

Jahresstudie zur Ermittlung der Stromerträge und Volllaststunden von WEA der 3-MW-Klasse im Vergleich zu ausgewählten 2MW-WEA in Sachsen

- Monatsbericht Januar/Februar 2017 -

1. Wetter- und Klimabetrachtung Januar 2017

Der Klimazustand der Welt wurde in den bisherigen Monats-Studien kontinuierlich beschrieben. 2016 verlief – auch mit Unterstützung durch den „El Nino“ – zum dritten Mal hintereinander zu einem neuen globalen Temperaturrekord auf. Da sich in diesem Jahr der klimatische Gegenspieler „La Nina“ ausbildet, dürfte es nicht erneut zum Temperaturrekord kommen. Allerdings ist zu erwarten, dass sich ein hohes globales Temperaturniveau einstellen wird. Schon heute steht fest, dass es für die Weltgemeinschaft sehr schwer wird, die globale Erwärmung gegenüber vorindustrieller Zeit auf höchstens 1,5°C zu begrenzen.

Die bisherigen Ankündigungen der Staaten, den Ausstoß von Treibhausgasen (THG) in die Atmosphäre entscheidend zu reduzieren, stehen offensichtlich mehr auf dem Papier. Die Wahl des Klimaleugners Donald Trump zum Präsidenten der USA lässt nichts Gutes erhoffen, da sich dieser wiederholt für die Nutzung der fossilen Energieträger ausgesprochen hat.

Am 15.02.2017 verkündeten NASA und am 16.02.2017 NOAA ihre jeweiligen Januar-Daten, die wie meistens etwas geringfügig differieren. Sowohl nach NASA, als auch nach NOAA, wurde für den Januar eine positive Temperaturabweichung festgestellt. Bezogen auf den Referenzzeitraum 1951 – 1980 wurden nach NASA Abweichungen von $\Delta T_{\text{glob Jan.}} = [0,93\text{K}]$ und nach NOAA $\Delta T_{\text{glob Jan.}} = [0,88\text{K}]$ ermittelt [Abb. 1]. Damit avanciert der Januar 2017 nach NASA und nach NOAA zum drittwärmsten Januar seit 1880. Der global kälteste Januar wurde von NASA für das Jahr 1909 und von NOAA für das Jahr 1893 ermittelt. Diese kalten Januar-Monate liegen mehr als 100 Jahre zurück.

Global Temperature Rankings (<i>Land and Ocean</i>)			
Rank (138 a)	Measure	Month	Temperature (above 20th Century average)
3th	Warmest (since 1880)	Januar 2017	+0,93°C ¹⁾
3th	Warmest (since 1880)	Januar 2017	+0,88°C ²⁾
1th	Warmest (since 1880)	Jan.-Jan. 2016	+1,17°C ¹⁾
1th		Jan.-Jan. 2016	+1,00°C ²⁾
2th		Jan.-Jan. 2007	+0,96°C ¹⁾
3th		Jan.-Jan. 2015	+0,93°C ¹⁾
xth		Jan.-Dez. 2017	+x,xx°C ¹⁾
xth		Jan.-Dez. 2017	+x,xx°C ²⁾
1th	Coolest (since 1880)	Jan.-Jan. 1909, 1893 ²⁾	-0,70°C ¹⁾
			-0,68°C ²⁾

Quelle: NASA/GISS, 15.02.2017 / NOAA 16.02.2017; (Schlegel, bearb.)

¹⁾ Daten nach NASA/GISS
²⁾ Daten nach NOAA/NCDC

Abb. 1: Globales Temperaturreanking Januar 2017 nach NASA und NOAA; (Schlegel bearbeitet)

Die Grafik in [Abb. 2] verdeutlicht einerseits den großen Abstand zum Monat Januar 2016, andererseits dokumentiert sich das insgesamt hohe globale Temperaturniveau. Natürlich kann nach dem ersten Monat im Jahr nicht über den Ausgang im folgenden Dezember spekuliert werden, dennoch darf davon ausgegangen werden, dass die globale Temperaturerhöhung unter der der letzten drei Jahre verbleibt.

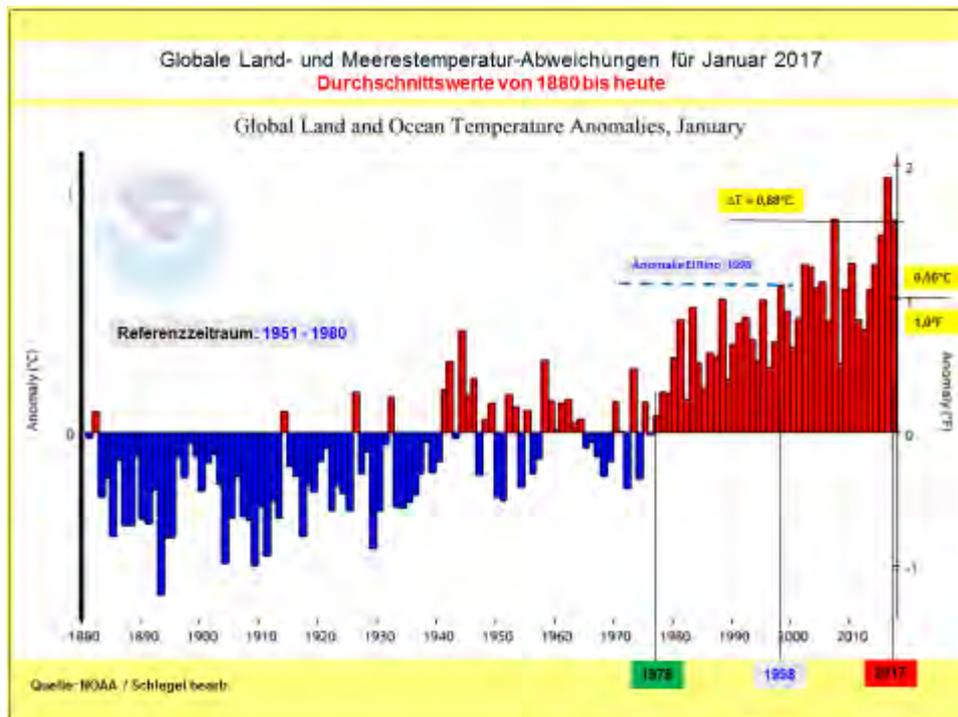


Abb. 2: Globale Temperaturentwicklung im Zeitraum Januar 2017 nach NOAA

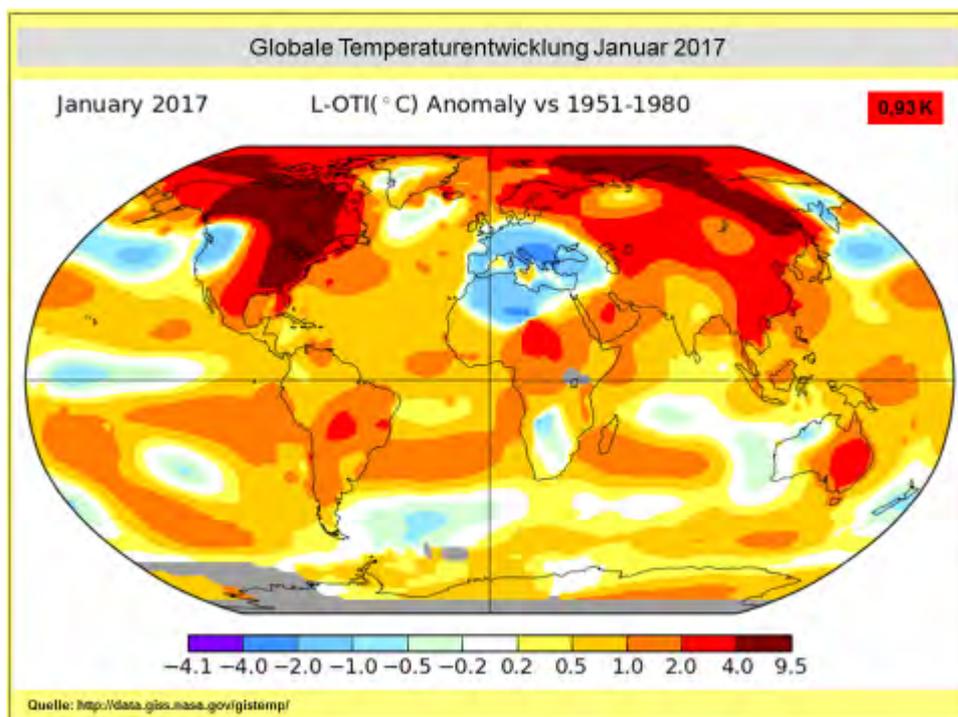


Abb. 3: Globale Temperaturentwicklung im Januar 2017 nach NASA

In diesem Zusammenhang ist es erwähnenswert, dass die größten positiven Abweichungen auf der Landmasse der Nordhemisphäre ermittelt wurden. Im Zeitraum Januar betragen die Abweichungen $\Delta T_{\text{Nord Land Jan.}} = [1,70\text{K}]$, was im Ranking Nr. 4 bedeutet. Die schnellere Erwärmung der Nordhemisphäre verdeutlicht auch die Anomaliekarte der NASA [Abb. 3]. Größere Gebiete der Polarregionen sowie von Sibirien, Kanada und USA weisen Erwärmungsraten bis $\Delta T_{\text{max}} = 9,5^{\circ}\text{C}$ auf.

Bei näherer Betrachtung der Anomaliekarte Januar 2017 [Abb. 3] zeigt diese einige Besonderheiten. Mittel-, Süd- und Teile von Osteuropa liegen in einer Abkühlungsblase, die in der Südausdehnung sogar Nordafrika und den Nahen Osten erfasste. Hier lagen die Durchschnittstemperaturen bis $\Delta T_{\text{max}} = 4,1^{\circ}\text{C}$ unter den Normalwerten.

Der noch zulässige globale Temperaturanstieg soll auf möglichst $\leq 2^{\circ}\text{C}$ begrenzt werden, was als ziemlich schwieriges Unterfangen anzusehen ist. Noch schwieriger wird es mit dem anvisierten Ziel $\Delta T_{\text{max}} \approx 1,5^{\circ}\text{C}$ nicht zu überschreiten, denn an den Hauptursachen für die globale Klimaerwärmung hat sich bisher kaum etwas geändert. Selbst wenn die Erwärmungsrate in den nächsten drei, vier Jahren etwas verhaltener ausfällt, wird der Erwärmungsschub danach umso stärker ansteigen.

Gegenüber der vorindustriellen Zeit beträgt der Temperaturanstieg bereits $\Delta T_{\text{max}} \approx 1,2^{\circ}\text{C}$. **Allderdings müsste der Ausstieg aus der fossilen Energieerzeugung schnellstens, d.h. bis 2035 erfolgen.** Die von Deutschland ausgehende Energiewende braucht neben dem globalen Durchbruch einen eigenen internen An Schub. Leider besteht in Sachsen bei dem größeren Koalitionspartner CDU kein solcher Antrieb, denn dieser will die Braunkohleverstromung mit den damit verbundenen CO_2 -Emissionen noch die nächsten Jahrzehnte in Betrieb halten.

Wiederholt wurde in diesem Kapitel darauf verwiesen, dass in den letzten Monaten die nordpolare Meeresvereisung erheblich geringer ausfiel. Als wesentlichen Grund dafür lässt sich die relativ starke Erwärmung der Arktis ausmachen [Abb. 4].

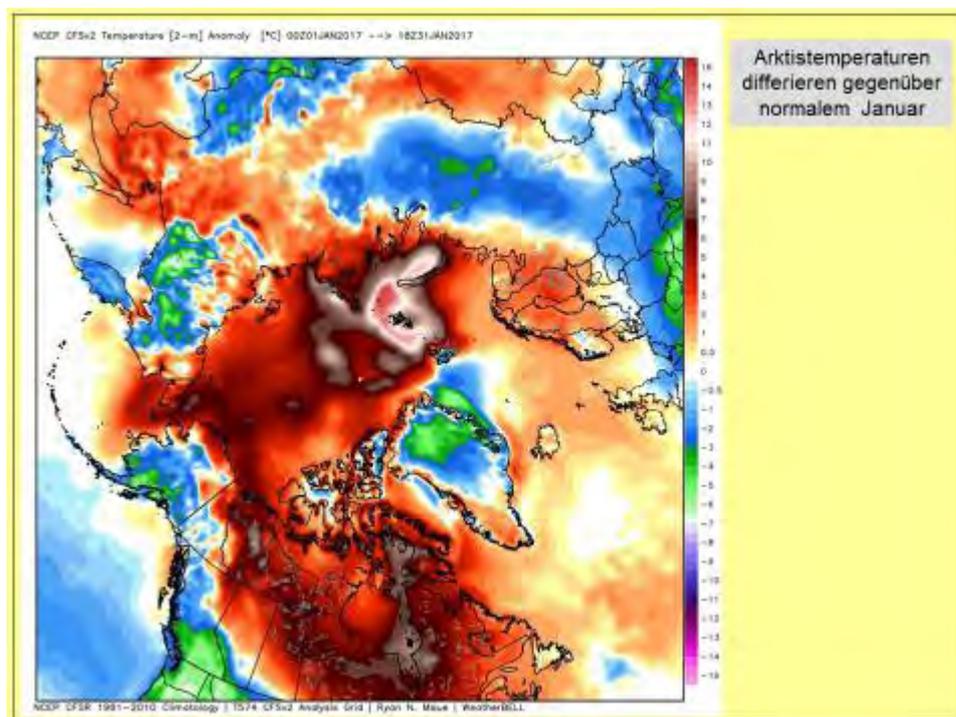


Abb. 4: Erwärmungsmuster Nordpolargebiet Januar 2017 nach NASA

An dieser Tatsache hat sich im Monat Januar nichts geändert. Große Flächen sind rot – für Erwärmung stehend – eingefärbt und überwiegen die kälteren blau eingefärbten Flächen.

Die Folgen bilden sich in der Grafik [Abb. 5] ab. Am 31.01.2017 lag die arktische Meereisfläche in ihrer Ausdehnung rund 1,6 Mio. km² unter dem langjährigen Mittelwert. Die maximale Vereisungsfläche wird zwar erst gegen Ende März erreicht, dennoch steht fest, dass die Eisdicke nicht mehr nachziehen kann. Je nachdem wie der Sommer in der Nordpolarregion ausfällt, kann es im September 2017 zu einem neuen Meereis-Minimum kommen.

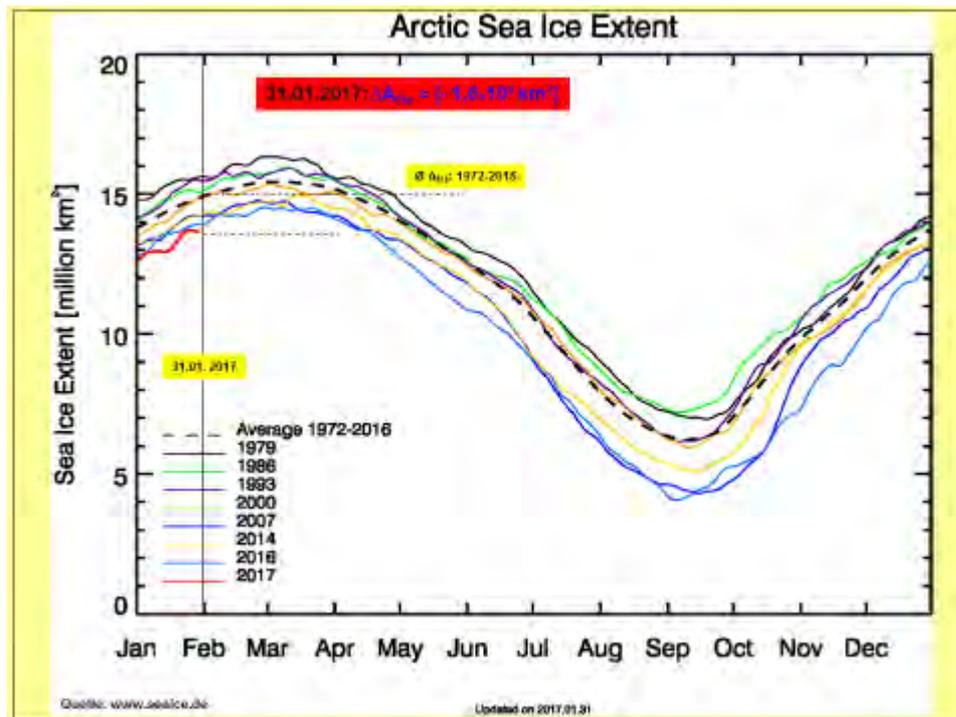


Abb. 5: Verzögerte Ausdehnung des arktischen Meereises 2017

Von der „Klimafront“ lassen sich leider keine Berichte mit Aussicht auf Besserung ausstrahlen. An dieser Situation haben, sowohl die zahlreichen Klimaleugner in den Industrieländern, als auch die Politiker/innen, die sich in nicht geringer Zahl als „Klima-Ignoranten“ veröffentlichen, erhebliche Schuld.

In jedem Monat finden sich die Standardausführungen zu den eingetretenen Wetterextremen, ob global oder regional gesehen. Die Bilder ließen sich austauschen, ohne dass dies bemerkt würde, was in dieser Studie nicht vorkommt. Die Extreme bleiben in keinem Monat aus. Einige Beispiele zu extremen Wetterereignissen, deren Folgen, aber auch angenehme Wetterseiten in der Welt beinhalten die nachfolgenden [Abb. 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12].

Die NASA-Karte [Abb. 3] zeigt für den Januar ein ungewöhnliches Kältegebiet im gesamten Mittelmeerraum. Die [Abb. 6] zeigt Bilder aus den italienischen Abruzzen. Hier wurden Schneehöhen bis 8m und darüber gemessen. Meteorologen berichteten, dass die gefallenen Schneehöhen bis zu 13m entsprachen! Verhältnisse, die auch in den niederschlagsreichen Abruzzen als sehr ungewöhnlich gelten. Vielerorts konnten sich die Bewohner nur mit Schaufeln aus den Schneemassen befreien, da die Ortschaften nicht über Schneeräumtechnik verfügen, wie diese in den Alpen ganz normal zum Winter gehört. In den Alpen fehlte vielfach der Schnee, so dass der Wintersportbetrieb ohne Maschinenschnee mindestens stark eingeschränkt abgelaufen wäre.



Abb. 6: Schneemengen in den Abruzzo (Italien)

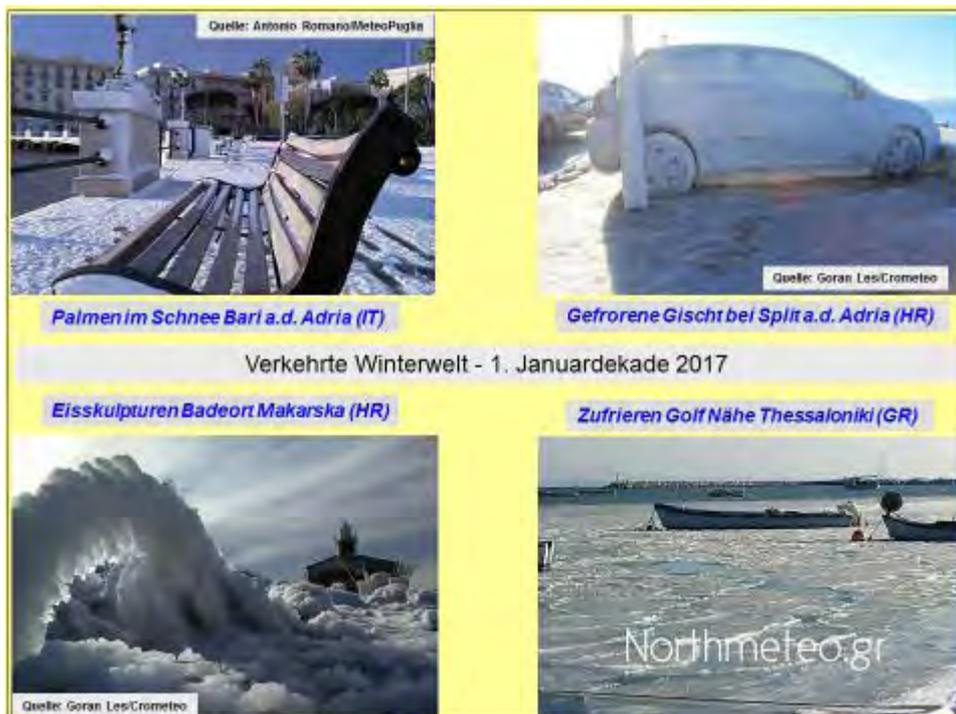


Abb. 7: Eis und Schnee in Süditalien, Griechenland und Adria

Die [Abb. 7] zeigt Palmen im Schnee, phantastische Schneeskulpturen sowie von der Gischt vereiste Pkw. Fast nicht vorstellbar, dass auch Meeresbereiche in Griechenland zufrieren können.

Die USA gehören zu den Ländern, die teils sehr häufig von den Naturgewalten getroffen werden. In diesem Jahr begann die Tornado-Saison schon im Januar. Im Südstaat Georgia gab

es neben zahlreichen Todesopfern, enorme materielle Schäden [Abb. 8].



Abb. 8: Frühe Tornadosaison im Südosten der USA

In Deutschland ging es ebenfalls zur Sache. Die Ostseeküste erlebte die schwerste Sturmflut mit beachtlichen Schäden seit vielen Jahren [Abb. 9].



Abb. 9: Sturmflut an der Ostseeküste

Am 13.01.2017 fegte das Orkantief „Egon“ mit Sturm, Regen und Schnee über Teile von Deutschland hinweg [Abb. 10] und verursachte teils beträchtlichen Sachschäden.



Abb. 10: Sturmtief „Egon“ mit Folgen

In Süddeutschland setzte Ende Januar Tauwetter ein. Aufgrund der gefrorenen Böden, kam es gleichzeitig zu Überschwemmungen [Abb. 11] mit Straßensperrungen und Feuerwehreinsätzen.



Abb. 11: Tauwetterfolgen in Süddeutschland

Schneeverwehungen gehören zu den unangenehmen Seiten des Winters, und stellen den Winterdienst auf ernsthafte Proben. Im Erzgebirge tritt besonders in den Wintermonaten der „Böhmische Wind“ auf. Sehr erwünscht von den Windpark-Betreibern, denn bei diesen Winden, die aus dem Böhmischem Becken über den Erzgebirgskamm ziehen, laufen die Anlagen durchweg bei Nennleistung, im positiven Verbund mit hohen Stromerträgen. Die andere Seite zeigt die [Abb. 12]: zugewehete Straßen, die den Verkehr lahmlegen und nur mit schwerer Räumtechnik beherrschbar sind.



