

# *Trifft die Energiewende Fuhrberg?*

Was ?

Warum?

Wo?

Wie ?

Wann ?

# Weshalb sind wir hier?

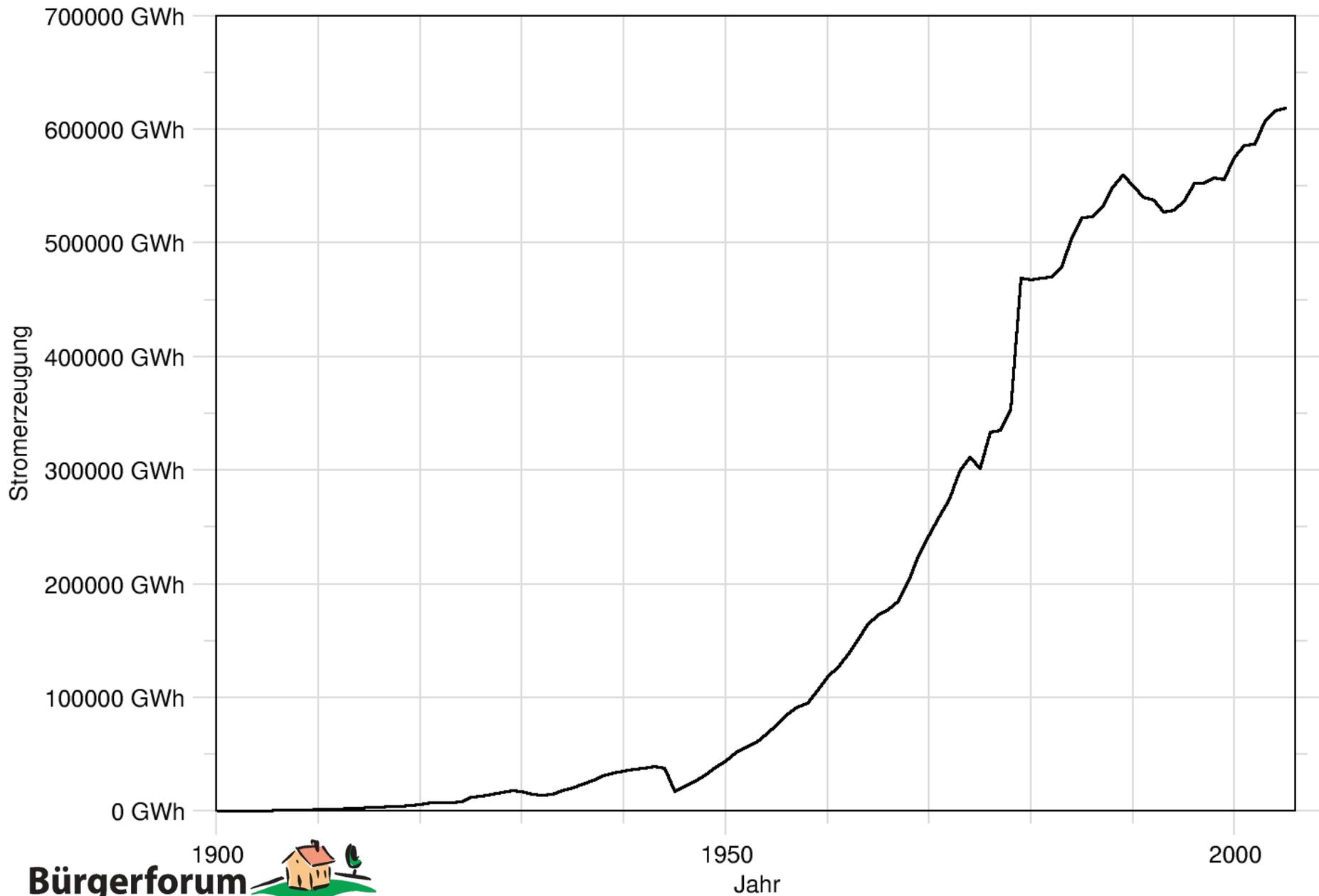


Vorzugs-  
korridor der  
Fa. Tennet

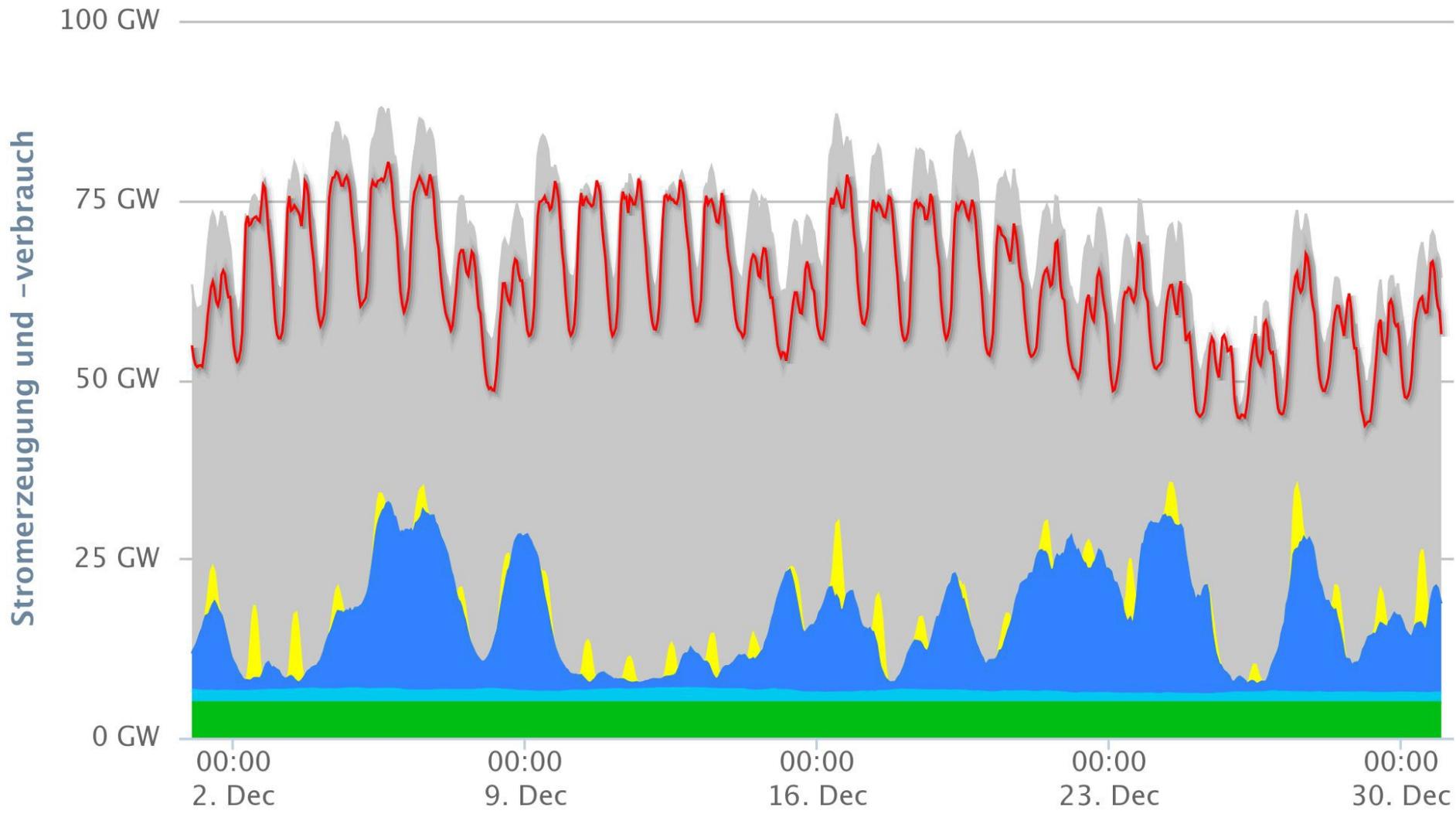
Quelle:  
Stadt  
Burgwedel

# Stromerzeugung in Deutschland 1900 - 2005

im Deutschen Reich, in der alten und in der neuen Bundesrepublik

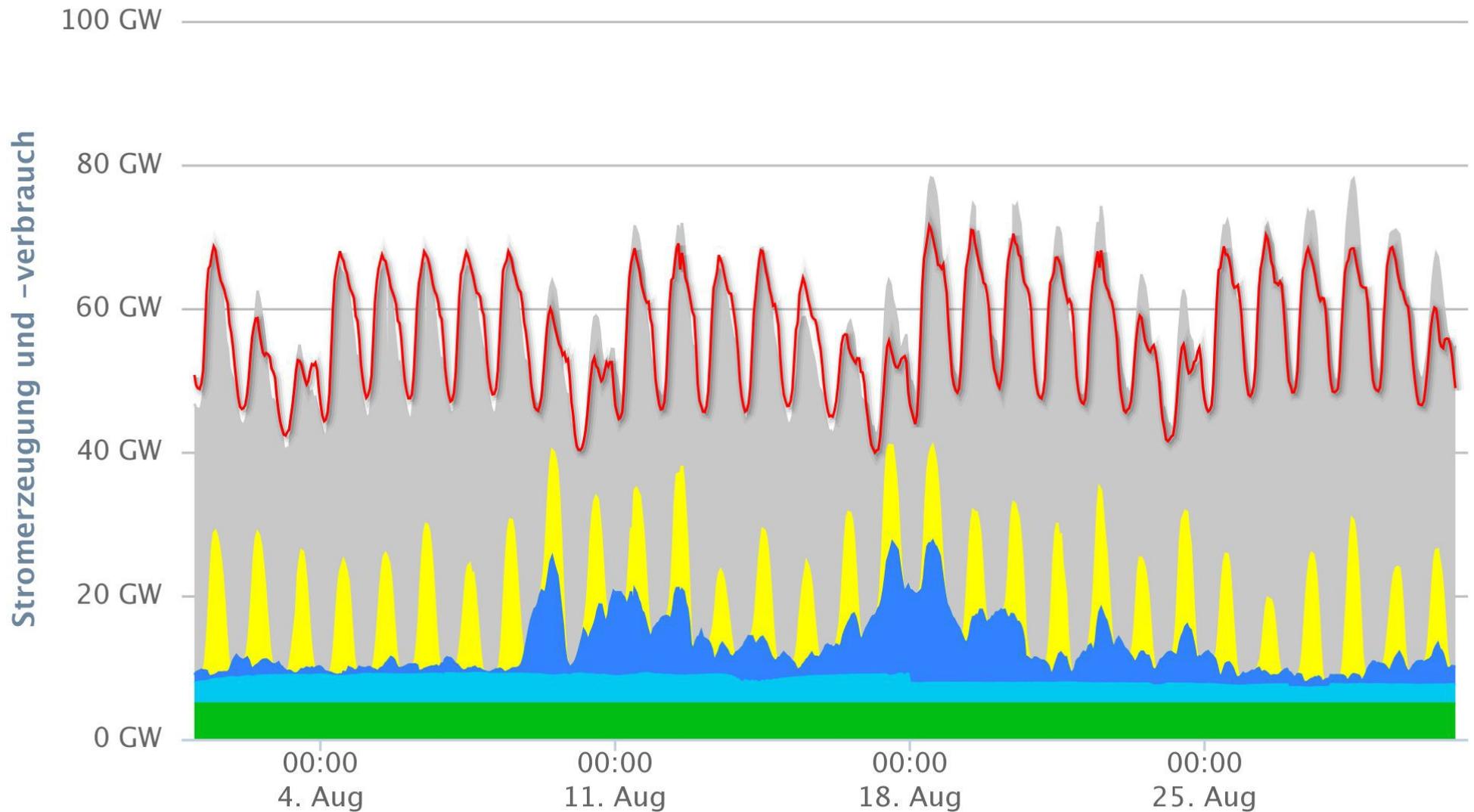


# Der Dezember 2013 brachte Wind und wenig Sonne. Zusammensetzung der Stromerzeugung (Deutschland):



Legend: Konv. Kraftwerke (grey), Solar (yellow), Wind (blue), Laufwasser (cyan), Biomasse (green), Stromverbrauch (red line)

