

Mitgliederversammlung des Regional- und Landesverbandes Sachsen im Bundesverband WindEnergie e.V. (BWE)

Viktor's Residenz Hotel Leipzig, 27.09.2019

„Aktuelle Situation der Windenergie in Sachsen“

– Klimakrise die Herausforderung! – Windenergie als Stütze der Energiewende –
oder am Scheideweg in Sachsen? –

FSD Dipl.-Ing. Hans-Jürgen Schlegel
Referent Klimaschutz a.D.
Mitglied VEE Sachsen e.V.
Tel.: 03431-701279
Mobil: 0177-4541681
E-Mail: schlegel-doebein@t-online.de

Gliederung

Klimawandel fordert die Energiewende

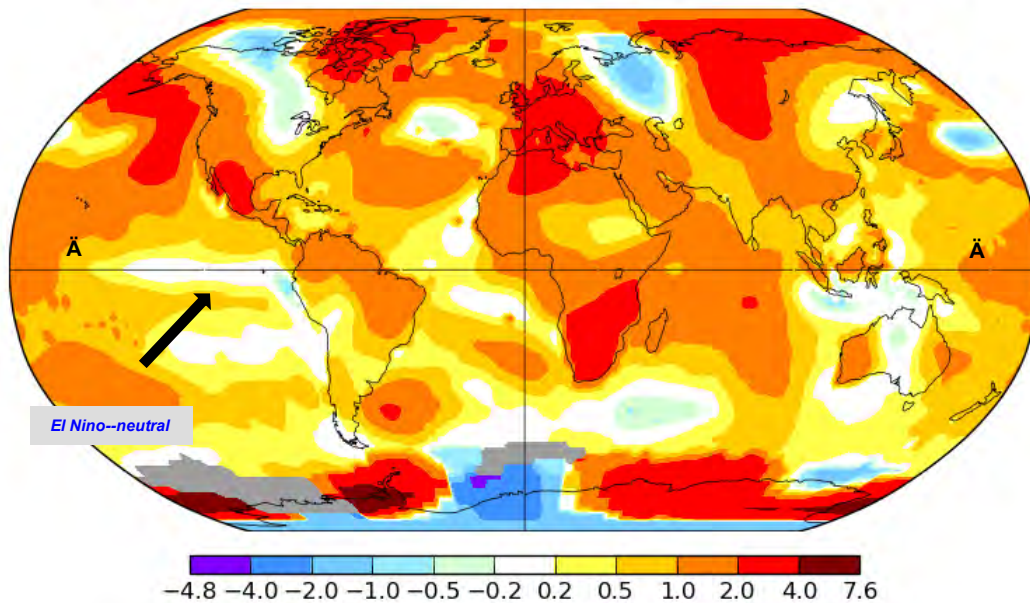
Aktueller Stand der EE [DE/SN] und Windenergie in Sachsen

Windenergie in Sachsen – Wie geht es weiter?

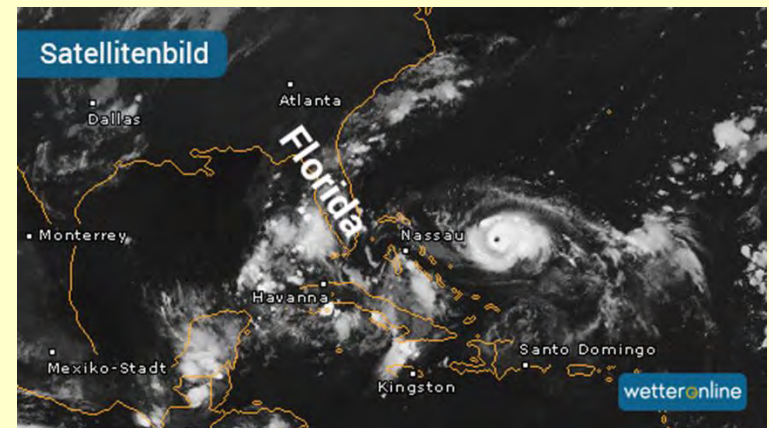
August 2019

L-OTI(°C) Anomaly vs 1951-1980

0,90K



Globale Klimaerwärmung und Folgen *Hurrikan „Dorian“ mit Stärke 5*



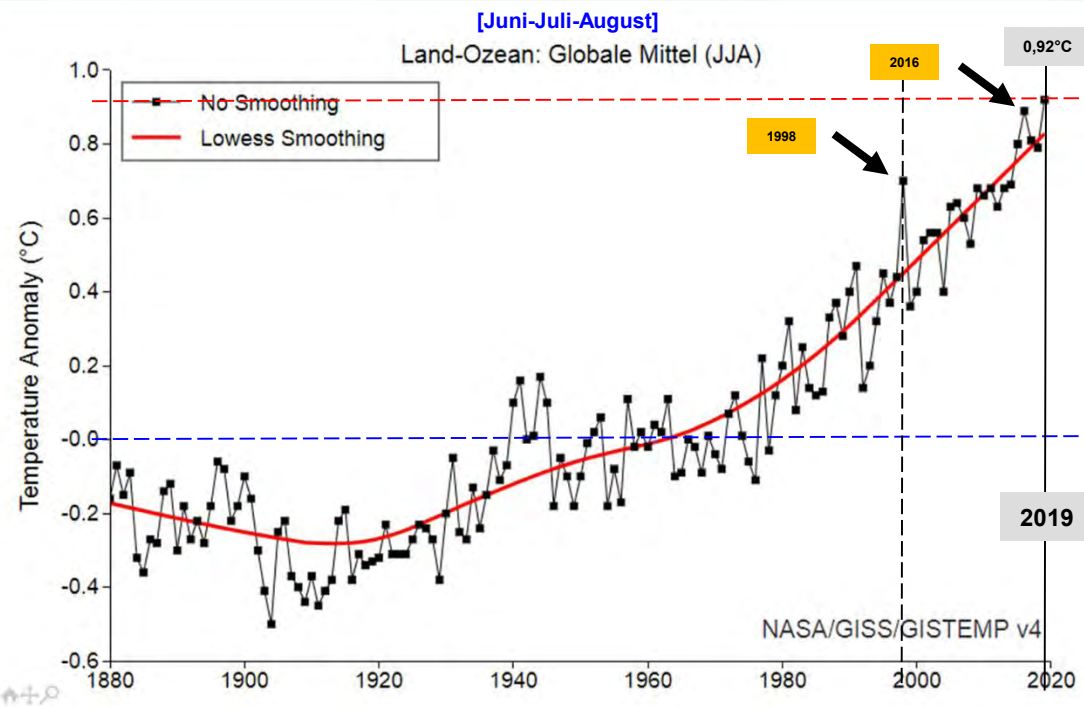
Quelle: <http://data.giss.nasa.gov/gistemp/>

Globaler Temperaturverlauf 1880-2019

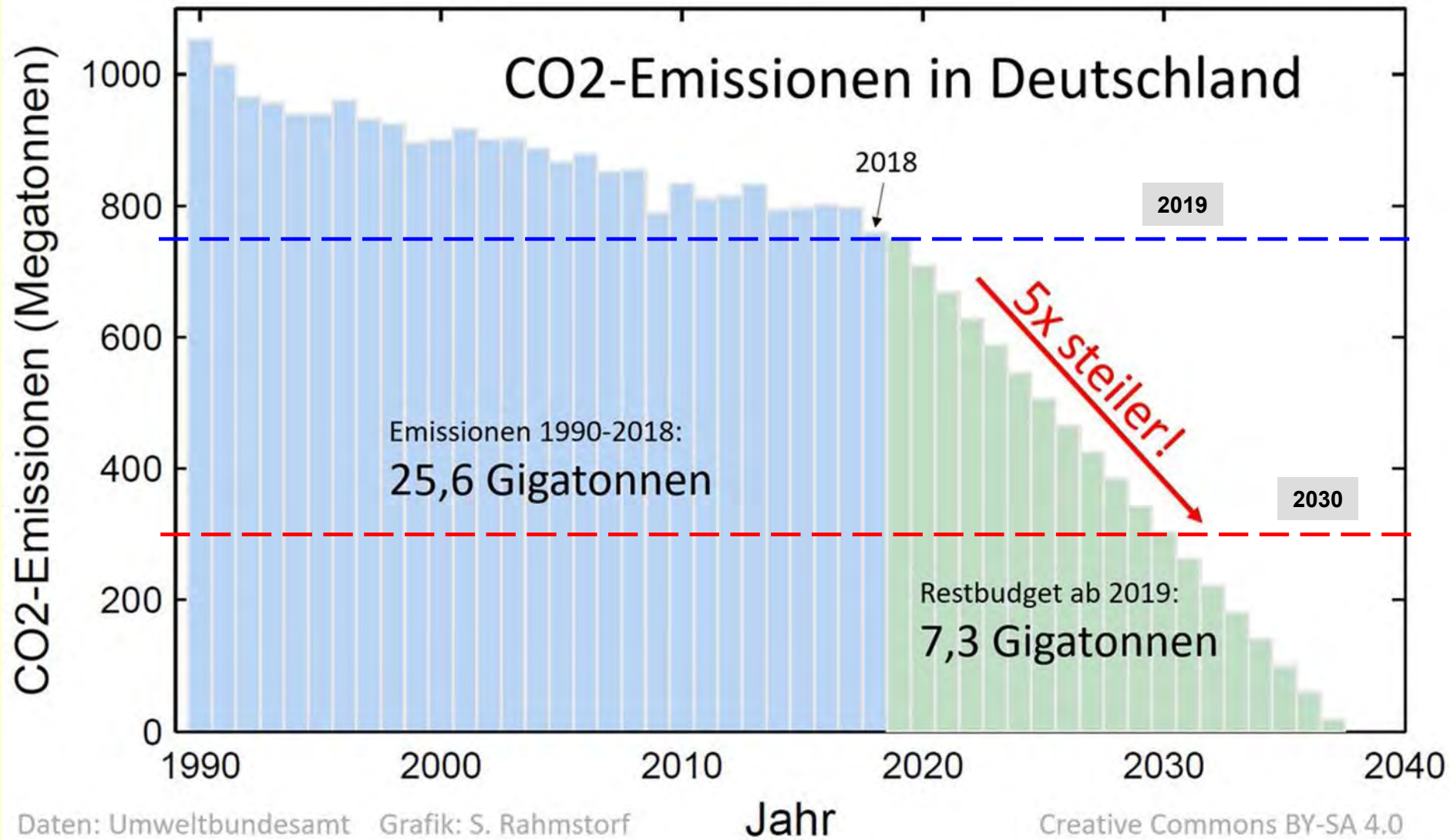
Zerstörungen auf den Bahamas
«Dorian» wütet 36 h auf der Stelle!