Abb. 12: Böhmischer Wind im Erzgebirge

Zunächst nach Deutschland und zum Monat Januar. Der zweite Wintermonat entwickelte sich von Anfang an zu einem richtigen Wintermonat. Tiefdruckgebiete vom Atlantik brachten den, zumindest für den Wintersport, benötigten Schnee und abwechselnde Hochdruckgebiete sorgten für die entsprechende Abkühlung. Insgesamt lässt sich der Januar 2017 als zu kalt und zu trocken einstufen. Für die Windenergie zählte der Januar nicht zu den erwünschten „Wonnemonaten“, da die Druckunterschiede in der Atmosphäre teils zu gering blieben.

Die Durchschnittstemperatur für den Monat Januar wurde nach Auswertung von rund 2.000 Messstationen vom DWD in Deutschland mit $\overline{\theta}_{DE \text{ Januar}} = [-2,3^{\circ}\text{C}]$ ermittelt. Bezogen auf die gültige Referenzperiode 1961 – 1990 [$\overline{\theta}_{DE \text{ Januar}} = (-0,5^{\circ}\text{C})$], war der Januar mit $\Delta T = [1,8\text{K}]$ zu kalt. Unter Bezugnahme auf den jetzt häufig verwendeten (wärmeren) Zeitraum 1981 – 2010 gab es eine **negative** Abweichung mit $\Delta T = [2,7\text{K}]$. Der Januar 2017 gehörte zu den deutlich kälteren Januar-Monaten als gewohnt. Diese Einschätzung trifft für den gesamten mitteleuropäischen sowie den Mittelmeer-Raum zu.

Am 07.01.2017 wurde an der DWD-Station *Reit im Winkel* (BY) der deutschlandweit niedrigste Monatswert mit $T_{\min} = [-26,3^{\circ}\text{C}]$ gemessen. Diese Aussage gilt nur für die DWD-Stationen. Die private Messstation *Kühnheide* (ERZ) [Kachelmannwetter] meldete, ebenfalls am 07.01.2017, mit $T_{\min} = [-31,4^{\circ}\text{C}]$ eine noch tiefere Temperatur. Mittlerweile ist bekannt, dass der *Marienberg* Ortsteil *Kühnheide* im oberen Erzgebirge zu Deutschlands Eiskellern gehört. Am 28.01.2017 meldete die DWD-Station *Balingen-Bromhaupten* auf der Schwäbischen Alb (BW) mit $T_{\max} = 12,4^{\circ}\text{C}$ die höchste Januartemperatur.

In Deutschland wurde eine durchschnittliche Niederschlagsmenge von **RR = 44l/m²** ermittelt. Der monatliche Normalwert von RR = 61/m² wurde nur zu rund 72% erreicht. Wie schon im Vorjahr traten recht unterschiedliche Niederschlagsverteilungen auf. So wurden am Alpen-nordrand Monatsmengen mit **RR_{max} ≤ 140/m²** gemessen. Dagegen betragen in Franken die Niederschläge teils **RR < 10l/m²**.

Die Sonne schien im deutschlandweiten Flächendurchschnitt **SO ≈ 75h**, was rund 170% des langjährigen Mittels entspricht. Normal wären für den Monat SO = 44h Sonnenschein gewesen. Seit Beginn der bundesweiten Messungen 1951 zählte der Januar 2017 zu den vier sonnenscheinreichsten Januarmonaten. Begünstigt war der Süden Deutschlands mit teils mehr als 100h Sonnenschein, während in den nördlichen Regionen örtlich nur bis zu 45h zusammen kamen.

Wie sah es im Einzelnen in Sachsen aus? In Sachsen kam die Durchschnittstemperatur im Januar auf **ØT_{SN Januar} = [-3,3°C]**. Normal wären $\bar{\theta}_{T_{SN\ Januar}} = [-1,2^\circ\text{C}]$ gewesen. Die Abweichung erreichte den negativen Wert von **ΔT = [2,1K]**. An der privaten Wetterstation *Marienberg-Kühnhaid*e (ERZ) sackte die Temperatur am 07.01. auf extrem niedrige **T_{min} = [-31,4°C]** ab und erreichte außerhalb der DWD-Stationen den bis dahin tiefsten Jahreswert in Deutschland.

Beim Sonnenschein kam Sachsen auf **SO ≈ 70h**, also noch etwas unter dem Deutschlandschnitt. Der langjährige Normwert beträgt für den Januar SO ≈ 50h. Das Sonnenscheinplus betrug rund 40% gegenüber dem langjährigen Durchschnittswert. Da die PV-Module vielfach mit Schnee bedeckt waren, hielt sich die erzeugte PV-Strommenge in Grenzen.

Beim Niederschlag kam Sachsen auf **RR ≈ 40l/m²**. Bezogen auf das Mittel von RR = 49l/m², lag Sachsen mit 18% unter dem Soll. Kurz vor der Monatsmitte sorgte der „Böhmische Wind“ im Erzgebirge für teils meterhohe Schneeverwehungen.

Nach dem die CO₂-Konzentration in keinem der zurückliegenden Monate des Jahres 2016 unter die 400ppmV-Schwelle gefallen war, durfte auch mit Beginn des Jahres 2017 nicht mit einer Verringerung der atmosphärischen Konzentration gerechnet werden. Die [Abb. 13] zeigt die jährliche und die [Abb. 14] die zweijährliche Zyklizität der CO₂-Konzentration. Beim „Zweijahreshöcker“ [Abb. 14] zeigt die Grafik den kontinuierlichen CO₂-Anstieg

Im Januar 2017 wurde der monatliche Durchschnittswert von **K_{CO2 Januar} = 406,07ppmV** auf dem *Mauna Loa* (Hawaii) ermittelt. Der Monatsschnitt lag gegenüber dem Januar 2016 um 3,28ppmV höher [Abb. 13]!

Während die Einschätzung des globalen Temperaturniveaus am Jahresende 2017 nicht möglich ist, besteht für das CO₂-Niveau die Erwartung von **ØK_{CO2 2017} ≈ 409ppmV**. Voraussichtlich in den Monaten April und Mai könnte die CO₂-Konzentration im Durchschnitt die 410ppmV-Schwelle übersteigen.

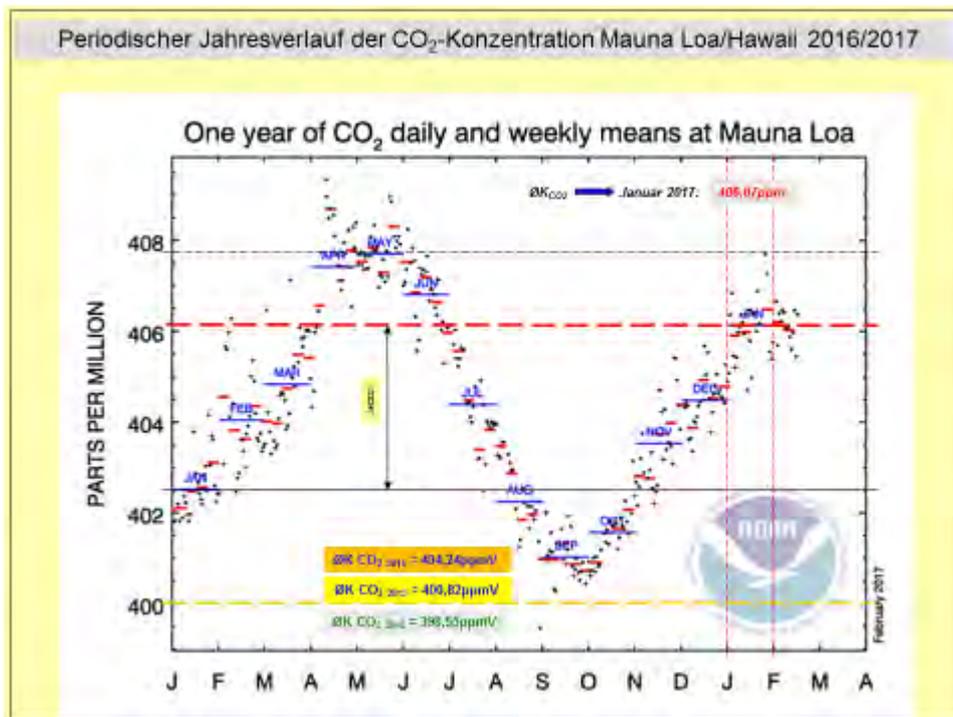


Abb. 13: Periodische Entwicklung der globalen CO₂-Konzentration

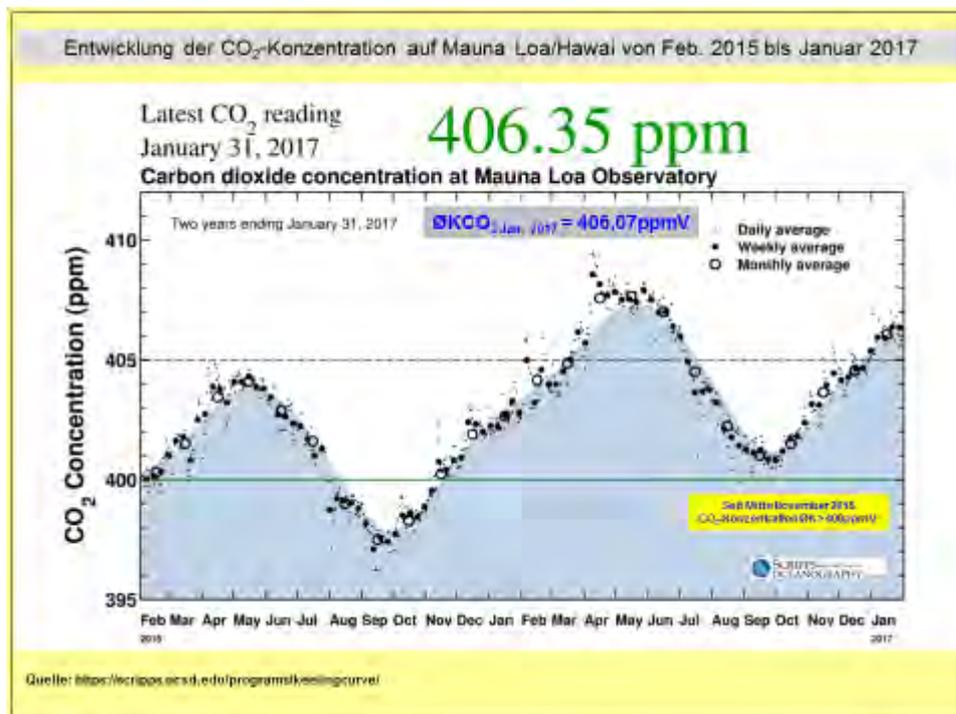


Abb. 14: Flächendiagramm der mittleren CO₂-Konzentration über zwei Jahre – Station Mauna Loa

2. Wetter- und Klimabetrachtung Februar 2017

Am 20.03.2017 verkündeten NASA und am 21.03.2017 NOAA ihre jeweiligen Februar-Daten, die wie meistens etwas geringfügig differieren. Sowohl nach NASA, als auch nach NOAA, wurde für den Februar eine positive Temperaturabweichung festgestellt. Bezogen auf den Referenzzeitraum 1951 – 1980 wurden nach NASA Abweichungen von $\Delta T_{\text{glob Feb.}} = [1,10\text{K}]$ und nach NOAA $\Delta T_{\text{glob Feb.}} = [0,98\text{K}]$ ermittelt [Abb. 15]. Damit avanciert der Februar 2017 nach NASA und nach NOAA zum zweitwärmsten Februar seit 1880. Der global kälteste Februar wurde von NASA für das Jahr 1911 (1929) und von NOAA für das Jahr 1893 (1905) ermittelt. Diese kalten Februar-Monate liegen mehr als 100 Jahre zurück.

Global Temperature Rankings (<i>Land and Ocean</i>)			
Rank (137 a)	Measure	Month	Temperature (above 20th Century average)
2th	Warmest (since 1880)	Februar 2017	+1,10°C ¹⁾
2th	Warmest (since 1880)	Februar 2017	+0,98°C ²⁾
2th	Warmest (since 1880)	Jan.-Feb. 2017	+1,01°C ¹⁾
2th		Jan.-Feb. 2017	+0,94°C ²⁾
1th		Jan.-Feb. 2016	+1,23°C ¹⁾
3th		Jan.-Feb. 2015	+0,85°C ¹⁾
xth		Jan.-Dez. 2017	+x,xx°C ¹⁾
xth		Jan.-Dez. 2017	+x,xx°C ²⁾
1th	Coolest (since 1880)	Jan.-Feb. 1911, 1893 ²⁾	-0,63°C ¹⁾
			-0,66°C ²⁾

Quelle: NASA/GISS, 20.03.2017 / NOAA 21.03.2017; (Schlegel, bearb.)

¹⁾ Daten nach NASA/GISS
²⁾ Daten nach NOAA/NCDC

Abb. 15: Globales Temperaturranking Februar 2017 nach NASA und NOAA; (Schlegel bearbeitet)

Eigentlich war es nicht zu vermuten, dass nach dem Abklingen des „El Nino“ auch zu Jahresbeginn 2017 die globalen Temperaturen immer noch beachtliche positive Abweichungen erreichen. Das scheint ein klares Indiz dafür zu sein, dass die Erderwärmung auch ohne die natürlichen Einflüsse, wie z.B. „El Nino“ voran schreitet.

Wie in den meisten Monaten, weichen die Temperatur-Datensätze von NASA und NOAA etwas voneinander ab [Abb. 16, 17]. Die Erklärung findet sich in den abweichenden Standorten der Messstationen sowie in Unterschieden der Auswertung. Zur Beeinflussung der Tendenz führen diese Abweichungen nicht. Grundsätzlich besticht die Anomalie-Karte der NASA durch deren Anschaulichkeit für den jeweiligen Monat. Erwärmungs- und Abkühlungsgebiete bilden sich verständlich ab. Die teils stark erwärmten nordpolaren Flächen korrespondieren mit den tatsächlichen Gegebenheiten, die vor Ort in Meereisschmelze, bzw. Meereis-Ausbreitungsdefiziten nachweisbar sind.

Die NOAA-Karte [Abb. 17] beinhaltet ebenfalls den laufenden Monat, aber in der Aneinanderreihung als Balken-Diagramm ab 1880. Seit 1977 steigen die Monatstemperaturen, wenn auch mit unterschiedlicher Intensität, immer mit klar erkennbarer Tendenz nach oben.

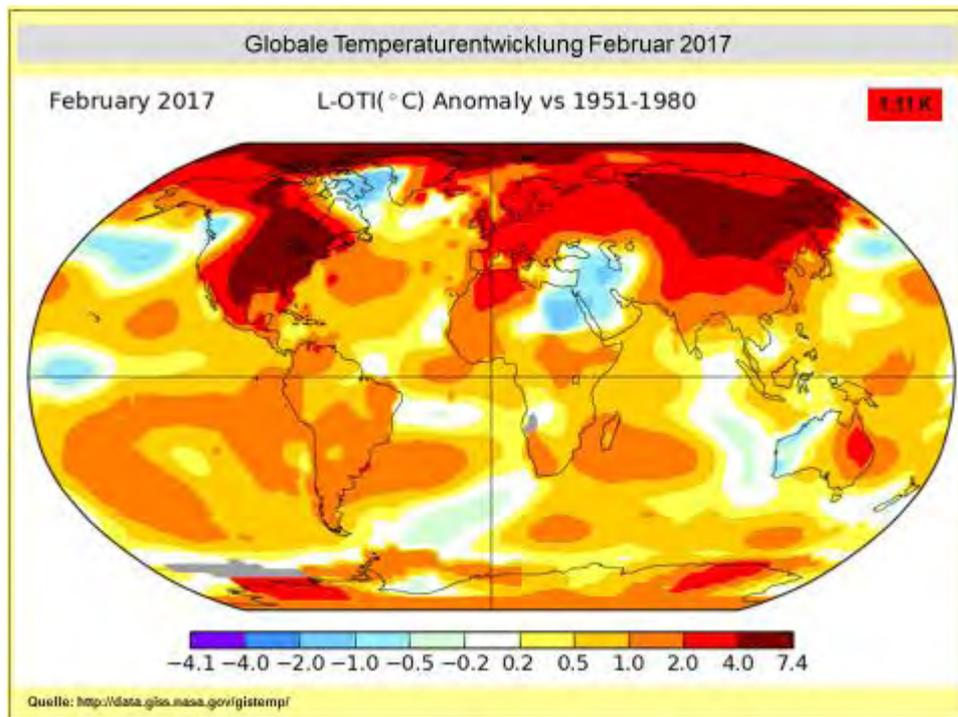


Abb. 16: Globale Temperaturentwicklung im Zeitraum Februar 2017 nach NASA

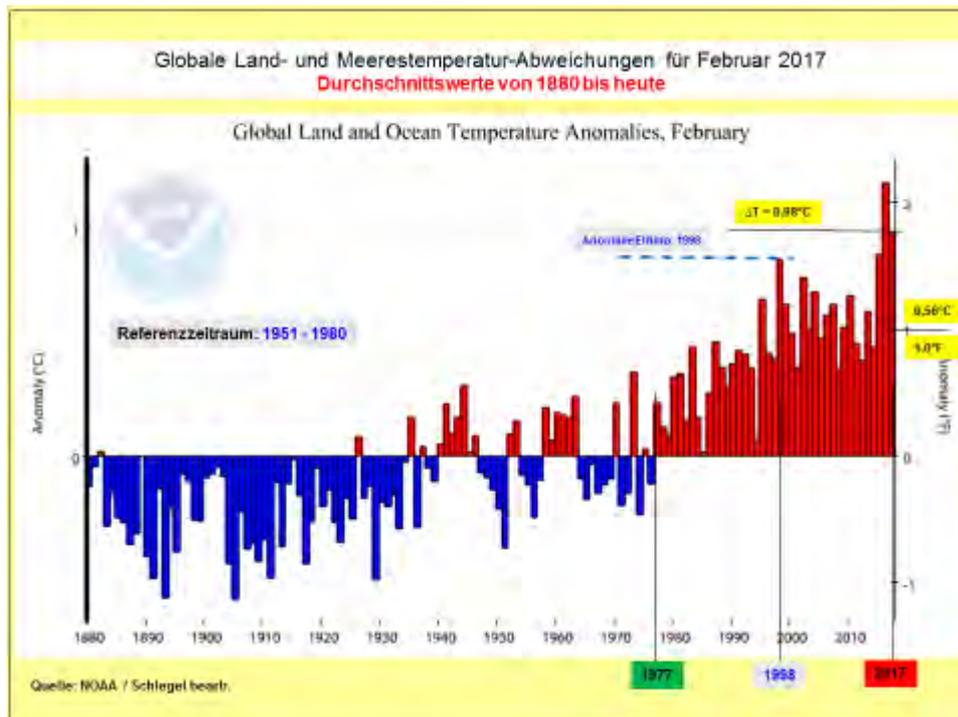


Abb. 17: Globale Temperaturentwicklung im Zeitraum Februar 2017 nach NOAA

Der Februar 2017 fällt bei NOAA deutlich hinter den Februar 2016 zurück, dennoch verbleibt dieser als zweitwärmster Februar seit Beginn der Aufzeichnungen. Gegenwärtig ist keine andere, z.B. rückwärtige Entwicklung auch nur ansatzweise zu erwarten, denn die globalen CO₂-Emissionen erhöhen die monatliche Konzentration in der Atmosphäre [Abb. 18]. Im Februar 2017 stieg diese auf 406,42ppmV. Der stetige Anstieg der globalen CO₂-Konzentration in der Atmosphäre wird besonders von den Klimaleugnern heruntergespielt, indem diese behaupten,

dass solch geringe CO₂-Mengen keine Klimaauswirkungen und schon gar keine katastrophalen haben könnten. Die Faktenlage zeigt ein anderes Bild. Das derzeitige Anstiegstempo bleibt beunruhigend. Im Übrigen steigt ja nicht nur der CO₂-Gehalt der Atmosphäre, sondern beträchtliche CO₂-Mengen werden in den Ozeanen gebunden und tragen zur Versauerung der Meere bei.

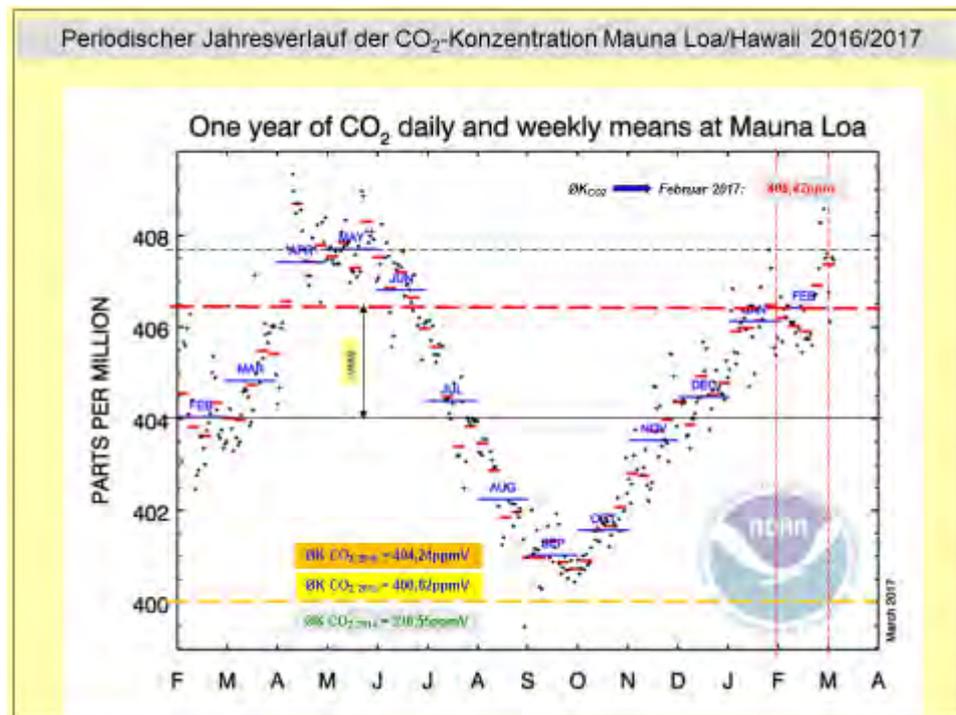


Abb. 18: Periodische Entwicklung der globalen CO₂-Konzentration

Die Wetterextreme sind auch im Februar nicht ausgeblieben und werden mit einigen Beispielen exemplarisch hier belegt [Abb. 19, 20, 21, 22, 23]. Ganz allgemein betrachtet können Wetterextreme nicht einfach mit dem Klimawandel verbandelt werden. Denn selbst dann, wenn die heute beobachteten Klimaveränderungen nicht existierten, würde es immer wieder zu extremen Wettererscheinungen kommen. Allerdings haben die Klimaforscher in ihren Analysen herausgefunden, dass die bereits deutlich messbare Klimaerwärmung auch Einfluss auf die Extreme ausübt. Z.B. standen blockierende Wetterlagen mit Hitzewellen in Europa im Zusammenhang mit langanhaltenden Starkniederschlägen in Südostasien. Kalifornien durchlebte eine mehrjährige Dürre, die als die schlimmste der letzten 1.200 Jahre charakterisiert wurde. In diesem Winter trat genau das Gegenteil ein. Die bis dato fast ausgetrockneten Wasserspeicher liefen übervoll und führten durch Dammbuchgefahren zu neuen Problemen für die betroffenen Menschen. In den kalifornischen Hochgebirgen, die in den letzten Jahren fast schneefrei blieben, wurden Schneehöhen bis über 8m gemessen. Die USA ein typisches Tornadoland wurden 2017 bereits im Januar getroffen, dazu noch abweichend in Gebieten, wo diese Ereignisse eher selten auftreten.

