

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

- Monatsbericht Juli 2018 -

1. Wetter- und Klimabetrachtung Juli 2018

Der Klimazustand der Welt wurde in den bisherigen Monats-Studien kontinuierlich beschrieben, was auch weiterhin so erfolgen soll. Nach drei aufeinanderfolgenden Rekordjahren dürfte es für kurze Zeit, vielleicht zwei, drei Jahre nicht zu einem neuen Temperaturrekord kommen. Fakt bleibt, dass das Temperaturniveau auf hohem Level verbleiben wird. Da bereits ein mittlerer globaler Temperaturanstieg von $>1^{\circ}\text{C}$ seit 1880 erreicht ist, wird es für die Weltgemeinschaft immer schwerer, die globale Erwärmung gegenüber vorindustrieller Zeit auf höchstens $1,5^{\circ}\text{C}$ zu begrenzen, und selbst das Nichtüberschreiten der 2°C -Schwelle erscheint problematisch. Die Klimaforscher halten die Pariser Vereinbarungen jedoch noch nicht für gescheitert. **Allerdings müsste ab sofort der Ausstoß von Treibhausgasen (THG) in die Atmosphäre entscheidend reduziert werden.** Auf dem Papier sind sich die Staaten einig, doch bei der praktischen Umsetzung der CO_2 -Reduzierung bleiben die Fortschritte leider aus.

Am 15.08./20.08.2018 verkündeten NASA und NOAA ihre jeweiligen Juli-Daten, die in diesem Monat nur gering differieren. Sowohl nach NASA, als auch nach NOAA, wurde für den Juli eine positive Temperaturabweichung festgestellt. Bezogen auf den in den USA verwendeten Referenzzeitraum 1951 – 1980, kam die NASA auf $\Delta T_{\text{glob Juli}} = [0,80\text{K}]$ als Abweichung, während die NOAA auf $\Delta T_{\text{glob Juli}} = [0,75\text{K}]$ [Abb. 1] kam. Damit avanciert der Juli 2018 nach NASA zum drittwärmsten und nach NOAA zum viertwärmsten Juli seit 1880. Der global kälteste Juli wurde von NASA für das Jahr 1909 und von NOAA für das Jahr 1911 ermittelt. Diese kühleren Juli-Monate liegen mehr als 100 Jahre zurück.

Global Temperature Rankings (<i>Land and Ocean</i>)			
Rank (139 a)	Measure	Month	Temperature (above 20th Century average)
3th	Warmest (since 1880)	Juli 2018	+0,80°C ¹⁾
4th	Warmest (since 1880)	Juli 2018	+0,75°C ²⁾
1th	Warmest (since 1880)	Juli 2016,	+0,82°C ¹⁾
1th		Juli 2016	+0,80°C ²⁾
1th		Jan.-Juli 2016	+1,06°C ¹⁾
1th		Jan.-Juli 2016	+1,04°C ²⁾
3th		Jan.-Juli 2018,	+0,82°C ¹⁾
4th		Jan.-Juli 2018	+0,77°C ²⁾
1th	Coolest (since 1880)	Jan.-Juli 1904 [1911] ²⁾	-0,56°C ¹⁾ -0,50°C ²⁾

Quelle: NASA/GISS, 15.08.2018 / NOAA 20.08.2018; (Schlegel, bearb.)

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

Abb. 1: Globales Temperaturreanking Juli 2018 nach NASA und NOAA; (Schlegel bearbeitet)

Die NOAA-Grafik in [Abb. 2] verdeutlicht, dass die Abstände der Monate Juli in den letzten Jahren relativ gering blieben. Das insgesamt hohe globale Temperaturniveau aus 2015/2016, bedingt durch den starken „El Nino“, hat sich leicht abgeschwächt. Nach sieben Monaten kann noch nicht über den Jahresausgang prognostiziert werden [Abb. 4]. Nach der NASA-Karte Monate Januar – Juli Abb. 5] deutet vorerst alles darauf hin, dass 2018 erneut auf einem relativ hohen Temperaturlevel verläuft.

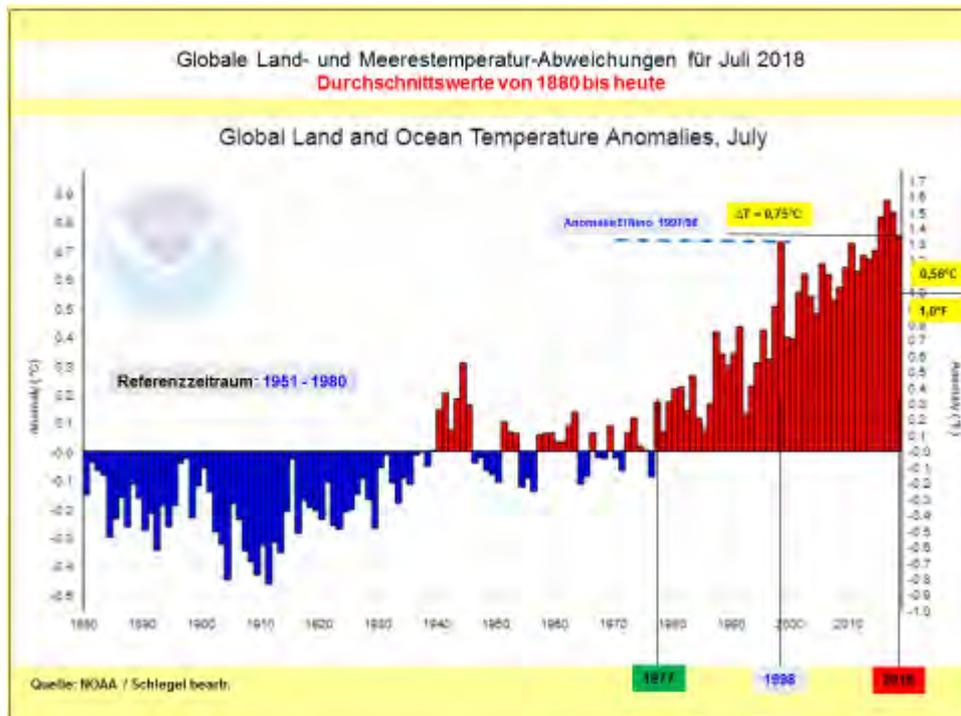


Abb. 2: Globale Temperaturentwicklung im Zeitraum Juli 2018 nach NOAA

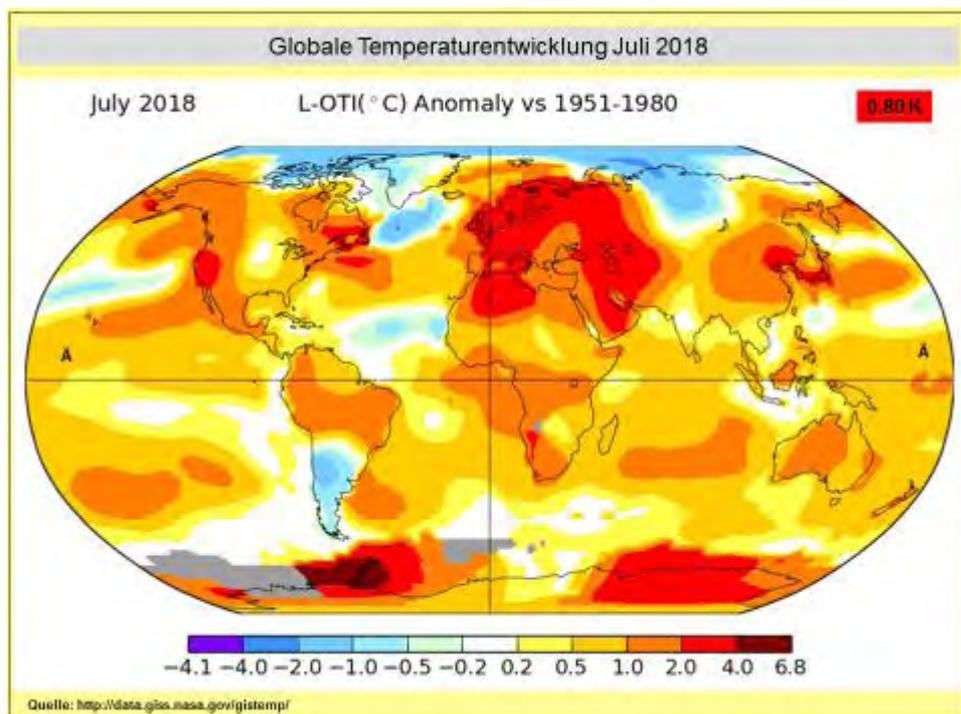


Abb. 3: Globale Temperaturentwicklung im Juli 2018 nach NASA

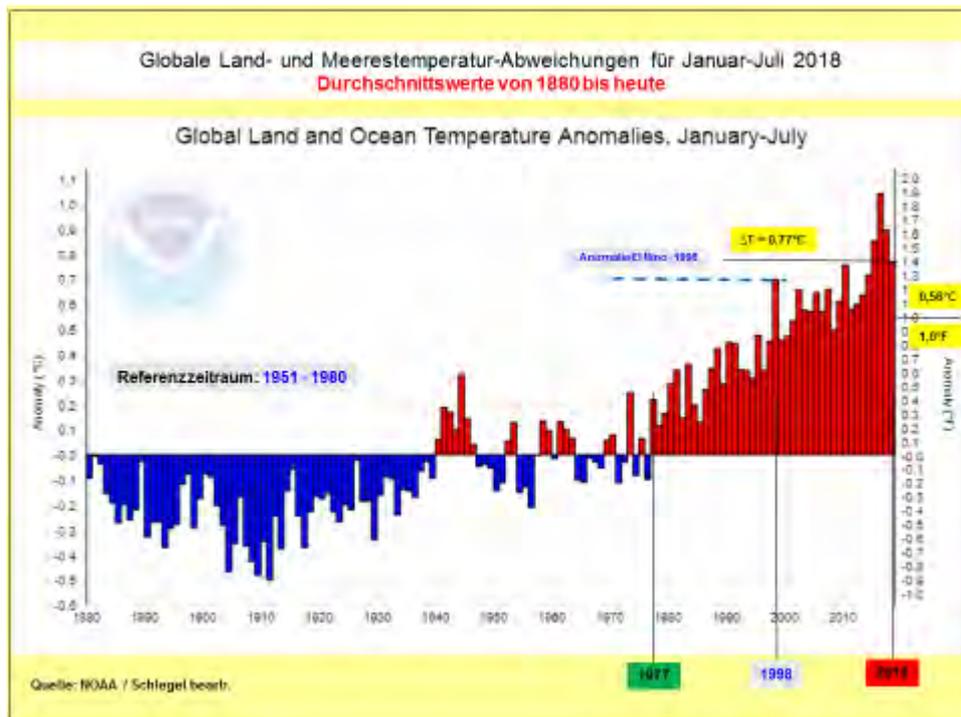


Abb. 4: Globale Temperaturentwicklung Monate Januar-Juli 2018 nach NOAA

Mit [Abb. 5] werden die bisherigen Aussagen zu den positiven Temperaturabweichungen nochmals in anschaulicher Weise aufgestellt. Während in den früheren Jahren die Temperaturlinien stark verdichtet auftraten, weisen die letzten Jahre größere Abstände auf, was eindeutig auf Zunahme der Temperaturanomalien, vor allem in den Anfangs- und Endmonaten des Jahres, schließen lässt.

