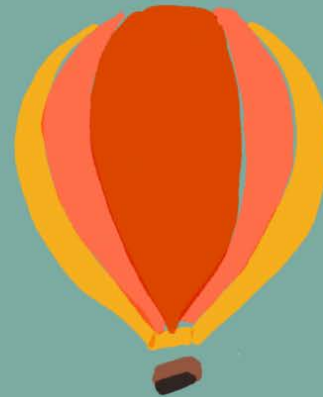
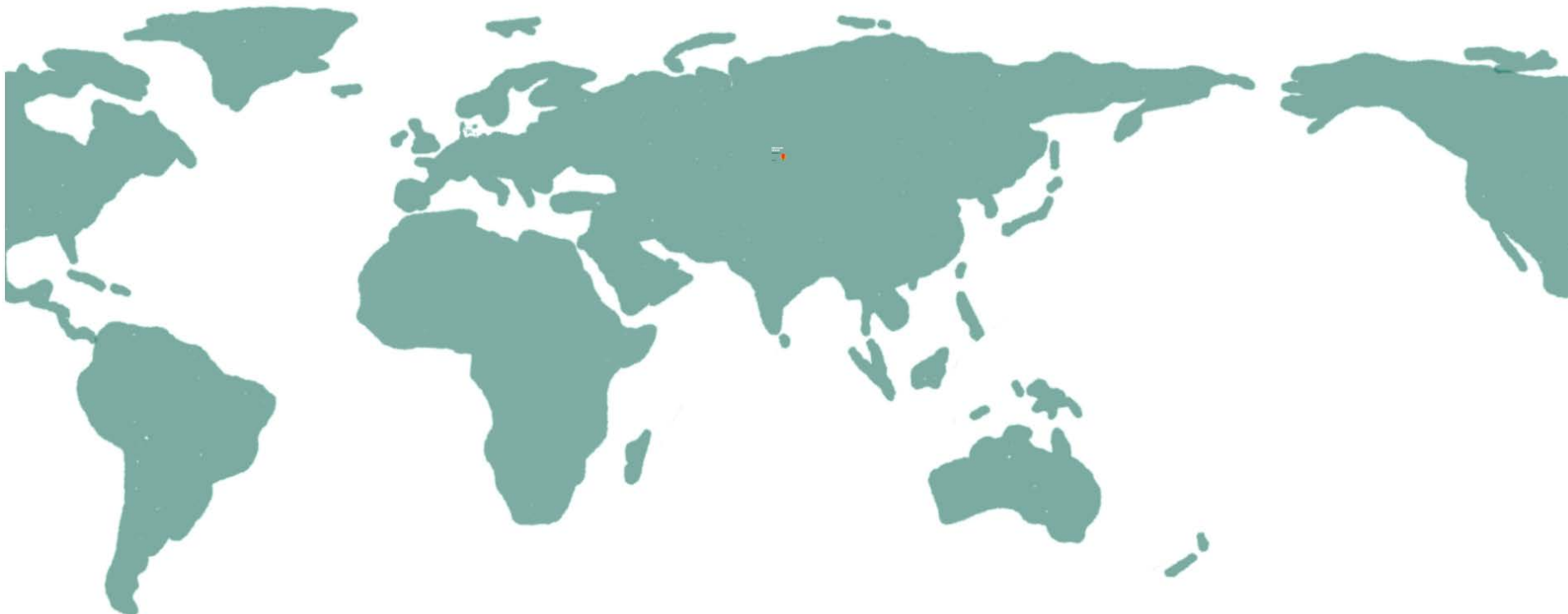


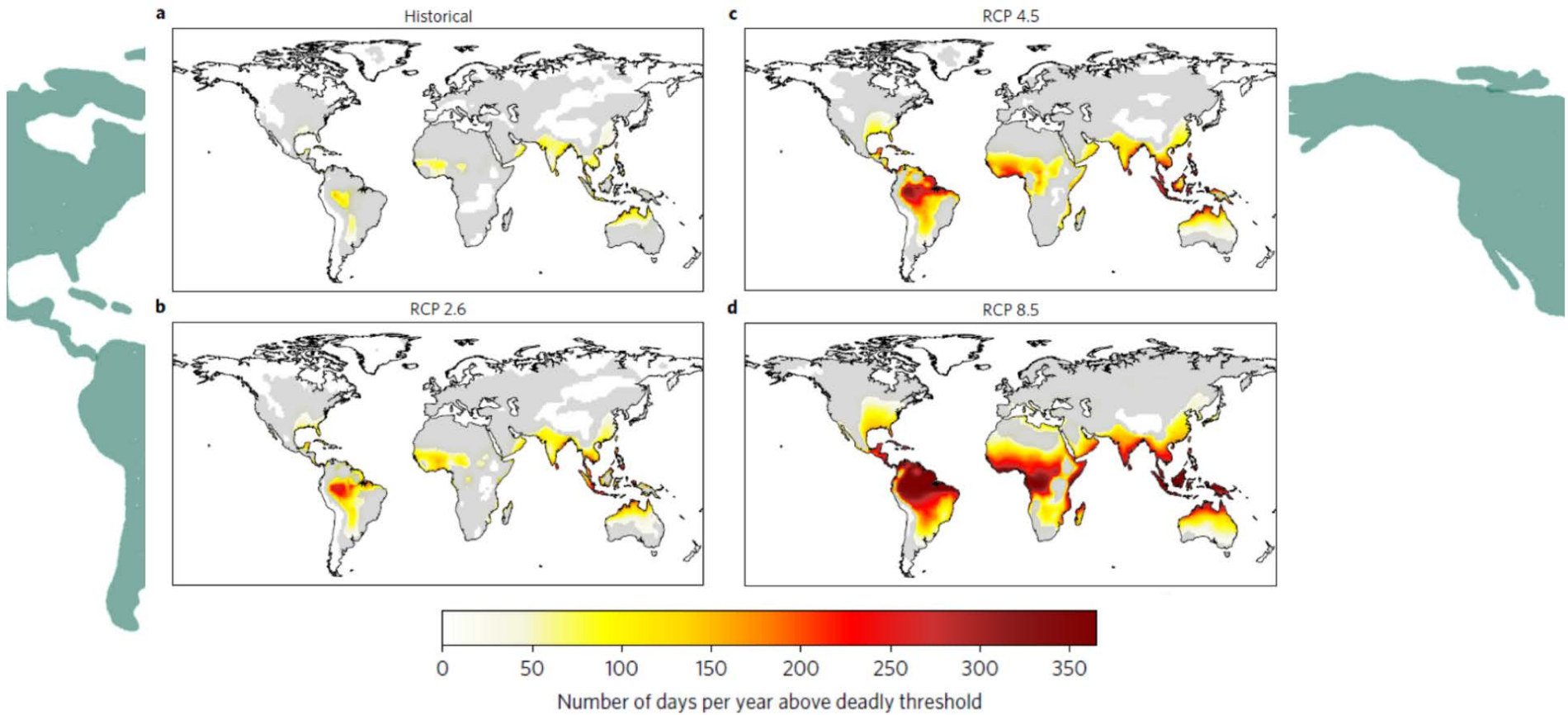
ERNEUERBARE ENERGIEN

OHNE HEISSE LUFT

Christian Holler
Joachim Gaukel



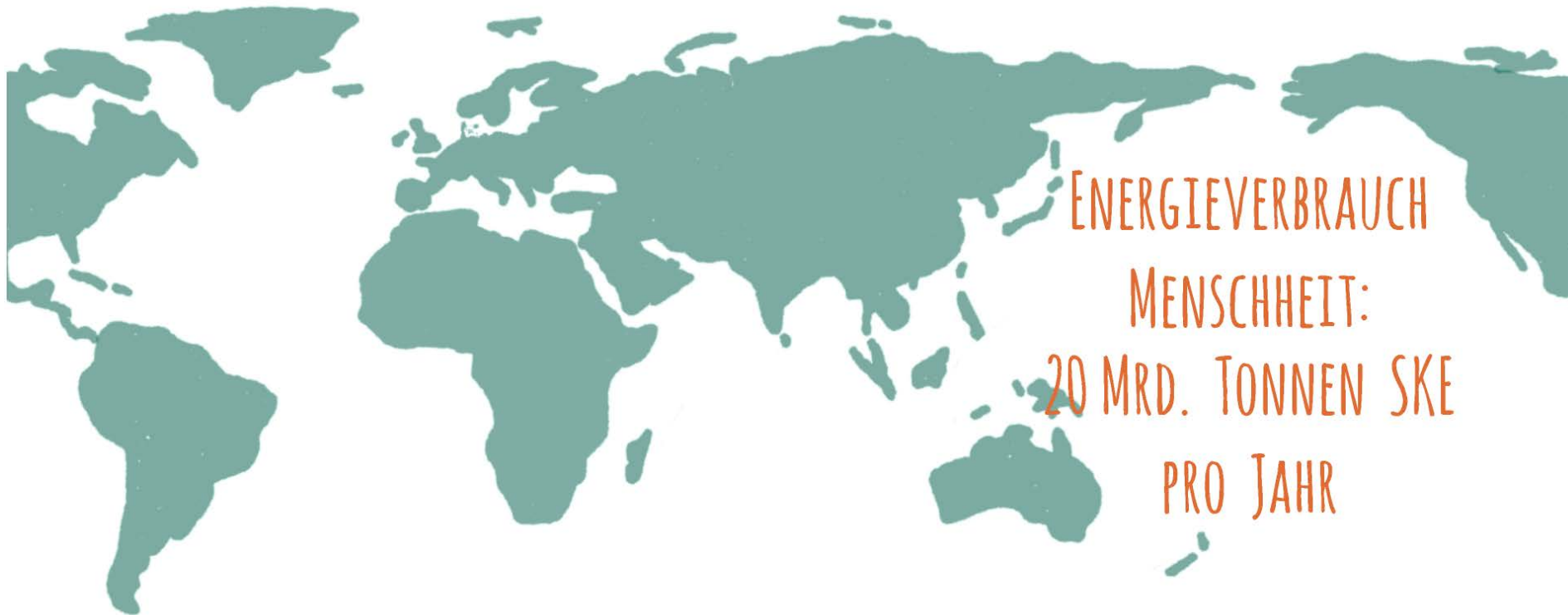




Mora et al., 2017, Nature Climate Change



"INNERHALB EINER STUNDE SCHICKT DIE SONNE SO VIEL ENERGIE
AUF DIE ERDE, WIE DIE MENSCHHEIT IN EINEM JAHR VERBRAUCHT"



