

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

- Monatsbericht Mai 2017 -

1. Wetter- und Klimabetrachtung Mai 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 nach dem abgeklungenen „El Nino“ eine gewisse Neutralität ausbildet, dürfte es nicht erneut zum Temperaturrekord kommen. Nach fünf Monaten deutet sich immer noch ein hohes globales Temperaturniveau an, so dass 2017 auf dem dritten Platz landen wird. Für die Weltgemeinschaft wird es immer schwerer, 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, denn die CO₂-Emissionen bleiben global sehr hoch.

Am 15.06.2017 verkündeten NASA und am 19.06.2017 NOAA ihre jeweiligen Mai-Daten, die wie meistens etwas geringfügig differieren. Sowohl nach NASA, als auch nach NOAA, wurde für den Mai eine positive Temperaturabweichung festgestellt. Bezogen auf den Referenzzeitraum 1951 – 1980 ermittelte die NASA Abweichungen von $\Delta T_{\text{glob Mai}} = [0,88\text{K}]$ und die NOAA kam auf $\Delta T_{\text{glob Mai}} = [0,83\text{K}]$ [Abb. 1]. Damit avanciert der Mai 2017 nach NASA zum zweitwärmsten und nach NOAA zum drittwärmsten Mai seit 1880. Der global kälteste Mai wurde von NASA für das Jahr 1909 und von NOAA für das Jahr 1911 ermittelt. Diese kühleren Mai-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)	Mai 2017	+0,88°C ¹⁾
3th	Warmest (since 1880)	Mai 2017	+0,83°C ²⁾
2th	Warmest (since 1880)	Jan.-Mai 2017,	+0,97°C ¹⁾
2th		Jan.-Mai 2017	+0,92°C ²⁾
1th		Jan.-Mai 2016	+1,14°C ¹⁾
3th		Jan.-Mai 2015,	+0,82°C ¹⁾
xth		Jan.-Dez. 2017	+x,xx°C ¹⁾
xth		Jan.-Dez. 2017	+x,xx°C ²⁾
1th	Coolest (since 1880)	Jan.-Mai 1911, 1911 ²⁾	-0,57°C ¹⁾ -0,52°C ²⁾

Quelle: NASA/GISS, 15.06.2017 / NOAA 19.06.2017; (Schlegel, bearb.)

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

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

Die NOAA-Grafik in [Abb. 2] verdeutlicht die relativ geringen Abstände zu den Monaten Mai in den letzten Jahren. Gleichfalls dokumentiert sich das insgesamt hohe globale Temperaturniveau gegenüber den früheren Mai-Monaten. Nach fünf Monaten kann zwar über den Jahresausgang nur spekuliert werden, dennoch deutet alles darauf hin, dass das globale Temperaturniveau auch 2017 sehr hoch ausfallen wird. Der Durchschnitt von **fünf Monaten 2017 kratzt an der 1K-Marke**.

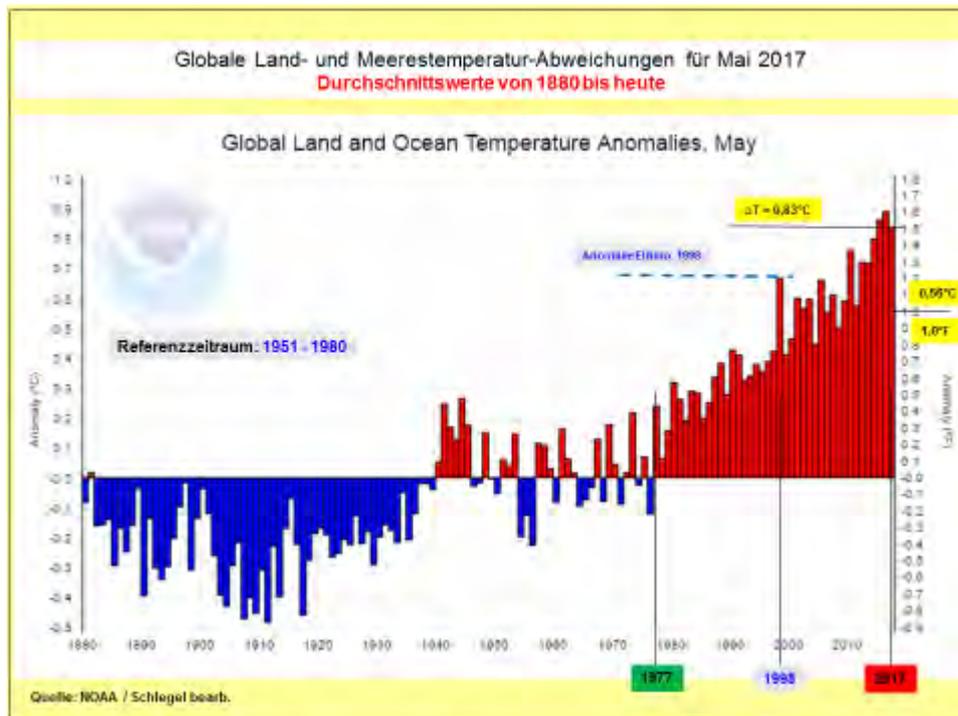


Abb. 2: Globale Temperaturentwicklung im Zeitraum Mai 2017 nach NOAA

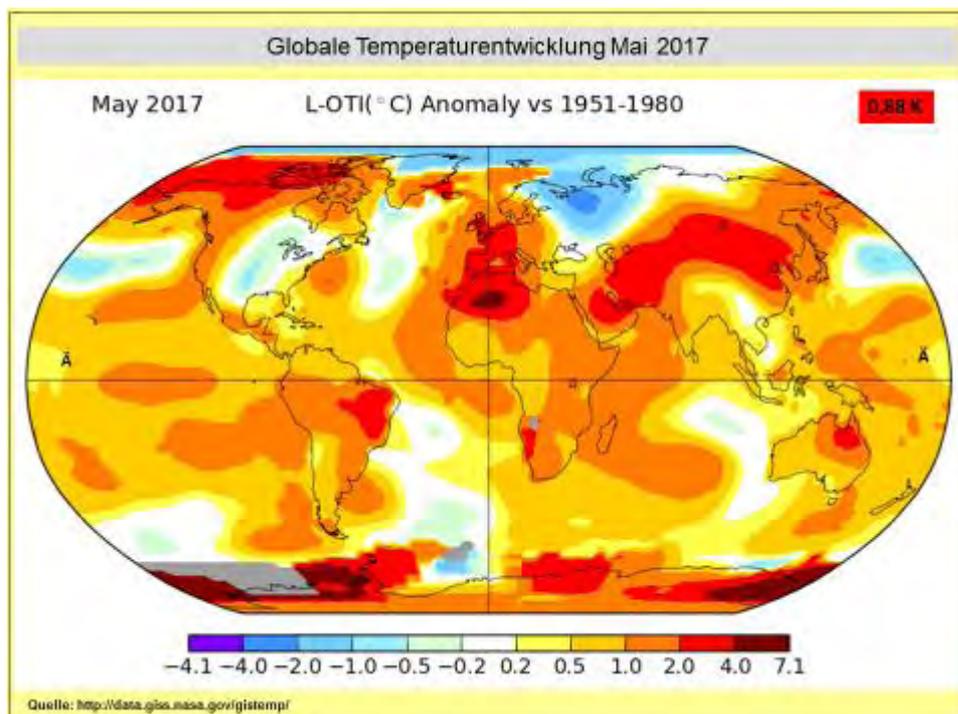


Abb. 3: Globale Temperaturentwicklung im Mai 2017 nach NASA

In diesem Zusammenhang ist es erwähnenswert, dass die größten positiven Abweichungen seit längerer Zeit auf der Landmasse der Nordhemisphäre ermittelt wurden. Im Zeitraum Mai betragen die Abweichungen $\Delta T_{\text{Nord Land Mai}} = [1,15\text{K}]$, was im Ranking Nr. 8 bedeutet. Die schnellere Erwärmung der Nordhemisphäre verdeutlicht auch die Anomaliekarte der NASA [Abb. 3]. Größere Gebiete von Sibirien, Nordkanada und USA weisen Erwärmungsraten bis $\Delta T_{\text{max}} \geq 4^{\circ}\text{C}$ auf. Bei näherer Betrachtung der Anomaliekarte Mai 2017 [Abb. 3] zeigt diese weitere Besonderheiten auf. In Nordwestrussland und Teilen von Skandinavien hat sich eine „Kälteinsel“ entwickelt. Die Durchschnittstemperatur sackte dort bis $\Delta T_{\text{min}} \approx 4^{\circ}\text{C}$ ab. Diese Feststellung gilt auch für das unmittelbare polare Dach, mit der Folge, dass der Abschmelzprozess des nordpolaren Meereises etwas langsamer verläuft [Abb. 4].

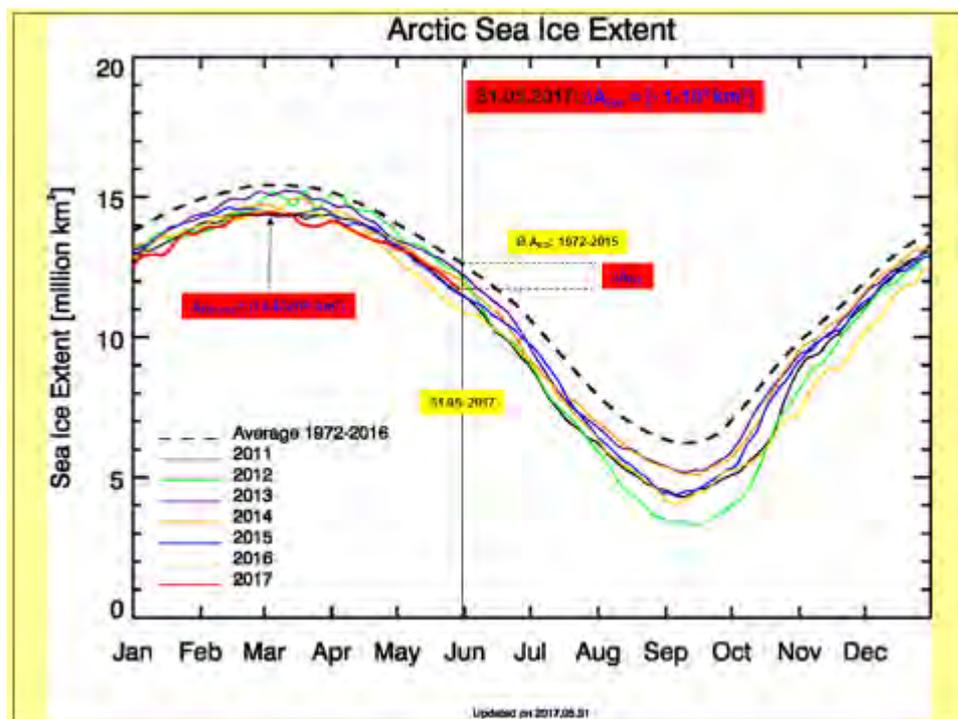


Abb. 4: Minimum der arktischen Meereisausdehnung Mai 2017

Am 31.05.2017 lag die arktische Meereisfläche in ihrer Ausdehnung rund 1 Mio. km² unter dem langjährigen Mittelwert und erreichte den mittleren Stand der letzten Jahre.

Die Vereisungsflächen werden seit Jahren mittels Satelliten erfasst und entsprechend ausgewertet. Mittels neuer Satelliten sind die Klimaforscher jetzt in die Lage versetzt, das viel schwierigere Problem des Meereis-Volumens zu erfassen. Die Entwicklung des Eiskörper-Volumens zeigt [Abb. 5]. Gegenüber dem Minimum vor einem Jahr verringerte sich das Eisvolumen nochmals um rund 1.000km³.

Auf der Südhalbkugel gibt es ebenfalls Besonderheiten. Nach wie vor weist der Pazifik an der Westküste Südamerikas erhöhte Wassertemperaturen auf, die etwa 2K abweichen. Der kühle an der Westküste Südamerikas nach Norden fließende **Humdoldtstrom** lässt sich auf der Anomalie-Karte der NASA [Abb. 3] derzeit nicht erkennen. In der pazifischen Äquatorachse hat sich eine große Warmwasserlinse ausgebildet. Starke Erwärmungstendenzen werden auch im antarktischen Gebiet beobachtet. Die positiven Abweichungen erreichen hier eine Größenordnung von $\Delta T_{\text{max}} \approx [4 - 7]^{\circ}\text{C}$.