Quelle: James Julmis



Deutsches CO₂-Restbudget beträgt ab 2019 noch rund 7.300 Mt



Kompatibilität mit Pariser Abkommen: **Minderungsrate ab 2019 rund 40 Mt CO₂/a**

70.000 Menschen beim Klimastreik am 20.09.2019 in Hamburg-Jungfernstieg
1,4 Millionen in Deutschland und Hunderttausende protestieren weltweit für Einhaltung der Pariser Klimaziele



Gliederung

Klimawandel fordert die Energiewende

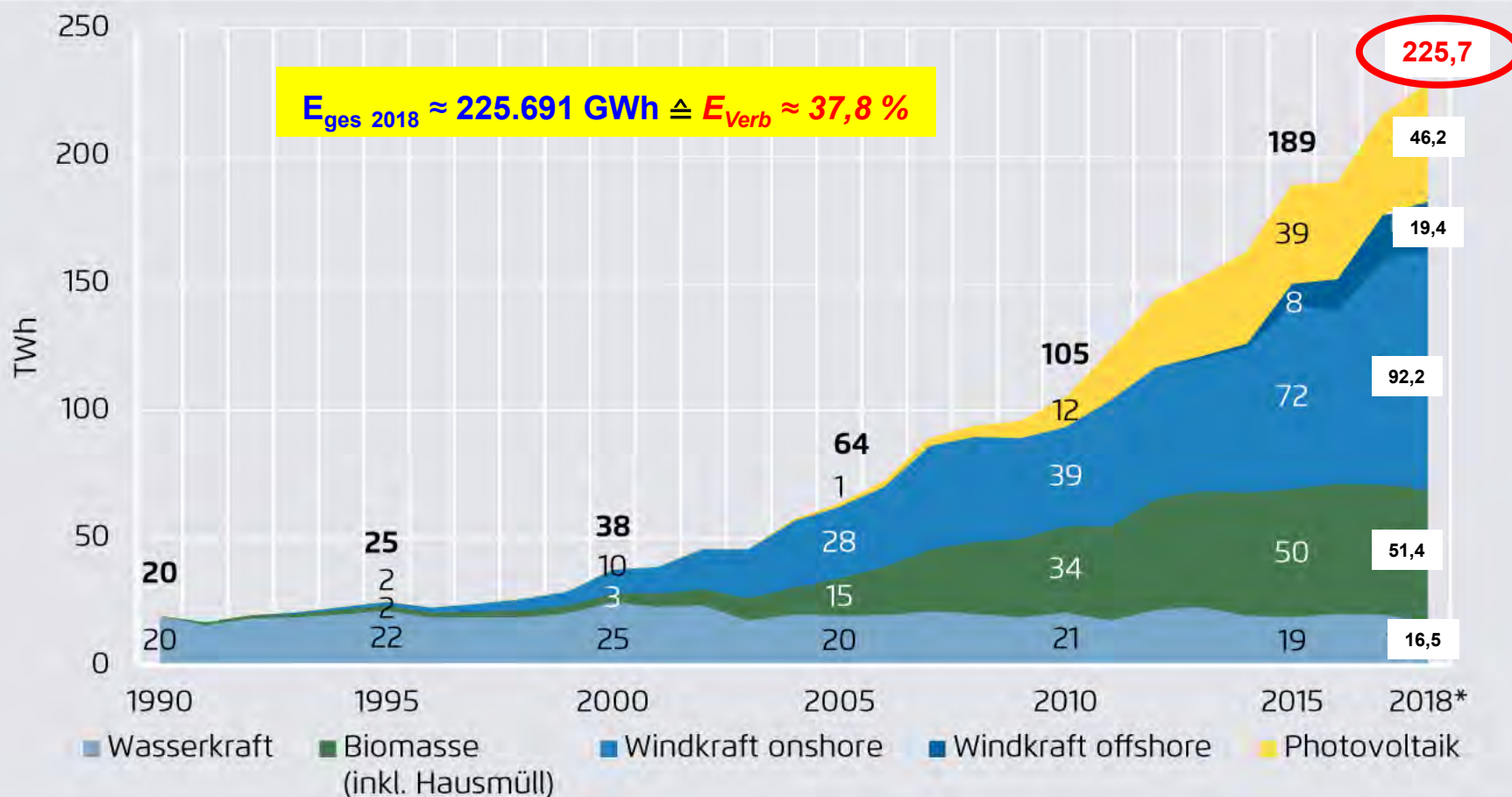
Aktueller Stand der EE [DE/SN] und Windenergie in Sachsen

Windenergie in Sachsen – Wie geht es weiter?

Entwicklung der Erneuerbaren Energien in DE 1990 - 2018

Hohe Solarstromerzeugung gleicht schwaches Wachstum bei Wind und Rückgang bei der Wasserkraft aus: Stromproduktion aus Erneuerbaren Energien 1990 bis 2018

Abbildung 1-4

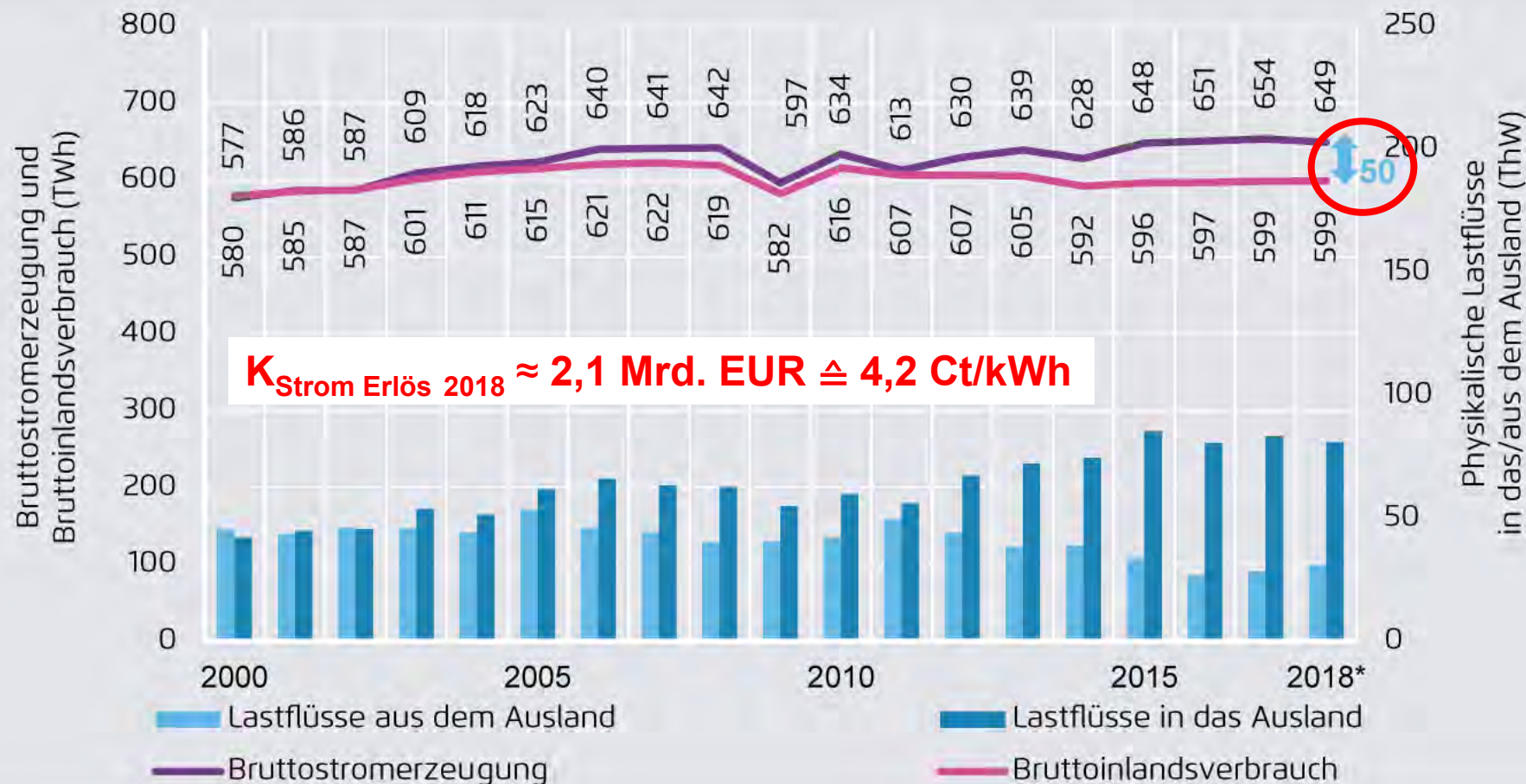


Stromerzeugung-Stromverbrauch und Nettostrom-Export 2018

Konstanter Stromverbrauch und leicht sinkende Stromproduktion:

Stromerzeugung, Stromverbrauch und Lastflüsse ins/aus dem Ausland von 2000 bis 2018