SONNENEINSTRALUNG: 15.000 EJ PRO TAG



SONNENEINSTRALUNG: 15.000 EJ PRO TAG



ENERGIEVERBRAUCH
MENSCHHEIT:
20 MRD. TONNEN SKE
PRO JAHR

WINDKRAFT: 1120 TWH PRO JAHR

SONNENEINSTRALUNG: 15.000 EJ PRO TAG



WINDKRAFT: 1120 TWH PRO JAHR

EINE BESSERE EINHEIT:
KWH PRO PERSON UND TAG



$$100 \text{ W} \times 10 \text{ H} = 1 \text{ KWH}$$

1 KWH BEDEUTET:

- 10 STD. HARTE KÖRPERLICHE ARBEIT
- 30 CENT AUF DER STROMRECHNUNG
- 3 MIN WARM DUSCHEN
- 1,5 KM AUTOFAHREN (VERBRENNER)

20 MRD. TONNEN SKE VERBRAUCH
DER MENSCHHEIT PRO JAHR

=

60 KWH PRO PERSON
UND TAG



SONNENEINSTRALUNG: 15.000 EJ PRO TAG

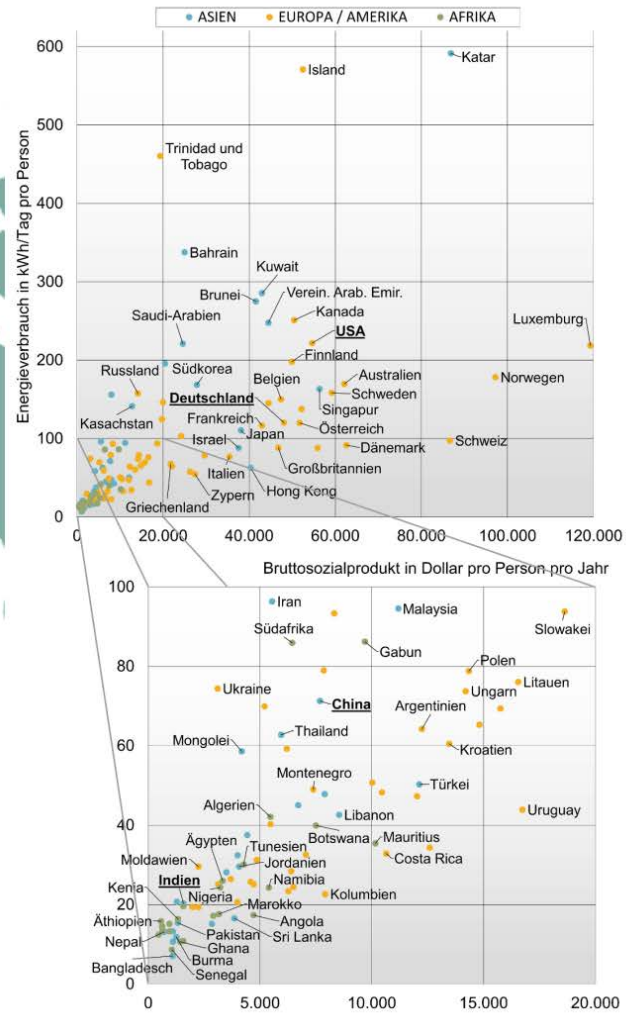


WINDKRAFT: 1120 TWH PRO JAHR

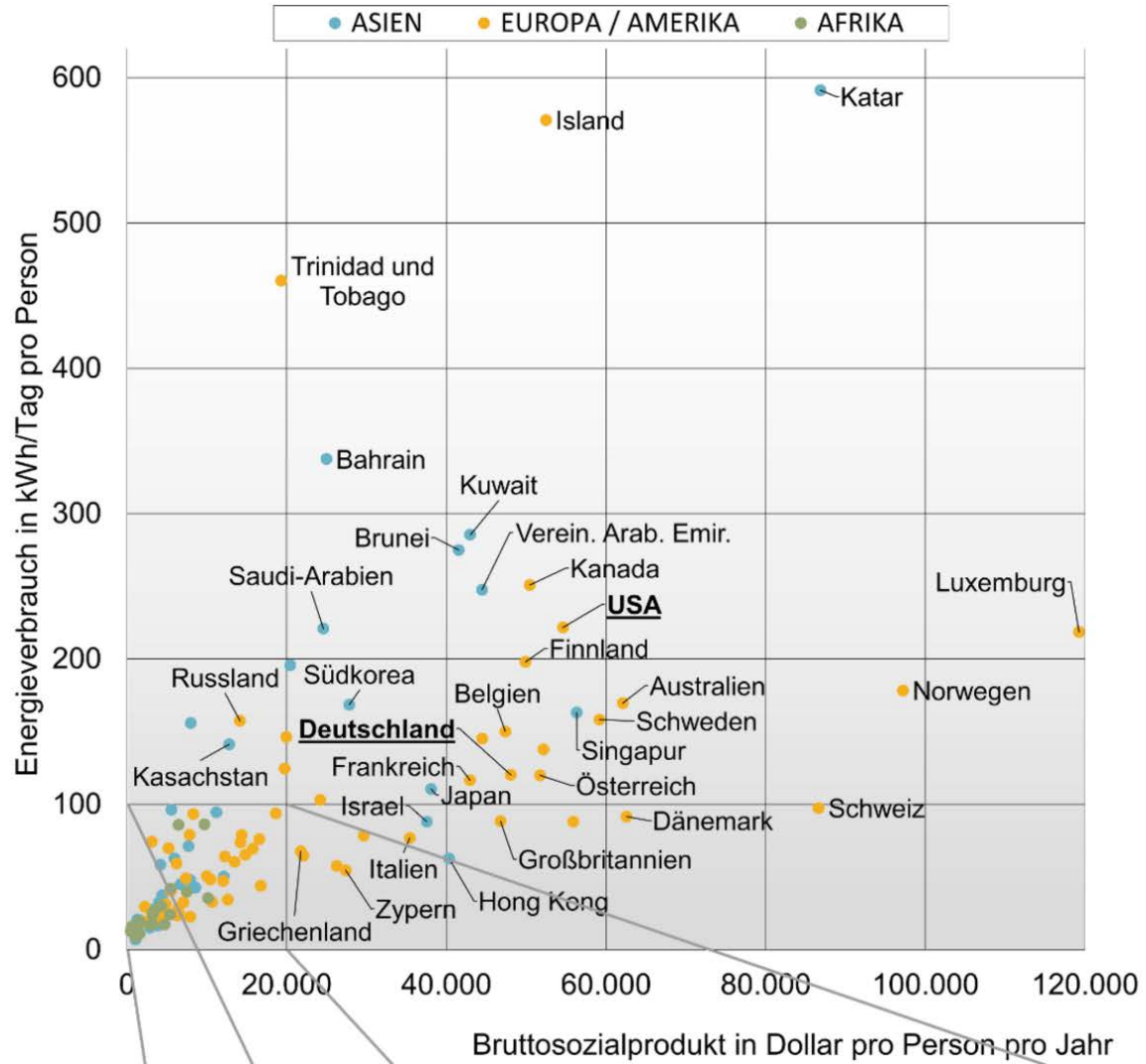
SONNENEINSTRALUNG: 550.000 KWH PRO PERSON UND TAG

