Wärmepumpen



**Konventionelles Energiesystem**



**Erneuerbares Energiesystem**

Nach [https://www.reiner-lemoine-stiftung.de/pdf/RLS\\_Uebersichtsstudie\\_zur\\_EnergieSystemWende\\_2.pdf](https://www.reiner-lemoine-stiftung.de/pdf/RLS_Uebersichtsstudie_zur_EnergieSystemWende_2.pdf)

## ERNEUERBARE ENERGIEN

von Gentner-

### 100 Megawatt Batteriespeicher für Englands Netzstabilität installiert

von Sven Ullrich

09.08.2021 14:30 | [Druckvorschau](#) 

**Auf den großflächigen Stromausfall im Jahr 2019 haben die englischen Netzbetreiber mit der Installation eines großen Batteriespeichers reagiert. Er wird in Zukunft mit für die Netzstabilität sorgen.**

Der 9. August 2019 wird den Engländern noch lange in Erinnerung bleiben. Denn an diesem Freitag mitten im Berufsverkehr sorgte der Ausfall eines Gas- und eines Windkraftwerks für einen großflächigen Stromausfall zunächst in den Midlands, in Südwestengland und in Wales. Aber auch Haushalte und Unternehmen in London und im Südosten Englands waren betroffen. Dazu kamen noch weitere 110.000 Kunden in Yorkshire und in Nordostengland, die ebenfalls an diesem Freitag ohne Strom blieben.



© Sungrow

**Der Großspeicher in Minety ist jetzt ein zentraler Baustein für die Netzstabilität in England.**

Quelle:  
<https://www.erneuerbareenergien.de/energiewende-20/speicher/100-megawatt-batteriespeicher-fuer-englands-netzstabilitaet-installiert>  
[29.10.2021]

## E3/DC-Speicher sichern Notstromversorgung der Haushalte während Sturmtief „Sabine“

Rund 1000 der in Deutschland installierten Photovoltaik-Heimspeicher des Unternehmens schalteten während der stürmischen Tage auf dreiphasigen Inselbetrieb um. Sie sicherten so die Versorgung der Haushalte, während die Nachbarn im Dunkeln saßen.

12. FEBRUAR 2020 SANDRA ENKHARDT

### E3/DC-Hauskraftwerke mit Notstrombetrieb am 9. und 10. Februar 2020



Am Sonntag, 9. Februar bis 16 Uhr schalten nur vereinzelt Systeme in den Notstrombetrieb.



Bis Mitternacht wächst die Zahl auf knapp 200. Es zeigen sich erste Schwerpunkte im Rheinland und im Saarland.



Am Montag, 10. Februar, bis 14 Uhr werden über 1.000 Systeme im Notstrombetrieb registriert - mit deutlichem Schwerpunkt in Bayern.

Quelle:  
<https://www.pv-magazine.de/2020/02/12/e3-dc-speicher-sichern-notstromversorgung-der-haushalte-waehrend-sturmtief-sabine/>  
[29.10.2021]

## Stromnetz

Im Rahmen der Energiewende verändert sich die Stromerzeugungslandschaft.

## Versorgungssicherheit

Die Stromversorgung in Deutschland ist außergewöhnlich hoch. Die Versorgungssicherheit ist international extrem unterschiedlich.

## Die Energieversorgung der Zukunft

... baut auf neuer Technik, digitalen Lösungen und breiteren Beteiligungsstrukturen.

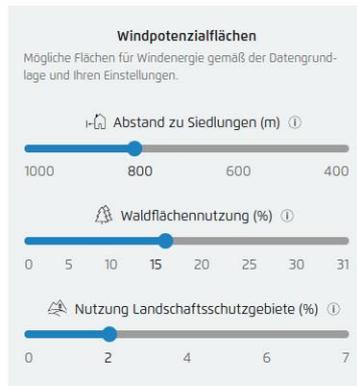
# Interesse geweckt?

<https://www.agora-energiewende.de/service/pv-und-windflaechenrechner/>

Stromerzeugung aus Windkraft an Land und Freiflächen-Photovoltaik in Deutschland (TWh) ⓘ



