

Die **Energiewende** in Deutschland im Konflikt zwischen Anspruch und Wirklichkeit

Sigismund KOBE

Institut für Theoretische Physik
Technische Universität Dresden

`sigismund.kobe@tu-dresden.de`

`https://tu-dresden.de/mn/physik/itp/das-institut/beschaefigte/kobe`

Dresdner Seniorenakademie Wissenschaft und Kunst, S - 02, 30. Mai 2017
((kommentierte Version))

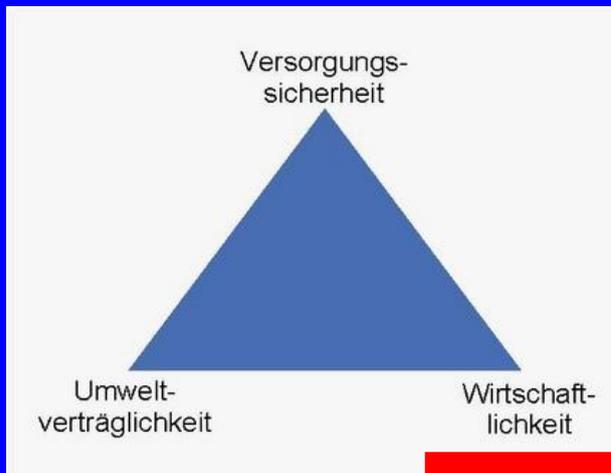
„... Bei den Kollegen überwiegt derzeit Resignation...“
(S.K. an Kurt Biedenkopf am 26.06.2016)

***“Resignation ist eine verständliche Reaktion auf die
Vergewaltigung der Naturgesetze durch politische
Entscheidungen....***

Resignation kann man nur durch Handeln überwinden.“
(Kurt Biedenkopf an S.K. am 29.06.2016)

Zieldreieck der Energiepolitik





Kostenentwicklung während der letzten sechs Jahre

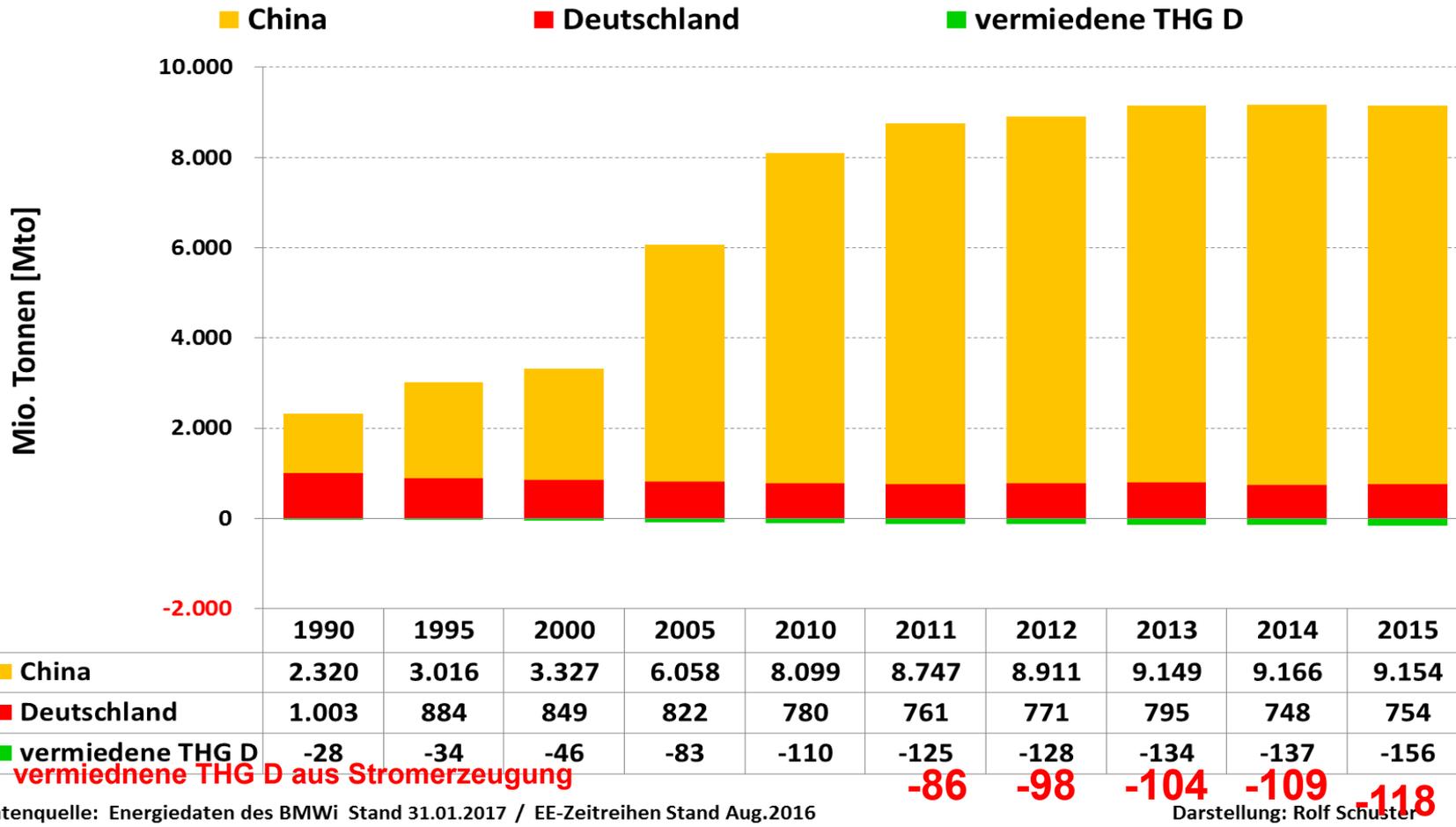
	2011	2016	%
<u>Kosten (in Ct/kWh)</u>			
Strompreis Haushalt (3500 kWh/a)	25,23	28,69	+ 14
EEG-Umlage	3,53	6,35	+ 80
Strompreis Börse	5,43	3,34	- 38
<u>Vergütung</u>			
Strom aus EE	11,0	12,75	+16
Strom aus WKA(Land)	8,59	< 9	
Vergütung pro WKA(Land) und Jahr (durchschnittlich)	190000 €	215000 €	+13

2016 wurden infolge EE-Ausbaus bei der Stromerzeugung 33 Mio t THG weniger emittiert als 2011 (= 0,1 % der Welt-Emission/a)

Eigene Berechnungen: => 2 Mio t (0,01 %)



Vergleich der jährlichen CO₂-Emissionen



Weltweite Emissionen pro Jahr: ca. 30000 Mio. Tonnen

Beachte: Die während der vergangenen fünf Jahre erreichte Verringerung der Vermeidung von Emissionen von Treibhausgasen liegt weit unter der Fehlergrenze der Gesamtemission von China!

-159 (2016)
-119 (2016)

28. Dezember 2016 – 15:00 Uhr

24. Januar 2017 – 07:00 Uhr

26. März 2017 – 12:45 Uhr 1,5 % d. inst. Lstg. Wind

28. März 2017 – 11:15 Uhr 1,2 %

01. April 2017 – 13:00 Uhr 1,4 %

Obwohl bisher die Versorgungssicherheit jederzeit gesichert war, sind zu o.g. Zeiten deutliche Signaturen von „blackout“-Situationen zu erkennen.

18. Januar 2018 ... 2019 ... 2023

Ab Januar 2018 erhöht sich die Wahrscheinlichkeit von kritischen Situationen jeweils im Winter von Jahr zu Jahr. Spätestens 2023 wird das Risiko für eine nicht mehr beherrschbare Versorgungslücke sehr groß.



***„Die Gesetze der Physik sind politisch
nicht in Frage zu stellen. Trotzdem wurde es getan.“
2013***

Steven CHU (*1948)

Nobelpreisträger für Physik 1997

2009 - 2013 Energieminister unter B. Obama



Wurden Gesetze der Physik in Frage gestellt ?

Beispiel 1:

Konflikt des EEG § 1 mit dem 1. Kirchhoffschen Gesetz der Elektrotechnik

„§ 1

Zweck und Ziel des Gesetzes

(1) Zweck dieses Gesetzes ist es, insbesondere im Interesse des Klima- und Umweltschutzes eine nachhaltige Entwicklung der Energieversorgung zu ermöglichen, die volkswirtschaftlichen Kosten der Energieversorgung auch durch die Einbeziehung langfristiger externer Effekte zu verringern, fossile Energieressourcen zu schonen und die Weiterentwicklung von Technologien zur Erzeugung von Strom aus erneuerbaren Energien zu fördern.

(2) Ziel dieses Gesetzes ist es, den Anteil des aus erneuerbaren Energien erzeugten Stroms am Bruttostromverbrauch zu steigern auf

1. 40 bis 45 Prozent bis zum Jahr 2025,
2. 55 bis 60 Prozent bis zum Jahr 2035 und
3. mindestens 80 Prozent bis zum Jahr 2050.

Dieser Ausbau soll stetig, kosteneffizient und netzverträglich erfolgen.

(3) Das Ziel nach Absatz 2 Satz 1 dient auch dazu, den Anteil erneuerbarer Energien am gesamten Bruttoendenergieverbrauch bis zum Jahr 2020 auf mindestens 18 Prozent zu erhöhen.