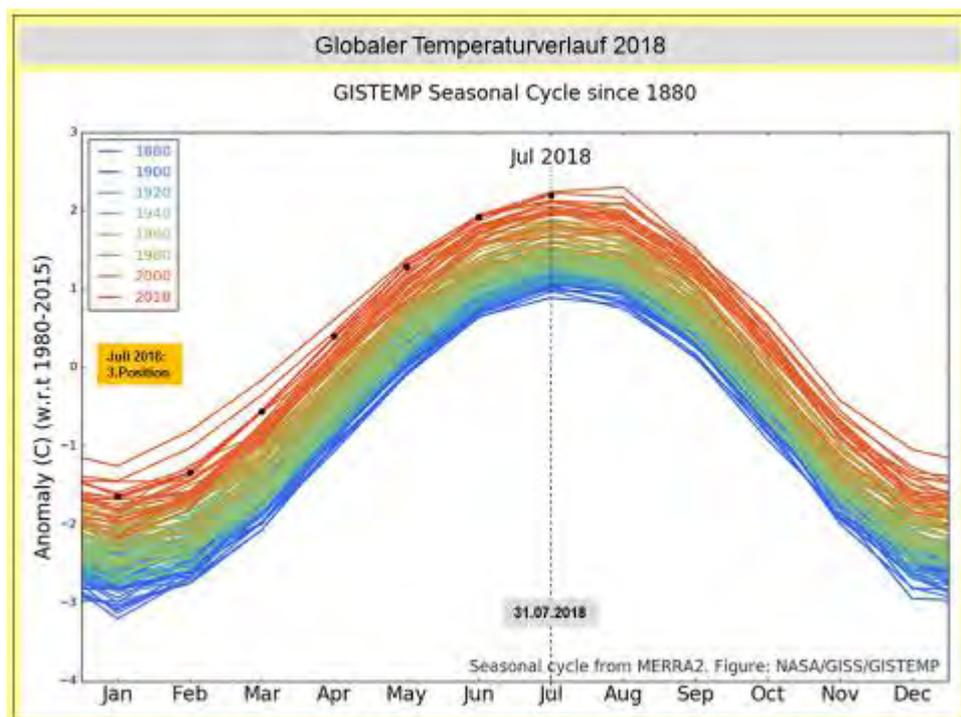


Abb. 5: Globaler Temperaturverlauf 2018 nach NASA

Es ist erwähnenswert, dass die größten positiven Abweichungen seit längerer Zeit auf der Landmasse der Nordhemisphäre ermittelt wurden. Im Zeitraum Juli betrug die Abweichungen $\Delta T_{\text{Nord Land Juli}} = [1,07\text{K}]$, was im Ranking Nr. 5 bedeutet. Für den Siebenmonatszeitraum betrug die Temperaturabweichung $\Delta T_{\text{Nord Land Jan.-Juli}} = [1,20\text{K}]$, was im Ranking Nr. 4 bedeutet.

Große Gebiete der Arktis weisen erhebliche Erwärmungsraten zwischen $\Delta T_{\text{max}} \approx [1 - 5]^\circ\text{C}$ auf, z.B. in USA/Kanada, Mittel-Nordosteuropa, Ostasien, Naher/Mittlerer Osten und Antarktis. Im Juli wurden auch Flächenanteile von Nordwestkanada sowie vom mittleren nördlichen Sibirien von einer Kälteinsel überdeckt. Die Abkühlung bewegte sich von $\Delta T_{\text{min}} \approx [1 - 4]^\circ\text{C}$. Unbestritten überwiegen auf dem Globus die roten Farbtöne, die für Erwärmung stehen. Vor allem zeigen die starken Rottöne eine deutliche Erwärmung in der Antarktis. Eine Auffälligkeit bietet der östliche äquatoriale Pazifik. Das Oberflächenwasser zeigt im Juli eine Erwärmungszone, die möglicherweise zu einem schwachen „El Nino“ führen könnte [Abb. 3].

Das nordpolare Meereis hat sich schon in den Wintermonaten auf einem niedrigen Stand bewegt [Abb. 6]. Am 31.07.2018 lag die arktische Meereisfläche in ihrer Ausdehnung mit rund 1,4 Mio. km^2 unter dem langjährigen Mittelwert der letzten Jahre. Die derzeitige Flächenausdehnung nimmt Ende Juli einen sehr niedrigen Stand ein, ohne dass ein neuer Minusrekord im September zu erwarten wäre.

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. 7]. Das derzeitige Minimum bewegt sich etwas über dem des Jahres 2017. Im Vergleich zum langjährigen Mittelwert 1981 - 2010 hat sich das Eisvolumen V_{Eis} um rund 8.100km^3 (?) verringert. Erstaunlicherweise korrespondieren Meereisausdehnung und Meereisvolumen nicht unmittelbar zusammen, was sicher auf die Heterogenität des Eises zurückzuführen ist.

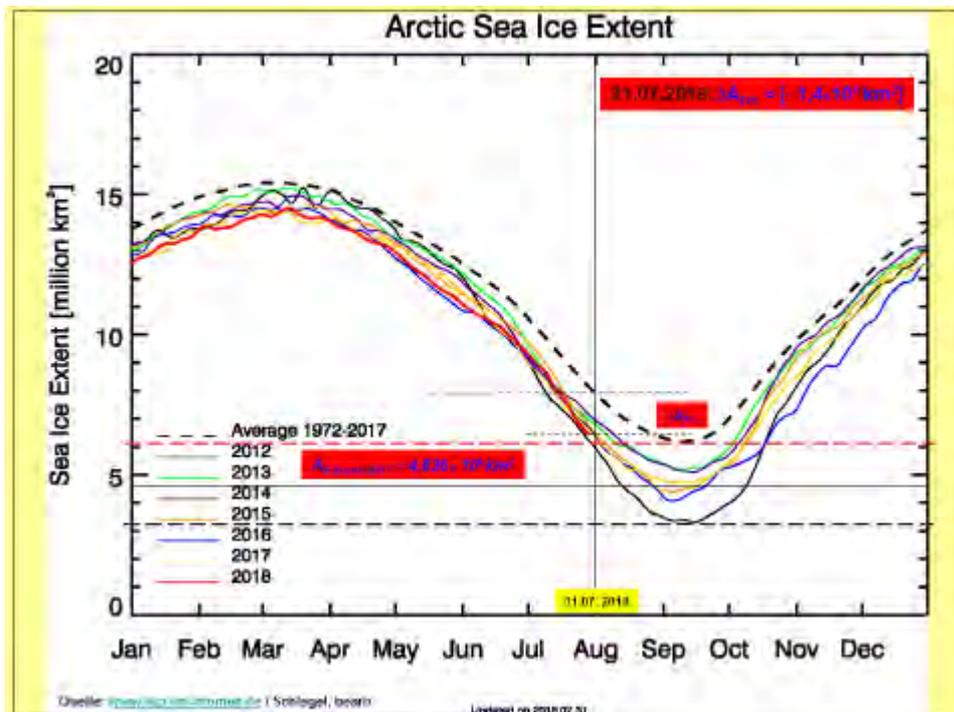


Abb. 6: Minimum der arktischen Meereisausdehnung Juli 2018

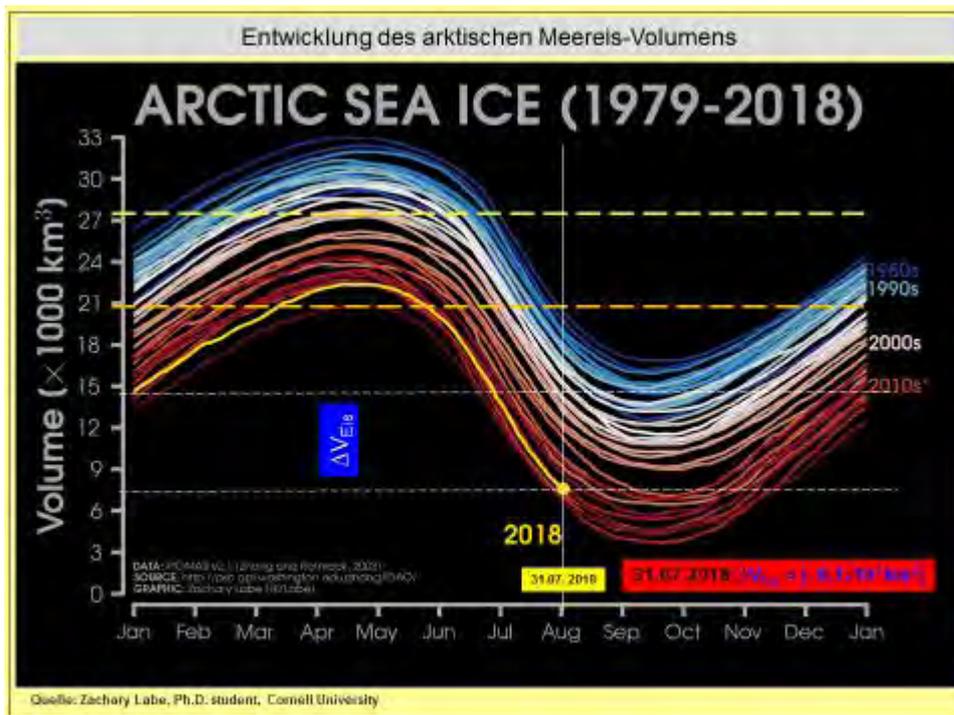


Abb. 7: Minimum des arktischen Meereisvolumens Juli 2018

Neben den monatlichen Temperaturabweichungen spielt die CO_2 -Konzentration, die auf dem *Mauna Loa* (Hawaii) gemessen wird, eine gewichtige Rolle, da CO_2 für die Klimaerwärmung als hauptverantwortliches Klimagas gilt. Im Juli 2018 wurden $K_{\text{CO}_2 \text{ Juli}} = 408,71 \text{ ppmV}$ als monatlicher Durchschnittswert ermittelt [Abb. 8, 9]. Der Monatsschnitt lag gegenüber dem Juli 2017 um $1,64 \text{ ppmV}$ höher. Tages- und Stundenwerte schwankten im Bereich von $\approx 408 \text{ ppmV}$ und $\approx 411 \text{ ppmV}$ -Marke. Der Maximalwert für 2018 wurde im Mai erreicht.

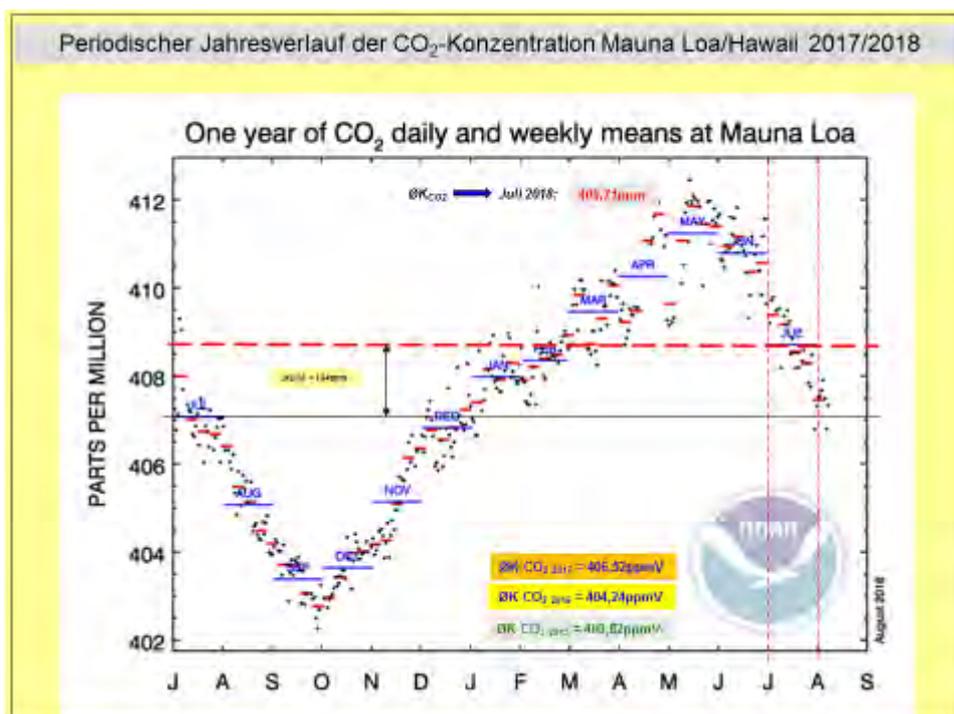


Abb. 8: Periodische Entwicklung der globalen CO_2 -Konzentration

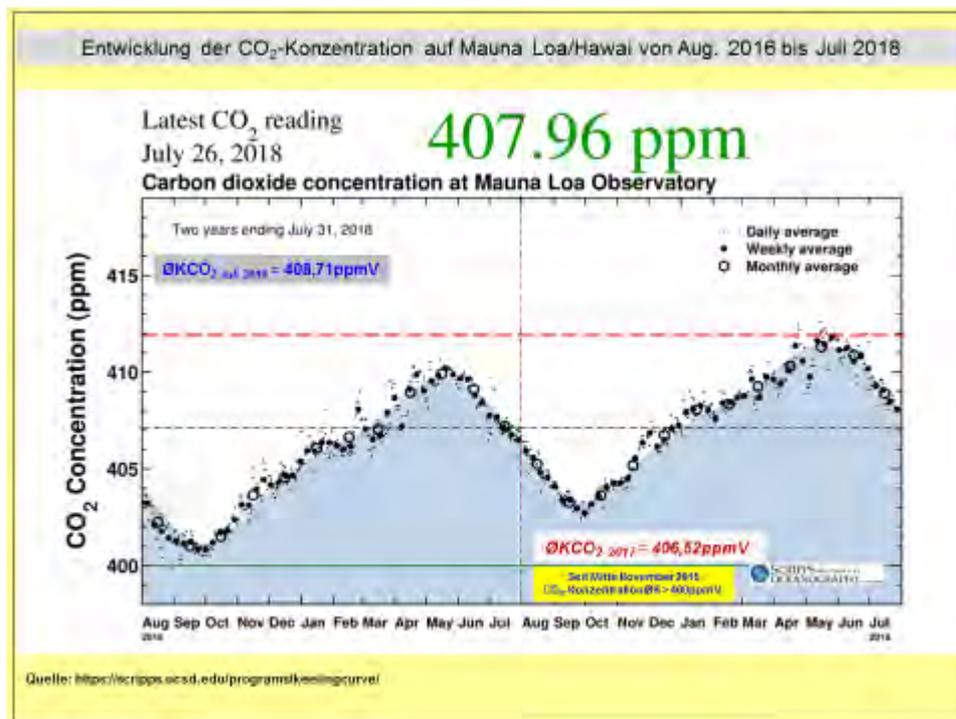


Abb. 9: Flächendiagramm der mittleren CO₂-Konzentration über zwei Jahre – Station Mauna Loa