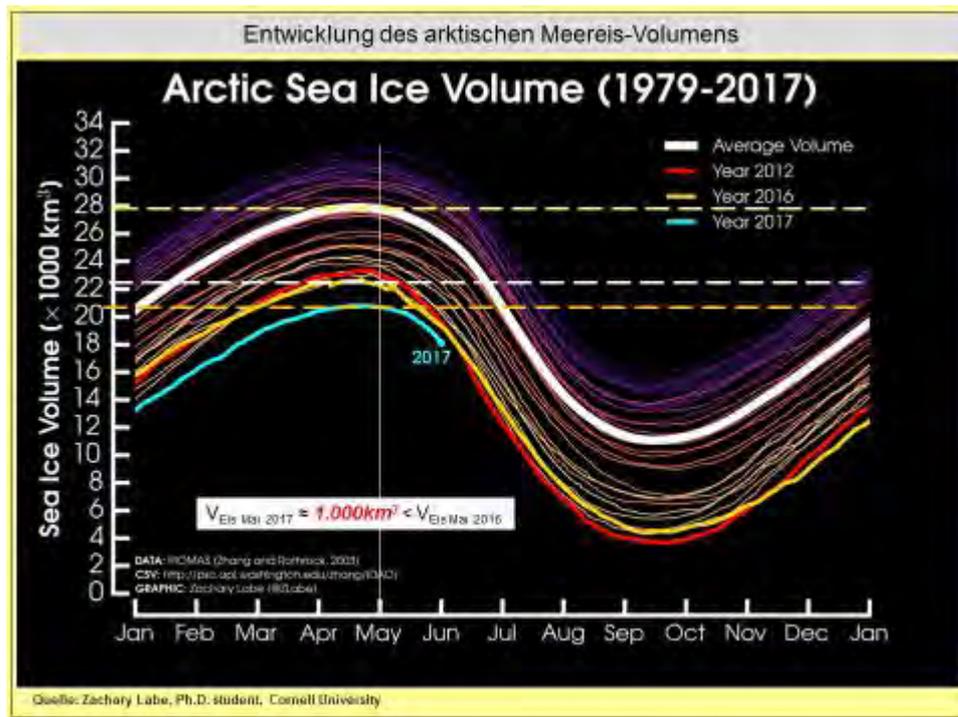


Abb. 5: Minimum des arktischen Meereisvolumens Mai 2017

Je nachdem wie der Sommer in der Nordpolarregion ausfällt, kann es im September 2017 zu einem neuen Meereis-Minimum nach 2012 kommen. In der Antarktis, in der jetzt Winter herrscht, wird ein sehr langsamer Eiszuwachs beobachtet. Auch hier besteht die Möglichkeit, dass das Mitte September zu erwartende Eisflächenmaximum tatsächlich ein neues „Minimum“ wird.

Die letzten Monate bestätigten das eine und andere Mal, dass von der „Klimafont“ leider keine Berichte mit Aussicht auf Besserung zu erwarten sind. Sicher waren nach dem Weltklimaabkommen von Paris im Dezember 2015 keine Wunder zu erwarten, dennoch hätten sich Klimaforscher und Klimaschützer von den Staaten ein entschiedeneres Vorgehen gewünscht, damit die Zielstellung, die globale Erwärmung noch deutlich unter der „2K-Schwelle“ zu halten, eine Chance auf Realisierung hätte.

Die Ankündigung von US-Präsident Trump aus dem Pariser Klimavertrag auszutreten, hat die Community der globalen und nationalen Klimaleugner in den Industrieländern in regelrechte Hochstimmung versetzt, was auch zahlreiche Politiker/innen, die sich schon bisher als Klimaleugner und Energiewendegegner hervor getan haben, bewog, mit gleichen Forderungen an die Öffentlichkeit zu treten.

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, 13].

Als erstes ein Extremereignis aus der Antarktis [Abb. 6]. Es kommt zwar immer wieder vor, dass Teile des Schelfeises abbrechen und als Rieseneisberge in den Ozean verfrachtet werden, dennoch sieht es beim Schelfeisteil Larsen C wesentlich kritischer aus, da es hier in den letzten Jahren einige Vorgänger gegeben hat und nicht mit einer solchen massiven Eisneubildung zu rechnen ist. Bisher konnte nicht geklärt werden, ob es sich um einen rein natürlichen

Vorgang handelt, oder ob auch hier die Klimaerwärmung ursächlich beteiligt ist.

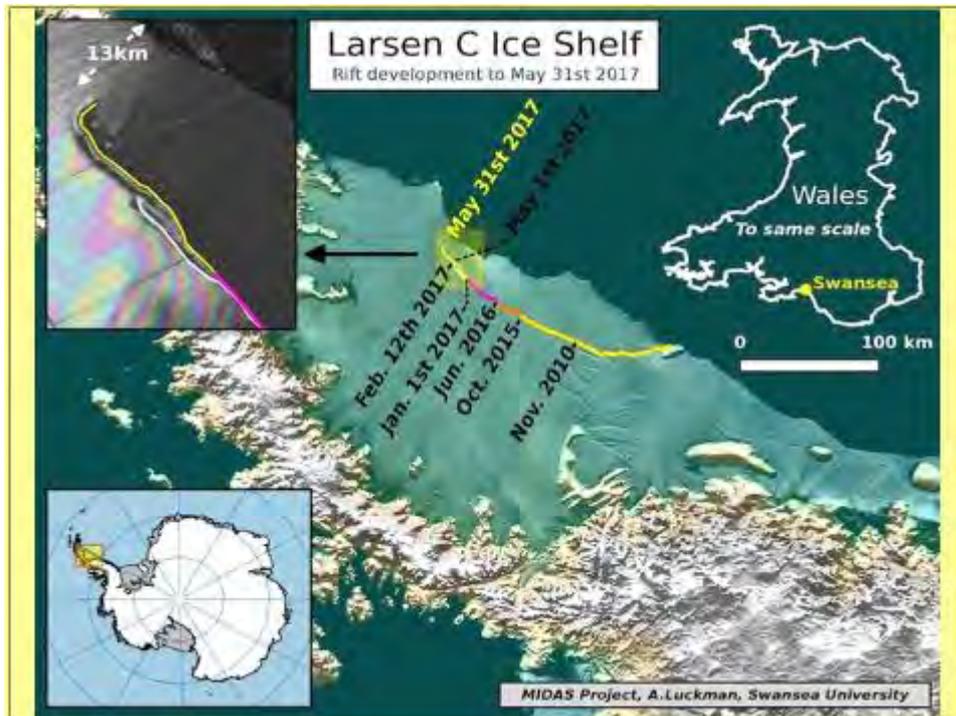


Abb. 6: Abbruchfläche vom Larsen C Schelfeis

In der Presse wurde wiederholt von Hitzewellen in verschiedenen Teilen der Welt berichtet. Pakistan und Indien gehören bekanntlich zu den besonders betroffenen Ländern. Im Mai wurde im Südwesten von Pakistan die neue Rekordtemperatur [Abb. 7] von $T_{max} = 53,5^{\circ}\text{C}$ gemessen.



Abb. 7: Hitzewelle in Pakistan und Indien

Derzeit wird bei der WMO (Weltorganisation für Meteorologie) sogar ein möglicher Temperaturrekord von $T_{\max} = 54,0^{\circ}\text{C}$ geprüft. Sollte sich das bestätigen, würde ein Gleichstand mit den bisherigen Rekordhaltern von 2016 (*Mitribah in Kuwait*) und 2013 (*Death Valley in Kalifornien*) erfolgen.

[Anmerkung: Als absoluter Temperaturrekord gilt nach wie vor die am 10.07.1913 in Death Valley gemessene Temperatur von $T_{\max} = 56,7^{\circ}\text{C}$. Dieser Rekord wird berechtigterweise angezweifelt, da seitdem nie wieder eine solch hohe Temperatur, auch nur annähernd, registriert wurde.]

Zu den Hitzewellen als Extremereignisse wird es in der Juni-Studie weitere Ausführungen geben.



Abb. 8: Überschwemmungen in den USA

Wahrscheinlich gibt es keinen Monat, in dem nicht von Unwettern, gleich welcher Art, aus den USA zu berichten wäre. So begann der Mai 2017 im Mittleren Westen der USA mit massiven Überschwemmungen [Abb. 8].

Wenige Tage nach den Unwettern in den USA verursachten starke Regenfälle in Kanada für großflächige Überschwemmungen [Abb. 9], die durch die Frühjahrs-Schneesmelze nochmals Verstärkung erfuhren. Tausende Bewohner mussten evakuiert werden, und in einigen Provinzen rief die Verwaltung den Notstand aus.

Es bleibt ein sehr schwieriges Unterfangen, die Wetterextreme eindeutig der Klimaerwärmung zuzuordnen. Wetter- und Klimaextreme treten ja unabhängig von wärmeren oder auch kälteren Phasen auf. Zunahme der Häufigkeit in Verbindung mit stärkeren Ereignissen deuten jedoch in diese Richtung. Mehrere Großereignisse, z.B. Hochwasser 2002 in Deutschland, Hitzewelle 2003 in Mitteleuropa, Hitzewelle 2010 in Russland, etc.) werden von der Klimaforschung als Folgen der globalen Klimaerwärmung eingeordnet.

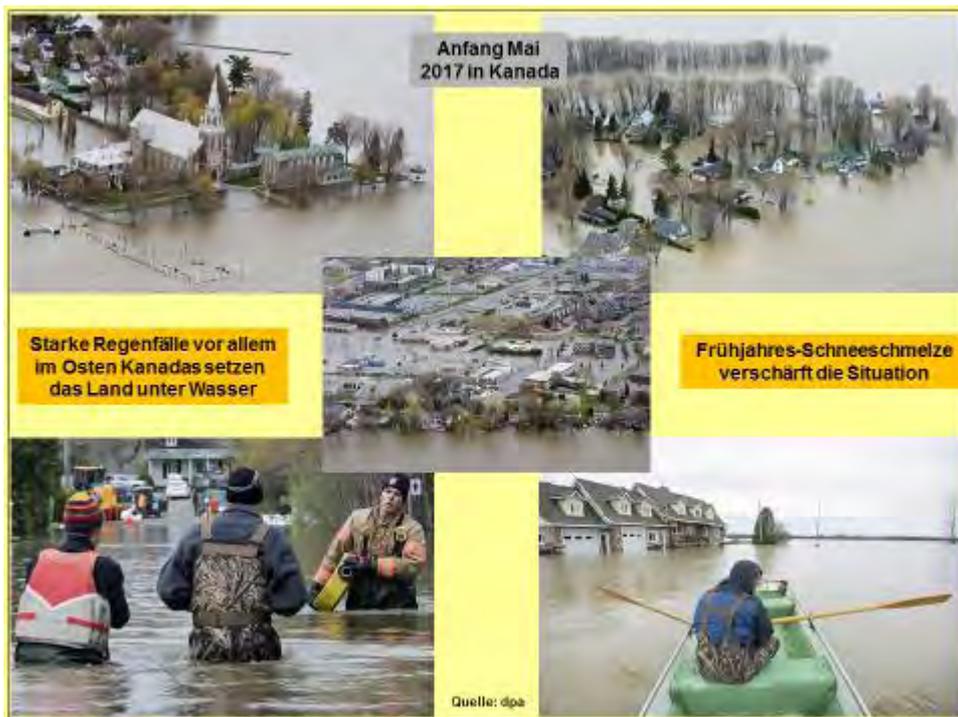


Abb. 9: Osten von Kanada unter Wasser

Auch aus Deutschland gibt es Berichte zu Wetterkapriolen. Gleich in den ersten Maitagen suchten Gewitter mit Hagel, Starkregen und Sturm verschiedene Gebiete heim [Abb. 10, 11]. Nach den Spätfrösten im April kam es erneut zu erheblichen materiellen Schäden.



Abb. 10: Unwetter im südlichen Deutschland



Abb. 11: Unwetter im Rhein-Main-Gebiet

Mitte des Monats wurde der südöstliche Zipfel von Sachsen betroffen [Abb. 12]. Meist handelt es sich um kleinräumige Gewitterzellen, die für den Wetterdienst praktisch nicht voraussagbar sind. Allerdings gehen diese Unwetter fast immer mit einem erheblichen Schadenpotenzial einher. Leider sind historisch bedingt, die Häuser und Kleinstallgebäude zu dicht an die Dorf-bäche gebaut, so dass Überflutungen nicht vermeidbar sind.



Abb. 12: Unwetter im Lkr. Görlitz

Im Jahr 2017 begann die Saison der Tropenstürme ungewöhnlich zeitig und zwar nicht nur in der Karibik. Tropensturm „ADRIAN“ ist der am frühesten beobachtete Sturm seit Beginn der Satellitenbeobachtung im Ostpazifik [Abb. 13]. Die mitgeführten Regenmengen des Sturms, der sich zu einem Hurrikan entwickelte, sollten rund **500l/m²** bringen. Zum Vergleich: Die Jahresniederschlagsmenge für Berlin beträgt rund 500l/m².

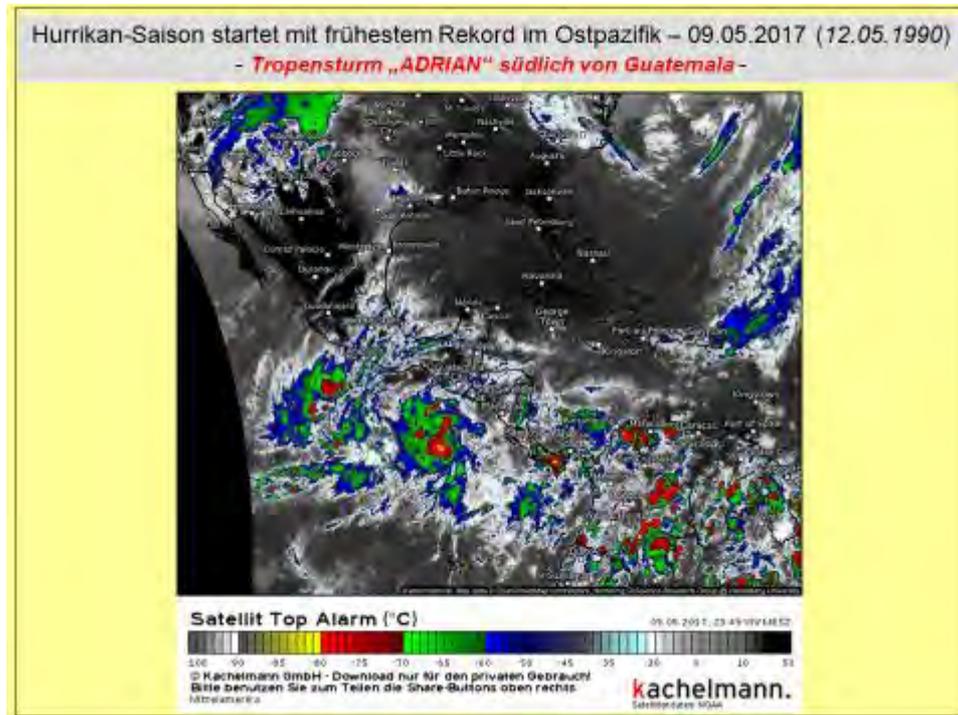


Abb. 13: Tropensturm „ADRIAN“ östlich der Karibik

Neben den monatlichen Temperaturabweichungen spielt die CO₂-Konzentration auf dem *Mauna Loa* (Hawaii) eine gewichtige Rolle, da CO₂ für die Klimaerwärmung als hauptverantwortliches Klimagas gilt. Im Mai 2017 wurden **K_{CO2} Mai = 409,65ppmV** als monatlicher Durchschnittswert ermittelt [Abb. 14]. Der Monatschnitt lag gegenüber dem Mai 2016 um 1,95ppmV höher! Tages- und Stundenwerte übertrafen die 410ppmV-Marke. Im Mai 2017 trat die bisher höchste Monatskonzentration auf, die zunächst erfahrungsgemäß bis September wieder abfällt. Auf der Nordhalbkugel werden in der Wachstumsperiode der Pflanzen größere Mengen an Kohlenstoff von diesen aus der Atmosphäre abgezogen.

