

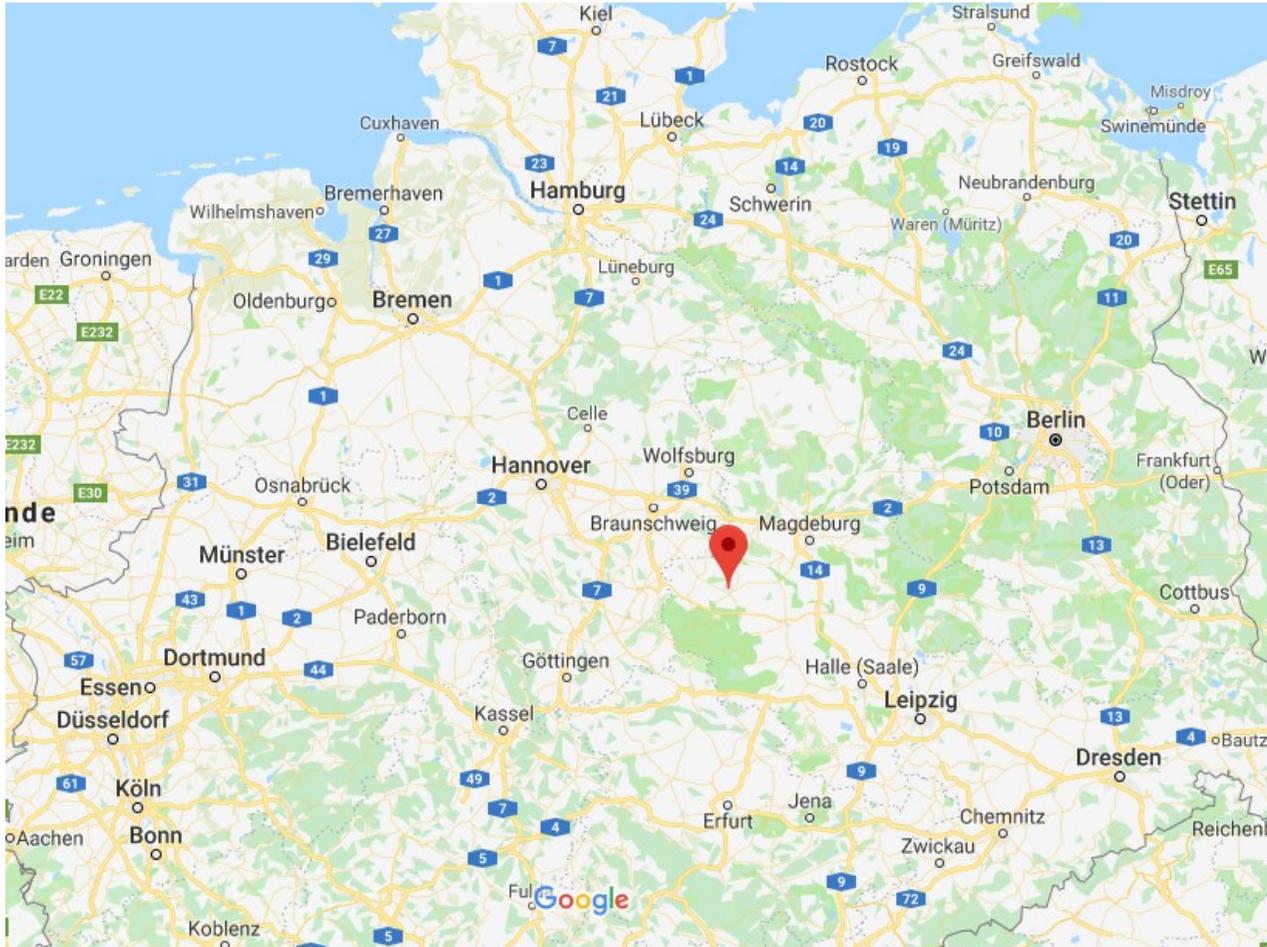


Funktioniert die Energiewende?

Prof. Dr. rer. nat. Rainer Gerloff

Foto: pixabay.com

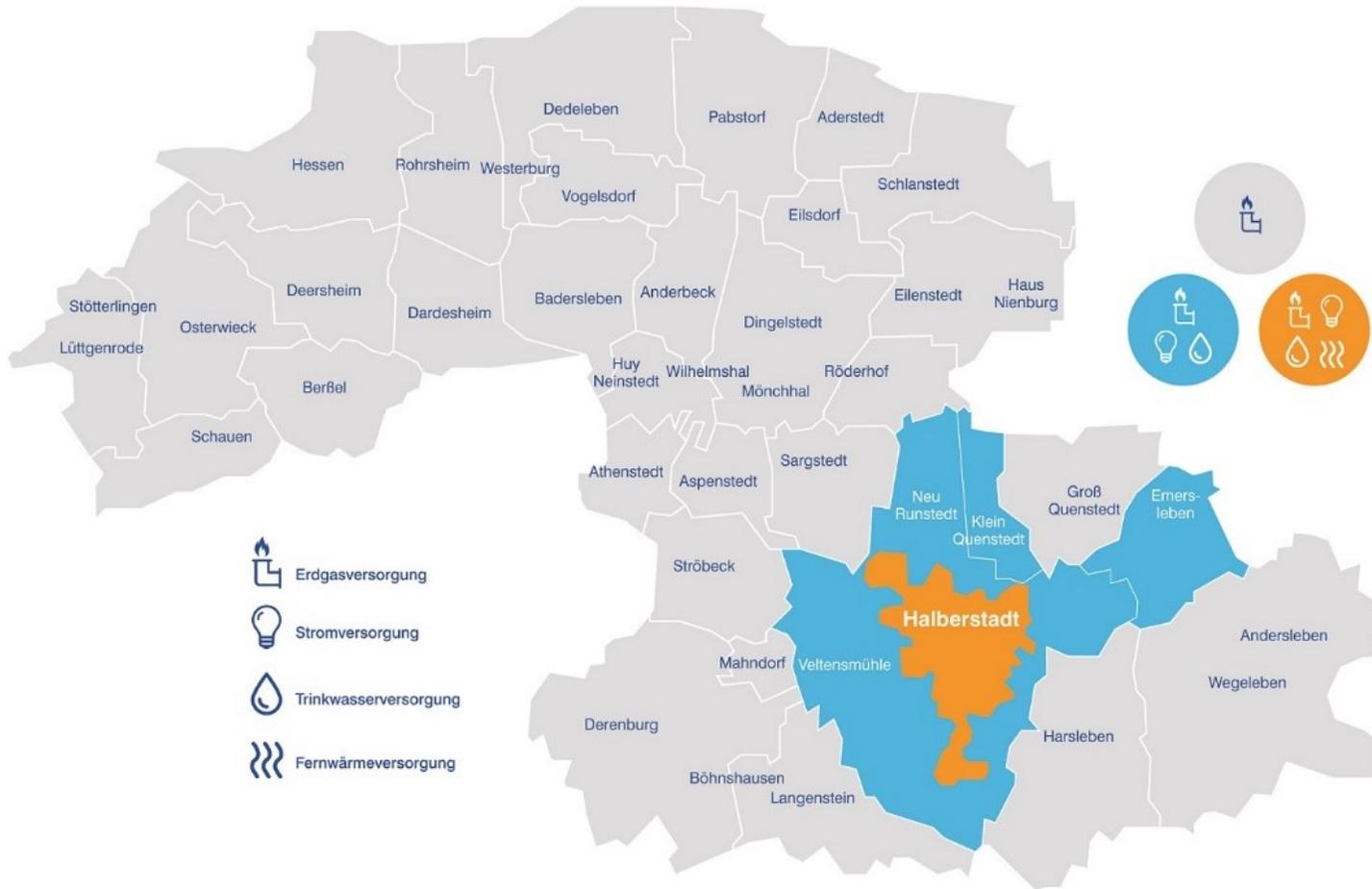
Halberstadt



Fotos: www.halberstadt.de

Versorgungsgebiet der Halberstadtwerke

38 Städte und Gemeinden



Netzlängen

Strom	748 km
Gas	693 km
Wasser	183 km
Wärme	20 km

Zählpunkte / Anlagen

Strom	27.170
Gas	13.767
Wasser	7.481
Wärme	232

Gesellschafterstruktur



Die **KOM9** ist ein Verbund von Stadtwerken und regionalen Energieversorgern aus ganz Deutschland, von Villingen-Schwenningen bis Fulda, von Koblenz bis Chemnitz. Gemeinsam tragen die beteiligten Gesellschaften aktiv zur Stärkung der kommunalen Strukturen der Energie- und Wasserversorgung bei. Die KOM9 wurde 2009 gegründet und hat zwischenzeitlich mehr als 40 Gesellschafter.

Wir gehören zur Holding-Gesellschaft **NOSA GmbH**. Diese verbindet alle städtischen Tochterunternehmen mit dem Ziel, die kommunalen Interessen für eine positive Entwicklung Halberstadts optimal zu bündeln. Gesellschafter sind zu 75 Prozent die NOSA GmbH Halberstadt und zu 25 Prozent die **Thüga AG München**. Diese bildet mit der Thüga-Gruppe, zu der 100 Stadtwerke aus dem gesamten Bundesgebiet gehören, das größte Netz an eigenständigen Energieversorgern in Deutschland.



Die Halberstadtwerke sind der größte kommunale Versorgungsdienstleister in der Region Harz. Das Portfolio des Unternehmens reicht von der Versorgung mit Strom, Erdgas, Trinkwasser und Fernwärme bis zu Dienstleistungsangeboten wie Gebäudeleittechnik und Energieberatung. Insgesamt versorgen die Halberstadtwerke 45.000 Kunden in 38 Städten und Gemeinden. Für die Stadt Halberstadt und ihre Ortsteile Klein-Quenstedt und Emersleben sind sie der Grundversorger für die Sparten Strom und Erdgas



2017	Investitionen im Mio. Euro	4,9
	Bilanzsumme in Mio. Euro	66,6
	Umsatzerlöse in Mio. Euro	64,3
	Mitarbeiter (31.12.)	103
	Erdgasabsatz in Mio. kWh	399
	Stromabsatz in Mio. kWh	131
	Wärmeabsatz in Mio. kWh	56,6
	Wasserabsatz in Mio. m ³	1,6

Netzleitstelle
24/7 365

Netzführung

Störungs-
management
Frontoffice

Gebäudeleittechnik

Anlagen- und
Objekt-
überwachung

Dokumentation



Energie- und
Fördermittel-
beratung

Contracting

Thermografie-
anwendungen

Beratung
regenerative
Energien

Not- und
Bauwärme-
versorgung

Energieaudits





Honig für die Stadtwerke

Halberstadt (sc) • Imker Enrico Kretschmar vertreibt in dem Rauch die Bienen, bevor er die Rahmen mit den Waben entnimmt. Der Hessener ist im Auftrag der Halberstadtwerke tätig, die auf ihrem Gelände fünf Bienenvölker haben. In seiner Arbeit lädt sich der Imker regelmäßig auch Schulklassen ein. „Geerntet“ hat Kretschmar am Mittwoch die Spätsommertracht, „den Kaviar der Biene“, wie er beim Entnehmen und Schleudern der Waben betonte. Weil sich das Bienenvolk langsam auf die Ruhezeit im Winter vorbereitet, ist der Ertrag pro Beute, so nennt man einen Bienstock, nicht mehr so hoch wie im Frühjahr und Frühsommer. Der Aufwand für den Imker aber bleibt gleich. Die Halberstadtwerke haben sich zum Kauf von Bienen und Beuten entschlossen, um die Bemühungen in der Region für den Erhalt dieser lebenswichtigen Nutztiere zu unterstützen, sagte Stadtwerkechef Rainer Gerloff. Foto: S. Sch...



Jürgen Trittin,
Bundesumweltminister

2004

„Es bleibt dabei, dass die Förderung erneuerbarer Energien einen durchschnittlichen Haushalt nur rund 1 Euro im Monat kostet - so viel wie eine Kugel Eis.“



12 €/a



Peter Altmaier,
Bundesumweltminister

2012

„Die Energiewende ist ein Generationenprojekt. Sie ist das größte Infrastrukturprojekt seit dem Wiederaufbau unseres Landes nach dem Krieg.“



115 €/a



Peter Altmaier,
Bundeswirtschaftsminister

2018

„Nur mit einer bezahlbaren und sicheren Energieversorgung können wir weiter auf eine breite Zustimmung der Bevölkerung für die Energiewende bauen.“



220 €/a

**Versorgungssicherheit
(Physik)**



**Ökologie
(Klimaschutz)**

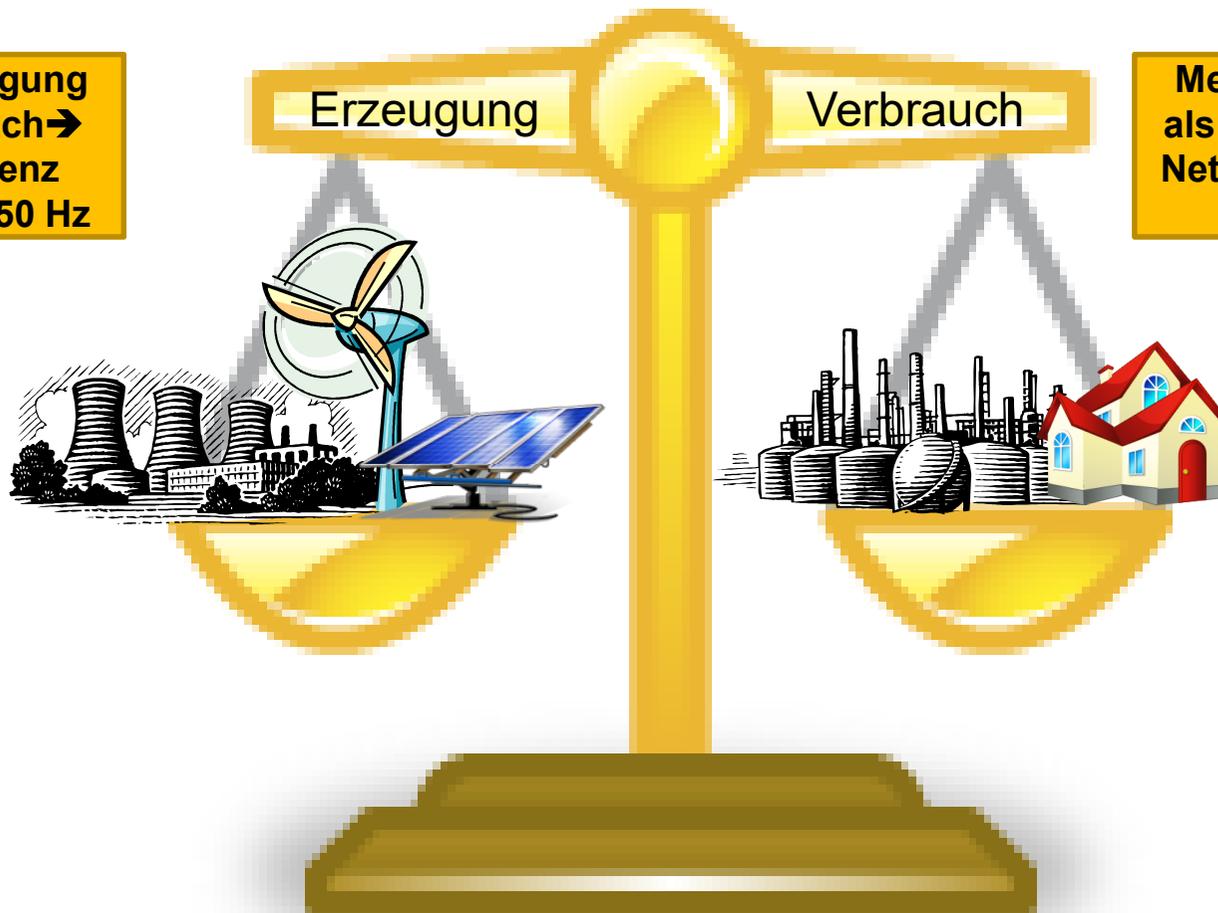
**Ökonomie
(Finanzierbarkeit)**

3 Postulate

1. Mit der Liberalisierung der Energiemärkte 1998 wurde der Transport (die Netze) reguliert. Der Stromhandelsmarkt wurde zum börslichen Marktplatz für Erzeuger und Nachfrager (Energy-Only-Markt).
2. Das Erneuerbare Energien Gesetz ist ein Fördermodell und garantiert feste Erlöse aus Einspeisevergütungen bzw. aus Marktprämien außerhalb des Stromhandelsmarktes.
3. Strom ist (heute) nicht zu wirtschaftlichen Kosten speicherbar. Daher muss aus physikalischen Gründen zu jeder Zeit die Erzeugung gleich dem Verbrauch sein.