Die Grafik der [Abb. 9] 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. Im Gegenteil: Die Emissionen in Deutschland – Sachsen eingeschlossen – steigen wieder an, da eben die notwendigen Klimaschutzmaßnahmen ausgeblieben sind.

In Deutschland wurde die „Kohlekommission“ berufen, die bis Ende 2018 ein Konzept zum Kohleausstieg vorlegen soll.

Die monatlichen Standardausführungen zu den beobachteten globalen und regionalen Wetterextremen gehören bereits zur Tradition dieser Studie. Hier nochmals eine Wiederholung:

In einem Seminar-Vortrag des Autors, gehalten am 04.09.2010, zitierte dieser folgende Aussage eines führenden Klimaforschers:

Stefan Rahmstorf, Klimaforscher PIK Potsdam, schrieb Mitte August 2010 in einem Artikel des Tages Anzeiger (Zeitung für das Züricher Oberland) mit dem Titel „Der Sommer der globalen Wetterextreme“:

„... Wir müssen den Tatsachen ins Auge sehen: Unsere Klimagasemissionen sind nach Allem was wir wissen zumindest teilweise an den Extremen dieses Sommers schuld. Sich an die Hoffnung zu klammern, das sei alles Zufall und ganz natürlich, scheint naiv. Wir können nur hoffen, dass dieser Extremsommer für Politik, Wirtschaft und Bürger ein Weckruf in letzter Minute ist. ...“

Der angemahnte Weckruf in Politik, Wirtschaft und bei den Bürgern **wurde und wird** nicht gehört, weil es ja doch nicht so schlimm kommen wird, wie es die Klimaforscher in der ihnen bekannten Art und Weise [**Katastrophensprache**] immer postulieren. Die allseits bekannten Klimaleugner mit nationalem und internationalem Hintergrund verunglimpfen Klimaforscher und behaupten, dass diese eben nur Katastrophenstimmung in die Bevölkerung tragen und

Angst verbreiten wollten, und um dann noch [höhere] Forschungsgelder für ihre Institute einzusammeln. Schlimm genug, dass sich immer wieder Politiker*innen finden, die solchen verantwortungslosen Klimafängern auf die Leimruten springen. Sachsen bildet keine Ausnahme, und die Vertreter*innen der rechtspopulistischen AfD verstärken das Feld der Verantwortungslosigkeit in der Klimadebatte.

Die Klimaforscher*innen aus PIK, MPIM Hamburg, AWI Bremerhaven, etc. haben an keiner Stelle übertrieben, denn die Wetterextreme verbreiten Jahr für Jahr weiter ihre Schrecken; vielfach haben diese noch zugelegt. Diese Aussage gilt besonders für den Hitzesommer 2018. Meistens verlaufen die Extreme ja in den entfernteren Regionen und da vielfach noch dramatischer, dennoch werden auch Länder wie Deutschland – Sachsen eingeschlossen – ziemlich hart getroffen.

Einige ausgewählte Beispiele zu extremen Wetterereignissen, deren Folgen wiederholt zur privaten und gewerblichen Existenzbedrohung führten. Nachfolgende [Abb. 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24] schließen an die vergangenen Monate nahtlos an und geben einen anschaulichen Überblick.

Der Beginn erfolgt im Ausland mit [Abb. 10]. Zunächst geht es nach Kanada. Im Juli gab es zahlreiche neue Hitzerekorde zu vermelden.

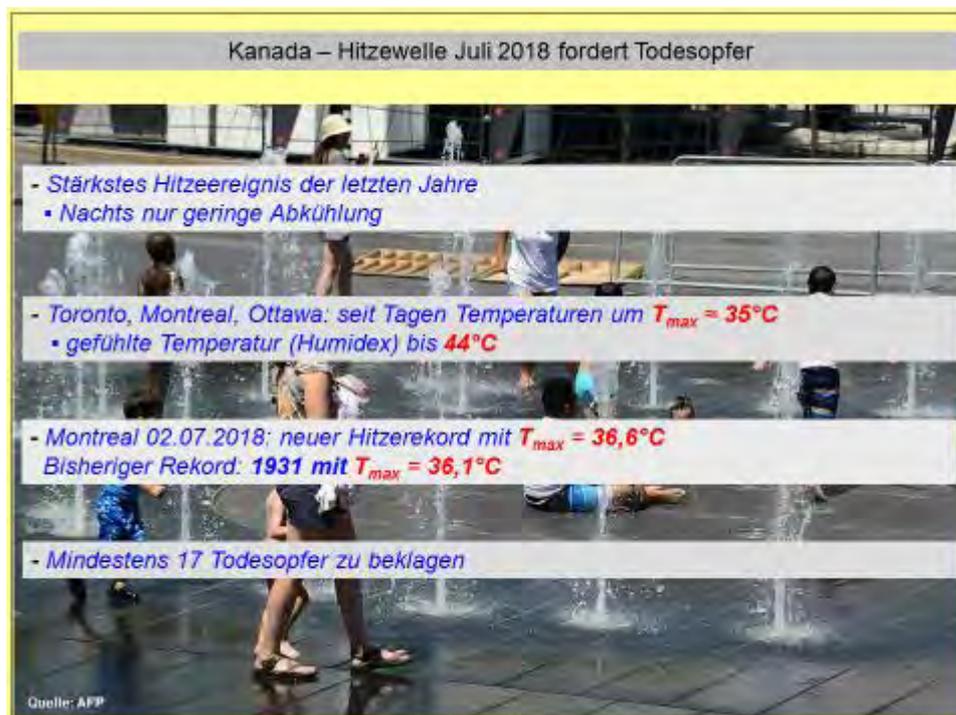


Abb. 10: Hitzewelle in Kanada Juli 2018

2018 wurde auch Japan im Fernen Osten nicht verschont. Einerseits mussten gewaltige Unwetter mit abnormen Regenmengen verkräftet werden, andererseits meldeten die Wetterstationen neue Temperaturrekorde [Abb. 11, 12].

Die Regensummen bis zu $4591/\text{m}^2$ sprechen eine deutliche Sprache. Kein Wunder, dass neben den materiellen Schäden auch noch mehr als 200 Todesopfer zu beklagen sind.



Abb. 11: Überschwemmungen in Japan Juli 2018



Abb. 12: Überschwemmung und Zerstörung der Infrastruktur Japan

Die [Abb. 13] führt in das nordsibirische Russland. Eine Hitzewelle, die auch auf der NASA-Karte [Abb. 3] gut sichtbar ist, führt zu einem großflächigen Aufschmelzen der sonst noch sehr dichten nordpolaren Meereisflächen. Die Nordost-Passage ist zu diesem Zeitpunkt aber für Schiffe noch nicht passierbar.

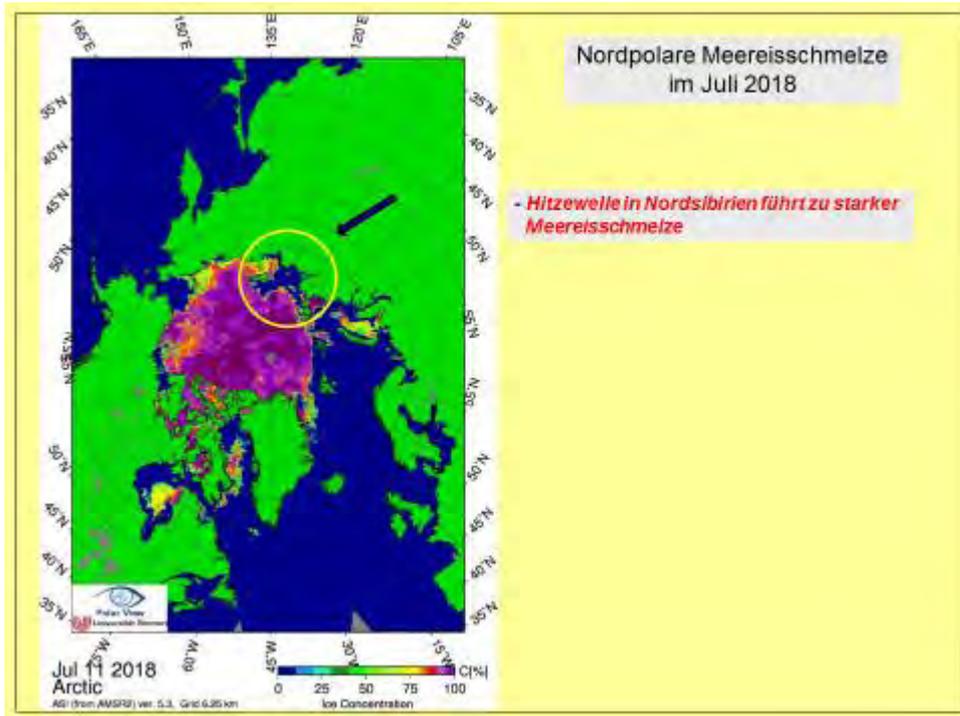


Abb. 13: Wirkung der Hitzewelle in Nordsibirien

Aus Nordsibirien kommend, geht es nach Nordafrika, direkt nach Algerien [Abb. 14]. Hier wurden tagelang extrem hohe Temperaturen von $[45 - 48]^\circ\text{C}$ gemessen [Abb. 14]. Am 05.07.2018 wurde mit $T_{\text{max}} = 51,3^\circ\text{C}$ ein neuer Hitzerekord aufgestellt. Wie die Temperaturprognose ab 20.07. aufzeigt, rechneten die Meteorologen allein an acht Tagen mit Höchstwerten von über 50°C .