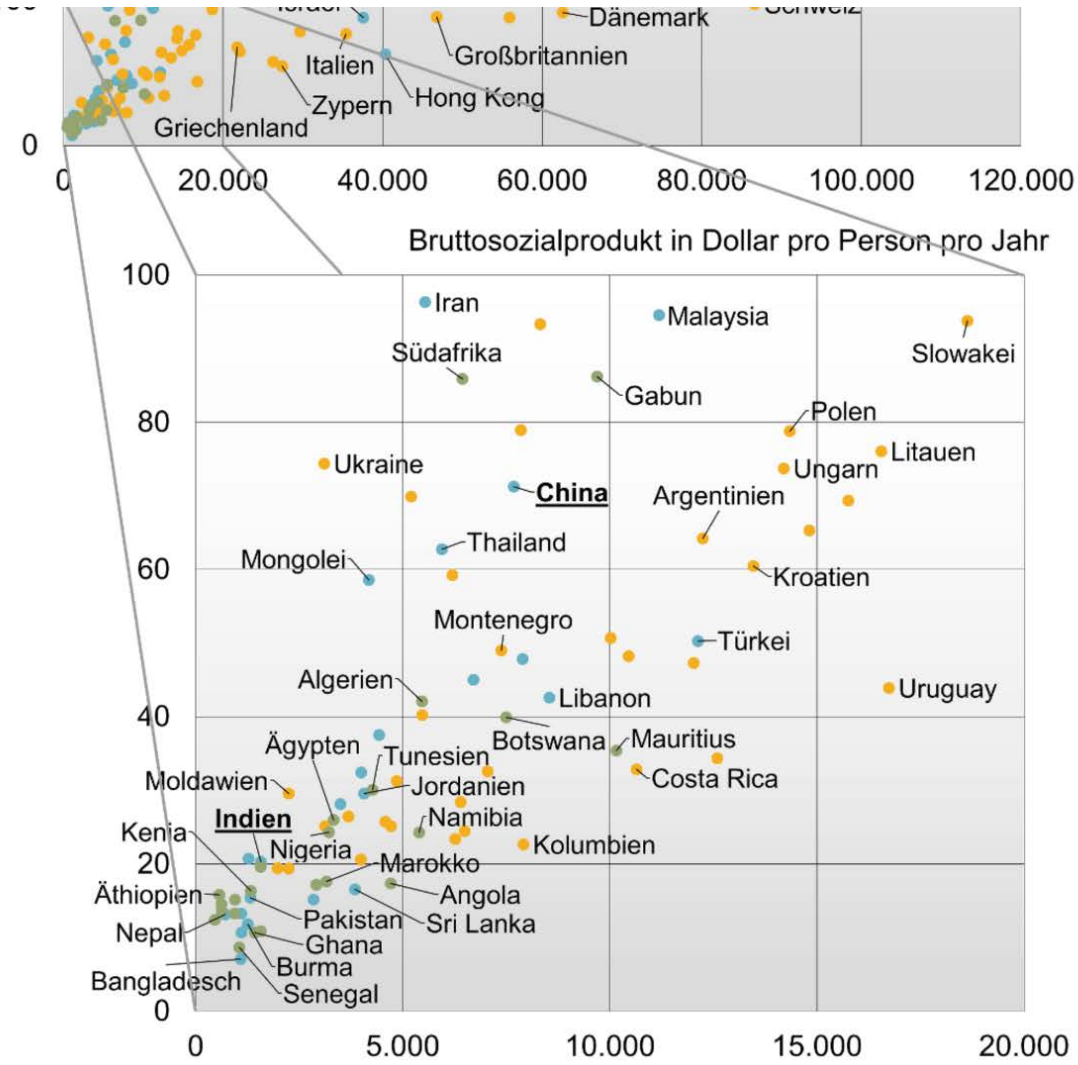


WINDKRAFT: 0,4 KWH PRO PERSON UND TAG



Datenquelle: TheGlobalEconomy.com 2014





A map of Germany is shown in a light teal color against a darker teal background. The map is outlined in black. Overlaid on the map is the text "PRIMÄRENERGIEVERBRAUCH: 120 KWH PRO PERSON UND TAG" in a white, sans-serif font.