Regelenergie - die physikalische Komponente

Mehr Erzeugung
als Verbrauch →
Netzfrequenz
steigt über 50 Hz



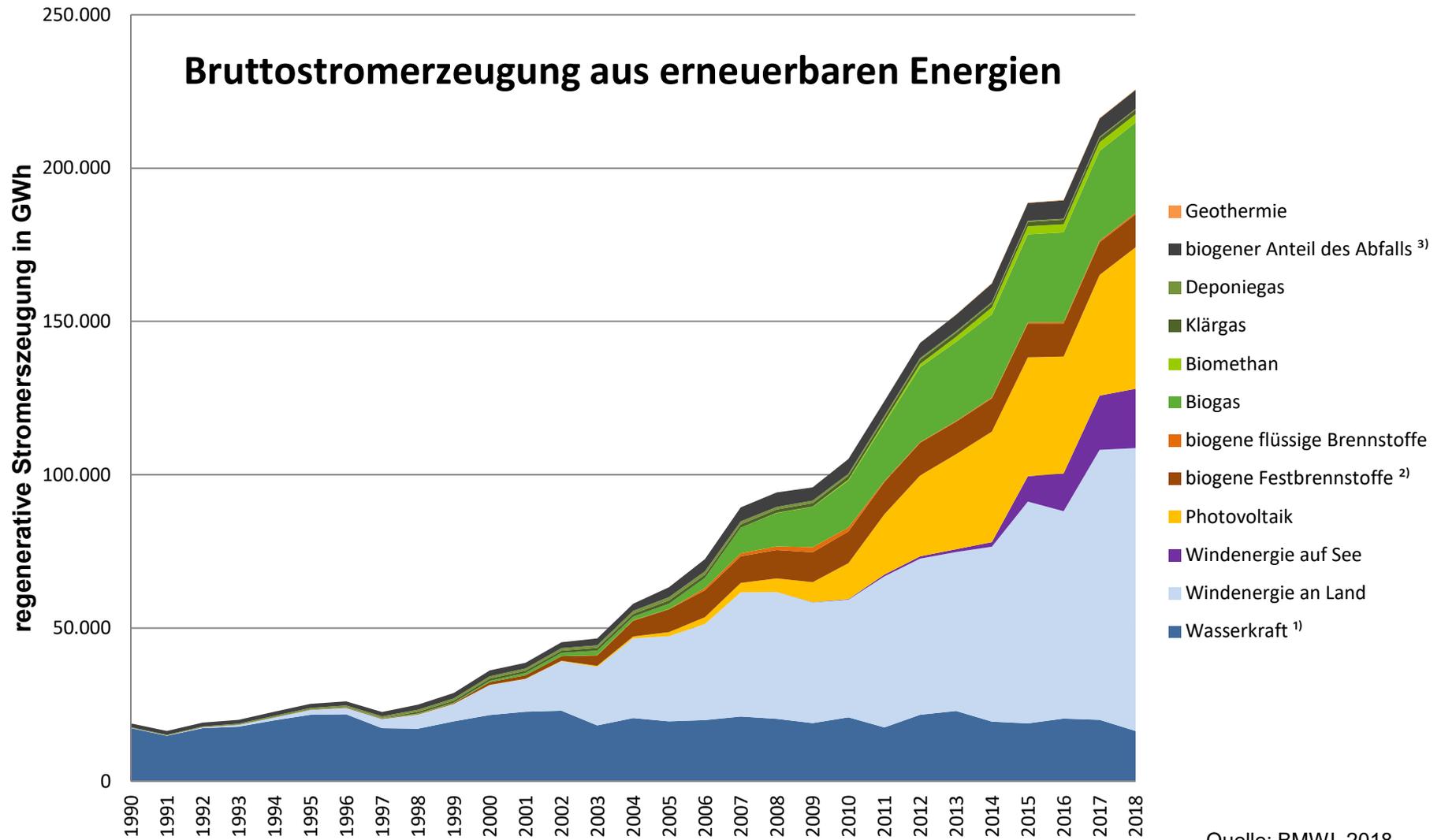
Mehr Verbrauch
als Erzeugung →
Netzfrequenz fällt
unter 50 Hz