Während die Einschätzung des globalen Temperaturniveaus am Jahresende 2017 nicht möglich ist, besteht für das CO₂-Niveau die Erwartung von **ØK_{CO2} 2017 ≈ 408ppmV**.

Die Grafik der [Abb. 15] beinhaltet den zweijährigen Verlauf der CO₂-Entwicklung. Trotz aller nationalen und internationalen Beschlüsse gelang es bisher nicht die Emissionen an Treibhausgasen, vor allem CO₂ zurückzufahren. Deutschland und die Europäische Union verstanden sich immer wortgewaltig als Vorreiter im Klimaschutz. Leider nur auf dem Papier. Nach wie vor gibt es keine Anstalten, den Kohleausstieg in Deutschland rechtsverbindlich einzuleiten. Weder in den drei Landtagswahlen, noch jetzt im beginnenden Bundestagswahlkampf kamen, bzw. kommt der Kohleausstieg in den Wahlprogrammen vor. Die wohlthuende Ausnahme bildet die Partei „Bündnis 90/Die Grünen“. Ja, die Ministerpräsidenten der deutschen Kohleländer tun so, als wenn der Weltklimavertrag von Paris 2015 gar nicht existieren würde. Die Bundesrepublik Deutschland hat den Weltklimavertrag von Paris 2015 einstimmig ratifiziert. Die Vertragserfüllung beinhaltet den schnellen Ausstieg aus der Kohle und nicht umgekehrt.

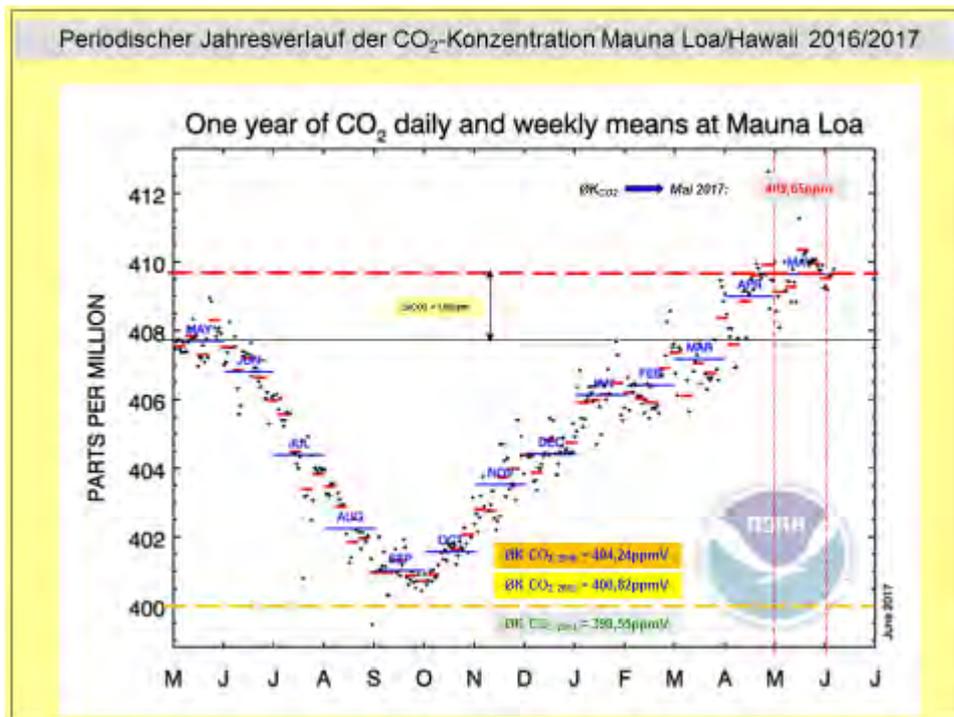


Abb. 14: Periodische Entwicklung der globalen CO₂-Konzentration

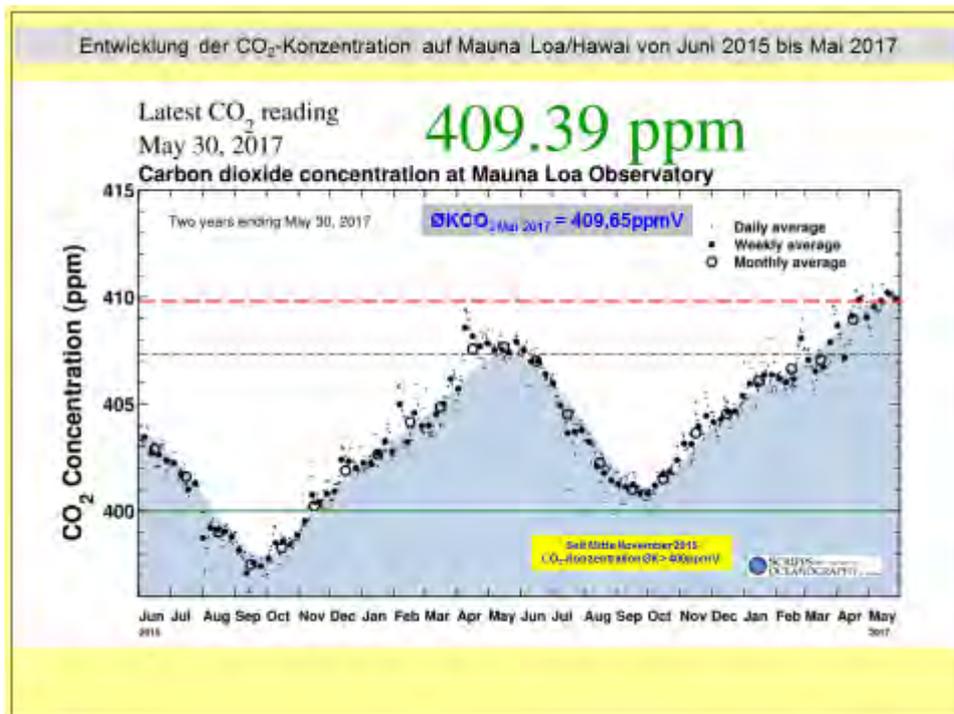


Abb. 15: Flächendiagramm der mittleren CO₂-Konzentration über zwei Jahre – Station Mauna Loa

Zunächst nach Deutschland und zum Monat Mai. Der dritte Frühlingsmonat dominierte mit viel Hochdruckeinfluss, warmen, teils trockenen, aber auch reichlich feuchten Luftmassen. Von den Wetterunbilden war alles vertreten: Gewitter, Sturm, Hagel, Starkregen. Dort wo es nicht regnete blieb es trocken, und das Niederschlagsdefizit verschärfte sich. Wie der DWD berichtete, brachte der Mai 2017 überdurchschnittliche Sonnenscheindauer.

Die Durchschnittstemperatur für den Monat Mai wurde nach Auswertung von rund 2.000 Messstationen vom DWD in Deutschland mit $\overline{\Theta}_{\text{DE Mai}} = [14,2^{\circ}\text{C}]$ ermittelt. Bezogen auf die gültige Referenzperiode 1961 – 1990 [$\overline{\Theta}_{\text{DE Mai}} = (12,1^{\circ}\text{C})$], war der Mai mit $\Delta T = [2,1\text{K}]$ zu warm. Unter Bezugnahme auf den jetzt häufig verwendeten (wärmeren) Zeitraum 1981 – 2010 gab es eine **positive** Abweichung mit $\Delta T = [1,2\text{K}]$. An einigen DWD-Messstellen sowie Messstellen anderer Betreiber wurden neue Monatsrekorde aufgestellt.

In der zweiten Monatshälfte wurden mehrfache heiße Tage gezählt, also Tage an denen die Marke von 30°C erreicht und überschritten wurde. So meldete z.B. *Cottbus* (BRB) am 19.05. $T_{\text{max}} = 31^{\circ}\text{C}$. Die Höchsttemperaturen wurden am Monatsende erreicht. Den heißesten Tag meldete die DWD-Station *Bad Kreuznach* (RP) mit $T_{\text{max}} = 34,6^{\circ}\text{C}$ am 29.05.2017. Mindestens eine private Wetterstation meldete das Überschreiten der 35°C -Marke, so dass von einem „Wüstentag“ gesprochen wird.

Der deutschlandweit niedrigste Monatswert mit $T_{\text{min}} = [-5,0^{\circ}\text{C}]$ wurde am 10.05. an der DWD-Station *Deutschneudorf-Brüderwiese* (SN) gemessen. An der privaten sächsischen Messstation *Kühnheide* (ERZ) wurde eine noch niedrigere Temperatur gemessen. Leider liegen die Monatsauswertungen für diese Station noch nicht vor.

Gegenüber dem langjährigen Mittel 1961 – 1990 wurde in Deutschland für die Monate Januar bis Mai eine positive Abweichung von $\Delta T = 1,3\text{K}$ registriert.

In Deutschland wurde eine durchschnittliche Niederschlagsmenge von $\text{RR} = 55\text{l/m}^2$ ermittelt. Der monatliche Normalwert von $\text{RR} = 72\text{l/m}^2$ wurde nur zu rund 76% erreicht. Wie schon in den Vormonaten traten recht unterschiedliche Niederschlagsverteilungen auf. So wurden im äußersten Süden Deutschlands Monatsmengen mit $\text{RR}_{\text{max}} \geq 200\text{l/m}^2$ gemessen. Vom äußersten Westen bis in den Osten Deutschlands erstreckte sich ein Band mit extrem geringem Niederschlag, der teils nur $\text{RR}_{\text{max}} \leq 5,0\text{l/m}^2$ erreichte. Der höchste Tagesniederschlag wurde bei *Deggendorf* (BY) mit $\text{RR}_{\text{max}} = 69,0\text{l/m}^2$ am 24.05. gemessen.

Die Sonnenscheinbilanz erreichte im deutschlandweiten Flächendurchschnitt $\text{SO} \approx 220\text{h}$, was rund 112% des langjährigen Mittels entspricht. Normal wären für den Monat $\text{SO} = 196\text{h}$ Sonnenschein gewesen. Im Südosten Bayerns und an der Ostseeküste wurden $\text{SO} \approx 280\text{h}$ registriert. Nordwestdeutschland sowie die Harzregion blieben mit $\text{SO} \approx 180\text{h}$ deutlich darunter.

Wie sah es im Einzelnen in Sachsen aus? In Sachsen kam die Durchschnittstemperatur im März auf $\overline{\Theta}_{\text{SN Mai}} = [14,3^{\circ}\text{C}]$. Normal wären $\overline{\Theta}_{\text{SN Mai}} = 12,3^{\circ}\text{C}$ gewesen. Die Abweichung erreichte den positiven Wert von $\Delta T = [2,0\text{K}]$. Gegenüber dem langjährigen Mittel 1961 – 1990 wurde in Sachsen für die Monate Januar bis Mai eine positive Abweichung von $\Delta T = 1,2\text{K}$ registriert.

Beim Niederschlag kam Sachsen auf $\text{RR} \approx 30\text{l/m}^2$. Bezogen auf das Mittel von $\text{RR} = 67\text{l/m}^2$, lag Sachsen mit 55% unter dem Soll. Der Niederschlagsmangel wirkt sich in der Hauptwachstumszeit in der Landwirtschaft sowie in Garten- und Obstbau sehr negativ aus.

Beim Sonnenschein kam Sachsen auf $\text{SO} \approx 235\text{h}$, also noch über dem Deutschlandschnitt. Der langjährige Normwert beträgt für den März $\text{SO} \approx 201\text{h}$. Das Sonnenscheinplus betrug rund 17% gegenüber dem langjährigen Durchschnittswert. Die PV-Module konnten meistens den Sonnenschein in erzeugte PV-Strommengen umsetzen.

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.

2. Auswertung der Windstromerzeugung

Im ersten Teil der Monatsauswertung spielen grundsätzlich Wetter und Klima **eine** bestimmende Rolle. Aussagen zum Wind als Klimaelement und Energieträger werden darin 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. Bisher liegen die Betreiberdaten von Januar bis März vor und zeigen eine Monatseinschätzung, die so mit den sächsischen Gegebenheiten **nicht** übereinstimmt. Die Werte in der Betreiber-Daten-Basis fallen zu hoch aus. Der Mai gehört wiederum zu den schwachen Windmonaten des Jahres 2017, was hier z.B. in [Abb. 16] deutlich zum Ausdruck kommt.