## 1 Potenzialflächen beeinflussen ⓘ

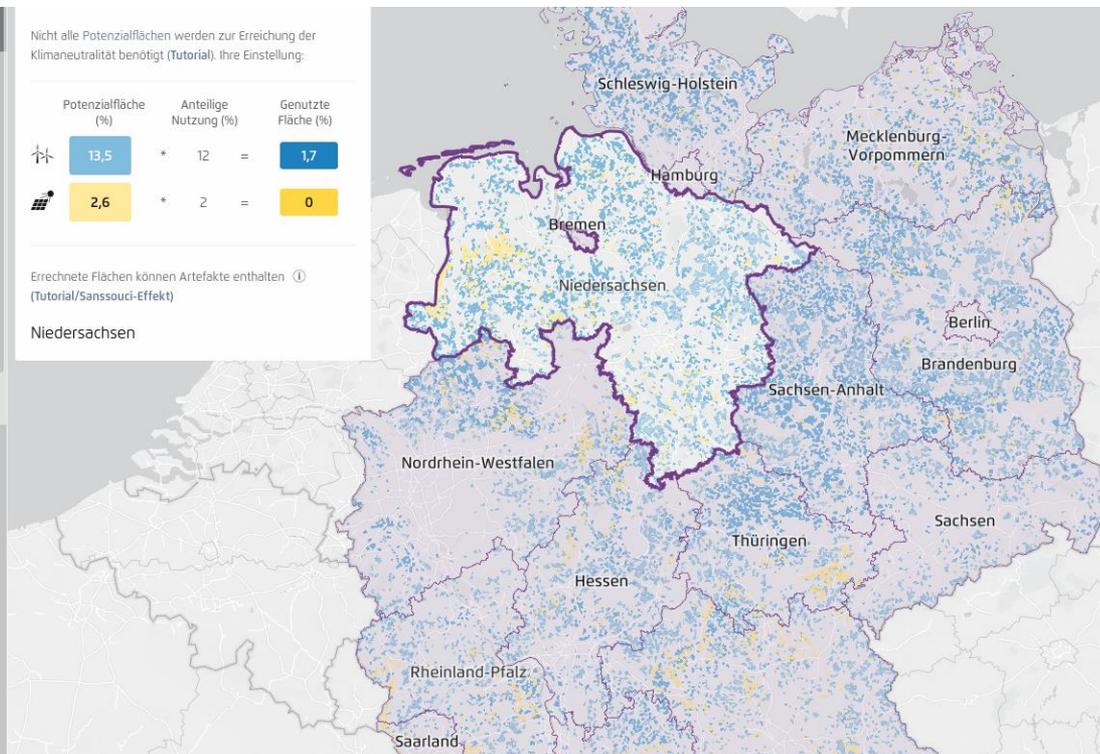


Nicht alle Potenzialflächen werden zur Erreichung der Klimaneutralität benötigt (Tutorial). Ihre Einstellung:



Errechnete Flächen können Artefakte enthalten ⓘ (Tutorial/Sanssouci-Effekt)

Niedersachsen



# Spannende Tools und Links rund ums Thema

---

## Deutschland:

Weichenstellungen zum Aufbruch ins Erneuerbare Energiesystem:  
<https://www.reiner-lemoine-stiftung.de/kolleg/#impulspapier>

PV- und Windflächenrechner:  
<https://www.agora-energiewende.de/service/pv-und-windflaechenrechner/>

## International:

Zugang zu Elektrizität:  
<https://ourworldindata.org/energy-access>

Least-cost Electrification Planning  
Nigeria: <http://rrep-nigeria.integration.org/>

Off-grid Site Identification & Prioritisation  
Myanmar: <http://adb-myanmar.integration.org/>  
Tanzania: <https://tzmapping.github.io/>

# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



Tel: +49 (0) 30 120 843 490

E-Mail: [anya.heider@rl-stiftung.de](mailto:anya.heider@rl-stiftung.de),  
[ricardo.reibsch@rl-stiftung.de](mailto:ricardo.reibsch@rl-stiftung.de)

Web: <https://www.reiner-lemoine-stiftung.de/kolleg/>

 Twitter: @RL\_Kolleg

- [1]<https://pixabay.com/de/photos/transmission-line-dawn-energie-2914869/> : ronaldosantospires (20.05.2019) ,  
Lizenz: Pixabay
- [2]<https://pixabay.com/de/photos/damm-fluss-wasser-landschaft-macht-929406/>: Russ McElroy(20.05.2019),  
Lizenz: Pixabay
- [3]<https://pixabay.com/de/photos/umspannwerk-umspannstation-1705947/> : maxmann (20.05.2019) , Lizenz:  
Pixabay
- [4]<https://pixabay.com/de/photos/alternative-zelle-sauber-21761/>: PublicDomainPictures (20.05.2019), Lizenz:  
Pixabay
- [5][https://commons.wikimedia.org/wiki/File:GreenMountainWindFarm\\_Fluvanna\\_2004.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:GreenMountainWindFarm_Fluvanna_2004.jpg):  
„GreenMountainWindFarm Fluvanna 2004“ (20.05.2019) , Lizenz: CC BY-SA 3.0
- [6]<https://pixabay.com/de/photos/solar-panel-array-dach-home-haus-1591358/>: skeeze (20.05.2019), Lizenz:  
Pixabay
- [7][https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Electric\\_Car\\_recharging.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Electric_Car_recharging.jpg): Michael Movchin, Felix Müller (20.05.2019),  
Lizenz: Pixabay
- [8]<https://pixabay.com/de/vectors/socket-stecker-strom-spannung-1294688/> :OpenClipart-Vectors (20.05.2019),  
Lizenz: Pixabay
- [9]<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Energiaberriztagarriak.jpg>: Ol-B-i.fernandez02 (20.05.2019) , CC-BY-SA-  
3.0,