Die Veränderungen der Wetterextreme (Zunahme, Stärke) können in nahezu allen Gebieten der Erde festgestellt werden.



Abb. 19: Februar-Tornados in den USA



Abb. 20: Ablösung der Dürre in Kalifornien durch Schnee in den Bergen

Die Wirkung von Tornados in den USA [Abb. 19] verstärkt sich auch durch die besondere Leichtbauweise amerikanischer Häuser. Eine 100ige Tornadosicherheit für Gebäude kann wahrscheinlich nicht erreicht werden, jedoch bei stabilerer Bauweise würden sich oftmals nichtreparable Totalschäden in reparaturfähige umwandeln lassen.

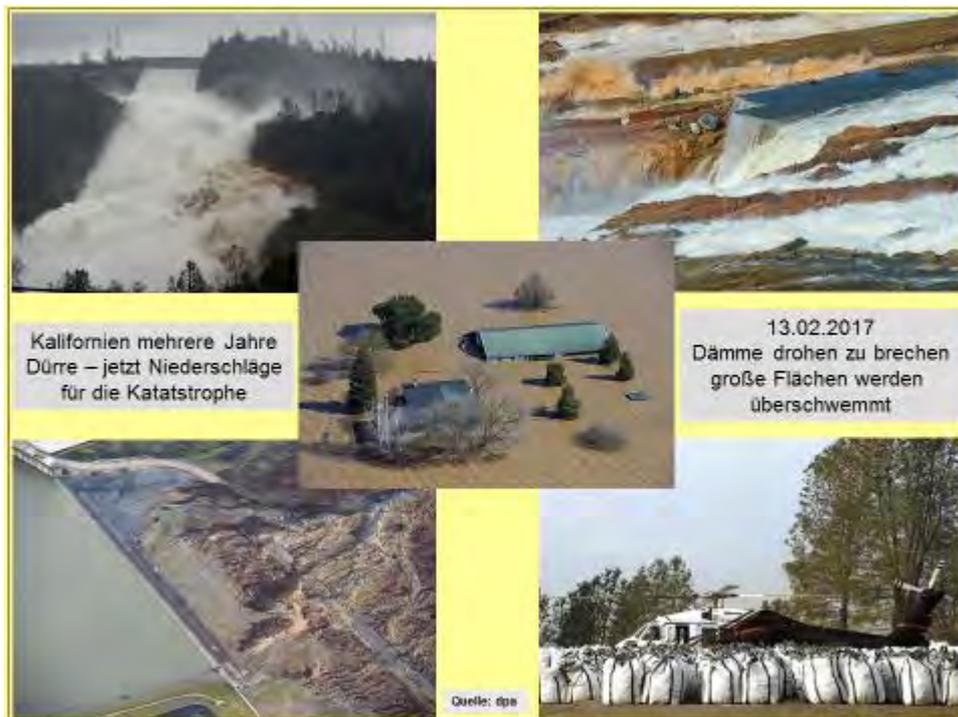


Abb. 21: Ablösung der Dürre in Kalifornien durch Regen in den Niederungen



Abb. 22: Wintersturm über Westeuropa

Westeuropa – Deutschland eingeschlossen – wurde auch von einigen Winterstürmen getroffen [Abb. 22, 23]. Neben den materiellen Schäden mussten leider auch Todesopfer beklagt werden.



Abb. 23: Wintersturm „THOMAS“ über Deutschland

Zunächst nach Deutschland und zum Monat Februar. Der dritte Wintermonat entwickelte sich nicht zu einem Nachfolger für den Januar. Während zu Monatsbeginn vor allem der Nordosten noch von Kaltluft beherrscht wurde, streiften im Süden bereits die atlantischen Tiefdruckgebiete und brachten mildere Luftmassen, die sich ab der Monatsmitte in ganz Deutschland durchsetzten. Galt für den Januar noch das Prädikat „sehr winterlich“, stieg die Durchschnittstemperatur im Februar deutlich an. Die Kältesumme der drei Monate von Dezember bis Februar blieb weit unterhalb der Kältesumme von 300°C, so dass bestenfalls von einem mittleren Winter die Rede sein kann.

Die Durchschnittstemperatur für den Monat Februar wurde nach Auswertung von rund 2.000 Messstationen vom DWD in Deutschland mit $\overline{\theta}_{DE \text{ Februar}} = [3,0^{\circ}\text{C}]$ ermittelt. Bezogen auf die gültige Referenzperiode 1961 – 1990 [$\overline{\theta}_{DE \text{ Februar}} = (+0,4^{\circ}\text{C})$], war der Februar mit $\Delta T = [2,6\text{K}]$ zu warm. Unter Bezugnahme auf den jetzt häufig verwendeten (wärmeren) Zeitraum 1981 – 2010 gab es eine **positive** Abweichung mit $\Delta T = [2,1\text{K}]$. Aus den Daten der ersten zwei Jahresmonate lässt sich noch keine Prognose auf die Jahresmitteltemperatur 2017 entwickeln.

Am 02.02.2017 wurde an der DWD-Station *Dippoldiswalde-Reinberg* (SN) der deutschlandweit niedrigste Monatswert mit $T_{\min} = [-15,7^{\circ}\text{C}]$ gemessen. Gleichfalls an diesem Tag wurden in *Müllheim* bei Freiburg (BW) $T_{\max} = 14,5^{\circ}\text{C}$ gemessen. Der Monatshöchstwert wurden an den DWD-Messstellen *Rosenheim* und *Simbach a. Inn* (BY) mit $T_{\max} = 21,5^{\circ}\text{C}$ gemessen. Diese hohen Temperaturwerte kamen föhnunterstützt zustande.

In Deutschland wurde eine durchschnittliche Niederschlagsmenge von $RR = 48\text{l/m}^2$ ermittelt. Der monatliche Normalwert Februar von $RR = 49\text{l/m}^2$ wurde praktisch erreicht. Die Verteilung der Niederschläge war uneinheitlich. Die höchste Tagessumme mit $RR_{\max} = 67,0\text{l/m}^2$ fiel am 21.02. in *Ruhpolding-Seehaus* (BY). Die höchsten monatlichen Niederschlagsmengen wurden im Sauerland und Schwarzwald mit $RR_{\max} \leq 140\text{l/m}^2$ gemessen.

Die Sonne schien im deutschlandweiten Flächendurchschnitt $SO \approx 75\text{h}$, was rund 104% des langjährigen Mittels entspricht. Normal wären für den Monat $SO = 72\text{h}$ Sonnenschein gewe-

sen. Territoriale Unterschiede zwischen Ober- und Unterbayern (BY) mit $SO \geq 110h$ und in Schleswig-Holstein mit $SO \approx 35h$ wurden ebenfalls gemessen.

Wie sah es im Einzelnen in Sachsen aus? In Sachsen kam die Durchschnittstemperatur im Februar auf $\bar{T}_{SN \text{ Februar}} = [2,2^\circ C]$. Normal wären $\bar{T}_{SN \text{ Februar}} = [-0,3^\circ C]$ gewesen. Die Abweichung erreichte den positiven Wert von $\Delta T = [2,5K]$. Wie schon o. a., sank in der Nacht zum 02.02. an der DWD-Station *Dippoldiswalde-Reinberg* die Temperatur auf $T_{min} = [-15,7^\circ C]$ ab.

Beim Sonnenschein kam Sachsen auf $SO \approx 75h$, also noch etwas unter dem Deutschlandschnitt. Der langjährige Normwert beträgt für den Februar $SO \approx 70h$. Das Sonnenscheinplus betrug rund 7% gegenüber dem langjährigen Durchschnittswert.

Beim Niederschlag kam Sachsen auf $RR \approx 40l/m^2$. Bezogen auf das Mittel von $RR = 43l/m^2$, lag Sachsen mit 7% unter dem Soll.

Da der Monat Januar 2017 nicht nur als winterlich empfunden, sondern auch durch die Messwerte bestätigt wurde, erhielt der Winter 2016/17 teils in der Presse, vorwiegend aber in Klimaleugnerkreisen das Prädikat „strenger Winter“. Die Tabellenwerte in [Abb. 24] bestätigen solches Empfinden nicht, denn die Kältesummen für die ausgewählten DWD-Messstationen Leipzig und Dresden kommen nur auf rund ein Drittel eines strengen Winters.

Kältesumme Winter 2016/2017					
$\Sigma T_c = [-^\circ C]$					
Monate					
DWD-Station	November 01.11.-30.11.	Dezember 01.12.-31.12.	Januar 01.01.-31.01.	Februar 01.02.-28.02.	Summe
Flughafen Leipzig-Halle (131 mNN)	6,3 (6 Tage)	17,0	71,9	17,0	112,2
		17,0 (9 Tage)	71,9 (23 Tage)	17,0 (9 Tage)	105,9 (41 Tage)
Dresden- Flughafen (227 mNN)	8,4 (6 Tage)	13,0	99,5	20,5	141,4
		13,0 (10 Tage)	99,5 (27 Tage)	20,5 (9 Tage)	133,0 (46 Tage)

Meteorologische Winterperiode: 01.12.2016 bis 28.02.2017
 Anmerkung:
 Die Kältesumme für einen strengen Winter (Flachland) müsste $\Sigma T_c \geq (-300^\circ C)$ betragen!

Abb. 24: Kältesumme Winter 2016/2017

Mit diesem Teil Monats-Zusammenfassung endet der Exkurs in die Bereiche Wetter und Klima, und es geht zum Hauptteil der Studie, der energetischen Nutzung des Klimatelementes Wind.

3. Auswertung der Windstromerzeugung

3.1 Monat Januar

In der Monatsauswertung spielten zunächst Wetter und Klima eine bestimmende Rolle. Aussagen zum Wind als Klimaelement und Energieträger wurden nicht berücksichtigt. Nach dem Index der Betreiber-Daten-Basis (BDB) gehört Sachsen zu den Windzonen 17, 20 und 21, wobei die 17 den nördlichen Bereich, die 21 den östlichen Bereich und die 20 den zentralen Bereich abdecken. Für den Januar 2017 liegen erfahrungsgemäß noch keine Betreiberdaten vor, dennoch erlaubt z.B. [Abb. 25] eine Monatseinschätzung. Eine Reihe gute Tage in der ersten Januarhälfte, danach zehn Tage mit sehr niedrigen Einspeisungen bis zur vollständigen Flaute. Die letzten sechs Januartage waren etwas besser, blieben aber erheblich unter dem üblichen Januar-Limit.

Die Klimaleugner und Energiewendegegner nutzten die Situation, um darzustellen, dass die Energiewende nicht funktionieren kann. Da neben den schlechten Windverhältnissen kein Ausgleich aus der Photovoltaik kam, kreierte die nach wie vor zahlreiche Gegnergemeinschaft den Begriff der „**Dunkelflaute**“, was nicht anders zu begreifen ist, dass Deutschland ohne Kohle- und Kernkraftwerke vor dem energetischen Kollaps stünde.

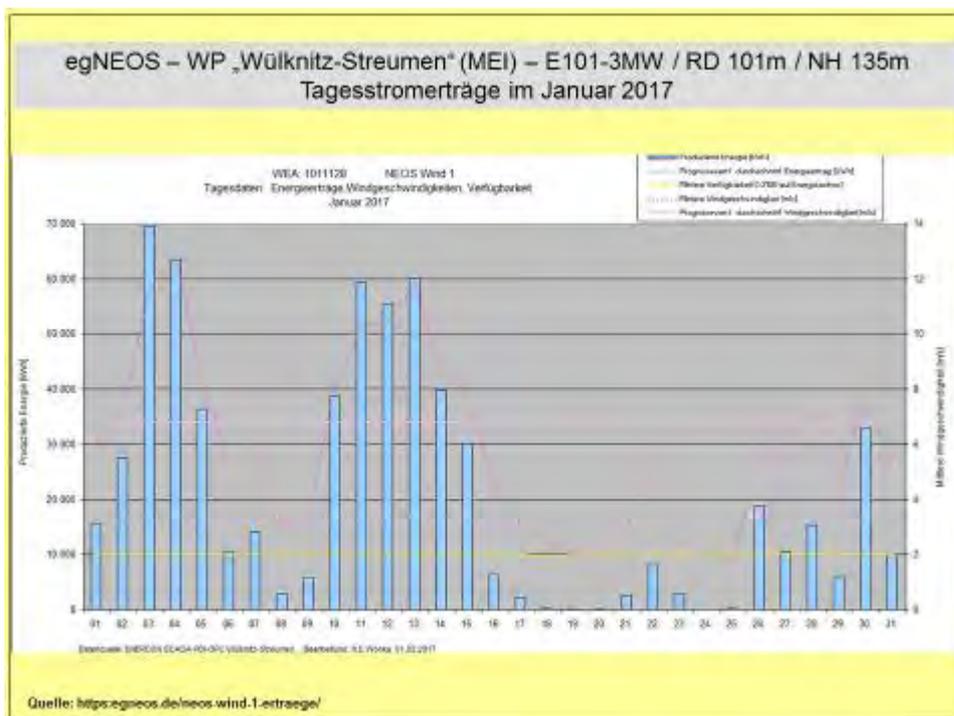


Abb. 25: Monatsübersicht Stromerträge Januar 2017

Die besten fünf WEA der 3MW-Klasse kommen im Januar auf einen Durchschnitt im Stromertrag von $\bar{E}_{1-1} = 859.762 \text{ kWh/WEA}$. Diese fünf WEA haben nach einem Monat den Jahresstromertrag der 2MW-Referenz-WEA ($E_{\text{Ref, Jan 2016}} = 420.831 \text{ kWh}$) mit +104,3% überboten.

Im Vergleich zum Januar 2017 ($E_{\text{Ref, Jan 2017}} = 231.585 \text{ kWh}$) ergibt sich ein Vorsprung im Stromertrag von 271,3% für die o.g. WEA der 3MW-Klasse.

Die überragende Position nimmt (*neu*) die WEA Typ „Vestas“ V126-3.3MW/NH137m im WP „Wülknitz-Streumen“ (MEI) mit 927.507kWh ein. In windschwachen Monaten verdeutlicht sich das Potenzial der 3MW-Klasse noch viel stärker als in windstarken Monaten.

Nach einem Monat können noch keine Prognosen über den Windverlauf des Jahres gestellt werden. In die Phalanx der 3MW-Klasse konnte sich im Januar 2017 nur eine WEA der 2MW-Klasse einschreiben [Tab. 2].

Der Januar konnte die üblichen Betreiberhoffnungen auf einen windstarken Monat nicht erfüllen [Abb. 25, 26, 27]. Diese Einschätzung gilt praktisch deutschlandweit.

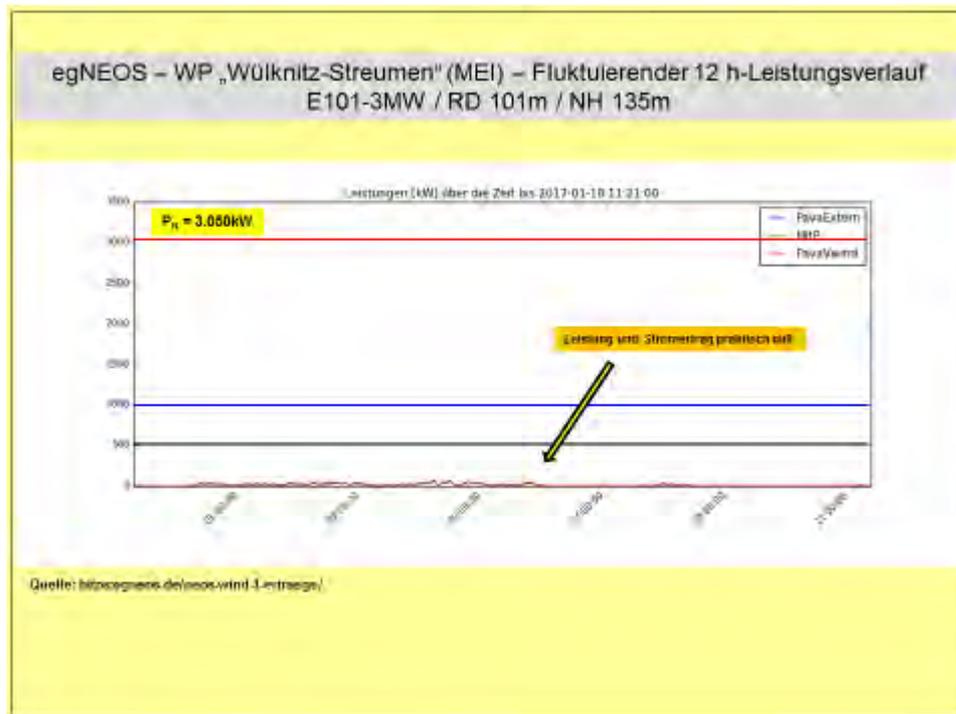


Abb. 26: 12h-Leistungsverlauf am 18.01.2017

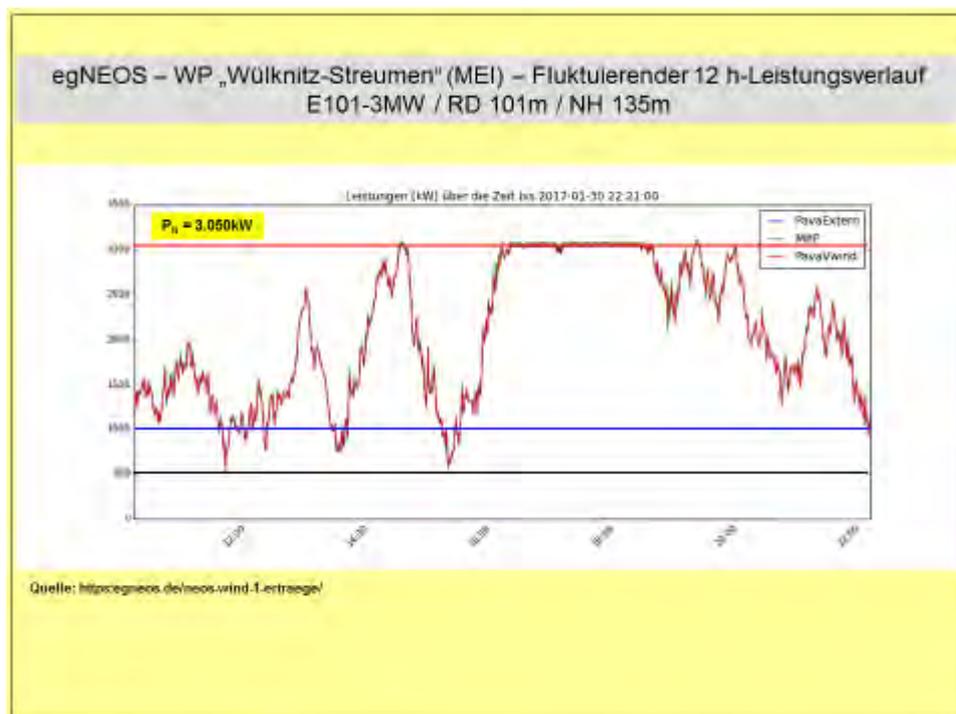


Abb. 27: 12h-Leistungsverlauf am 30.01.2017

Ausgewählte Werte finden sich in den nachstehenden Auflistungen.

WP „Silberberg“ Mutzschen (L):

03.01.:	e = (22.469 – 48.067) kWh/d	Øe = 43.593 kWh/(WEA*d)
04.01.:	e = (26.028 – 45.850) kWh/d	Øe = 39.021 kWh/(WEA*d)
11.01.:	e = (636 – 47.466) kWh/d	Øe = 40.787 kWh/(WEA*d)
19.01.:	e = (0 – 0) kWh/d	Øe = 0 kWh/(WEA*d)
20.01.:	e = (0 – 0) kWh/d	Øe = 0 kWh/(WEA*d)

WP „Naundorf I“ (TDO):

03.01.:	e = (17.177 – 44.228) kWh/d	Øe = 35.651 kWh/(WEA*d)
04.01.:	e = (26.785 – 41.735) kWh/d	Øe = 37.756 kWh/(WEA*d)
11.01.:	e = (2.457 – 37.520) kWh/d	Øe = 26.427 kWh/(WEA*d)
18.01.:	e = (1 – 18) kWh/d	Øe = 8 kWh/(WEA*d)
19.01.:	e = (0 – 12) kWh/d	Øe = 4 kWh/(WEA*d)

Die ertragreichsten Tage des Monats waren in beiden WP's der 03./04./11.01. Die windschwächsten Tage waren der 18./19./20.01.2017, die praktisch keine Einspeisungen generierten.

Werden die beiden Windparks nach dem spezifischen Stromertrag, bezüglich des ersten Monats verglichen, so ergeben sich folgende Werte:

$$\text{Øe}_{\text{WP „Silberberg“ (1-1)}} = 515.495 \text{ kWh/WEA}$$

$$\text{Øe}_{\text{WP „Naundorf I“ (1-1)}} = 269.825 \text{ kWh/WEA}$$

Der WP „Silberberg“ speiste, bezogen auf den WP „Naundorf I“, die **1,91**fache Strommenge in die Netze ein. In beiden WP's gab es technisch bedingte Ausfälle, die in diesen Daten keine Berücksichtigung finden. Im korrigierten Zustand würde der Vorsprung des WP „Silberberg“ höher ausfallen.