Primärregelung, Sekundärregelung, Minutenreserve

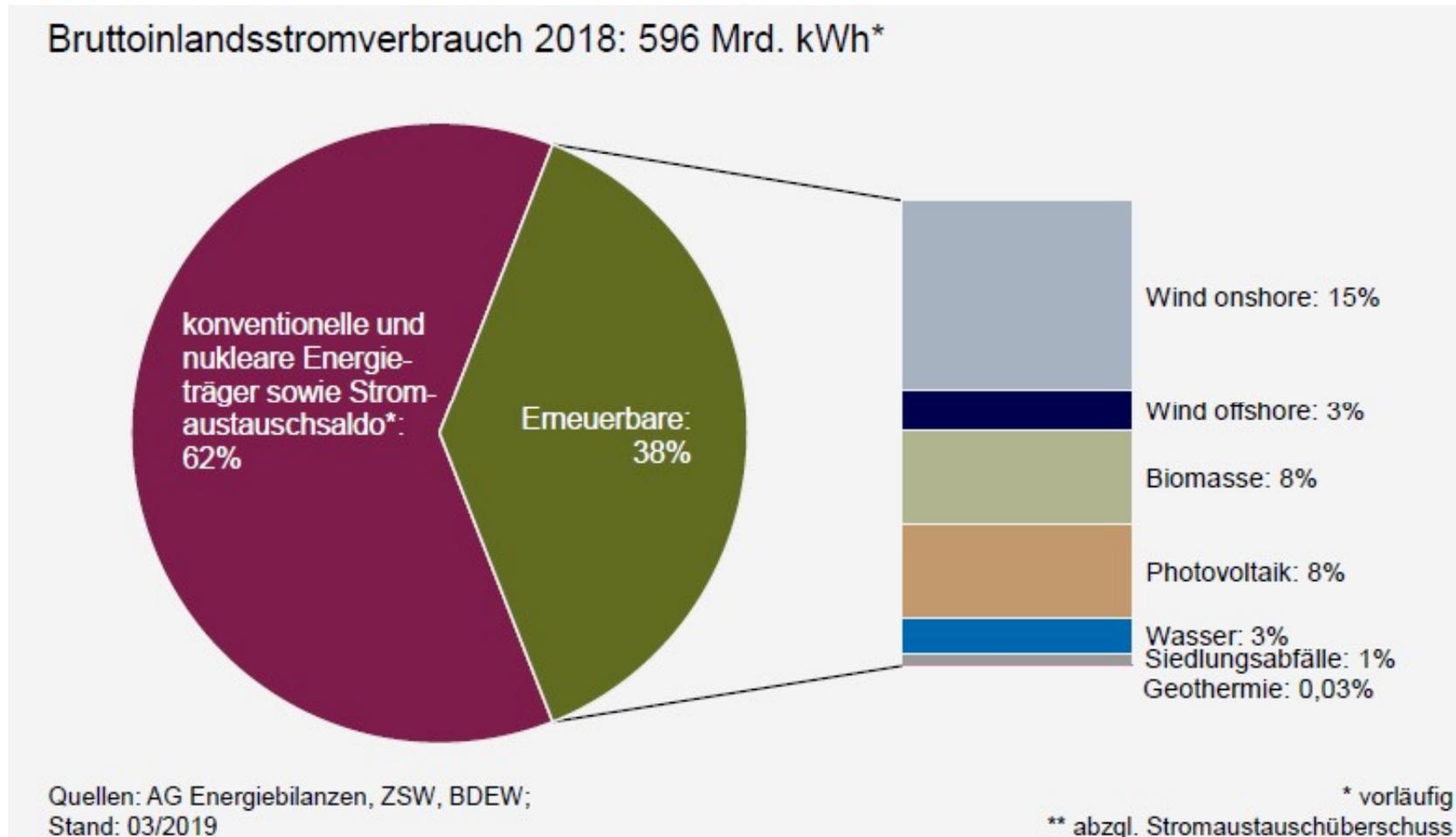
Säulen der Energiewende

ERZEUGUNG

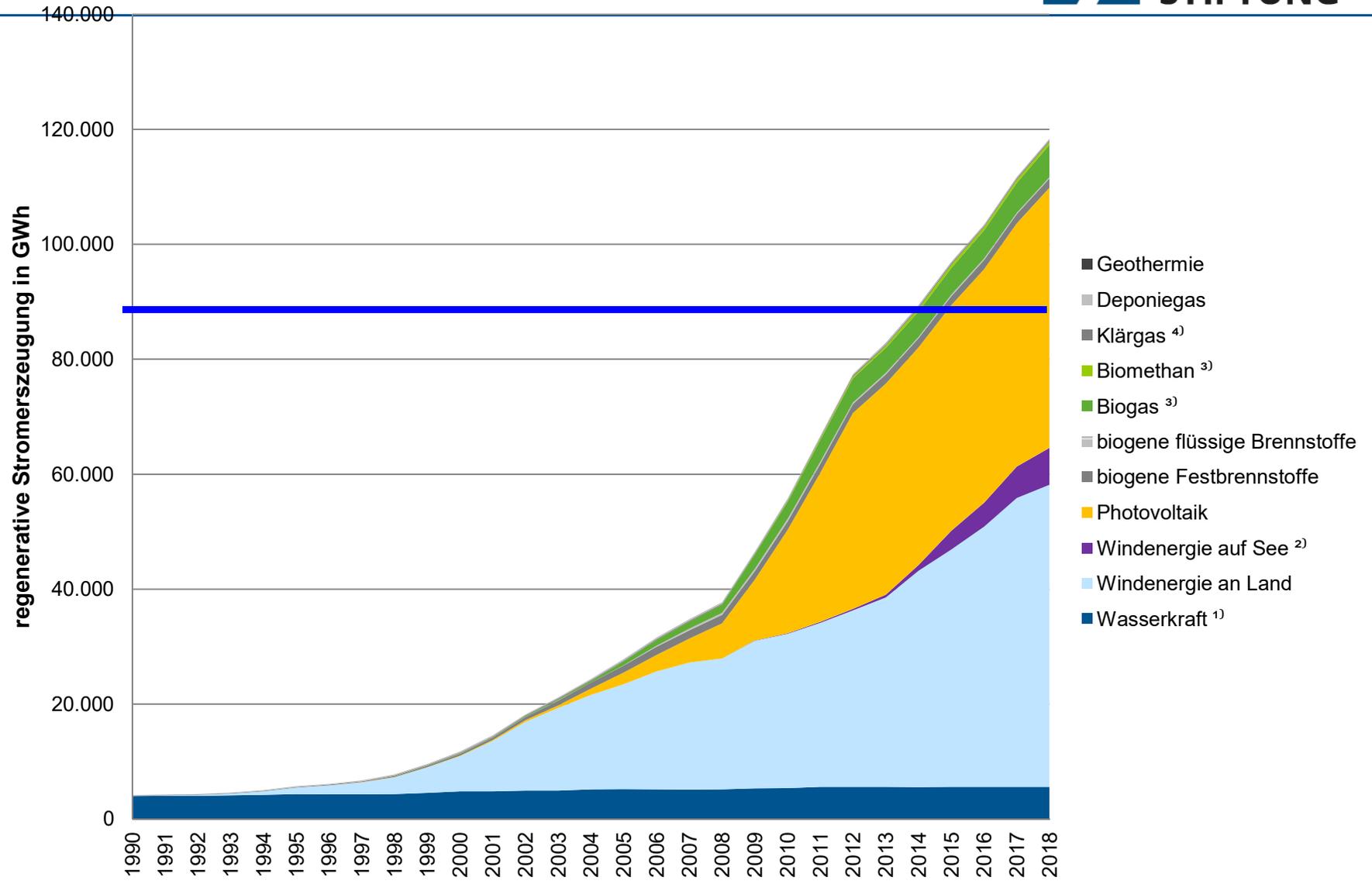




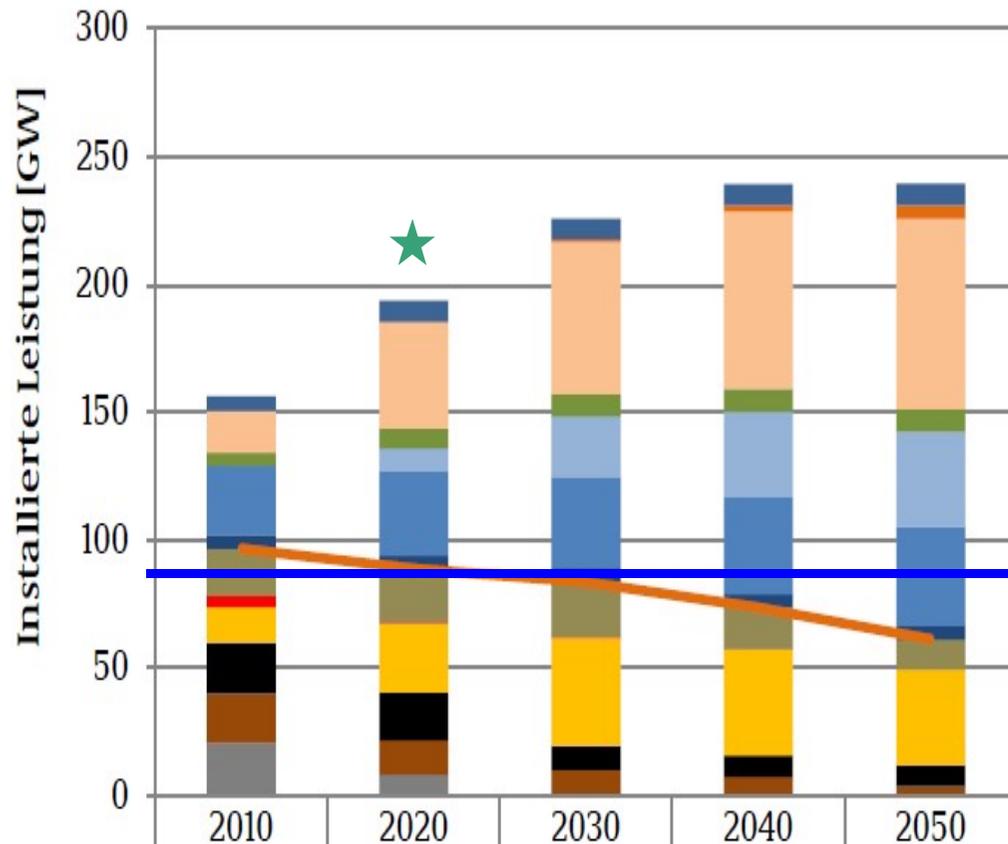
Anteil erneuerbarer Energie am Strommix



Entwicklung der installierten Leistung von Stromerzeugungsanlagen



Entwicklung der Erzeugungsstruktur in Deutschland

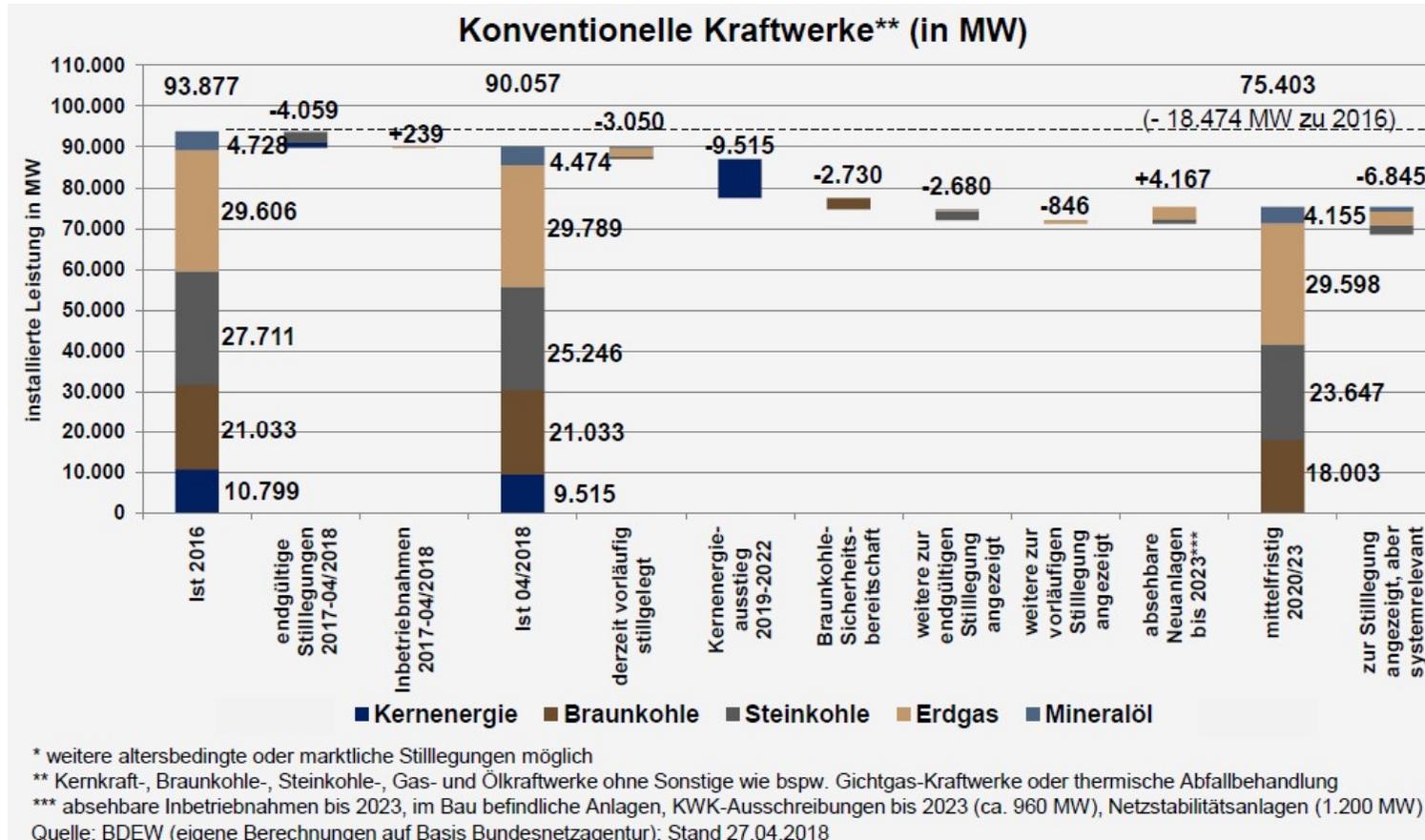


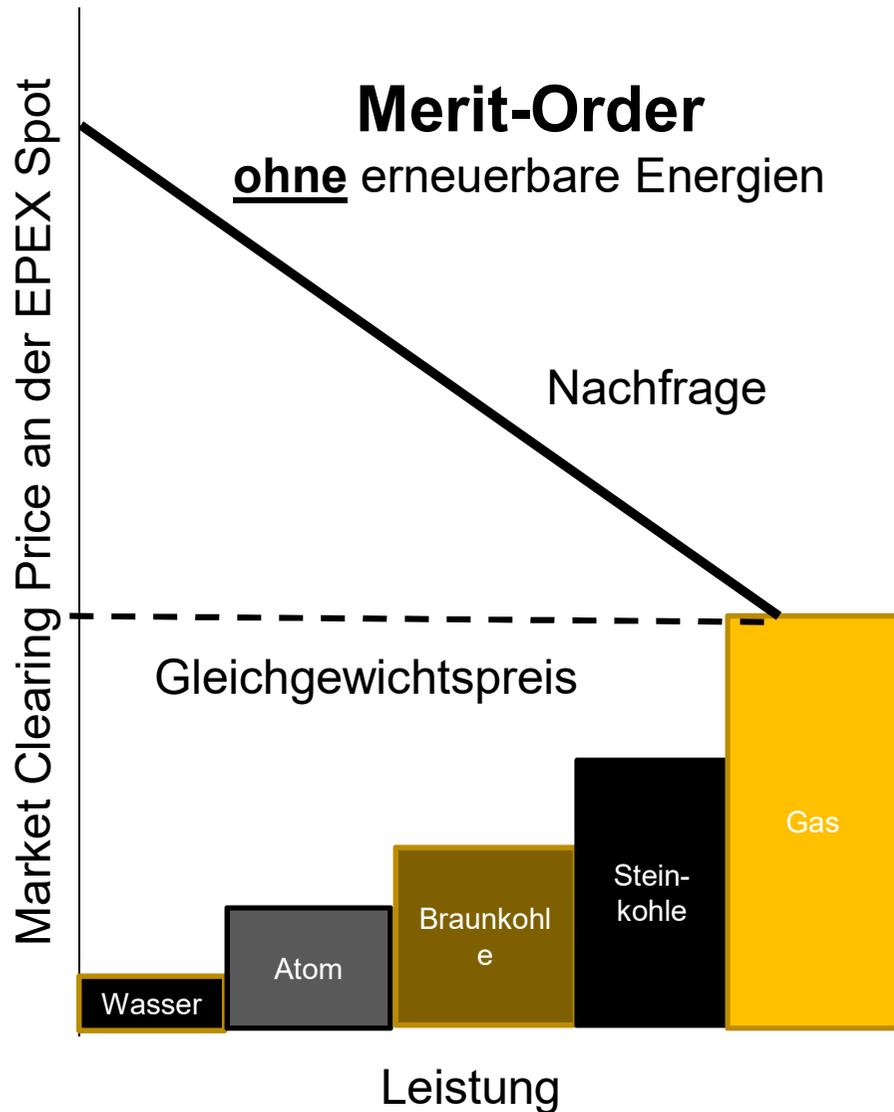
	2010	2020	2030	2040	2050
Turbinen PSW	5,7	8,2	8,2	8,2	8,2
Geothermie	0,0	0,3	1,0	2,3	5,3
Photovoltaik	16,5	42,0	60,0	70,0	75,0
Biomasse	4,9	7,9	8,5	8,7	8,7
Wind offshore	0,0	9,0	23,8	33,5	37,0
Wind onshore	27,2	32,9	35,9	38,0	39,0
Laufwasser	5,3	5,1	5,2	5,2	5,2
KWK konventionell	18,6	20,8	21,4	16,3	11,7
Öl	4,3	0,5	0,3	0,2	0,0
Gas	13,9	27,1	42,4	41,2	37,3
Steinkohle	19,9	18,8	9,3	8,5	8,5
Braunkohle	19,5	13,4	10,0	7,2	3,5
Kernkraft	20,3	8,1	0,0	0,0	0,0
Summe konventionell	96,5	88,6	83,4	73,4	61,0
Summe EE	53,9	97,2	134,4	157,7	170,2
Gesamtsumme	156,1	194,0	226,0	239,2	239,3

★ Stand 2017

Quelle: Dena , Integration EE 2012

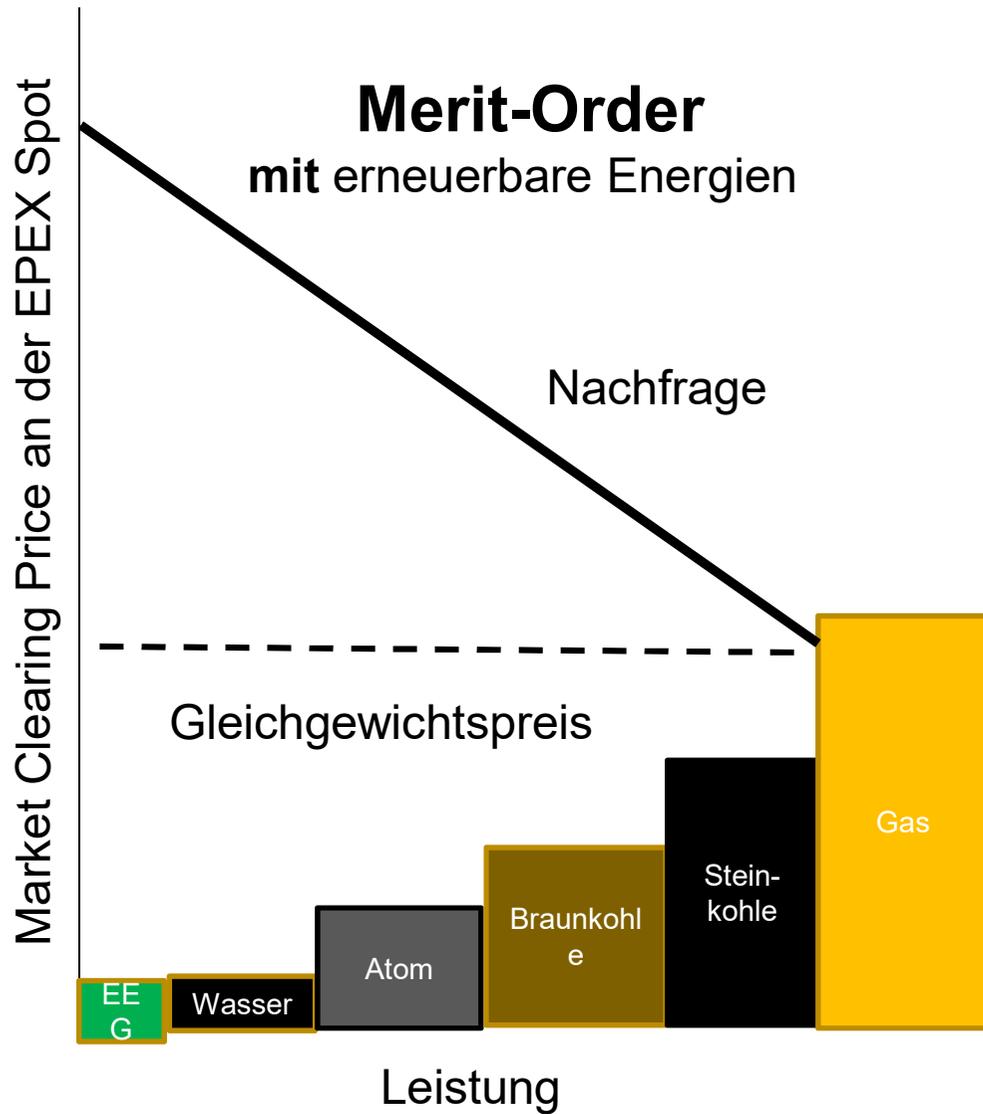
Saldierte „Sterbelinie“ konventioneller Kraftwerke und „Erzeugungslücke“



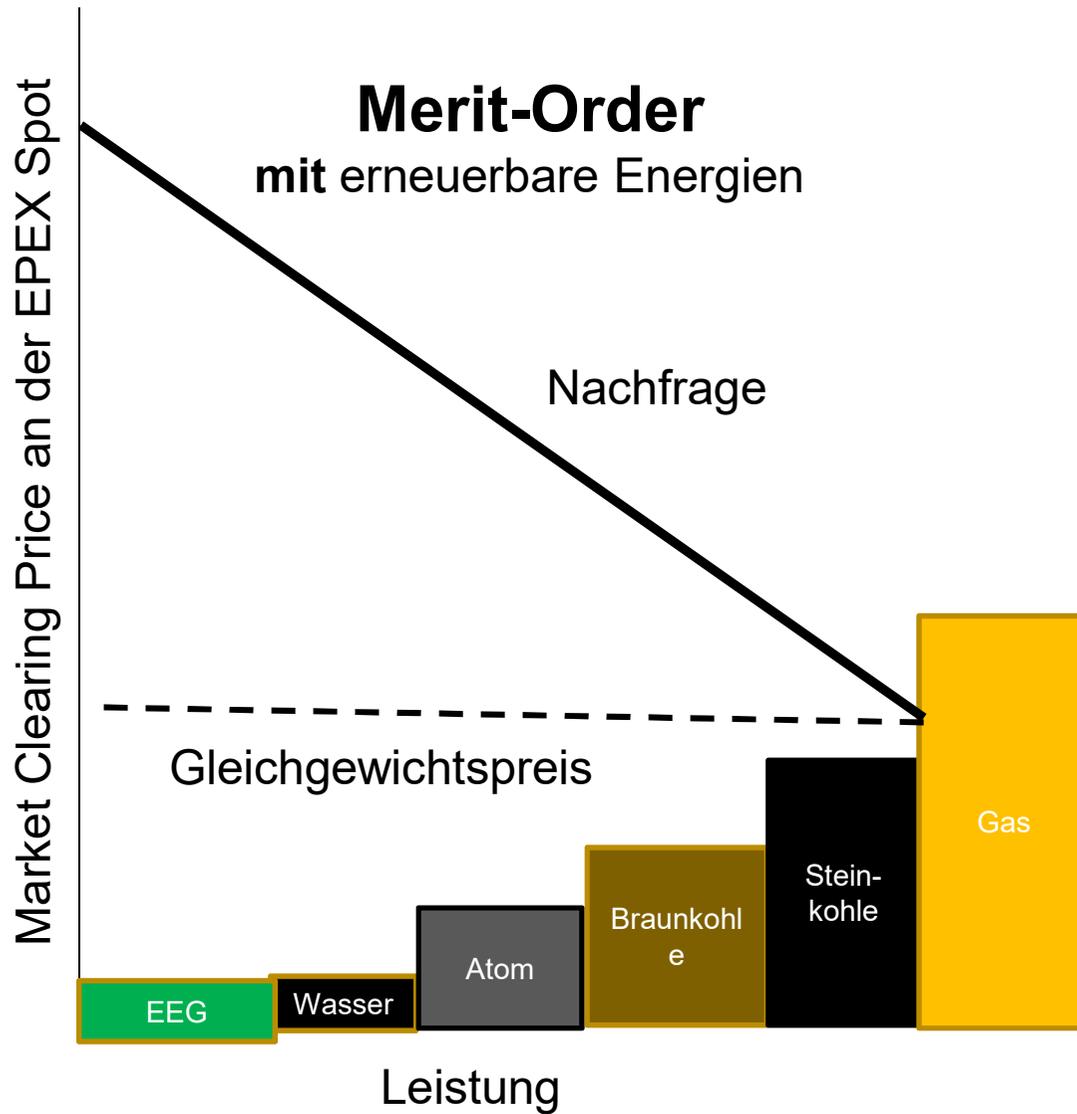


- EPEX Spot – Paris
- geschlossene Day-Ahead-Versteigerung
 - für jede Stunde des Folgetages
 - Angebot und Nachfrage werden nach Preis geordnet (Merit Order) und bestimmen den Grenzpreis (MCP)