Die Klimaleugner und Energiewendegegner, oft genug parteiübergreifend, versuchen die Energiewende zu stürzen. Genau in dem Moment, als der US-Präsident den Ausstieg der USA aus dem Pariser Klimaabkommen verkündet hatte, verstärken die konservative Kreise in Deutschland ihre Aktionen und verlangen offen den Bruch des Klimaabkommens sowie die Rückkehr zu Kohle und Kernkraft.

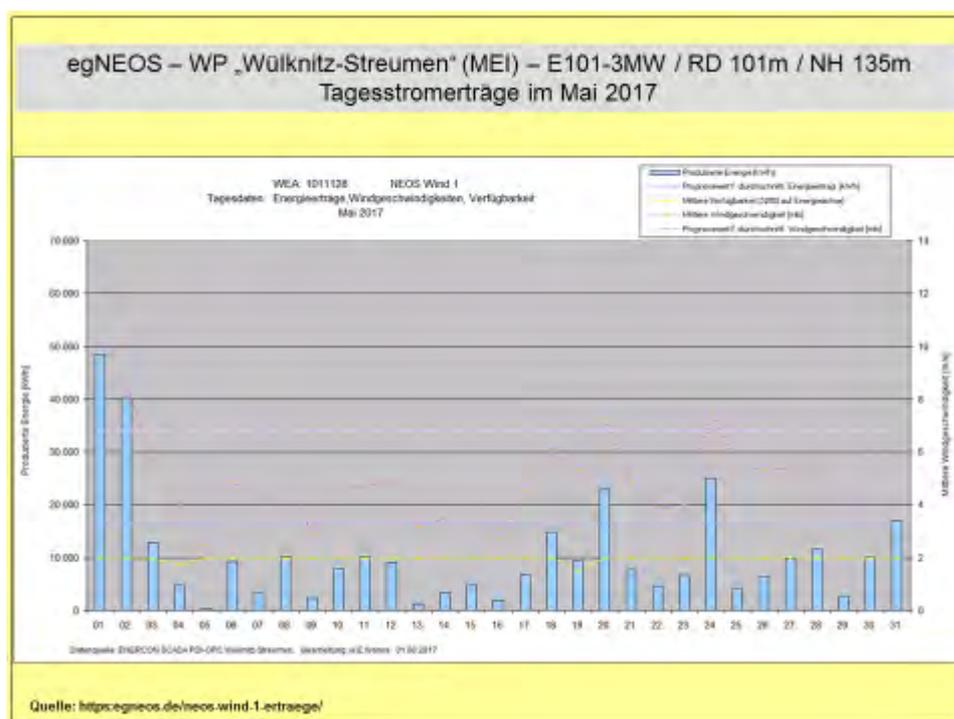


Abb. 16: Monatsübersicht Stromerträge Mai 2017

Die besten fünf WEA der 3MW-Klasse kommen im Mai auf einen kumulativen Durchschnitt im Stromertrag von $\overline{E}_{1-5} = 3.654.021 \text{ kWh/WEA}$. Diese fünf WEA haben nach fünf Monaten den Jahresstromertrag der 2MW-Referenz-WEA ($E_{\text{Ref Mai 2016}} = 1.412.414 \text{ kWh}$) mit +158,7% überboten.

Im Vergleich zum Mai 2017 ($E_{\text{Ref Mai 2017}} = 1.254.684 \text{ kWh}$) ergibt sich ein Vorsprung im Stromertrag von 191,2% 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 4.039.036 kWh ein. In windschwachen Monaten verdeutlicht sich das Potenzial der 3MW-Klasse noch viel stärker als in windstarken Monaten. Die großen Rotordurchmesser zahlen sich in positiver Weise aus.

Auch nach fünf Monaten kann **keine** Prognose über den Windverlauf des Jahres gestellt werden. Fakt ist aber, dass bei weniger guten Windverhältnissen die 3MW-Klasse gegenüber der bisherigen 2MW-Klasse erheblich besser abschneidet. 16 WEA der 3MW-Klasse befinden sich im Monitoring. Davon haben 13 WEA die 3.000 MWh-Einspeisungsschwelle überschritten. Nur eine einzige 3MW-WEA hat weniger als die besten WEA der 2MW-Klasse eingespeist. Genaueres dazu findet sich in den [Tab. 2; 3]. Im WP „Wülknitz-Streumen“ verdichten sich die Anzeichen, dass die Genossenschafts-WEA von den verschiedenen Windrichtungen beeinflusst wird. Z.B. fielen die Fluktuationen bei Südostwind wesentlich geringer aus, als bei Wind aus westlichen Richtungen [Abb. 17].

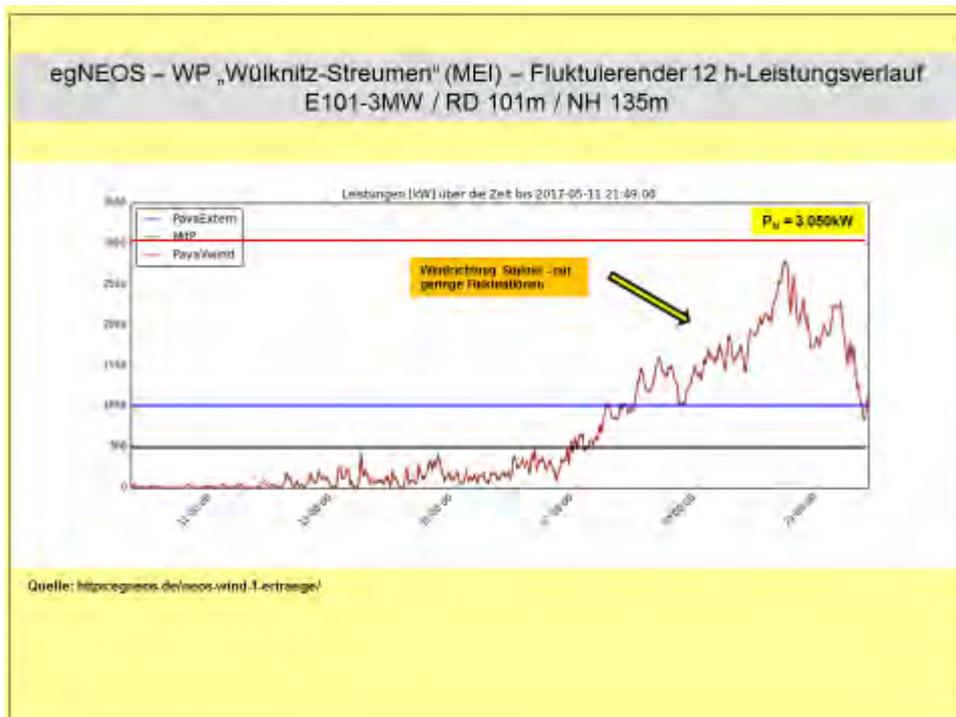


Abb. 17: 12h-Leistungsverlauf am 11.05.2017

Ausgewählte Werte finden sich in den nachstehenden Auflistungen.

WP „Silberberg“ Mutzschen (L):

01.05.:	e = (31.165 – 41.875) kWh/d	Øe = 38.521 kWh/(WEA*d)
02.05.:	e = (24.135 – 30.803) kWh/d	Øe = 27.590 kWh/(WEA*d)
24.05.:	e = (13.555 – 30.748) kWh/d	Øe = 24.234 kWh/(WEA*d)
05.05.:	e = (10 – 92) kWh/d	Øe = 51 kWh/(WEA*d)

WP „Naundorf I“ (TDO):

01.05.:	e = (15.639 – 22.875) kWh/d	Øe = 20.100 kWh/(WEA*d)
24.05.:	e = (11.377 – 18.003) kWh/d	Øe = 15.971 kWh/(WEA*d)
05.05.:	e = (31 – 95) kWh/d	Øe = 56 kWh/(WEA*d)
16.05.:	e = (15 – 174) kWh/d	Øe = 98 kWh/(WEA*d)

Die ertragreichsten Tage des Monats waren in den WP's der 01./02./24.05. Die windschwächsten Tage waren der 05./16.05.2017, die praktisch keine Einspeisungen generierten. Darüber hinaus brachten weitere Tage ebenfalls nur schlechte Ergebnisse. Im Mai gab es erneut Maschinenausfälle, die die Ergebnisse schmälerten.

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

$$\bar{E}_{\text{WP „Silberberg“ (1-5)}} = 2.267.667 \text{ kWh/WEA}$$

$$\bar{E}_{\text{WP „Naundorf I“ (1-5)}} = 1.243.185 \text{ kWh/WEA}$$

Der WP „Silberberg“ speiste, bezogen auf den WP „Naundorf I“, die **1,82fache** 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) mit acht WEA der 2MW-Klasse wäre theoretisch im Mai die folgende Windstrommenge möglich gewesen:

$$\begin{aligned} E_{\text{theo max}} &= 11.904.000 \text{ kWh/mth} \\ E_{\text{real}} &= 2.044.923 \text{ kWh/mth} \end{aligned}$$

$$E_{\text{theo max 1-5}} = 57.984.000 \text{ kWh/5 Monate}$$

Der Monatsrealertrag fällt geringer aus. Die aus den o.g. Daten berechenbare Monatseffizienz beträgt $p_{\text{eff}} = 17,18\%$!

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

$$\begin{aligned} E_{\text{theo max}} &= 7.440.000 \text{ kWh/mth} \\ E_{\text{real}} &= 583.080 \text{ kWh/mth} \end{aligned}$$

$$E_{\text{theo max 1-5}} = 36.240.000 \text{ kWh/5 Monate}$$

Die aus den o.g. Daten berechenbare Monatseffizienz beträgt $p_{\text{eff}} = 7,84\%$!

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	39,97	35,07	30,38	17,18								31,29
WP Naundorf I	18,13	22,83	19,99	17,54	7,84								17,15

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

Die Referenz-WEA Vestas V80-2MW/NH67m erzeugte im Mai **123.983 kWh**. Das entspricht 8,33% der theoretisch möglichen Strommenge. Die beste WEA im WP „Silberberg“ schaffte bei gleicher Leistung 19,77%, bzw. die **2,37fache** Monatsstrommenge, ein Ergebnis, welches z.B. mit der E82-2MW/NH108m im WP „Saidenberg“ (ERZ) mit **2,86** deutlich übertroffen wurde.

Aufgrund der schwachen Windverhältnisse im Mai, konnten auch die WEA der 3MW-Klasse nicht entscheidend punkten. Nur vier WEA erzeugten eine Strommenge, die mehr als 400.000kWh überstieg. Die zwei besten WEA markierten im WP „Wülknitz-Streumen“ jeweils 453.981kWh und 450.550kWh. Gegenüber der Referenz-WEA entsprechen diese Einspeisungen das **3,66**, bzw. **3,63**fache!

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 Nabhöhen 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!

Die ursprüngliche Tab. 2 wurde mittlerweile aufgeteilt. Tab. 2 beinhaltet nur noch WEA der 2MW-Klasse. Die 3MW-Klasse findet sich jetzt in Tab. 3. Gleichzeitig enthalten beide Tabellen die Referenz-WEA. So werden die Stromertragsunterschiede übersichtlicher. Bis auf Ausnahmen sind die Maschinen der 3MW-Klasse deutlich ertragreicher und haben nach fünf Monaten bis zu 1.277.000kWh Vorsprung.

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. Würden die WEA der 3MW-Klasse an den bekannten guten Standorten die Windströmungen in Strom verwandeln, könnten noch deutlich höhere Stromerträge in die Netze eingespeist werden. Neben den Neuerrichtungen von Anlagen sollten verstärkt Repowering-Maßnahmen in die Planung aufgenommen werden.