Im WP „Silberberg“ Mutzschen (L) wäre theoretisch im Januar die folgende Windstrommenge möglich gewesen:

$$E_{\text{theo max}} = 11.904.000 \text{ kWh/mth}$$

$$E_{\text{real}} = 4.123.959 \text{ kWh/mth}$$

$$E_{\text{theo max 1-1}} = 11.904.000 \text{ kWh/1 Monat}$$

Der Monatsrealertrag fällt geringer aus. Die aus den o.g. Daten berechenbare Monatseffizienz beträgt $p_{\text{eff}} = 34,64\%$!

Der WP „Naundorf I“ (TDO) verfügt über fünf WEA der 2MW-Klasse. Theoretisch wäre die folgende Windstrommenge im Januar möglich gewesen:

$$E_{\text{theo max}} = 7.440.000 \text{ kWh/mth}$$

$$E_{\text{real}} = 790.246 \text{ kWh/mth}$$

$$E_{\text{theo max 1-1}} = 7.440.000 \text{ kWh/1 Monat}$$

Die aus den o.g. Daten berechenbare Monatseffizienz beträgt $p_{\text{eff}} = 18,13\%$!

In Tab. 1 erfolgt der monatliche sowie kumulative Effizienzvergleich zwischen den WP „Silberberg“ und „Naundorf I“. Besonders in Schwachwindzeiten verliert der WP „Naundorf I“ an Stromerträgen gegenüber den technologisch besseren Maschinen im WP „Silberberg“.

Gegenüber einem WP mit WEA der 3MW-Klasse würde die Differenz um ein Mehrfaches höher ausfallen. Momentan lässt sich ein solcher Vergleich noch nicht führen, da die Anlagen über mehrere Betreiber gesplittet sind und keine durchgehende Datenverfügbarkeit zustande kommt.

p _{eff} [%]	Jan.	Feb.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sep.	Okt.	Nov.	Dez.	Σp _{eff} [kum.]
WP Silberberg	34,64												34,64
WP Naundorf I	18,13												18,13

Tab. 1: Auflistung der prozentualen Monatseffizienz der WP „Silberberg“ und „Naundorf I“

Die Referenz-WEA Vestas V80-2MW/NH67m erzeugte im Januar **231.585 kWh**. Das entspricht 15,56% der theoretisch möglichen Strommenge. Die beste WEA im WP „Silberberg“ schaffte bei gleicher Leistung 38,18%, bzw. die **2,45fache** Monatsstrommenge, ein Ergebnis, welches z.B. mit der E82-2MW/NH108m im WP „Löbau“ (ERZ) mit **3,22** noch übertroffen wurde.

Die mehrfach windbedingten Tagesausfälle führten dazu, dass im Januar keine WEA der 3MW-Klasse die Stromproduktion von 1.000.000kWh überschreiten konnte. Zwei WEA schafften 927.507kWh, bzw. 902.242kWh. Gegenüber der Referenz-WEA entsprechen diese Einspeisungen das **4,0fache** und das **3,89fache**!

Es gibt keine rationalen Gründe, sowohl in der Windenergiebranche, als in Regionalplanung und Genehmigungsbehörden, um die in wenigen Jahren entwickelten technologischen Fortschritte nicht bei der Ausgestaltung der Energiewende zu nutzen.

Die bereits im vergangenen Jahr vorgetragene Forderung, dass nur noch WEA mit großen Nabelhöhen und Rotordurchmessern zu errichten sind, bedarf auch **2017** keiner Korrektur. Im Gegenteil: Die Forderung nach der ausschließlichen Errichtung von Anlagen der 3MW-Klasse muss manifester denn je an die Regionalplanung, die Genehmigungsbehörden sowie schwerpunktmäßig an die Politik herangetragen werden.

Die hier vorgetragene Standardaussage wird deshalb Monat für Monat wiederholt!

In Tab. 2 stehen zehn von sechzehn gegenwärtig erfassten 3MW-WEA, bezogen auf den kumulativen Jahresstromertrag, an der Spitze. Im Januar konnte sich erneut eine WEA der 2MW-Klasse in die Phalanx der 3MW-Maschinen einschleichen.

Die Stromertragsunterschiede hängen von mehreren Faktoren ab, die nur grob aufgelistet folgen:

- Windverhältnisse am Standort
- WEA-Technologiegeneration
- Rotorblattvereisungen, bzw. Rotorblattheizungen
- Abschaltungsanordnung wegen Fledermäusen, Greifvögeln
- Abschaltungsanordnung wegen Lärm, Schattenwurf
- Technisch bedingte Abschaltungen, etc.

Unabhängig von der Art der beeinträchtigenden Faktoren, entwickeln die WEA der 3MW-Klasse eine deutliche Überlegenheit gegenüber den bisherigen WEA-Generationen.

Hier das Monat- Januar-(Kumulativ)-Ranking in Tab. 2:

WEA Typ/Standort	Monat Jan. E in [kWh]	WEA Typ/Standort	Jahresergebnis E _{kum} in [kWh]
1. V126-3.3MW/NH137m Streumen (MEI)	927.507	1. V126-3.3MW/NH137m Streumen (MEI)	927.507
2. 3,2M114/NH143m Mark-Sahnau (Z)	902.242	2. 3,2M114/NH143m Mark-Sahnau (Z)	902.242
3. E101-3MW/NH135m Erzgebirge	856.897	3. E101-3MW/NH135m Erzgebirge	856.897
4. V126-3.3MW/NH137m Streumen (MEI)	827.723	4. V126-3.3MW/NH137m Streumen (MEI)	827.723
5. 3,2M114/NH93m SN (unbenannt 5)	784.443	5. 3,2M114/NH93m SN (un5benannt)	784.443
6. V112-3MW/NH140m Lippoldsrh 2 (Z)	767.618	6. V112-3MW/NH140m Lippoldsrh 2 (Z)	767.618
7. E101-3MW/NH135m RIE-Mautitz 8 (MEI)	757.900	7. E101-3MW/NH135m RIE-Mautitz 8 (Z)	757.900
8. E101-3MW/NH135m Erlau (FG)	754.345	8. E101-3MW/NH135m Erlau (FG)	754.345
9. E101-3MW/NH135m RIE-Mautitz 7 (MEI)	752.663	9. E101-3MW/NH135m RIE-Mautitz 7 (MEI)	752.663
10. V112-3MW/NH140m Lippoldsrh 1 (Z)	750.340	10. 3,2M114/NH93m SN (unbenannt 5)	750.340
11. E82-2MW/NH108m Löbau (GR)	746.447	11. E82-2MW/NH108m Löbau (GR)	746.447
12. 3,2M114/NH93m SN (unbenannt 6)	712.238	12. 3,2M114/NH93m SN (unbenannt 6)	712.238
13. V112-3MW/NH140m Lippoldsrh 3 (Z)	687.448	13. V112-3MW/NH140m Lippoldsrh 3 (Z)	687.448
14. V112-3MW/NH140m SN (unbenannt 9)	678.322	14. V112-3MW/NH140m SN (unbenannt 9)	678.322
15. E101-3MW/NH135m Streumen (MEI)	646.578	15. E101-3MW/NH135m Streumen (MEI)	646.578
16. V112-3MW/NH140m SN (unbenannt 10)	642.684	16. V112-3MW/NH140m SN (unbenannt 10)	642.684
17. V112-3MW/NH140m Thierfeld (Z)	639.658	17. V112-3MW/NH140m Thierfeld (Z)	639.658
18. V90-2MW/NH105m Sohland a.R. (GR)	619.212	18. V90-2MW/NH105m Sohland a.R (GR)	619.212
19. E82-2,3MW/NH138m Sornzig/Ablaß/Jeese.	612.812	19. E82-2,3MW/NH138m Sornzig/Ablaß/Jeese.	612.812
20. E82-2MW/NH138m Bockwitz (L)	574.391	20. E82-2MW/NH138m Bockwitz (L)	574.391
R. V80-2MW/NH67m Naundorf (TDO)	231.585	R. V80-2MW/NH67m Naundorf (TDO)	231.585

Tab. 2: Auflistung der Januar- und Kumulativ-Jahresstromerträge 2017

Anmerkung:

Die Tabelle enthält nicht alle WEA, die monatlich erfasst werden!

In den Tabellen (Tab. 3 und 4) erfolgt, in Anlehnung an die bisherigen Studien, die differenzierte Einschätzung für die WP „Silberberg“ Mutzschen (L) und „Naundorf I“ (TDO). Das Jahr 2008 verbleibt als Referenzjahr, da dieses per Definition als 100%-Windjahr bestimmt wurde.

WP „Silberberg“ 01.01.-31.01.	Strommenge WP in [kWh]	Anteil in [%]	Strommenge beste WEA in [kWh]	Anteil in [%]
2008	7.935.943	100	1.042.667	100
2009	4.139.247	52,16	561.006	53,80
2010	2.941.116	37,06	405.322	38,87
2011	4.890.678	61,63	659.082	63,21
2012	7.313.829	92,16	943.630	90,50
2013	4.615.783	58,16	627.970	60,23
2014	4.768.161	60,08	716.618	68,73
2015	6.285.363	79,20	891.428	85,49
2016	4.840.266	60,99	727.331	69,76
2017	4.123.959	51,97	568.052	54,48

Tab. 3: Vergleich der Windstromerträge 01.01. – 31.01.2017 für den WP „Silberberg“ (Grimma/L)

WP „Naundorf I“ 01.01.-31.01.	Strommenge WP in [kWh]	Anteil in [%]	Strommenge Referenz- WEA in [kWh]	Anteil in [%]
2008	3.244.979	100	636.987	100
2009	1.192.662	36,75	220.279	34,58
2010	1.126.414	34,71	207.565	32,58
2011	1.893.414	58,35	370.651	58,19
2012	3.296.422	101,58	663.158	104,11
2013	2.207.857	68,04	429.906	67,49
2014	1.678.322	51,72	307.203	48,23
2015	2.748.887	84,71	628.565	98,68
2016	2.177.495	67,10	420.831	66,07
2017	1.349.125	41,58	231.585	36,36

Tab. 4: Vergleich der Windstromerträge 01.01. – 31.01.2017 für den WP „Naundorf I“ (TDO)

Für den WP „Silberberg“ (Tab. 3) betragen die kumulierten Januar-Werte rund **52,0** bis **54,5%**. Im WP „Naundorf I“ (Tab. 4) kommen die kumulierten Stromerträge auf rund **41,6** bis **36,4%**.

Die [Abb. 28] beinhaltet den Vergleich zwischen der besten Einzel-WEA aus dem WP „Silberberg“ und der Referenz-Anlage aus dem WP „Naundorf I“. Der Vorsprung der WEA V90-2MW/NH105m beträgt nach Ablauf Januar **$\Delta E \triangleq [+145,3\%]$** !

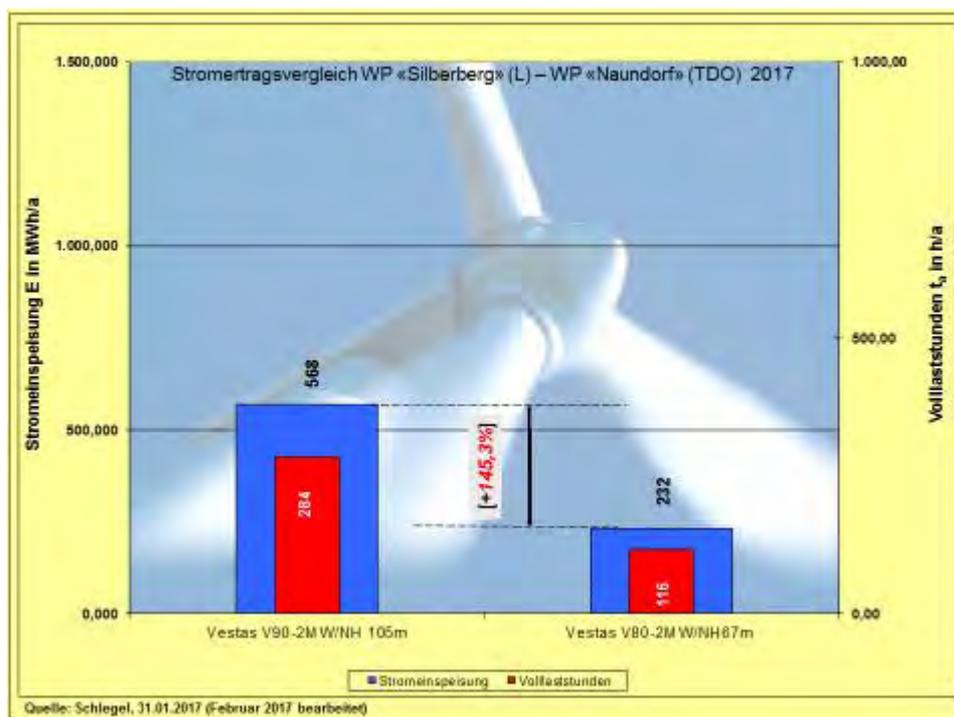


Abb. 28: Stromertragsvergleich V90-2MW/NH105m – V80-2MW/NH67m (Referenz-WEA)

Mit [Abb. 29] findet die Studie insofern eine Erweiterung, da ebenfalls eine WEA der 3MW-Klasse der Referenz-WEA gegenüber gestellt wird. Die WEA 3,2M114/NH143m im WP „Mark-Sahnau“ (Z) schafft nach dem ersten Jahresmonat einen kumulativen Ertragsvorsprung von **$\Delta E \triangleq [+289,6\%]$** .

Auch die kumulativ von 1 bis 10 stehenden 3MW-WEA, die im Durchschnitt bei 808.207kWh liegen, kommen auf ein Plus von **$\Delta E \triangleq [+249,0\%]$** .

Aufgrund der zahlreichen windschwachen Tage ist die Referenz-WEA bereits im ersten Jahresmonat deutlich ins Hintertreffen geraten.

Wie könnten eigentlich noch bessere Aussagen gewonnen werden, als durch die vorliegenden Zahlen?

Vor einigen Jahren handelte es sich noch um Thesen, wenn über die Leistungsfähigkeit der „binnenlandoptimierten“ WEA der 2. Generation veröffentlicht wurde. Jetzt bestätigen die Realdaten Monat für Monat die Richtigkeit der damaligen Thesen und berechtigen nicht nur, sondern fordern geradezu auf, dass die sächsischen Windenergieserven endlich zu Gunsten der Energiewende erschlossen werden. Die politischen Weichenstellungen müssen in Sachsen unbedingt beschleunigt erfolgen.

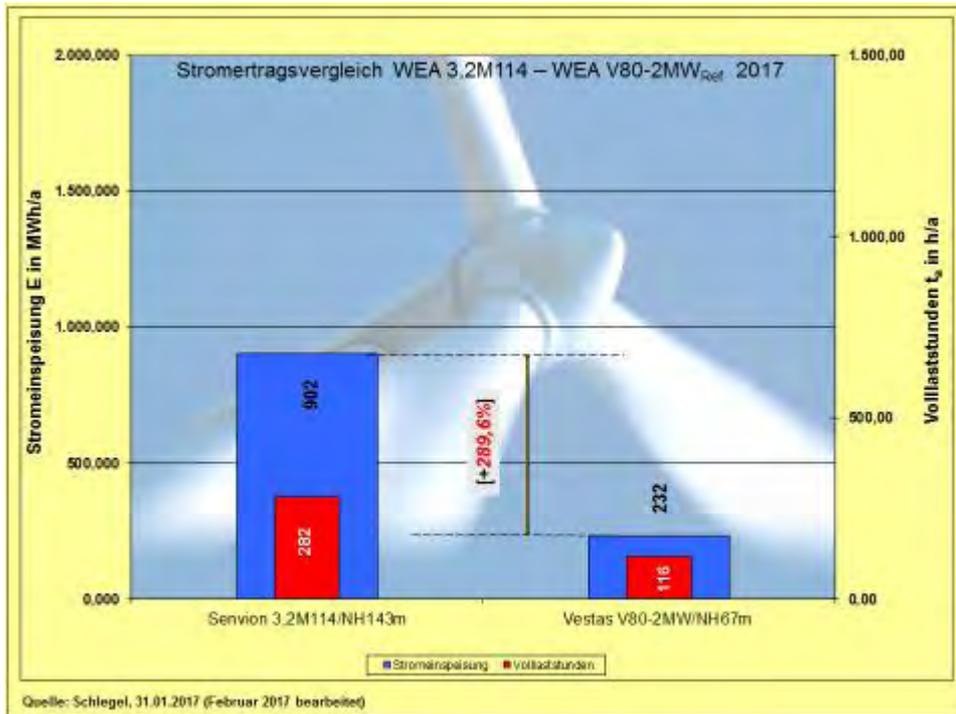


Abb. 29: Stromertragsvergleich WEA-3MW-Klasse - V80-2MW/NH67m (Referenz-WEA)

Die [Abb. 30] gehört zu einer Fortsetzungsgrafik, die von ihrer Struktur her erst in der zweiten Jahreshälfte Konturen annimmt und somit aussagefähig wird. Trotzdem werden die monatlichen Stromertragsunterschiede im Balkendiagramm gut sichtbar. Aus der Grafik gehen die technisch bedingten Verluste nicht hervor.

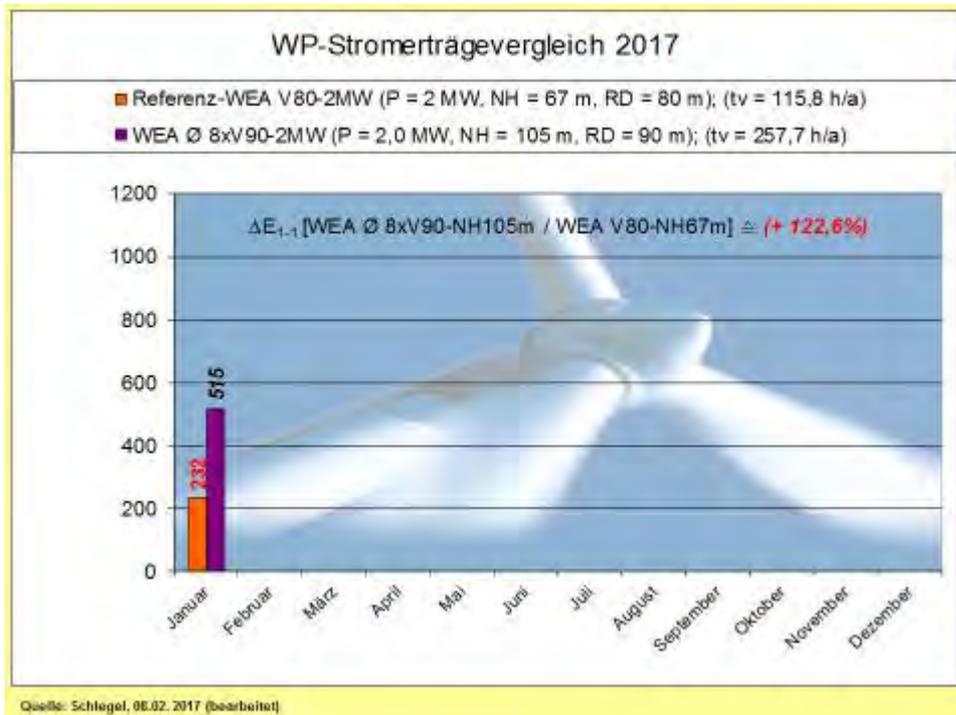


Abb. 30: Monatsstromerträge-Vergleich in MWh, (Volllaststunden pro Jahr als Realertrag) Referenz-WEA V80 mit Durchschnitt des WP „Silberberg“

Nachfolgend die Grafiken der Stromerträge in den [Abb. 31 bis 41] sowie dazugehörige verbale Ausführungen. Die Daten der Referenz-WEA sind nur in den [Abb. 31 und 32] enthalten. Die weiteren Grafiken enthalten diese nicht mehr, beziehen sich aber auf die Referenz-WEA V80-2MW/NH67m. D.h.: Alle Prozentangaben beziehen sich auf die Referenzmaschine.