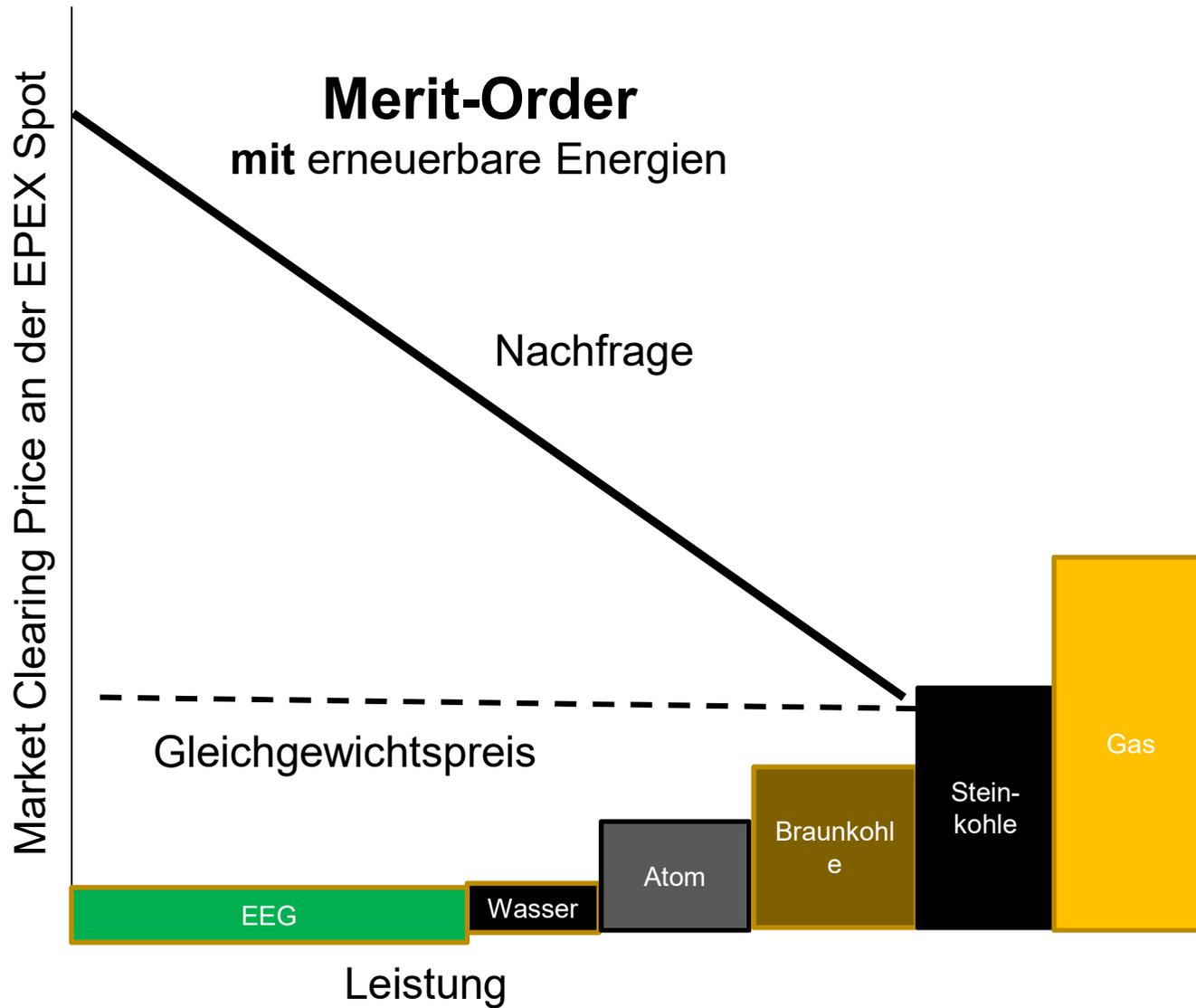
Merit-Order-Effekt



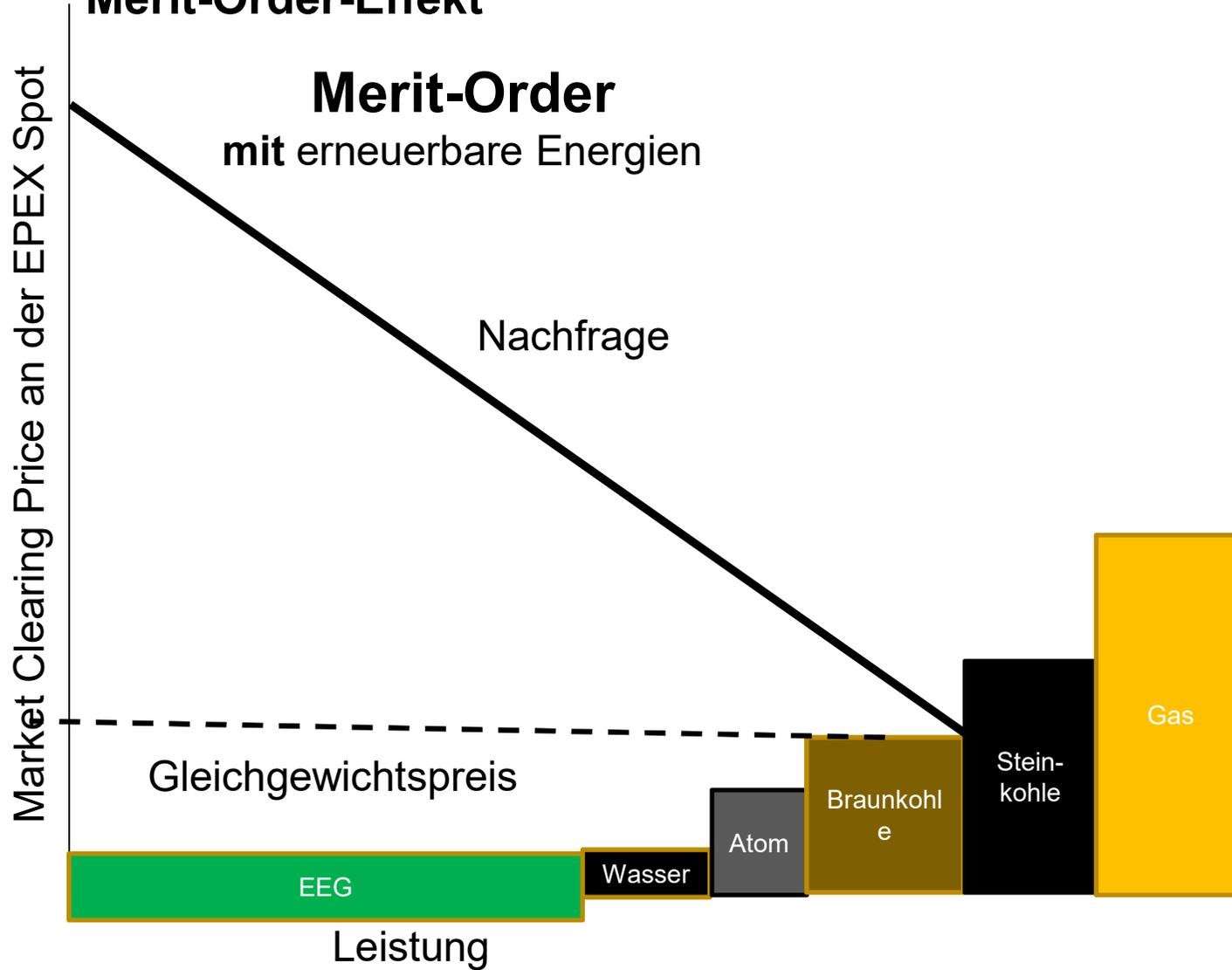
Merit-Order-Effekt



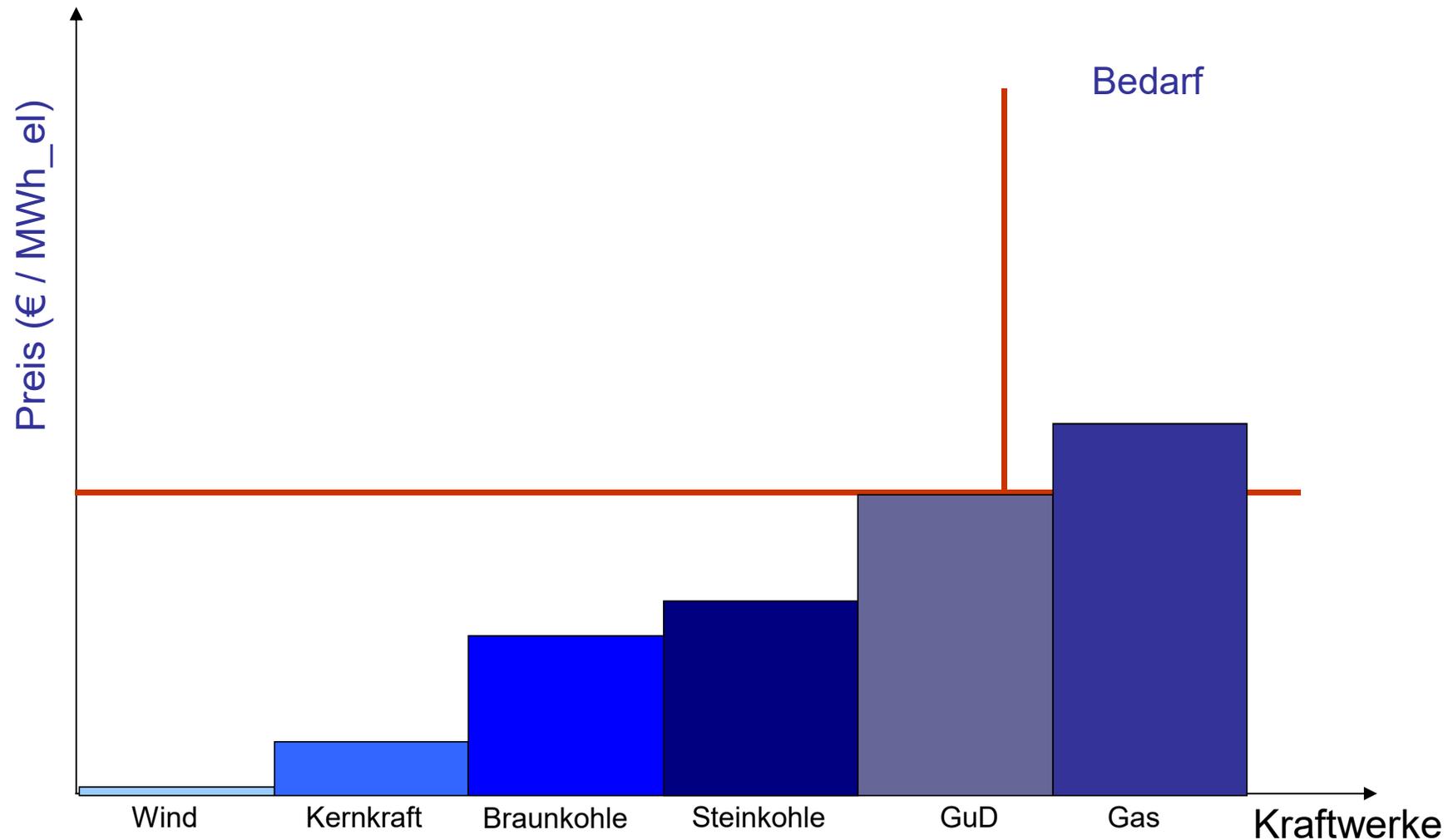
Merit-Order-Effekt



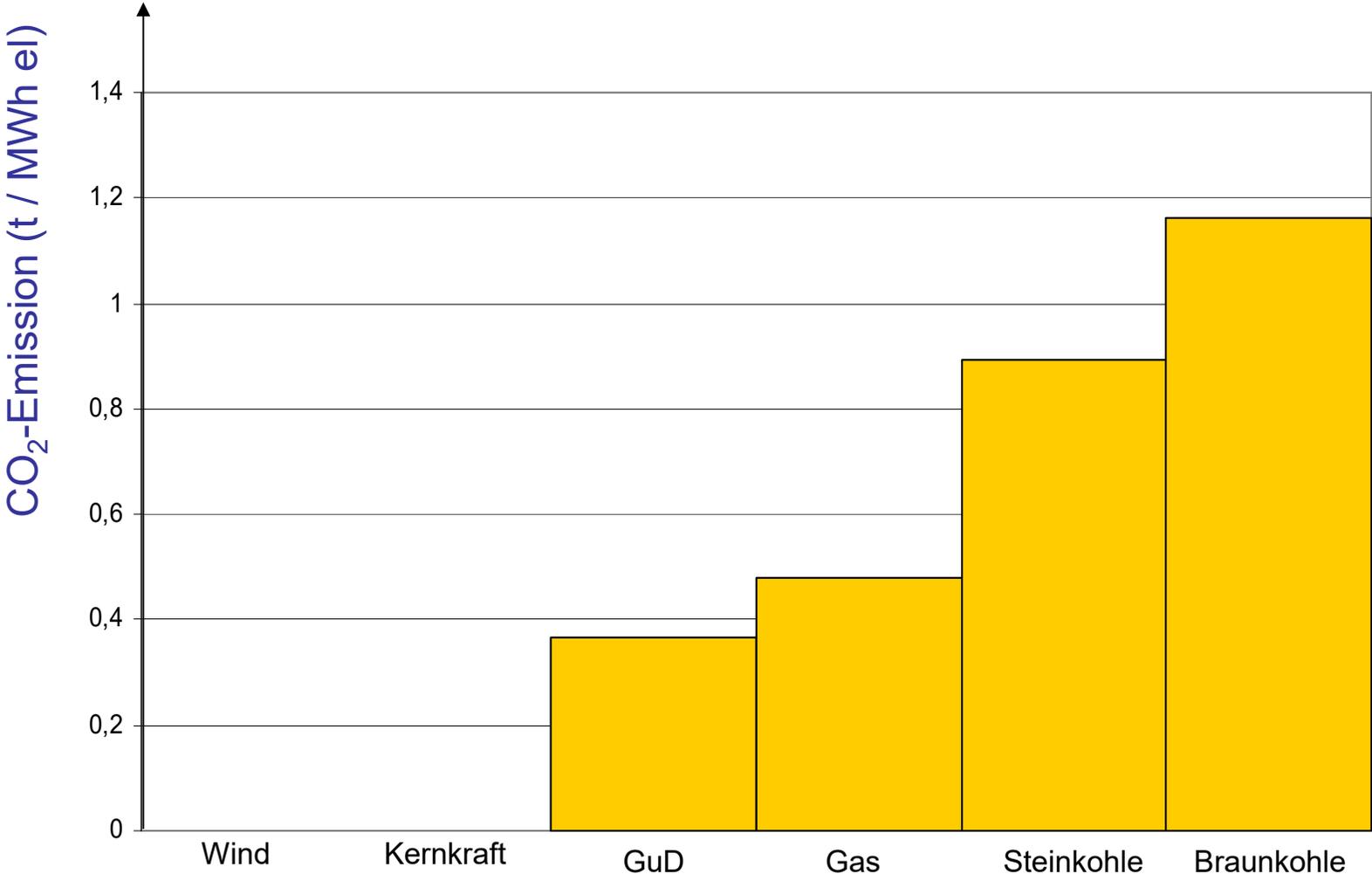
Merit-Order-Effekt



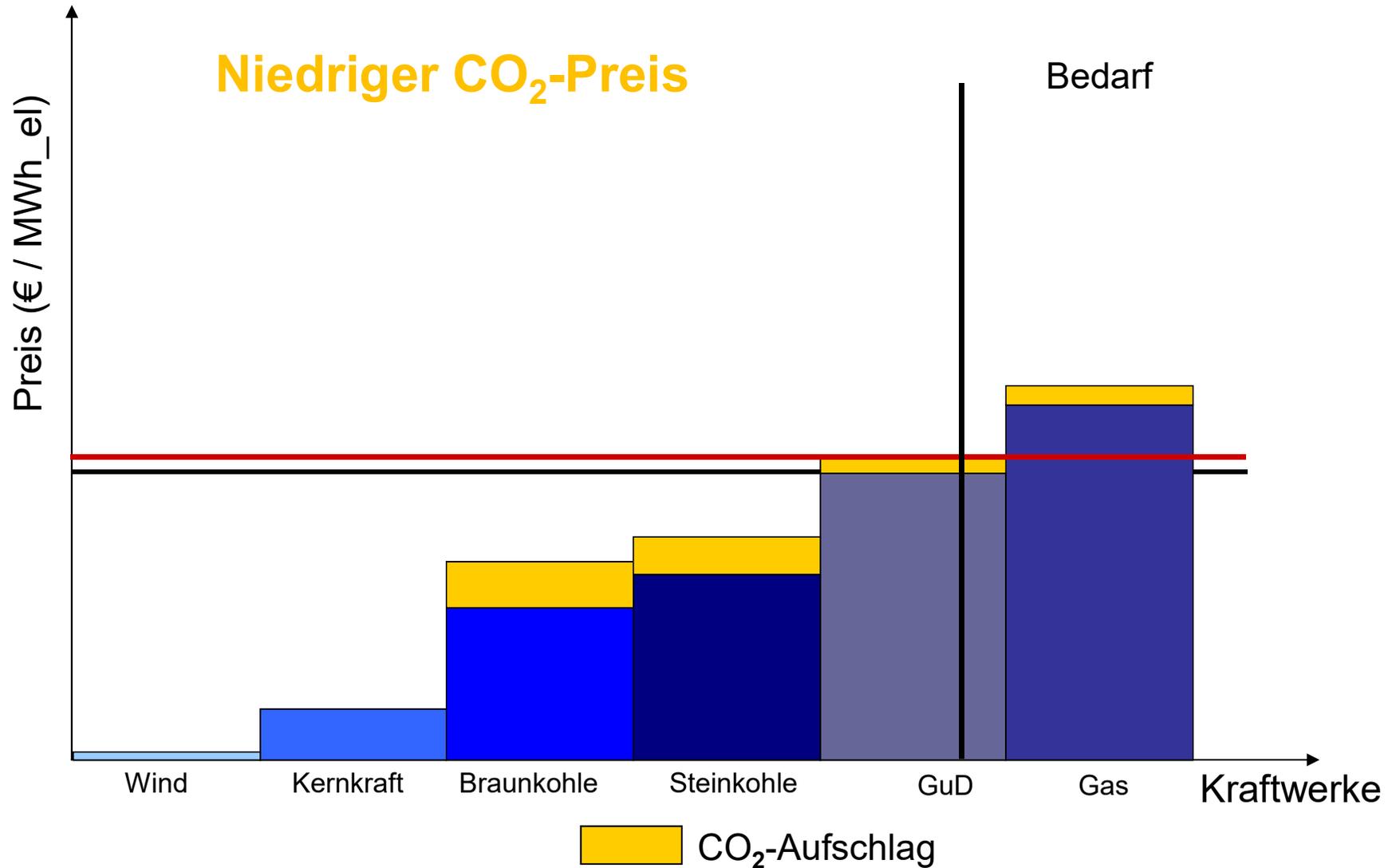
Strompreis: Grenzkosten der Erzeugung (ohne CO2)