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

WEA Typ/Standort	Monat Mai E in [kWh]	WEA Typ/Standort	Jahresergebnis E _{kum} in [kWh]
1. E82-2MW/NH108m Saidenberg (ERZ)	354.749	1. E82-2MW/NH138m Löbau (GR)	2.761.704
2. E82-2MW/NH138m Löbau (GR)	326.064	2. E82-2,3MW/NH138m Sornzig/Ablaß/Jeese.	2.698.948
3. E82-2,3MW/NH138m Sornzig/Ablaß/Jeese.	325.734	3. E82-2MW/NH108m Saidenberg (ERZ)	2.586.186
4. E82-2MW/NH138m Bockwitz (L)	311.020	4. E82-2MW/NH138m Bockwitz (L)	2.471.819
5. V90-2MW/NH105m Sohland (GR)	311.008	5. V90-2MW/NH105m Silberberg (GRM)	2.465.381
6. V90-2MW/NH105m Silberberg (GRM)	294.174	6. V90-2MW/NH105m Sohland a.R. (GR)	2.420.555
7. E82-2,3MW/NH138m SN (unbenannt 4)	253.365	7. V90-2MW/NH125m Sitten (FG)	2.269.742
8. E82-2,3MW/NH138m SN (unbenannt 3)	250.906	8. E82-2,3MW/NH138m SN (unbenannt 3)	2.205.182
9. MM92-2MW/NH80m DL-Mochau (FG)	248.061	9. E82-2,3MW/NH138m SN (unbenannt 4)	2.172.980
10. V90-2MW/NH125m Sitten (FG)	237.979	10. MM92-2MW/NH100m Mißlareuth (V)	2.120.542
11. E82-2MW/NH138m Erlau (FG)	236.841	11. MM92-2MW/NH100m Mark-Sahnau (Z)	2.065.420
12. MM92-2MW/NH100m Mißlareuth (V)	223.440	12. E82-2MW/NH138m Erlau (FG)	2.001.852
13. MM92-2MW/NH100m Mark-Sahnau (Z)	198.597	13. MM92-2MW/NH80m DL-Mochau (FG)	1.917.806
R. V80-2MW/NH67m Naundorf (TDO)	123.983	R. V80-2MW/NH67m Naundorf (TDO)	1.254.684

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

Anmerkung:

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

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

WEA Typ/Standort	Monat Mai E in [kWh]	WEA Typ/Standort	Jahresergebnis E _{kum} in [kWh]
1. V126-3.3MW/NH137m Streumen 12 (MEI)	453.981	1. V126-3.3MW/NH137m Streumen (MEI)	4.039.036
2. V126-3.3MW/NH137m Streumen 11 (MEI)	450.550	2. V126-3.3MW/NH137m Streumen (MEI)	3.756.430
3. V112-3MW/NH140m SN (unbenannt 9)	412.825	3. 3,2M114/NH143m Mark-Sahnau (Z)	3.610.064
4. E101-3MW/NH135m Erzgebirge	409.998	4. E101-3MW/NH135m Erzgebirge	3.522.501
5. E101-3MW/NH135m Erlau (FG)	386.546	5. E101-3MW/NH135m RIE-Mautitz 7 (MEI)	3.342.073
6. 3,2M114/NH143m Mark-Sahnau (Z)	371.473	6. E101-3MW/NH135m RIE-Mautitz 8 (MEI)	3.324.872
7. E101-3MW/NH135m RIE-Mautitz 7 (MEI)	368.161	7. E101-3MW/NH135m Erlau (FG)	3.255.910
8. 3,2M114/NH93m SN (unbenannt 5)	350.348	8. 3,2M114/NH93m SN (unbenannt 5)	3.162.710
9. E101-3MW/NH135m RIE-Mautitz 8 (MEI)	350.211	9. 3,2M114/NH93m SN (unbenannt 6)	3.138.363
10. 3,2M114/NH93m SN (unbenannt 6)	344.461	10. V112-3.3MW/NH140m Lippoldsrub 1 (Z)	3.099.007
11. V112-3.3MW/NH140m Thierfeld (Z)	338.628	11. V112-3.3MW/NH140m Lippoldsrub 3 (Z)	3.068.389
12. V112-3.3MW/NH140m Lippoldsrub 3 (Z)	331.425	12. V112-3.3MW/NH140m SN (unbenannt 9)	3.063.746
13. E101-3MW/NH135m Streumen (MEI)	330.088	13. V112-3.3MW/NH140m SN (unbenannt 10)	3.032.923
14. V112-3.3MW/NH140m Lippoldsrub 1 (Z)	327.913	14. V112-3.3MW/NH140m Thierfeld (Z)	2.896.759
15. V112-3.3MW/NH140m SN (unbenannt 10)	327.896	15. V112-3.3MW/NH140m Lippoldsrub 2 (Z)	2.882.028
16. V112-3.3MW/NH140m Lippoldsrub 2 (Z)	273.642	16. E101-3MW/NH135m Streumen (MEI)	2.493.140
R. V80-2MW/NH67m Naundorf (TDO)	123.983	R. V80-2MW/NH67m Naundorf (TDO)	1.254.684

Tab. 3: Auflistung der Mai- und Kumulativ-Jahresstromerträge 2017

In den Tabellen (Tab. 4 und 5) 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.-31.05.	Strommenge WP in [kWh]	Anteil in [%]	Strommenge beste WEA in [kWh]	Anteil in [%]
2008	23.736.092	100	3.147.486	100
2009	19.445.837	81,93	2.549.111	80,99
2010	17.051.292	71,84	2.251.227	71,52
2011	18.421.405	77,61	2.098.700	78,51
2012	21.296.137	89,72	2.471.203	87,94
2013	16.079.566	67,74	2.183.711	69,38
2014	18.992.348	80,01	2.659.821	84,51
2015	19.704.038	83,01	2.651.278	84,23
2016	18.394.936	77,50	2.554.009	81,14
2017	18.141.338	76,43	2.465.381	78,33

Tab. 4: Vergleich der Windstromerträge 01.01. – 31.05.2017 für den WP „Silberberg“ (Grimma/L)

WP „Naundorf I“ 01.01.-31.05.	Strommenge WP in [kWh]	Anteil in [%]	Strommenge Referenz- WEA in [kWh]	Anteil in [%]
2008	9.607.645	100	1.874.836	100
2009	6.555.360	68,23	1.253.294	66,85
2010	6.616.720	67,83	1.227.250	65,46
2011	6.915.451	71,98	1.334.357	71,17
2012	8.983.926	93,51	1.770.248	94,42
2013	6.546.446	68,14	1.246.984	66,51
2014	6.966.684	72,51	1.327.279	70,79
2015	7.736.831	80,53	1.578.748	84,21
2016	7.046.416	73,34	1.412.414	75,34
2017	6.215.925	64,70	1.254.684	66,92

Tab. 5: Vergleich der Windstromerträge 01.01. – 31.05.2017 für den WP „Naundorf I“ (TDO)

Für den WP „Silberberg“ (Tab. 4) betragen die kumulierten April-Werte rund **76,4** bis **78,3%**. Im WP „Naundorf I“ (Tab. 5) kommen die kumulierten Stromerträge auf rund **64,7** bis **66,9%**.

Die [Abb. 18] 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 Mai $\Delta E \triangleq [+96,5\%]$!

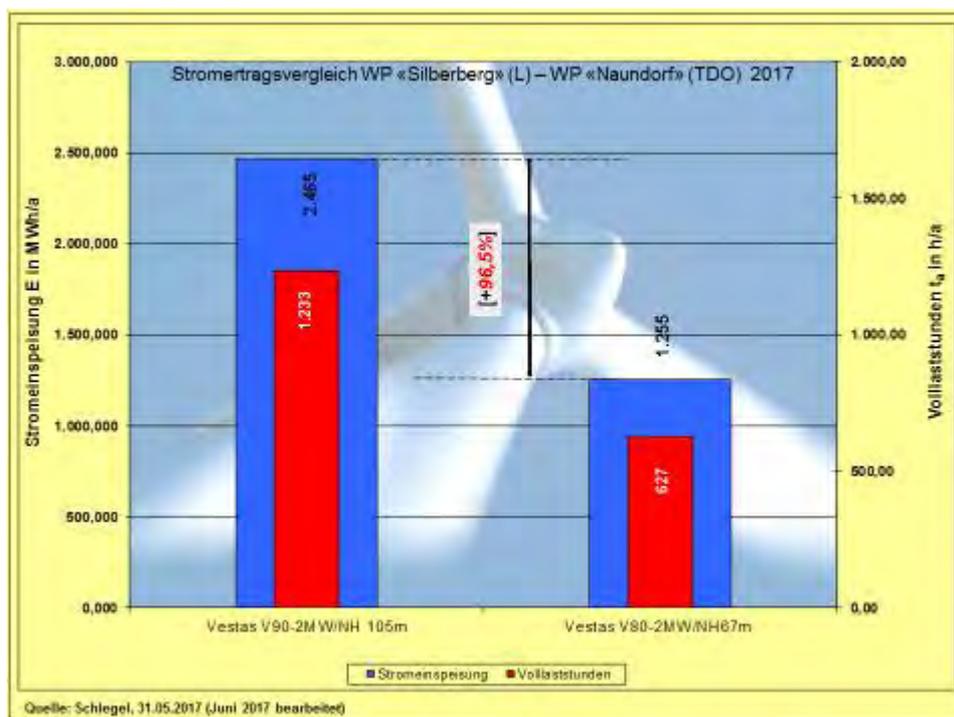


Abb. 18: Stromertragsvergleich V90-2MW/NH105m – V80-2MW/NH67m (Referenz-WEA)

Mit [Abb. 19, 20] findet die Studie insofern eine Erweiterung, da zwei WEA der 3MW-Klasse der Referenz-WEA gegenüber gestellt werden. Die WEA 3,2M114/NH143m im WP „Mark-Sahnau“ (Z) schafft nach dem fünften Jahresmonat einen kumulativen Ertragsvorsprung von $\Delta E \triangleq [+187,7\%]$. Die WEA V126-3.3MW/NH137m [WP „Wülknitz-Streumen“ (MEI)] schafft einen Ertragsvorsprung von $\Delta E \triangleq [+221,9\%]$.

Auch die kumulativ von 1 bis 10 stehenden 3MW-WEA, die im Durchschnitt bei 3.425.097kWh liegen, kommen auf ein Plus von $\Delta E \triangleq [+173,0\%]$.

Aufgrund der zahlreichen windschwachen Tage liegt die Referenz-WEA nach fünf Jahresmonaten schon deutlich im Hintertreffen.

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.

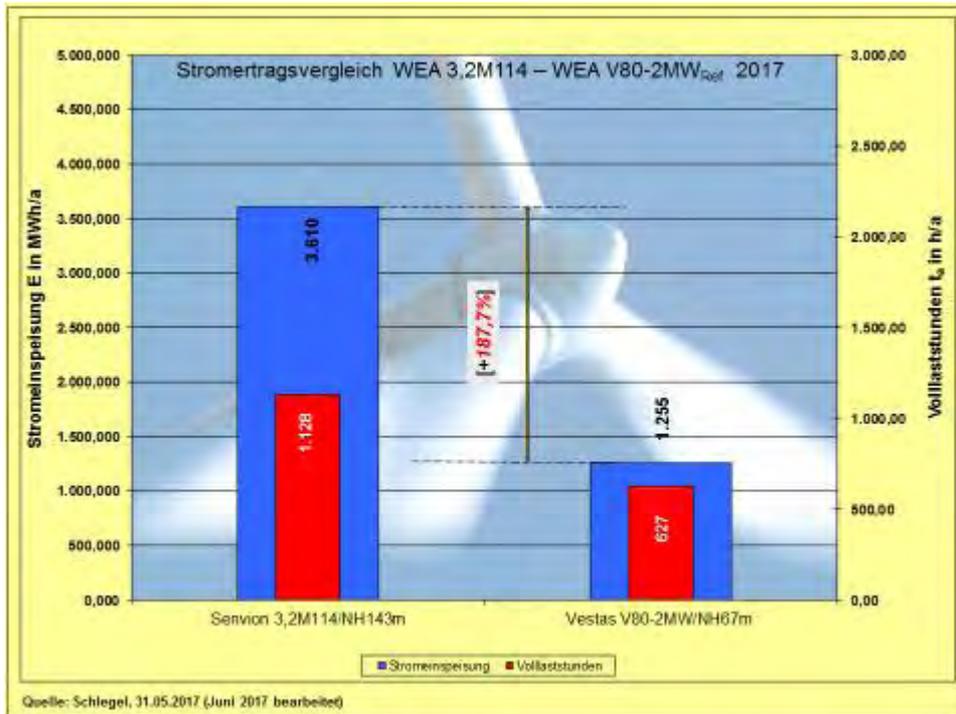


Abb. 19: Stromertragsvergleich WEA-3MW-Klasse - V80-2MW/NH67m (Referenz-WEA)

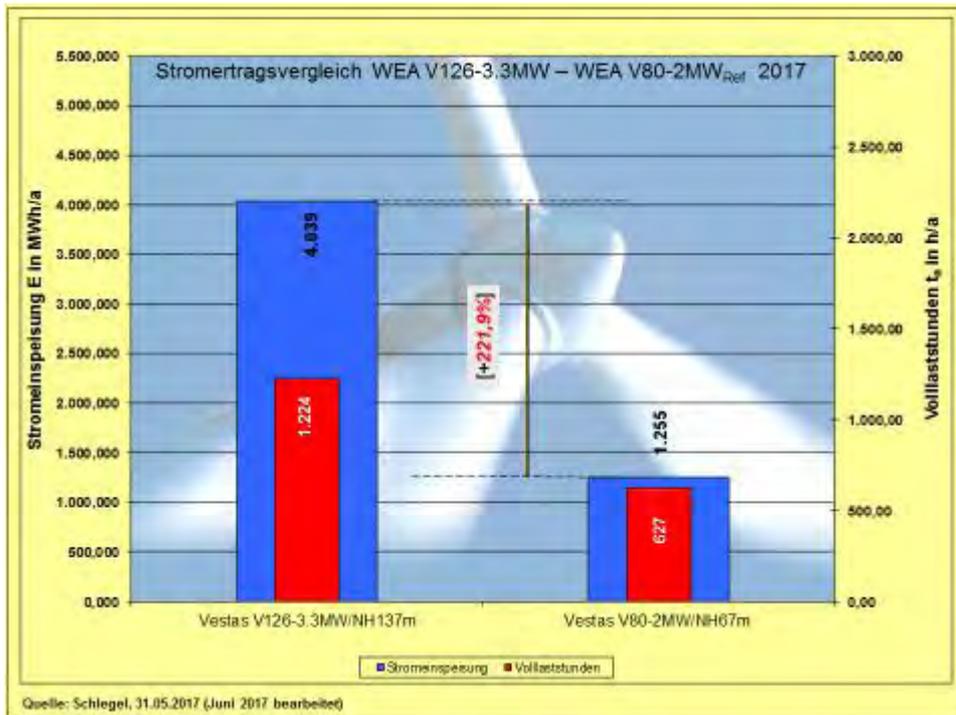


Abb. 20: Stromertragsvergleich WEA-3MW-Klasse - V80-2MW/NH67m (Referenz-WEA)

Die [Abb. 21] 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.