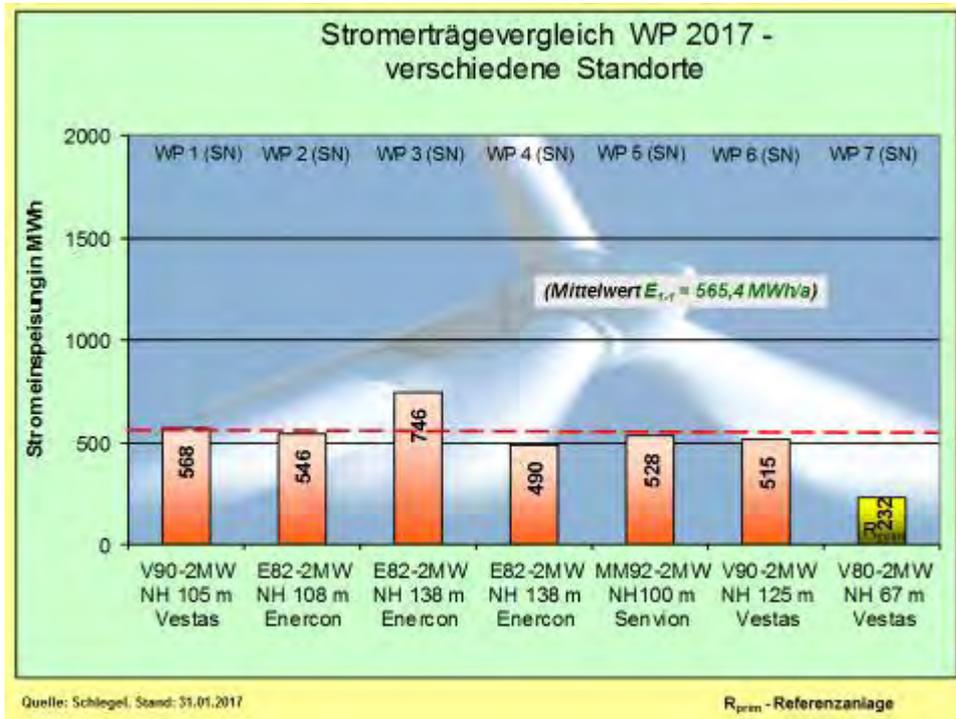


Abb. 31: Stromerträge-Vergleich von WEA im Sachsenquerschnitt (Januar)

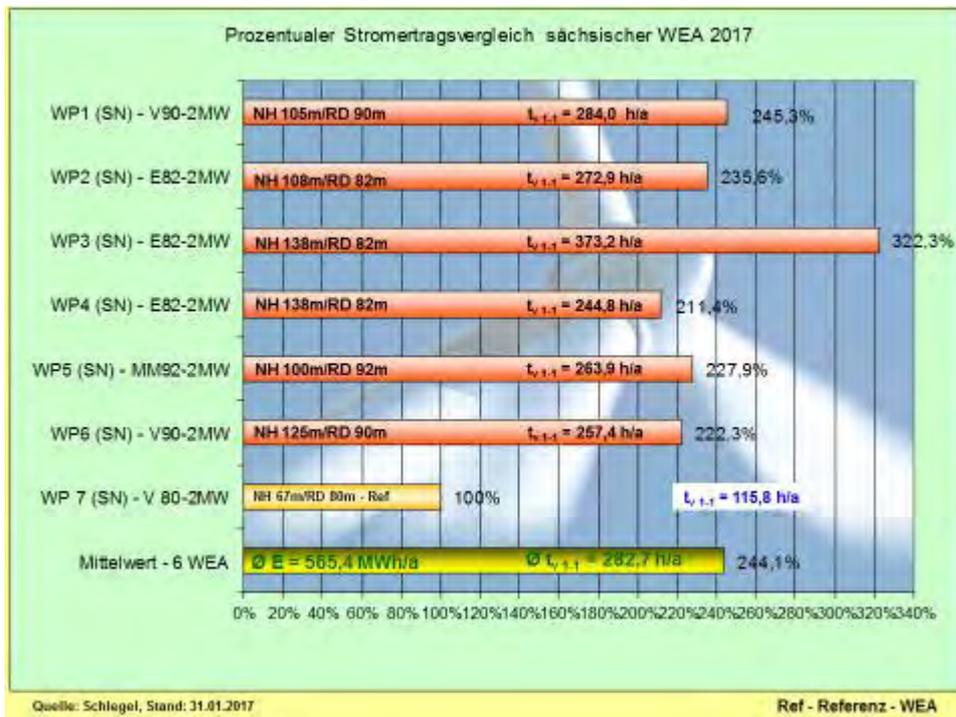


Abb. 32: Stromerträge-Vergleich - prozentual und nach Volllaststunden (Januar)

Die Säule der Referenz-WEA geht nicht in den Mittelwert der Stromerträge ein, so dass der Abstand sich sukzessive vergrößern wird. Dabei läuft die Referenz-WEA nach wie vor sehr zuverlässig. Mit jedem Monatsfortschritt steigen die tatsächlichen Windenergiepotenziale der WEA mit größeren Nabhöhen und Rotordurchmessern an.

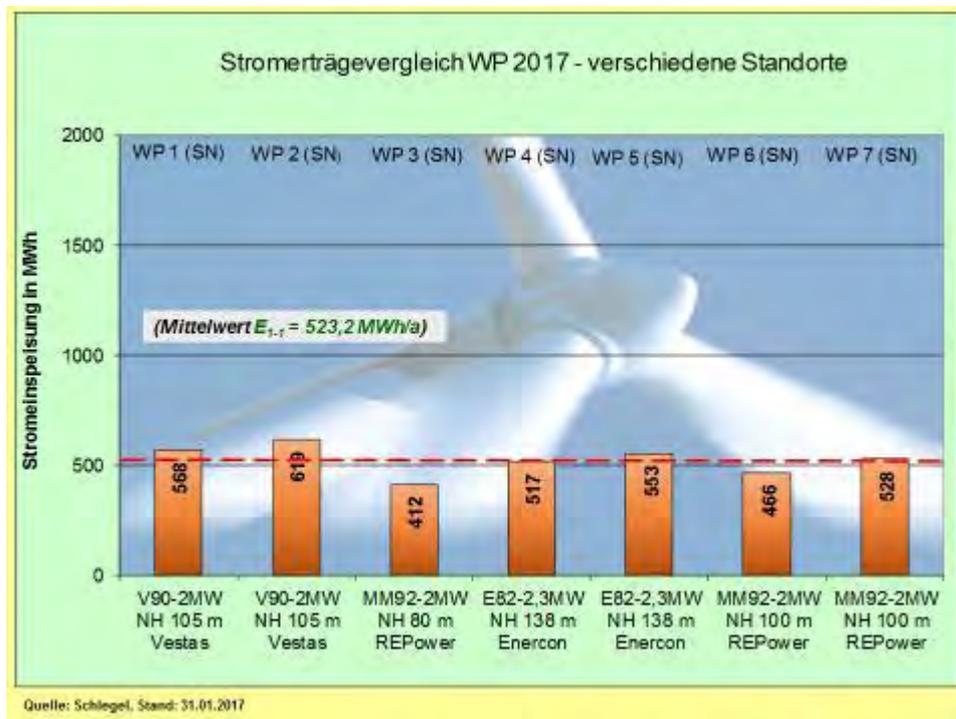


Abb. 33: Stromerträge-Vergleich von WEA im Sachsenquerschnitt (Januar)

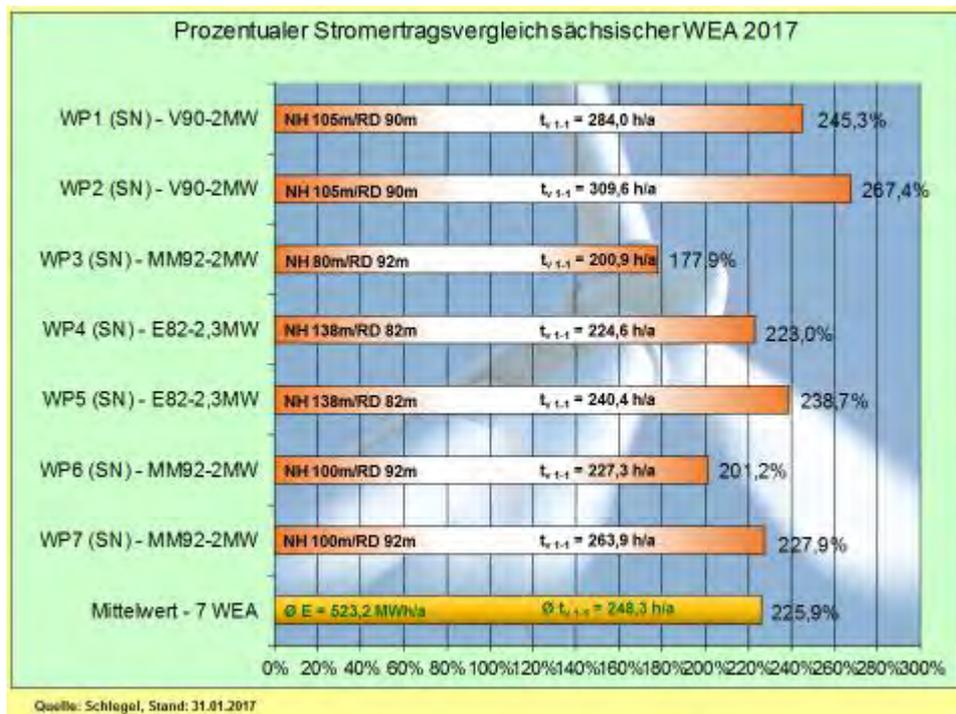


Abb. 34: Stromerträge-Vergleich - prozentual und nach Volllaststunden (Januar)

Die [Abb. 33 und 34] beinhalten drei WEA an unbenannten Standorten [WP3], [WP4], [WP5] in Sachsen. Am Standort [WP3] MM92-2MW/NH80m wird der ausgeprägte negative Effekt wegen der geringen Nabenhöhe von 80m immer wieder sichtbar. Der Mehrertrag gegenüber der Referenz-WEA resultiert vorwiegend aus dem größeren Rotordurchmesser und zu einem geringeren Teil auch aus der Nabenhöhendifferenz von 13m.



Abb. 35: Stromerträge-Vergleich – 2MW-Klasse mit 3MW-Klasse (Januar)

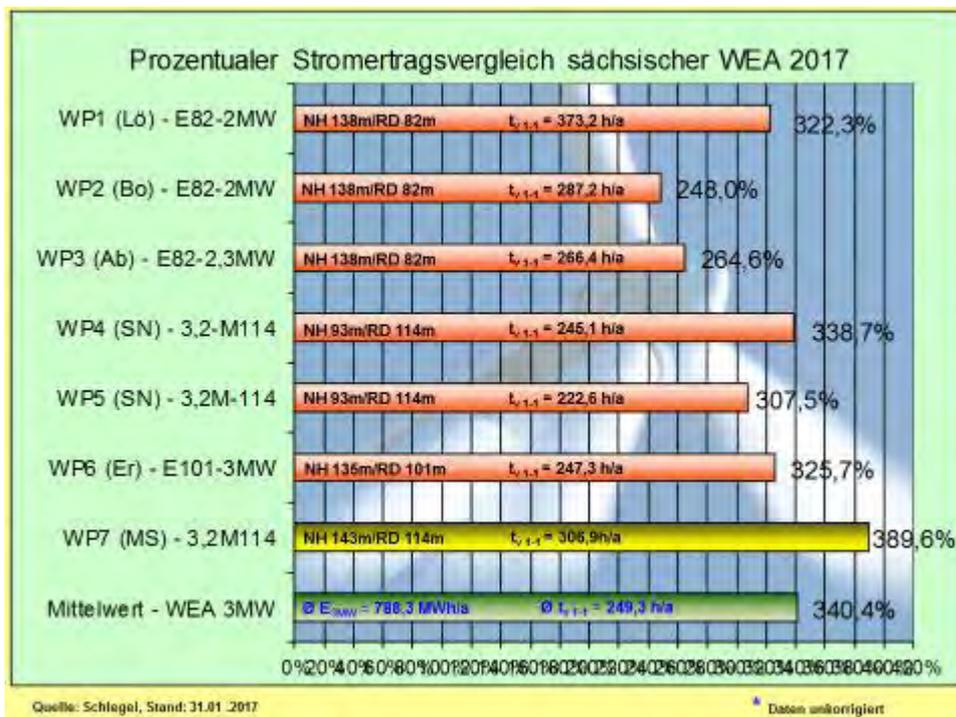


Abb. 36: Stromerträge-Vergleich - prozentual und nach Volllaststunden (Januar)

Die [Abb. 35 und 36] beinhalten zwei WEA an unbenannten Standorten [WP4], [WP5] in Mittelsachsen. In den Grafiken [Abb. 35 und 36] wird die 2MW-Klasse direkt mit der 3MW-Klasse verglichen. Die Standorte [WP4] und [WP5] gehören zur 3MW-Klasse, bleiben auf Betreiberforderung, wie auch in einigen anderen Fällen, unbenannt. Die Ergebnisse des Standortes [WP7] wurden mehrfach hervorgehoben.

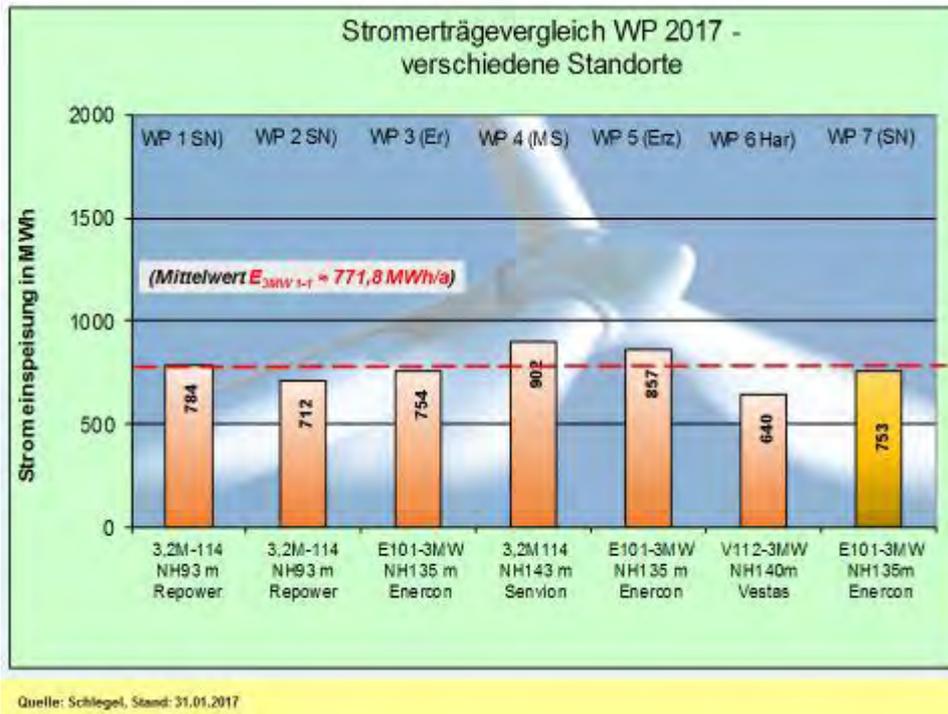


Abb. 37: Stromerträge-Vergleich– 3MW-Klasse (Januar)



Abb. 38: Stromerträge-Vergleich 3MW-Klasse - prozentual und nach Volllaststunden (Januar)

Die [Abb. 37 und 38] sowie [Abb. 39 und 40] gehören zur Erweiterung der Studie, da mehrere WEA der 3MW-Klasse verfügbar sind. Die beste WEA in *Mark-Sahnau* 3,2M114/NH143m erzeugte 902.242kWh. Die beste E101-3MW/NH135m speiste 856.897kWh ein. Im Schnitt des ersten Monats speisten die besten fünf gelisteten 3MW-WEA gegenüber der Referenz-WEA die **3,71fache** Strommenge ins Netz.

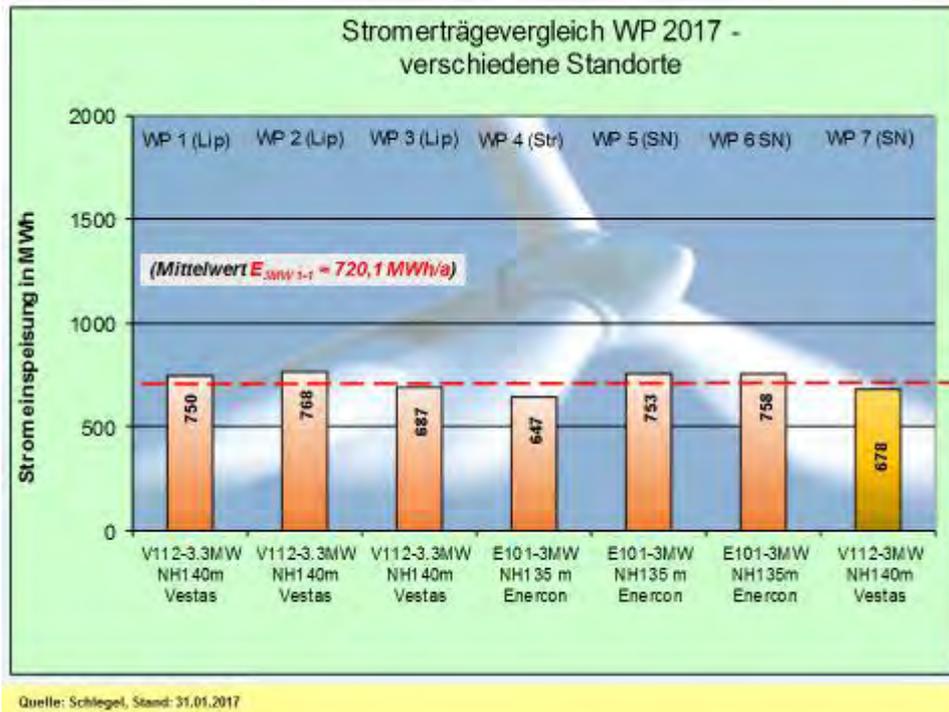


Abb. 39: Stromerträge-Vergleich – 3MW-Klasse (Januar)

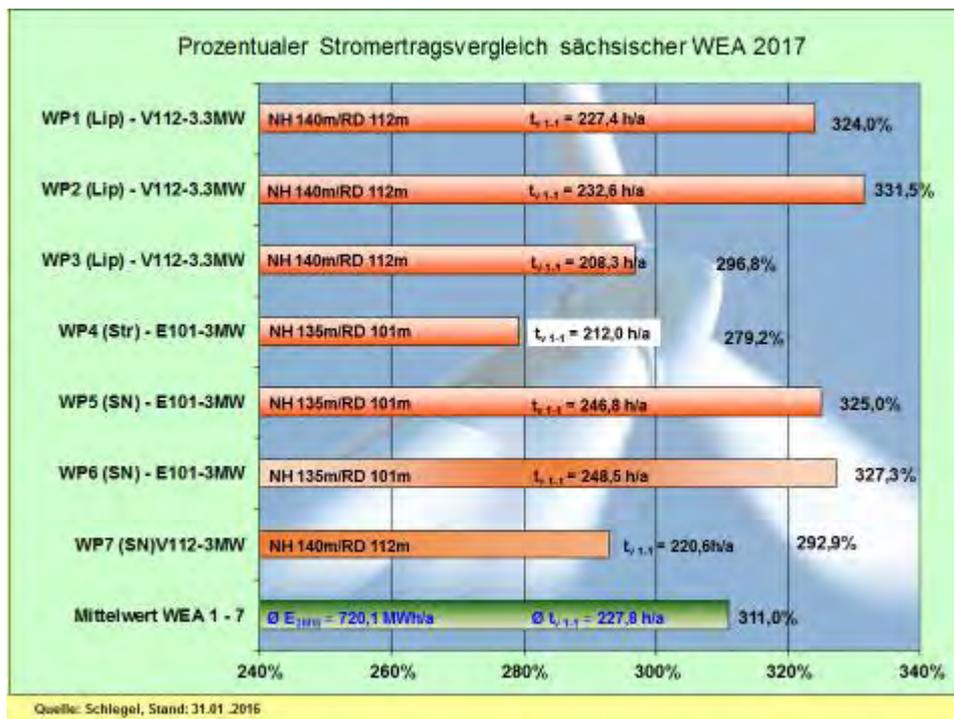


Abb. 40: Stromerträge-Vergleich - prozentual und nach Volllaststunden (Januar)

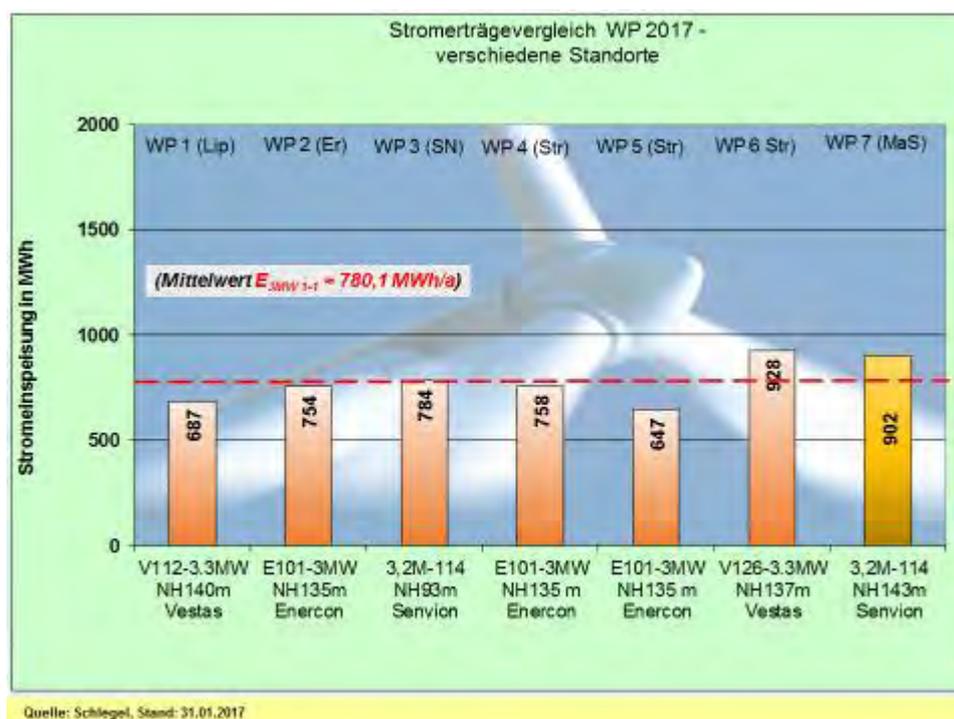


Abb. 41: Stromerträge-Vergleich – 3MW-Klasse (Januar)

Das Balkendiagramm [Abb. 41] wurde ebenfalls ab 2017 neu hinzugefügt. Das Diagramm beinhaltet sieben WEA der 3MW-Klasse, dennoch mit gewissen Unterscheidungen. Neben vorwiegend unterschiedlichen Standorten variieren die Nennleistungen von $P = (3.050 - 3.300)$ kW, und die Nabhöhen variieren von $NH = (93 - 143)$ m. Die Rotordurchmesser finden sich in der Stufung von $RD = (101 - 112 - 114 - 126)$ m. Erstmals wurde eine WEA mit einem Rotordurchmesser von 126m aufgenommen. Im WP „Wülknitz-Streumen“ (MEI) wurden im vergangenen Jahr vier solche WEA errichtet. Von zwei Anlagen liegen die monatlichen Stromerträge vor. Der WP-Standort „Wülknitz-Streumen“ wurde in den zurückliegenden Jahren vom Autor eher ungünstig eingestuft. Die realen Stromerträge der betriebenen WEA ließen auch keine positive Prognose für den Standort zu.

Erst durch die enorme technologische Entwicklung der Anlagen hin zu „binnenlandoptimierten“ WEA mit großen Nabhöhen und Rotordurchmessern können heute eher schwachwindige Standorte wirtschaftlich betrieben werden, was sich am Standort „Wülknitz-Streumen“ (MEI) leicht nachweisen lässt. Da die gegenwärtigen sächsischen WEA-Spitzenstandorte noch mit technologisch überholten WEA-Typen belegt sind, bringen die Vestas V126-3.3MW/NH137m monatlich die höchsten Stromerträge. Wenn die Nabenhöhe der WEA stimmen, dann wirkt der Rotordurchmesser entscheidend. So brachte die V126-3.3MW im Vergleich mit der E101-3MW im Januar einen Strommehrertrag von 43,4% [Abb. 41]. Es ist richtig, dass nach einem Monat kein endgültiges Urteil gefällt werden kann. Der Autor geht aber davon aus, dass dieser Trend in den nächsten Monaten die Bestätigung findet.