Abbildung 2-3



Stromerzeugung – Stromverbrauch Sachsen 2017

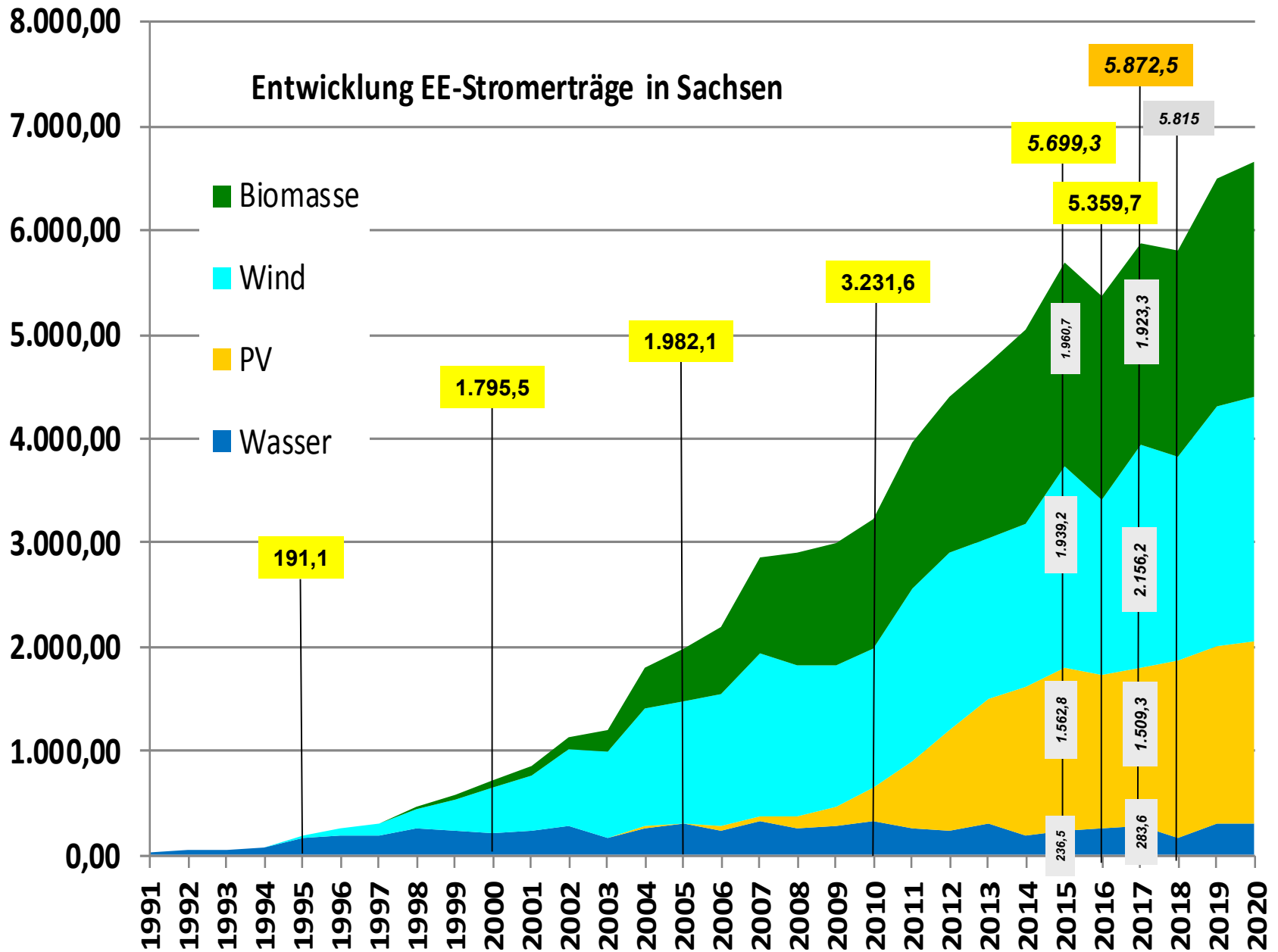
1. Bruttostromerzeugung: 43.547.000 MWh  $\approx$ **35 Mio. t/a CO₂** 
2. Bruttostromverbrauch: 26.268.000 MWh
3. Nettostromverbrauch: 22.062.000 MWh
4. Differenzstromanteil: 4.206.000 MWh (Tagebau-, Kraftwerkstrom, PSW-Pumpenstrom, Leitungsverluste)
5. EE-Stromerzeugung: 5.872.483 MWh [$\triangleq$ **22,4%**_{Brutto} *oder* $\triangleq$ **26,6%**_{Netto}]
6. Überschussstrom: 17.279.000 MWh $\triangleq$ **78,32%** *Verbrauch SN*
7. SN-Überschussstrom verursacht $\approx$ **16,1 Mio. t/a CO₂** zusätzliche Emissionen 

Überschussstrom bindet Kapazitäten der Übertragungsnetze und verhindert die Aufnahme von Strom aus EE-Anlagen!

Entwicklung EE-Stromerträge in Sachsen

Stromerträge in GWh

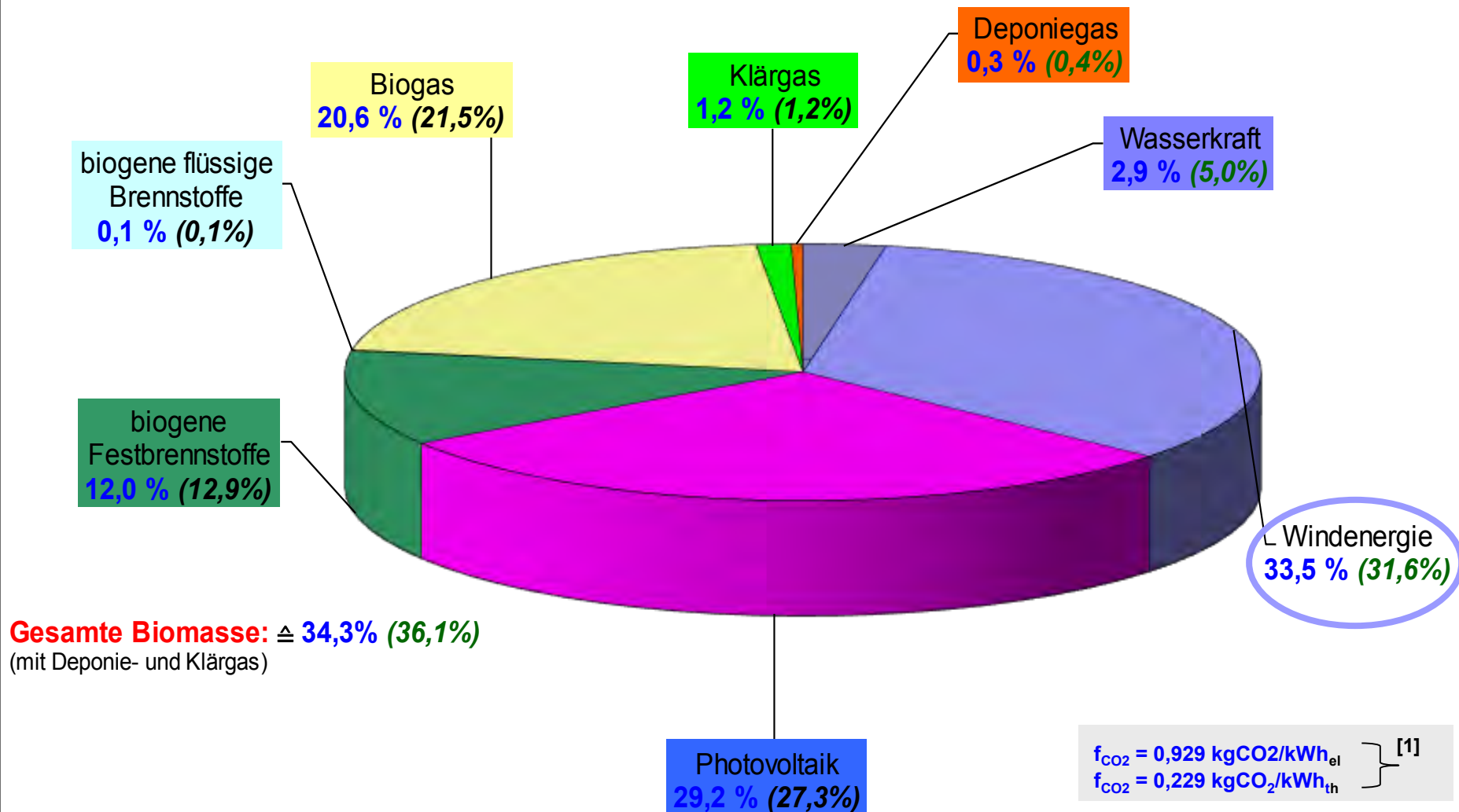
- Biomasse
- Wind
- PV
- Wasser



Struktur der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energieträgern in Sachsen 2017/2018¹⁾

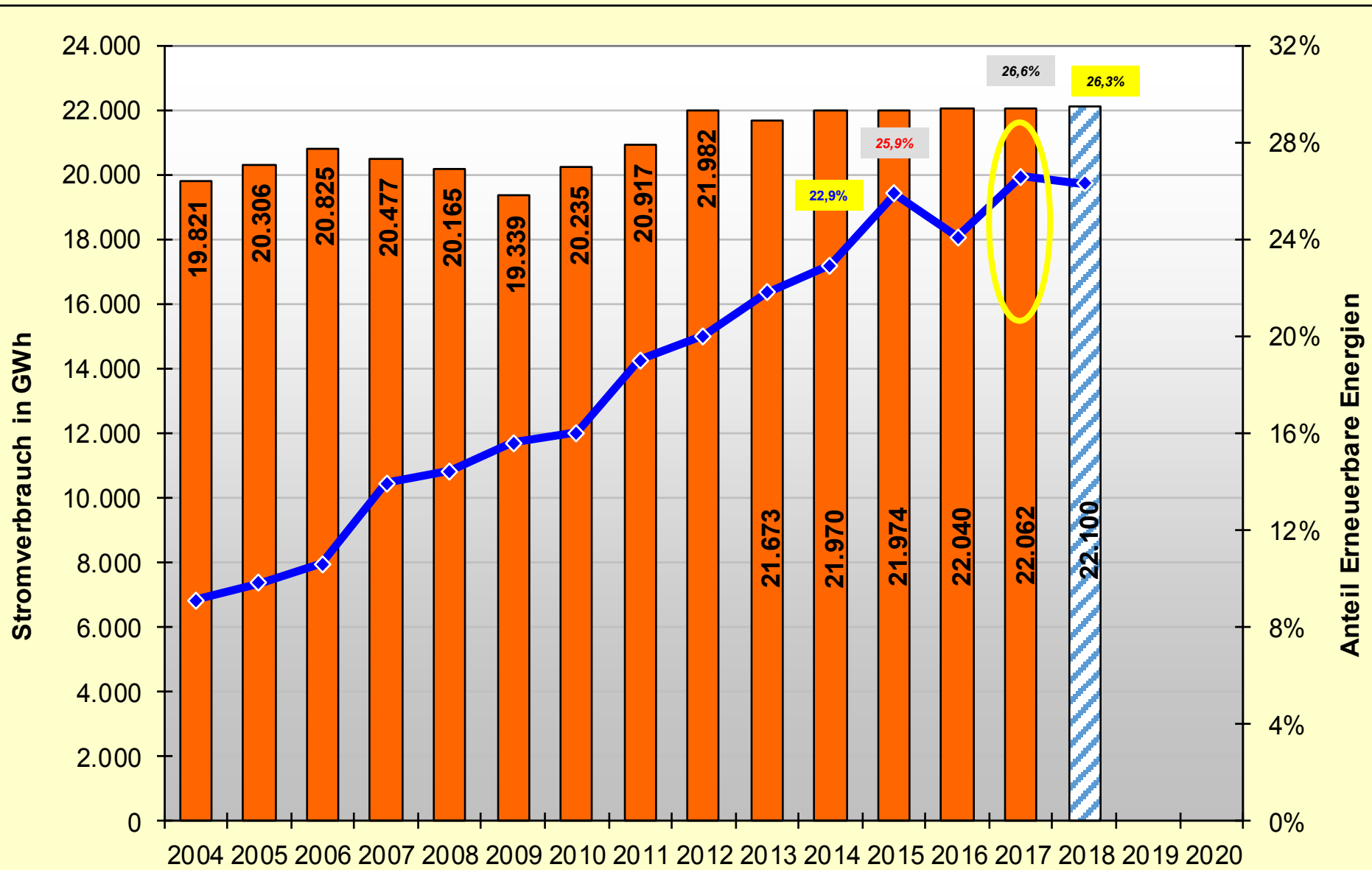
$E_{\text{ges 2017}} \approx 5.872,3 \text{ GWh} \rightarrow \triangleq 26,6\% \rightarrow \Delta m_{\text{CO}_2} \approx 5.455 \text{ kt}$ ↓