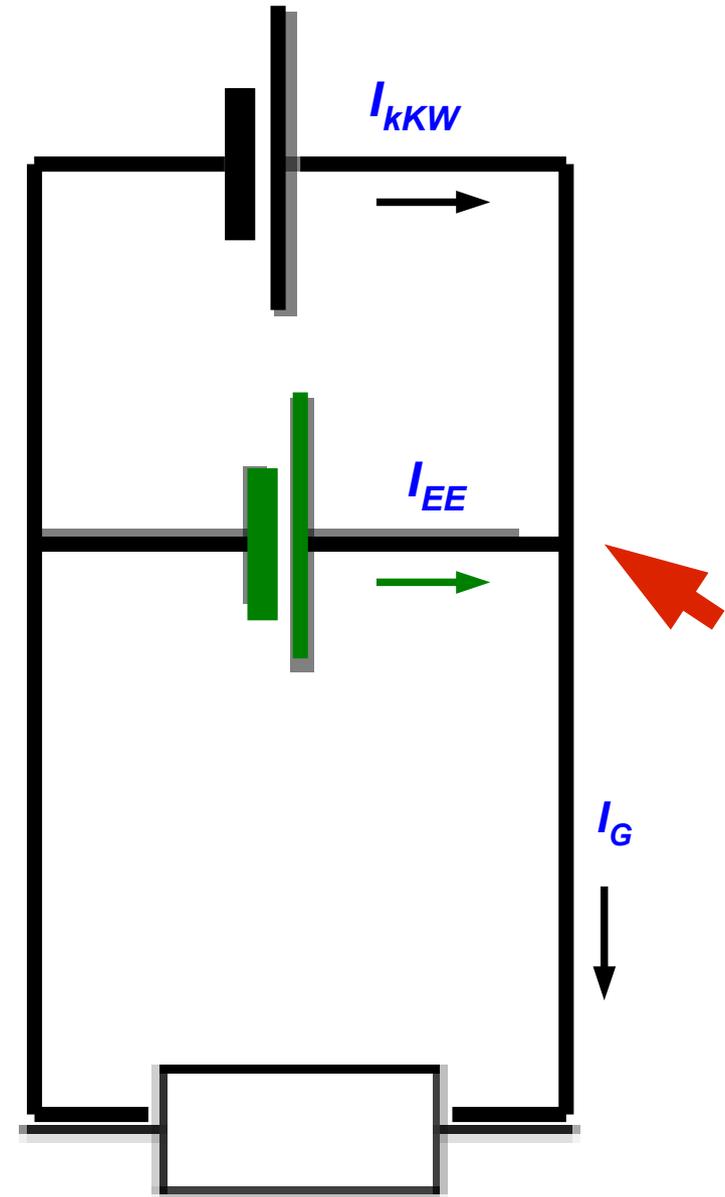
Stromkreis: 2 Erzeuger, 1 Verbraucher

1. Kirchhoffsches Gesetz (Knotensatz):

$$I_G = I_{EE} + I_{kKW}$$

EEG §1:
Anteil EE am Verbrauch =

$$I_{EE} / I_G$$



kKW ... konventionelle KW

1. Kirchhoffsches Gesetz (Knotensatz):

$$I_G = I_D + I_A$$

EEG §1:

Anteil EE am Verbrauch in D:

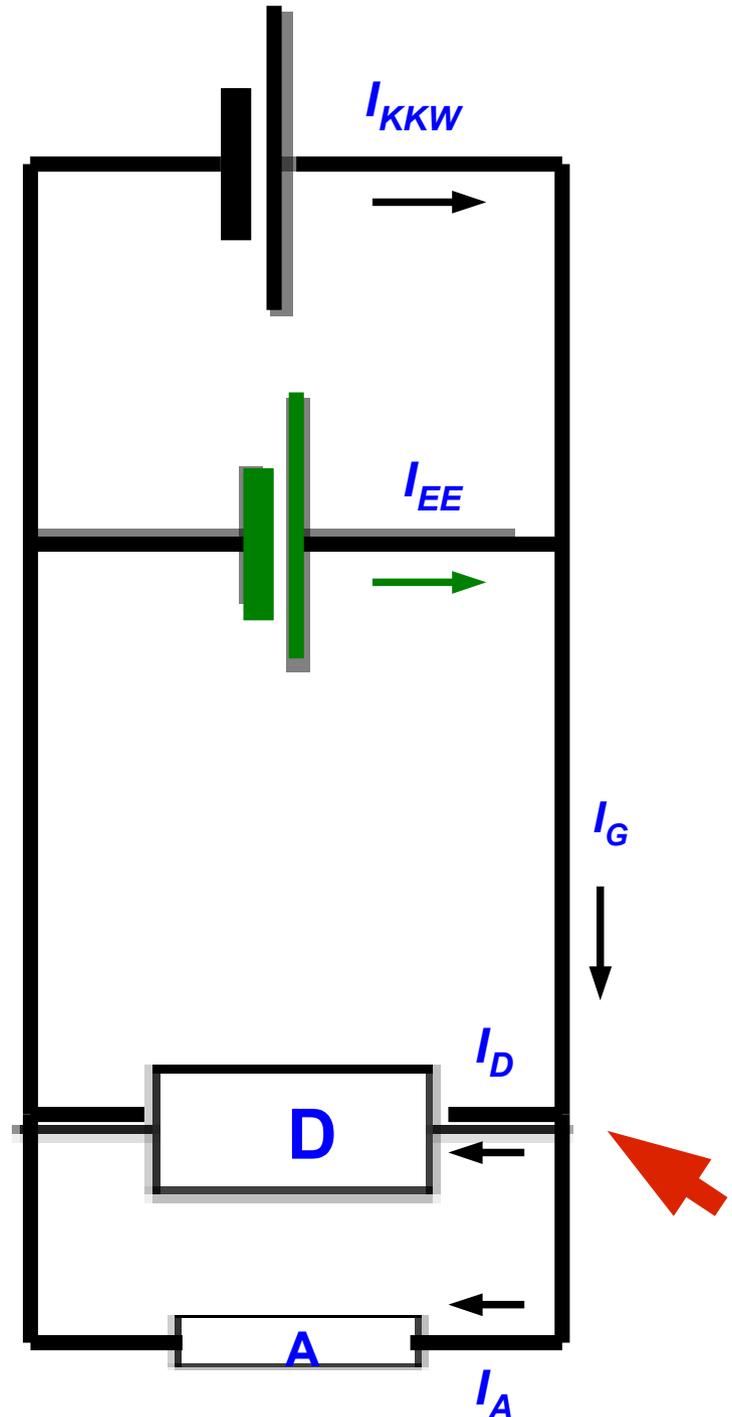
$$(1 - I_A / I_G) I_{EE} / I_D$$

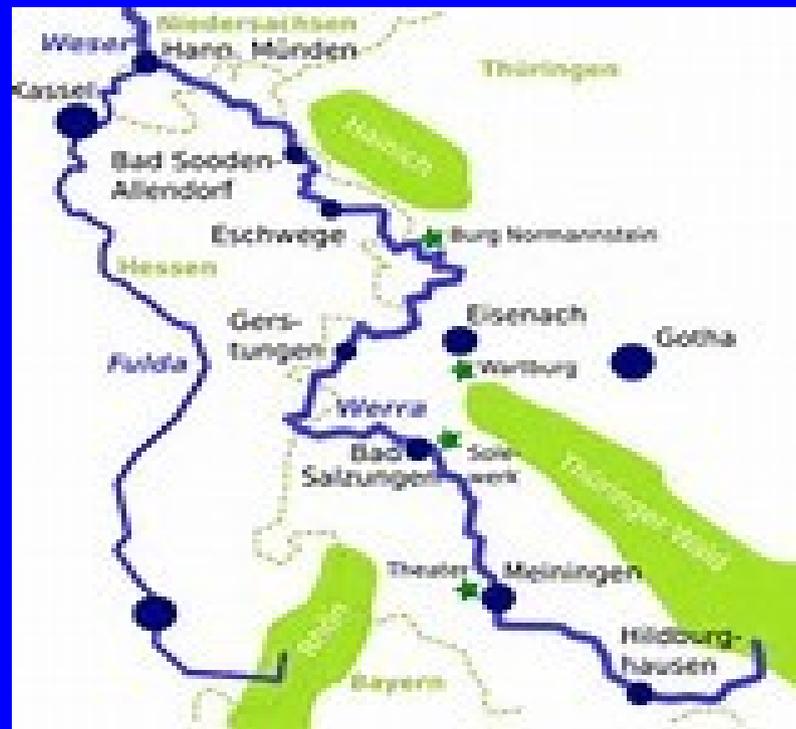


$$< I_{EE} / I_D$$



A ... Verbraucher im Ausland;
Am 2. Knoten „fließt“ EE-Strom
ins Ausland ab.