Ein direkter Vergleich von 9/26 in Betrieb befindlichen 3MW-WEA im Januar in [Tab. 5]:

WEA-Typ/ Standort	Stromertrag $E_{\text{theo max}}$ in [kWh/mth]	Stromertrag E_{real} in [kWh/mth]	Monatseffizienz p_{eff} in [%]
WP Erlau E101-3MW/135m	2.269.200	754.345	33,24
WP SN (unbenannt) W1:3,2M114/93m	2.380.800	784.443	32,95
WP SN (unbenannt) W2:3,2M114/93m	2.380.800	712.238	29,92
WP Mark-Sahnau 3,2M114/143m	2.380.800	902.242	37,90
WP Thierfeld V112-3MW/140m	2.287.800	639.658	27,96
WP Erzgebirge) E101-3MW/135m	2.269.200	856.897	37,76
WP Lippoldsrub V112-3.3MW/140m	2.455.200	767.618	31,26
WP RIE-Mautitz E101-3MW/135m	2.269.200	757.900	33,40
WP Streumen V126-3.3MW/137m	2.455.200	927.507	37,78

Tab. 5: Vergleich der Monatseffizienz (Januar) von 9/26 in Betrieb befindlichen WEA der 3MW-Klasse

Nachfolgend eine weitere Bewertungsmöglichkeit mit der 2MW-Klasse in [Tab. 6]:

WEA-Typ	Stromertrag E_{1-1} in kWh	WEA-Typ	Stromertrag E_{1-1} in kWh	Differenz ΔE in %
WP Erlau E101-3MW/135m	754.345	WP Erlau E82-2MW/138m	489.663	+54,1
WP Erlau E101-3MW/135m	754.345	WP Silberberg V90-2MW/105m	568.052	+32,8
WP Erlau E101-3MW/135m	754.345	WP SN (unbenannt) 3,2M114/93m	784.443	-3,8
WP Mark-Sahnau 3,2M114/143m	902.242	WP SN (unbenannt) 3,2M114/93m	784.443	+15,0
WP Mark-Sahnau 3,2M114/143m	902.242	WP Silberberg V90-2MW/105m	568.052	+58,8
WP SN (unbenannt) 3,2M114/93m	784.443	WP Silberberg V90-2MW/105m	568.052	+38,1
WP Streumen V126-3.3MW/137m	927.507	WP Silberberg V90-2MW/105m	568.052	+63,3
WP Erzgebirge E101-3MW/135m	856.897	WP Silberberg V90-2MW/105m	568.052	+50,8

Tab. 6: Prozentualer Vergleich zwischen ausgewählten WEA der 3MW- und 2MW-Klasse (1 Monat)

Unter den gegebenen Bedingungen erreicht im Januar die monatliche Effizienz der 3MW-Klasse zwischen (27,9 - 37,9) % und liegt im Mittel etwas unterhalb der besten WEA (38,2%) des WP „Silberberg“ Mutzschen (L). Von den WEA der 3MW-Klasse schneidet die WEA V112-3MW am WP-Standort „Thierfeld“ (Z) etwas schlechter ab. Möglicherweise traten Vereisungen an den Rotorblättern auf.

Der Unterschied im Stromertrag am Standort WP „Erlau“ zwischen der E101-3MW/NH135m und der E82-2MW/NH138m beträgt **54,1%**. Derzeit wird der theoretische Wert von rund 52%, der sich rein rechnerisch aus der RD-Differenz ergibt, geringfügig übertroffen. Im Verhältnis dieser beiden WEA hat sich eine Kontinuität herausgebildet, denn die Abweichungen bewegen sich schon längerfristig im Intervall zwischen [52 – 58] %. Gegenüber der besten WEA im WP „Silberberg“ beträgt der Vorsprung **32,8%**. Die Größenordnung dieses Vorsprungs wurde wiederholt im Intervall um rund einem Drittel festgestellt, liegt aber etwas unter dem wahrscheinlichen theoretischen Wert von 43%. Die Begründung könnte darin liegen, dass nicht der nominale Nabenhöhenunterschied von 30m, sondern nur der relative Nabenhöhenunterschied von rund 20m zum Tragen kommt!

Noch beachtlicher stellt sich die Differenz zwischen der WEA 3,2M114/NH143m und der WEA V90-2MW/NH105m im WP „Silberberg“ mit **+58,8%** heraus. Sofern es keine wesentlichen Ausfälle gibt, stellen sich die prozentualen Differenzen auch hier innerhalb eines engen Toleranzbandes ein. Wie zu erwarten war, steigen die positiven Differenzen zwischen der WEA vom Typ Vestas V126-3.3MW/NH137m und der V90-2MW/NH105m noch weiter an. Im Januar betrug der Abstand **+63,3%**.

Die Unterschiede in den Stromerträgen zwischen der 3MW-Klasse und der 2MW-Klasse sind nicht mehr klein zu reden, da diese schon als gravierend positiv bezeichnet werden dürfen. Eine Ausnahme bildet weiterhin nur der WP „Silberberg“ (L), der nach wie vor zu den stromertragreichsten in Sachsen gehört, eine Aussage, die auch auf den WP „Saidenberg“ im Erzgebirge zutrifft. Der WP „Saidenberg“ (ERZ) leidet allerdings in den Winter-, aber auch Übergangsmonaten unter Vereisungsgefahr. Rotorblattvereisung ist gleichzusetzen mit Stromertragsausfall.

Eine Sonderstellung unter den Anlagen der 2MW-Klasse nimmt im WP „Löbau“ die WEA E82-2MW/NH138m ein. Diese Maschine profitiert vom Zweifach-Windsystem in diesem Gebiet sowie von der exponierten Standortposition auf einer Bergkuppe. Der „Böhmische Wind“ sorgt immer dann für hohe Stromerträge, wenn in anderen Gebieten Schwachwind oder gar Flaute zu verzeichnen ist.

Mit der Inbetriebnahme des WP „Riesa-Mautitz“ (MEI) im Januar 2015 stehen weitere vier WEA vom Typ Enercon E101-3MW zur Verfügung. Von zwei WEA übermitteln die Betreiber freundlicherweise die monatlichen Stromerträge. Dieser Standort garantiert, wie in der Ertragsprognose vorausgesagt, sehr solide Ergebnisse. Diese könnten rund (8 -10)% höher ausfallen, wenn die Genehmigungsbehörde WEA mit einer Nabenhöhe von 149m zugelassen hätte.

3.2 Monat Februar

Auch für den Februar 2017 liegt noch keine Statistik der Betreiberdaten vor, dennoch erlaubt z.B. [Abb. 42] eine Monatseinschätzung. Die erste Februarhälfte blieb schwach, da der Hochdruckeinfluss überwog, dafür verbesserten sich in der letzten Monatsdekade die Windverhältnisse erheblich [Abb. 42]. Der Februar verfügt nur über 28 Tage und hätte bei 31 Tagen den Januar klar überflügelt. In der Gesamtbetrachtung blieb auch der Februar als „Starkwindmonat“ weit hinter den Erwartungen der WEA-Betreiber zurück.

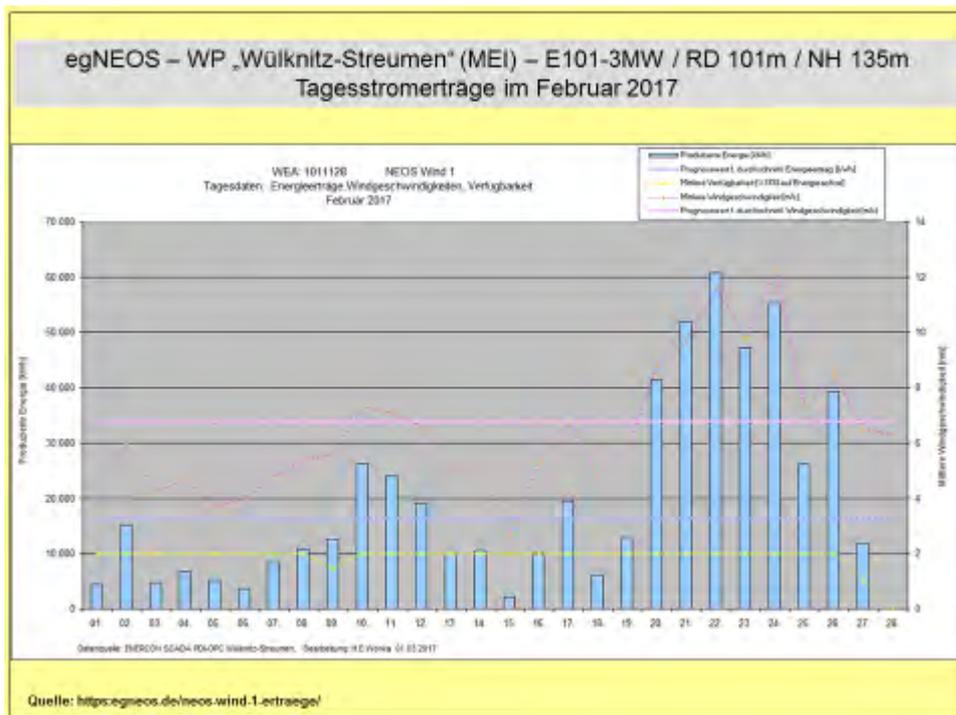


Abb. 42: Monatsübersicht Stromerträge Februar 2017

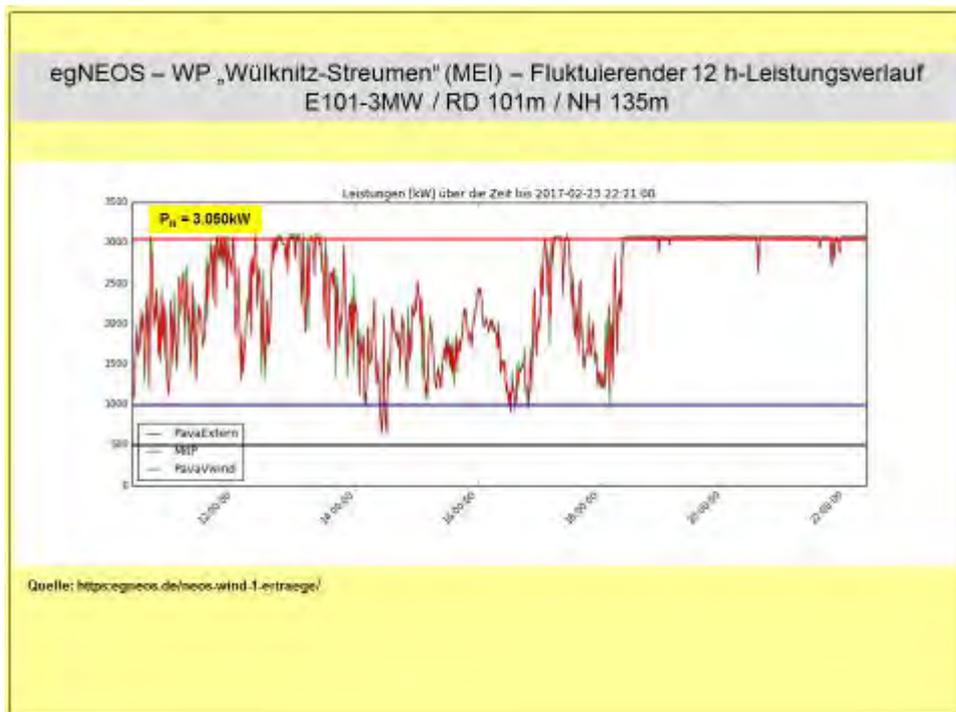


Abb. 43: 12h-Leistungsverlauf am 23.02.2017

Die [Abb. 43] beinhaltet einen 12h-Leistungsverlauf am 23.02.2017, der wiederum das gesamte „Auf und Ab“ des Energieträger Wind zeigt. Der teils hohe Zitteranteil lässt vermuten, dass hier turbulente Strömungen auftreten. Aufgrund eines Ausfalls konnte die E101-3MW der egNEOS Bürgerwindgesellschaft die beiden letzten Februartage mit guten Windverhältnissen nicht nutzen.

Die besten fünf WEA der 3MW-Klasse kommen nach dem Februar auf einen Durchschnitt im Stromertrag von $\bar{E}_{1-2} = 1.685.995 \text{ kWh/WEA}$. Diese fünf WEA haben nach zwei Monaten den kumulativen Stromertrag der 2MW-Referenz-WEA ($E_{\text{Ref Jan-Feb 2016}} = 876.255 \text{ kWh}$) mit +92,4% überboten.

Im Vergleich zum Februar 2017 ($E_{\text{Ref Jan-Feb 2017}} = 547.055 \text{ kWh}$) ergibt sich ein Vorsprung im Stromertrag von 208,2% für die o.g. WEA der 3MW-Klasse.

Die überragende Position nimmt (*neu*) die WEA Typ „Vestas“ V126-3.3MW/NH137m im WP „Wülknitz-Streumen“ (MEI) mit 1.798.957 kWh ein. In windschwachen Monaten verdeutlicht sich das Potenzial der 3MW-Klasse noch viel stärker als in windstarken Monaten.

Ausgewählte Werte finden sich in den nachstehenden Auflistungen.

WP „Silberberg“ Mutzschen (L):

06.02.:	$e = (623 - 1.419) \text{ kWh/d}$	$\bar{e} = 1.026 \text{ kWh/(WEA*d)}$
22.02.:	$e = (14.597 - 45.950) \text{ kWh/d}$	$\bar{e} = 39.199 \text{ kWh/(WEA*d)}$
23.02.:	$e = (31.584 - 40.333) \text{ kWh/d}$	$\bar{e} = 37.225 \text{ kWh/(WEA*d)}$
26.02.:	$e = (29.580 - 40.412) \text{ kWh/d}$	$\bar{e} = 35.465 \text{ kWh/(WEA*d)}$

WP „Naundorf I“ (TDO):

02.02.:	$e = (330 - 1.265) \text{ kWh/d}$	$\bar{e} = 541 \text{ kWh/(WEA*d)}$
09.02.:	$e = (127 - 316) \text{ kWh/d}$	$\bar{e} = 230 \text{ kWh/(WEA*d)}$
22.02.:	$e = (37.995 - 39.892) \text{ kWh/d}$	$\bar{e} = 38.878 \text{ kWh/(WEA*d)}$
23.02.:	$e = (26.433 - 31.744) \text{ kWh/d}$	$\bar{e} = 29.171 \text{ kWh/(WEA*d)}$

Die ertragreichsten Tage des Monats waren in beiden WP's der 22./23.02.2017. Die windschwächsten Tage waren der 02./06./09.02.2017, die praktisch keine Einspeisungen generierten.

Werden die beiden Windparks nach dem spezifischen Stromertrag, bezüglich der ersten beiden Monate verglichen, so ergeben sich folgende Werte:

$$\bar{E}_{\text{WP „Silberberg“ (1-2)}} = 1.052.732 \text{ kWh/WEA}$$

$$\bar{E}_{\text{WP „Naundorf I“ (1-2)}} = 576.624 \text{ kWh/WEA}$$

Der WP „Silberberg“ speiste, bezogen auf den WP „Naundorf I“, die **1,83**fache Strommenge in die Netze ein. In beiden WP's gab es technisch bedingte Ausfälle, die in diesen Daten keine Berücksichtigung finden. Im korrigierten Zustand würde der Vorsprung des WP „Silberberg“ höher ausfallen.

Im WP „Silberberg“ Mutzschen (L) wäre theoretisch im Februar die folgende Windstrommenge möglich gewesen:

$$E_{\text{theo max}} = 10.752.000 \text{ kWh/mth}$$
$$E_{\text{real}} = 4.297.898 \text{ kWh/mth}$$

$$E_{\text{theo max 1-2}} = 22.656.000 \text{ kWh/2 Monate}$$

Der Monatsrealertrag fällt geringer aus. Die aus den o.g. Daten berechenbare Monatseffizienz beträgt $p_{\text{eff}} = 39,97\%$!

Der WP „Naundorf I“ (TDO) verfügt über fünf WEA der 2MW-Klasse. Theoretisch wäre die folgende Windstrommenge im Februar möglich gewesen:

$$E_{\text{theo max}} = 6.720.000\text{kWh/mth}$$

$$E_{\text{real}} = 1.533.997\text{kWh/mth}$$

$$E_{\text{theo max 1-2}} = 14.160.000\text{kWh/2 Monate}$$

Die aus den o.g. Daten berechenbare Monatseffizienz beträgt $p_{\text{eff}} = 22,83\%$!

p_{eff} [%]	Jan.	Feb.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sep.	Okt.	Nov.	Dez.	Σp_{eff} [kum.]
WP Silberberg	34,64	39,97											37,17
WP Naundorf I	18,13	22,83											20,36

Tab. 7: Auflistung der prozentualen Monatseffizienz der WP „Silberberg“ und „Naundorf I“

Hier das Monat- Februar-(Kumulativ)-Ranking 2MW-Klasse in Tab. 8:

WEA Typ/Standort	Monat Feb. E in [kWh]	WEA Typ/Standort	Jahresergebnis E_{kum} in [kWh]
1. E82-2,3MW/NH138m Sornzig/Ablaß/Jeese.	626.300	1. E82-2MW/NH138m Löbau (GR)	1.259.112
2. E82-2MW/NH108m Saidenberg (ERZ)	610.146	2. E82-2,3MW/NH138m Sornzig/Ablaß/Jeese.	1.239.112
3. E82-2MW/NH138m Bockwitz (L)	595.072	3. E82-2MW/NH138m Bockwitz	1.169.463
4. V90-2MW/NH105m Silberberg (GRM)	590.119	4. V90-2MW/NH105m Silberberg (GRM)	1.158.171
5. V90-2MW/NH125m Sitten (FG)	570.291	5. E82-2MW/NH108m Saidenberg (ERZ)	1.155.873
6. E82-2,3MW/NH138m SN (unbenannt 4)	531.558	6. V90-2MW/NH105m Sohland a.R. (GR)	1.144.597
7. E82-2,3MW/NH138m SN (unbenannt 3)	526.059	7. V90-2MW/NH125m Sitten (FG)	1.085.040
8. V90-2MW/NH105m Sohland a.R. (GR)	525.385	8. E82-2,3MW/NH138m SN (unbenannt 4)	1.084.431
9. E82-2MW/NH138m Löbau (GR)	512.818	9. E82-2,3MW/NH138m SN (unbenannt 3)	1.042.562
10. MM92-2MW/NH100m Mißlareuth (V)	484.840	10. MM92-2MW/NH100m Mark-Sahnau (Z)	982.818
11. E82-2MW/NH138m Erlau (FG)	464.691	11. E82-2MW/NH138m Erlau (FG)	954.354
12. MM92-2MW/NH100m Mark-Sahnau (Z)	455.111	12. MM92-2MW/NH100m Mißlareuth (V)	950.896
13. MM92-2MW/NH80m DL-Mochau (FG)	391.601	13. MM92-2MW/NH80m DL-Mochau (FG)	803.525
R. V80-2MW/NH67m Naundorf (TDO)	3153.470	R. V80-2MW/NH67m Naundorf (TDO)	547.055

Tab. 8: Auflistung der Februar- und Kumulativ-Jahresstromerträge 2017

Hier das Monat- Februar-(Kumulativ)-Ranking 3MW-Klasse in Tab. 9:

WEA Typ/Standort	Monat Feb. E in [kWh]	WEA Typ/Standort	Jahresergebnis E _{kum} in [kWh]
1. V126-3.3MW/NH137m Streumen (MEI)	871.450	1. V126-3.3MW/NH137m Streumen (MEI)	1.798.957
2. V126-3.3MW/NH137m Streumen (MEI)	870.101	2. 3,2M114/NH143m Mark-Sahnau (Z)	1.707.618
3. E101-3MW/NH135m RIE-Mautitz	805.884	3. V126-3.3MW/NH137m Streumen (MEI)	1.697.824
4. 3,2M114/NH143m Mark-Sahnau (Z)	805.376	4. E101-3MW/NH135m Erzgebirge	1.661.282
5. E101-3MW/NH135m Erzgebirge	804.385	5. 3,2M114/NH93m SN (unbenannt 5)	1.564.293
6. E101-3MW/NH135m Erlau 2 (FG)	791.889	6. E101-3MW/NH135m RIE-Mautitz 7 (MEI)	1.558.547
7. E101-3MW/NH135m RIE-Mautitz 8 (MEI)	780.861	7. E101-3MW/NH135m Erlau (FG)	1.546.234
8. E101-3MW/NH135m Erlau (FG)	779.850	8. E101-3MW/NH135m RIE-Mautitz (MEI)	1.536.979
9. E101-3MW/NH135m RIE-Mautitz 7 (MEI)	779.079	9. 3,2M114/NH93m SN (unbenannt 6)	1.493.099
10. V112-3MW/NH140m Lippoldsrub 1 (Z)	760.606	10. V112-3MW/NH140m Lippoldsrub 1 (Z)	1.492.609
11. 3,2M114/NH93m SN (unbenannt 6)	712.238	11. V112-3MW/NH140m Lippoldsrub 2 (Z)	1.456.952
12. V112-3MW/NH140m Lippoldsrub 3 (Z)	687.448	12. V112-3MW/NH140m Lippoldsrub 3 (Z)	1.448.054
13. V112-3MW/NH140m SN (unbenannt 9)	678.322	13. V112-3MW/NH140m Thierfeld (Z)	1.306.127
14. E101-3MW/NH135m Streumen (MEI)	646.578	14. V112-3MW/NH140m SN (unbenannt 10)	1.269.843
15. V112-3MW/NH140m SN (unbenannt 10)	642.684	15. V112-3MW/NH140m SN (unbenannt 9)	1.239.848
16. V112-3MW/NH140m Thierfeld (Z)	639.658	16. E101-3MW/NH135m Streumen (MEI)	1.193.557
R. V80-2MW/NH67m Naundorf (TDO)	315.470	R. V80-2MW/NH67m Naundorf (TDO)	547.055

Tab. 9: Auflistung der Februar- und Kumulativ-Jahresstromerträge 2017

Anmerkung:

Die Tabellen enthalten nicht alle WEA, die monatlich erfasst werden!