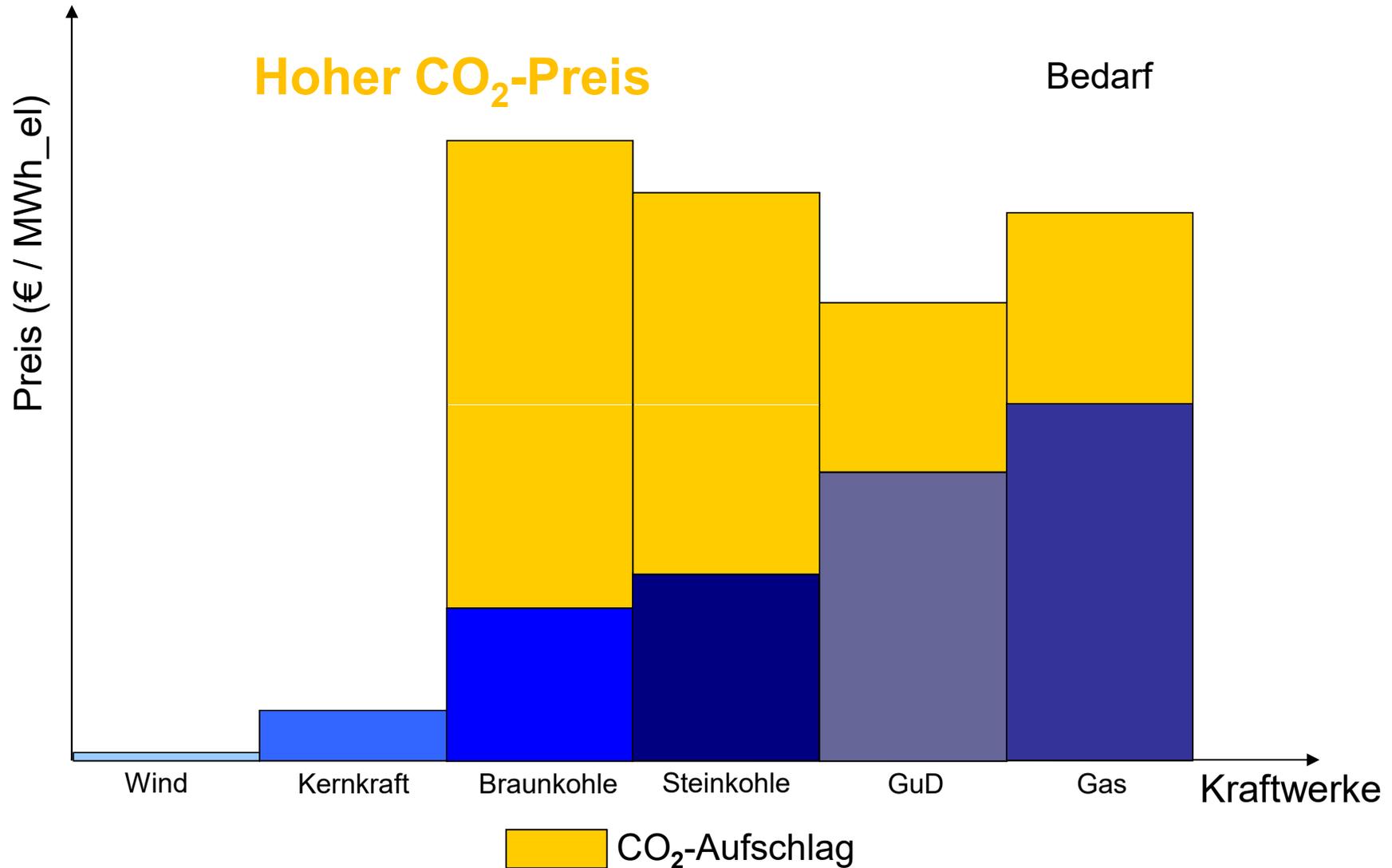
CO₂ Faktor in der Erzeugung



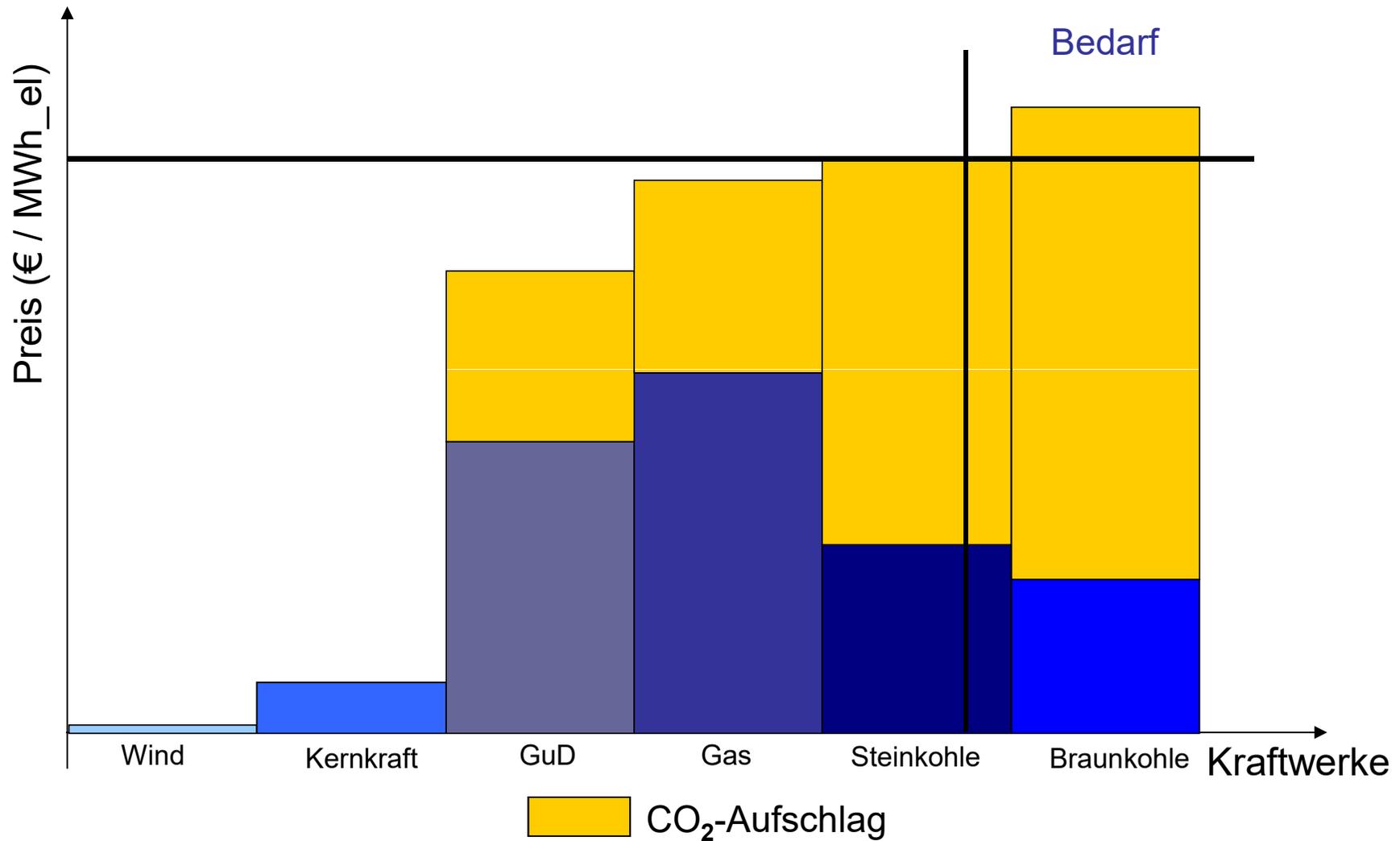
Strompreis: Grenzkosten der Erzeugung (mit CO₂)



Strompreis: Grenzkosten der Erzeugung (mit CO₂)



Neue Merit-Order nach CO₂-Aufschlag



Preisentwicklung EUA



Quelle: www.eex.de

- Die Atomkraftwerke werden bis 2022 vom Netz genommen, außerdem gehen ältere konventionelle Kraftwerke vom Netz. Braun- und Steinkohlekraftwerke sind wegen der hohen CO₂ – Emissionen bedenklich.
- Die stochastische Stromeinspeisung von Wind- und Sonnenenergie kann nur einen bedingten Beitrag zur gesicherten Leistung erbringen (Versorgungssicherheit).
- Der Zubau von umweltschonenden konventionellen Kraftwerken (KWK, Erdgas) ist dringend kurzfristig erforderlich und eines der Ziele der Energiewende. Solche Kraftwerke sind ungefördert kaum wirtschaftlich, weil mit steigendem EEG-Anteil die Betriebszeiten und darüber hinaus die spezifischen Erlöse (Merit-Order-Effekt) stark sinken.
- Der europäische Handel mit CO₂ Emissionsrechten war in der Vergangenheit kein effizientes Mittel, rückt aber immer mehr in den Mittelpunkt der Preisbildung, womit sich die Energiewelt wahrscheinlich nachhaltig ändert.



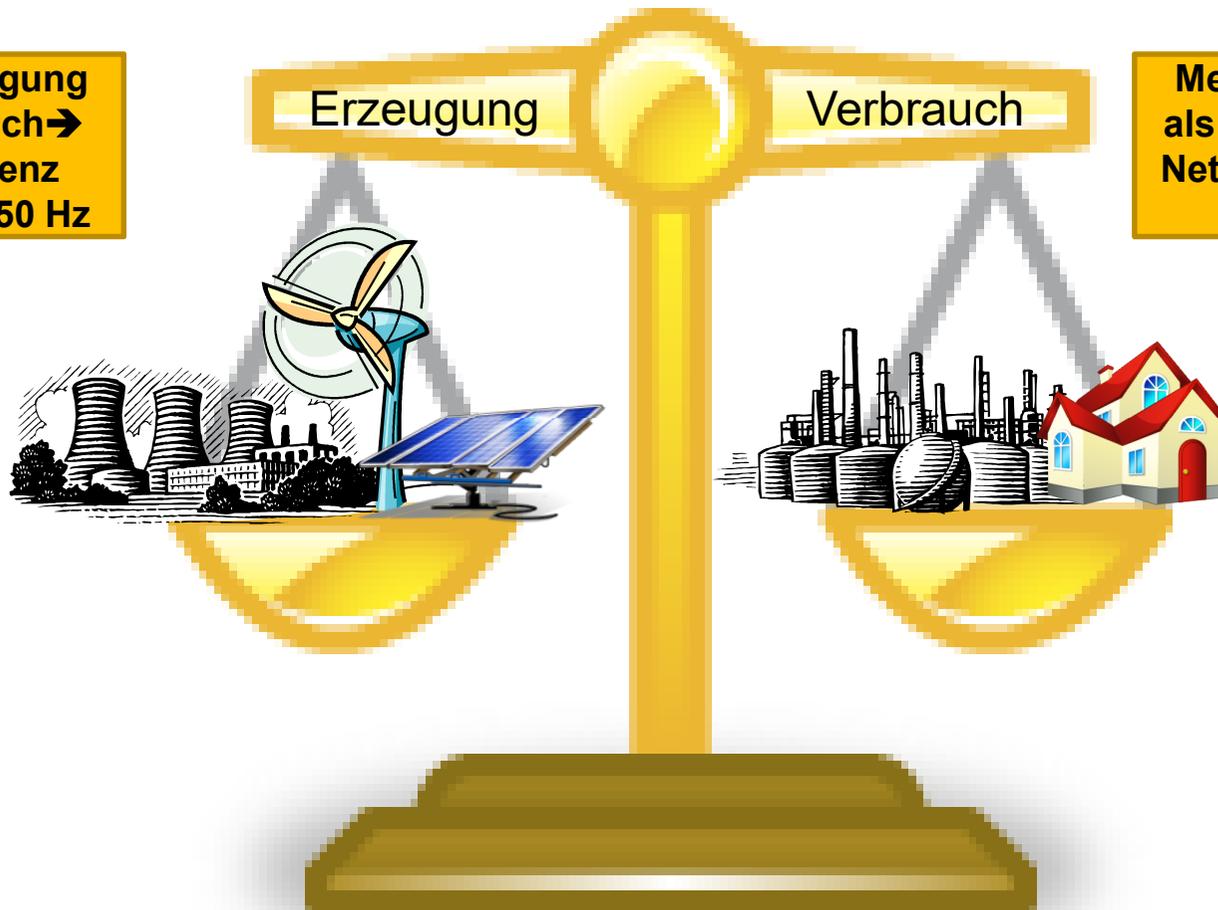


Der Umbau der Stromerzeugung führt zu einem zeitlichen und geografischen Ungleichgewicht von Erzeugung und Verbrauch. Die Anforderungen an die Übertragungs- und Verteilnetze steigen erheblich.

**Netzausbau-
beschleunigungsgesetz
(NABEG)**

Regelenergie - die physikalische Komponente

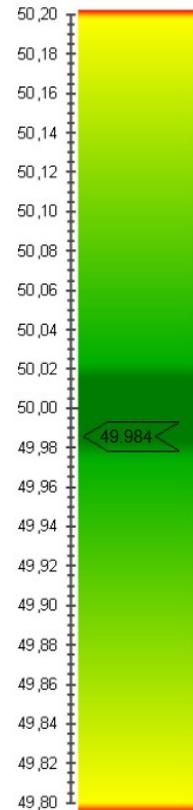
**Mehr Erzeugung
als Verbrauch →
Netzfrequenz
steigt über 50 Hz**



**Mehr Verbrauch
als Erzeugung →
Netzfrequenz fällt
unter 50 Hz**

Primärregelung, Sekundärregelung, Minutenreserve

Messung der Netzfrequenz

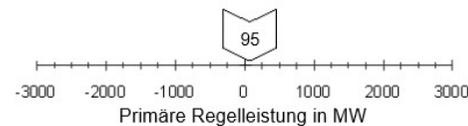


Das europäische Verbundnetz reicht von Portugal über Estland bis in die Türkei. Es wird mit Wechselstrom gespeist, welcher eine Frequenz von ca. 50,0 Hz hat. Diese Netzfrequenz ist mit Ausnahme von lokalen kurzfristigen Pendelungen im gesamten Verbundnetz gleich.

In jedem Augenblick muss von den Kraftwerken genau so viel Strom erzeugt werden, wie von den Verbrauchern abgenommen wird. Liegt die abgenommene Leistung über der den Generatoren zugeführten Leistung, dann wird das Leistungsdefizit zwischen zugeführter und abgenommener Leistung aus der Rotationsenergie der Generatoren gedeckt. Diese werden dadurch langsamer, d.h. die Netzfrequenz sinkt.

Verschiedene gestaffelte Regelmechanismen sorgen bei einer Abweichung von der Sollfrequenz zu einer Leistungsanpassung an den Generatoren, um wieder die 50,0 Hz zu erreichen. Links dargestellt ist die aktuelle Netzfrequenz. Die Skala ist so groß ausgeführt, um die geringen Frequenzänderungen detailliert darstellen zu können. Im normalen Netzbetrieb treten Abweichungen bis 0,150 Hz auf, die Primärregelleistung wird erst bei einer Abweichung von 0,200 Hz voll eingesetzt.

Die Primärregelleistung reagiert als erstes auf Frequenzabweichungen. Sie hat einen Totbereich von ± 10 mHz, in dem kein Einsatz erfolgt. Darüber wird sie linear erhöht, bei ± 200 mHz ist sie komplett aktiviert. Die folgende Darstellung zeigt den aktuellen Einsatz der Primärregelleistung.