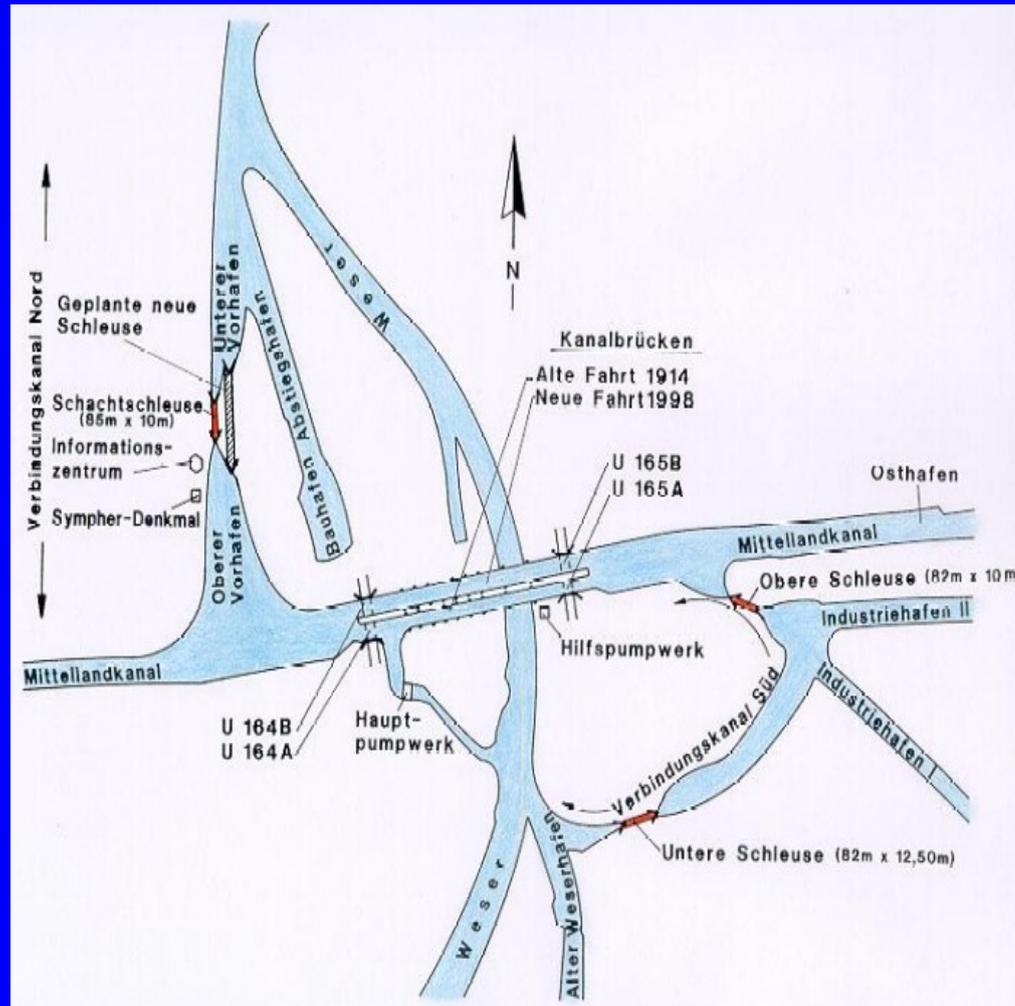




**Wo Werra sich und Fulda küssen
Sie ihre Namen büßen müssen.
Und hier entsteht durch diesen Kuss
Deutsch bis zum Meer der Weser Fluss.**

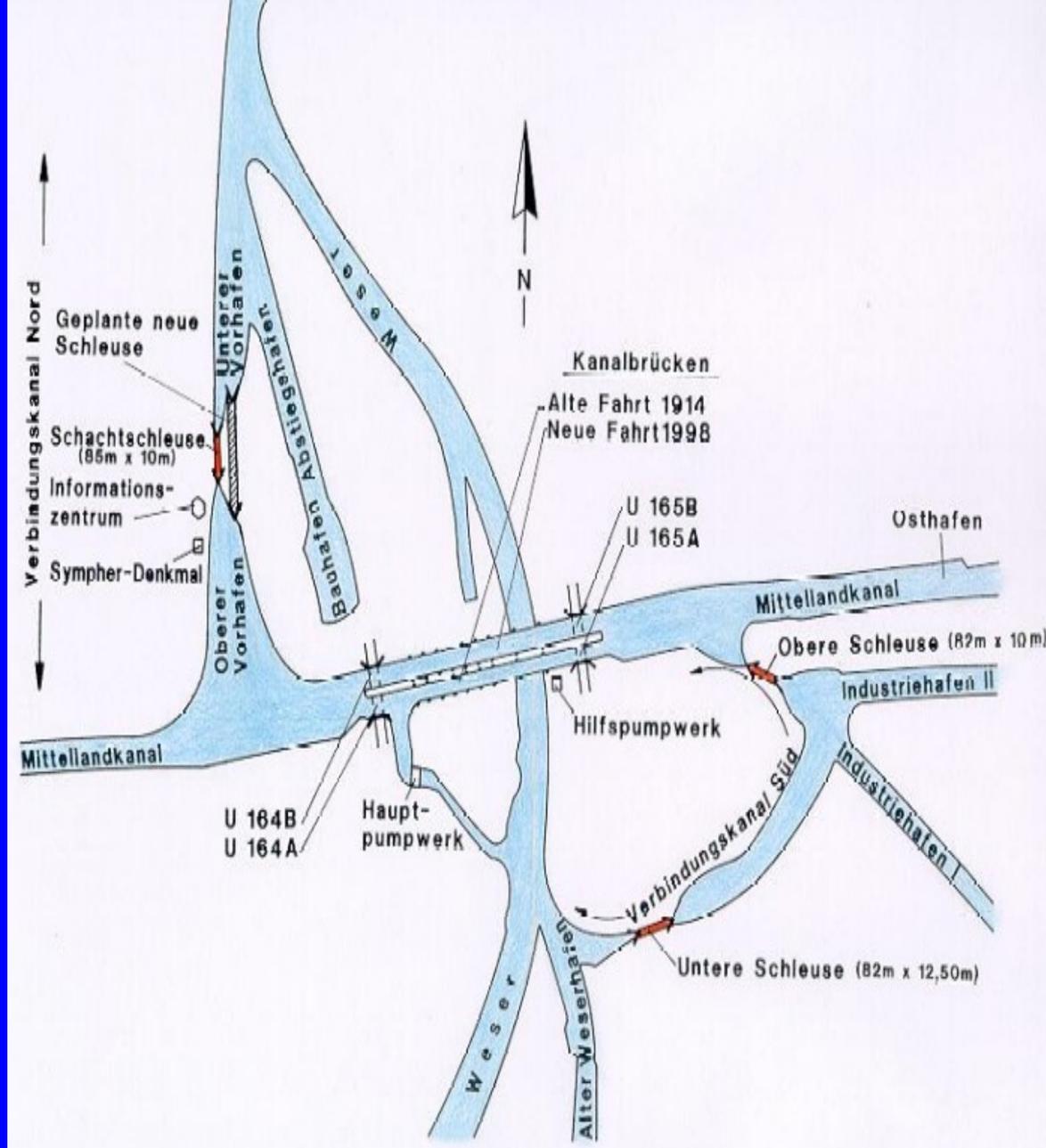
Hann. Münden d. 31. Juli 1899

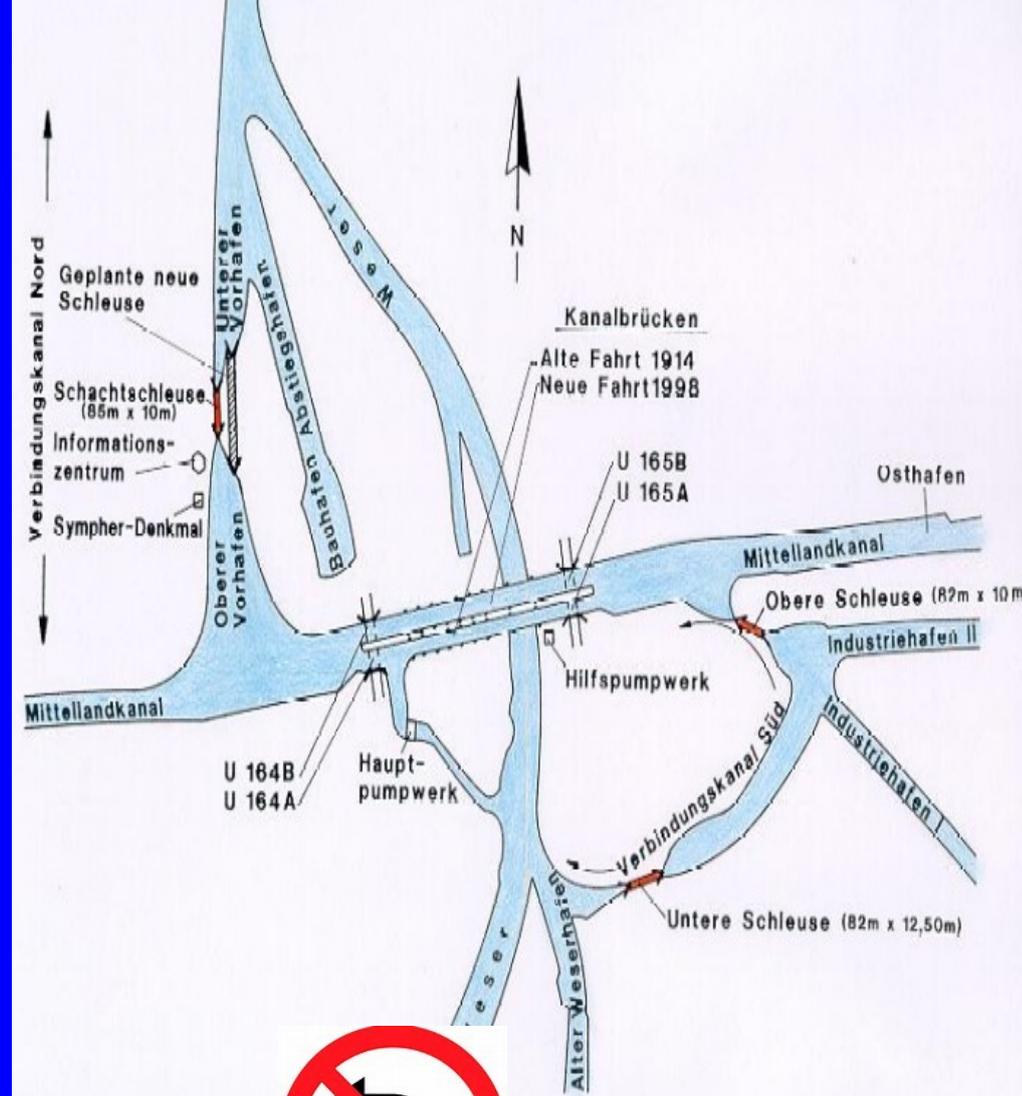
**Aus den Anteilen des Wassers von Werra und Fulda lässt sich ein
„Strommix“ (Erzeugungsmix) errechnen. Allerdings gibt es danach nur noch
„Weser-Wasser“. => Das Grünstrom-Angebot der DB ist ein Marketing-Trick !**



Copyright: Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt Minden, mit freundlicher Genehmigung

Bei Minden überquert der Mittellandkanal die Weser als „Brücke“. Ein Pumpwerk (unten links) kann bei Bedarf Wasser der Weser in den Kanal pumpen.