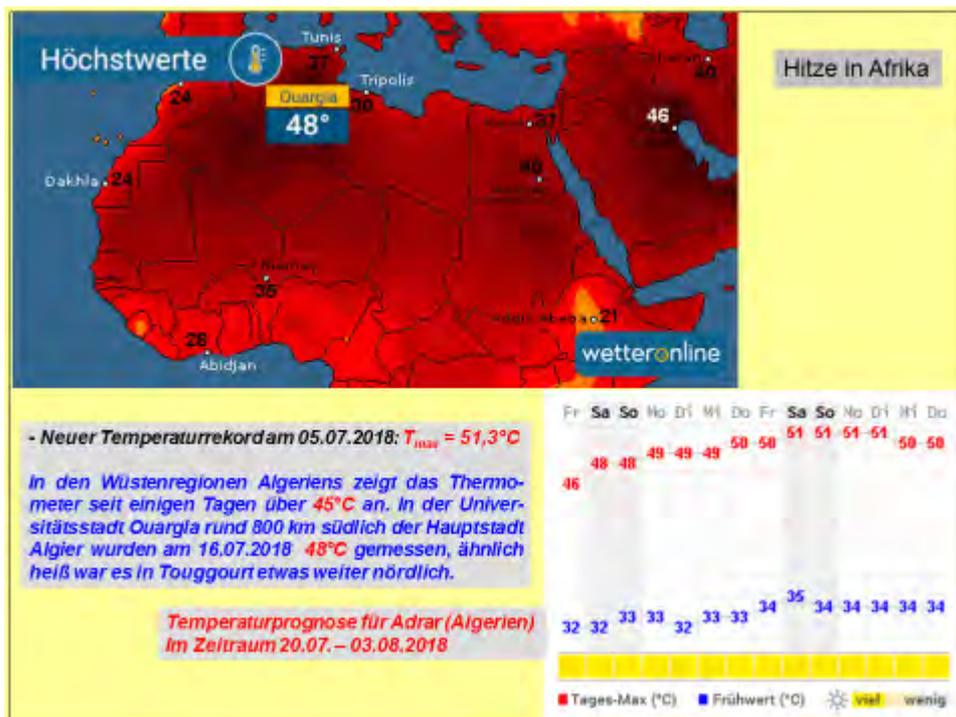


Abb. 14: Afrikanische Hitze mit Rekordwerten

Bezeichnend für den Sommer 2018 ist, dass sich auf der Nordhemisphäre zahlreiche Hitzewellen entwickelten, die entweder neue Rekorde generierten oder in die Nähe bestehender Rekorde rückten. Das östliche Mittelmeer ist bekannt für heiße Sommer, doch weder Mensch, Flora und Fauna sind der Hitze im mehrfachen Wiederholungsfall gewachsen [Abb. 15].



Abb. 15: Hitzewelle im östlichen Mittelmeerraum

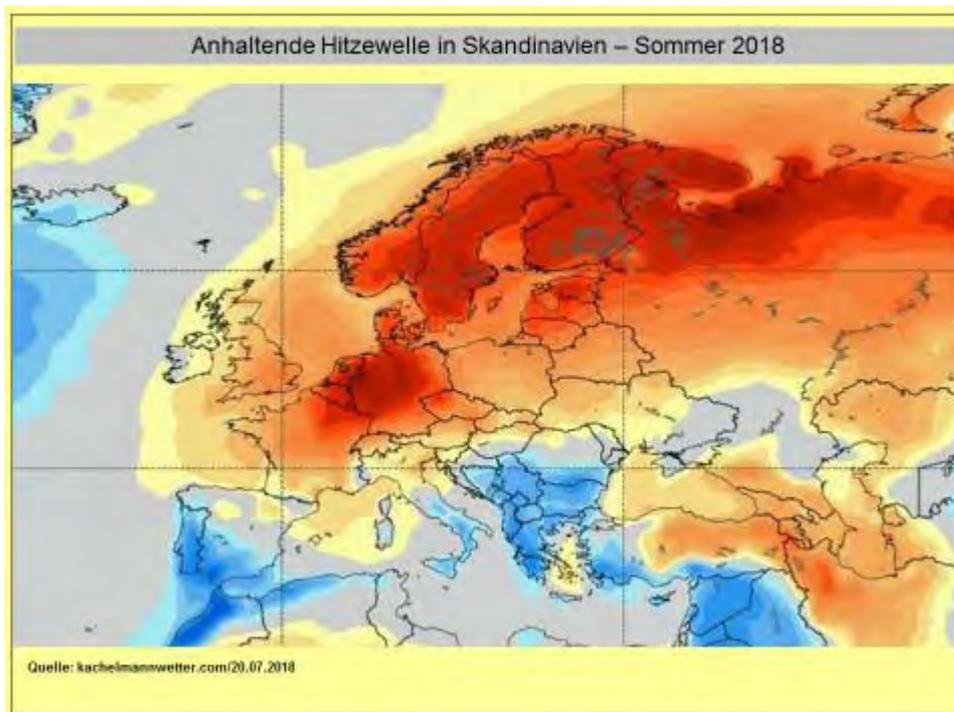


Abb. 16: Ausgeprägte Hitzewelle und Dürre in Skandinavien

Skandinavien erlebte einen bisher so nicht gekannten Juli [Abb. 16, 17]. Nicht nur die Wärme belastete die Menschen und Tiere, denn dazu kam noch eine Trockenheit, die mit der in den Mittelmeerländern vergleichbar war. Schweden kämpfte wochenlang mit Waldbränden; oft erfolglos. Die Klimaveränderungen, die nach dem Sommer 2018 noch weniger wegzudiskutieren möglich sind, erfordern massive Aufrüstungen für die Bekämpfung von großen Flächenbränden.



Abb. 17: Extrem hohe Temperaturen in der Polarkreisregion



Abb. 18: Friedliches Beieinander zwischen Badenden und Rentieren

Nochmals ein Sprung über den Atlantik nach Kalifornien [Abb. 19]. Viermal im Juli 2018 wurden $T_{\max} = 52,8^{\circ}\text{C}$ im kalifornischen Death Valley gemessen!



Abb. 19: Death Valley (CA) Juli 2018

Hitze und Dürre sind dann die Auslöser von verheerenden Feuerkatastrophen, die neben den materiellen Schäden vielfach auch Menschenleben fordern [Abb. 20]. Die kalifornische Feuerwehr ist zwar gut gerüstet, bei solchen Katastrophen jedoch überfordert.



Abb. 20: Tausende Hektar Wald vom Feuer bedroht

Abschließend einige Bilder aus Deutschland. Die Wetterkarte der [Abb. 21] trägt eine starke Hitzewelle im Gepäck. An vier Tagen sind die jeweiligen Höchsttemperaturen vermerkt. Der diesjährige Jahresrekord wurde am 31.07.2018 mit $T_{max} = 39,5^{\circ}\text{C}$ in Bernburg/Saale (Sachsen-Anhalt) gemessen. Bernburg gehörte wiederholt zu den deutschen Ortschaften, in denen diesjährige Spitzenwerte registriert wurden.

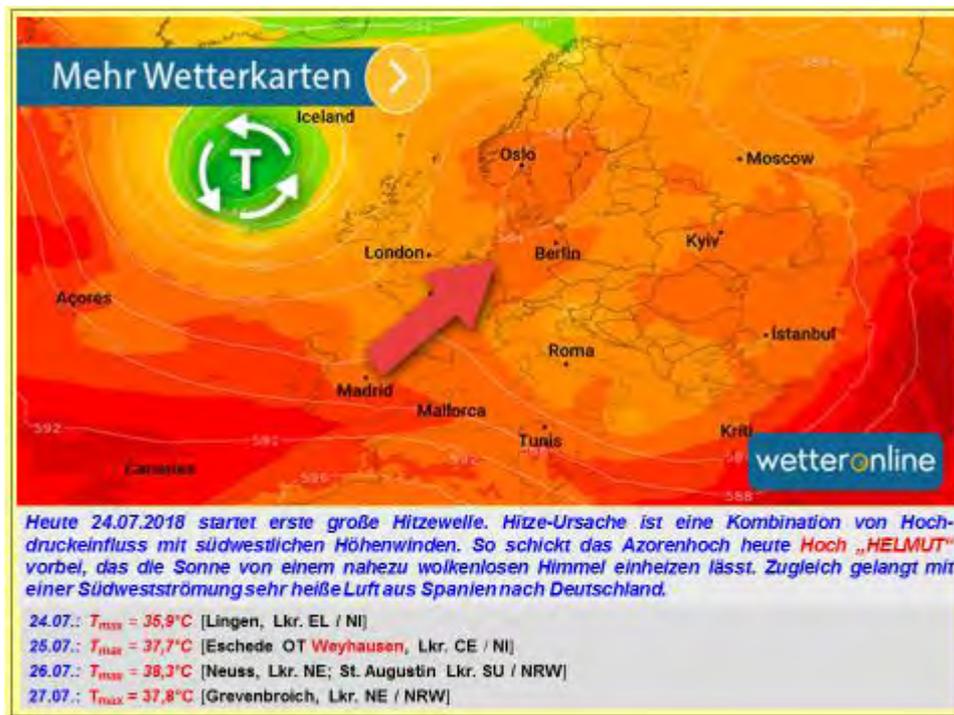


Abb. 21: Wetterkarte mit Juli-Hitzewelle

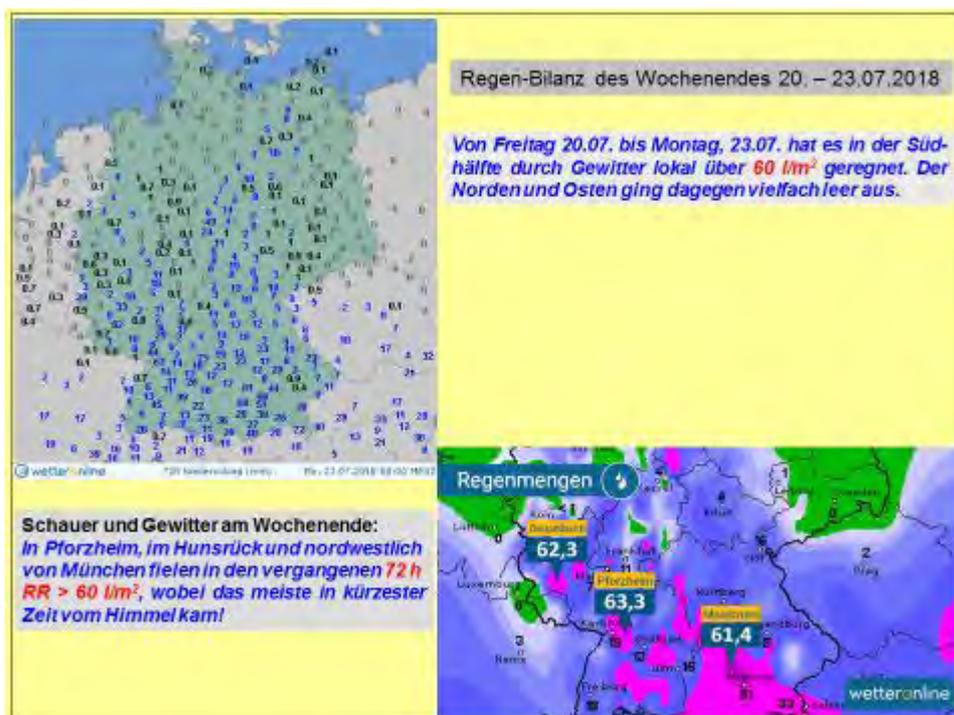


Abb. 22: Niederschlagsbilanz 20.-23.07.2018

Hitze und Trockenheit schließen nicht aus, dass trotzdem Niederschläge auftreten [Abb. 22]. Typisch für 2018 ist es, dass die Niederschläge sehr punktuell vom Himmel fallen. Eng begrenzt fallen (50 – 100) l/m² innerhalb kürzester Zeit, während wenige Kilometer weiter nur die dunklen Wolken sichtbar werden. Selbst wenn die Niederschläge lokal reichlich ausfallen, ist keine Bodenwirksamkeit zu erwarten.



Abb. 23: Anhaltende Trockenheit bis zur Dürre



Abb. 24: Hitze, Dürre, Feldbrände

Vielerorts fielen die Niederschläge über Wochen gänzlich aus. Die Ergebnisse zeigen die Aufnahmen in [Abb. 24]. Die Niederschlagskarte in [Abb. 22] – hier nur ein Tag – zeigt die Verhältnisse, wie diese in Deutschland über Monate herrschten. Während der Süden häufiger Regen abbekam, gingen der Norden und Osten meist leer aus. Den Schaden müssen die Landwirte tragen, denn die von Bund und Ländern angebotenen Hilfszahlungen decken nicht im Geringsten die Ausfälle.

Verschiedentlich wurden die Landwirte für „selbst schuldig“ erklärt, denn diese müssten ja die Risiken kennen, die sich aus der Produktion unter freiem Himmel ergeben.

Politiker*innen kamen bisher nicht auf die Idee, den von der Menschheit verursachten Klimawandel als wesentliche Ursache für das Auftreten gehäufeter Wetterextreme anzusehen und endlich die notwendigen Klimaschutzmaßnahmen einzuleiten.