# Im August 2014 war dagegen sonnig, aber wenig windig. Zusammensetzung der Stromerzeugung (Deutschland):

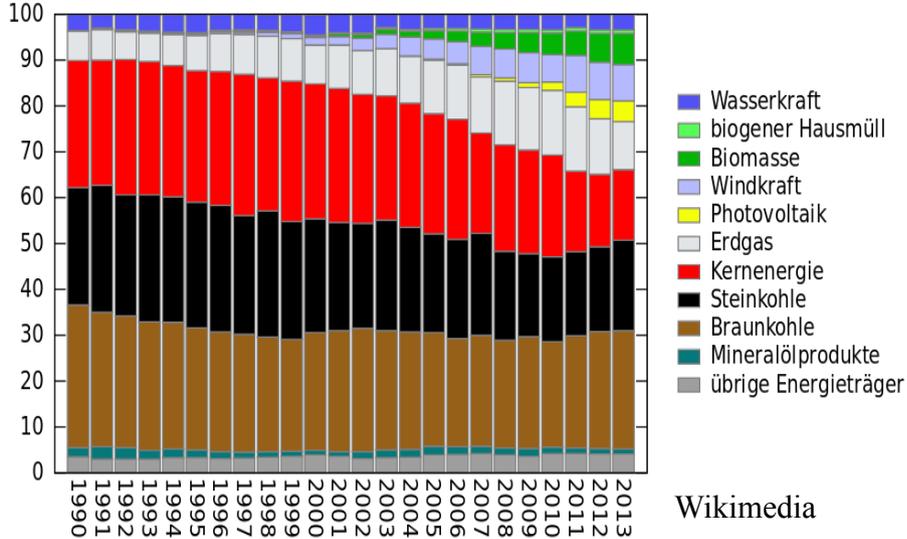


Legend: Konv. Kraftwerke (Grey), Solar (Yellow), Wind (Blue), Laufwasser (Cyan), Biomasse (Green), Stromverbrauch (Red Line)

Unser Netz ist in den 1970er bis 1980er Jahren für konventionelle Kraftwerke ausgelegt worden.

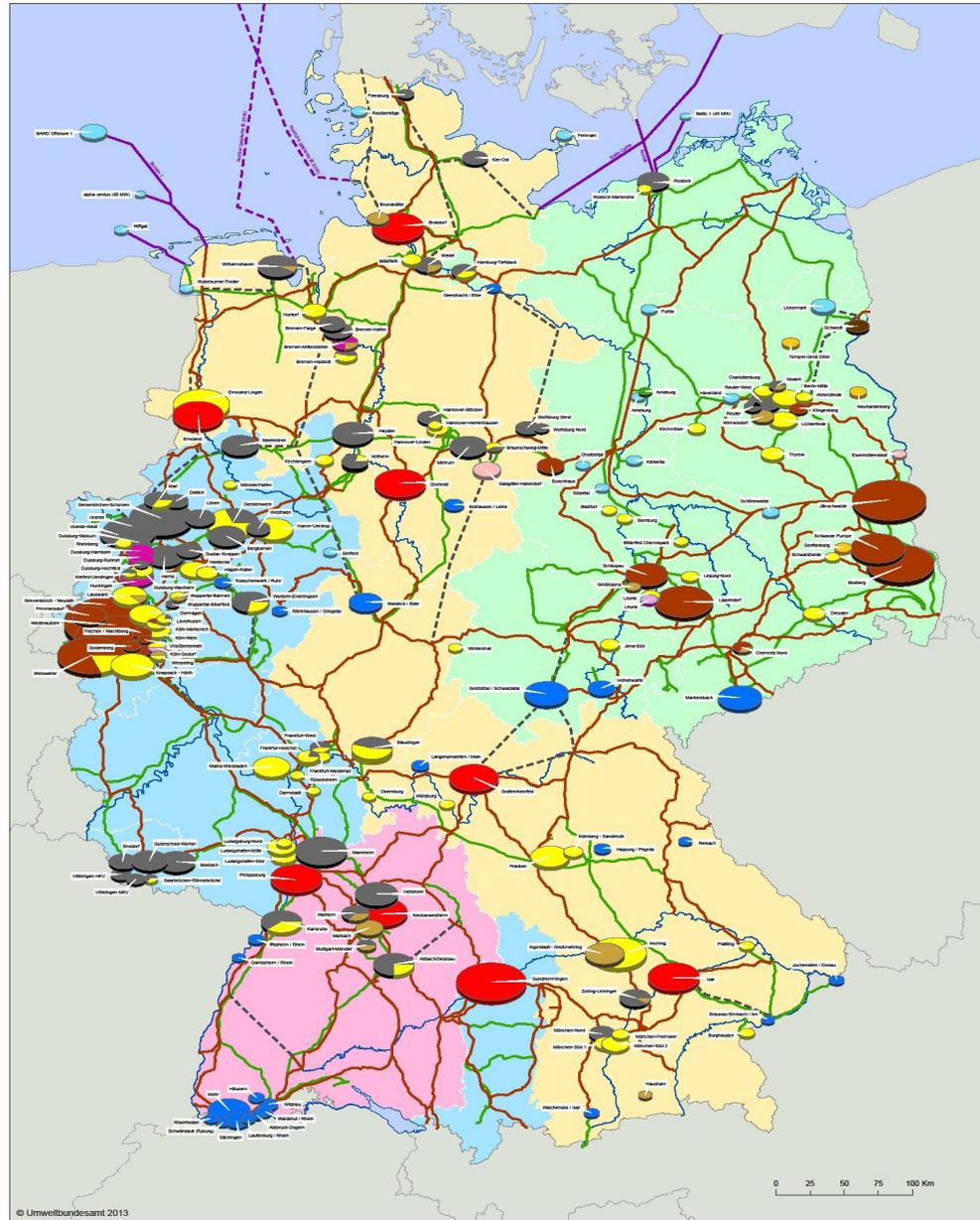
Nach der Wiedervereinigung kamen einige Ost-West Verbindungen dazu.

Bruttostromerzeugung in Deutschland nach Energieträgern 1990 - 2013 in Prozent

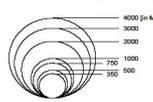


Wikimedia

## Kraftwerke und Verbundnetze in Deutschland



Kraftwerke ab 100 MW



Kraftwerke in Betrieb, Stand August 2013  
 Deutsches Höchstspannungsnetz, Stand August 2013  
 Kontakt: [www.umweltbundesamt.de](http://www.umweltbundesamt.de)  
 Datengrundlage: Umweltbundesamt  
 Bearbeitung: FG 1.2.5 - Energieversorgung und -daten  
 FG 1.1.5 - SG UBA-Gratik, GISU

**Umwelt Bundes Amt**  
 Für Mensch und Umwelt

Die Einbindung dezentraler Kraftwerke hat niemand eingeplant. Im Süden Deutschlands gibt es zur Zeit nicht genug Alternativen, um die Kernkraft zu ersetzen.

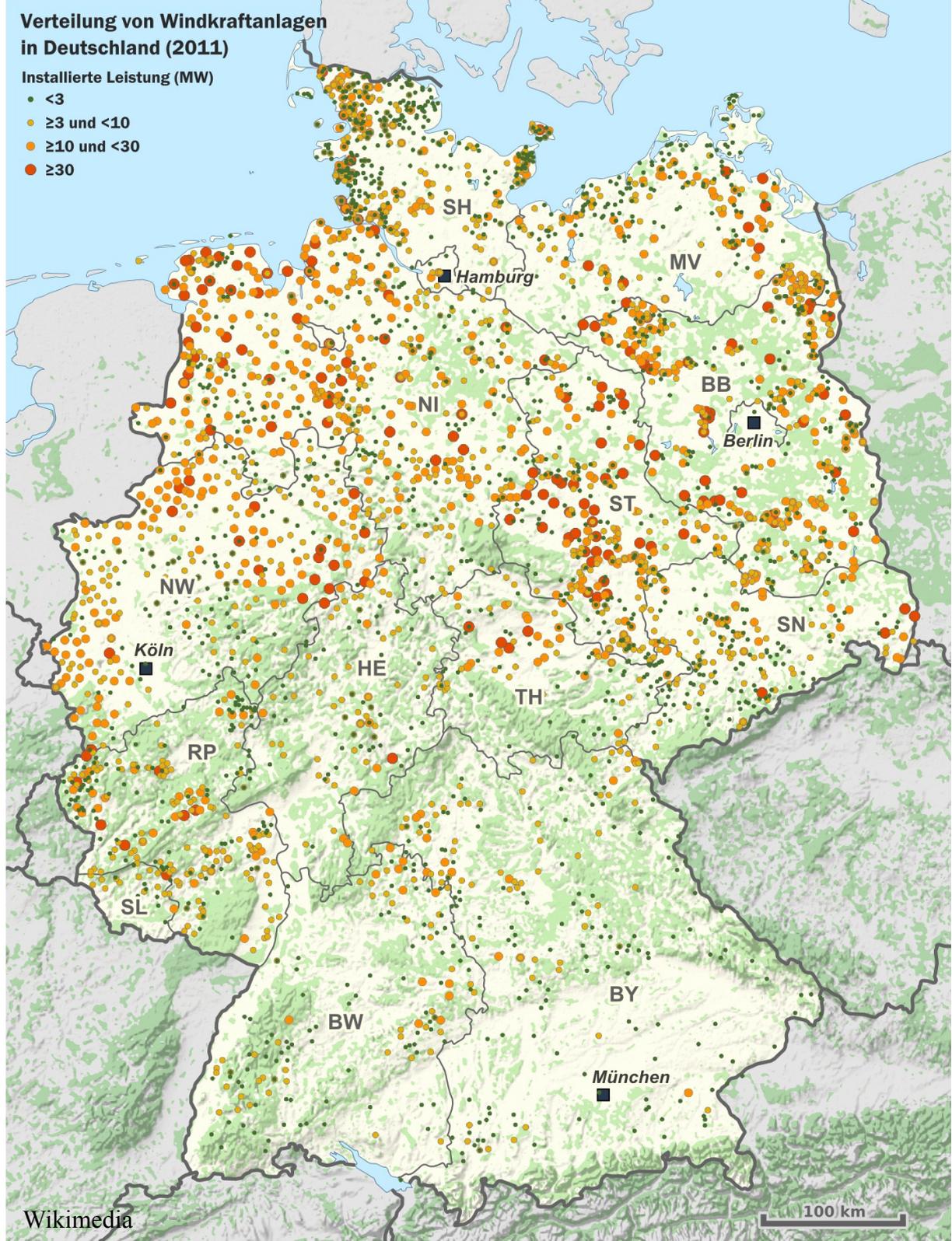
# Kraftwerke und Windleistung in Deutschland