Werra lt. EEG §1



Achtung ! Fließgeschwindigkeit

**Bei „Wechselstrom“ fließen keine Elektronen
vom Erzeuger zum Verbraucher**

**„Wechselstrom“ kennzeichnet
den Transport von elektromagnetischer
Energie vom Erzeuger zum Verbraucher**

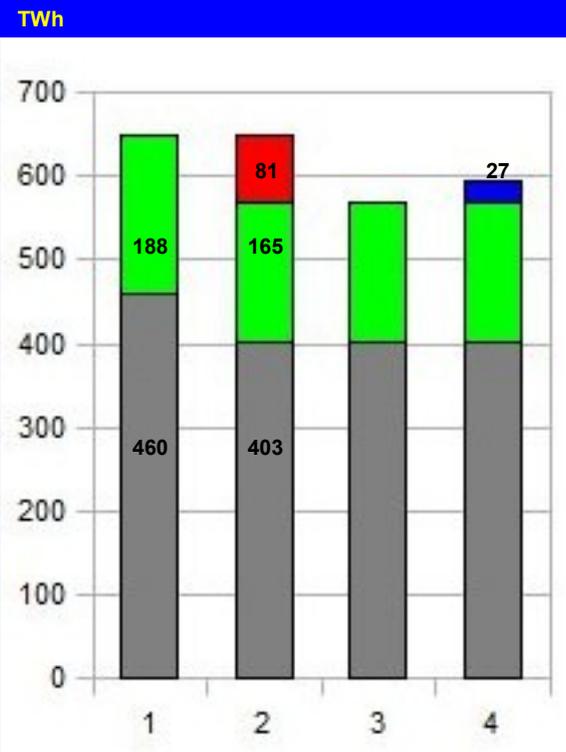
**„Fließgeschwindigkeit“ =
Lichtgeschwindigkeit c**

Ein Transformator ist durchlässig für „Wechselstrom“

2016 (jahreskumuliert):

Export	Strommix (Erzeugung)	EE/Verbr.	EE _{corr} /Verbr.
--------	-------------------------	-----------	----------------------------

Abb.	I_A/I_G	I_{EE}/I_G	I_{EE}/I_D	$(1 - I_A/I_G) I_{EE}/I_D$
D	12,4 %	29 %	0,317	0,277 = 27,7 %



grau ... fossil
 grün ... EE
 rot ... Export
 blau ... Import

2016, Stand: 07.02.2017

- 1 Erzeugung
- 2 Erzeugung = Verbrauch + Export
- 3 Verbrauch aus Erzeugung in D
- 4 Gesamtverbrauch in D

Anteil EE an Erzeugung (jahreskumuliert): $188/648 = 0,29 \Rightarrow 29 \%$

Anteil EE an Verbrauch (jahreskumuliert): $165/595 = 0,28 \Rightarrow 28 \%$

EE-Erzeugung („grün“ aus Säule 1)/ Verbrauch (Säule 4) = $188/595 = 0,316$; **nicht 31,6 % !!!!
 FAKE**

Fehlerquelle: „Vermischung von Grundgesamtheiten“

Folgen der Verletzung des Knotensatzes:

1)

Die Aussage:

„Der Anteil EE am Bruttostromverbrauch beträgt derzeit 32 Prozent“ ist falsch.

2)

**2016 wurden etwa 23 Milliarden kWh EE-Strom exportiert,
Die Erzeuger erhielten dafür gemäß EEG
etwa 3 Milliarden € aus dem EEG-Umlage-Anteil am
Strompreis (Der Anteil der Haushalte liegt in der
Größenordnung von 1 Milliarde €)**

Beispiel 2:

Konflikt des EEG § 4 mit den Gesetzen der Statistik der Windenergie

§ 4 Ausbaupfad

Die Ziele nach § 1 Absatz 2 Satz 1 sollen erreicht werden durch

- 1. einen jährlichen Brutto-Zubau von Windenergieanlagen an Land mit einer installierten Leistung von*
 - a) 2 800 Megawatt in den Jahren 2017 bis 2019 und*
 - b) 2 900 Megawatt ab dem Jahr 2020,*

(Vernachlässigung der Fluktuationen !!!)

**Alle bisherigen Diskussionen
bezogen sich auf jahreskumulierte
Werte, aber:**

**Im Mittel war der Dorfteich
1 Meter tief,
trotzdem ist die Kuh
ersoffen.**



Gaußsche Verteilung

$$f_{\mu,\sigma}(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2}$$

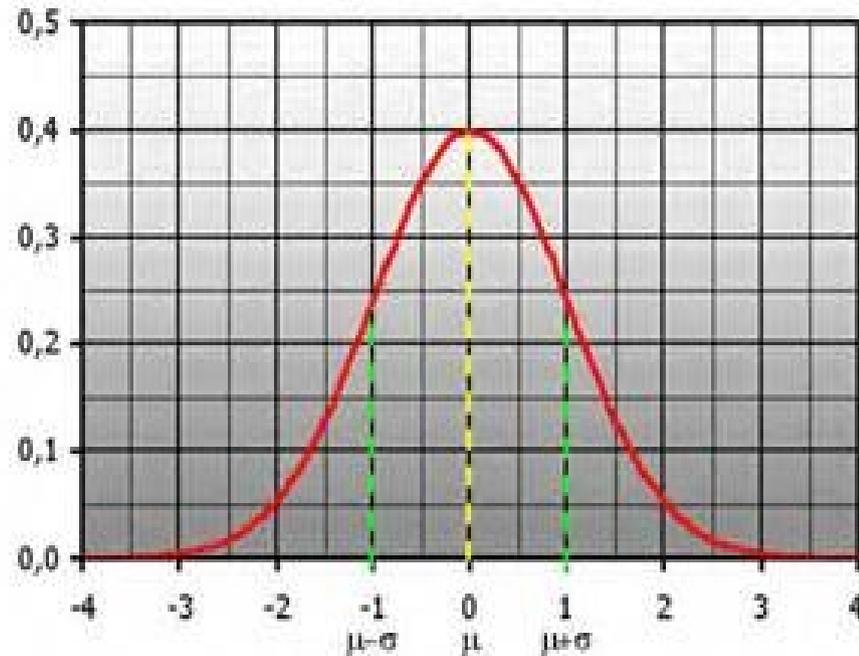
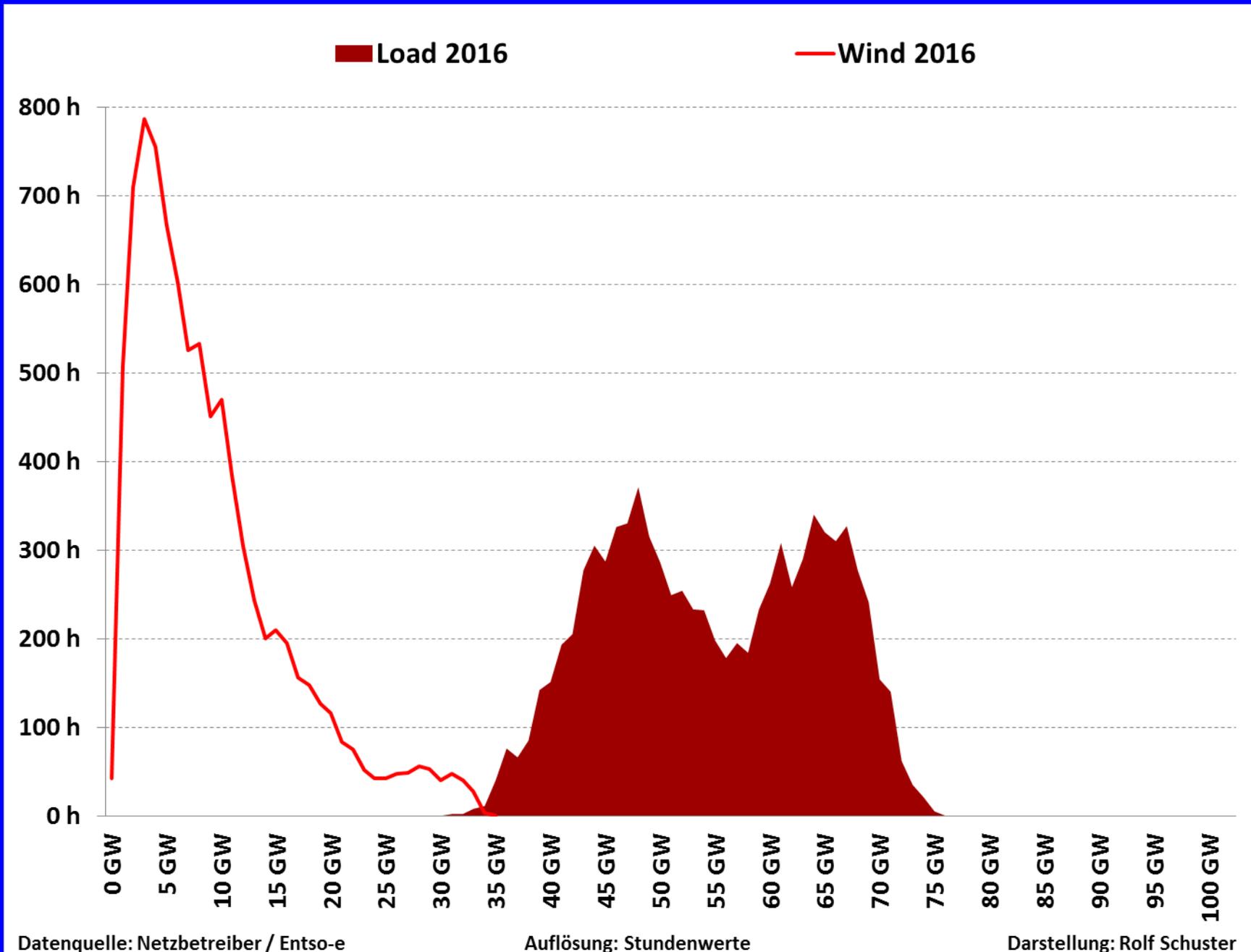