$E_{\text{ges 2018}} \approx 5.815,0 \text{ GWh} \rightarrow \triangleq 26,3\% \rightarrow \Delta m_{\text{CO}_2} \approx 5.400 \text{ kt}$ ↓



Quelle: StaLa; Schlegel, April 2019, (bearbeitet)

Stromverbrauch und Anteil Erneuerbarer Energien in Sachsen (2004 – 2018*)



Quelle: StaLa, Schlegel, (bearb. April 2019)

*2018: EE-Daten hochgerechnet

Stromverbrauch

erneuerbare Energien

Anteil der EE am Elektroenergieverbrauch 2017/2018 in Sachsen

- Elektroenergieverbrauch in Sachsen 2017/2018 (*Hochrechnung*)

$$E_{\text{Verbrauch}} = 22.062 \text{ GWh} (E_{\text{brutto erzeug}} \approx 43.547 \text{ GWh}) / 22.100 \text{ GWh} (E_{\text{brutto erzeug}} \approx 43.500 \text{ GWh})$$

- Einspeisung 2017/2018 und Verbrauchsanteile in Prozent♦

Windenergie:	2.156,2 GWh	→	9,8 %	-	1.950 GWh	→	8,8 %
Wasserkraft:	283,6 GWh	→	1,3 %	-	170 GWh	→	0,8 %
Biomasse (fest und flüssig)**:	685,1 GWh	→	3,1 %	-	705 GWh	→	3,2 %
Biogas*:	1.238,2 GWh	→	5,6 %	-	1.290 GWh	→	5,8 %
Photovoltaik:	1.509,3 GWh	→	6,8 %	-	1.700 GWh	→	7,7 %

$$E_{\Sigma \text{ Einspeisung}}: \quad 5.872,5 \text{ GWh} \rightarrow \triangleq 26,6\% \triangleq N_{HH} \approx 2.318.270 \text{ HH/a}$$
$$5.815 \text{ GWh} \rightarrow \triangleq 26,3\% \triangleq N_{HH} \approx 2.272.370 \text{ HH/a} \quad 1)2)3)4)$$

* Σ aus Biogas, Deponiegas, Klärgas

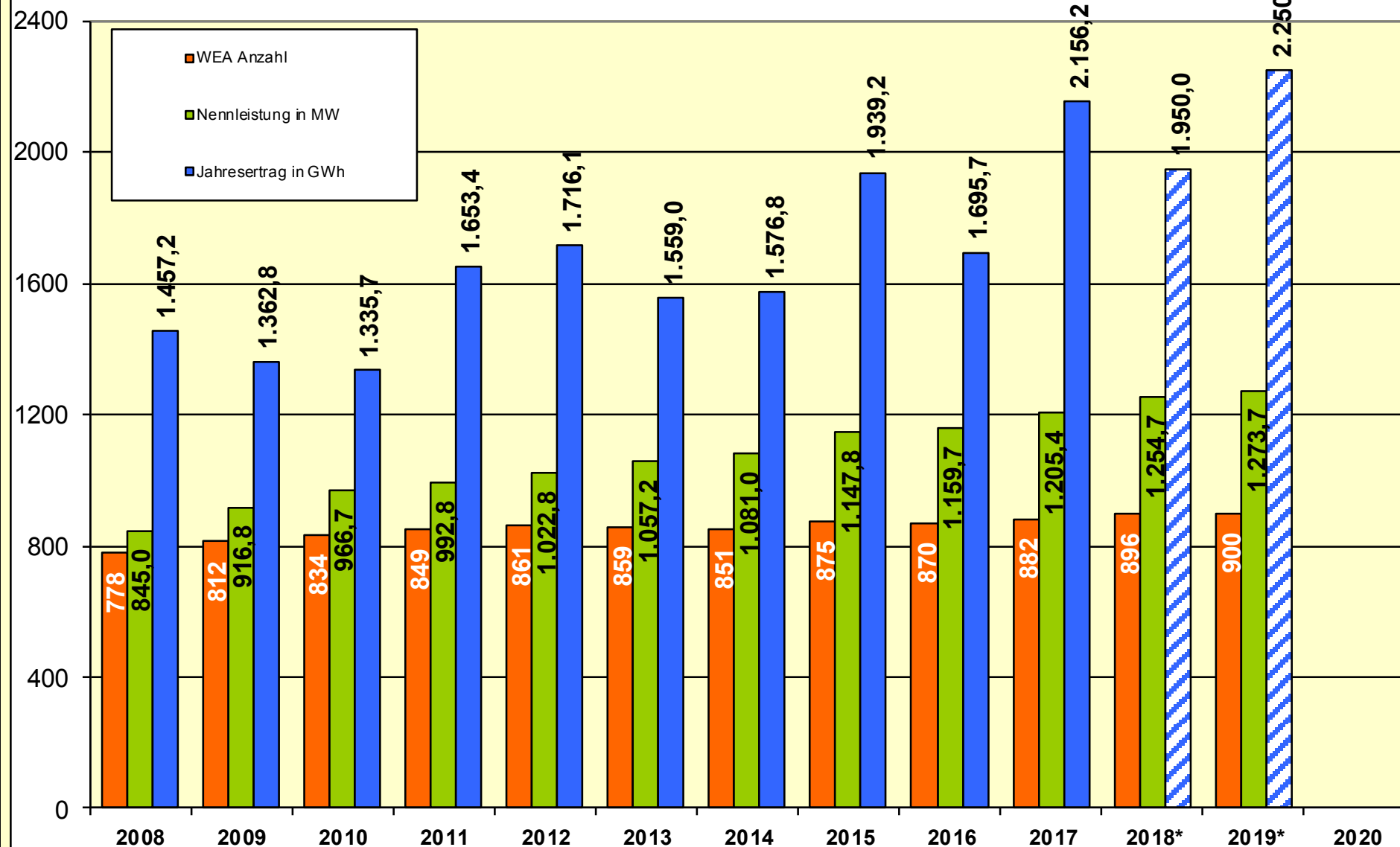
** Σ aus Biomasse fest, flüssig, Klärschlamm, biogene Abfälle

♦ mit Eigenverbrauch

Quelle: StaLa, Schlegel, März. 2019

- 1) $N_{SN} = 2.144.000 \text{ HH (2017)}$
- 2) $n_{SN} = 4.081.308 \text{ EW (2017)}$
- 3) $e_{HH} = 2.559 \text{ kWh}/(\text{HH} \cdot \text{a})$
- 4) $e_{EW} = 1.344 \text{ kWh}/(\text{EW} \cdot \text{a})$

WEA-Entwicklung im Freistaat Sachsen



Jahresstromerträge Windenergie-Anlagen in Sachsen 2017/2018¹⁾

- 2017: $E_{WEA} = 2.156.227 \text{ MWh}$

$\Delta E_{WEA \text{ 2017:2002}} = 2,91 \text{ fache Steigerung}$

■ Versorgungsgrad 2017: $n_{HH} \approx 842.600 \text{ HH/a}^{**} \rightarrow \triangleq 39,3 \% HH_{SN}$
 $n_{EW} \approx 1.604.330 \text{ EW/a}^* \rightarrow \triangleq 39,3 \% EW_{SN}$