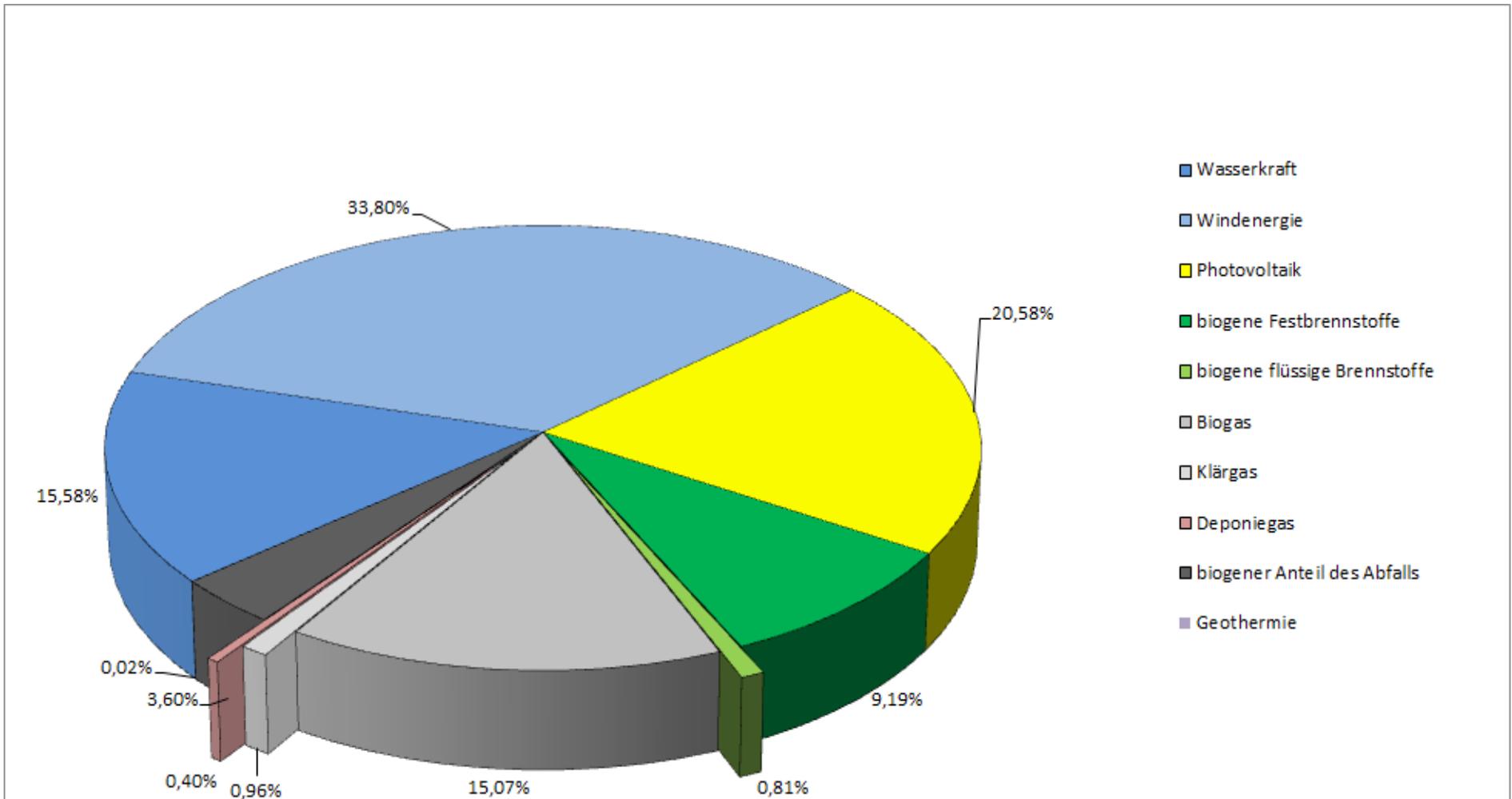
Es gibt wesentlich mehr  
Windenergie im Norden als  
im Süden.

Das liegt nicht nur am Wind,  
sondern auch an der Anzahl  
installierter Anlagen.

Was ist an Windenergie  
anders als an anderen  
Erneuerbaren?



# Die Menge. Weshalb?



# Dafür gibt es einen einfachen Grund: Den Preis für den erzeugten Strom.

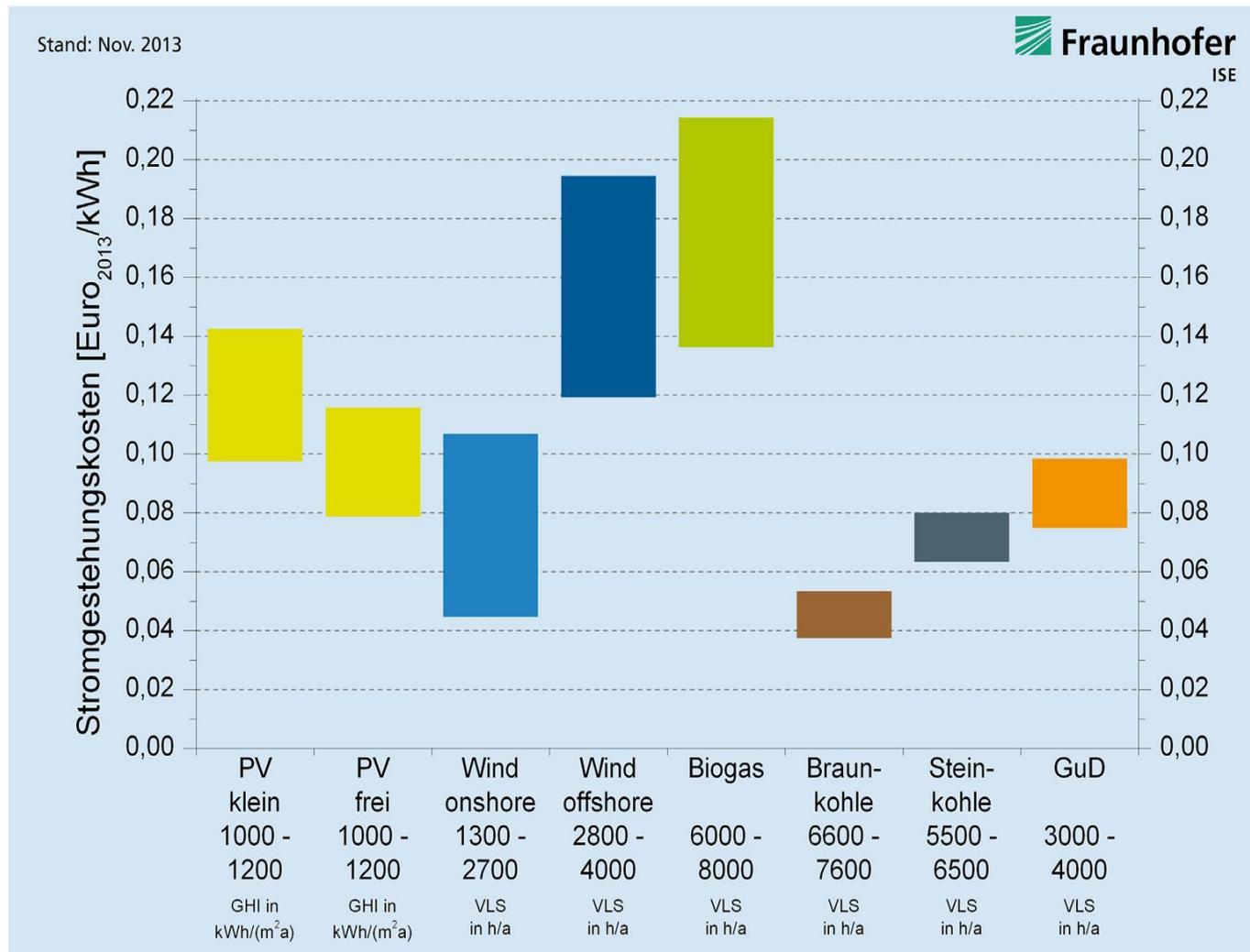
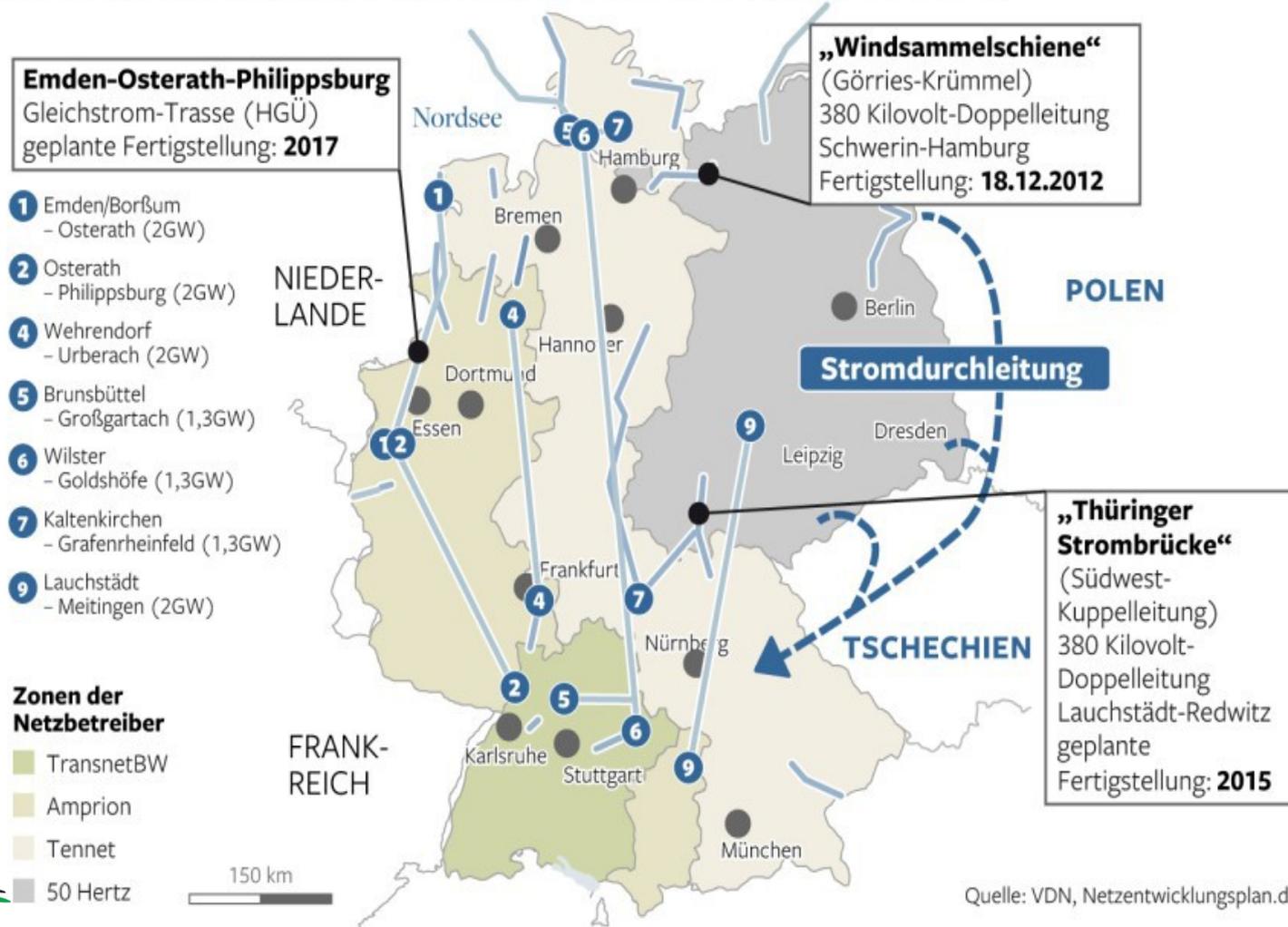


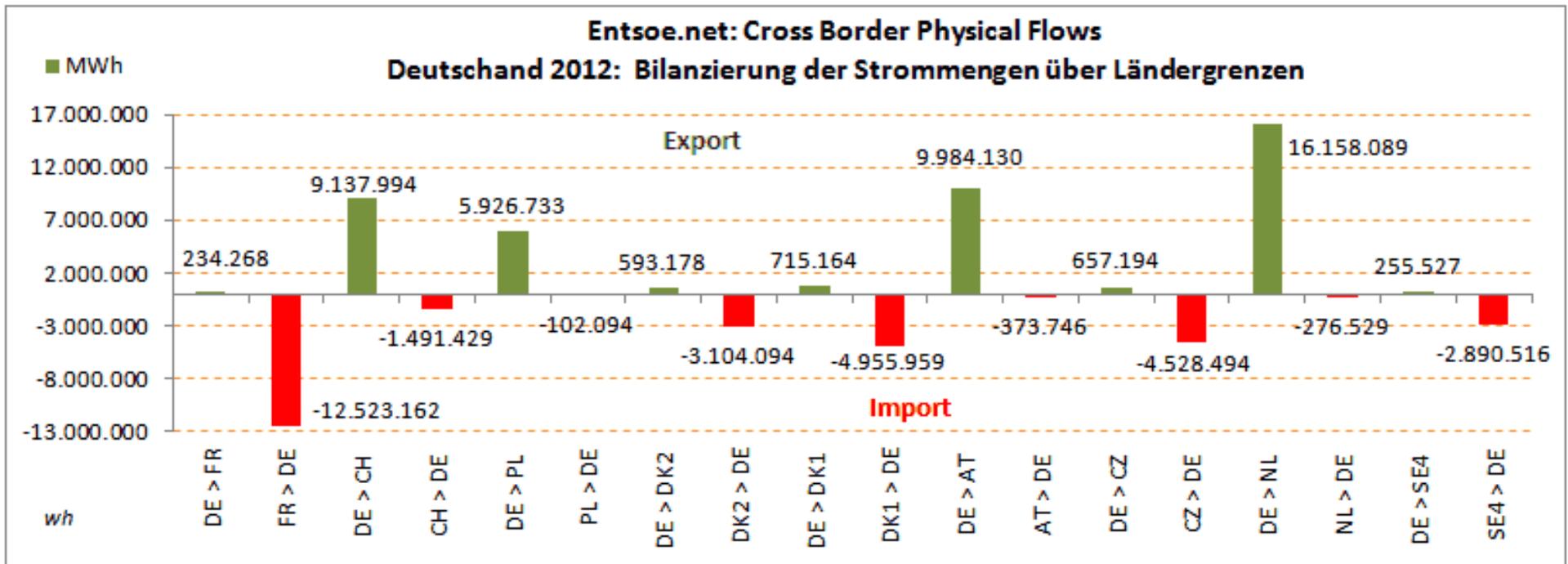
Abbildung 6: Stromgestehungskosten für erneuerbare Energien und konventionelle Kraftwerke an Standorten in Deutschland im Jahr 2013. Der Wert unter der Technologie bezieht sich bei PV auf die solare Einstrahlung (GHI) in kWh/(m<sup>2</sup>a), bei den anderen Technologien gibt sie die Volllaststundenanzahl der Anlage pro Jahr an. Spezifische Investitionen sind mit einem minimalen und einem maximalen Wert je Technologie berücksichtigt. Weitere Annahmen in Tabelle 3-7.