Abb. 6-1: *Gaußsche Verteilung*

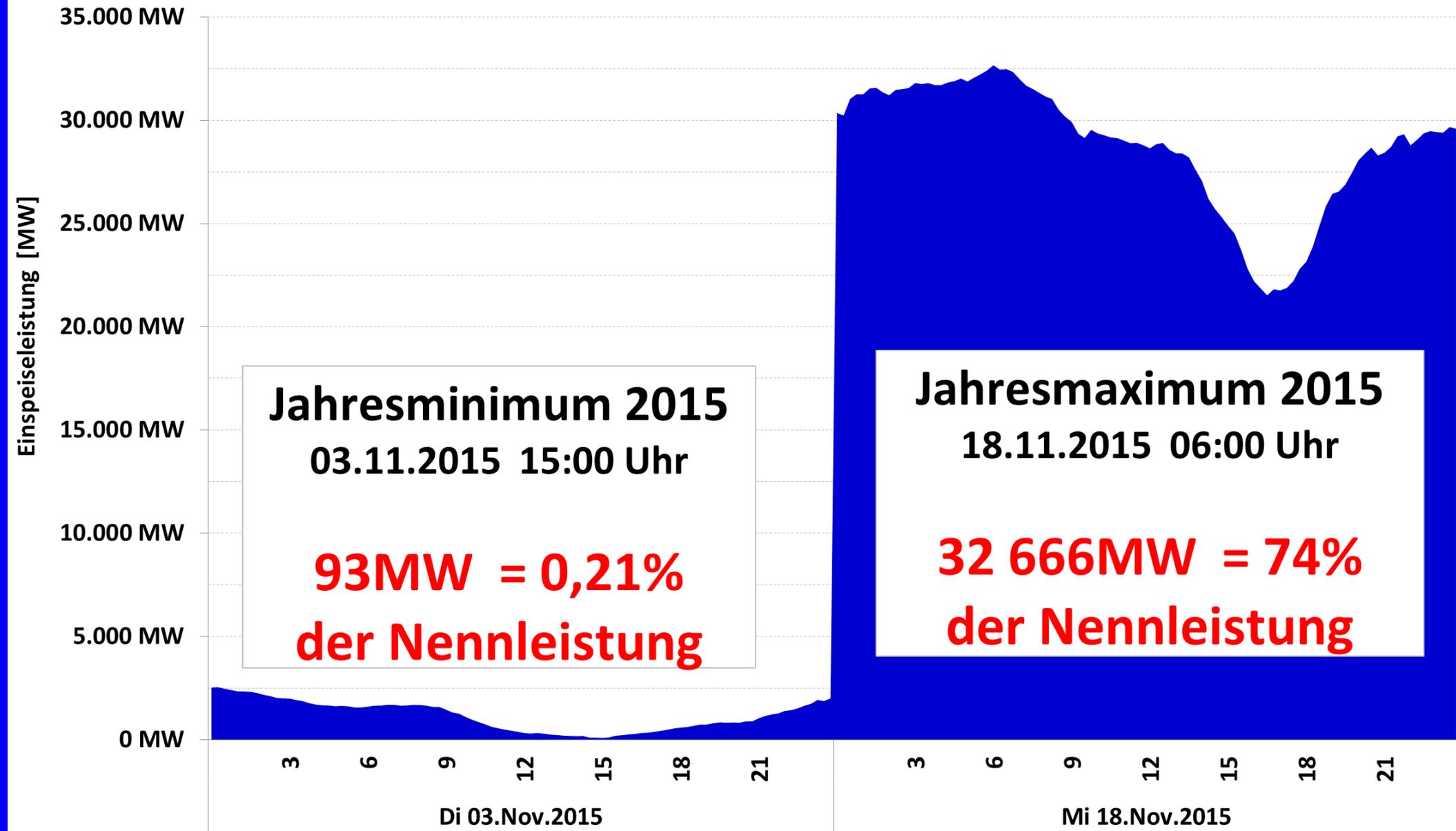
Achtung: Die Verteilung der Einspeiseleistung der Windenergie folgt **n i c h t** einer Gaußschen Verteilung !

1 GW = 1 Mio. kW = 1 Kraftwerk = 11364 x 88 kW



An wievielen Stunden eines Jahres wird wieviel Energie erzeugt bzw. verbraucht ?