WP „Silberberg“ 01.01.-28.02.	Strommenge WP in [kWh]	Anteil in [%]	Strommenge beste WEA in [kWh]	Anteil in [%]
2008	12.629.175	100	1.676.745	100
2009	8.406.240	66,56	1.122.645	66,95
2010	6.793.231	53,79	917.236	54,70
2011	9.251.428	73,25	1.238.622	73,87
2012	11.495.080	91,02	1.537.660	91,71
2013	7.161.970	56,71	970.792	57,90
2014	10.247.558	81,14	1.455.234	86,79
2015	9.917.179	78,53	1.391.418	82,98
2016	10.114.131	80,09	1.465.207	87,38
2017	8.421.857	66,67	1.158.171	69,07

Tab. 10: Vergleich der Windstromerträge 01.01. – 28.02. für den WP „Silberberg“ (Grimma/L)

WP „Naundorf I“ 01.01.-28.02.	Strommenge WP in [kWh]	Anteil in [%]	Strommenge Referenz- WEA in [kWh]	Anteil in [%]
2008	5.422.370	100	1.054.667	100
2009	2.957.737	54,56	560.728	53,17
2010	2.571.041	47,42	479.926	45,50
2011	3.729.354	68,78	723.092	68,56
2012	5.412.838	99,82	1.092.189	103,57
2013	3.300.519	60,87	638.467	67,49
2014	3.521.839	64,95	657.279	62,32
2015	3.891.102	71,76	873.980	82,87
2016	4.312.432	79,53	876.255	83,08
2017	2.883.122	53,17	547.055	51,87

Tab. 11: Vergleich der Windstromerträge 01.01. – 28.02. für den WP „Naundorf I“ (Oschatz/TDO)

Für den WP „Silberberg“ (Tab. 10) betragen die kumulierten Februar-Werte rund **66,6** bis **69,1%**. Im WP „Naundorf I“ (Tab. 11) kommen die kumulierten Stromerträge auf rund **53,2** bis **51,9%**.

Die [Abb. 44] beinhaltet den Vergleich zwischen der besten Einzel-WEA aus dem WP „Silberberg“ und der Referenz-Anlage aus dem WP „Naundorf I“. Der Vorsprung der WEA V90-2MW/NH105m beträgt nach Ablauf Februar $\Delta E \triangleq$ **[+111,7%]**!

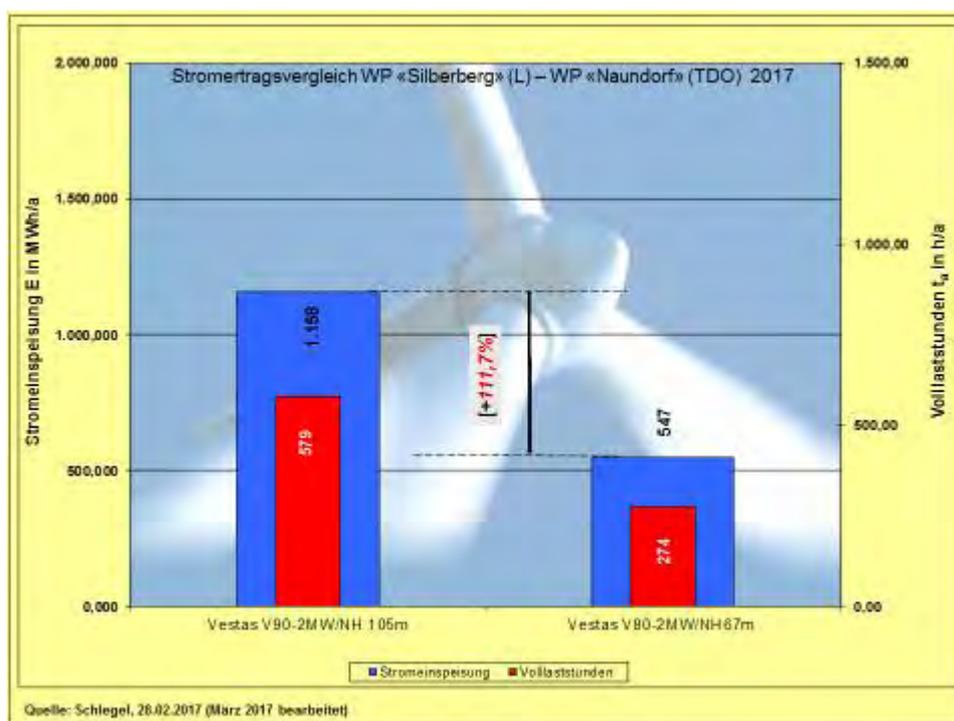


Abb. 44: Stromertragsvergleich V90-2MW/NH105m – V80-2MW/NH67m (Referenz-WEA)

Mit [Abb. 45] findet eine Erweiterung statt, da ebenfalls eine WEA der 3MW-Klasse der Referenz-WEA gegenüber gestellt wird. Die WEA 3,2M114/NH143m im WP „Mark-Sahnau“ (Z) schafft einen kumulativen Ertragsvorsprung von $\Delta E \triangleq$ **[+212,1%]** nach dem zweiten Jahresmonat

Auch die kumulativ von 1 bis 10 stehenden 3MW-WEA, die im Durchschnitt bei 1.605.744kWh liegen, kommen auf ein Plus von $\Delta E \triangleq$ **[+193,5%]**.

Aufgrund der zahlreichen windschwachen Tage ist die Referenz-WEA bereits in ersten zwei Jahresmonaten deutlich ins Hintertreffen geraten.

Wie könnten eigentlich noch bessere Aussagen gewonnen werden, als durch die vorliegenden Zahlen?

Normalerweise müssten die Regionalen Planungs- und Genehmigungsbehörden aus den grafisch aufbereiteten Daten sichere Schlüsse zur Durchsetzung der Energiewende ziehen!

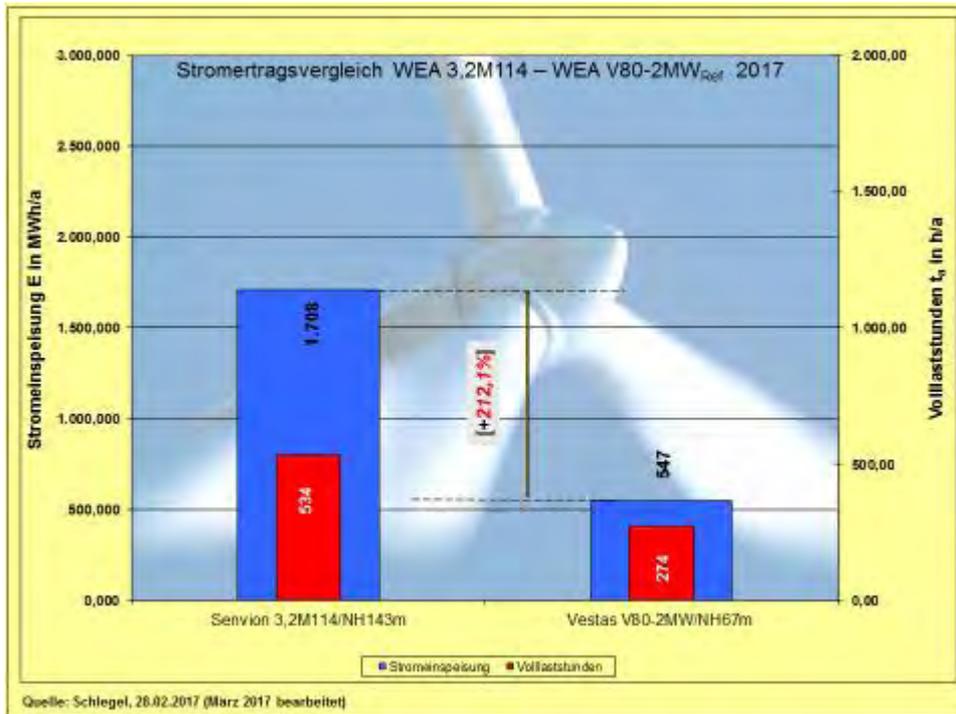


Abb. 45: Stromertragsvergleich WEA-3MW-Klasse - V80-2MW/NH67m (Referenz-WEA)

Die [Abb. 46] wird aufgrund ihrer Struktur erst in der zweiten Jahreshälfte aussagefähig. Zumindest werden die monatlichen Tendenzen aus den Balken ablesbar. Aus der Grafik gehen die technisch bedingten Verluste nicht hervor.

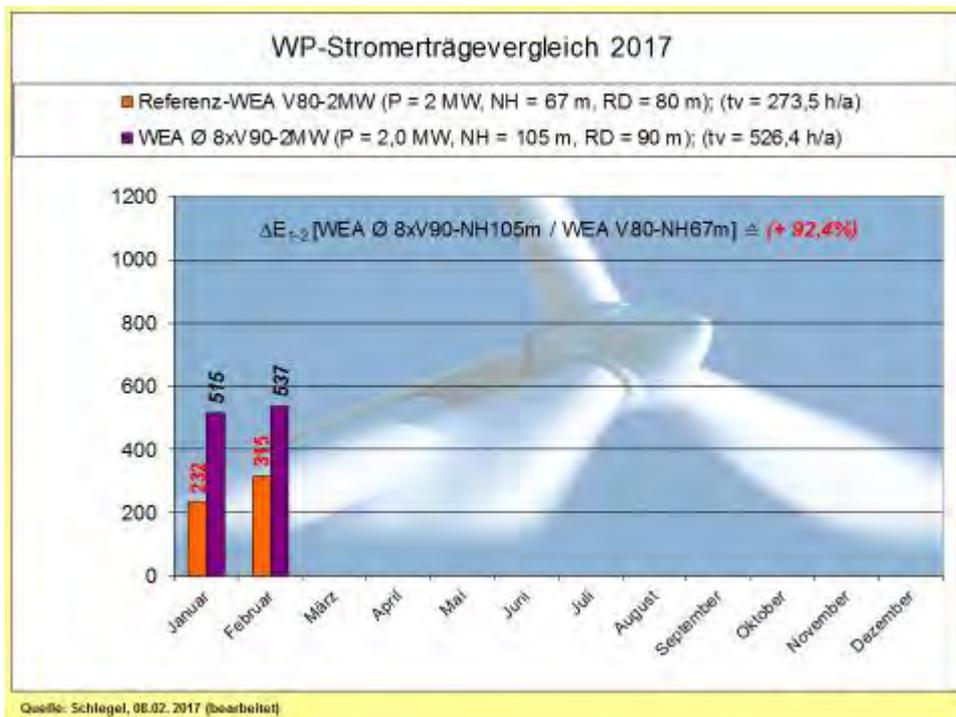


Abb. 46: Monatsstromerträge-Vergleich in MWh, (Volllaststunden pro Jahr als Realertrag) Referenz-WEA V80 mit Durchschnitt des WP „Silberberg“

Nachfolgend die Grafiken der Stromerträge in den [Abb. 47 bis 57] sowie dazugehörige verbale Ausführungen. Die Daten der Referenz-WEA sind nur in den [Abb. 47 und 48] enthalten. Die weiteren Grafiken enthalten diese nicht mehr, beziehen sich aber auf die Referenz-WEA V80-2MW/NH67m. D.h.: Alle Prozentangaben beziehen sich auf die Referenzmaschine.

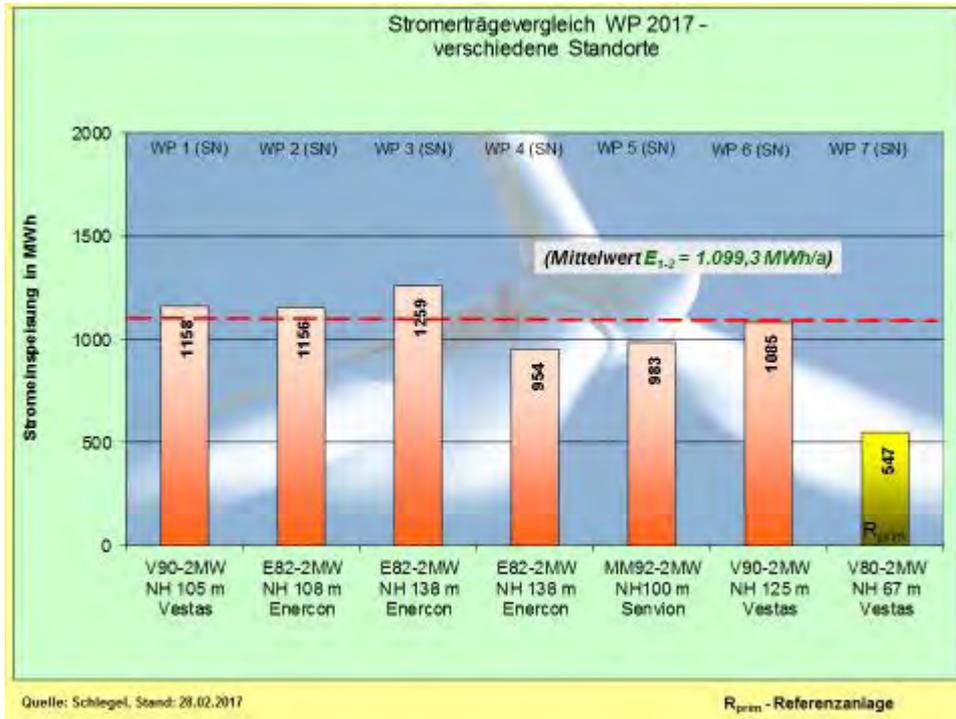


Abb. 47: Stromerträge-Vergleich von WEA im Sachsenquerschnitt (Februar)



Abb. 48: Stromerträge-Vergleich - prozentual und nach Volllaststunden (Februar)

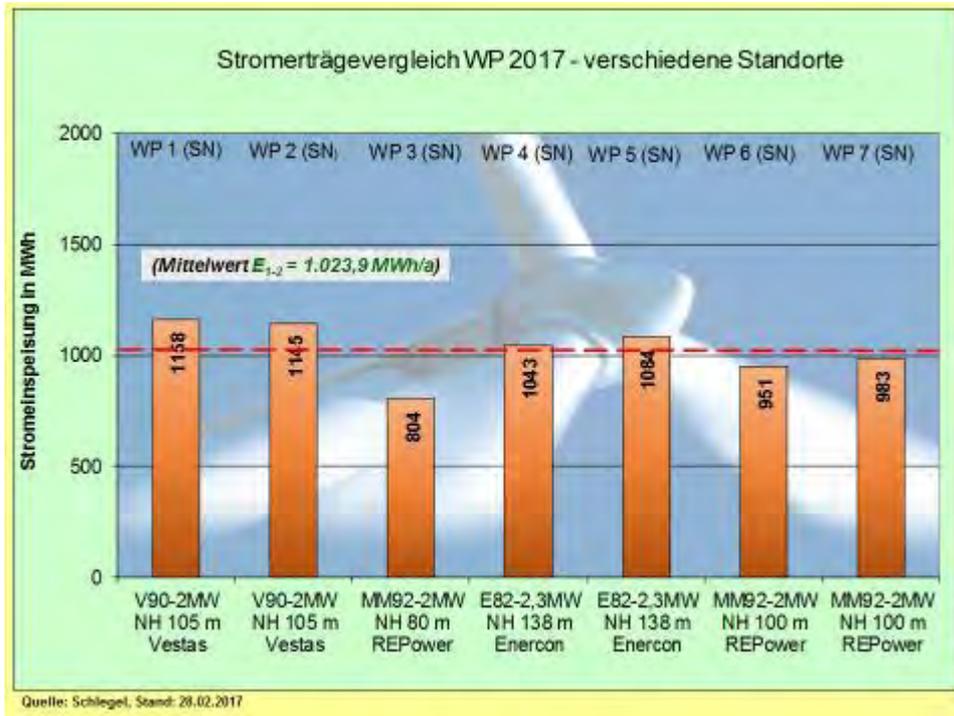


Abb. 49: Stromerträge-Vergleich von WEA im Sachsenquerschnitt (Februar)

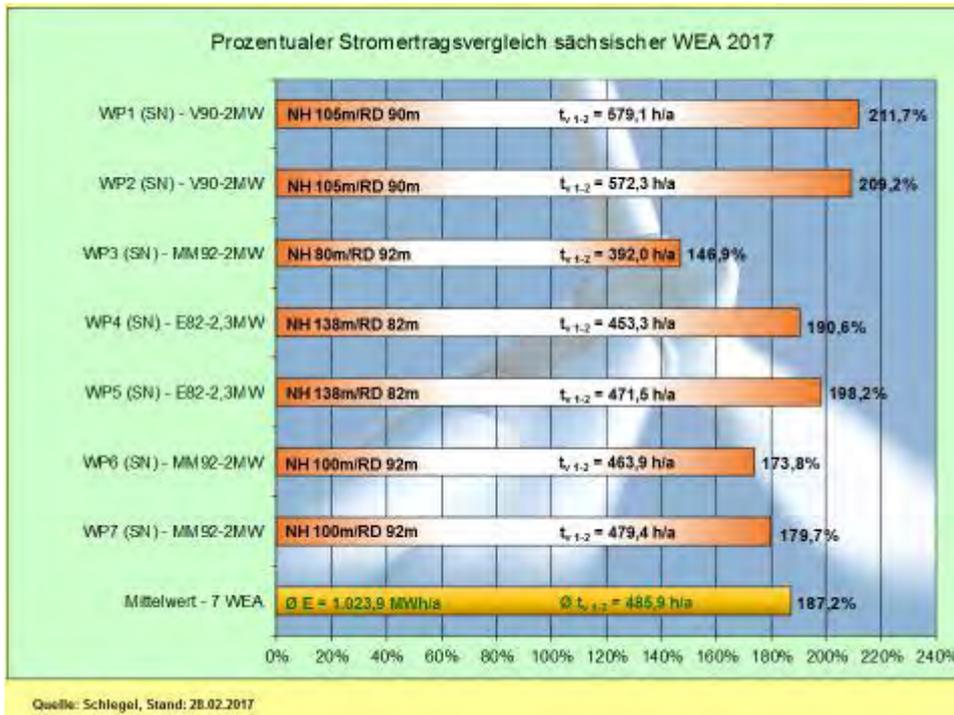


Abb. 50: Stromerträge-Vergleich - prozentual und nach Volllaststunden (Februar)

Die [Abb. 49 und 50] beinhalten drei WEA an unbenannten Standorten [WP3], [WP4], [WP5] in Sachsen. Am Standort [WP3] MM92-2MW/NH80m wird der ausgeprägte negative Effekt wegen der geringen Nabenhöhe von 80m krass sichtbar. Der Standort [WP6] zeigt Ertragsverluste, die auf Rotorblattvereisung zurückzuführen sind.



Abb. 51: Stromerträge-Vergleich von WEA im Sachsenquerschnitt (Februar)



Abb. 52: Stromerträge-Vergleich - prozentual und nach Volllaststunden (Februar)

Die [Abb. 51 und 52] beinhalten zwei WEA an unbenannten Standorten [WP4], [WP5] in Mittelsachsen. In den Grafiken [Abb. 52 und 52] wird die 2MW-Klasse direkt mit der 3MW-Klasse verglichen. Die Standorte [WP4] und [WP5] gehören zur 3MW-Klasse, bleiben auf Betreiberforderung, wie auch in einigen anderen Fällen, unbenannt. Die Ergebnisse des Standortes [WP7] wurden mehrfach hervorgehoben.

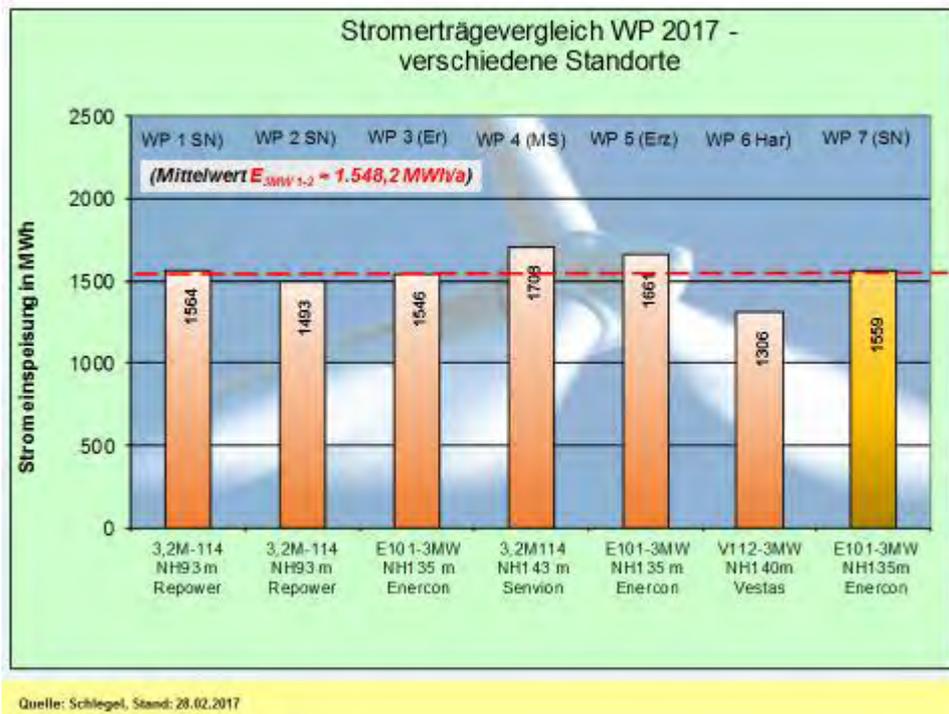


Abb. 53: Stromerträge-Vergleich von WEA im Sachsenquerschnitt (Februar)

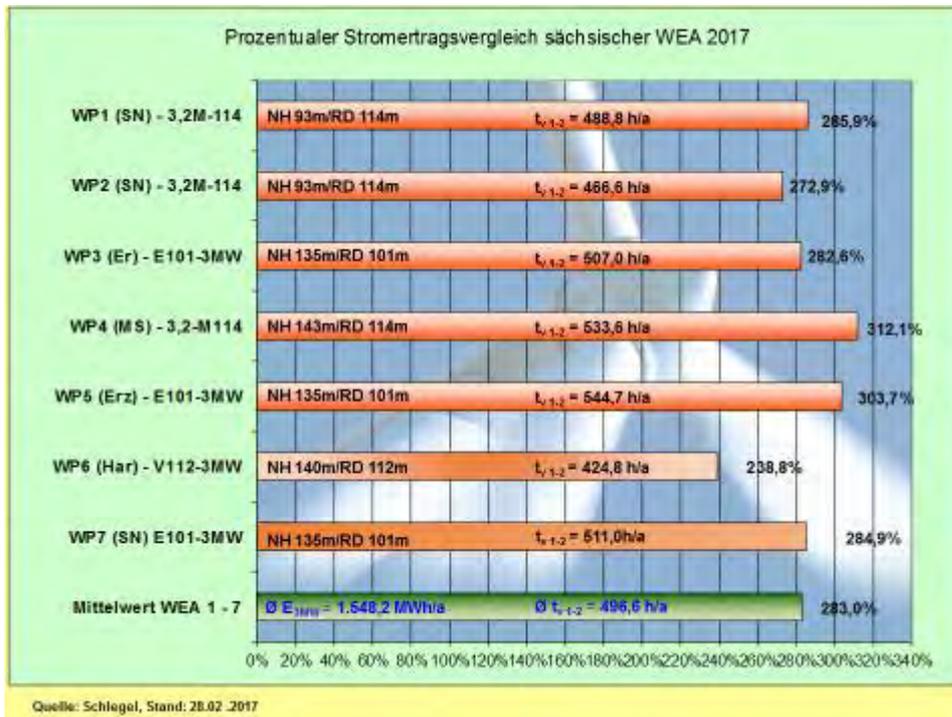


Abb. 54: Stromerträge-Vergleich - prozentual und nach Volllaststunden (Februar)

Mehrere Diagramme beinhalten ausschließlich den Vergleich von WEA der 3MW-Klasse. So, wie schon die vorhergehenden Technologie-Generierungen nicht die gleichen Stromerträge erbrachten, bilden sich auch in der 3MW-Klasse mehr oder weniger große Differenzen aus.