PRIMÄRENERGIEVERBRAUCH:
120 KWH PRO PERSON UND TAG

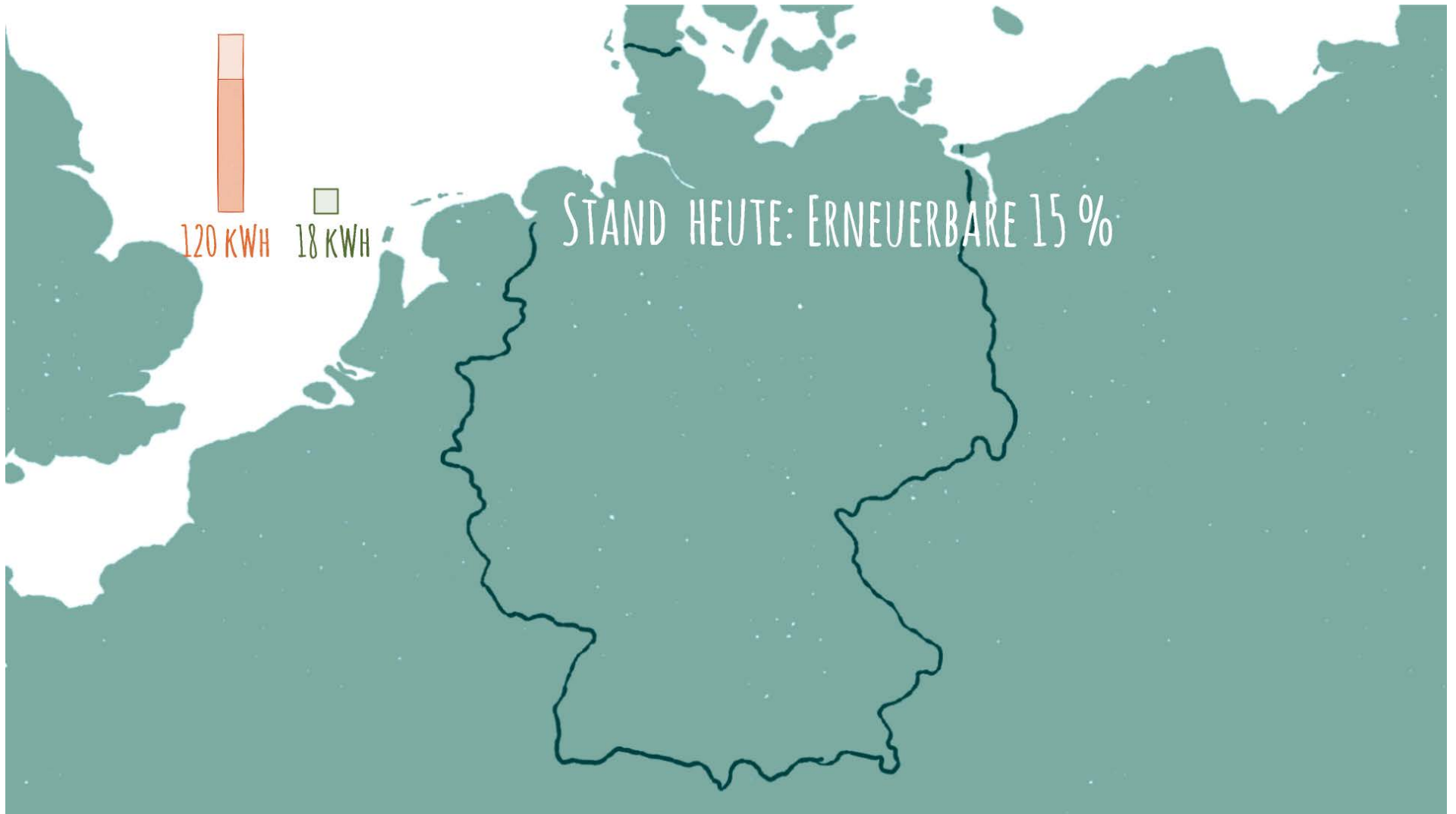


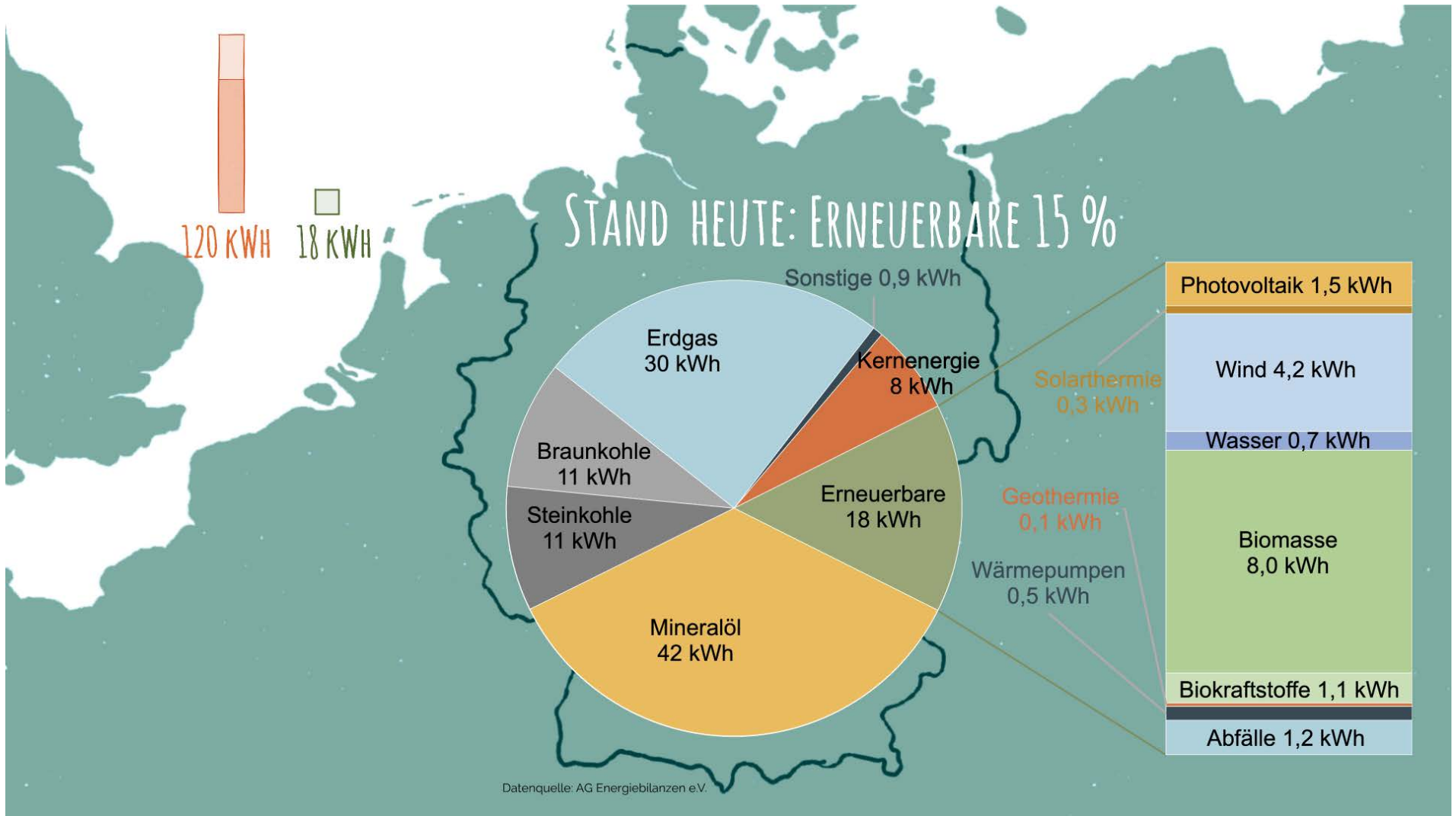
PRIMÄRENERGIEVERBRAUCH:
120 KWH PRO PERSON UND TAG

ENDENERGIEVERBRAUCH:
85 KWH PRO PERSON UND TAG









2015 HIEß ES ABER BEI DEN STADTWERKEN MÜNCHEN:

Hoffmann

Stadtwerke München **SW//M**

Gestalter der Energiewende

100 Prozent erneuerbar.
Wir erzeugen so viel Strom aus erneuerbaren Energien, wie alle Münchner Haushalte, U-Bahn, Tram und E-Autos verbrauchen.

f swm.de

Besser leben mit M. M/Wasser M/Bäder M/Strom M/Fernwärme M/Erdgas M/net

The advertisement features a scenic view of a dam on a river with a large yellow building in the background. The text is overlaid on the image, and the overall design is clean and professional.

2015 HIEß ES ABER BEI DEN STADTWERKEN MÜNCHEN:

Hoffmann

Stadtwerke München **SW//M**

Gestalter der Energiewende

~~100~~ 32 Prozent erneuerbar.

Wir erzeugen so viel Strom aus erneuerbaren Energien, wie alle Münchner Haushalte, U-Bahn, Tram und E-Autos verbrauchen.

f swm.de

Besser leben mit M. M/Wasser M/Bäder M/Strom M/Fernwärme M/Erdgas M/net

DER ANTEIL DER HAUSHALTE, U-BAHN, TRAM AM STROMVERBRAUCH BETRÄGT NUR 32 %

2015 HIEß ES ABER BEI DEN STADTWERKEN MÜNCHEN:

Hoffmann

Stadtwerke München **SW//M**

Gestalter der Energiewende

~~100~~ Prozent erneuerbar.

Wir erzeugen so viel Strom aus erneuerbaren Energien, wie alle Münchner Haushalte, U-Bahn, Tram und E-Autos verbrauchen.

f swm.de

Besser leben mit M. M/Wasser M/Bäder M/Strom M/Fernwärme M/Erdgas M/net

The advertisement features a scenic view of a dam on a river with a large yellow building in the background. The text is overlaid on the image, and a large '10' is written over the '100' in the headline.

UND NUR 1/3
DES PRIMÄR-
ENERGIEVERBRAUCHS
ENTFÄLLT AUF STROM

E-AUTOS TANKEN MIT MONDLICHT?

SPIEGEL ONLINE SPIEGEL

Suche Anmelden

Menü | Politik Meinung Wirtschaft Panorama Sport Kultur Netzwerk Wissenschaft mehr ▼

MOBILITÄT

Schlagzeilen | DAX 12.322,95 | TV-Programm | Abo

Nachrichten > Mobilität > Aktuell > Spritsparend und umweltschonend > Beta.ray Elektromobilität: Tagsüber Solarstrom nachts Lunarstrom

Mondlicht als Energiequelle

Lade, Auto, lade!

Strom aus regenerativen Quellen - ohne ihn ist die Elektromobilität nur grüne Augenwischerei. Der deutsche Architekt André Brösel will die Lösung für dieses Problem gefunden haben: eine Apparatur, durch die sich E-Autos mit Mondlicht betanken lassen.

Von Christian Frahm



E-AUTOS TANKEN MIT MONDLICHT?

SPIEGEL ONLINE SPIEGEL

Anmelden

Menü | Politik Meinung Wirtschaft Panorama Sport Kultur Netzwerk Wissenschaft mehr

MOBILITÄT

Schlagzeilen | DAX 12.322,95 | TV-Programm | Abo

Nachrichten > Mobilität > Aktuell > Spritsparend und umweltschonend > Beta.ray Elektromobilität: Tagsüber Solarstrom nachts Lunarstrom

Mondlicht als Energiequelle

Lade, Auto, I:

Strom aus regenerativer
Architekt André Brössel
mit Mondlicht betanken

Von Christian Frahm

Dadurch funktionieren die Kollektoren auch bei diffusem Licht und sogar bei Mondschein. Nachts wird aus Solarenergie dann "Lunarenergie". Durch Lichtenergie gewonnener Strom könnte damit auch nachts und somit wesentlich konstanter produziert werden.



Fotos



SONNE

SONNENEINSTRALUNG ABHÄNGIG VON POSITION:

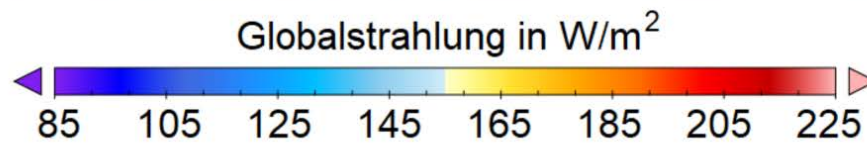
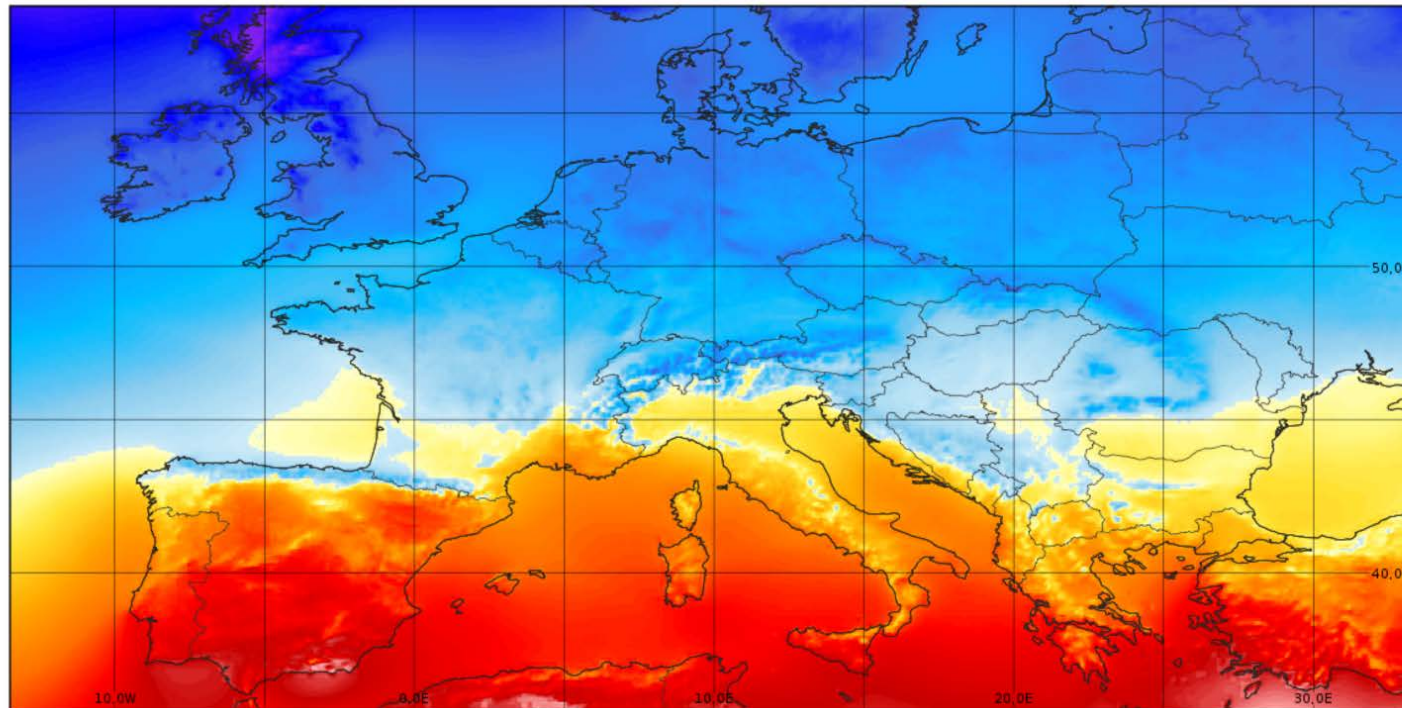