■ Windenergie Einspeisung Ist



Jahresminimum 2015

03.11.2015 15:00 Uhr

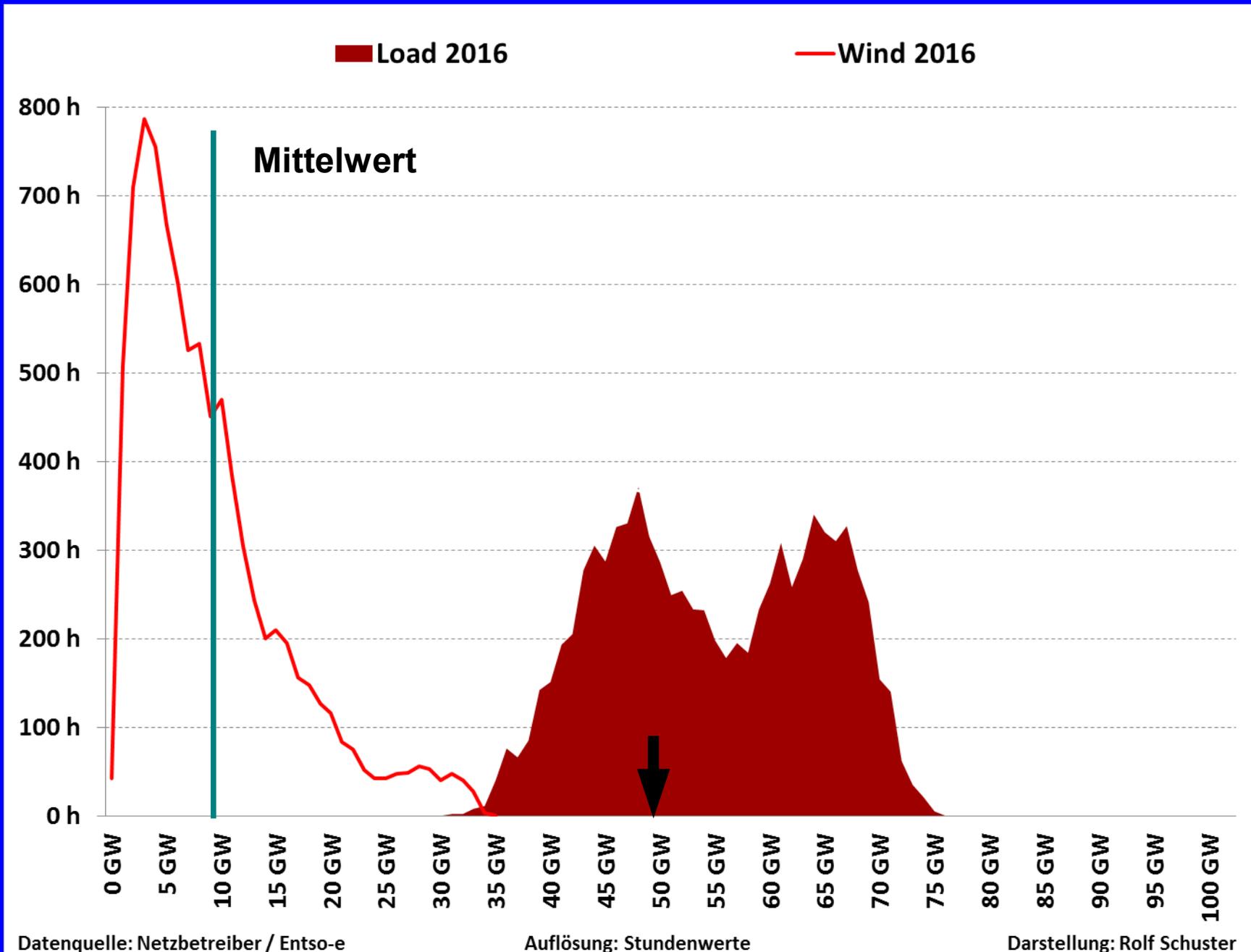
**93MW = 0,21%
der Nennleistung**

Jahresmaximum 2015

18.11.2015 06:00 Uhr

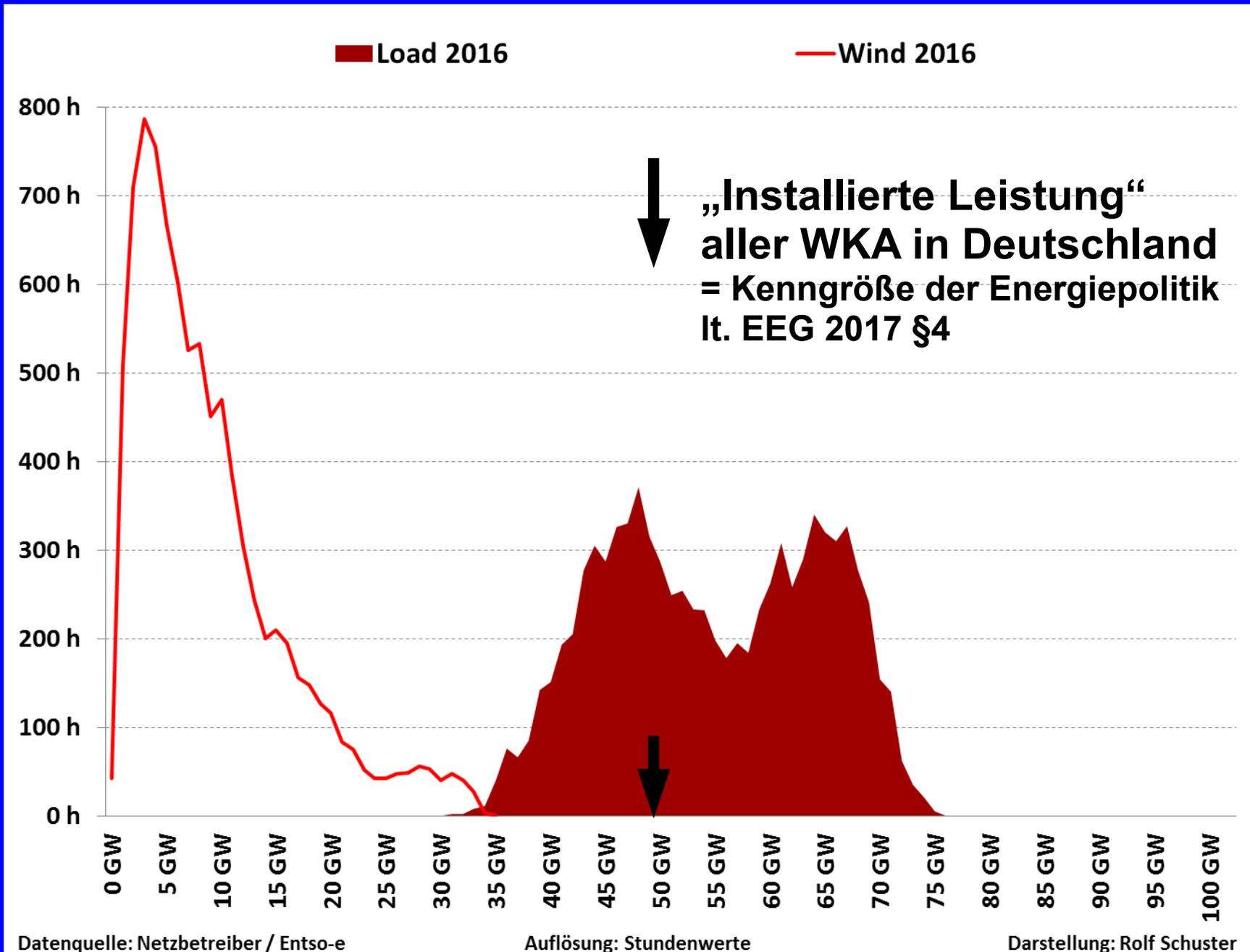
**32 666MW = 74%
der Nennleistung**

1 GW = 1 Mio. kW = 1 Kraftwerk = 11364 x 88 kW



An wievielen Stunden eines Jahres wird wieviel Energie erzeugt bzw. verbraucht ?

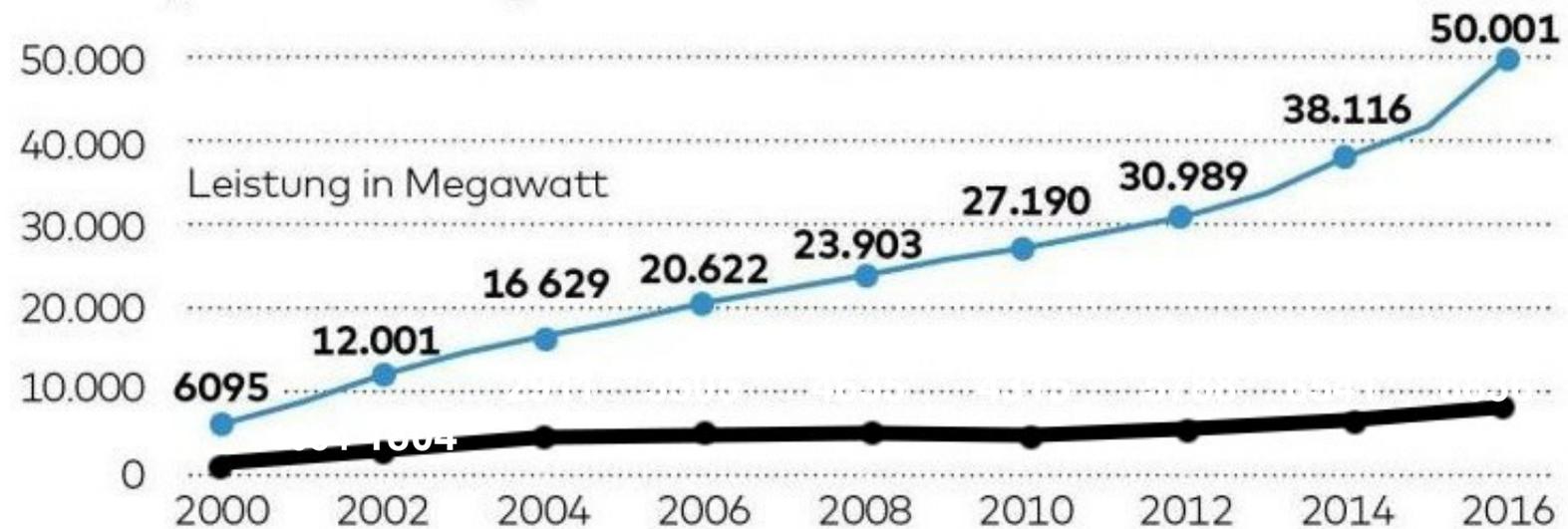
1 GW = 1 Mio. kW = 1 Kraftwerk = 11364 x 88 kW



An wievielen Stunden eines Jahres wird wieviel Energie erzeugt bzw. verbraucht ?

Windenergie in Deutschland

Ende 2016 standen in Deutschland 27.992 Windenergieanlagen mit einer Leistung von 50.001 Megawatt.