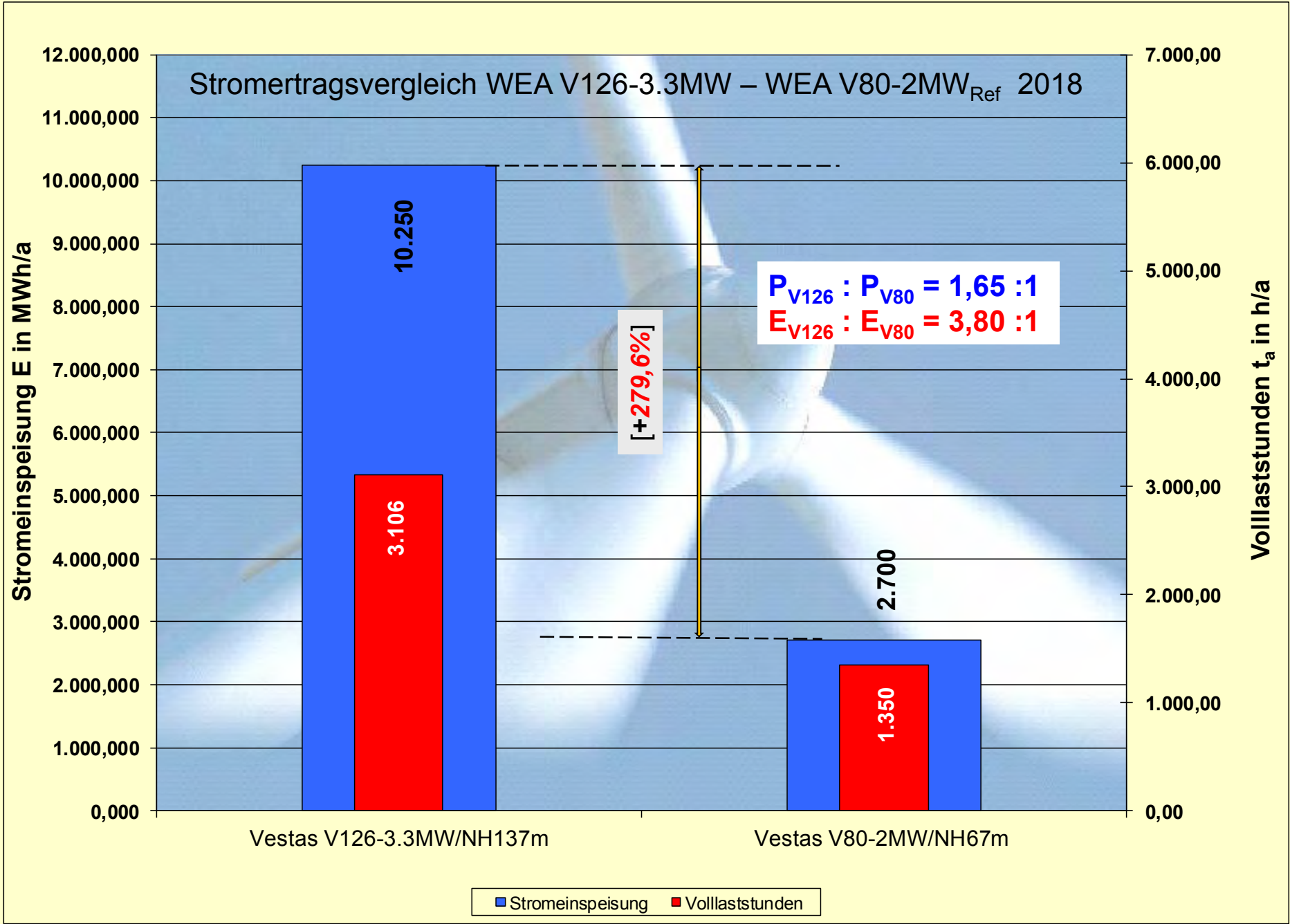
- 2018: $E_{WEA} \approx 1.950.000 \text{ MWh}$

$\Delta E_{WEA \text{ 2018:2002}} \approx 2,63 \text{ fache Steigerung}$

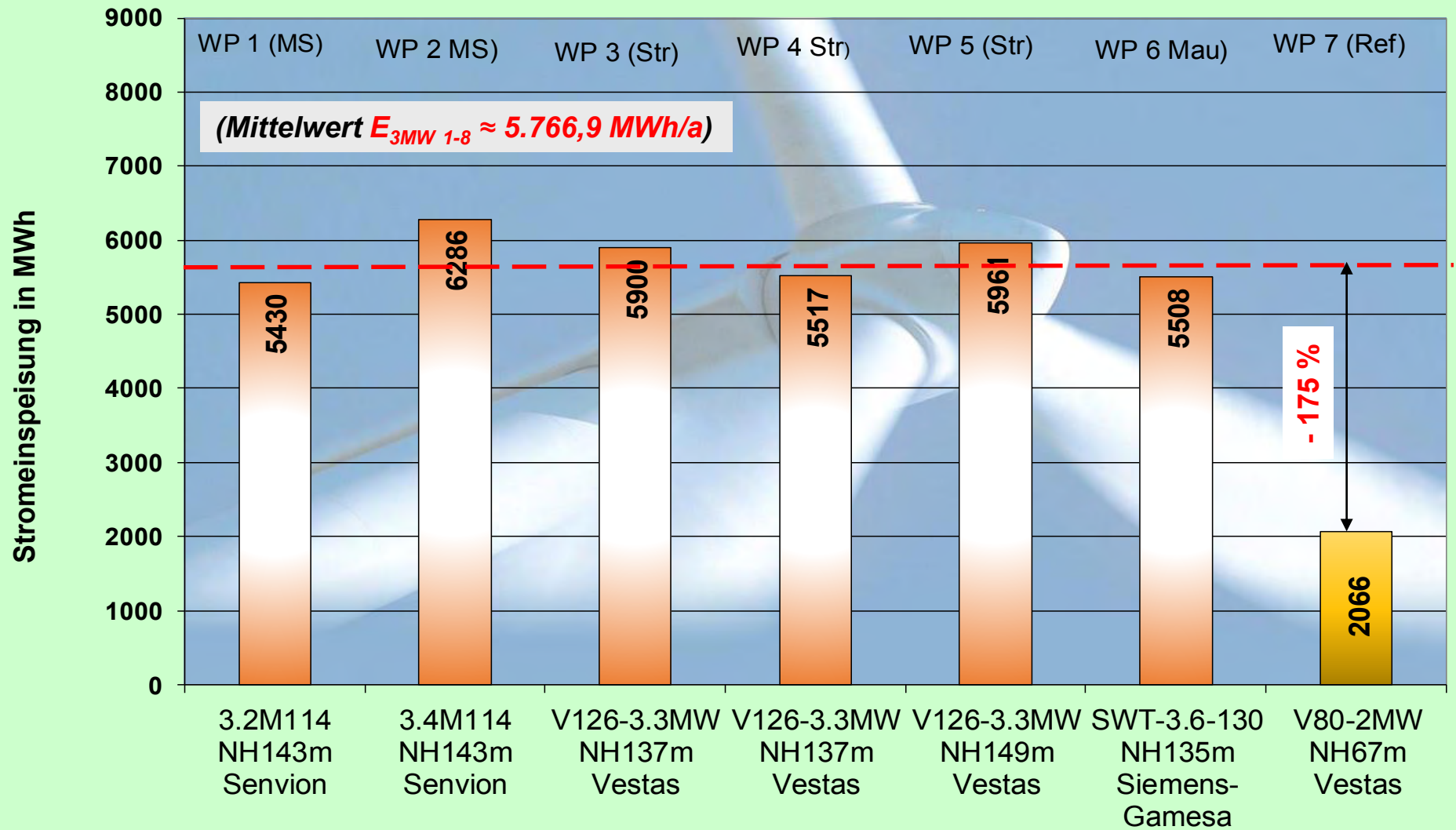
■ Versorgungsgrad 2018: $n_{HH} \approx 762.000 \text{ HH/a}^{**} \rightarrow \triangleq 35,5 \% HH_{SN}$
 $n_{EW} \approx 1.450.890 \text{ EW/a}^* \rightarrow \triangleq 35,5 \% EW_{SN}$

* $e_{EW} \approx 1.344 \text{ kWh}/(\text{EW} \cdot \text{a})$ - 2017: 4.081.308 EW

** $e_{HH} \approx 2.559 \text{ kWh}/(\text{HH} \cdot \text{a})$ - 2017: 2.144.000 HH



Stromerträgevergleich WP 2019 - verschiedene Standorte



Gliederung

Klimawandel fordert die Energiewende

Aktueller Stand der EE [DE/SN] und Windenergie in Sachsen

Windenergie in Sachsen – Wie geht es weiter?

EE-Stromziele Sachsen bis 2023 nach Energie- und Klimaprogramm 2012 [EKP]

► Windenergie:

2.200 GWh/a

[2016: 1.695,701GWh]

[2017: **2.156,227GWh**]

► Biomasseenergie: (fest, flüssig, gasförmig)

1.800 GWh/a

[2016: 1.934,082GWh]

[2017: **1.923,329GWh**]

► Photovoltaik (PV):

1.800 GWh/a

[2016: 1.463,321GWh]

[2017: **1.509,348GWh**]

► Wasserkraft:

320 GWh/a

[2016: 266,115GWh]

[2017: **283,579GWh**]

► Σ EE 2023 *:

6.120 GWh/a

$\triangleq$ **28% EE-Anteil**

* Annahme: $E_{\text{verb 2023}} \leq 21.800 \text{ GWh/a}$ / ** Hochrechnung/Prognose

WEA-Leistungen / WEA-Anzahl / Landesflächenanteil in Bezug auf Sachsen 2019 ¹⁾

1. Niedersachsen	11.205 MW / 6.311 WEA / $\approx 2,6 \times A_{SN}$
2. Brandenburg	7.105 MW / 3.825 WEA / $\approx 1,6 \times A_{SN}$
3. Schleswig-Holstein	6.967 MW / 3.661 WEA / $\approx 0,9 \times A_{SN}$
4. Nordrhein-Westfalen	5.814 MW / 3.738 WEA / $\approx 1,9 \times A_{SN}$
5. Sachsen-Anhalt	5.163 MW / 2.863 WEA / $\approx 1,1 \times A_{SN}$
6. Rheinland-Pfalz	3.628 MW / 1.758 WEA / $\approx 1,1 \times A_{SN}$
7. Mecklenburg-Vorpommern	3.404 MW / 1.924 WEA / $\approx 1,3 \times A_{SN}$
8. Bayern	2.514 MW / 1.160 WEA / $\approx 3,8 \times A_{SN}$
9. Hessen	2.197 MW / 1.155 WEA / $\approx 1,1 \times A_{SN}$
10. Thüringen	1.570 MW / 859 WEA / $\approx 0,9 \times A_{SN}$
11. Baden-Württemberg	1.528 MW / 723 WEA / $\approx 1,9 \times A_{SN}$

12. Sachsen ²⁾ **1.254 MW** / **894 WEA** / $1 \times A_{SN}$ ³⁾

13. Saarland **476 MW** / **207 WEA** / $\approx 0,14 \times A_{SN}$

14. Bremen **198 MW** / **91 WEA** / $\approx 0,02 \times A_{SN}$

15. Hamburg **128 MW** / **65 WEA** / $\approx 0,04 \times A_{SN}$

16. Berlin **12 MW** / **4 WEA** / $\approx 0,05 \times A_{SN}$

Summe DE ¹⁾: **53.161 MW / 29.248 WEA**

Quelle: BWE 2019; Schlegel, (Juli 2019 bearbeitet)