# Unsere Nachbarn haben schon jetzt Probleme mit dem Deutschen Stromfluss nach Süden.

## Deutscher Strom fließt durch Nachbarstaaten



# Und es ist reichlich Strom unterwegs



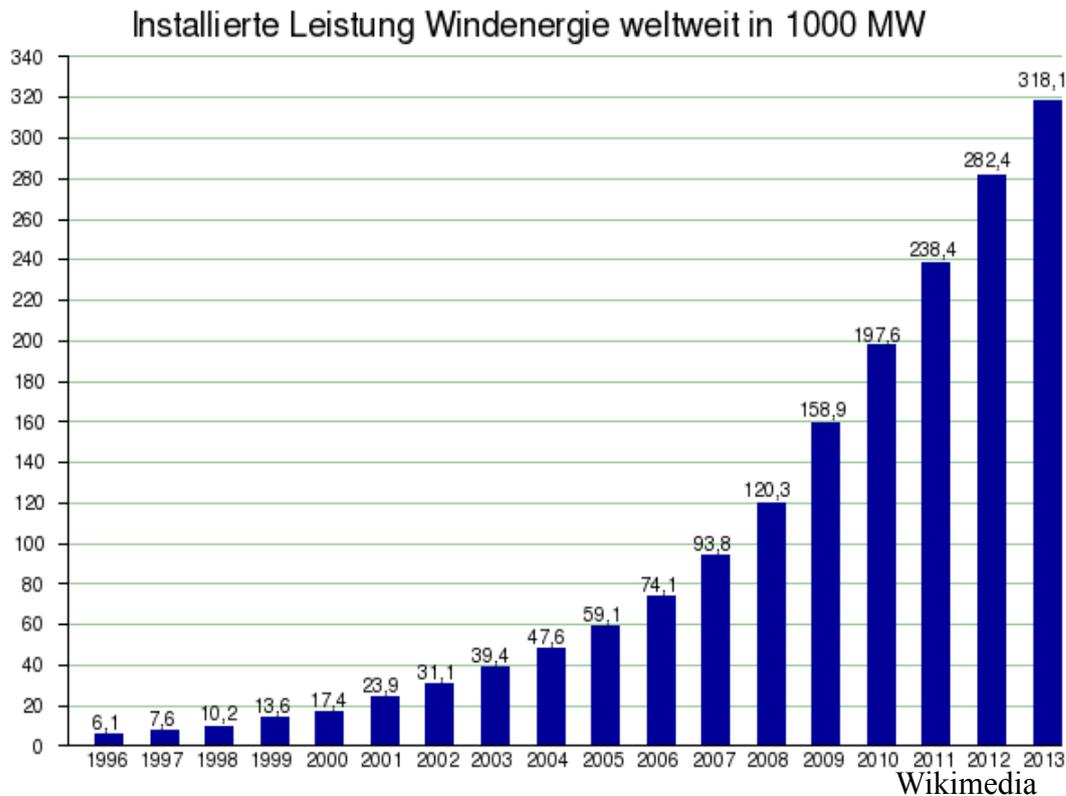
# Können wir nicht einfach abwarten?

- Insgesamt importiert Europa derzeit über 40 Prozent seiner Kohle, 67 Prozent seines Erdgases, 85 Prozent seines Erdöls, und über 96 Prozent seines Urans – und das seit Jahren mit steigender Tendenz. Im Jahr 2011 gaben die Mitgliedsstaaten der EU 488 Milliarden Euro für Energieimporte aus – das ist das sechsfache der Ausgaben von 1999 und 3,9 Prozent des Bruttoinlandprodukts.

Quelle: Zeit online am 20.3.2014

# Windenergie ist kein Deutscher Alleingang

Installierte Leistung Windenergie weltweit nach Staat (2013)



Platz	Staat	Leistung in MW
1	China	91.424
2	U.S.A.	61.091
3	Deutschland	34.250
4	Spanien	22.959
5	Indien	20.150
6	Großbritannien	10.531
7	Italien	8.552
8	Frankreich	8.254
9	Kanada	7.803
10	Dänemark	4.772
11	Portugal	4.724
12	Schweden	4.470
13	Brasilien	3.456
14	Polen	3.390
15	Australien	3.239
16	Türkei	2.959
17	Niederlande	2.693
18	Japan	2.661
19	Rumänien	2.600
20	Irland	2.037
	Weltweit	318.137
	Europa	121.414
	Davon EU	117.289

# Daher muss in naher Zukunft preiswerter Strom nach Süden, um die Abschaltung der 3 Kernkraftwerke in Bayern und 2 in Baden-Württemberg auszugleichen.

## Kraftwerke und Windleistung in Deutschland



# Süd.Link von Wilster nach Grafenrheinfeld



Maßnahme	NOVA-Kategorie	Länge Bestandsstrasse	Länge neue Trasse	Angestrebte Inbetriebnahme
C05	DC-Netzausbau		770 km	2017 – 2022
C06mod	DC-Netzausbau	580 km	40 km	2017 – 2022
C06	DC-Netzausbau	690 km	120 km	2017 – 2022

Korridor C: DC-Netzausbau: HGÜ-Verbindung zwischen Schleswig-Holstein – Niedersachsen – Baden-Württemberg – Bayern

## Beschreibung des geplanten Projektes

Der HGÜ-Korridor C enthält folgende HGÜ-Verbindungen:

- HGÜ-Verbindung C05: Brunsbüttel nach Großgartach  
Im Rahmen dieser Maßnahme ist der Bau einer HGÜ-Verbindung mit einer Nennleistung von 1,3 GW in VSC-Technik von Brunsbüttel nach Großgartach vorgesehen.
- HGÜ-Verbindung C06 modifiziert: Wilster nach Raum Grafenrheinfeld  
Im Rahmen dieser Maßnahme ist der Bau einer HGÜ-Verbindung mit einer Nennleistung von 1,3 GW in VSC-Technik von Wilster nach Raum Grafenrheinfeld vorgesehen.
- HGÜ-Verbindung C06: Kreis Segeberg nach Goldshöhe  
Im Rahmen dieser Maßnahme ist der Bau einer HGÜ-Verbindung mit einer Nennleistung von 1,3 GW in VSC-Technik von Kreis Segeberg nach Goldshöhe vorgesehen.

Das netztechnische Ziel des Korridors ist eine Erhöhung der großräumigen Übertragungskapazität aus Schleswig-Holstein und Niedersachsen nach Baden-Württemberg und Bayern.

## Begründung des geplanten Projektes

Aufgrund des absehbaren massiven Zubaus an regenerativen Erzeugungseinheiten in Schleswig-Holstein und an Offshore-Windleistung in der Nordsee ergibt sich eine zusätzliche Überschussleistung aus der Region. Zusätzlich soll die Austauschkapazität mit Norwegen, Dänemark und Schweden auf bis zu 4,5 GW gesteigert werden. Mit dem HGÜ-Korridor von Schleswig-Holstein und dem nördlichen Niedersachsen nach Baden-Württemberg und Bayern wird die Kapazität des Übertragungsnetzes in den betreffenden Regionen wesentlich erhöht und die Energie großräumig und verlustarm nach Süden transportiert.

Die Anschlusspunkte des HGÜ-Korridors wurden sowohl im Norden als auch im Süden so gewählt, dass der lokale Ausbaubedarf des 380-kV-Netzes minimiert wird. Zudem reduziert die räumliche Verteilung der Anschlusspunkte für die einzelnen HGÜ-Strecken die Auswirkungen von Störungen.

Ohne die Errichtung und Betriebsbereitschaft der beantragten HGÜ-Verbindung bestünden zu bestimmten Zeiten zunehmende Übertragungseinschränkungen aus Schleswig-Holstein. Dies hätte zur Folge, dass in dieser Region Strom aus EEG-Anlagen zum Teil erheblichen Einspeiseeinschränkungen unterworfen wäre. Der weitere Ausbau regenerativer Energieerzeugung würde zudem behindert.

Der geplante HGÜ-Korridor wird eine wesentliche netztechnische Voraussetzung für die Übertragung der erwarteten Leistungszubauten von On- und Offshore-Windenergieanlagen schaffen. Darüber hinaus schaffen die in Schleswig-Holstein geplanten HGÜ-Strecken die Voraussetzung zum freizügigen marktgetriebenen Energieaustausch mit Skandinavien.

Die Maßnahme C05 war im NEP 2012 enthalten und wurde zusammen mit der Maßnahme C06mod von der BNetzA bestätigt.

## Leitungsvorhaben aus dem Bundesbedarfsplangesetz (BBPBG 2013)

- Vorhaben in bestehender Trasse (Netzverstärkung)
- ||||| Trasse ist noch nicht festgelegt (Netzausbau)
- Pilotprojekte für verlustarme Übertragung
- 3 Vorhabennummer nach BBPBG, bestehend die Leitungslänge sowie das Jahr der geplanten Inbetriebnahme<sup>1</sup>

- Bestehende Leitung (Höchstspannungsnetz)
- Leitungsvorhaben aus dem EnLAG

# Zusammenhänge



<sup>1</sup> Länge und Jahreszahl aus Netzentwicklungsplan 2013  
<sup>2</sup> Voraussichtlicher Netzzerschaltungspunkt  
 HGÜ = Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung  
 OWP = Offshore-Windpark