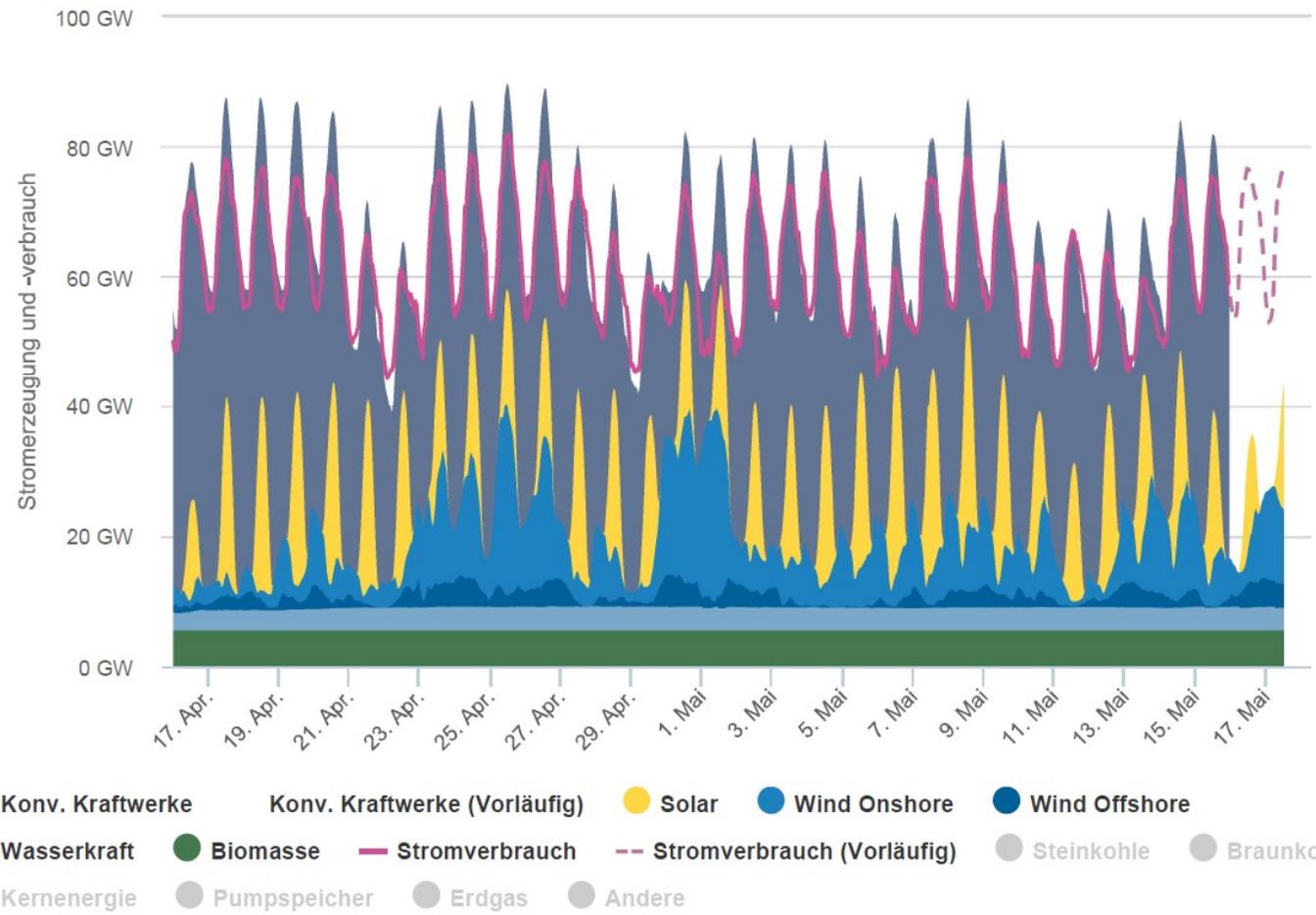
Die aktuelle Netzfrequenz beträgt 49.984 Hz.

Phasenwinkel \ominus gegenüber 50.0 Hz: 303 °.

Datum und Uhrzeit (UTC): 17.05.2018 12:35:26

Quelle: www.netzfrequenzmessung.de

Erzeugungs- und Verbrauchslast



Quelle: Agora Energiewende, Stand 14.05.2017, 14:10

Redispatch und Netzentwicklung



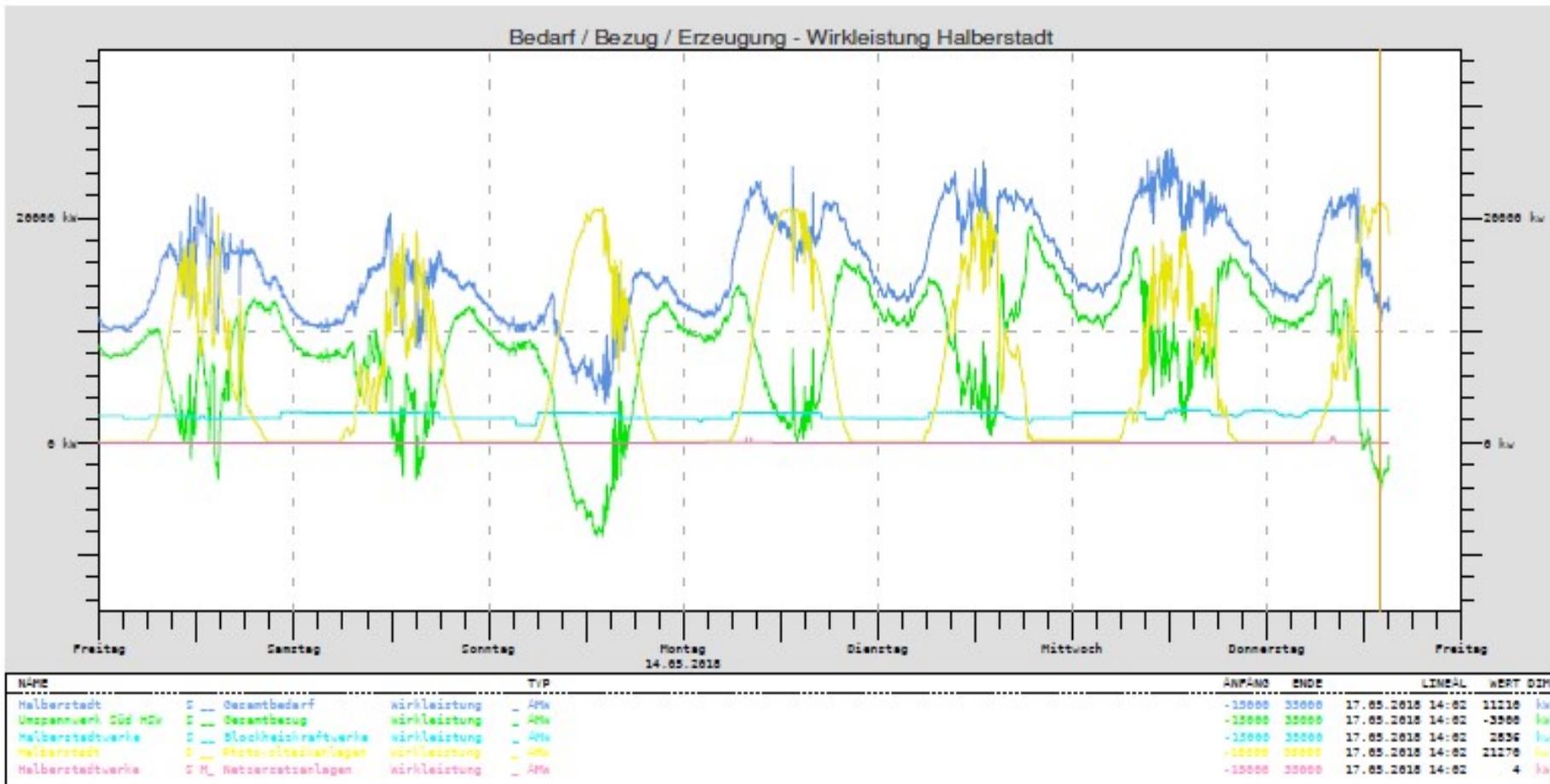
Redispatchmaßnahmen im Jahr 2016

Netzgebiet	Dauer in Std.	Menge Einspeisereduzierungen in GWh ¹	Gesamtmenge (getätigte Maßnahmen zzgl. Gegenschäft zum bilanziellen Ausgleich) in GWh	Saldierte Kosten ² für Redispatch in Mio. Euro
Regelzone TenneT	7.609	3.126	6.271	220
Regelzone 50Hertz	4.746	2.859	4.663	
Regelzone Transnet BW	430	80	158	
Regelzone Amprion	554	191	383	



Quelle: Bundesnetzagentur, Monitoringbericht 2017

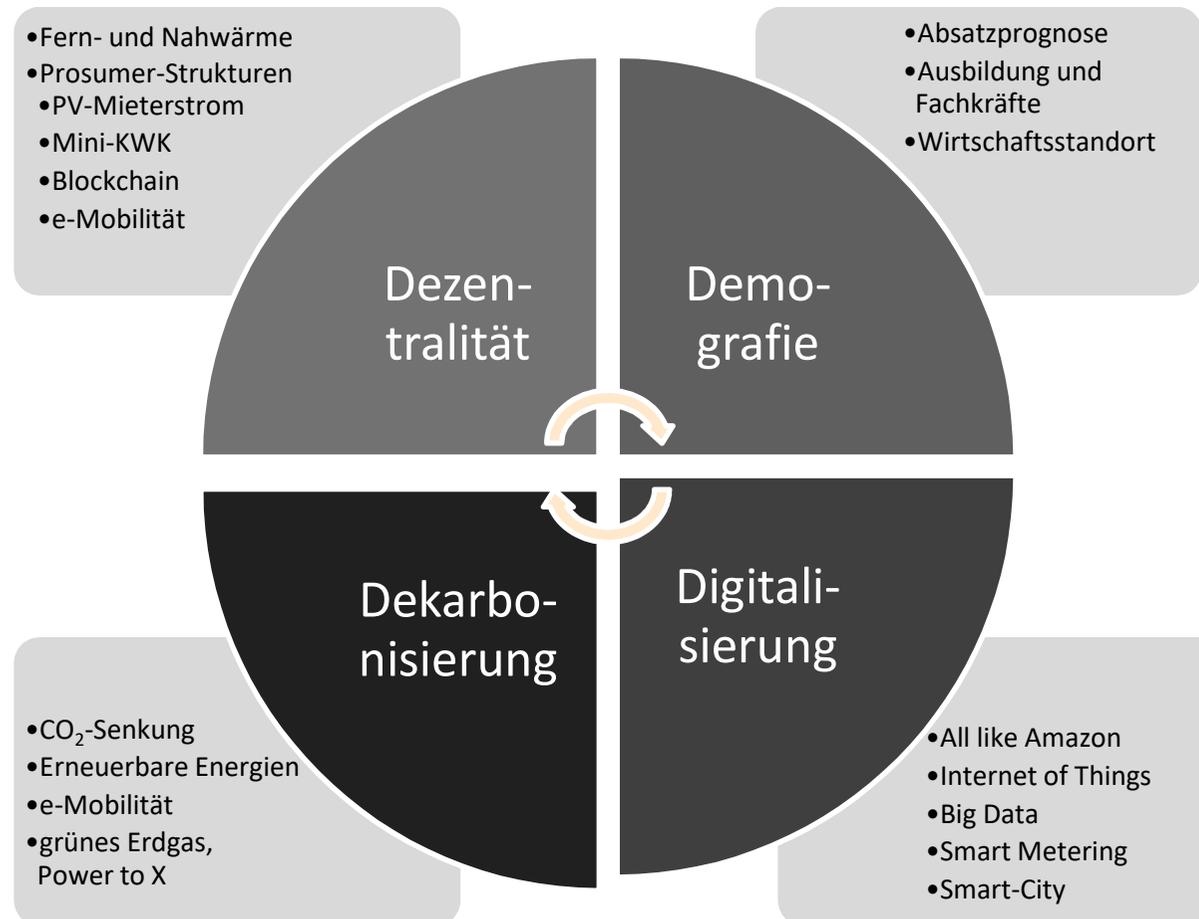
Lastverlauf im Stromverteilnetz Halberstadt



- Zum Anschluss der Offshore-Windparks und zur Behebung der Netzengpässe sind „Stromautobahnen“ nötig. Diese werden gemäß Netzentwicklungsplan durch die Übertragungsnetzbetreiber errichtet.
- Über 95 % des erneuerbaren Stroms wird von den Verteilnetzen aufgenommen. Die Modernisierung der Verteilnetze ist dringend erforderlich. Dies ist die Aufgabe der zum Großteil kommunalen Verteilnetzbetreiber.
- Diese Infrastrukturmaßnahmen sind aufwendig und haben einen hohen Finanzbedarf, der sich unmittelbar durch die Netzentgelte im Strompreis widerspiegelt.
- Gleichzeitig entziehen sich Endverbraucher durch zunehmende Eigenerzeugung der Finanzierung der Netze, was zu spezifisch steigenden Entgelten für alle anderen führt.

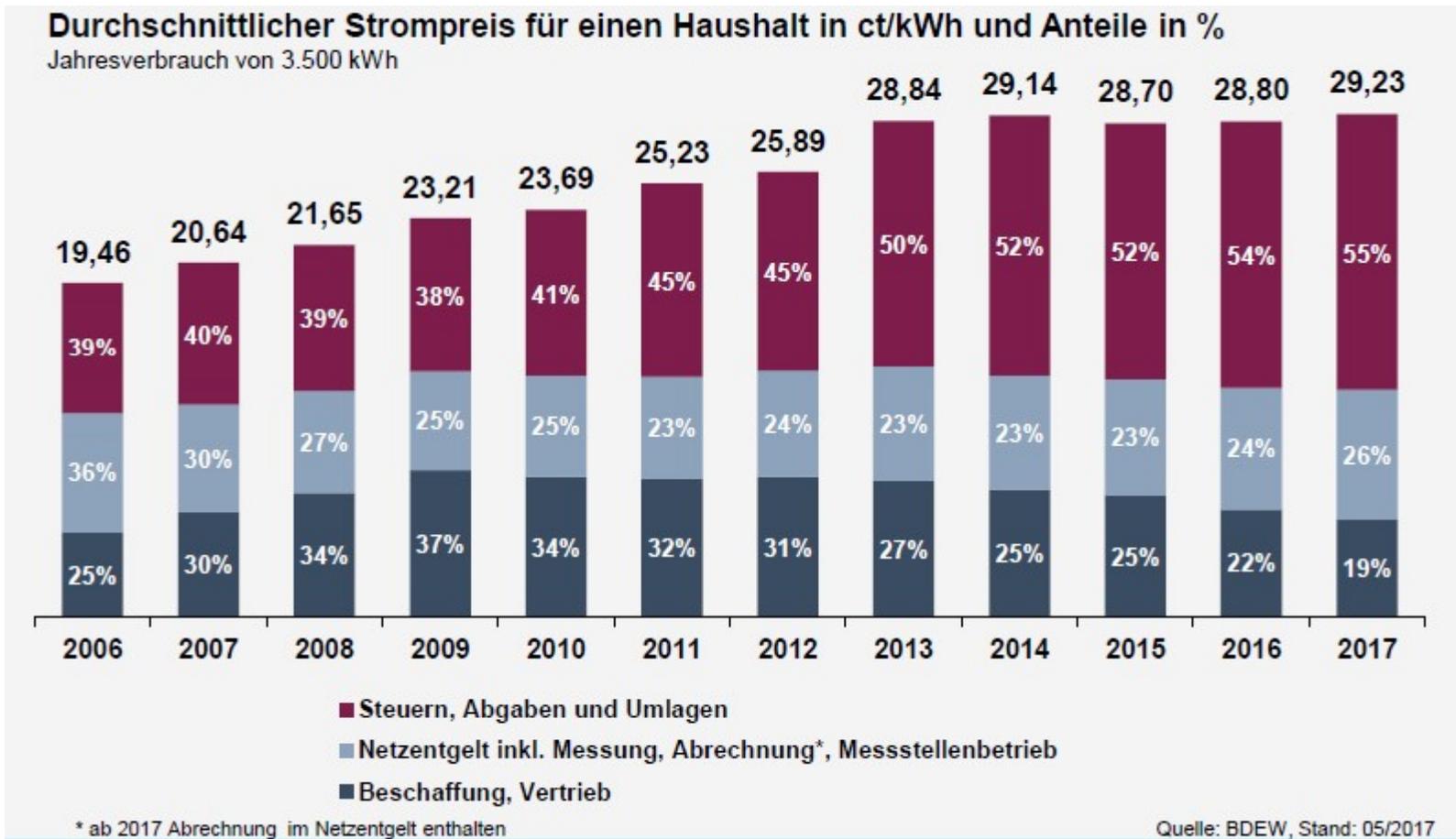
Unsere Welt im Wandel

Die Herausforderungen

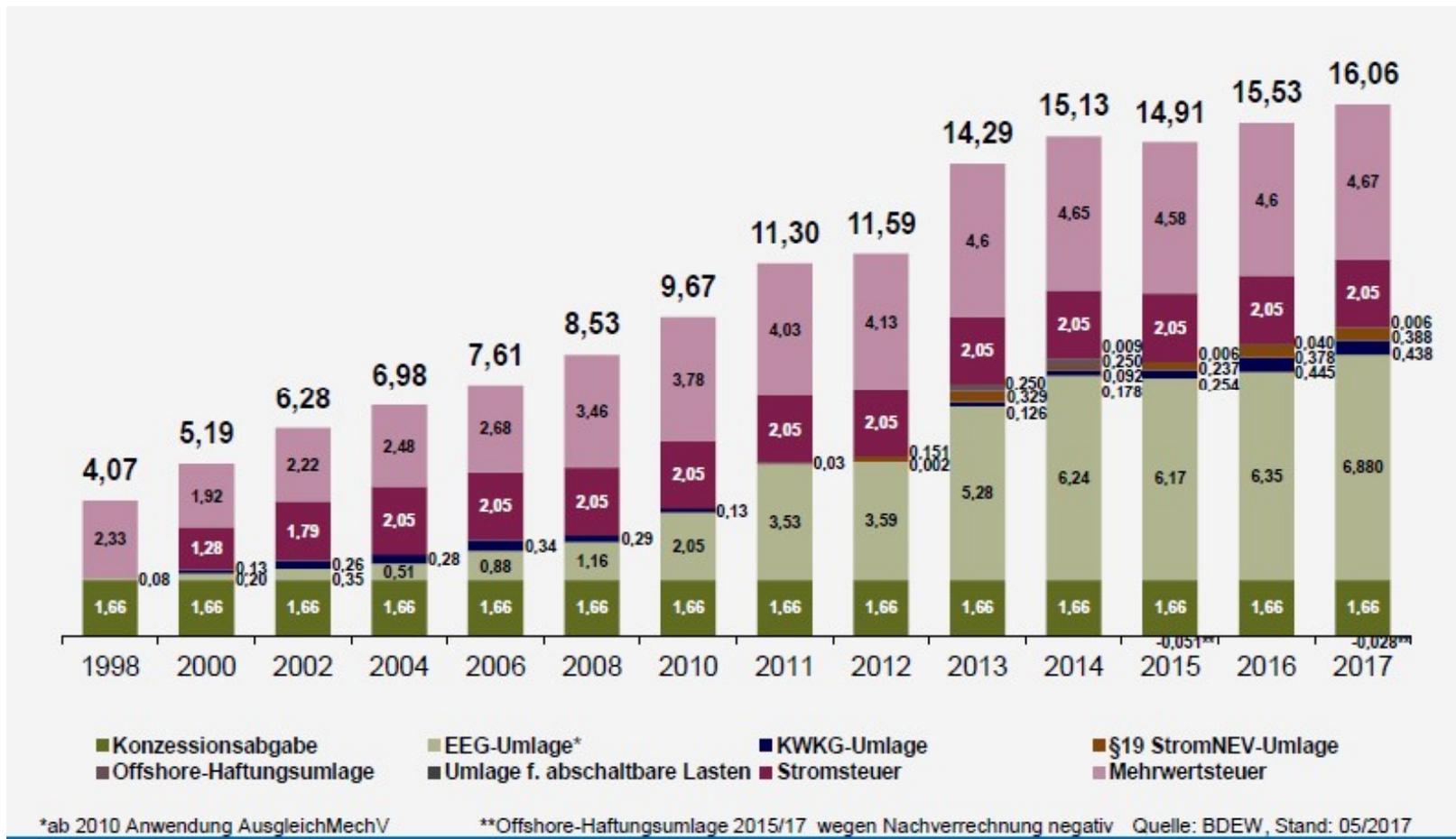




Der Anteil an staatlichen Abgaben beträgt 2017 55 % des Strompreises.