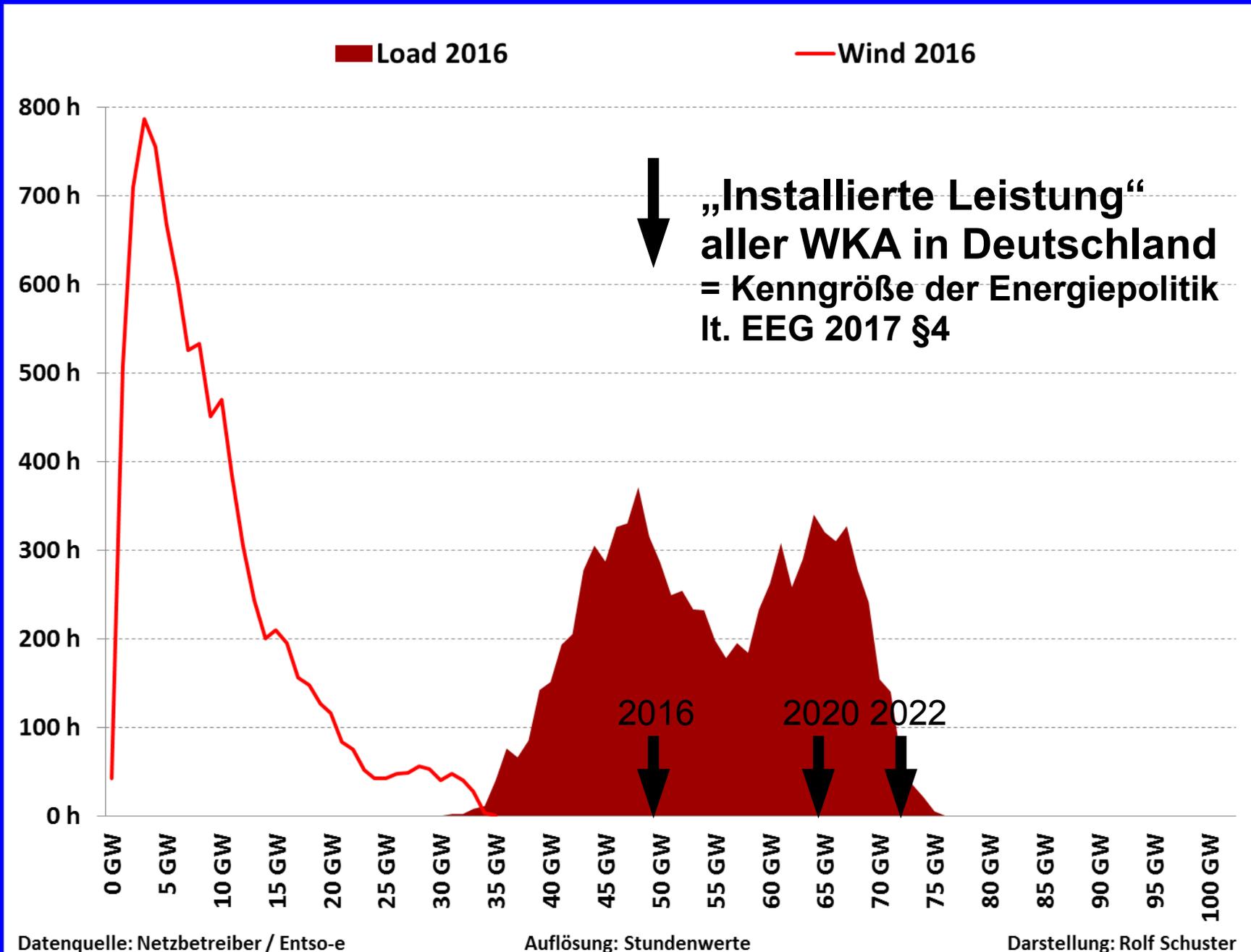
mittlere Leistung

WELT vorläufige Angaben

Quelle: DEWI (2017), Bundesverband Windenergie; dpa

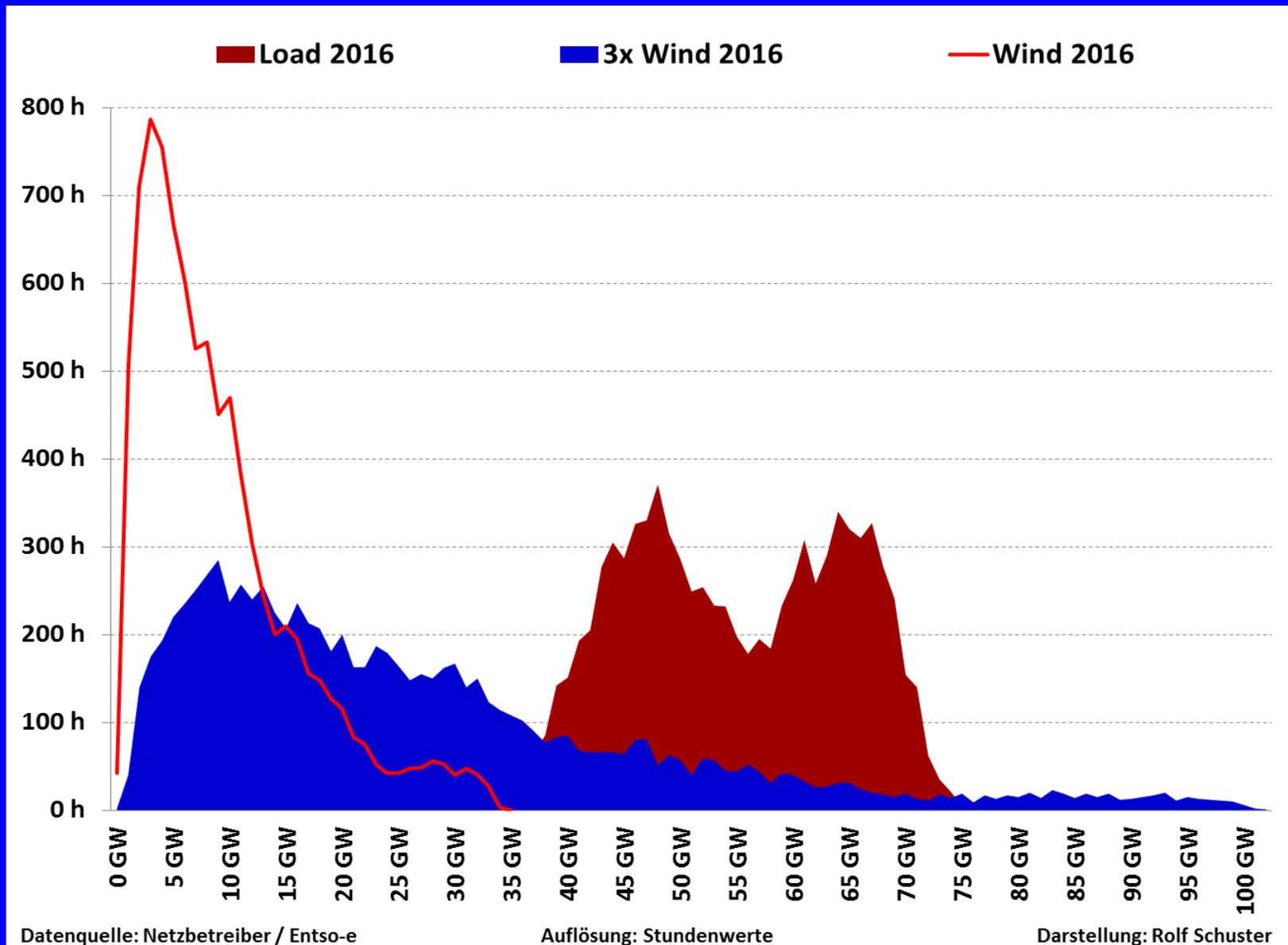
Quelle: Infografik Die Welt; dpa

1 GW = 1 Mio. kW = 1 Kraftwerk = 11364 x 88 kW

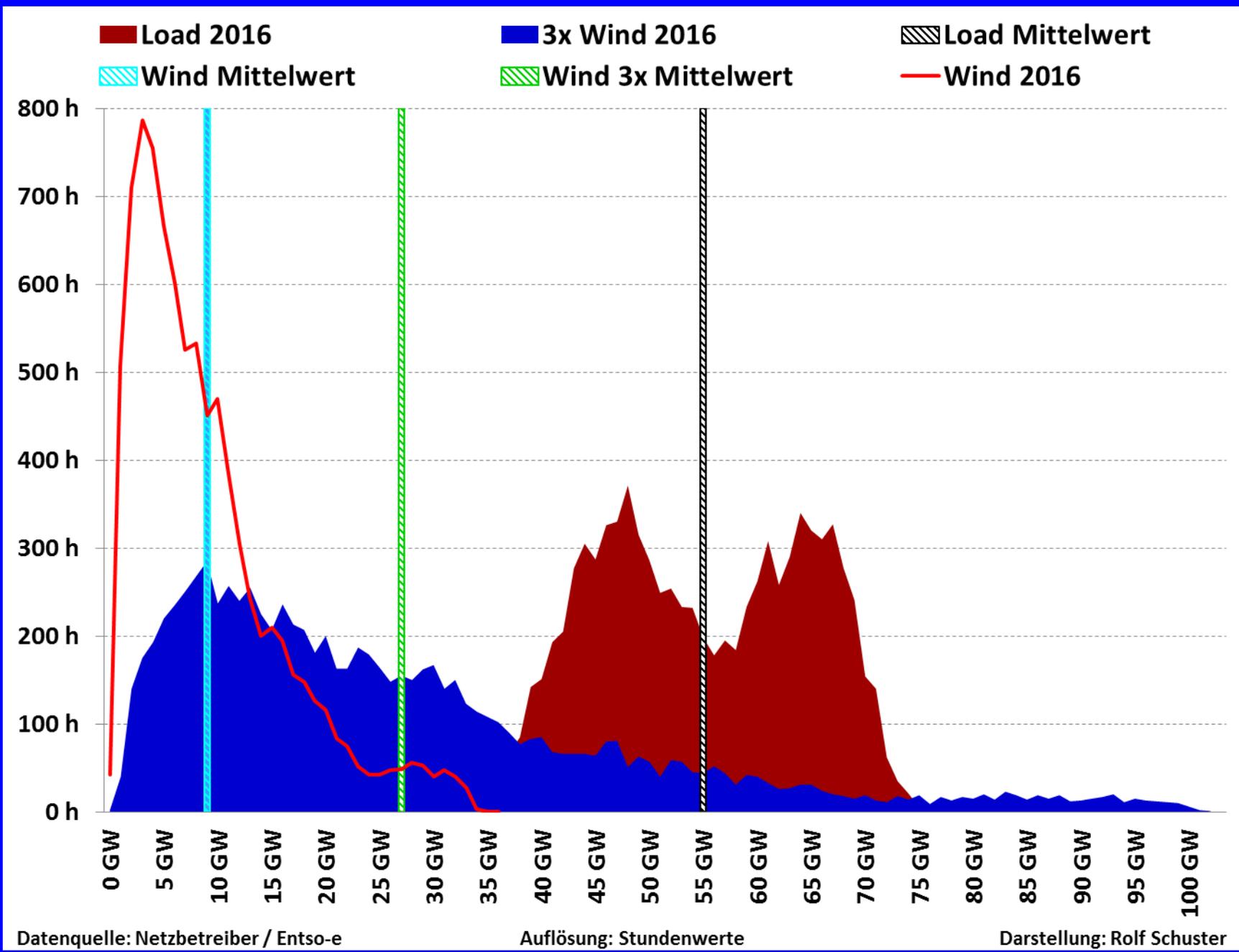


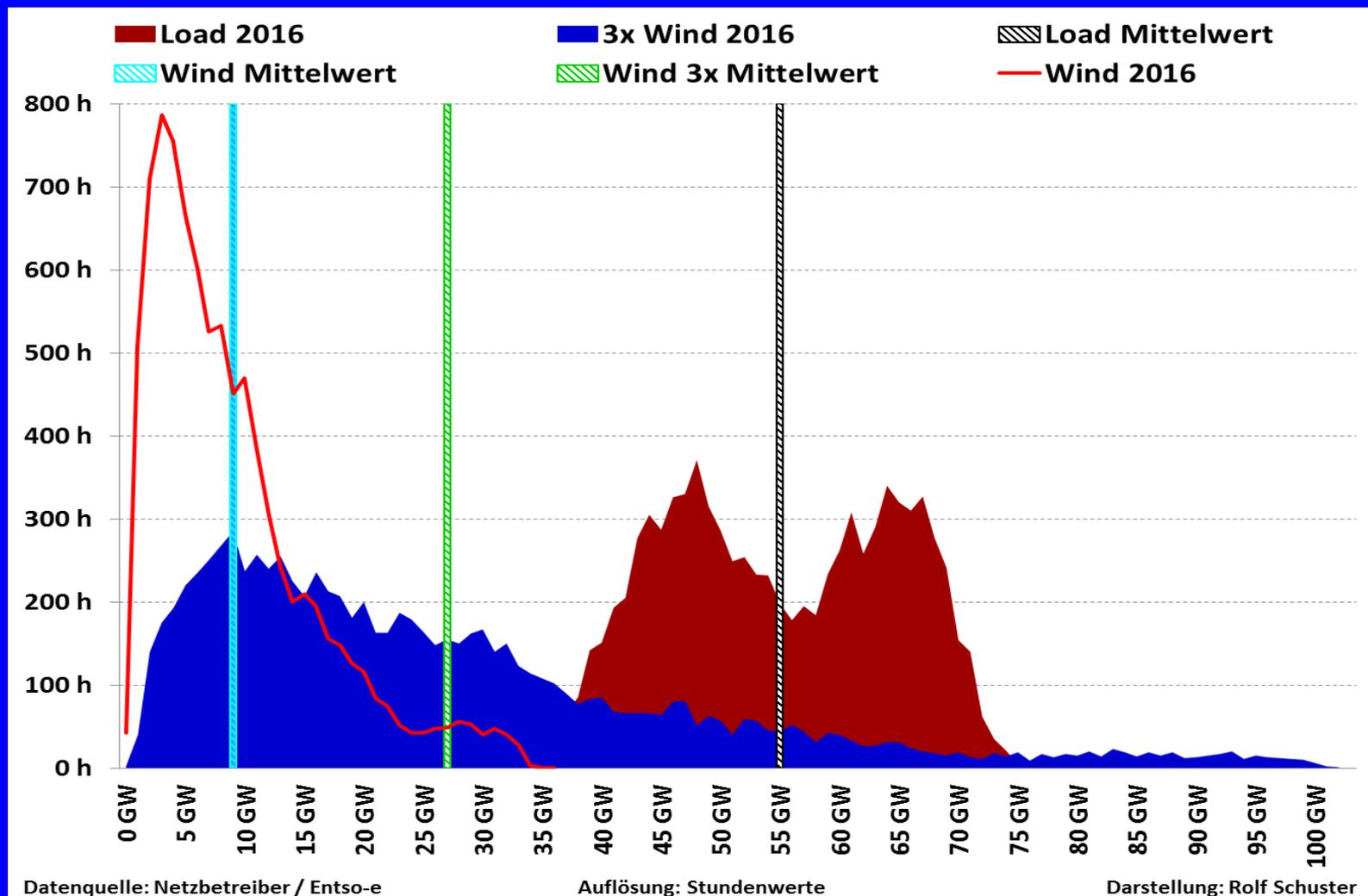
An wievielen Stunden eines Jahres wird wieviel Energie erzeugt bzw. verbraucht ?

1 GW = 1 Mio. kW = 11364 x 88 kW



Annahme: An jeder Stelle einer WKA würden 3 WKA der gleichen Bauart stehen =>
Es ergibt sich eine Windeinspeise-Verteilung gemäß der blauen Kurve





Anhand dieser Grafik lassen sich (fast) alle Aspekte der Energiepolitik und deren Konsequenzen quantitativ diskutieren:
 Speicherbedarf (in der Größenordnung von Tausenden von GWh !), Netzausbau, Sektorkopplung, power-to-gas-to-power, power-to-X, Elektromobilität, Residuallast, Abschalten von Kernkraftwerken, Obergrenze des Zubaus von WKA, smart-grid, Flexibilitätskonzepte, Haushaltsäquivalent, Export, Import ...

Zusammenfassung (Bsp. 2):

$$\overline{P}_{WKA} \sim \sigma$$

Die jahresgemittelte Einspeiseleistung von Windkraftanlagen ist proportional zur Standardabweichung

Mit dem Zubau von WKA vergrößert sich die Standardabweichung (Fluktuationen werden immer größer)

Trotz Zubau bleibt das Minimum der Einspeiseleistung aller WKA in Deutschland bei Null

Die Einspeiseleistung, die am häufigsten vorkommt, wächst bei Zubau nicht im gleichen Maße

"Die erneuerbare Energie hat nur einen einzigen Feind: Die Unwissenheit über die fantastischen Möglichkeiten, die sie uns bietet."

Hans Kronberger, *1951, österreichischer Publizist, Präsident der Photovoltaic Austria.

"Die Energiewende hat nur einen einzigen Feind: Die Unwissenheit über die physikalischen Gesetze, die ihr zugrunde liegen."

Sigismund Kobe

Bemerkung im Lutherjahr:

Ein Grund für die Reformation war der Ablasshandel

Ablasshandel:

Gehandelt wird ein Versprechen, dessen Einhaltung nicht (oder schwer) nachprüfbar ist.

Für den Käufer ist der Kauf sehr angenehm.