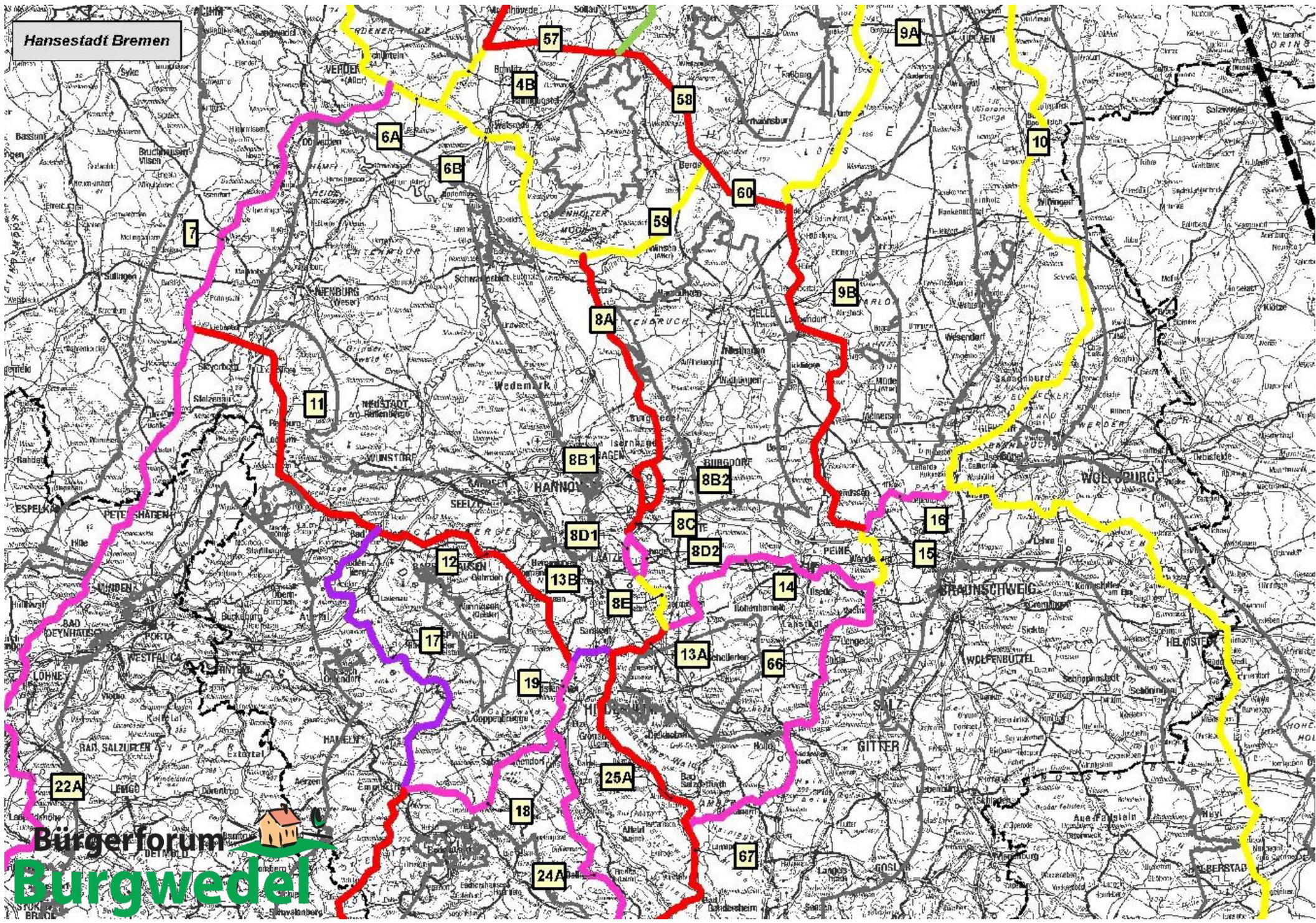


Bürgerforum Burgwedel





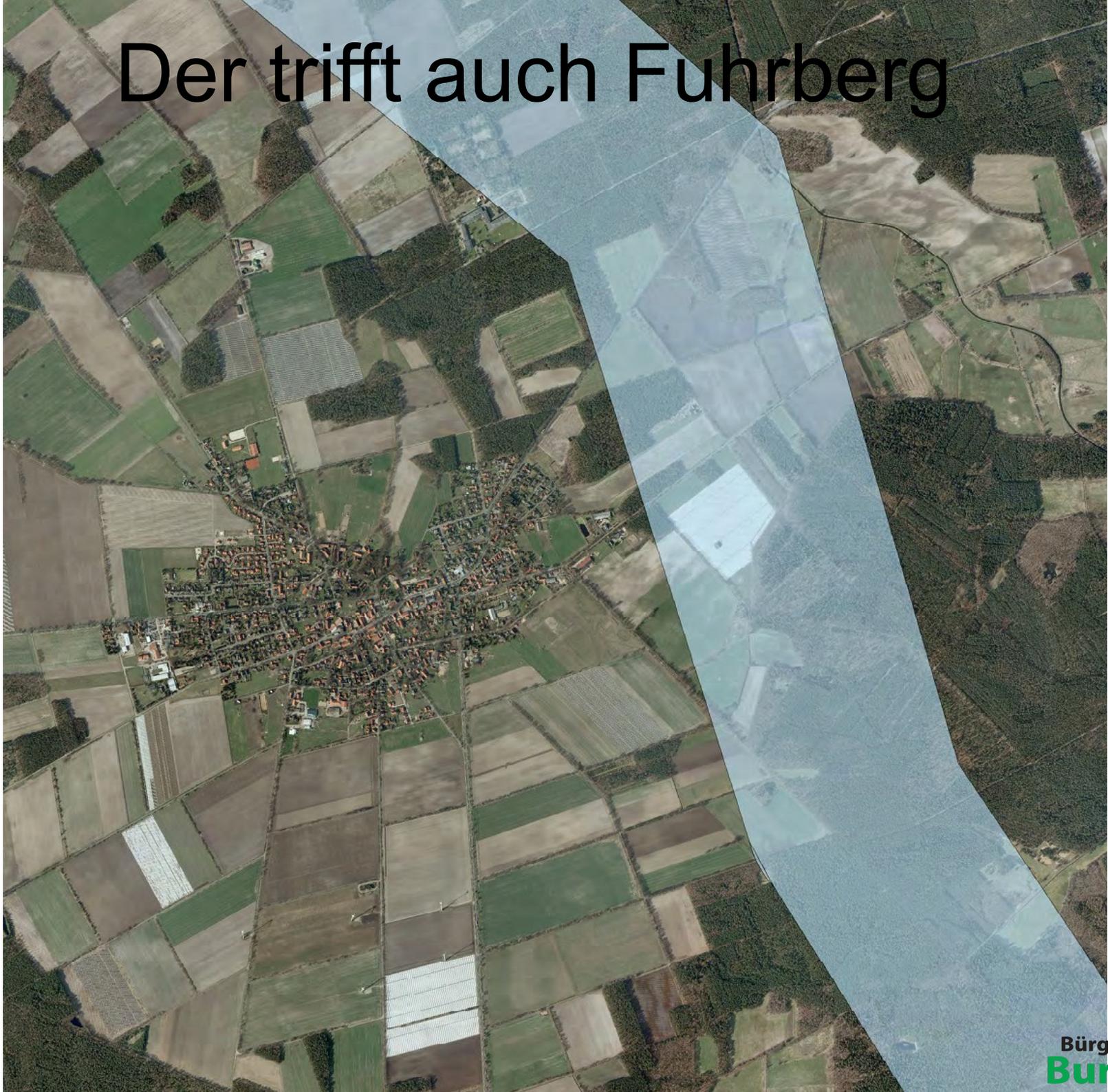
# Korridore werden untersucht.



# Der „Vorzugskorridor Mitte – West“ ist dabei herausgekommen



# Der trifft auch Fuhrberg



Vorzugs-  
korridor der  
Fa. Tennet

Quelle:  
Stadt  
Burgwedel

# Wir sind jetzt hier

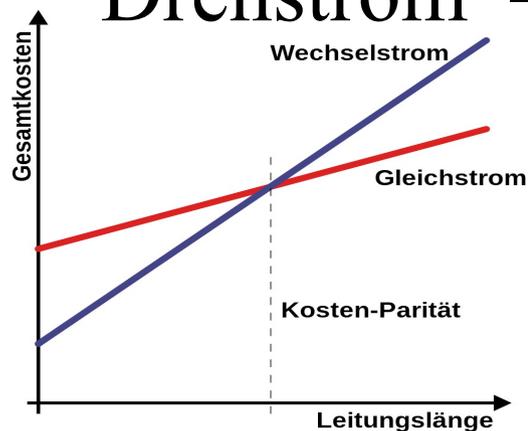
## Verfahrensablauf Bundesfachplanung



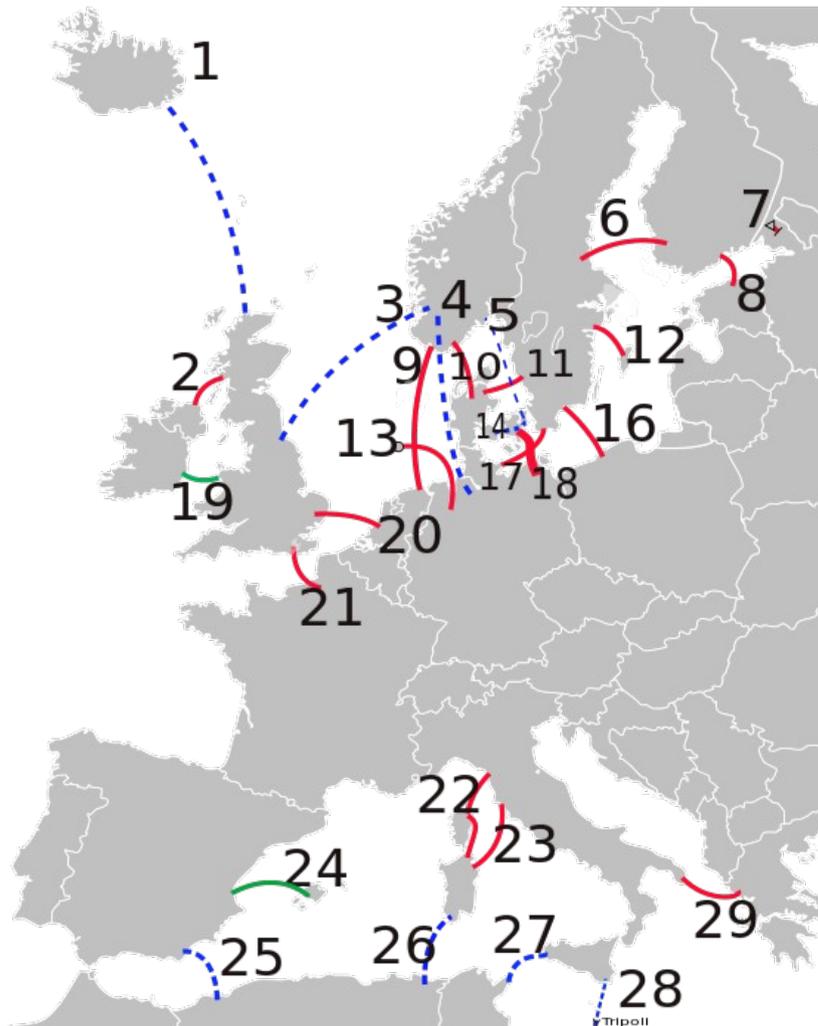
Quelle:  
Bundesnetzagentur

# Hochspannungs – Gleichstromübertragung und warum das gut für uns ist

- Hochspannungs – Gleichstromübertragung wurde lange Zeit nur da eingesetzt, wo eine Freileitung nicht möglich war – z.B. bei Seekabeln.
- Diese Übertragungsart ist teurer als eine Drehstromleitung, aber die Verluste sind geringer.
- Und man kann den Gleichstrom – anders als Drehstrom – beliebig weit durch Kabel schicken.