¹⁾ Stand BWE: 30.06.2019; ²⁾ Stand: 30.06.2019 Schlegel

³⁾ $A_{SN} = 18.449,99 \text{ km}^2$

Windenergienutzung in den Landesdirektionsbereichen (LDB)

Arbeitsstand: 27.09.2019

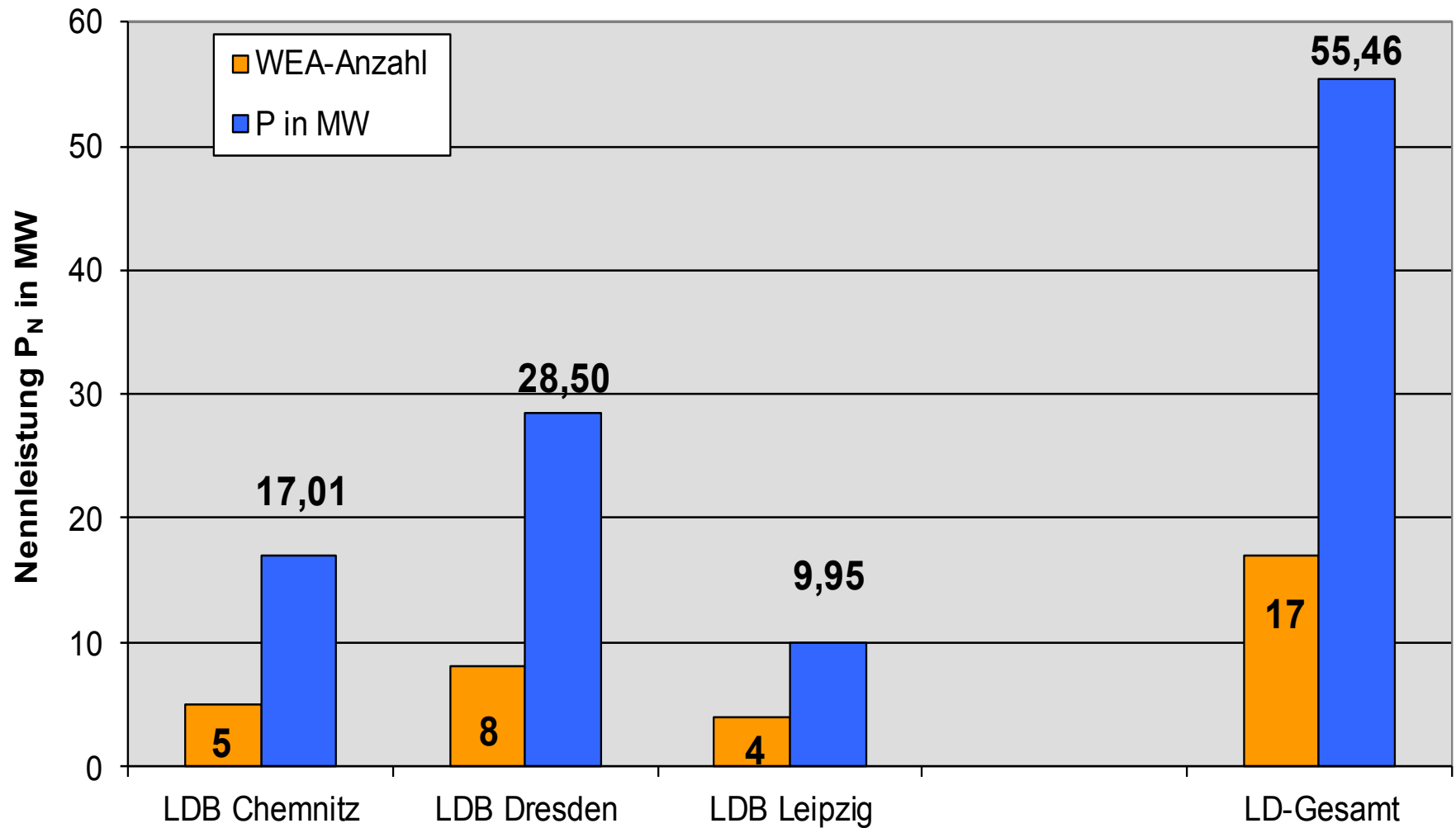
- LDB Chemnitz: **348 WEA / $P_N = 448.420$ kW**

- LDB Dresden: **346 WEA / $P_N = 548.075$ kW**

- LDB Leipzig: **204 WEA / $P_N = 268.310$ kW**

Σ : 898 WEA / $P_N = 1.264.805$ kW

WEA-Neuerrichtungen 2018



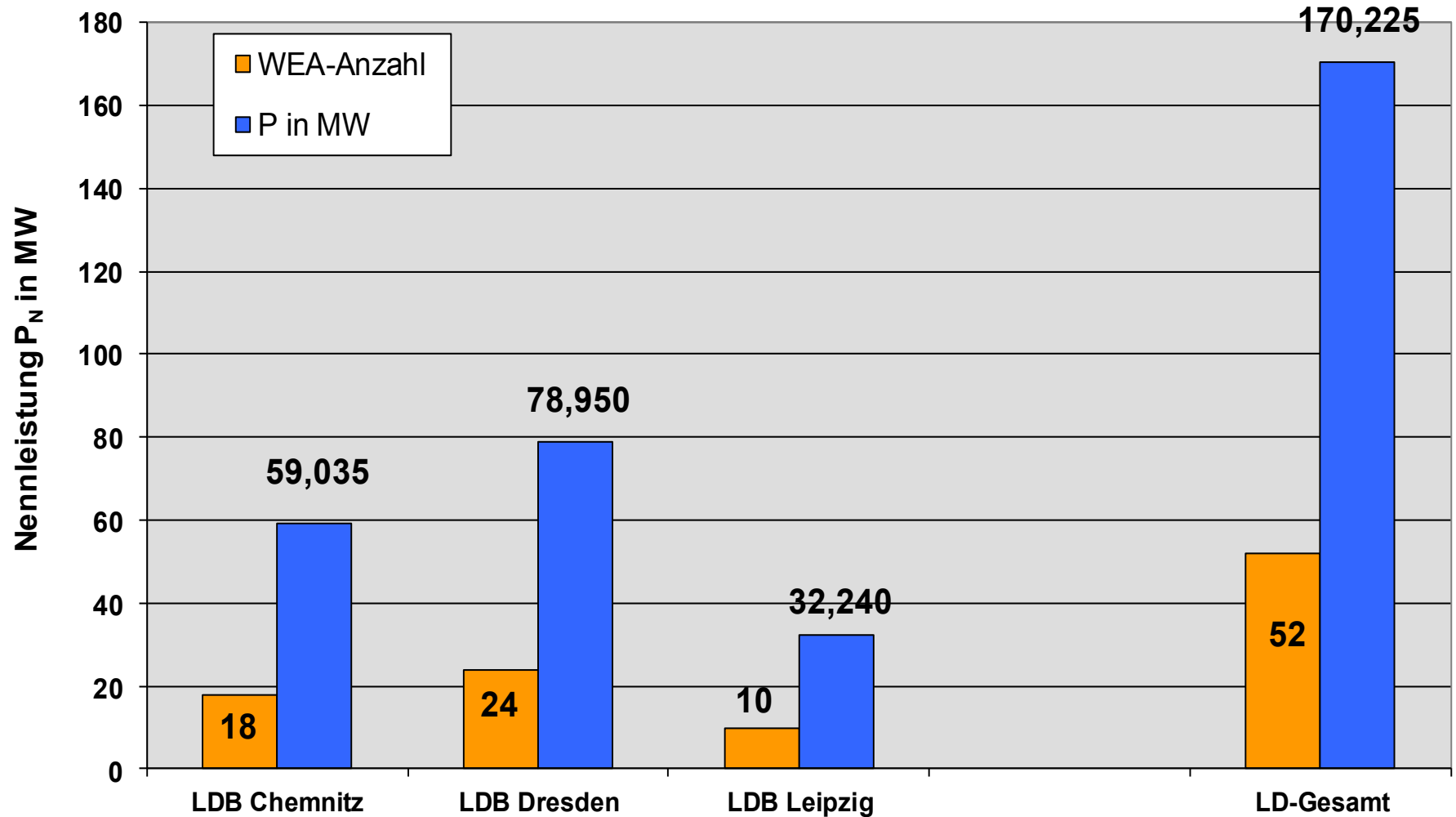
Tabellarische Übersicht WEA-Neuerrichtungen Sachsen 2006 – 2020

	LDB Chemnitz		LDB Dresden		LDB Leipzig		LD-Gesamt	
Neuerrichtungen ¹⁾	Anzahl n [-]	Leistung P [MW]	Anzahl n [-]	Leistung P [MW]	Anzahl n [-]	Leistung P [MW]	Anzahl n [-]	Leistung P [MW]
2006	1	2,00	21	41,25	13	16,10	35	59,35
2007	15	28,60	1	0,60	4	8,30	20	37,50
2008	2	4,0	6	14,00	2	4,60	10	22,60
2009	13	23,10	11	22,00	9	19,20	33	64,30
2010	12	24,10	11	20,80	4	7,70	27	52,60
2011	4	8,90	7	13,10	4	4,45	15	26,45
2012	12	27,40	0	0,00	2	3,10	14	30,50
2013	9	21,55	2	4,00	4	10,00	15	35,55
2014	6	14,425	8	21,55	0	0,00	14	35,975
2015	7	17,30	14	31,25	9	20,50	30	69,05
2016	1	2,40	8	22,90	0	0,00	9	25,30
2017	6	18,00	4	12,25	5	16,34	15	46,59
2018	5	17,01	8	28,50	4	9,95	17	55,46
2019	1	3,00	2	6,75			3	9,75
2020								