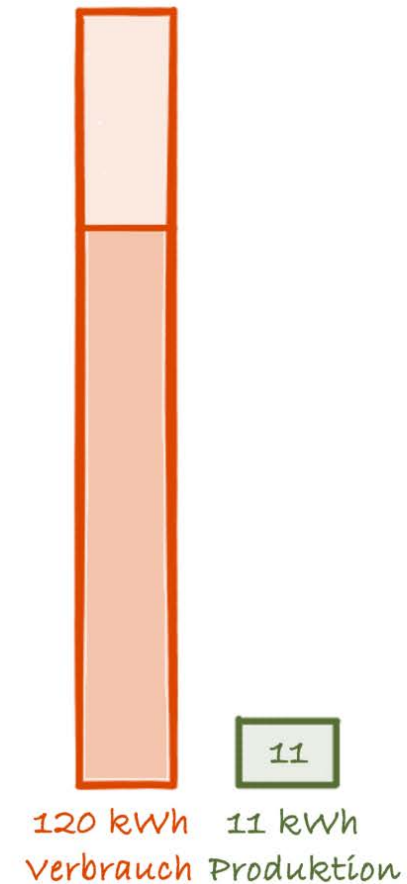
Bild: Deutscher Wetterdienst (DWD), 2015

0 100 200

Anchorage	87
Edinburgh	94
Dublin	99
Hamburg	105
London	109
München	124
Paris	125
Stuttgart	136
New York	147
Boston	149
Rom	176
Madrid	177
Algier	186
Athen	190
Tunis	196
Houston	197
Malaga	199
San Franc.	204
Monrovia	210
Accra	217
Miami	219
Los Angeles	225
Nairobi	234
Kairo	237
Addis Abeba	243
Mogadischu	252
Dschibuti	266

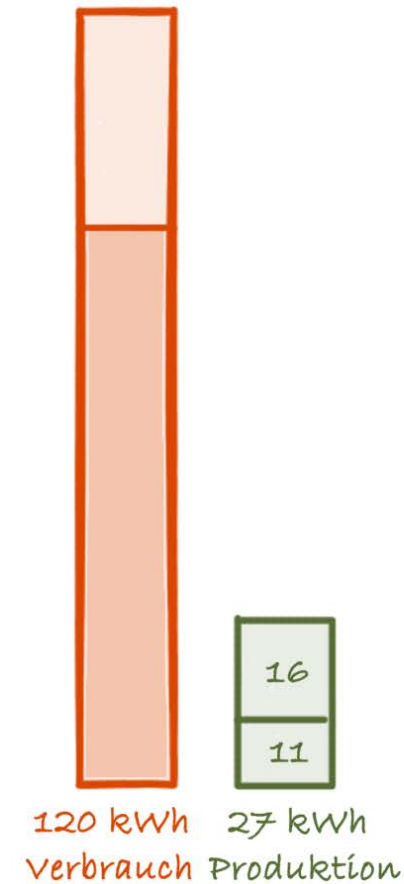
POTENTIAL IN DEUTSCHLAND:

- GLOBALSTRAHLUNG DEUTSCHLAND: 120 W / QM
- EFFIZIENZ PV: 20 - 25 %
- 50 % ALLER DACHFLÄCHEN: 17 QM PRO PERSON



POTENTIAL IN DEUTSCHLAND:

- GLOBALSTRAHLUNG DEUTSCHLAND: 120 W / QM
- EFFIZIENZ PV: 20 - 25 %
- 50 % ALLER DACHFLÄCHEN: 17 QM PRO PERSON
- 1 % VON DEUTSCHLAND: 3600 KM²



ZUM VERGLEICH: 3600 KM² ENTSPRECHEN:

- SAARLAND UND BERLIN ZUSAMMEN
- IN JEDEM 1x1 KM QUADRAT IST EIN HEKTAR (100 M X 100 M) MIT PV BELEGT
- ABER AGRO-PV: 180 % LANDNUTZUNG



Z.B. FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR SOLARE ENERGIESYSTEME ISE

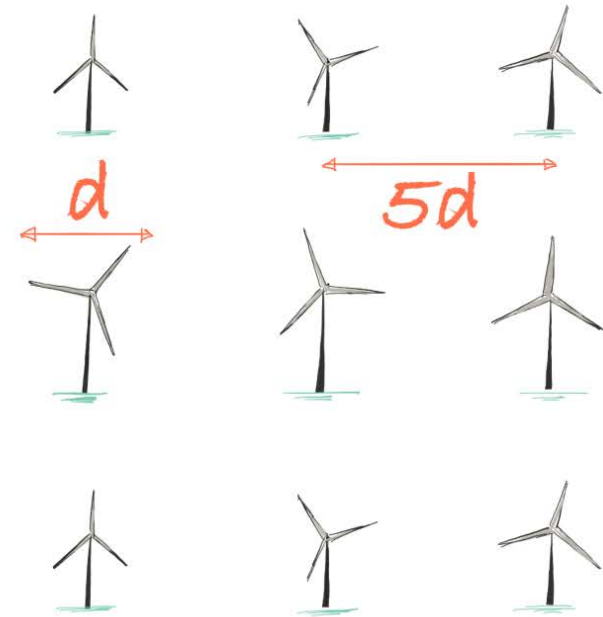
Bild: BayWa r. e.



WIND

WAS MAN WISSEN MUSS:

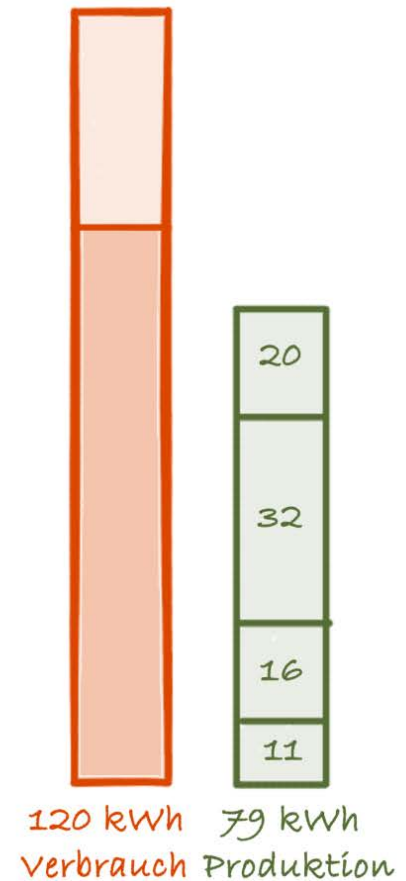
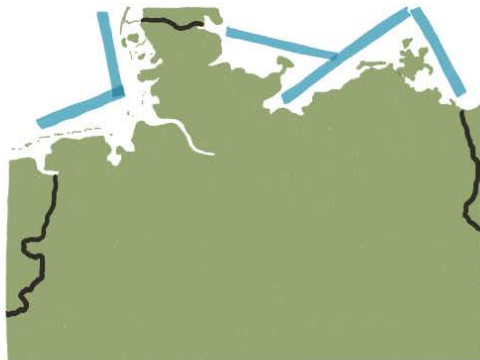
- LEISTUNG EINES WINDRADES PROPORTIONAL ZU V^3
- LEISTUNG VON GROßEN WINDPARKS:
ON-SHORE: 2 - 3 W/QM
OFF-SHORE: 4 - 5 W/QM