# Existierende und geplante HGÜ-Leitungen in Europa und China

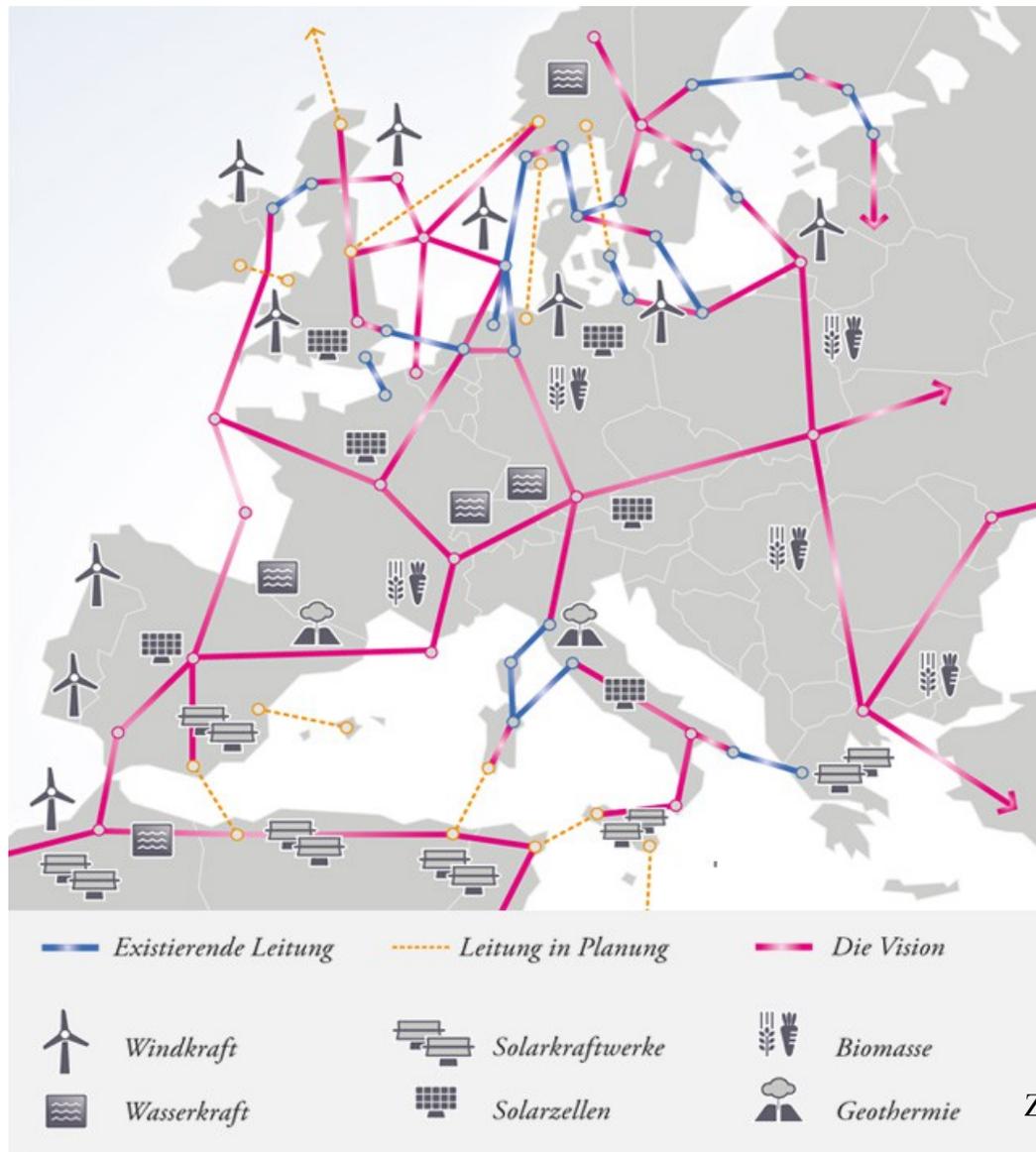


Rot: vorhanden  
Grün: Im Bau  
Blau: Geplant

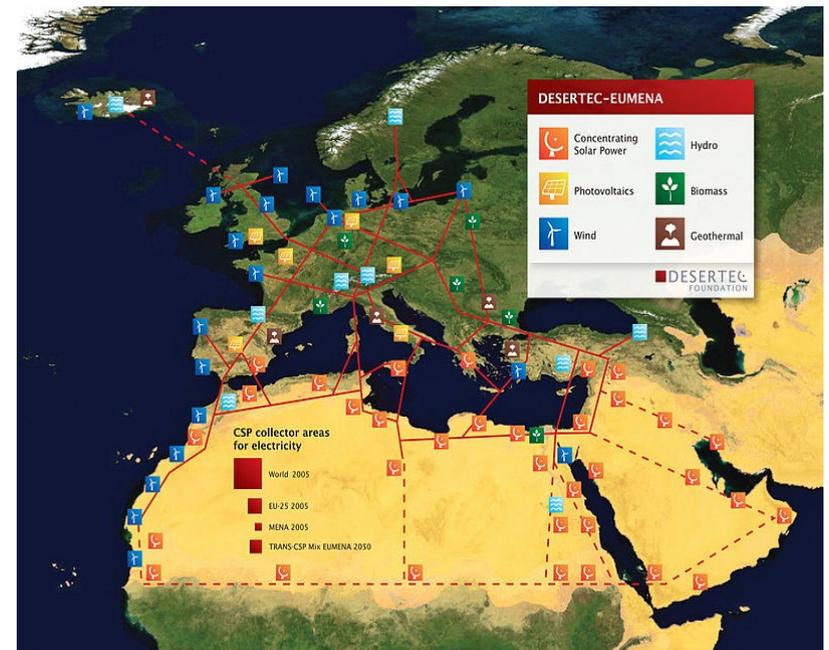


Wikimedia

# Wo soll das hinführen? Zu einem Europäischen Verbundnetz.



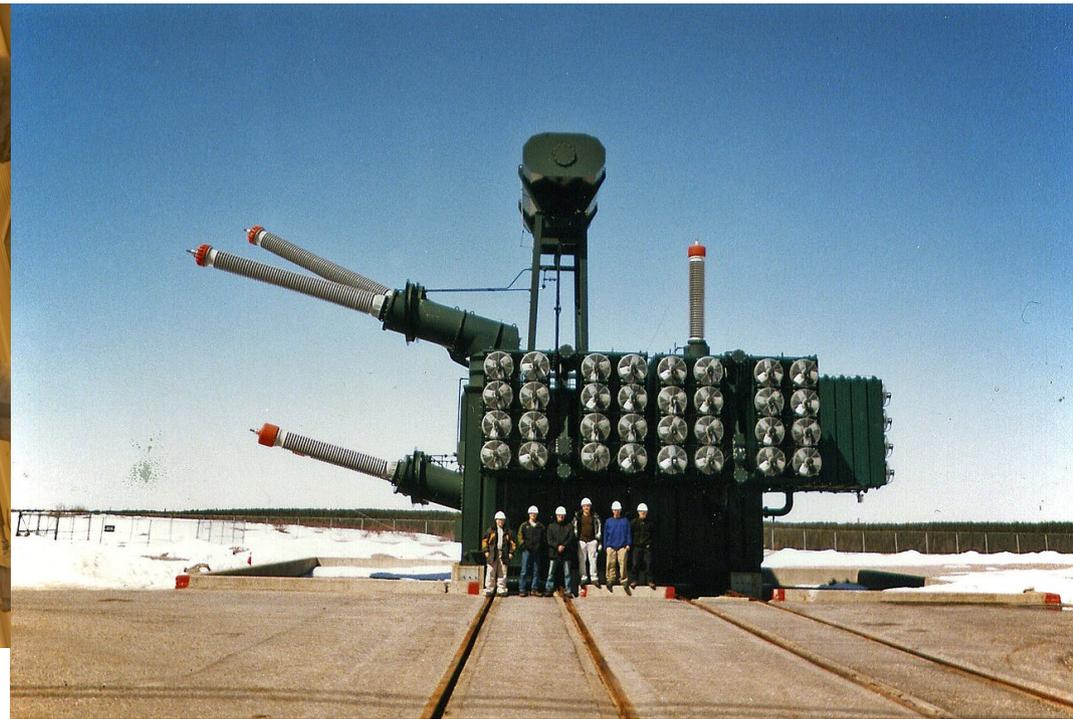
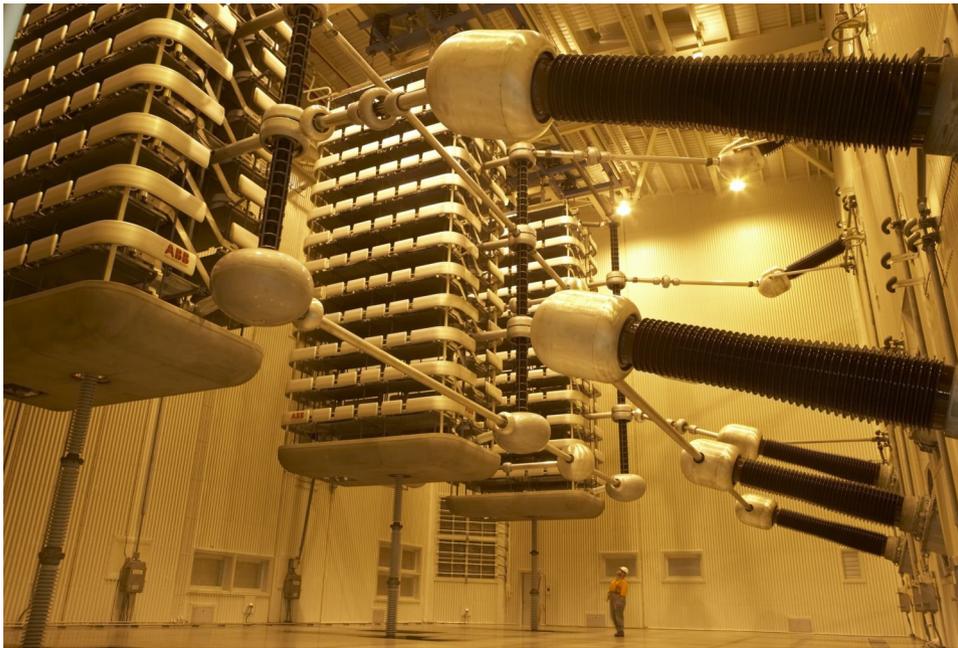
Die Grundidee stammt noch von Desertec, die Nord- Süd Leitungen für Deutschland wurden um 2010 entwickelt. Lange vor Fukushima.



Zeit online

# Was macht die Gleichstromübertragung teurer? Der technische Aufwand an den Enden.

Man benötigt einen speziellen Transformator



Und ein paar steuerbare Gleichrichter,  
die auf 1/1000 Sekunde gleich schnell  
schalten

# Was braucht man noch?

Eine Drosselspule, um den Gleichstrom zu glätten



Siemens

Dann geht es auf das Leiterseil



Chlouba

Oder in das Kabel

Technisch geht mit Gleichstrom beides.  
Es geht dann nur noch um das liebe Geld.



It-Wissen.info

# Was ist beim (Erd)Kabel anders?

Maximal ca. 900 Meter passen auf eine Rolle.  
Dann wiegt sie 40 Tonnen.  
Und unter Brücken durchpassen muss sie auch.



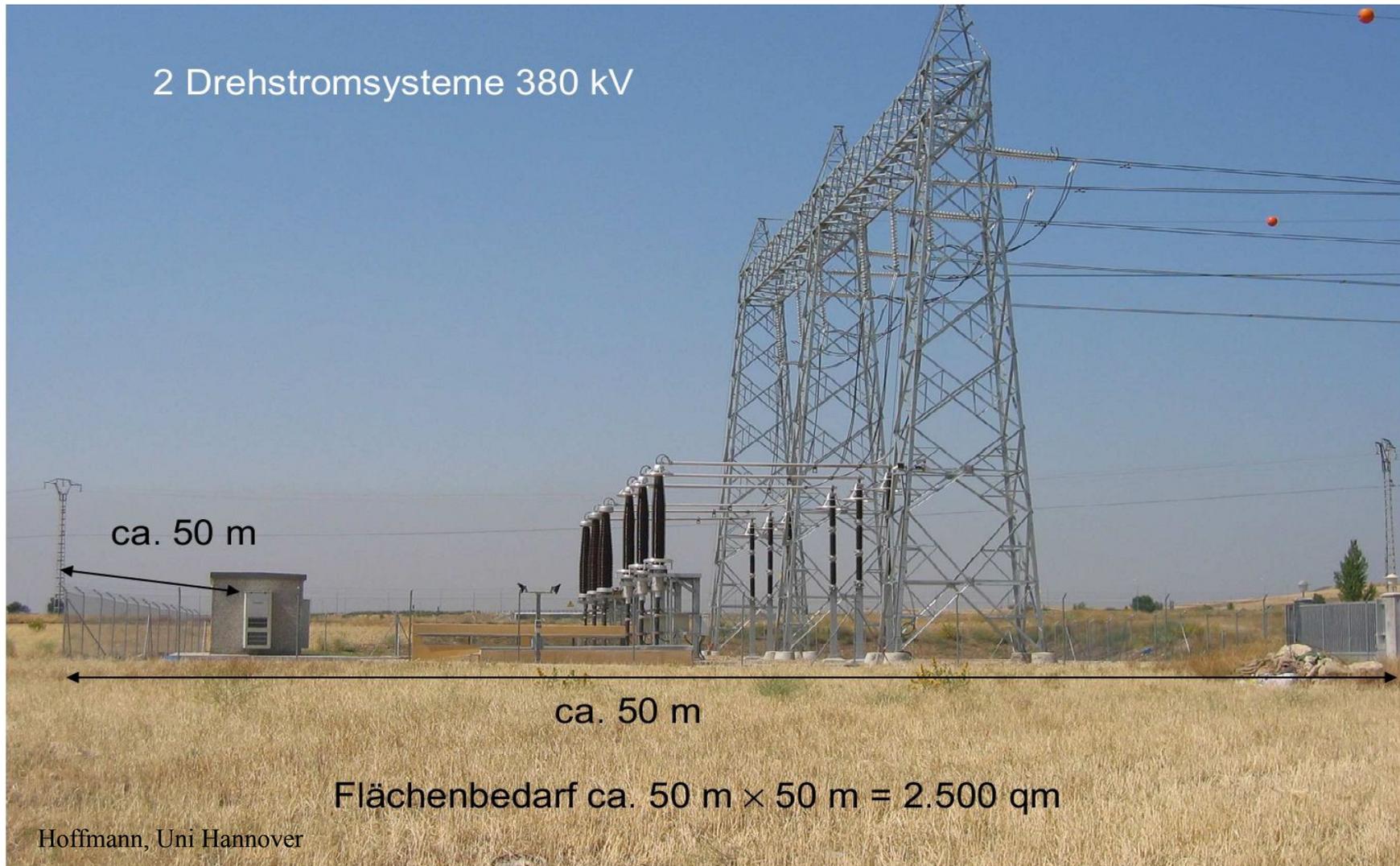
Die Enden werden in  
Muffencontainern  
zusammengesetzt.