Tabellarische Übersicht WEA-Rückbauten/Repowering Sachsen 2010 – 2020

	LDB Chemnitz		LDB Dresden		LDB Leipzig		LD-Gesamt	
Rückbau	Anzahl n [-]	Leistung P [MW]	Anzahl n [-]	Leistung P [MW]	Anzahl n [-]	Leistung P [MW]	Anzahl n [-]	Leistung P [MW]
2010			5	2,500			5	2,500
2012	1	0,150	1	0,500	2	0,300	4	0,950
2014	12	7,330	11	5,960	1	0,150	24	13,440
2015	1	0,500	6	1,830			7	2,330
2016	1	0,500	9	7,800	1	2,000	11	10,300
2017	1	1,500	4	5,100			5	6,600
2018					3	4,500	3	4,500
2019	1	0,500	1	0,600			2	1,100
2020								
Summe	17	10,48	37	24,29	7	6,95	61	41,72

WEA 3-MW-Klasse in Betrieb 2018



WP „Riesa-Mautitz“ (MEI)

$E_{\text{März.2019}} \approx 1.441 \text{ MWh/mth}$

$RD = 130\text{m}$

$NH = 135\text{m}$

7 WEA SWT-3.6-130 / NH135m
 $P_N = 3.600\text{kW}$

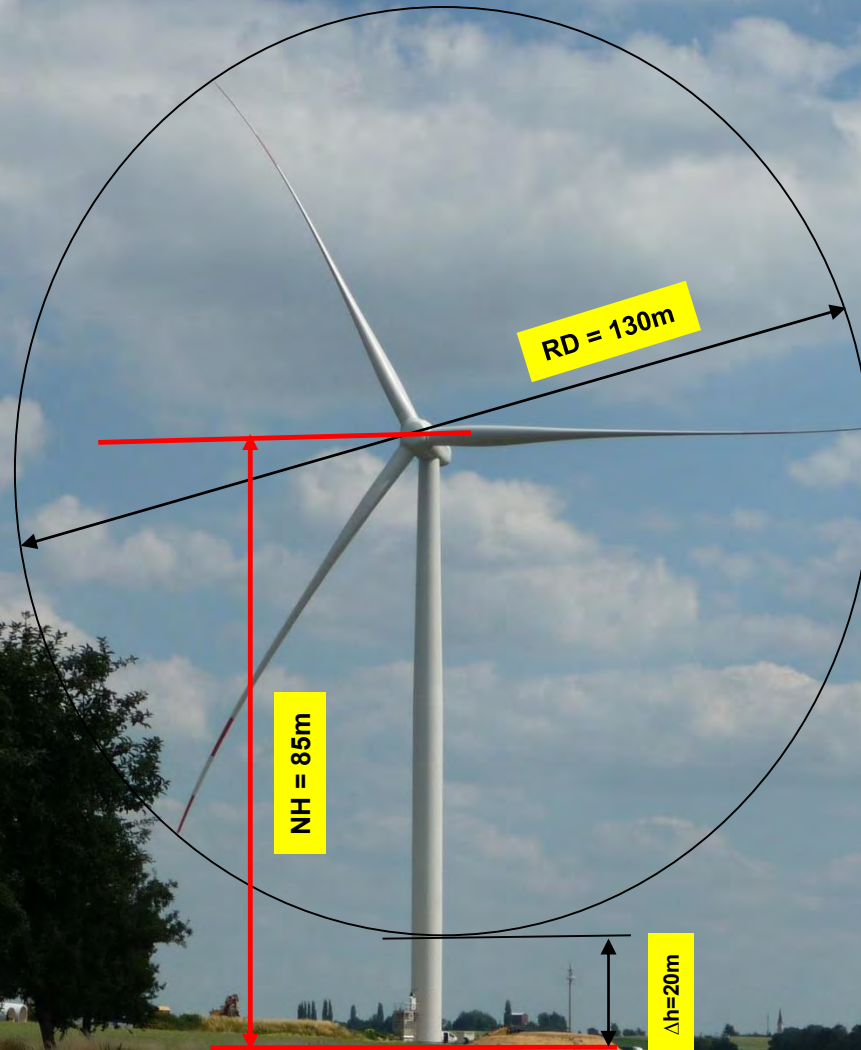
WP „Wülknitz-Streumen (MEI)
WP-Ergänzung

WEA V126-3.45MW HTq /NH137m
[HTq: hohes Drehmoment]

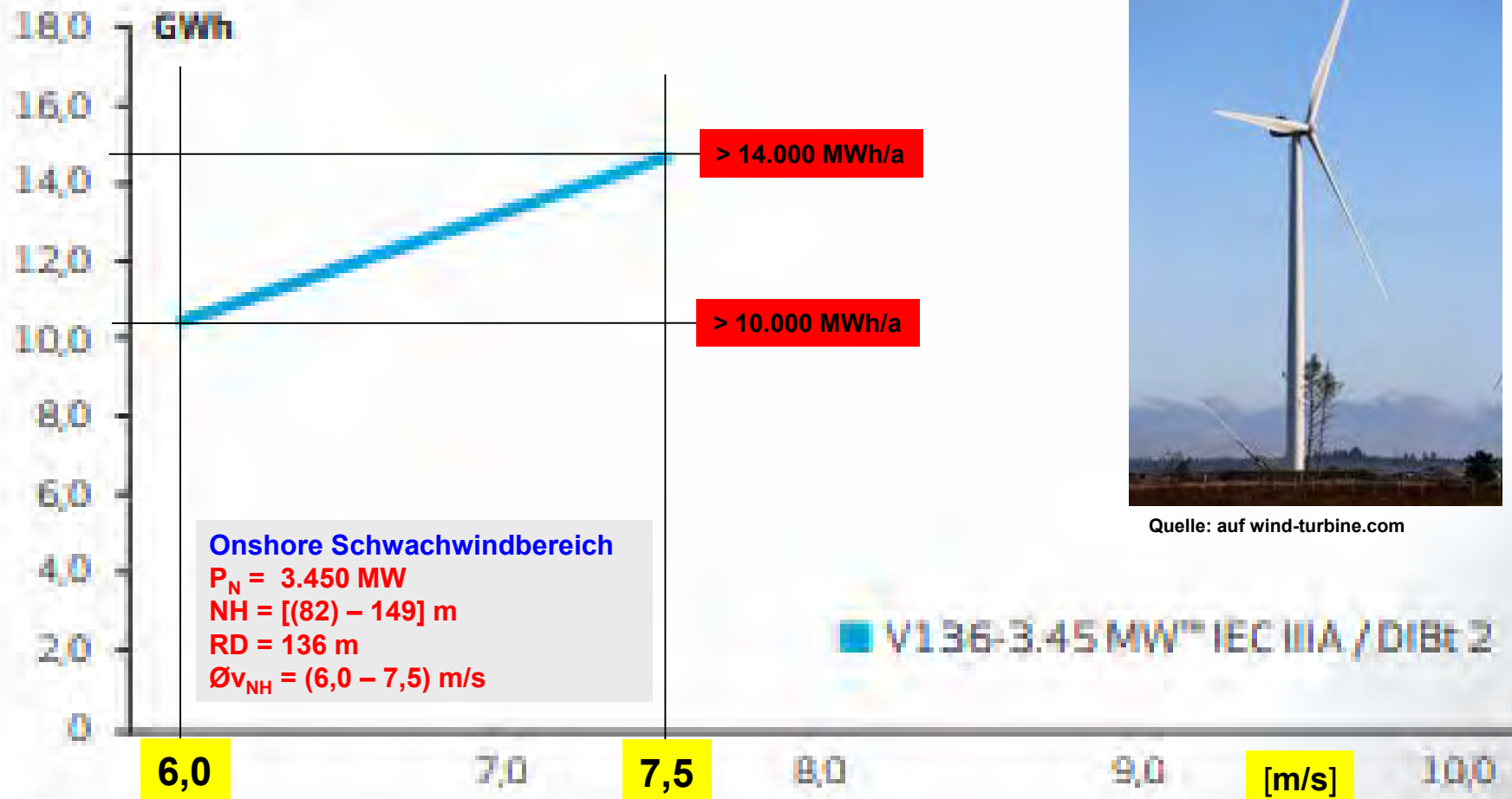
WEA V112-3.3MW NH140m
Baufeld-Einrichtung

WP «Silberberg» GRM-Mutzschen –
SWT-3.6-130/NH85m

Eine Spitzenleistung der Regional-
planung Leipzig-West Sachsen!!!



V136 – 3.45MW - Jährliche Stromproduktion (100% Verfügbarkeit / 0% Verluste)