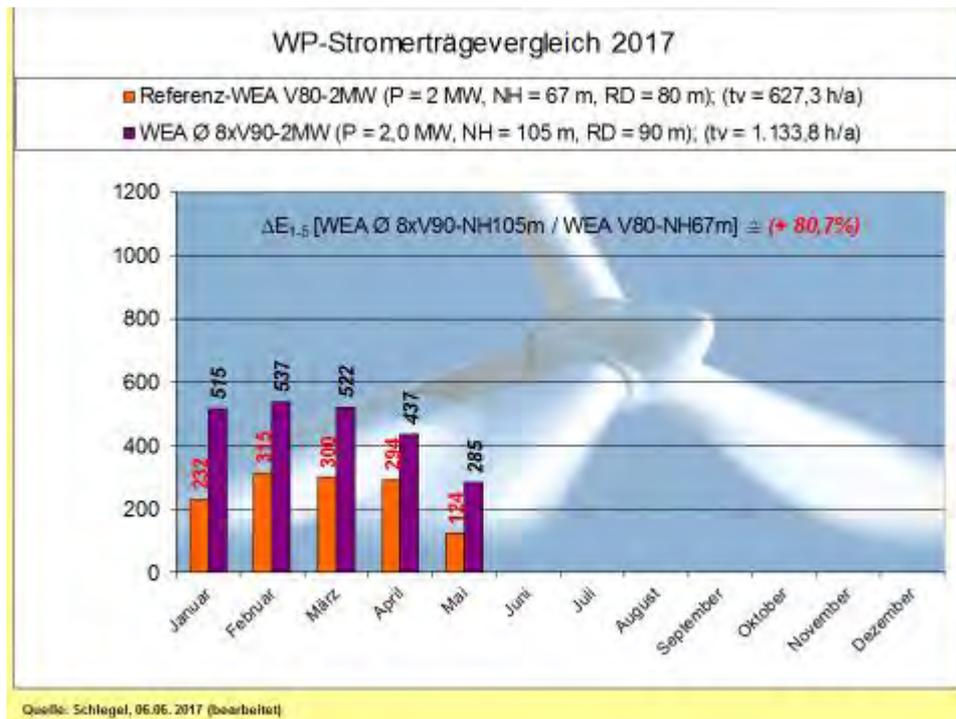


Abb. 21: Monatsstromerträge-Vergleich in MWh, (Volllaststunden pro Jahr als Realertrag) Referenz-WEA V80 mit Durchschnitt des WP „Silberberg“

Nachfolgend die Grafiken der Stromerträge in den [Abb. 22 bis 32] sowie dazugehörige verbale Ausführungen. Die Daten der Referenz-WEA sind nur in den [Abb. 22 und 23] 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.

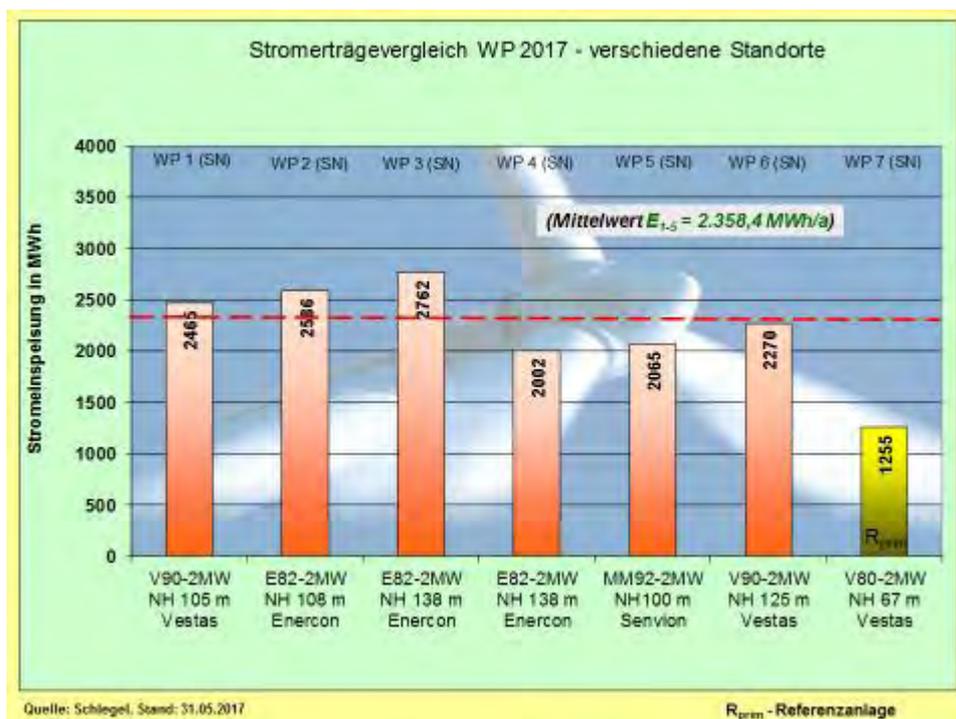


Abb. 22: Stromerträge-Vergleich von WEA im Sachsenquerschnitt (Mai)

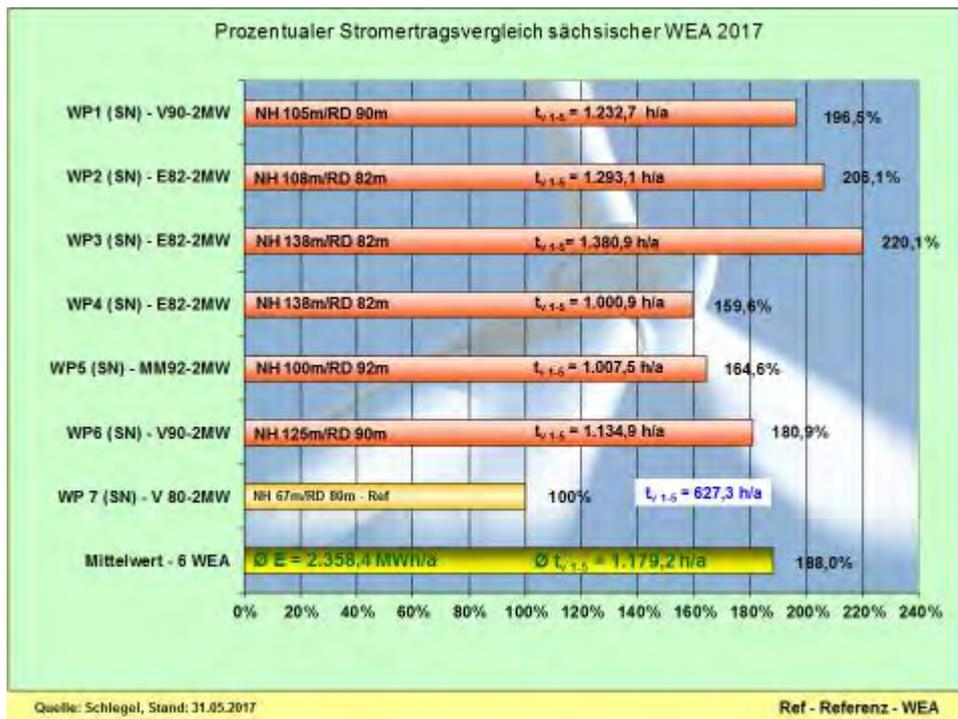


Abb. 23: Stromerträge-Vergleich - prozentual und nach Volllaststunden (Mai)

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 Nabelhöhen und Rotordurchmessern an.

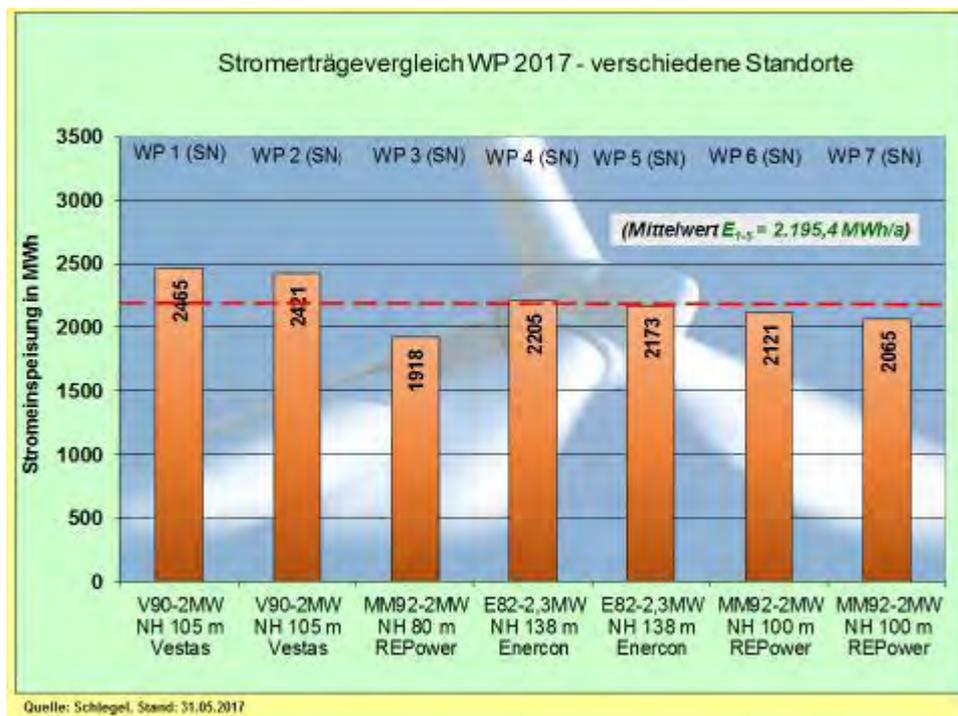


Abb. 24: Stromerträge-Vergleich von WEA im Sachsenquerschnitt (Mai)

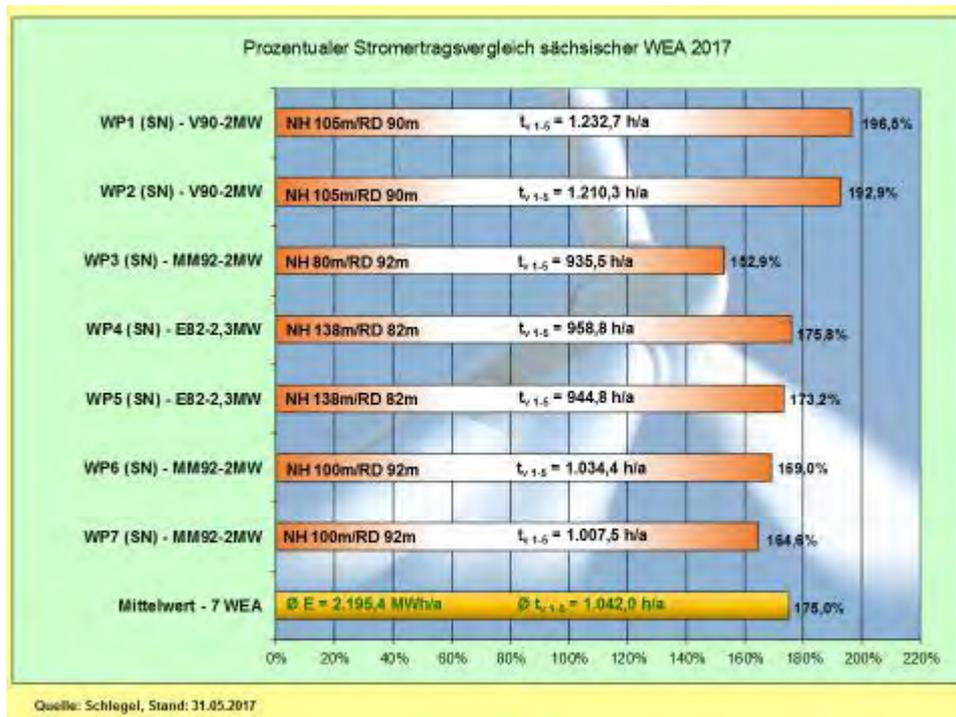


Abb. 25: Stromerträge-Vergleich - prozentual und nach Volllaststunden (Mai)

Die [Abb. 24 und 25] 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.