Die Muffen sind die Schwachstellen  
der Leitung. Daher muss man an die  
später herankommen.

# Wie kann man wechseln?

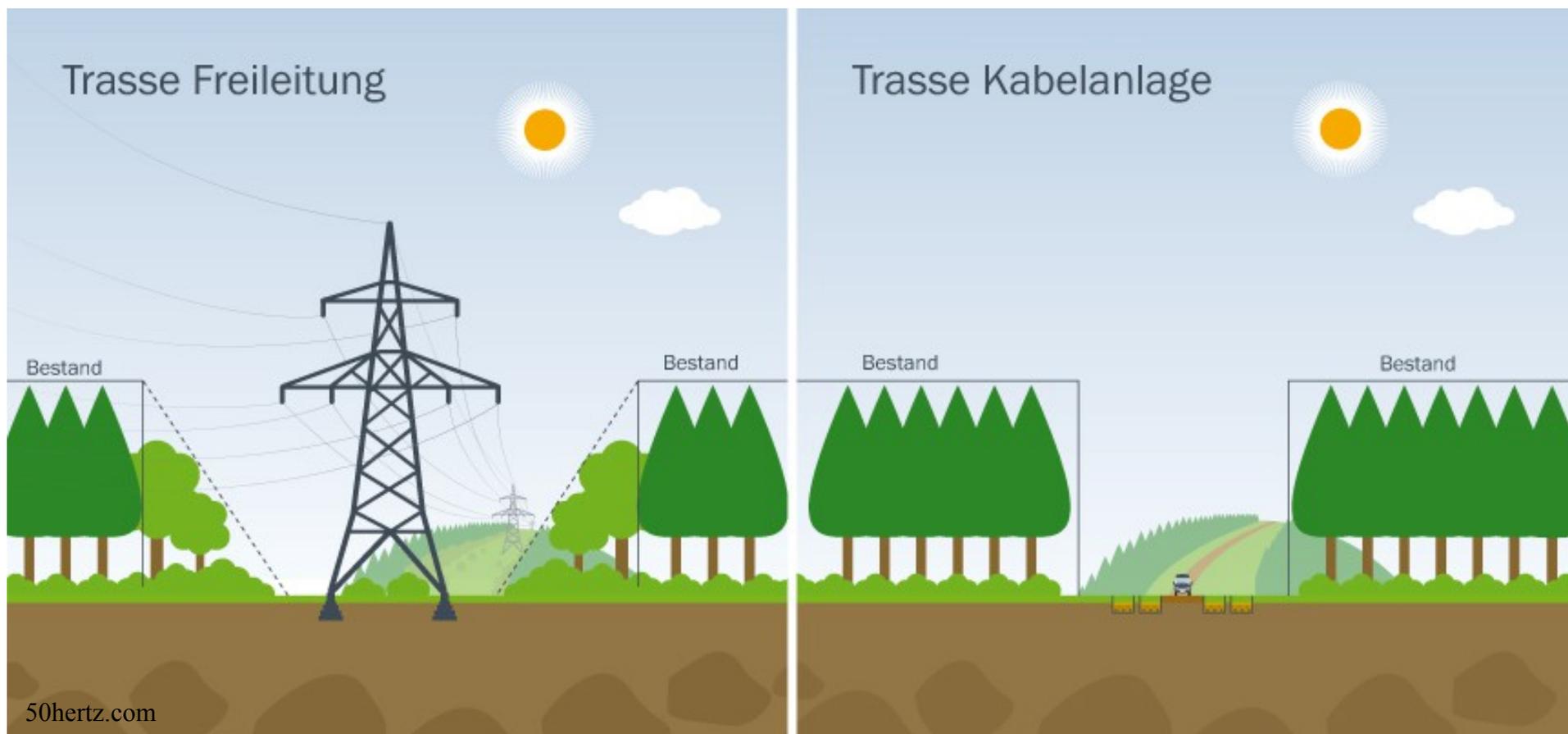
## Freileitung-Kabel-Übergangsanlage, Beispiel Madrid



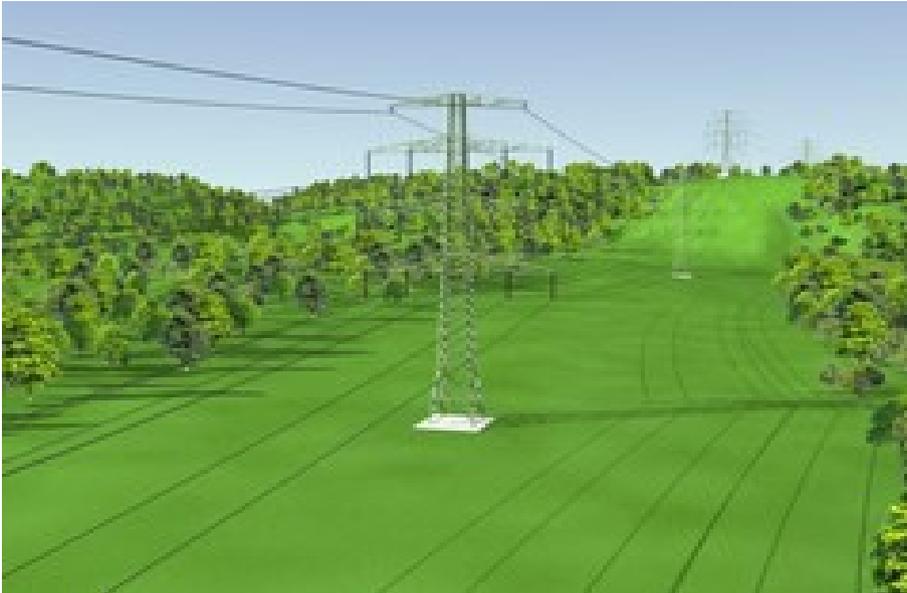
Technische Randbedingungen beim Einsatz und Betrieb von Freileitungen und Erdkabeln

45

# Ob Freileitung oder Kabel, auf der Trasse wächst kein Baum.



# Ob Freileitung oder Kabel, es geht eine Schneise durch die Landschaft.



Quelle: Prof. Dr.-Ing. Stein & Partner GmbH

# So wie hier an der Oldhorster Kreuzung sieht eine Schneise aus.



110.000 Volt  
für Burgwedel  
EON

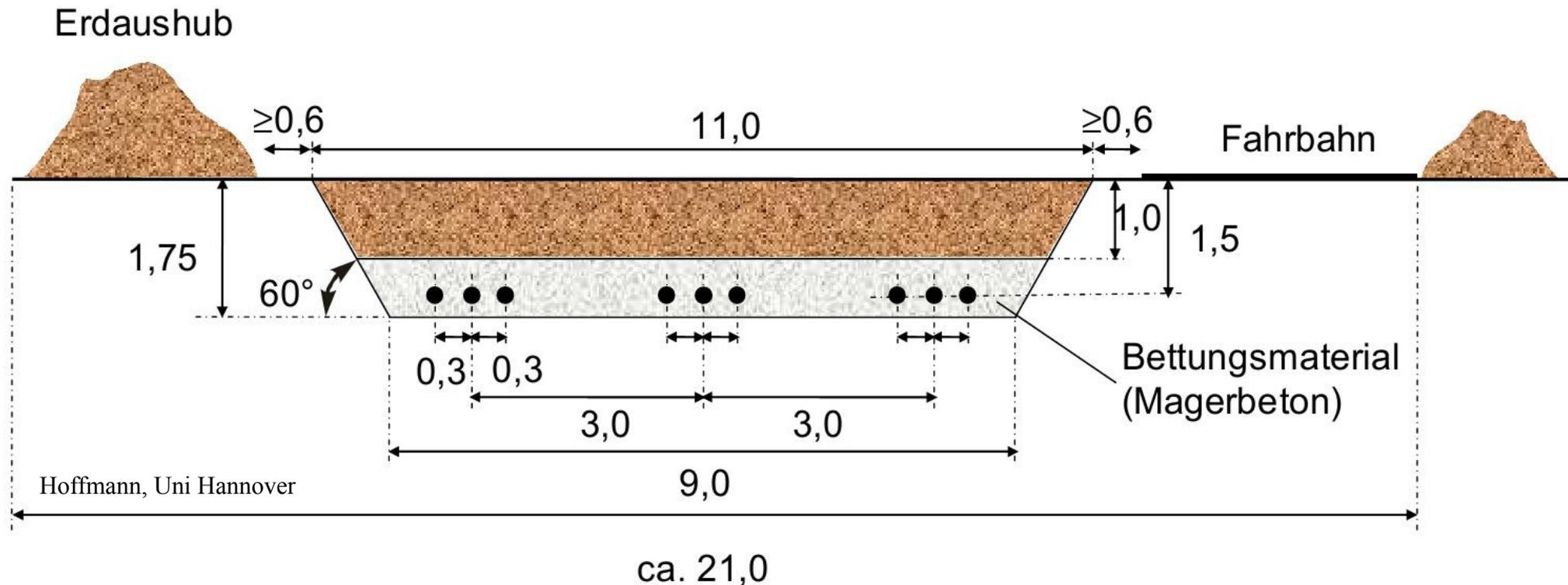
220.000 Volt  
Lehrte -  
Landesbergen  
TenneT-TSO

Chlouba

Blick in Richtung Neuwarmbüchen.  
Die Leitung geht nach Lehrte.