Dieser Studien-Bericht enthält besonders viele Bilder von den Extremereignissen, und ganz bewusst vom Autor so gewollt. In Sachen Klimaschutz hat die deutsche Politik bisher fast total versagt. Mit diesen Bildern soll den Lesern (Bürgern) vor Augen geführt werden, wie die Zukunft aussehen wird, wenn nicht durch unverzügliches Handeln die Klima-Umkehr eingeleitet wird.

Diese Aussage stammt aus dem Studienbericht Mai 2018 und wurde vom Autor bewusst erneut zitiert.

Zunächst nach Deutschland und zum Monat Juli. Der zweite Sommermonat verlief durchaus sommerlich, wenn auch in Deutschland zweigeteilt. Im Norden und Osten war es zu trocken, bis extrem trocken, wobei der Süden deutlich mehr Regen und schwülwarme Luft abbekam. Wie schon im Juni traten auch im Juli teils schwere Unwetter sowie Brände mit erheblichen Schäden auf s. [Abb. 21 - 24].

Die Durchschnittstemperatur für den Monat Juli wurde nach Auswertung von rund 2.000 Messstationen vom DWD in Deutschland mit $\overline{\theta}_{\text{DE Juli}} = [20,2^{\circ}\text{C}]$ ermittelt. Bezogen auf die gültige Referenzperiode 1961 – 1990 [$\overline{\theta}_{\text{DE Juli}} = (17,0^{\circ}\text{C})$], war der Monat mit $\Delta T = [3,2\text{K}]$ zu warm. Unter Bezugnahme auf den jetzt häufig verwendeten (wärmeren) Zeitraum 1981 – 2010 gab es eine **positive** Abweichung mit $\Delta T = [2,2\text{K}]$. Der Juli 2018 fiel nach den Rekordmonaten April und Mai im vierten Monat hintereinander zu warm aus und nimmt die 5. Position ein!

In der 2. Juli-Dekade wurden in Deutschland vielfach Maximaltemperaturen bis über 30°C gemessen. Die DWD-Station *Duisburg-Baerl* (NRW) meldete am 26.07.2018 den bundesweit höchsten Wert mit $T_{\text{max}} = 38,0^{\circ}\text{C}$. Am 25.07. meldete die DWD-Station *Rupperstecken* (RP) eine Tropennacht. Die Temperatur fiel nicht unter $T_{\text{min}} = 23,8^{\circ}\text{C}$. Im sächsischen Kälteloch *Deutschneudorf-Brüderwiese* (SN) registrierten die Thermometer am 02.07. in 2m Höhe mit $T_{\text{min}} = [0,1^{\circ}\text{C}]$ fast Minusgrade.

Gegenüber dem Mittel 1961 – 1990 wurde in Deutschland für die Monate Januar bis Juli eine positive Abweichung von $\Delta T = 2,2\text{K}$ registriert, die besonders den fünf warmen Monaten Januar, April, Mai, Juni und Juli geschuldet ist.

In Deutschland wurde eine durchschnittliche Niederschlagsmenge von $\text{RR} = 40\text{l/m}^2$ ermittelt. Der monatliche Normalwert von $\text{RR} = 78\text{l/m}^2$ wurde mit rund 51% verfehlt. Die größte Monatsmenge fiel in den *Chiemgauer* und *Berchtesgadener Alpen* (BY) mit $\text{RR} \leq 150\text{l/m}^2$. Teilweise fielen im Juli lediglich $\text{RR} \leq 5\text{l/m}^2$. In all diesen Gebieten verstärkte sich die Dürre. Da die Gewitter meist nur örtlich sehr begrenzt auftraten, konnte keine Entspannung einsetzen.

Die Sonnenscheinbilanz erreichte im deutschlandweiten Flächendurchschnitt **SO** \approx **305h**, was erheblich über dem langjährigen Mittel von $SO \approx 212h$ liegt. Im Mittel also rund 44% über Normal. An der Ostseeküste wurden teils bis $SO \approx 360h$ gemessen. Im Alpenraum schien die Sonne teils nur **SO** \approx **230h**.

Wie sah es im Einzelnen in Sachsen aus? In Sachsen kam die Durchschnittstemperatur im Juli auf $\overline{\text{OT}}_{\text{SN Juli}} = [20,2^\circ\text{C}]$. Normal wären $\overline{\text{OT}}_{\text{SN Juli}} = 17,2^\circ\text{C}$ gewesen. Die Abweichung erreichte den positiven Wert von $\Delta T = [3,0\text{K}]$. Gegenüber dem langjährigen Mittel 1961 – 1990 wurde in Sachsen für die Monate Januar bis Juli eine positive Abweichung von $\Delta T = 2,2\text{K}$ registriert.

Beim Niederschlag kam Sachsen auf **RR** \approx **30l/m²**. Bezogen auf das Mittel von $RR = 69l/m^2$, lag Sachsen mit einem Anteil von 43% deutlich unter dem Soll. Die Niederschlagsverteilung entwickelte sich völlig ungleichmäßig: Einerseits unterspülte Straßen und Bahnstrecken, andererseits höchste Waldbrandgefahr, wie z.B. in Nordsachsen und in der Lausitz. Der erwünschte Landregen blieb auch im Juli aus.

Beim Sonnenschein kam Sachsen auf **SO** \approx **320h**, und lag damit knapp über dem Deutschlandschnitt. Der langjährige Normwert beträgt für den Juli $SO \approx 210h$. Das Sonnenscheinplus betrug rund 52%.

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 Klimaelementes 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 für 2018 noch keine Betreiberdaten vor. Der Juli verlief windmäßig etwas unter den Erwartungen, es gab Jahre mit besseren Ergebnissen. Der Monatsverlauf ist in [Abb. 25] qualitativ dargestellt und in den [Tab. 6, 7] zahlenmäßig abzulesen.

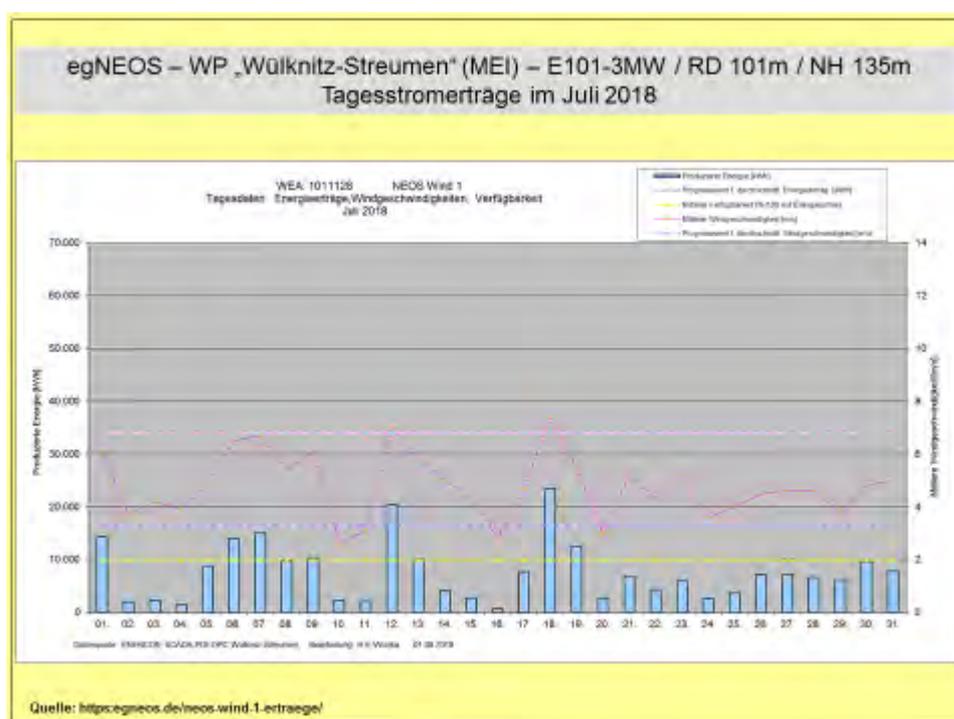


Abb. 25: Monatsübersicht Tages-Stromerträge Juli 2018

Die besten fünf WEA der 3MW-Klasse kommen im Juli auf einen kumulativen Durchschnitt im Stromertrag von $\overline{OE}_{1-7} = 4.857.850 \text{ kWh/WEA}$. Diese fünf WEA haben nach sieben Monaten den Jahresstromertrag der 2MW-Referenz-WEA ($E_{\text{Ref Juli 2017}} = 1.651.153 \text{ kWh}$) mit **+194,2%** überboten.

Im Vergleich zum Juli 2018 ($E_{\text{Ref Juli 2018}} = 1.479.888 \text{ kWh}$) ergibt sich ein Vorsprung im Stromertrag von **+228,3%** für die o.g. WEA der 3MW-Klasse.

Die momentan überragende Position nimmt die WEA Typ „Vestas“ V126-3.3MW/NH137m im WP „Sohland a.R.“ (GR) mit **5.086.575 kWh** ein. Allerdings beträgt der Vorsprung gegenüber der „Vestas“ V126-3.3MW/NH137m im WP „Wülknitz-Streumen“ (MEI) nur 116.966 kWh, denn die genannte WEA erreichte kumulativ $E_{1-7} = 4.969.609 \text{ kWh}$.

Nach sieben Monaten bleibt die Prognose über den Windverlauf des Jahres weiterhin recht schwierig, genauer gesagt höchst unsicher. Die Maschinen der 3MW-Klasse weisen bereits einen deutlichen Ertragsvorsprung auf, doch die Entscheidung fällt erst in den drei windstarken Monaten zum Jahresende

Ausgewählte Tages- und Monatswerte finden sich in den nachstehenden Auflistungen.

WP „Silberberg“ GRM-Mutzschen (L):

01.07.:	e = (7.989 – 10.598) kWh/d	Øe = 9.213 kWh/(WEA*d)
11.07.:	e = (576 – 921) kWh/d	Øe = 638 kWh/(WEA*d)
12.07.:	e = (10.554 – 14.507) kWh/d	Øe = 13.000 kWh/(WEA*d)
16.07.:	e = (1.365 – 1.785) kWh/d	Øe = 1.524 kWh/(WEA*d)

WP „Naundorf I“ (TDO):

02.07.:	e = (91 – 209) kWh/d	Øe = 110 kWh/(WEA*d)
10.07.:	e = (218 – 510) kWh/d	Øe = 289 kWh/(WEA*d)
18.07.:	e = (4.593 – 10.966) kWh/d	Øe = 7.907 kWh/(WEA*d)
16.07.:	e = (535 – 712) kWh/d	Øe = 589 kWh/(WEA*d)

Aus [Abb. 25] geht hervor, dass im Juli nur wenige Tage mit besseren Windverhältnissen zum Stromertrag beisteuerten. Die obige Auswahl spricht für sich. Allerdings ist bekannt, dass in den Sommermonaten der Wind meist schwächer weht. 2018 kommt hinzu, dass vielfach Hochdruckwetterlagen überwogen, und Sachsen meist mittendrin lag.

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

$$\text{Øe}_{\text{WP „Silberberg“ (1-7)}} = 2.722.223 \text{ kWh/WEA}$$

$$\text{Øe}_{\text{WP „Naundorf I“ (1-7)}} = 1.527.602 \text{ kWh/WEA}$$

Der WP „Silberberg“ speiste, bezogen auf den WP „Naundorf I“, nach sieben Monaten die **1,78fache** 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“ GRM-Mutzschen (L) mit sieben WEA der 2MW-Klasse wäre theoretisch im Juli die folgende Windstrommenge möglich gewesen:

$$\begin{aligned} E_{\text{theo max}} &= 10.416.000 \text{ kWh/mth} \\ E_{\text{real}} &= 1.729.741 \text{ kWh/mth} \end{aligned}$$

$$E_{\text{theo max 1-7}} = 79.920.000 \text{ kWh/7 Monate}$$

Der Monatsrealertrag fällt geringer aus. Die aus den o.g. Daten berechenbare Monatseffizienz beträgt **$p_{\text{eff}} = 16,61\%$** !