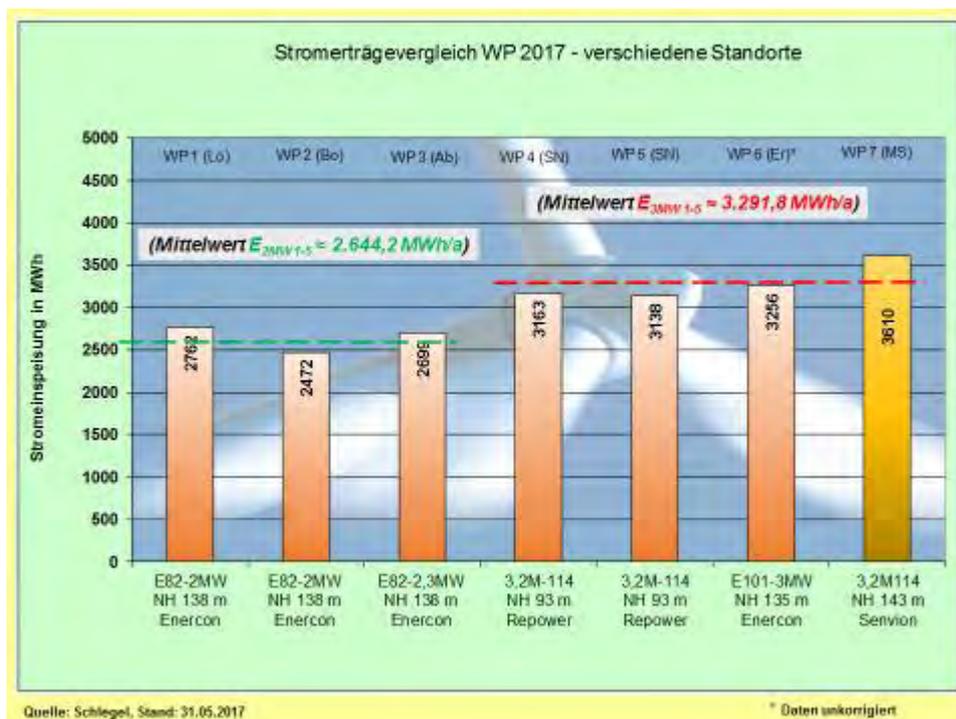


Abb. 26: Stromerträge-Vergleich – 2MW-Klasse mit 3MW-Klasse (Mai)

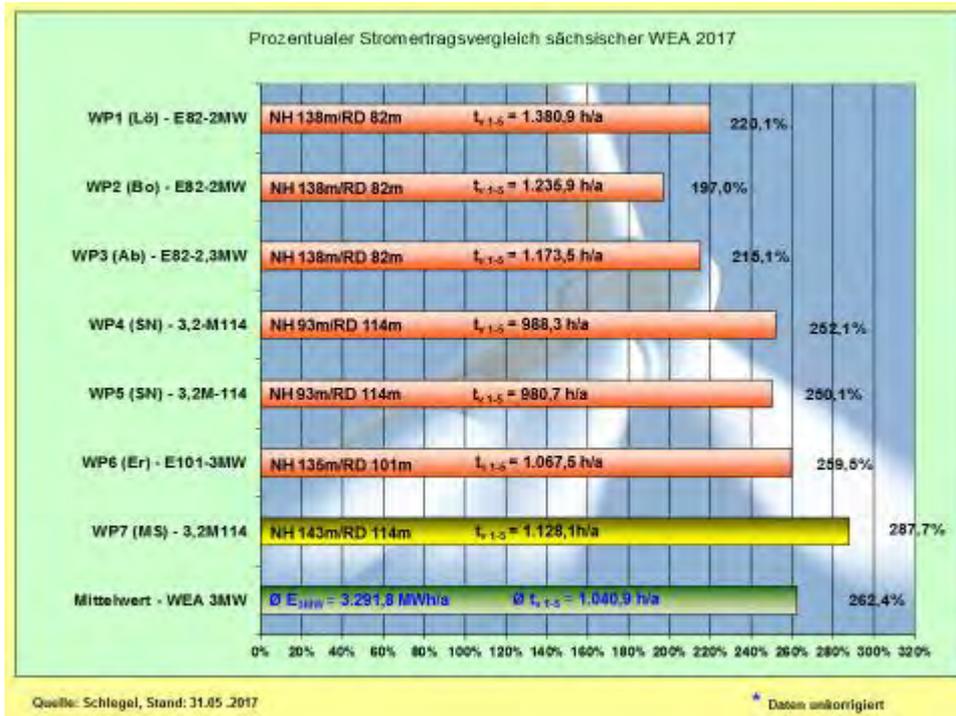


Abb. 27: Stromerträge-Vergleich - prozentual und nach Volllaststunden (Mai)

Die [Abb. 26 und 27] beinhalten zwei WEA an unbenannten Standorten [WP4], [WP5] in Mittelsachsen. In den Grafiken [Abb. 26 und 27] 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.

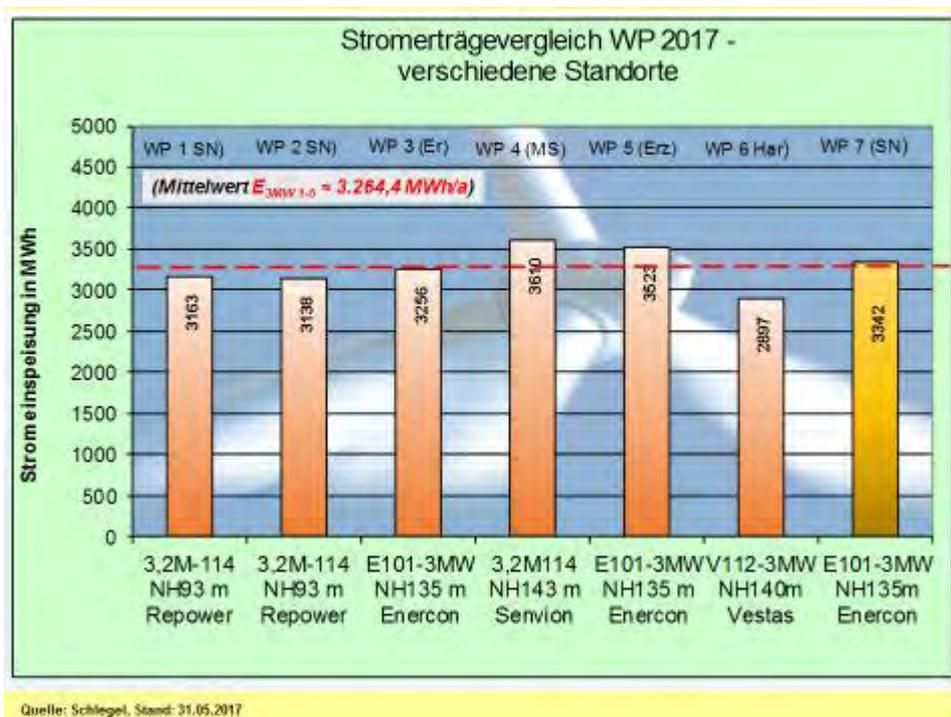


Abb. 28: Stromerträge-Vergleich- 3MW-Klasse (Mai)

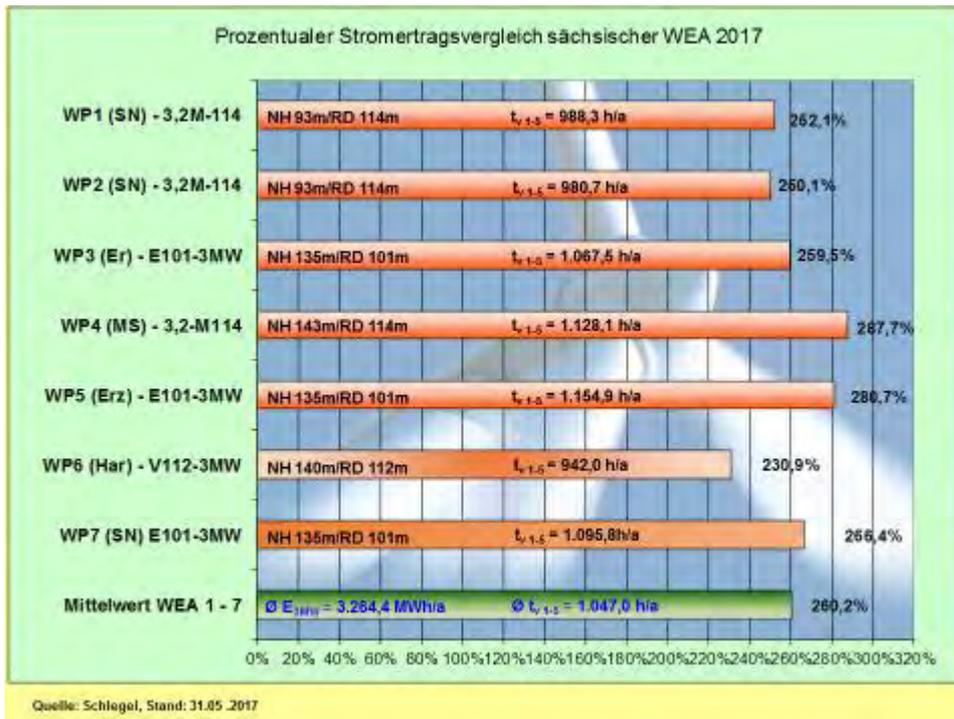


Abb. 29: Stromerträge-Vergleich 3MW-Klasse - prozentual und nach Volllaststunden (Mai)

Die [Abb. 28 und 29] sowie [Abb. 30 und 31] gehören zur Erweiterung der Studie, da mehrere WEA der 3MW-Klasse verfügbar sind. Die hier beste WEA in *Mark-Sahnau* 3,2M114/NH143m erzeugte 3.610.064kWh. Die beste E101-3MW/NH135m speiste 3.522.501kWh ein. Im Schnitt der ersten fünf Monate speisten die besten fünf gelisteten 3MW-WEA gegenüber der Referenz-WEA die **2,91fache** Strommenge ins Netz.

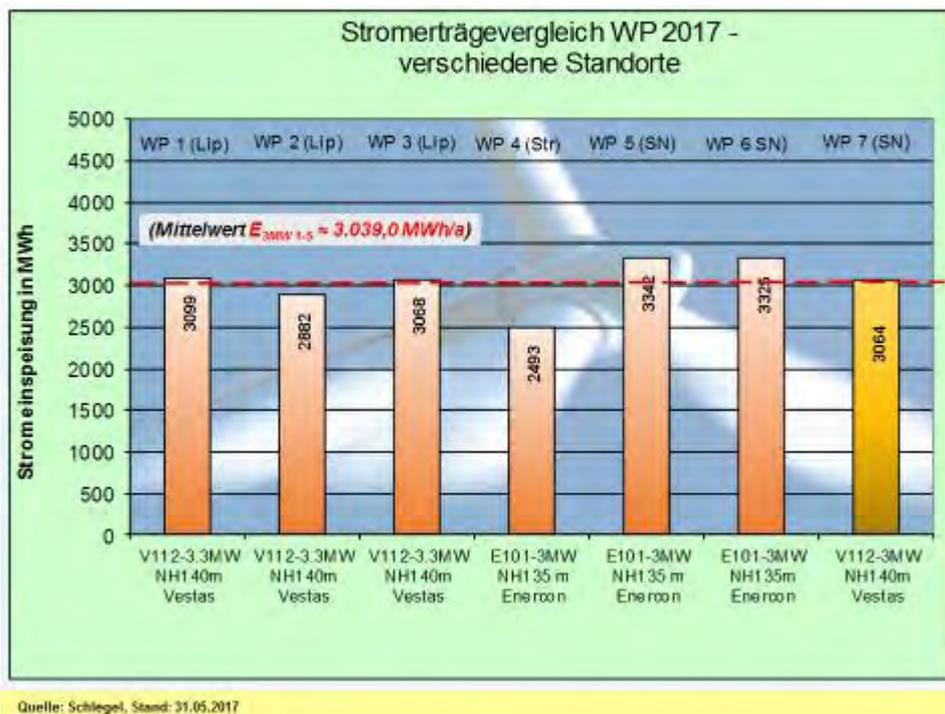


Abb. 30: Stromerträge-Vergleich – 3MW-Klasse (Mai)

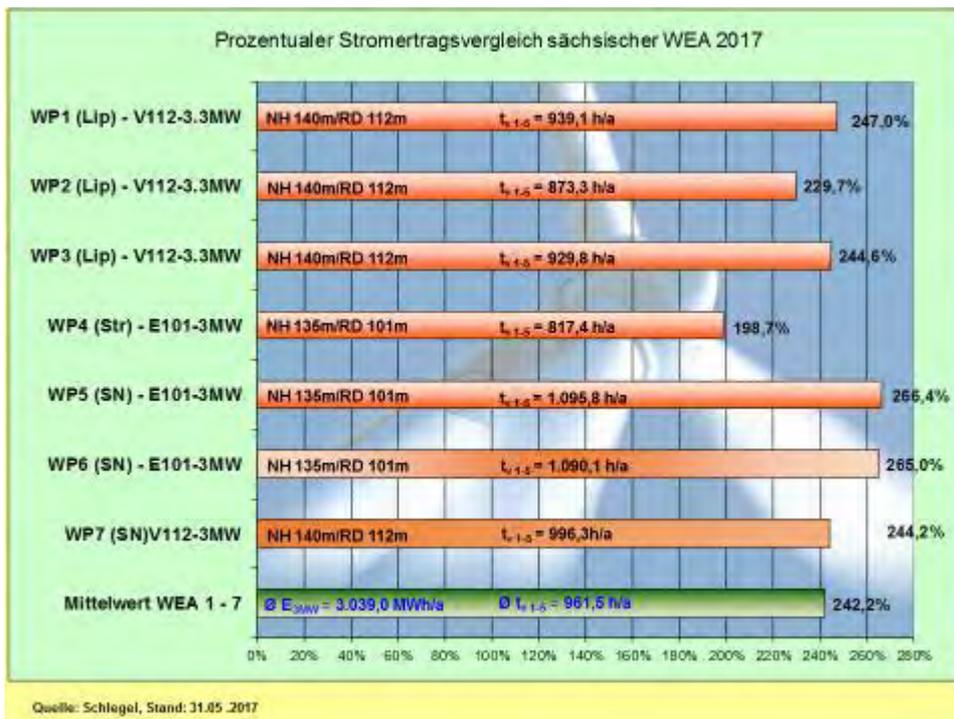


Abb. 31: Stromerträge-Vergleich - prozentual und nach Volllaststunden (Mai)

Das Balkendiagramm [Abb. 32] 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.