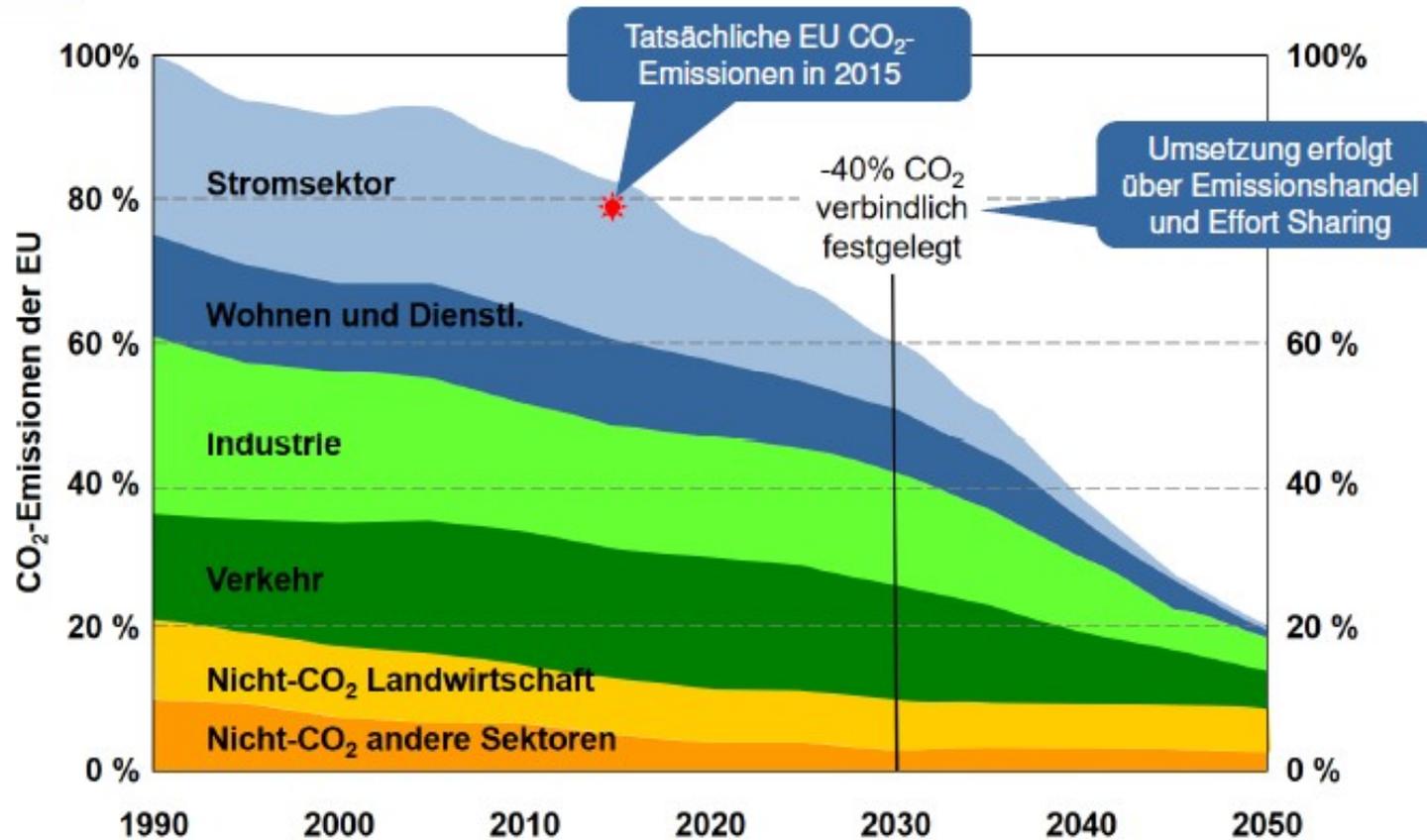
Steuern, Abgaben und Umlagen



Das CO₂-Ziel für 2030 ist von der EU 2014 verbindlich beschlossen

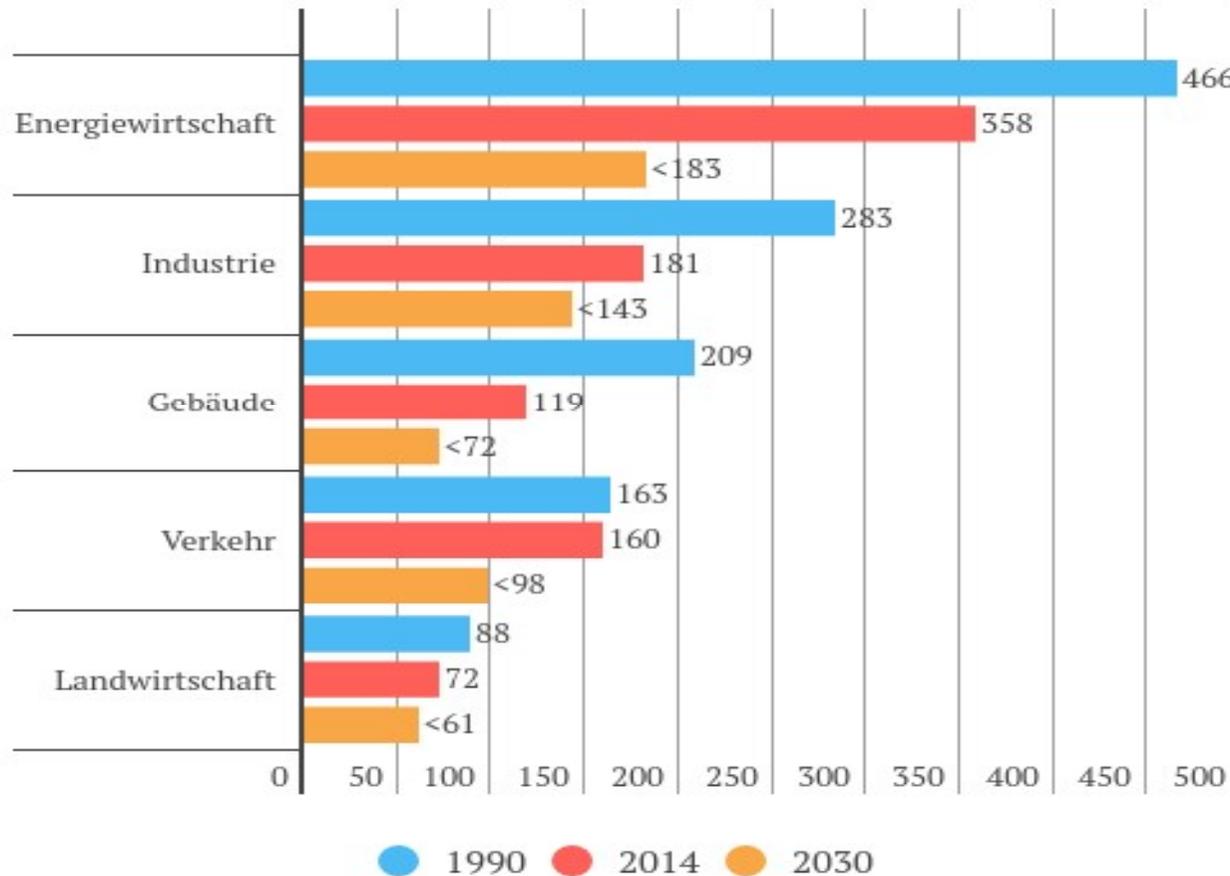


EU Roadmap aus dem Jahr 2011



Quelle: Thüga 2018

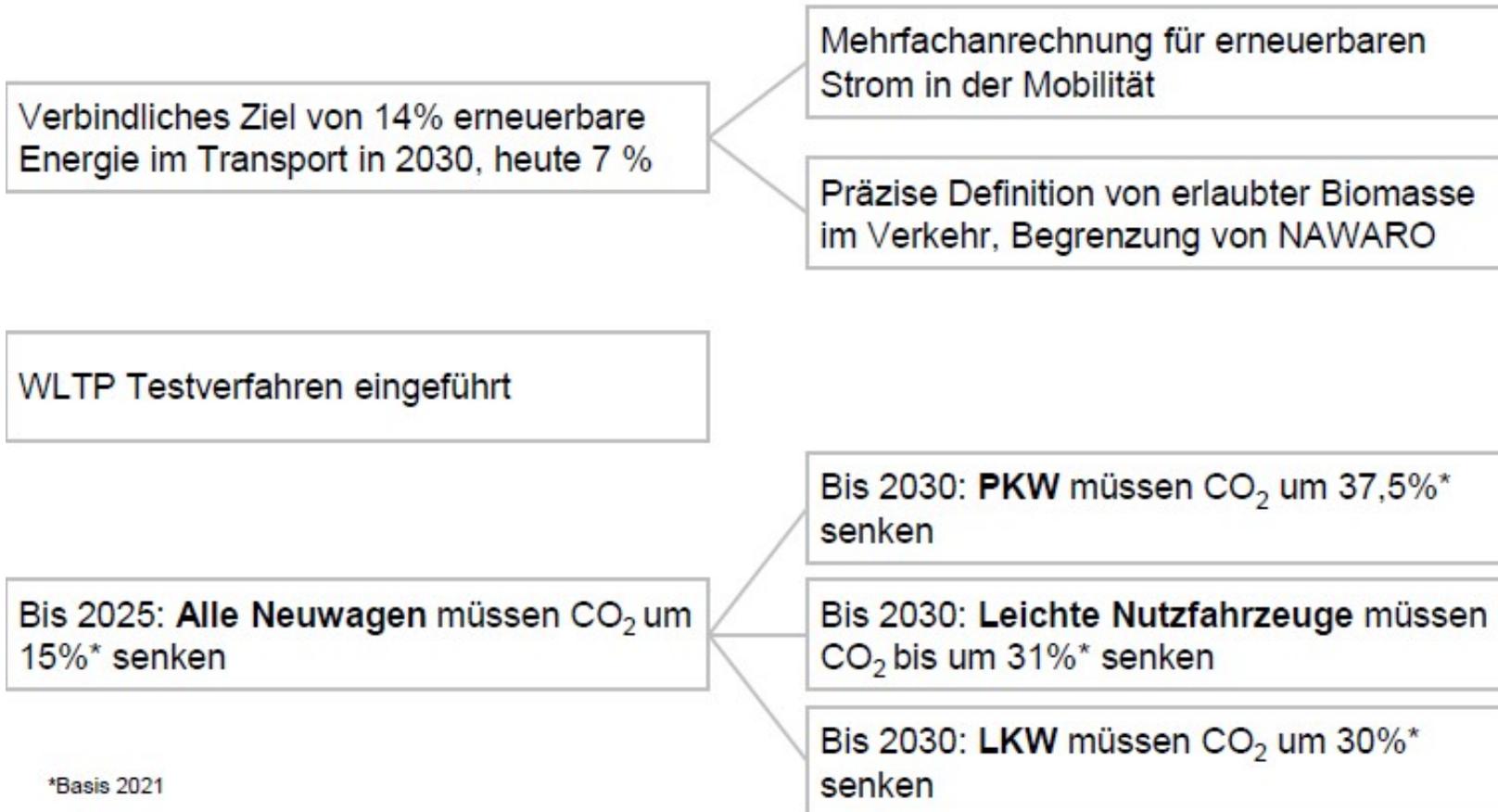
Sektorziele im Klimaschutzplan 2050



Dargestellt sind die **Sektorziele 2030** aus dem Klimaschutzplan 2050 der Bundesregierung in Mio.t CO₂-Äquivalenten.

Quelle: BMU 2017

Brüssel hat den Druck auf den Verkehrssektor mit dem „Clean Energy Package“ deutlich erhöht



Schlagzeilen zur Elektromobilität 2018

VW investiert 44 Milliarden Euro in E-Autos und Digitales

15. November 2018, aktualisiert 16. November 2018, 14:54 Uhr

Audi gibt Strom: Bis Ende 2023 14 Mrd. Euro Invest in E-Mobilität, Digitalisierung und autonomes Fahren