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

$$\begin{aligned} E_{\text{theo max}} &= 7.440.000 \text{ kWh/mth} \\ E_{\text{real}} &= 341.132 \text{ kWh/mth} \end{aligned}$$

$$E_{\text{theo max 1-7}} = 50.880.000 \text{ kWh/7 Monate}$$

Die aus den o.g. Daten berechenbare Monatseffizienz beträgt **$p_{\text{eff}} = 4,59\%$** !

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“, was sich im Juli wiederum heraus kristallisiert.

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. Es besteht aber die berechtigte Hoffnung, dass nächstes Jahr ein kompletter Windpark der 3MW-Klasse zur Verfügung steht.

p _{eff} [%]	Jan.	Feb.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sep.	Okt.	Nov.	Dez.	Σp _{eff} [kum.]
WP Silberberg	49,83	24,69	34,66	29,45	21,55	15,02	16,61						27,03
WP Naundorf I	35,45	11,64	21,91	15,35	9,32	7,71	4,59						15,01

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

Die Referenz-WEA Vestas V80-2MW/NH67m erzeugte im Juli **64.893 kWh**. Das entspricht einer Effizienz von 4,36% der theoretisch möglichen Strommenge. Die beste WEA im WP „Silberberg“ schaffte bei gleicher Leistung 17,75%, bzw. die **2,41fache** Monatsstrommenge, ein Ergebnis, welches z.B. mit der E82-2MW/NH138m im WP „Löbau“ (GR) mit 21,67%, bzw. dem **2,94fachen** klar übertroffen wurde.

Auch bei den schwächeren Windverhältnissen im Juli, konnten die WEA der 3MW-Klasse deren Leistungsfähigkeit unter Beweis stellen. 6 von 23 WEA, die ins Monitoring einbezogen sind, erzeugten eine Strommenge, die je 300.000kWh überstieg. Die monatsbeste WEA markierte im WP „Wülknitz-Struemen“ (MEI) [412.083]kWh. Gegenüber der Referenz-WEA entsprach diese Einspeisung dem **6,35fachen**!

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 Nabenhöhen und Rotordurchmessern zu errichten sind, bedarf auch **2018** keiner Korrektur. Im Gegenteil: Die Forderung nach der ausschließlichen Errichtung von Anlagen der **3MW-Klasse/4MW-Klasse** muss manifester denn je an die Regionalplanung, die Genehmigungsbehörden sowie schwerpunktmäßig an die Politik herangetragen werden.

Die bisherige, den Regionalen Planungsverbänden sowie den Landkreisen eingeräumte Freizügigkeit in den Entscheidungen, muss diesen sofort entzogen werden, da sich herausgestellt hat, dass vor allem die Unteren Genehmigungsbehörden (LRA) die notwendigen Fortschritte der Energiewende maßgeblich bremsen!

Die hier vorgetragenen Standardaussagen werden deshalb Monat für Monat wiederholt!

Die ursprüngliche Tab. 2 wurde bekanntlich 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 so gibt es z.B. nach sieben Monaten zwischen der besten 3MW-WEA und der Referenz-WEA $\Delta E = 3.606.687 \text{kWh}$ 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.
- Windverschattungen am Standort wegen zu geringer WEA-Abstände

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.

Anmerkung:

Zum Repowering der sächsischen Windenergieanlagen/Windparks hatte der Autor zusammen mit Kolleginnen und Kollegen 2011 eine Studie veröffentlicht, die bei Umsetzung bis 2020 einen rechnerischen Windstromanteil von $\approx 35\%$ am sächsischen Nettostromverbrauch garantieren würde.

Leider behindern die Regionalen Planungsverbände (RPV) immer wieder die Umsetzung technologischer Entwicklungen. Ein Paradebeispiel dieser Art realisierte sich derzeit in der Errichtung einer WEA vom Typ **SWT-3.6-130**. Für diese Maschine mit einem Rotordurchmesser von **RD = 130m** wurde lediglich eine Nabenhöhe **NH = 85m** genehmigt. Darüber wurde ausführlich mit Bildmaterial in der Monats-Studie Juni berichtet.

Hier ein neuer Einschub: Die bewährte 3MW-WEA-Klasse befindet sich in einer beachtenswerten Weiterentwicklung. Damit auch in windschwachen Gebieten die Anlagen wirtschaftlich betrieben werden können, wachsen die Nabenhöhen und vergrößern sich die Rotordurchmesser. Z.B. hat Vestas für Gebiete, die der Windklasse IEC IIIB entsprechen die V150-4.2 MW entwickelt. Die Nennleistung beträgt 4.000kW, kann aber je nach örtlichen Bedingungen auf 4.200kW optimiert werden. Nach Kenntnis des Autors befindet sich ein Genehmigungsantrag im Verfahren. Es ist derzeit nicht bekannt, ob und wann die Genehmigungserteilung erfolgen wird.

Die bekannten anderen WEA-Hersteller haben ebenfalls für die windschwachen Binnenlandstandorte neue 3MW- und 4MW-Plattformen aufgelegt.

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

WEA Typ/Standort	Monat Juli E in [kWh]	WEA Typ/Standort	Jahresergebnis E _{kum} in [kWh]
1. E82-2MW/NH138m Löbau (GR)	250.512	1. E82-2MW/NH138m Bockwitz (L)	3.382.042
2. E82-2MW/NH108m Saidenberg (ERZ)	240.887	2. E82-2,3MW/NH138m Sornzig/Ablaß/Jeese.	3.351.823
3. E82-2MW/NH138m Bockwitz (L)	220.480	3. E82-2MW/NH138m Löbau (GR)	3.220.283
4. E82-2.3MW/NH138m Sornzig/Ablaß/Jeese.	218.609	4. E82-2MW/NH108m Saidenberg (ERZ)	3.210.261
5. V90-2MW/NH105m Sohland a.R. (GR)	195.683	5. V90-2MW/NH105m Silberberg (GRM)	3.067.931
6. V90-2MW/NH105m Silberberg (GRM)	187.593	6. V90-2MW/NH125m Sitten (FG)	2.985.782
7. V90-2MW/NH125m Sitten (FG)	182.769	7. E82-2,3MW/NH138m SN (unbenannt 4)	2.899.631
8. E82-2.3MW/NH138m SN (unbenannt 4)	181.656	8. E82-2MW/NH138m Erlau (FG)	2.846.716
9. E82-2.3MW/NH138m SN (unbenannt 3)	174.011	9. V90-2MW/NH105m Sohland a.R. (GR)	2.845.581
10. MM92-2MW/NH100m Mißlareuth (V)	161.644	10. E82-2.3MW/NH138m SN (unbenannt 3)	2.830.356
11. E82-2MW/NH138m Erlau (FG)	161.568	11. MM92-2MW/NH100m Mißlareuth (V)	2.651.594
12. MM92-2MW/NH80m DL-Mochau (FG)	152.376	12. MM92-2MW/NH100m Mark-Sahnau (Z)	2.420.492
13. MM92-2MW/NH100m Mark-Sahnau (Z)	149.533	13. MM92-2MW/NH80m DL-Mochau (FG)	2.299.179
R. V80-2MW/NH67m Naundorf (TDO)	64.893	R. V80-2MW/NH67m Naundorf (TDO)	1.479.888

Tab. 2: Auflistung der Juli- und Kumulativ-Jahresstromerträge 2018

Anmerkung:

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

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

WEA Typ/Standort	Monat Juli E in [kWh]	WEA Typ/Standort	Jahresergebnis E _{kum} in [kWh]
1. V126-3.3MW/NH149m Streumen 16 (MEI)	412.038	1. V126-3.3MW/NH137m Sohland a.R. 3 (GR)	5.086.575
2. V126-3.3MW/NH137m Sohland a.R. 3 (GR)	347.980	2. V126-3.3MW/NH137m Streumen 15 (MEI)	4.969.609
3. V126-3.3MW/NH137m Streumen 14 (MEI)	319.122	3. 3.4M114/NH143m Mark-Sahnau (Z/TH)	4.843.017
4. V126-3.3MW/NH137m Streumen 15 (MEI)	317.178	4. V126-3.3MW/NH137m Streumen 14 (MEI)	4.783.346
5. 3.4M114/NH143m Sohland a.R. 2 (GR)	313.148	5. V126-3.3MW/NH137m Sohland a.R. 2 (GR)	4.606.703
6. 3.4M114/NH143m Mark-Sahnau (Z/TH)	301.810	6. V126-3.3MW/NH149m Streumen 16 (MEI)	4.449.177
7. V112-3MW/NH140m SN (unbenannt 9)	298.070	7. 3.2M114/NH143m Mark-Sahnau (Z)	4.322.659
8. 3.2M114/NH143m Mark-Sahnau (Z)	278.583	8. E101-3MW/NH135m Erzgebirge	4.224.630
9. V112-3MW/NH140m SN (unbenannt 10)	272.830	9. E101-3MW/NH135m Erlau (FG)	4.173.411
10. E101-3MW/NH135m RIE-Mautitz 7 (MEI)	271.159	10. E101-3MW/NH135m RIE-Mautitz 7 (MEI)	4.172.163
11. E101-3MW/NH135m Erlau (FG)	266.542	11. E101-3MW/NH135m RIE-Mautitz 8 (MEI)	4.090.731
12. 3.2M114/NH93m SN (unbenannt 5)	238.781	12. 3.2M114/NH93m SN (unbenannt 6)	4.039.784
13. E101-3MW/NH135m Streumen (MEI)	234.157	13. V112-3MW/NH140m SN (unbenannt 9)	3.979.920
14. SWT-3.2MW/NH91m SN (unbenannt 12)	225.442	14. 3.2MW114/NH93m SN (unbenannt 5)	3.946.084
15. E101-3MW/NH135m RIE-Mautitz 8 (MEI)	225.182	15. V112-3.3MW/NH140m Lippoldsrub 1 (Z)	3.912.625
16. E101-3MW/NH135m Erzgebirge	220.333	16. V112-3.3MW/NH140m Lippoldsrub 3 (Z)	3.887.542
17. 3.2M114/NH93m SN (unbenannt 6)	215.297	17. V112-3MW/NH140m SN (unbenannt 10)	3.788.076
18. V112-3.3MW/NH140m Lippoldsrub 1 (Z)	214.274	18. V112-3MW/NH140m Thierfeld (Z)	3.632.576
19. SWT-3.2MW/NH91m SN (unbenannt 13)	213.413	19. SWT-3.2MW/NH89m SN (unbenannt 12)	3.595.235
20. SWT-3.2MW/NH91m SN (unbenannt 11)	195.395	20. SWT-3.2MW/91m SN (unbenannt 11)	3.594.292
21. V112-3.3MW/NH140m Lippoldsrub 3 (Z)	191.255	21. SWT-3.2MW/NH91m SN (unbenannt 13)	3.518.258
22. V112-3MW/NH140m Thierfeld 2 (Z)	180.086	22. V112-3.3MW/NH140m Lippoldsrub 2 (Z)	3.426.496
23. V112-3.3MW/NH140m Lippoldsrub 2 (Z)	166.706	23. E101-3MW/NH135m Streumen (MEI)	3.342.242
R. V80-2MW/NH67m Naundorf (TDO)	64.893	R. V80-2MW/NH67m Naundorf (TDO)	1.479.888

Tab. 3: Auflistung der Juli- und Kumulativ-Jahresstromerträge 2018

WP „Silberberg“ 01.01.-31.07.	Strommenge WP in [kWh]	Anteil in [%]	Strommenge beste WEA in [kWh]	Anteil in [%]
2008	28.575.066	100	3.798.487	100
2009	25.707.650	89,97	3.378.309	88,94
2010	20.378.481	71,32	2.674.159	70,40
2011	25.400.656	88,89	3.397.496	89,44
2012	26.499.211	92,74	3.466.134	91,25
2013	20.264.108	70,92	2.751.240	72,43
2014	22.142.315	77,49	3.041.153	80,06
2015	25.541.911	89,39	3.414.727	89,90
2016	22.031.972	77,10	3.043.827	80,13
2017	23.809.496	83,32	3.231.164	85,06
2018	21.601.767*	86,40*	3.067.931	80,77

Tab. 4: Vergleich der Windstromerträge 01.01. – 31.07.2018 für den WP „Silberberg“ (Grimma/L)

WP „Naundorf I“ 01.01.-31.07.	Strommenge WP in [kWh]	Anteil in [%]	Strommenge Referenz- WEA in [kWh]	Anteil in [%]
2008	11.083.045	100	2.163.652	100
2009	8.901.990	80,32	1.686.934	77,97
2010	7.545.813	68,08	1.427.610	65,98
2011	9.612.490	86,73	1.847.022	85,37
2012	10.923.085	98,56	2.129.685	98,43
2013	7.951.134	71,74	1.518.009	70,16
2014	7.997.048	72,16	1.521.505	70,32
2015	9.547.505	86,15	1.946.228	89,95
2016	8.284.718	74,75	1.652.912	76,39
2017	8.063.514	72,76	1.651.153	76,31
2018	7.638.008	68,92	1.479.888	68,40

Tab. 5: Vergleich der Windstromerträge 01.01. – 31.07.2018 für den WP „Naundorf I“ (TDO)

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.