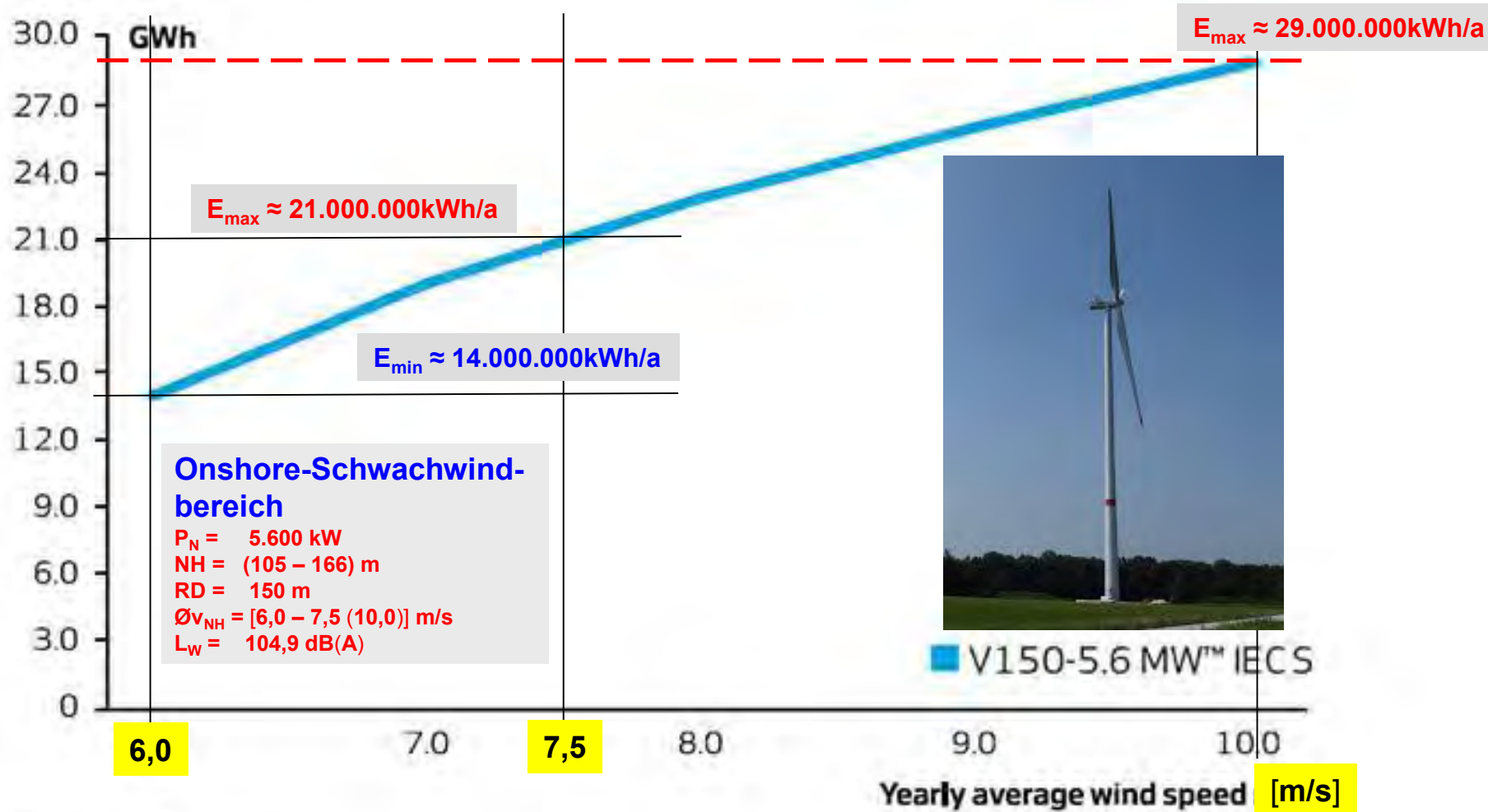
Quelle: auf wind-turbine.com

Annahmen

Eine Anlage, 100-prozentige Verfügbarkeit, 0 Prozent Verlust, k-Faktor 2,
Standard-Luftdichte 1,225 kg/m³, Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe

Quelle: Vestas

V150 – 5.6MW - Jährliche Stromproduktion (100% Verfügbarkeit / 0% Verluste)



WEA-Vergleich Schleswig-Holstein - Sachsen 2019

Schleswig-Holstein

Fläche: $A_{SH} = 15.799,65 \text{ km}^2$
EW: $n_{SH} = 2.896.712$ (31.12.2018)
WEA: $n = 3.661$
WEA-Leistung: $P = 6.964 \text{ MW}$

Sachsen

Fläche: $A_{SN} = 18.449,99 \text{ km}^2$
EW: $n_{SN} = 4.077.937$ (31.12.2018)
WEA: $n = 894$
WEA-Leistung: $P = 1.254 \text{ MW}$

Flächenverhältnis: $A_{SH} / A_{SN} \approx 0,86 / 1$

Einwohnerverhältnis: $EW_{SH} / EW_{SN} \approx 0,71 / 1$

WEA-Verhältnis: $WEA_{SH} / WEA_{SN} \approx 4,1 / 1$

Leistungsverhältnis: $P_{WEA SH} / P_{WEA SN} \approx 5,6 / 1$

Fazit:

SH: $n = 12,64 * 10^{-4} \text{ WEA/EW}$

$n_{2018 \text{ zu}} = 49 \text{ WEA} \rightarrow$

$P_{2018 \text{ zu}} = 147 \text{ MW} \rightarrow [\Delta P \triangleq 6,1\% \text{ brutto}]$

SN: $n = 2,19 * 10^{-4} \text{ WEA/EW}$

$n_{2018 \text{ zu}} = 17 \text{ WEA}$

$P_{2018 \text{ zu}} = 55,46 \text{ MW}$

Klimaschutz-Forderung an Sachsen: 2% der sächsischen Fläche für die Windenergienutzung bereitstellen!

$$A_{\text{SN}} = 18.450 \text{ km}^2 \quad \longrightarrow \quad A_{\text{WEA } 2\%} = 369 \text{ km}^2$$

$$A_{\text{WEA } 2\%} = 369 \text{ km}^2 = 36.900 \text{ ha}$$

Flächenbedarf: $A_{\text{WEA } 3\text{MW}} \approx 15 \text{ ha}$ [Brutto]

$$\longrightarrow n \approx 2.460 \text{ WEA}$$

$$\longrightarrow P_N \approx 7.380 \text{ MW}$$

$$\longrightarrow E_{[\text{tv}=3.000 \text{ h/a}]} \approx 22.140.000 \text{ MWh/a}$$

Flächenbedarf: $A_{\text{WEA } 4\text{MW}} \approx 20 \text{ ha}$ [Brutto]

$$\longrightarrow n \approx 1.845 \text{ WEA}$$

$$\longrightarrow P_N \approx 7.380 \text{ MW}$$

$$\longrightarrow E_{[\text{tv}=3.000\text{h/a}]} \approx 22.140.000 \text{ MWh/a}$$

187 ARD Text So. 08. 09. 10:24:10

Wetter: Windertrag

Sonntag, 08. 09.

Tagessumme Windertrag (Ist + Prognose)

% der installierten Leistung im
Bundesland

00	-	01	%
01	-	02	%
02	-	03	%
03	-	04	%
04	-	05	%
05	-	06	%



Ganz Deutschland:

38 GWh

entspricht 2,6%
des mittleren täglichen
Stromverbrauchs in
Deutschland

170 << Quelle: MeteoGroup >> 188
Sport 1 Sport 1

Differenz Windstrom-Ertrag - Verbrauch
DE - 08.09.2019

*Schwache Windverhältnisse sorgten in der
1. Dekade September deutschlandweit für
eine geringe Windstromzeugung*

*- Energiewende auf EE-Basis ist nur mit aus-
reichender Speicherung realisierbar!!!*

Durchschnittlicher Tagesstromverbrauch:

$$\bar{W}_{DE \text{ Verb}} \approx [1.420 - 1.440 \text{ GWh/d}]$$

$$E_{DE \text{ 08.09. Windstrom/d}} \triangleq 2,6\% E_{DE \text{ Verbrauch/d}}$$

188 ARD Text So. 08. 09. 10:24:50

Wetter: Windertrag

Sonntag, 08. 09.

mittlere Windgeschwindigkeit 0-23 Uhr
(10 Meter über Höhe)

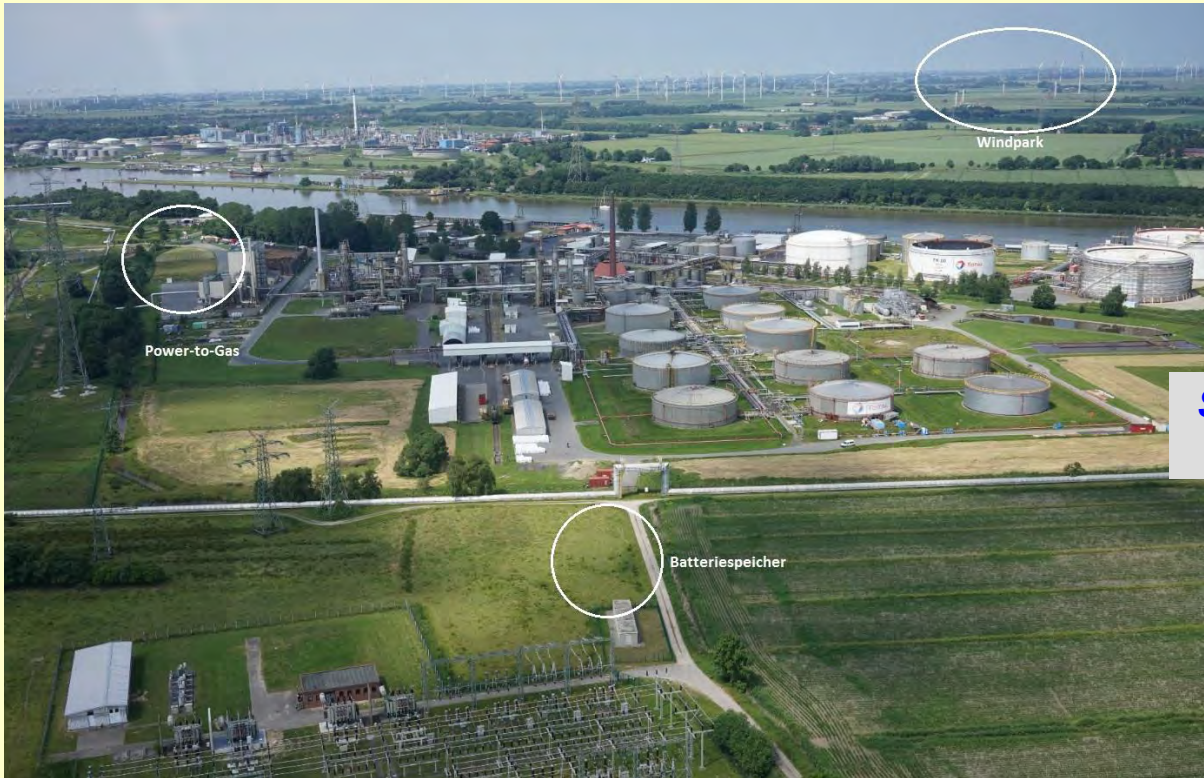
00	-	10	km/h
10	-	20	km/h
20	-	30	km/h
30	-	40	km/h
40	-	50	km/h
50	-	60	km/h



170 << Quelle: MeteoGroup >> 189
Sport 1 Sport 1

Multi-MW-Hybridspeicherprojekt
Brunsbüttel (SH) – P = 2,5MW

Sektorenübergreifender Ansatz
Strom – Wärme - Kraftstoffe



**Zwei Li-Ionen-Akkus
als Batteriespeicher**



***„Eine Welt, die zu heiß wird, wollen wir gemeinsam verhindern –
Das sind wir unseren Kindern, Enkeln und uns selbst schuldig!“***



**Danke für Ihre
Aufmerksamkeit!**