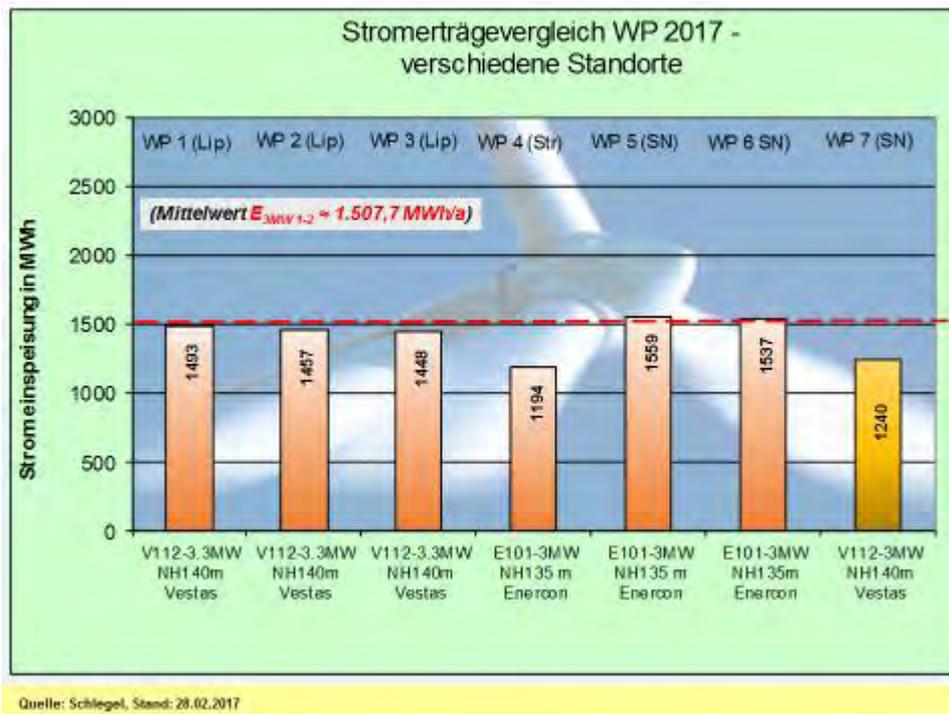


Abb. 55: Stromerträge-Vergleich von WEA im Sachsenquerschnitt (Februar)

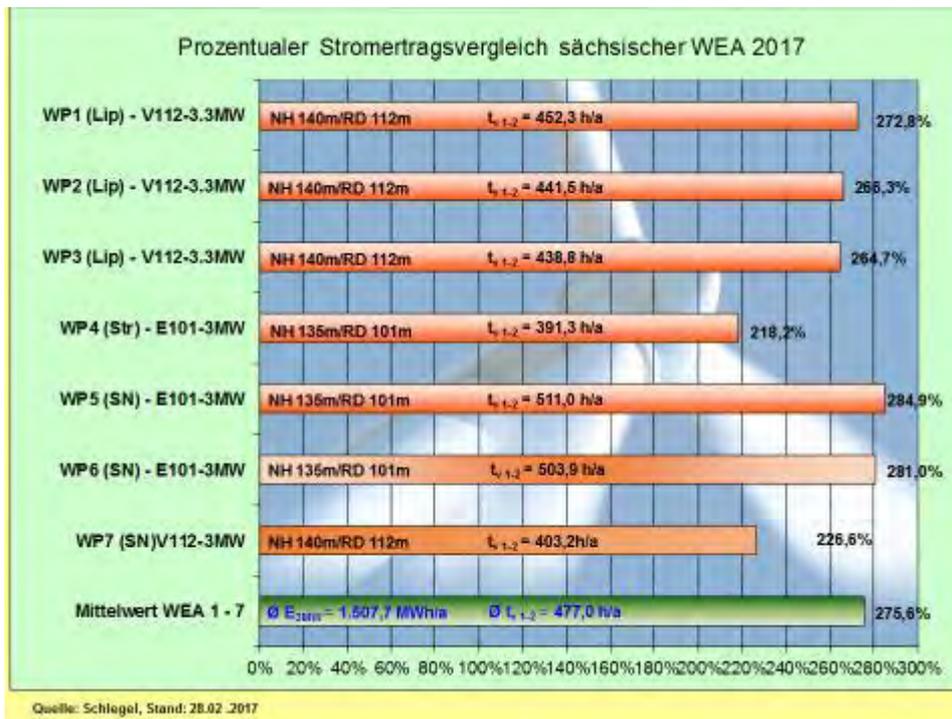


Abb. 56: Stromerträge-Vergleich - prozentual und nach Volllaststunden (Februar)

Diese Langzeitstudie bietet, sowohl den Regionalen Planungsverbänden, als auch insbesondere der Windenergiebranche, genügend Daten, um positive Entscheidungen für Investitionen in die fortgeschrittenen WEA-Technologien zu fällen. Die Grafik in [Abb. 57] stellt eine Neuzusammenstellung dar. Die WEA [WP 5] und [WP 6] stehen im WP „Wülknitz-Streumen“ (MEI) und weisen Ertragsunterschiede von 50,7% auf. Offensichtlich wirkt sich die RD-Differenz von 25m sehr ertragssteigernd aus.

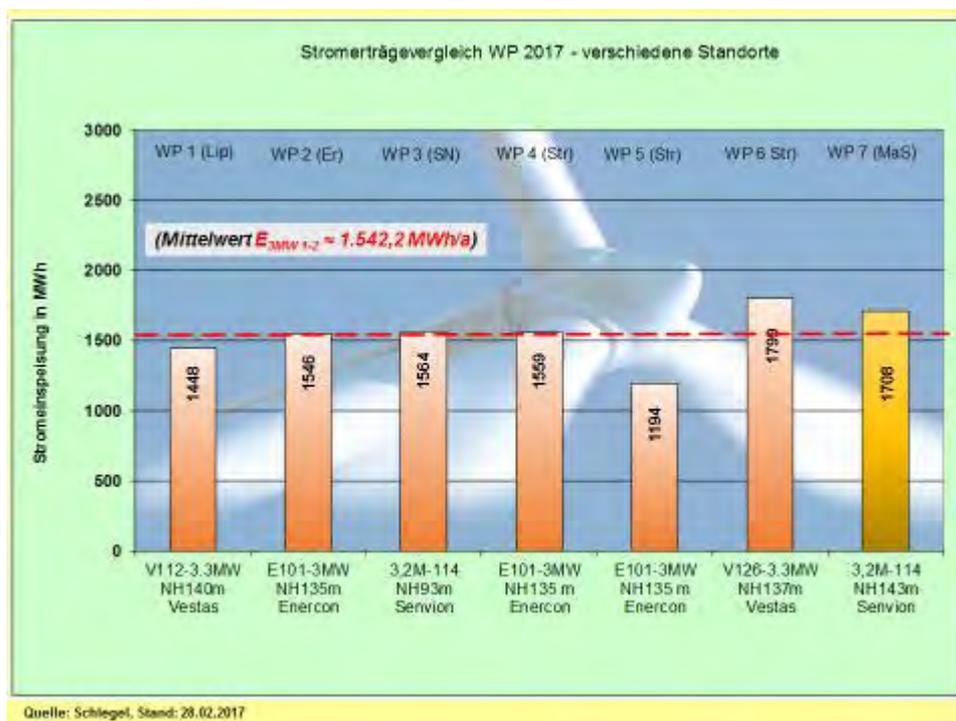


Abb. 57: Stromerträge-Vergleich – 3MW-Klasse (Februar)

Ein direkter Vergleich von 9/26 in Betrieb befindlichen 3MW-WEA im Februar in [Tab. 12]:

WEA-Typ/ Standort	Stromertrag $E_{\text{theo max}}$ in [kWh/mth]	Stromertrag E_{real} in [kWh/mth]	Monateffizienz p_{eff} in [%]
WP Erlau E101-3MW/135m	2.049.600	791.889	38,64
WP SN (unbenannt) W1:3,2M114/93m	2.150.400	779.850	36,26
WP SN (unbenannt) W2:3,2M114/93m	2.150.400	780.861	36,31
WP Mark-Sahnau 3,2M114/143m	2.150.400	805.376	37,45
WP Thierfeld V112-3MW/140m	2.066.400	666.469	32,25
WP Erzgebirge) E101-3MW/135m	2.049.600	804.385	37,76
WP Lippoldsrh V112-3.3MW/140m	2.217.600	760.606	31,26
WP RIE-Mautitz E101-3MW/135m	2.049.600	805.884	33,40
WP Streumen V126-3.3MW/137m	2.217.600	871.450	37,78

Tab. 12: Vergleich der Monateffizienz (Februar) von 9/26 in Betrieb befindlichen WEA der 3MW-Klasse

Nachfolgend eine weitere Bewertungsmöglichkeit mit der 2MW-Klasse in [Tab. 13]:

WEA-Typ	Stromertrag E ₁₋₂ in kWh	WEA-Typ	Stromertrag E ₁₋₂ in kWh	Differenz ΔE in %
WP Erlau E101-3MW/135m	754.345	WP Erlau E82-2MW/138m	489.663	+54,1
WP Erlau E101-3MW/135m	754.345	WP Silberberg V90-2MW/105m	568.052	+32,8
WP Erlau E101-3MW/135m	754.345	WP SN (unbenannt) 3,2M114/93m	784.443	-3,8
WP Mark-Sahnau 3,2M114/143m	902.242	WP SN (unbenannt) 3,2M114/93m	784.443	+15,0
WP Mark-Sahnau 3,2M114/143m	902.242	WP Silberberg V90-2MW/105m	568.052	+58,8
WP SN (unbenannt) 3,2M114/93m	784.443	WP Silberberg V90-2MW/105m	568.052	+38,1
WP Streumen V126-3.3MW/137m	927.507	WP Silberberg V90-2MW/105m	568.052	+63,3
WP Erzgebirge E101-3MW/135m	856.897	WP Silberberg V90-2MW/105m	568.052	+50,8

Tab. 13: Prozentualer Vergleich zwischen ausgewählten WEA der 3MW- und 2MW-Klasse (2 Monate)

Das angelaufene Windjahr 2017 ist nach den bisherigen Ergebnissen weit weg von den in zurückliegenden Jahren häufiger auftretenden starken Windfeldern. Mit den „binnenlandoptimierten“ WEA der 2./3. Generation können zwar nicht alle Nachteile des fluktuierenden Energieträgers **Wind** ausgeglichen werden, dennoch ist es aus Autorensicht unbedingt notwendig, schnellstens die politischen Weichen für diesen Ausbau zu stellen.

Die bisher vom Autor vertretene These, dass die 3MW-WEA-Klasse ein Erfolgskonzept wird, bestätigt sich jetzt in der Realität mit den Stromerträgen. Es darf erwartet werden, dass möglichst viele Investoren aus den generierten Stromerträgen der neuen Binnenland-Technologieklasse die Überzeugung gewinnen, dass genau mit solchen Windenergieanlagen der **wichtigste Stützpfiler** zum Gelingen der Energiewende zur Verfügung steht. In diesem Zusammenhang ergeht der Hinweis, dass nicht alle Anlagen der 3MW-Klasse für die verschiedenen Standorte gleich gut geeignet sind. Die bisher vorliegenden Erfahrungen zeigen, dass vor allem die WEA mit den größten Rotordurchmessern punkten. Die Entwicklung für Schwachwindgebiete im Binnenland geht eindeutig zu größeren Rotordurchmessern in der Größenordnung RD = (126 – 141)m hin. Neben größeren Rotordurchmessern sollten unbedingt auch die jeweils typgrößten Nabenhöhen in die Planungen einbezogen werden.

Die ständige monatliche Wiederholung der vorstehenden These wird vom Autor ganz bewusst vorgenommen.

4. Neuerrichtungen, Fortschritte und Ausblick in der sächsischen Windenergienutzung

Zu Beginn dieses Kapitels erfolgt eine kleine Korrektur in Bezug auf die Jahresstudie 2016. Der Bestand der sächsischen WEA zum 31.12.2016 musste in einer Position verändert werden [Abb. 58]. Im Vogtland wurde eine WEA mit 1,5MW Leistung außer Betrieb genommen.

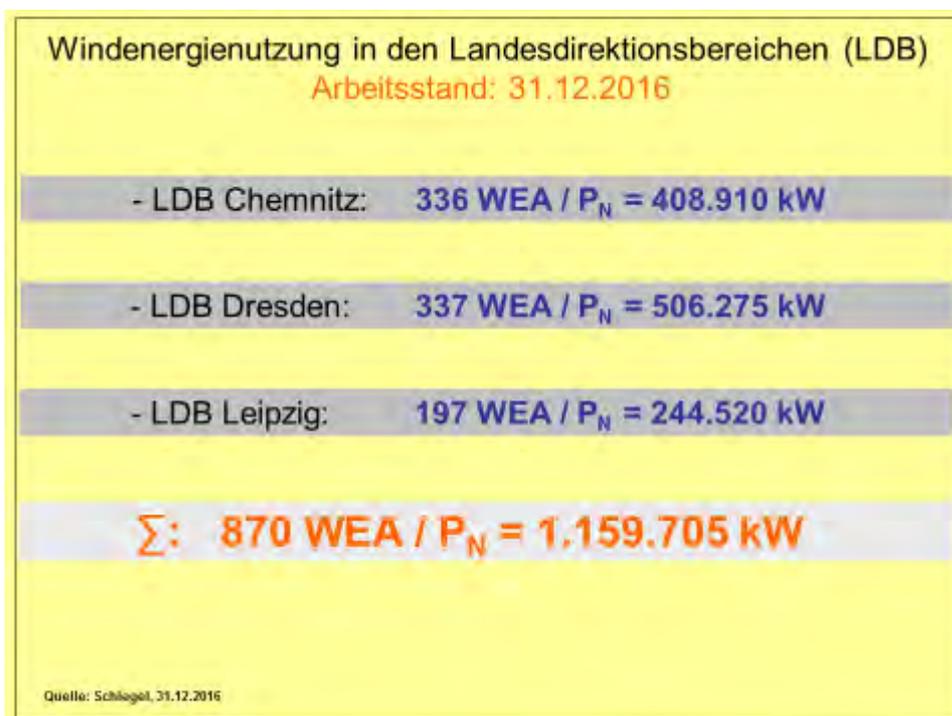


Abb. 58: Arbeitsstand Windenergienutzung Sachsen 31.12.2016

Genehmigte WEA in Sachsen 2016 – Typ/Leistung/Nabenhöhe/Rotordurchmesser				
WEA-Typ	Leistung P_N [kW]	Nabenhöhe NH [m]	Rotordurchmesser RD [m]	Anzahl n [-]
Enercon				
E53-800kW	800	73	53	4
E70-2.3MW	2.300	84	71	1
E92-2.3MW	2.350	130	92	1
E92-2.3MW	2.350	75	92	1
E92-2.3MW	2.350	108	92	1
Senvion				
MM100	2.000	80	100	2
3.4M114	3.570	143	114	8
Siemens				
SWT-3.2MW113	3.200	89	113	1
SWT-3.2MW113	3.200	91	113	2
SWT-3.6MW130	3.600	85	130	1
SWT-3.6MW130	3.600	135	130	7
Vestas				
V112-3.3MW	3.300	110	112	1
V117-3.45MW	3.450	111.5	117	1
V125-3.3MW	3.300	127	125	1
V125-3.3MW	3.300	118	125	2
Summe	91.820	[5.713]	[3.429]	32
Durchschnitt	ØP=2.869,4kW/WEA	ØNH=116,0m ¹⁾	ØRD=107,2m ¹⁾	

Quelle: Schlegel, Stand 31.12.2016 ¹⁾ Ø NH und Ø RD gewichtet berechnet.

Abb. 59: Vorliegende WEA-Genehmigungen Sachsen 31.12.2016

Die tabellarische Übersicht in [Abb. 59] enthält 32 WEA-Genehmigungen mit differenzierten Angaben zu den Anlagen. Nach wie vor versuchen Regionalplanung und Genehmigungsbehörden durch Begrenzung der Nabenhöhen oder der Gesamthöhen die wirtschaftliche Windenergienutzung in Sachsen zu unterlaufen. Von den genehmigten 32 WEA sind bis 28.02.2017 insgesamt vier Anlagen in Betrieb gegangen [Abb. 60, 61, 62]. Sachsen steht praktisch am Ende der Flächenländer.



Abb. 60: Teilansicht des WP „Naundorf“ (TDO) mit Erweiterungen



Abb. 61: WP „Naundorf“ (TDO) – aus Westen im Endzustand

Die letzten Erweiterungen des WP „Naundorf“ legen die Verhinderungspraxis von Regionalplanung und Genehmigungsbehörden beispielhaft offen. Drei Siemens-WEA mit einer jeweiligen Nennleistung von 3,2MW und einem Rotordurchmesser von 113m durften nur mit Nabenhöhen zwischen 89m und 91m errichtet werden, obwohl der Abstand zur nächsten Wohnbebauung zwischen 890m und 910m beträgt. Diese Praxis lässt sich als „10H-Regelung“ über die Hintertür bezeichnen.

Ein Energie-Redakteur wollte es genauer wissen und fragte in der Genehmigungsbehörde LRA Nordsachsen an. Dort bekam er die Antwort, dass der Investor nur diese o.g. Nabenhöhen beantragt hätte. Diese Aussage ist zwar richtig, aber unvollständig und deshalb verzerrt. Dem Investor war vom Regionalen Planungsverband Leipzig-West Sachsen verbindlich mitgeteilt worden, dass nur die Nabenhöhen mit (89 – 91) m zulässig wären.

Aus Autorsicht handelt es sich eindeutig um ein bewusstes Unterlaufen der Energiewende. Leider gibt es keine Möglichkeit Sanktionen gegen die Regionalplaner, bzw. gegen die wahrscheinlichen Urheber die Landräte, zu verhängen. **Da die Lösung der Klima- und Energiefrage existenzielle Bedeutung gewonnen hat, zeichnen sich hier die Grenzen der Demokratie ab.**

Die Agrargenossenschaft „Bergland“ in Clausnitz, Lkr. Mittelsachsen hatte bereits im vergangenen Jahr mit einem Repowering-Projekt begonnen. Zurückgebaut wurde eine technologisch völlig veraltete WEA Vestas V 39 und gegen eine WEA Enercon E 70 ersetzt [Abb. 62]. Technologisch gehört dieser Typ längst zu einer überholten Klasse, aber die Investoren mussten sich für das Machbare entscheiden. Die Genossenschaft profitiert von diesem Projekt, da es sich einerseits in den vorhandenen Energiepark einbindet und andererseits zur verbesserten wirtschaftlichen Situation der Genossenschaft beiträgt.



Abb. 62: WP „Clausnitz“ (FG) – Repowering V 39 gegen E 70

Nach vorliegendem Kenntnisstand befinden sich derzeit drei WEA im Bau, darunter zwei Neuerbauten im WP „Großbardau“, einem Ortsteil von Grimma (L). In Großbardau baut ein Leipziger Investor WEA vom Typ Senvion 3,4M-114 mit einer Nabenhöhe von NH143m. Dieser Realisierung ging ein jahrelanger Kampf mit Planern und Naturschützern um das Projekt

voraus. Einmal wurde der Milan als Verhinderungsfakt gesichtet, ein andermal tauchte der Schwarzstorch auf. Schließlich gab es weder Milan noch Schwarzstorch in dem besagten Gebiet. Voraussichtlich gehen die Anlagen bis Ende April 2017 an das Netz.

Wiederholt hat sich der Studienautor für die Ausarbeitung und Verabschiedung eines **Klimaschutzgesetzes** in Sachsen stark gemacht. Bisher haben die fünf Bundesländer *Nordrhein-Westfalen, Rheinland-Pfalz, Schleswig-Holstein, Hessen* und *Baden-Württemberg* ein solches Gesetz verabschiedet. Derzeit wird in *Thüringen* als sechstem Bundesland an einem solchen Gesetz gearbeitet. Dankenswerter Weise hat die sächsische LTF Bündnis 90/Die Grünen 2016 einen Gesetzentwurf in den Landtag eingebracht. Im Bund sperrt sich CDU/CSU-Fraktion gegen ein Klimaschutzgesetz und findet in der sächsischen CDU-Fraktion die perfekten Nachahmer.

Wie ist diese CDU/CSU-Blockade mit der einstimmigen Ratifizierung des Weltklimaabkommens von 2015 im Deutschen Bundestag zu verstehen? Deutschland muss seine vertraglich eingegangenen Klimaschutzverpflichtungen erfüllen. Besonders hilfreich wäre es, wenn sich die deutschen Naturschutzverbände mit Vehemenz für den gesetzlichen Klimaschutz einsetzen würden.

Autor:



FSD Dipl.-Ing. Hans-Jürgen Schlegel
Referent Klimaschutz a. D.

Döbeln, 7. April 2017