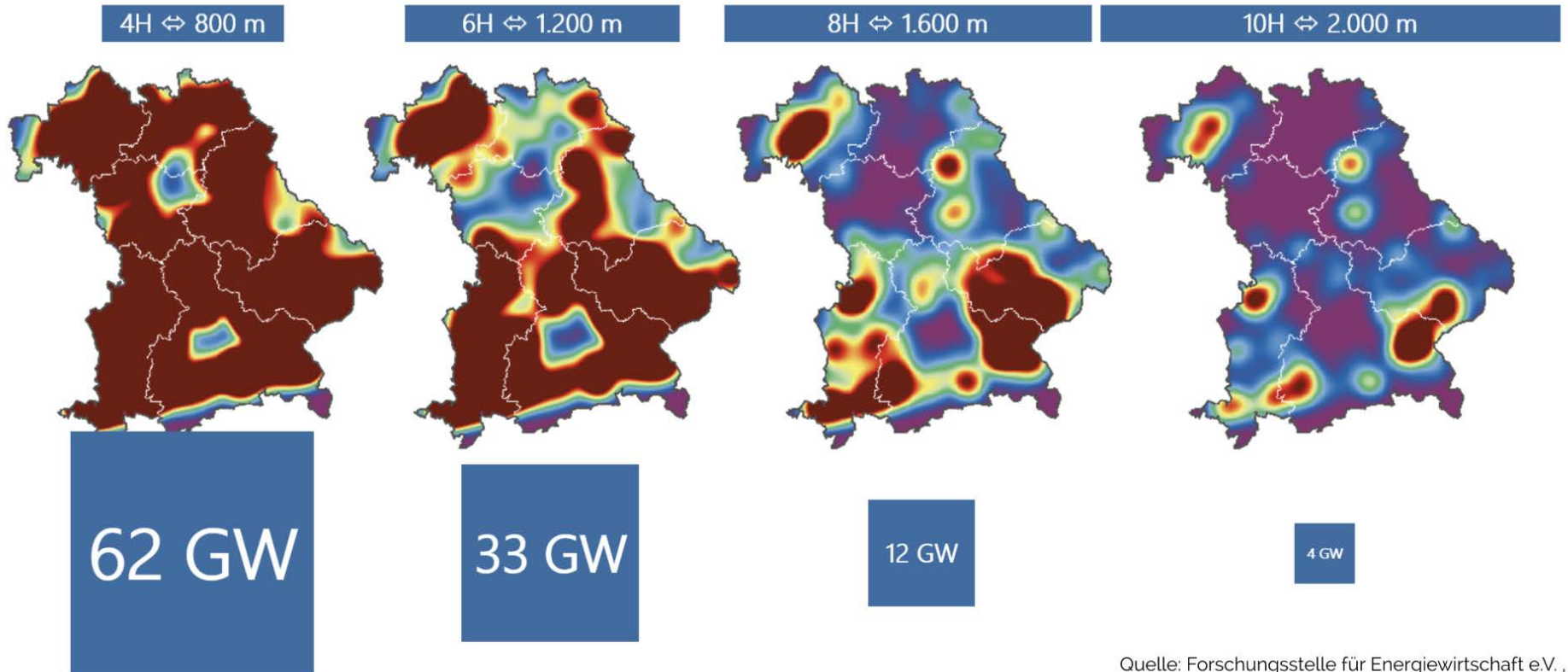
ON-SHORE: 100.000 WINDRÄDER DER 120 M KLASSE

- ENTSpricht 10 % VON DEUTSCHLAND, 36.000 KM²

OFF-SHORE: 20 KM STREIFEN ENTLANG DER GANZEN KÜSTE



WINDPOTENZIAL UND ABSTAND ZUR NÄCHSTEN SIEDLUNG

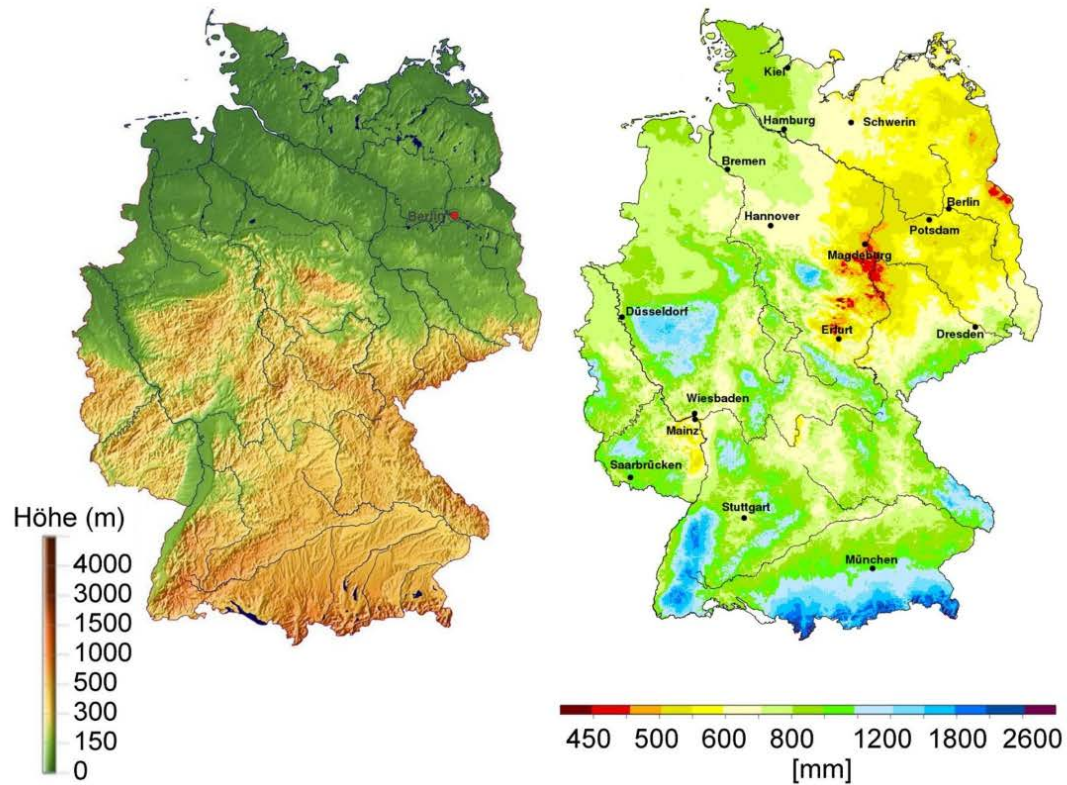


Quelle: Forschungsstelle für Energiewirtschaft e.V.,
"10H in Zahlen und Fakten"



WASSER

WIE SCHÄTZT MAN DAS POTENTIAL VON WASSERKRAFT AB?

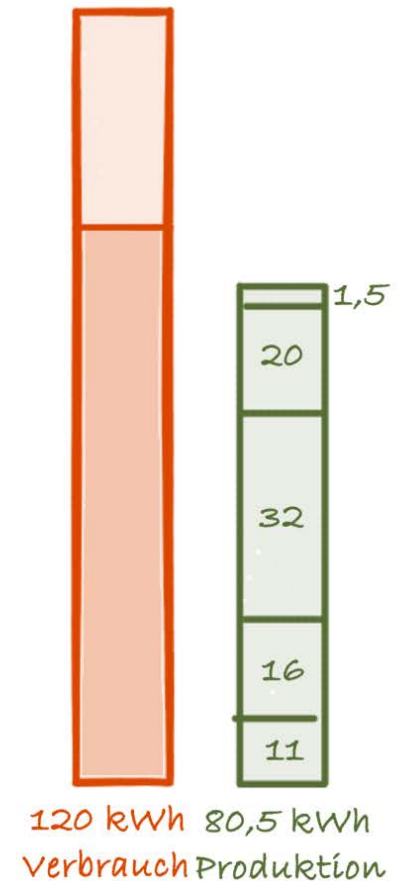


Deutschland Topographisch von GinkoMaps-Projekt unter CC-BY 3.0 und
Regenkarte von Deutschland, Copyright 2017 Deutscher Wetterdienst (DWD)

DIE POTENTIELLE ENERGIE DES GESAMTEN REGENS:
10 KWH PRO PERSON UND TAG.

ABER:

- 60 % DES REGENS VERDUNSTEN
- BEI WEITEM NICHT ALLE HÖHENMETER NUTZBAR





BIOMASSE

WAS KANN MAN MIT BIOMASSE MACHEN?

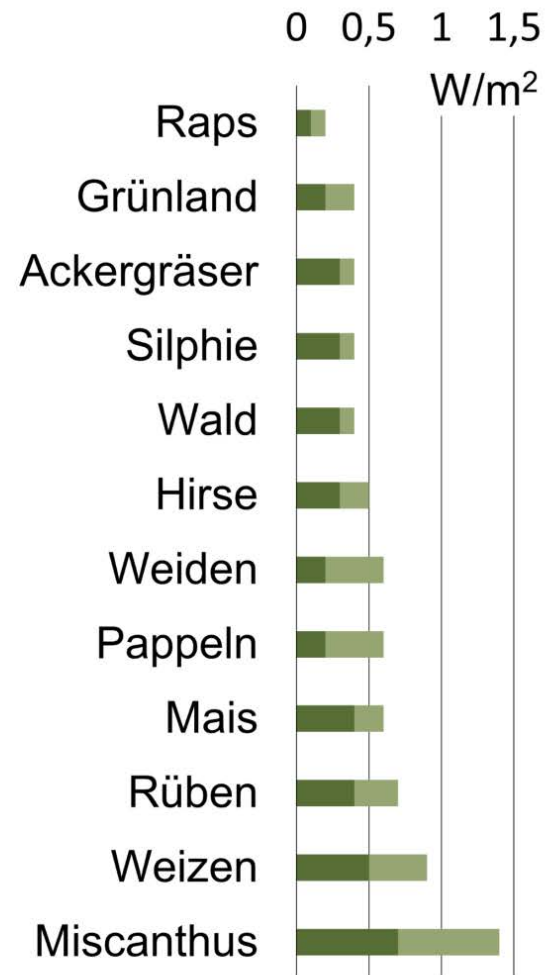
- BIODIESEL (BIOETHANOL, BIODIESEL)
- BIOGAS
- DIREKT VERBRENNEN ZUR WÄRME- UND STROMPRODUKTION