Es entlastet ihn scheinbar von ansonsten notwendigen Entscheidungen und Handlungen

Werbespruch vor 500 Jahren (Johannes Tetzel, 1460-1519):

**Wenn das Geld im Kasten klingt,
die Seele in den Himmel springt.**

...und 500 Jahre danach:

**„Mit EEG und Ablasshandel
stoppen wir den Klimawandel“**

Fazit:

1) Johannisberger Appell (2016)
„Innehalten. Nachdenken.“

2) Realisierung des Koalitionsvertrages
„Deutschlands Zukunft gestalten“
Termin: 24. September 2017 ???

„.....Zur Beratung von Bundesregierung und Parlament bei der Umsetzung der Energiewende strebt die Bundesregierung die Bildung eines „Forums Energiewende (Energierat)“ für einen ständigen Dialog mit Wirtschaft, Gewerkschaften, Wissenschaft und gesellschaftlich relevanten Gruppen an.....“

3) Energiepolitik umsteuern!

Abschätzung einer physikalisch sinnvollen **Obergrenze** für die installierte Leistung $P_{i,WKA}$ von Windkraftanlagen (ohne Speicher)

Indizes:

i ... installiert

WKA ..Windkraftanlagen

Last,max ... Maximalwert der Last während eines Jahres

KKW ..Kernenergie

Bio ... Biomasse

BK ... Braunkohle

StK ... Steinkohle

$$P_{i,WKA} \leq P_{\text{Last,max}} - (P_{i,KKW} + 0,8 P_{i,Bio} + 0,4 P_{i,BK} + 0,25 P_{i,StK})$$

$$P_{i,WKA} \leq 75 \text{ GW} - (10 + 5 + 8 + 7) \text{ GW}$$

$$P_{i,WKA} \leq 45 \text{ GW}$$

2017: $P_{i,WKA} = 50 \text{ GW}$

FACTVM EST



Energiewende*

**ist
notwendig**

*) im ursprünglichen Sinn des Wortes

Literatur:

„Die Verfügbarkeit von Windkapazitäten“
ENERGIEWIRTSCHAFTLICHE TAGESFRAGEN 64. Jg. (2014) Heft 7, S. 38

Detlef AHLBORN,
„Statistische Verteilungsfunktion der Leistung aus Windkraftanlagen“
World of Mining – Surface & Underground 67 (2015) No. 4, S. 2-7

„Thermische Kraftwerke bleiben unersetzlich“
ENERGIEWIRTSCHAFTLICHE TAGESFRAGEN 67. Jg. (2017) Heft 3, S. 39

Thomas LINNEMANN und Guido S. VALLANA,
„Windenergie in Deutschland und Europa - Status quo, Potenziale und Herausforderungen in der Grundversorgung mit Elektrizität
Teil 1: Entwicklungen in Deutschland seit dem Jahr 2010“
VGB Power Tech 6 (2017), S. 63