VON SEBASTIAN AM 4. DEZEMBER 2018

ZF investiert mehr als 12 Milliarden in E-Mobilität und autonomes Fahren

VON SEBASTIAN AM 25. SEPTEMBER 2018

05.02.2018

Porsche investiert bis 2022 mehr als sechs Milliarden Euro in Elektromobilität

Neuer Rekordwert

BMW steigert Investition in E-Mobilität auf 7 Mrd. Euro

Frank Volk am 21. März 2018 um 10:00 Uhr

ELEKTROMOBILITÄT
Daimler will 20 Milliarden Euro in Batteriezellen investieren

STÜCKE ZUR ELEKTROMOBILITÄT

Umbau des Stromnetzes für Elektroautos kostet Milliarden

VON BERND FREYTAG UND SUSANNE FREUSS - AKTUALISIERT AM 22.05.2018 - 10:14

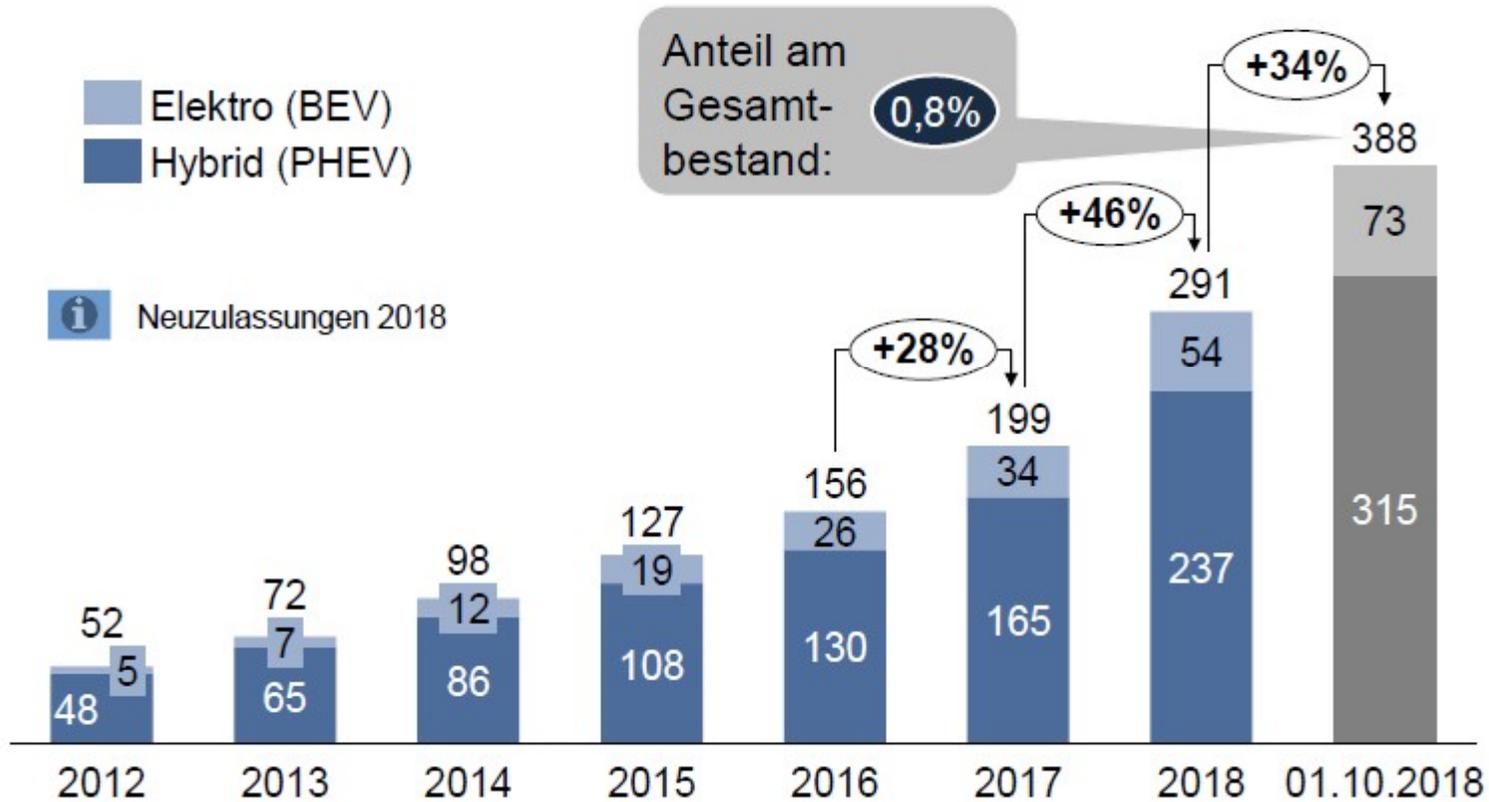


11.02.2018
Was der E.ON-Innogy-Deal für die Ladeinfrastruktur bedeutet *

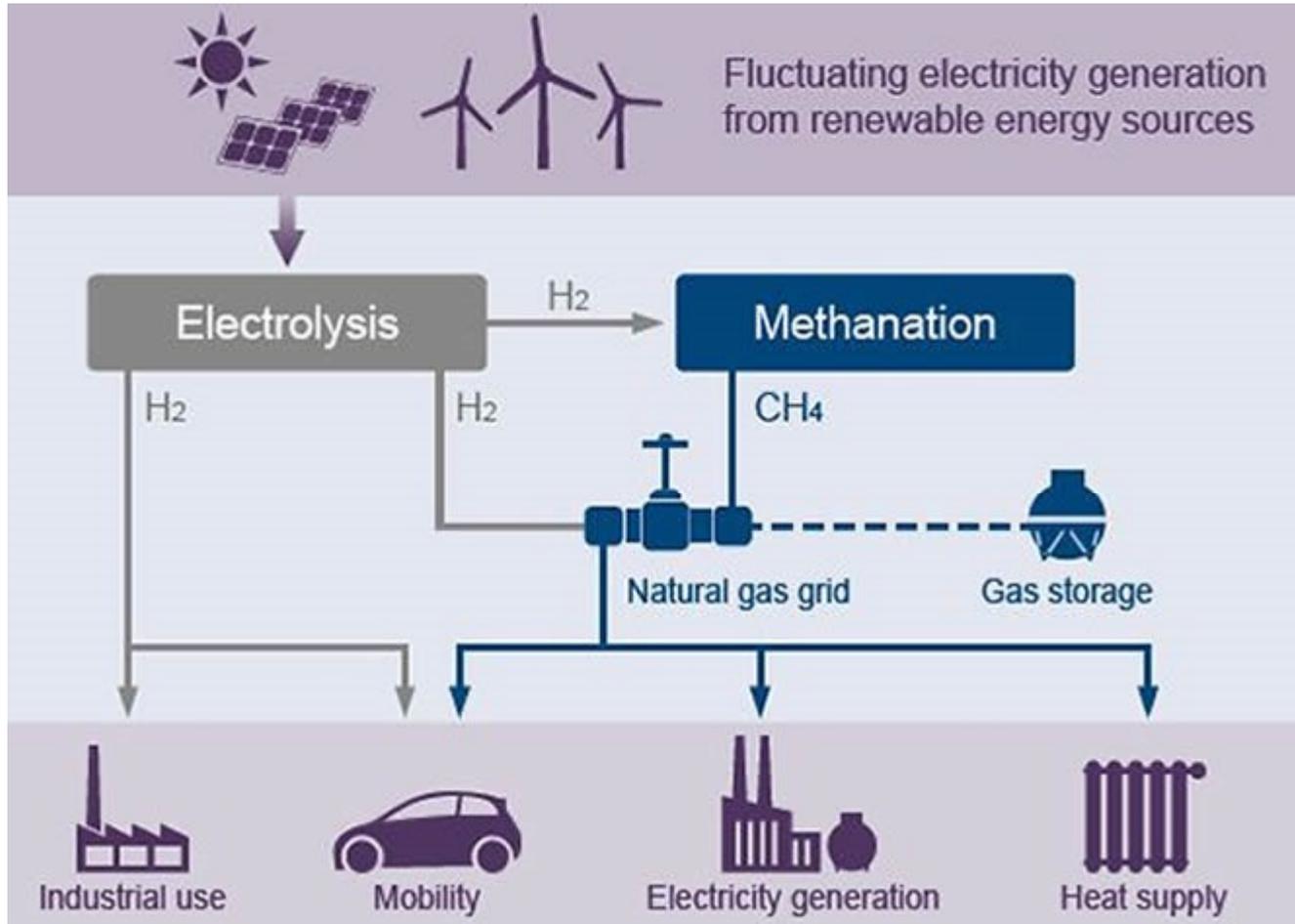
Um das Stromnetz für E-Autos fit zu machen, braucht es bis zu 11 Milliarden Euro. Das haben Forscher nun ausgerechnet. Und selbst dann sind die geplanten 15.000 Ladestationen noch nicht rentabel.

*Quelle: www.electrive.net
E.ON 3000 Ladepunkte in Dänemark und 200 in Deutschland, innogy 5300 Ladepunkte in Deutschland. Beide Partner von Tank & Rast und betreiben zusammen zweidrittel der Standorte.

Fahrzeugbestand in Deutschland in Tausend jeweils zum 1. Januar des Jahres

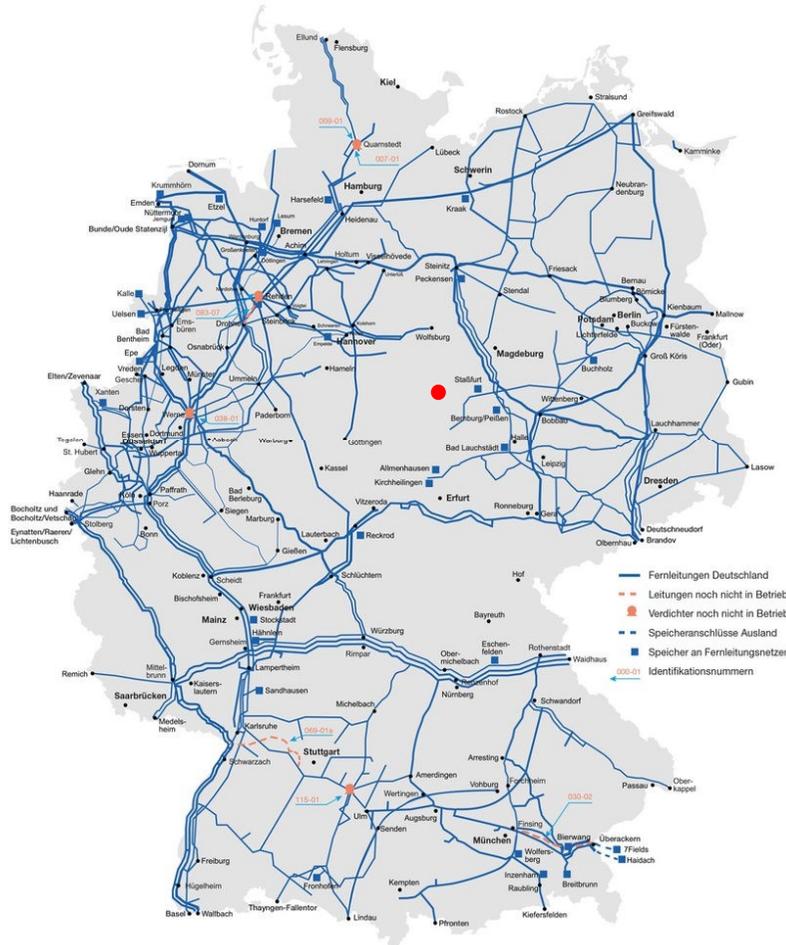


Quelle: Daten: Kraftfahrzeugbundesamt, Darstellung: Thüga

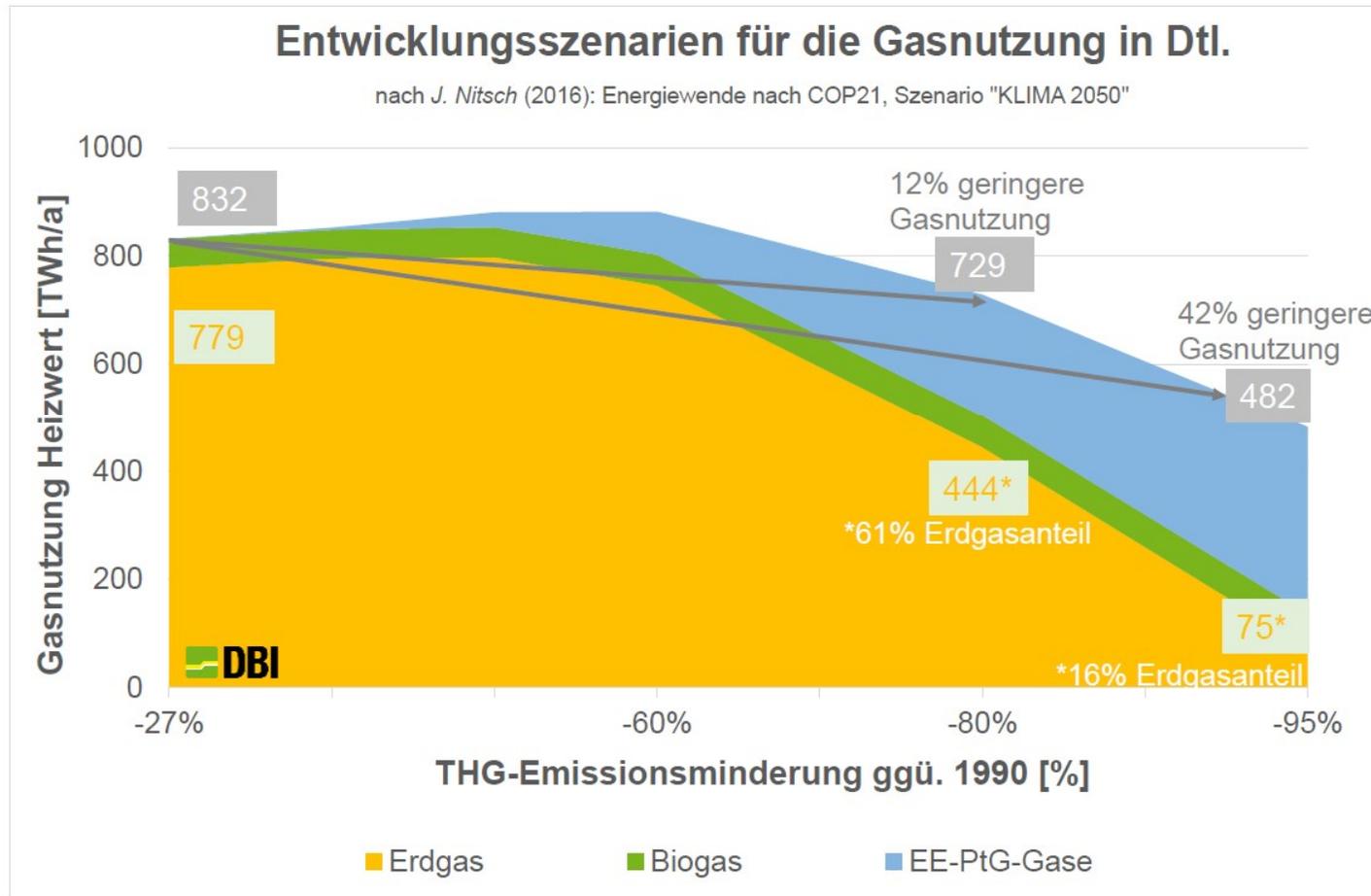


„Was werden wir später einmal statt Kohle verbrennen?“, fragte der Seemann. „Wasser“, antwortet Smith.
„Wasserstoff oder Sauerstoff werden für sich oder zusammen zu einer unerschöpflichen Quelle von Wärme und Licht werden, von einer Intensität, die die Kohle überhaupt nicht haben könnte; das Wasser ist die Kohle der Zukunft.“

Jules Verne in „Die geheimnisvolle Insel“
1874



- Erdgasinfrastruktur ist hervorragend ausgebaut
- Erdgasnetz transportiert heute mehr als doppelt soviel Energie wie das Stromnetz
- Wärmemarkt sinkt wegen Energieeffizienz
- Flexibilitätsmanagement und Speicherung sind möglich



Quelle: DBI Gas und Umwelttechnik GmbH



Abschlussbericht Kommission „Wachstum, Strukturwandel und Beschäftigung“

Beschluss vom 26.01.2019

„Bei einem Anteil der erneuerbaren Energien von 65 % im Jahr 2030 werden die in Kapitel 4 formulierten Maßnahmen im Sektor Energiewirtschaft für Klimaschutz ohne weitere Kostensteigerungen durch Ineffizienzen möglich sein, ohne dass die Versorgungssicherheit beeinträchtigt wird.“

Für den Ausbau der erneuerbaren Energien auf 65 % ist eine ausreichende Flächenausweisung notwendig. Insbesondere müssen für Windenergieanlagen und Freiflächen-PV-Anlagen Flächen in relevanter Größe ausgewiesen, akzeptiert und genehmigt werden.“

- Die Energiewende stellt eine enorme Herausforderung an die Stromerzeugung, das Übertragungs- und die Verteilnetze dar.
- Mit den gegenwärtigen Szenarien lassen sich die Ziele der Energiewende nicht umsetzen. Es fehlen Marktmechanismen zum Einsatz verbrauchsorientierter flexibler Erzeugung und Speicher.
- Sektorkopplung und Digitalisierung führen zu neuen Lösungsansätzen für die Energiewende.
- Für diese Handlungsfelder ist eine Bepreisung der CO₂-Emissionen der Primärenergienutzung in den verschiedenen Sektoren bis zum Endkunden zu erwarten.
- Die Fördermechanismen und Infrastrukturinvestitionen führen weiter zu enormen Kosten, die den Verbraucher belasten.
- *„Die Kommission hält es daher für erforderlich, ab 2023 für private und gewerbliche Stromverbraucher einen Zuschuss auf die Übertragungsnetzentgelte oder eine wirkungsgleiche Maßnahme zur Dämpfung des durch die beschleunigte Reduzierung der Kohleverstromung verursachten Strompreisanstieges zu gewähren. Aus heutiger Sicht ist zum Ausgleich dieses Anstiegs ein Zuschuss in Höhe von mindestens 2 Mrd. Euro pro Jahr erforderlich. Das exakte Volumen der Maßnahme wird im Rahmen der Überprüfung im Jahr 2023 ermittelt. Die Maßnahme ist im Bundeshaushalt zu verankern und beihilferechtlich abzusichern. Eine zusätzliche Umlage oder Abgabe auf den Strompreis erfolgt nicht.“ (Abschlussbericht „Kohlekommission“ 2019)*

„Die Energiewende ist eine gesellschaftliche Herausforderung,
die auch von der Breite der Gesellschaft getragen werden muss.
Wir wissen nicht ob sie gelingt, aber wir wissen, dass es kein Zurück gibt.“

nach Ewald Woste, Präsident des BDEW a. D.

**Vielen Dank für
Ihre Aufmerksamkeit**