ENERGIEERTRAG

- PV-ANLAGEN: 10 - 15 W/QM
- BIOMASSE: 0,1 - 0,9 W/QM
(ABZÜGL. ENERGIEEINSATZ FÜR
BEWIRTSCHAFTUNG UND DÜNGER)

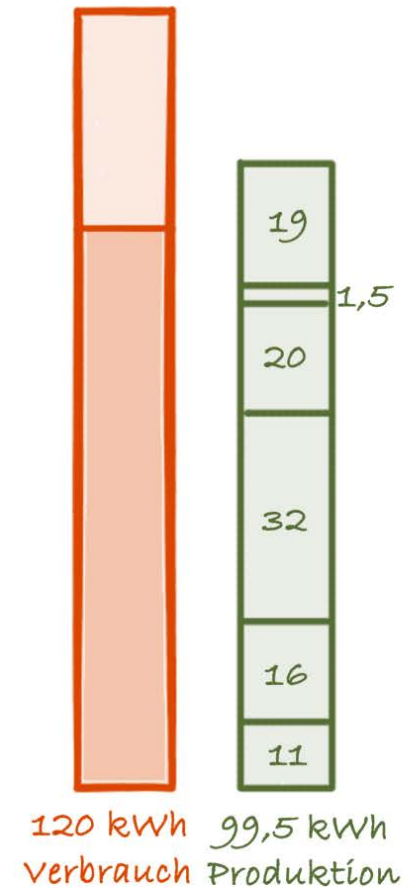
VORSICHT: HOHER WÄRMEANTEIL BEI BIOMASSE



NETTO-GESAMTERTRAG FÜR DEUTSCHLAND

- 33 % ALLER ÄCKER
- 50 % ERTRAGS ALLER WÄLDER
- ALLE ORGANISCHEN ABFÄLLE
- RESTMÜLLVERBRENNUNG

VORSICHT: NAHRUNGSPRODUKTION WANDERT INS AUSLAND





GEO THERMIE

TIEFE GEOTHERMIE:



POTENTIAL:

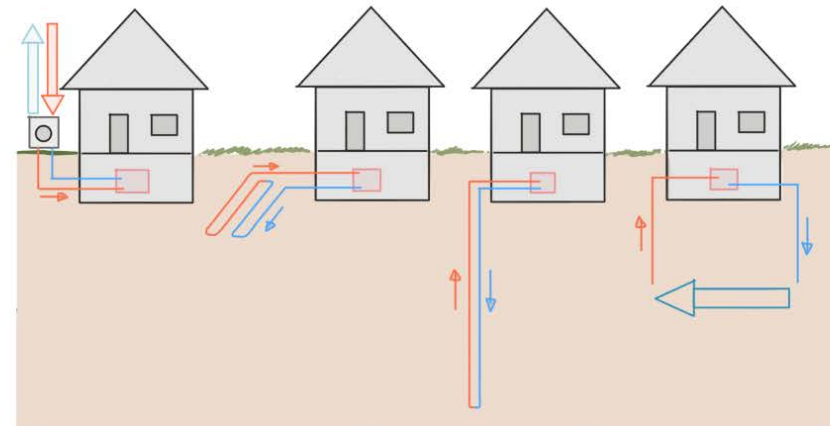
NACHGEWIESEN HOCH

VERMUTET

GERING

Quelle: ASUE Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch e.V.

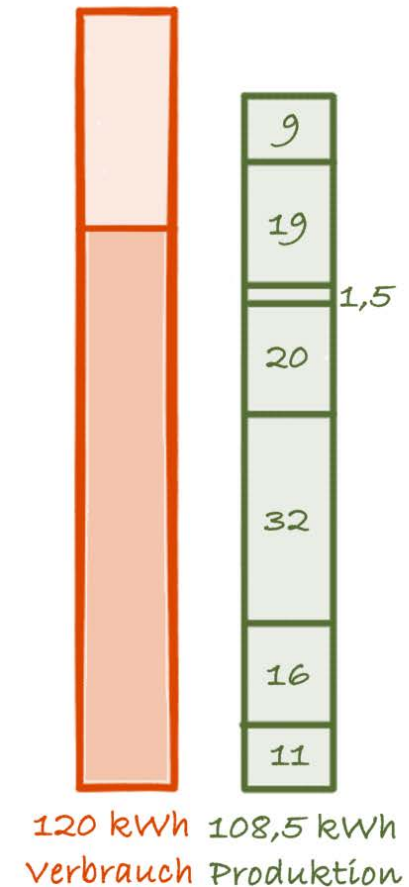
OBERFLÄCHENNAHE GEOTHERMIE:



SONNENENERGIE: NUR CA. 5 W/QM WÄRME

GESAMTERTRAG FÜR DEUTSCHLAND

- TIEFE GEOTHERMIE: 4 KWH
(STUDIE DES BÜROS FÜR TECHNIKFOLGENABSCHÄTZUNG DES
BUNDESTAGES 2003)
- 50 QM BODENFLÄCHE PRO PERSON: 5 KWH





GEZEITEN

WEITERE TECHNIKEN:

- WELLENKRAFT
- GEZEITENENERGIE
- OSMOSEKRAFTWERK
- MEERESWÄRME
- DEPRESSIONSKRAFTWERK
- MEERESSTRÖMUNGEN

ALLE DIESE TECHNIKEN KÖNNEN NUR LOKAL EINEN BEITRAG LEISTEN

WELLENKRAFT:

- KEIN SINNVOLLES POTENTIAL IN NORD- UND OSTSEE
- ATLANTIK: LEISTUNG 60 KW PRO METER WELLENFRONT (!)

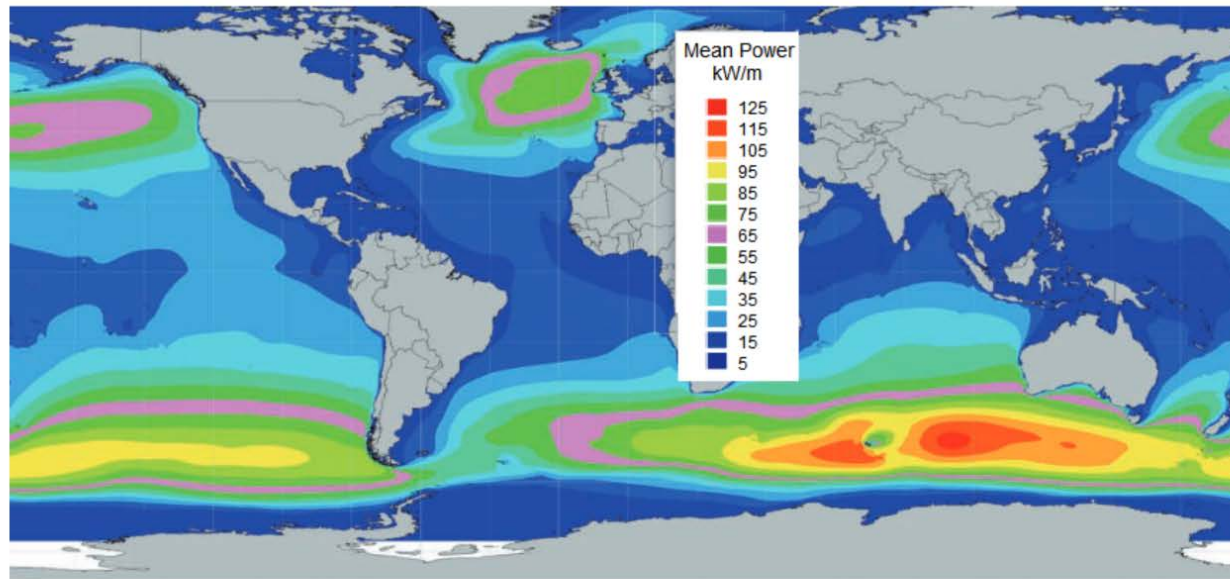
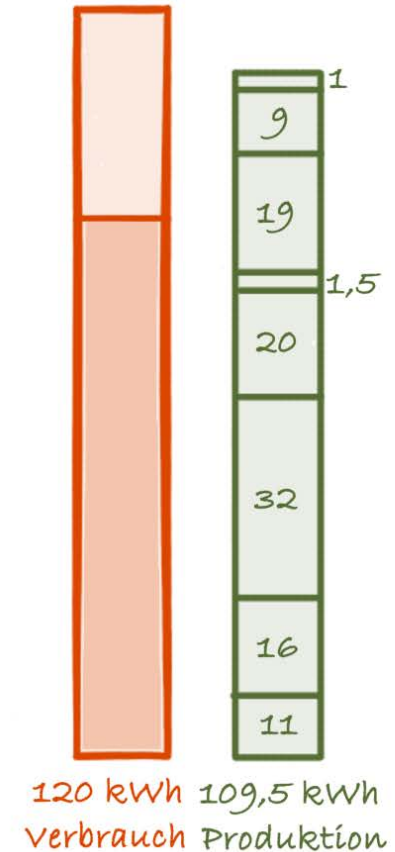