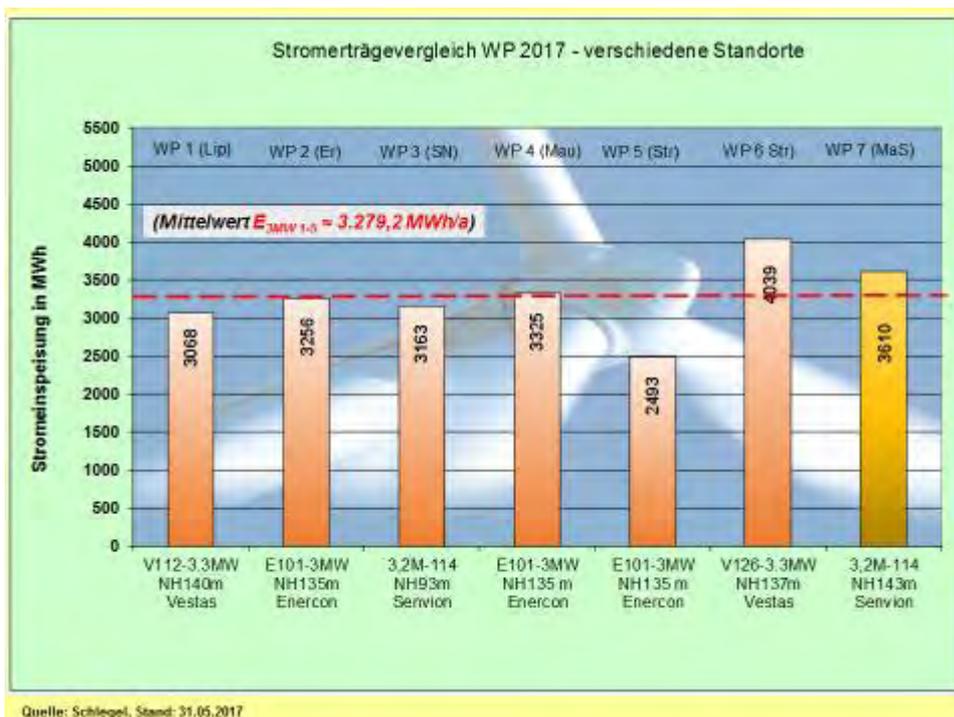


Abb. 32: Stromerträge-Vergleich – 3MW-Klasse (Mai)

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 Nabenhöhen 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 Nabenhöhen der WEA stimmen, dann wirkt der Rotordurchmesser entscheidend. So brachte die V126-3.3MW im Vergleich mit der E101-3MW (WP-Standort „Wülknitz-Streumen“) in fünf Monaten einen kumulativen Strommehrtrag von **62,0%** [Abb. 32].

Die erheblichen Stromertragsunterschiede zwischen den neu errichteten V126-3.3MW und der E101-3MW lassen sich auf den Durchmesserunterschied der Rotoren zurückführen. Rein rechnerisch ergibt sich für die V126-3.3MW ein Strom-Mehrtrag von 55,6%. Im vorliegenden Fall liegt die Vermutung nahe, dass bei axialer Windrichtung der WEA-Abstand zwischen den Maschinen nicht ausreicht, so dass die turbulente Windströmung bis zur E101-3MW nicht völlig abgeklungen ist und zu Ertragsverlusten führt.

Ein direkter Vergleich von 9/26 in Betrieb befindlichen 3MW-WEA im Mai in [Tab. 6]:

WEA-Typ/ Standort	Stromertrag $E_{theo\ max}$ in [kWh/mth]	Stromertrag E_{real} in [kWh/mth]	Monatseffizienz p_{eff} in [%]
WP Erlau E101-3MW/135m	2.269.200	386.546	17,03
WP SN (unbenannt) W1:3,2M114/93m	2.380.800	350.348	14,72
WP SN (unbenannt) W2:3,2M114/93m	2.380.800	344.461	14,47
WP Mark-Sahnau 3,2M114/143m	2.380.800	371.473	15,60
WP Thierfeld V112-3MW/140m	2.287.800	338.706	14,80
WP Erzgebirge) E101-3MW/135m	2.269.200	409.998	18,07
WP Lippoldsrub V112-3.3MW/140m	2.455.200	331.425	13,50
WP RIE-Mautitz E101-3MW/135m	2.269.200	368.161	16,22
WP Streumen V126-3.3MW/137m	2.455.200	453.981	18,49

Tab. 6: Vergleich der Monatseffizienz (Mai) von 9/26 in Betrieb befindlichen WEA der 3MW-Klasse

Nachfolgend eine weitere Bewertungsmöglichkeit mit der 2MW-Klasse in [Tab. 7]:

WEA-Typ	Stromertrag E ₁₋₅ in kWh	WEA-Typ	Stromertrag E ₁₋₅ in kWh	Differenz ΔE in %
WP Erlau E101-3MW/135m	3.255.910	WP Erlau E82-2MW/138m	2.001.852	+62,6
WP Erlau E101-3MW/135m	3.255.910	WP Silberberg V90-2MW/105m	2.465.381	+32,1
WP Erlau E101-3MW/135m	3.255.910	WP SN (unbenannt) 3,2M114/93m	3.162.710	+2,09
WP Mark-Sahnau 3,2M114/143m	3.610.064	WP SN (unbenannt) 3,2M114/93m	3.162.710	+14,1
WP Mark-Sahnau 3,2M114/143m	3.610.064	WP Silberberg V90-2MW/105m	2.465.381	+46,4
WP SN (unbenannt) 3,2M114/93m	3.162.710	WP Silberberg V90-2MW/105m	2.465.381	+28,3
WP Streumen V126-3.3MW/137m	4.039.036	WP Silberberg V90-2MW/105m	2.465.381	+63,8
WP Erzgebirge E101-3MW/135m	3.522.501	WP Silberberg V90-2MW/105m	2.465.381	+42,9

Tab. 7: Prozentualer Vergleich zwischen ausgewählten WEA der 3MW- und 2MW-Klasse (5 Monate)

Unter den gegebenen Bedingungen erreicht im Mai die monatliche Effizienz der 3MW-Klasse zwischen (13,5 – 18,5) % und liegt im Mittel etwas unterhalb der besten WEA (23,8%) des WP „Löbau“ (GR). Die Effizienzunterschiede kamen in der Hauptsache durch planmäßige Abschaltungen, aber auch durch Defekte zustande.

Der Unterschied im Stromertrag am Standort WP „Erlau“ zwischen der E101-3MW/NH135m und der E82-2MW/NH138m beträgt **62,6%**. Der theoretische Wert von rund 52%, der sich rein rechnerisch aus der RD-Differenz ergibt, wird immer mal wieder übertroffen. Im Verhältnis dieser beiden WEA hat sich dennoch 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 **32,1%**. 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 **+46,4%** 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 Mai betrug der kumulative Abstand **+63,8%**.

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.

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.

Das laufende Windjahr 2017 ist nach den bisherigen Ergebnissen **[(-22) bis (-35)] %** weit weg von den in zurückliegenden Jahren häufiger auftretenden starken Windfeldern. Mit den „innenlandoptimierten“ 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.

3. Neuerrichtungen, Fortschritte und Ausblick in der sächsischen Windenergienutzung

In den ersten fünf Monaten 2017 gingen bisher sieben WEA-Neuerrichtungen ans Stromnetz. Der Baubeginn der Anlagen geht aber auf 2016 zurück. Die [Abb. 33] beinhaltet die Verteilung nach Landesdirektionsbereichen (LDB).

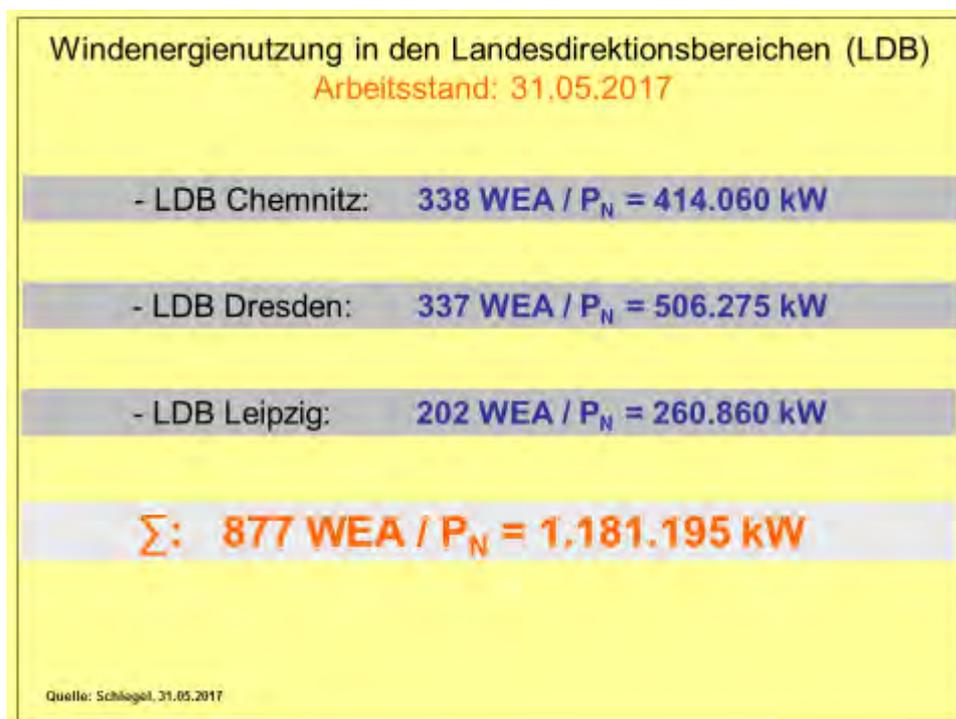


Abb. 33: In Betrieb befindliche WEA in Sachsen 31.05.2017

Da zz. mehrere WEA an zwei Standorten im Bau sind, kommen bis Ende Juni 2017 noch drei Anlagen hinzu. Voraussichtlich wird der WEA-Zuwachs in diesem Jahr etwas größer ausfallen als 2016. Das wird dann der Fall sein, wenn die Erweiterung des WP „Riesa-Mautitz“ durch die Firma *Wind 2000 GmbH* noch bis Jahresende, zumindest teilweise, in Betrieb geht.

Mit den WEA-Neubauten reduzieren sich die vorliegenden Genehmigungen. Bisher wurde 2017 erst **eine** WEA neu genehmigt. Die „gefühlte Beweislast“ in der Windenergiebranche, dass die Regionalplaner und die Genehmigungsbehörden die Genehmigungsverfahren verschleppen, lässt sich nicht verheimlichen. So wurde jetzt über die Presse bekannt, dass in Mittelsachsen dem Investor eines Windparks immer wieder neue Hürden aufgebaut werden, in dem ständig Nachforderungen zu erfüllen sind. Mal sind es die Fledermäuse, dann der Milan und andere Tiere. Plötzlich müssen die Abstände der Anlagen zu Wohnbebauungen überprüft werden. Und da im konkreten Fall zwei Planungsverbände aneinander treffen wird auch noch eine Abstandskorrektur notwendig. Der Investor arbeitet seit mindestens vier Jahren an dem Projekt, obwohl dieses nicht als neu einzustufen ist, denn auf dem Standort drehen sich seit 1999 mehrere WEA, die allerdings heute sowohl *moralisch* als auch *technologisch/physisch* verschlissen sind. Die Möglichkeiten für den Investor zur Verfahrensbeschleunigung bleiben außerordentlich beschränkt. Trotzdem ist dessen Engelsgeduld zu bewundern.

Die von den Behörden erteilten Auflagen für die jeweiligen Schutzgüter, Tiere, Vögel, Pflanzen, etc. hätte es ja bereits vor 1999 geben müssen? Regionalplanung und Genehmigungsbehörden können es sich leisten, die Energiewende fast nach Belieben zu unterlaufen. Wenige hundert Meter vom Windpark entfernt verläuft die Autobahn. Hier spielen die genannten Schutzgüter, wobei der Mensch als wichtigstes Schutzgut zu berücksichtigen wäre, keine Rolle mehr.

Wenn Betriebsverbote für WEA erteilt werden, um z.B. Greifvögel, Fledermäuse, etc. zu schützen, dann müssten ebenfalls Fahrverbote für die Autobahn erlassen werden.

Warum können sich die Regionalen Planungsverbände und die Genehmigungsbehörden so vehement gegen die Realisierung der Energiewende durchsetzen? Die Bundesgesetze sind vorhanden, doch es fehlen die rechtsfesten Verbindungen in die Bundesländer. Nach wie vor gibt es kein **Bundes-Klimaschutz-Gesetz**. Dafür existiert das Bundesnaturschutzgesetz mit 16 Ablegern in den Bundesländern. Aus den Naturschutz- und Umweltverbänden müsste hier größtmögliche Unterstützung kommen. Doch weit gefehlt: Verbände, die sich für den Natur- und Artenschutz einsetzen müssen endlich erkennen, dass

„Nur mit einem umfassenden Klimaschutz können Natur- und Artenschutz erfolgreich betrieben werden, aber nicht umgekehrt. Diese Erkenntnis ist bestenfalls bei einigen wenigen Mitgliedern, aber eben nicht bei den Verbänden als solchen angekommen.“

Leider kommt aus der Politik noch massive Unterstützung, die gegen eine erfolgreiche Energiewende gerichtet ist. Da wären die Kohleländer zu benennen, die parteiübergreifend für Abbau und Verstromung der Braunkohle, wie in einer Endlosschleife in der Öffentlichkeit agieren. Dann haben sich in Berlin konservative CDU-Abgeordnete in einem „Berliner Kreis“ versammelt, der jüngst **„. . für Deutschland einen radikalen Kurswechsel in der Klimapolitik. . .“** forderte.

Das Papier des „Berliner Kreis“ liest sich, als wenn es von der AfD verfasst wäre. Nicht fehlen durften im Text auch Forderungen nach Abschaffung des EEG sowie Tiraden gegen Wind- und Solaranlagen.

Mit diesen Problemen wird sich der Autor in einem gesonderten Aufsatz auseinandersetzen. Der Weltklimavertrag darf in Deutschland und seinen Bundesländern, nicht wie in den USA, in Frage gestellt werden. Deshalb die Wiederholung aus der April-Studie:

„Pacta sunt servanda“, Verträge sind einzuhalten, wie der Lateiner sagt!

Autor:



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

Döbeln, 28. Juni 2017