Für den WP „Silberberg“ (Tab. 4) betragen die kumulierten Juli-Werte rund **80,8** bis **86,4%**. Im WP „Naundorf I“ (Tab. 5) kommen die kumulierten Stromerträge auf rund **68,4** bis **68,9%**. Insbesondere drückt der windschwache Februar das kumulative Prozentual-Ergebnis nach unten. Zusätzlich häufen sich auch Maschinen-Ausfälle, die leider öfters nicht in sehr kurzer Zeit behoben werden, da entweder Krankkapazitäten oder Ersatzteile für die älteren WEA nicht schnell genug verfügbar sind.

Die [Abb. 26] 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 **$\Delta E \triangleq [+107,3\%]$** !

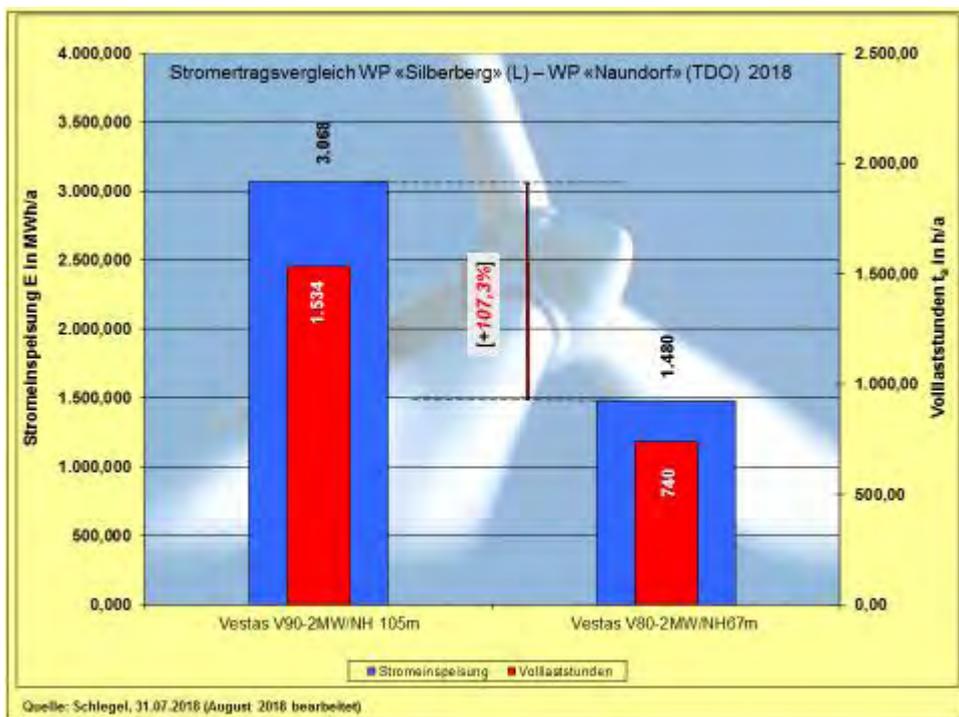


Abb. 26: Stromertragsvergleich V90-2MW/NH105m – V80-2MW/NH67m (Referenz-WEA)

Mit [Abb. 27, 28] findet die Studie insofern eine Erweiterung, da zwei WEA der 3MW-Klasse der Referenz-WEA gegenüber gestellt werden. Die WEA 3,4M114/NH143m im WP „Mark-Sahnau“ (Z/TH) schafft nach dem sechsten Jahresmonat einen kumulativen Ertragsvorsprung in Höhe von **$\Delta E \triangleq [+227,3\%]$** . Die WEA V126-3.3MW/NH137m [WP „Sohland a.Rotstein“ (GR)] schaffte einen Ertragsvorsprung von **$\Delta E \triangleq [+243,7\%]$** .

Auch die kumulativ von 1 bis 10 stehenden 3MW-WEA, die im Durchschnitt bei **4.563.129kWh** liegen, kommen auf ein Plus von **$\Delta E \triangleq [+208,3\%]$** .

Die Fortschritte in den Technologie-Generationen erbringen positive Effekte, die lange Zeit so nicht vorstellbar waren; jetzt durch die sich selbst reproduzierenden Stromergebnisse ihren möglichen Zufallscharakter längst überwunden haben.

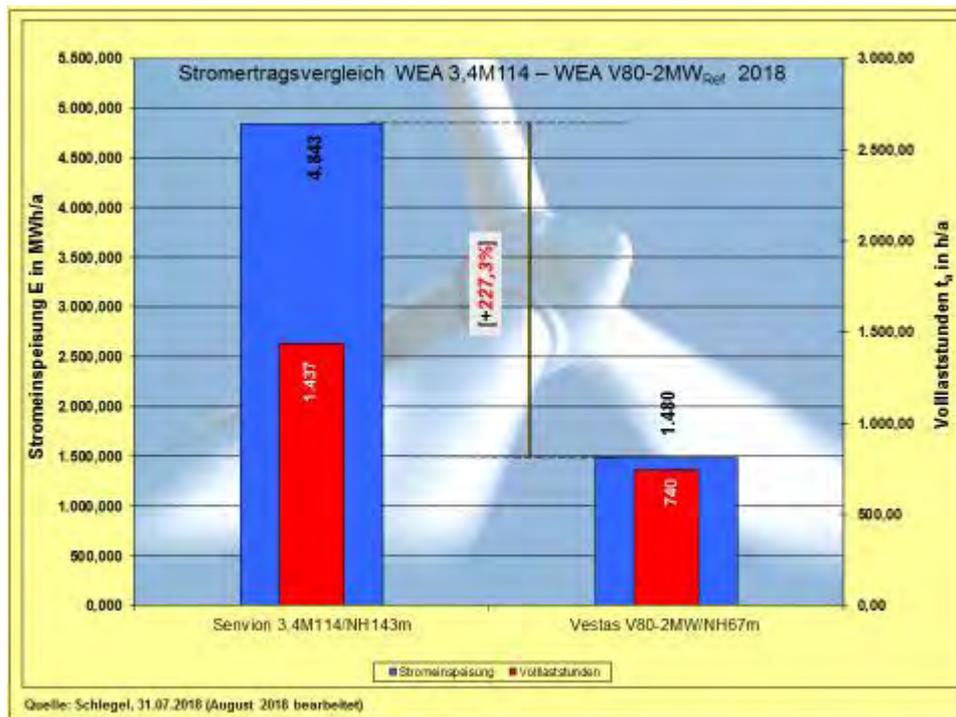


Abb. 27: Stromertragsvergleich WEA-3.4M114/NH143m - V80-2MW/NH67m (Referenz-WEA)

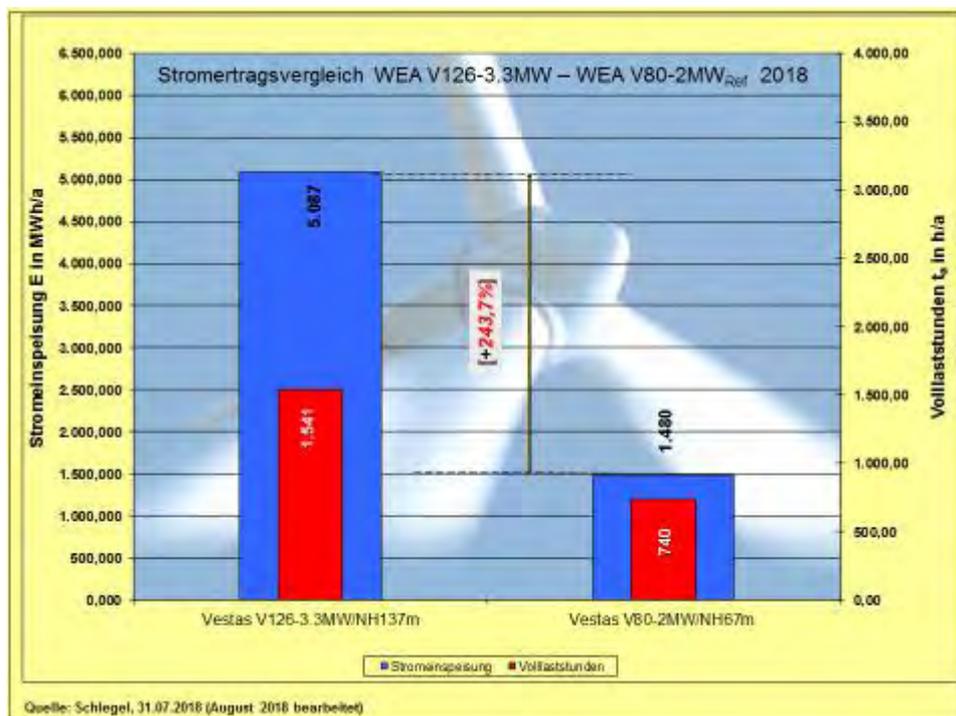


Abb. 28: Stromertragsvergleich WEA-V126-3.3MW/NH137m - V80-2MW/NH67m (Referenz-WEA)

Die [Abb. 29] 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.

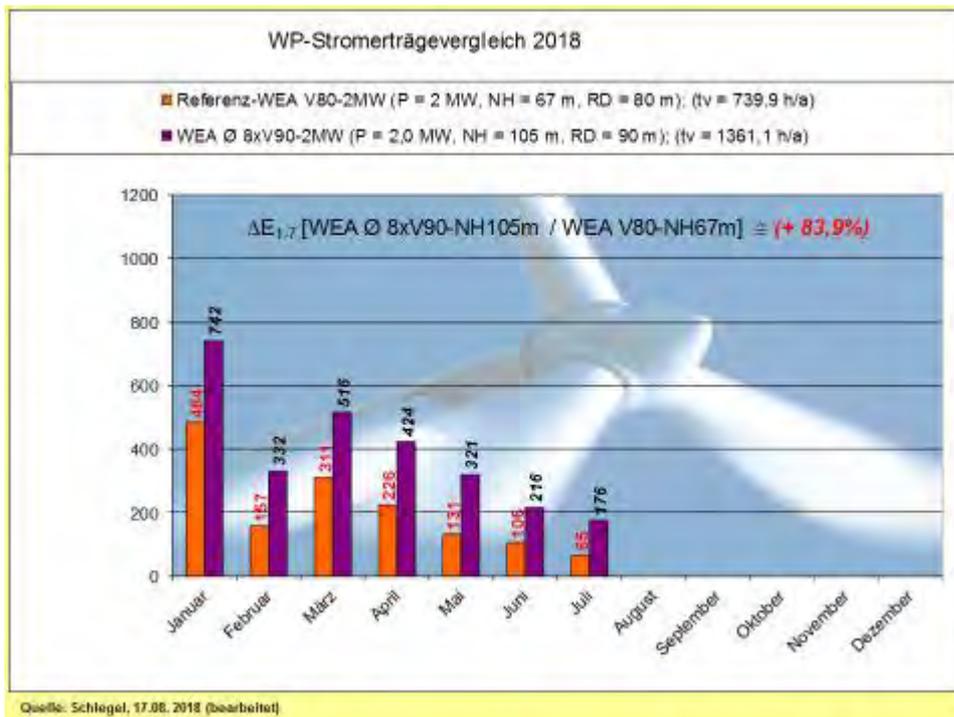


Abb. 29: Monatsstromertre-Vergleich in MWh, (Volllaststunden pro Jahr als Realertrag) Referenz-WEA V80 mit Durchschnitt des WP „Silberberg“