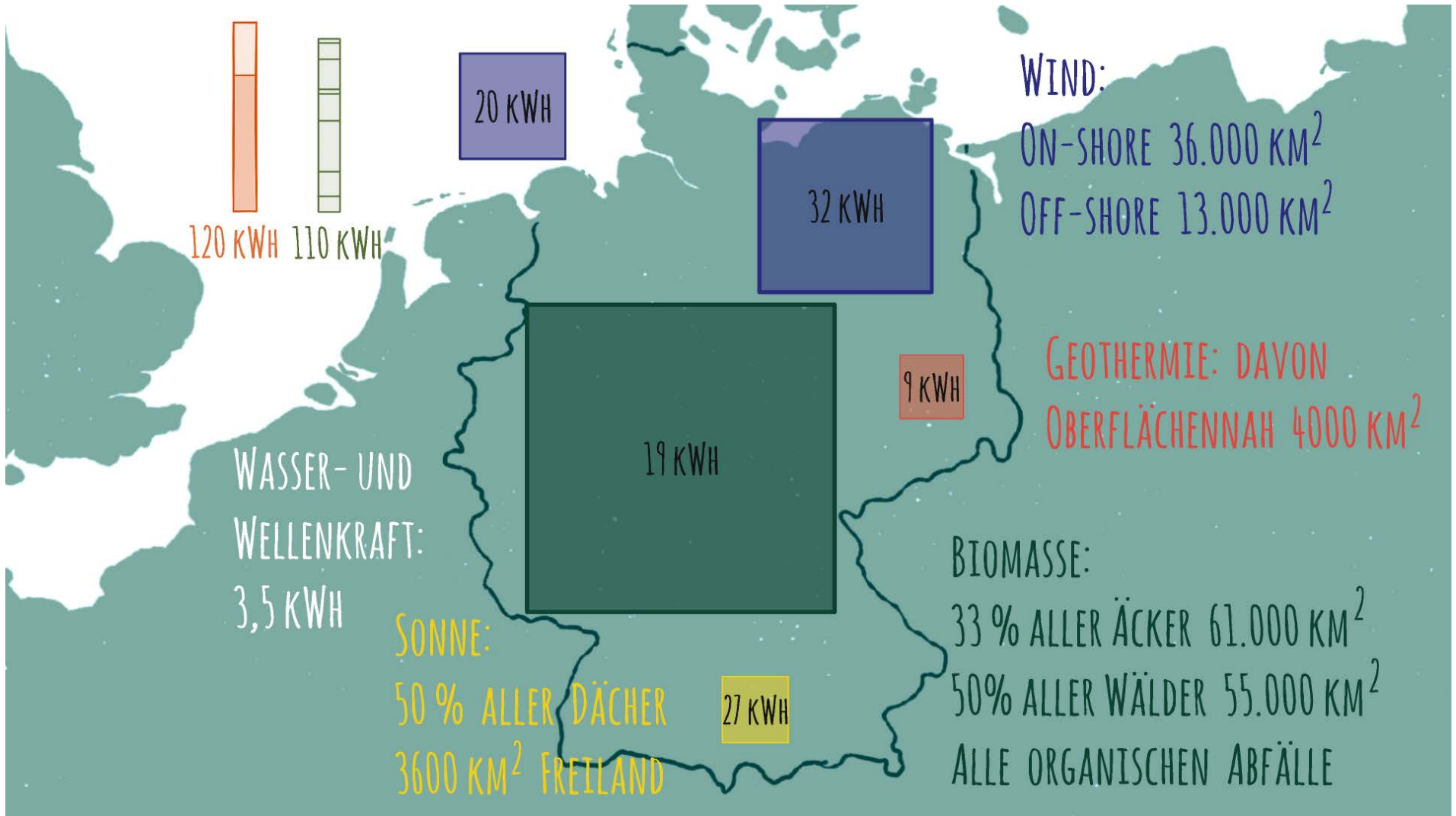
Bild: Figure TS.6.1a from IPCC, 2011: IPCC Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation. Prepared by Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change IO. Edenhofer, R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, K. Seyboth, P. Matschoss, S. Kadner, T. Zwickel, P. Eickemeier, G. Hansen, S. Schlömer, C. von Stechow (eds). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

GESAMTERTRAG:

- 25 % DER KÜSTE: 1125 KM
- 50 % WIRKUNGSGRAD (AKTUELL 2 % - 30 %)
- VERTEILT AUF 750 MIO EUROPÄER

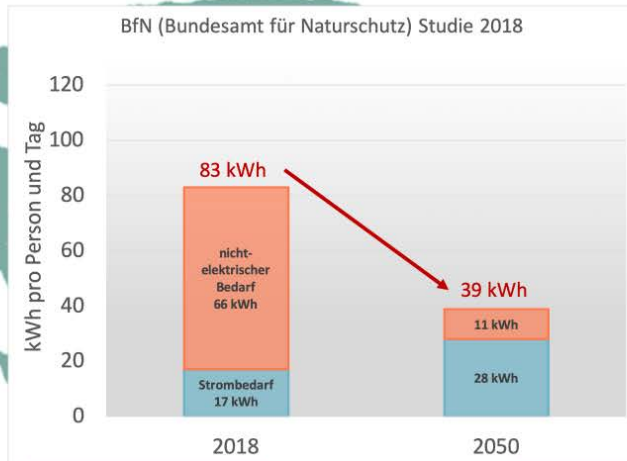




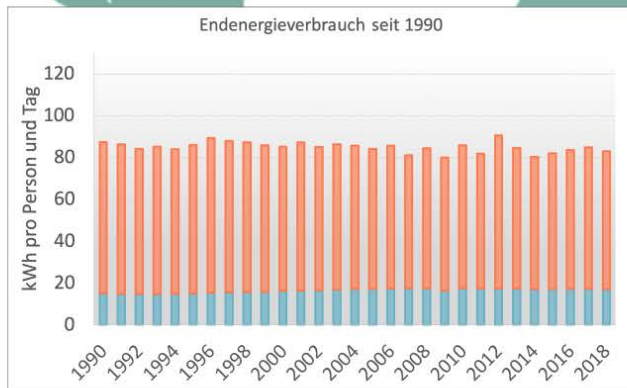


WIE SCHAFFEN WIR EINE UMWELTVERTRÄGLICHE ENERGIEWENDE?

- VIEL WENIGER ENERGIE VERBRAUCHEN



Datenquelle: Walter, A. et al., "Naturverträgliche Energieversorgung aus 100 % erneuerbaren Energien 2050", BfN Skripten 501, 2018



Datenquelle: AG Energiebilanzen e.V.

WIE SCHAFFEN WIR EINE UMWELTVERTRÄGLICHE ENERGIEWENDE?

- 
- VIEL WENIGER ENERGIE VERBRAUCHEN
 - ERNEUERBARE MASSIV AUSBAUEN:
HAUPTQUELLEN: SONNE & WIND

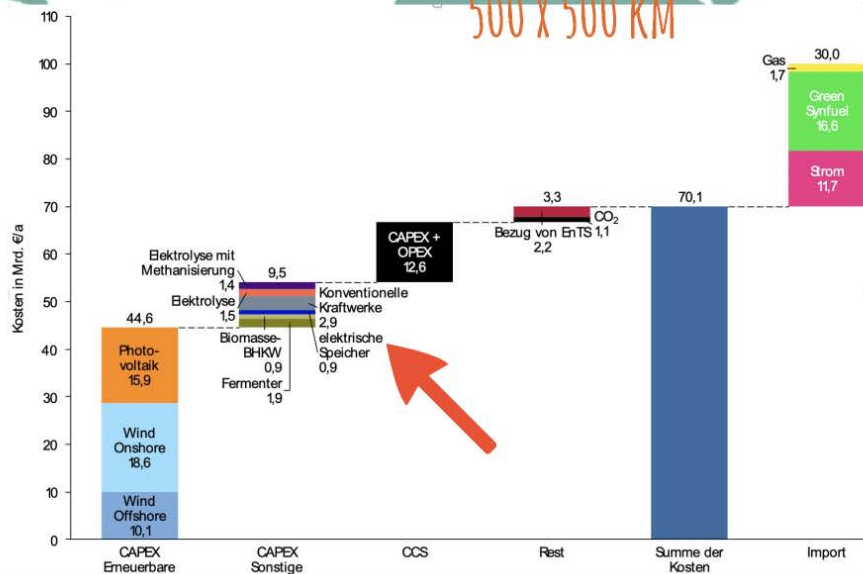
WIE SCHAFFEN WIR EINE UMWELTVERTRÄGLICHE ENERGIEWENDE?



WIE SCHAFFEN WIR EINE UMWELTVERTRÄGLICHE ENERGIEWENDE?



- VIEL WENIGER ENERGIE VERBRAUCHEN
- ERNEUERBARE MASSIV AUSBAUEN:
HAUPTQUELLEN: SONNE & WIND
- INTERNATIONAL ZUSAMMENARBEITEN
- FLUKTUATIONEN DER ERNEUERBAREN STEHEN DEM AUSBAU NICHT IM WEG



Quelle: FfE Forschungsstelle für Energiewirtschaft e.V., Projekt Dynamis, 2019

WIE SCHAFFEN WIR EINE UMWELTVERTRÄGLICHE ENERGIEWENDE?



WENIG BRINGT WENIG - VIEL BRINGT VIEL!!