# Wie würden der Rahden und die Wälder bei Fuhrberg aussehen, wenn da so etwas durchgeht?

**Kabelgrabenprofil für drei Systeme während Bauphase (Maße in m)**



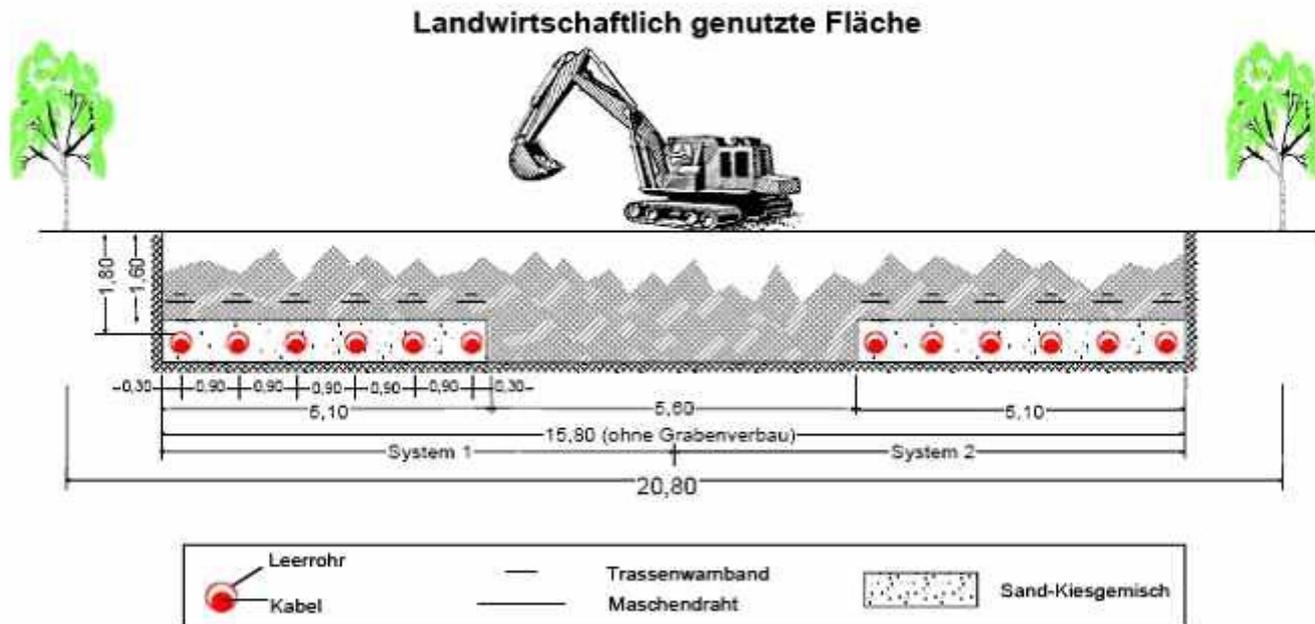
Also ist nicht nur wichtig wie, sondern auch wo.

Wenn etwas mehr Leistung benötigt wird,  
gibt es auch mehr Kabel.

Dann wird die Schneise über 20 Meter breit.

380-kV-Höchstspannungsfreileitung Wesel – Pkt.  
Meppen, Bl. 4201

Skizze: 380-kV-Kabeltrasse

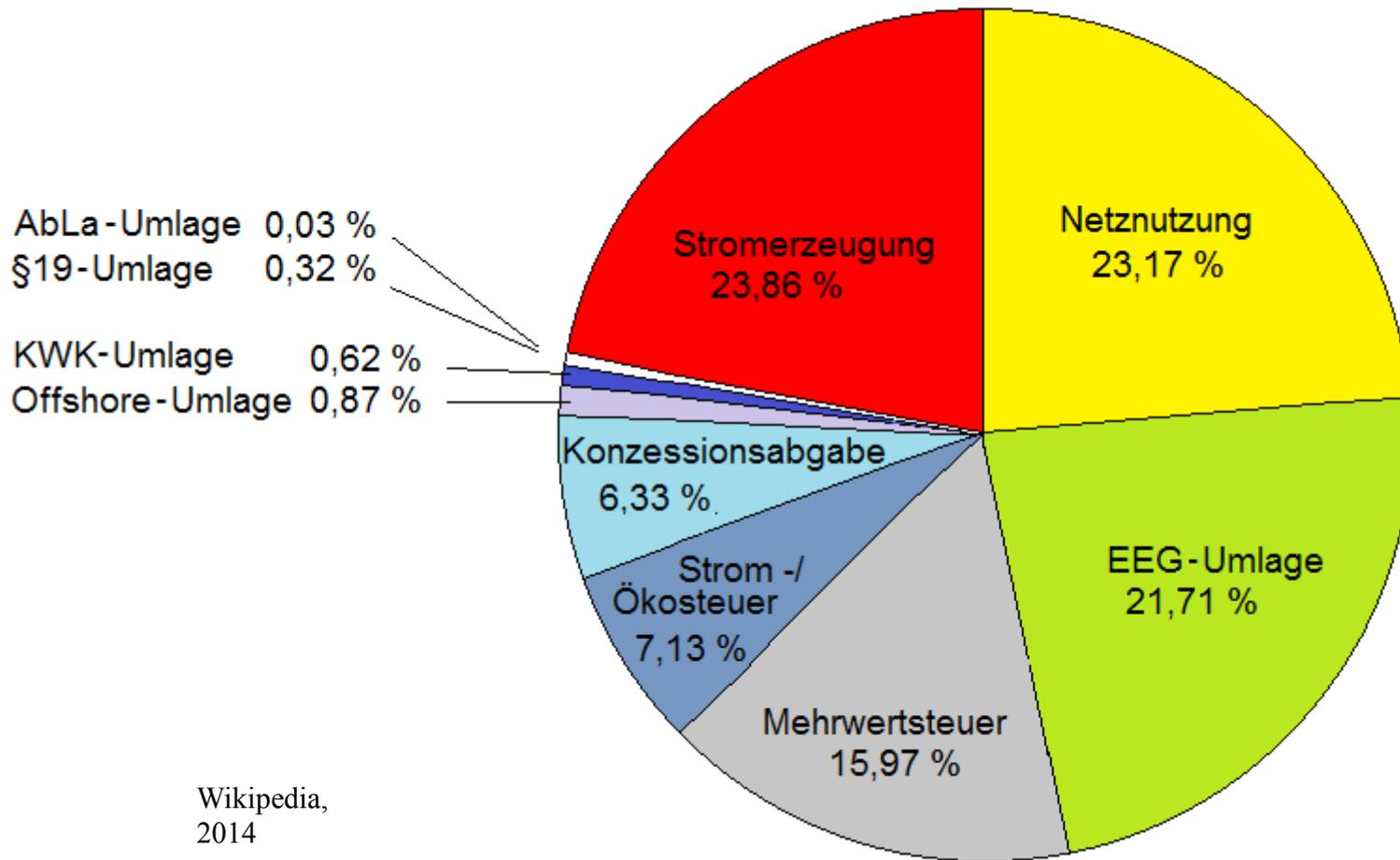


Amprion

Erdkabel allein hilft nicht, wichtig ist auch wo.

# Last, but not least: Wofür bezahlen wir was?

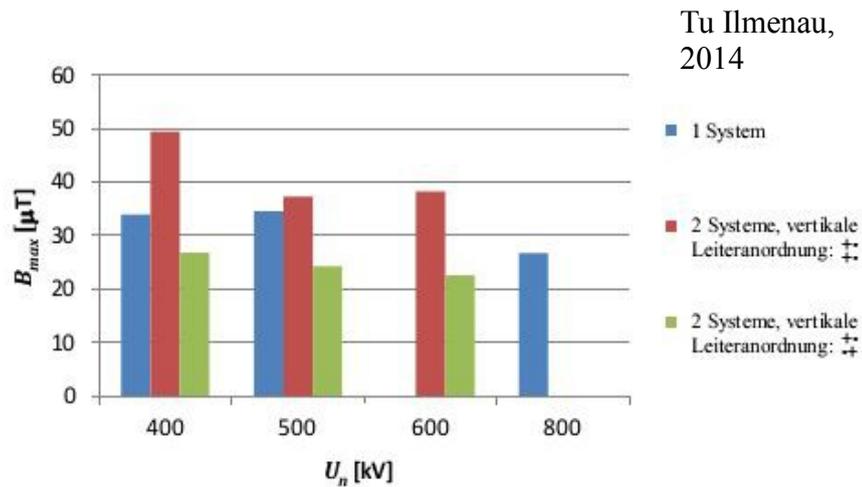
## Die Zusammensetzung des Strompreises im Jahr 2014.



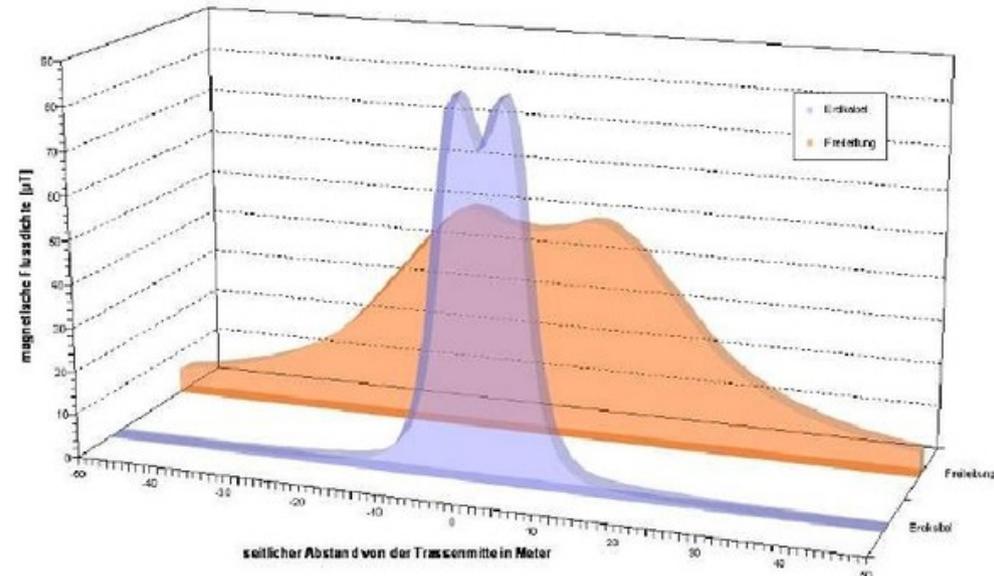
Wikipedia,  
2014

# Das Problem mit dem Elektromog

gibt es bei Kabel und Gleichstrom gar nicht,  
bei Freileitungen ist nur die elektrische Feldstärke  
interessant.



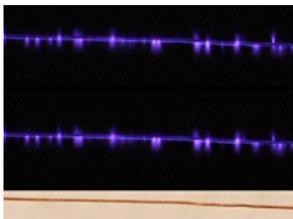
**Bild 4.2:** Maximale magnetische Flussdichte ( $B_{max}$ ) 1 m über EOK für bipolare Freileitungen für Nennbetrieb



- 31  $\mu$  ( $3,1 \cdot 10^{-5}$ ) Erdmagnetfeld am Äquator
- 48  $\mu$  ( $4,8 \cdot 10^{-5}$ ) Erdmagnetfeld am 50. Breitengrad
- 100  $\mu$  ( $10^{-4}$ ) zulässiger Grenzwert für elektromagnetische Felder bei 50 Hz (Haushaltsstrom) in Deutschland gemäß der 26. BImSchV
- 0,1 handelsüblicher Hufeisenmagnet[1]
- 0,25 ein typischer Sonnenfleck
- 1,61 maximale magnetische Flussdichte eines NdFeB-Magneten (Neodym-Eisen-Bor). Typischerweise werden die Magnete mit Flussdichten zwischen 1 T und 1,5 T hergestellt. NdFeB-Magnete sind derzeit die stärksten Dauermagnete
- 0,35 bis 3,0 Kernspintomograph für die Anwendung am Menschen. Zu Forschungszwecken werden auch Geräte mit 7,0 T und mehr verwendet.

Das Elektrische Feld besteht zwischen dem Leiterseil und dem Erdboden. Bei 500.000 Volt muss der Abstand  $> 20$  Meter betragen, weil es sonst zu Überschlägen kommen kann (siehe unten).

Davor kommt es zu Koronaentladungen (unvollständiger Durchschlag, z.B. Elmsfeuer).



3d-meier.de

Die Entladungen sind fast ausschließlich im Ultravioletten Bereich sichtbar.  
Sie führen zu Energieverlusten, Geräuschen und Funkstörungen.



Elektrische Feldstärke in der Luft bei wolkenlosem Himmel zwischen 100 V/m und 300 V/m.  
Bei Gewittern entstehen aufgrund der Ladungstrennung in den Wolken jedoch auch wesentlich höhere Feldstärken von 25 bis 35 kV/m, die man am Boden beobachten kann. Ab diesen Feldstärken kommt es auch in Form von Blitzen zu Entladungen (Ladungsausgleich). Quelle: Wikipedia

Vielen Dank.