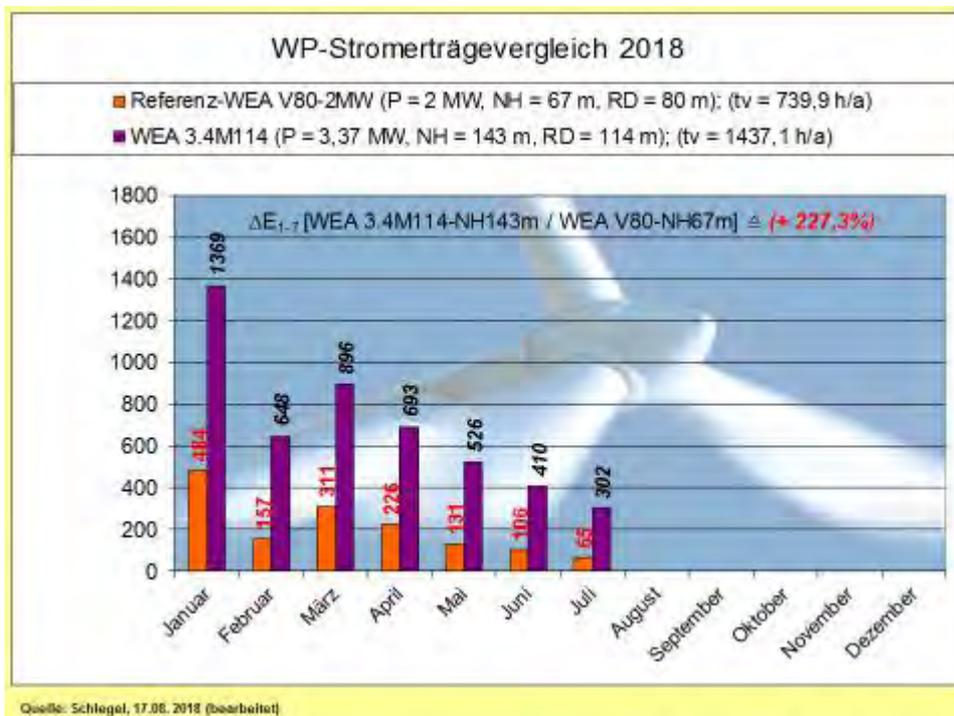


Abb. 30: Monatsstromertre-Vergleich in MWh, (Volllaststunden pro Jahr als Realertrag) Referenz-WEA V80-2MW mit 3.4M114/NH143m

Das Diagramm [Abb. 30] bietet den direkten monatlichen Vergleich zwischen zwei WEA: 3.4M114/NH143m und V80-2MW/NH67m. Die monatlichen Differenzen sind gut sichtbar und fallen immer groer Faktor 2 zugunsten der 3.4M114 aus. Diese Aussage gilt pauschal fur die gesamte 3MW-Klasse.

Nachfolgend die Grafiken der Stromerträge in den [Abb. 31 bis 42] 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.

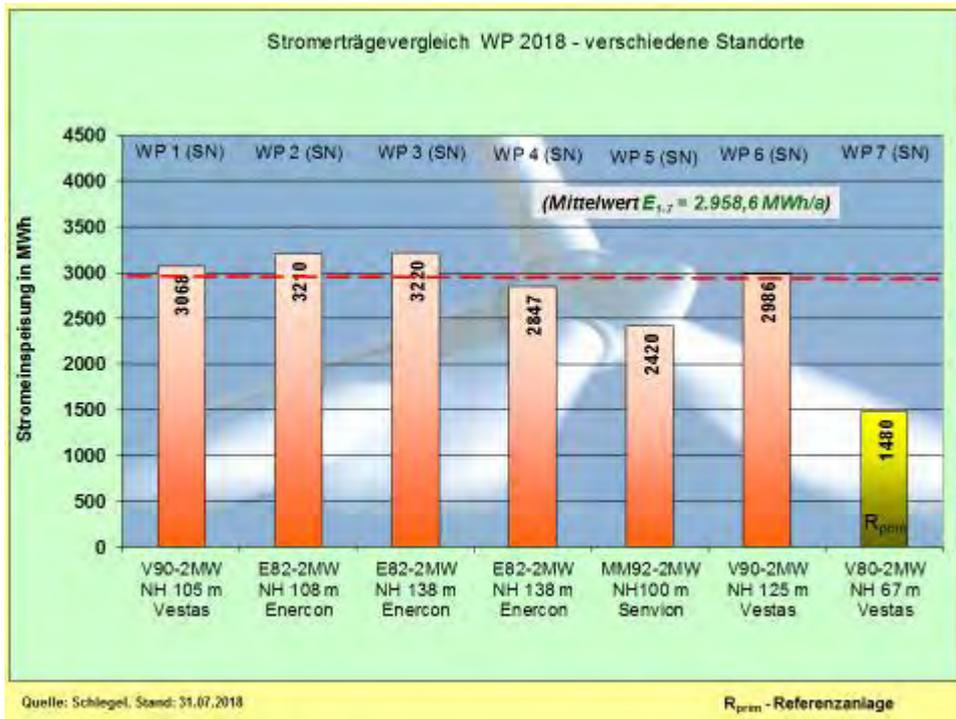


Abb. 31: Stromerträge-Vergleich von WEA im Sachsenquerschnitt (Juli)



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

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.

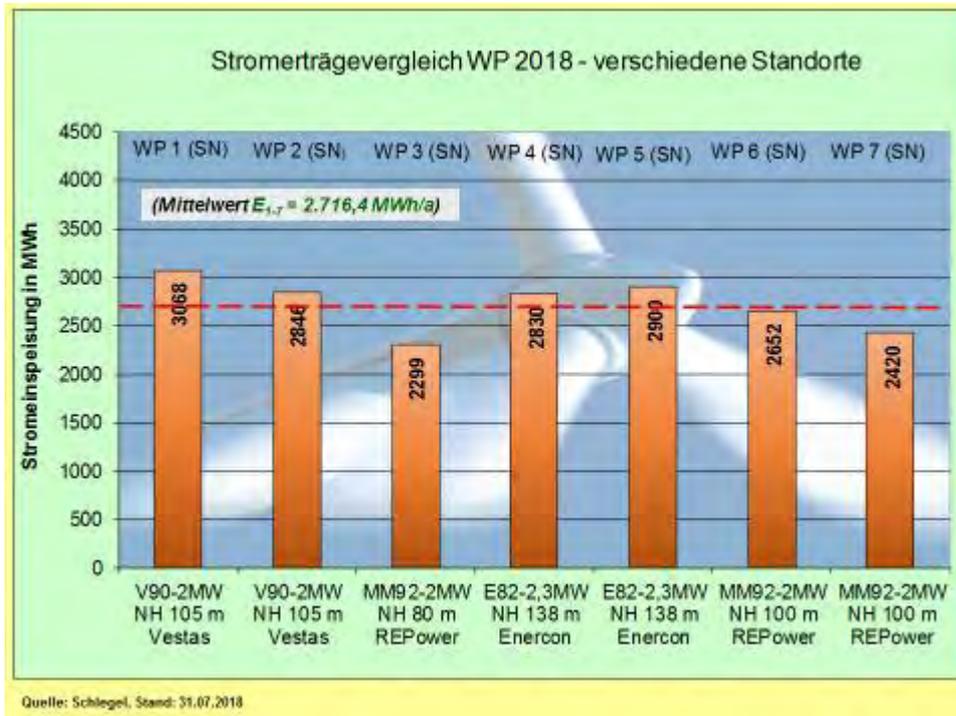


Abb. 33: Stromerträge-Vergleich von WEA im Sachsenquerschnitt (Juli)

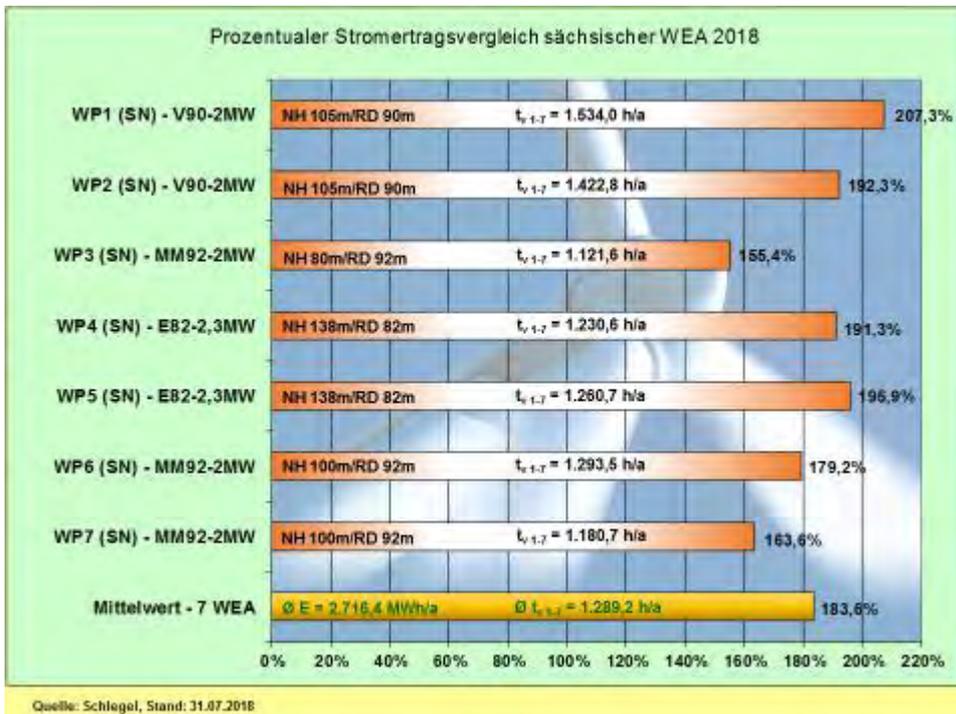


Abb. 34: Stromerträge-Vergleich - prozentual und nach Volllaststunden (Juli)

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.

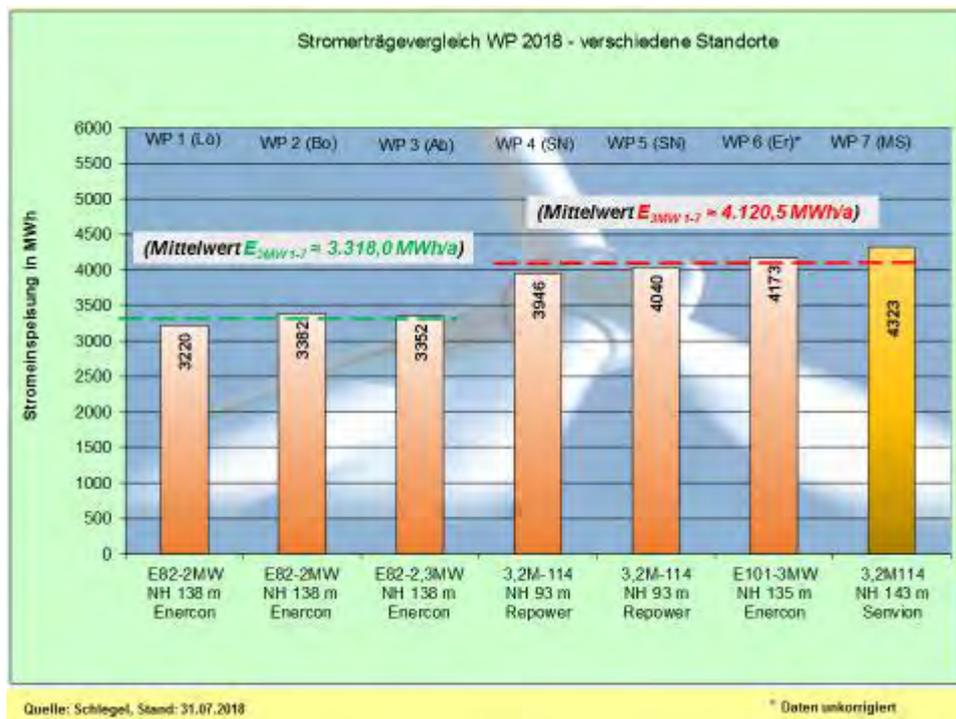


Abb. 35: Stromerträge-Vergleich – 2MW-Klasse mit 3MW-Klasse (Juli)



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

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.

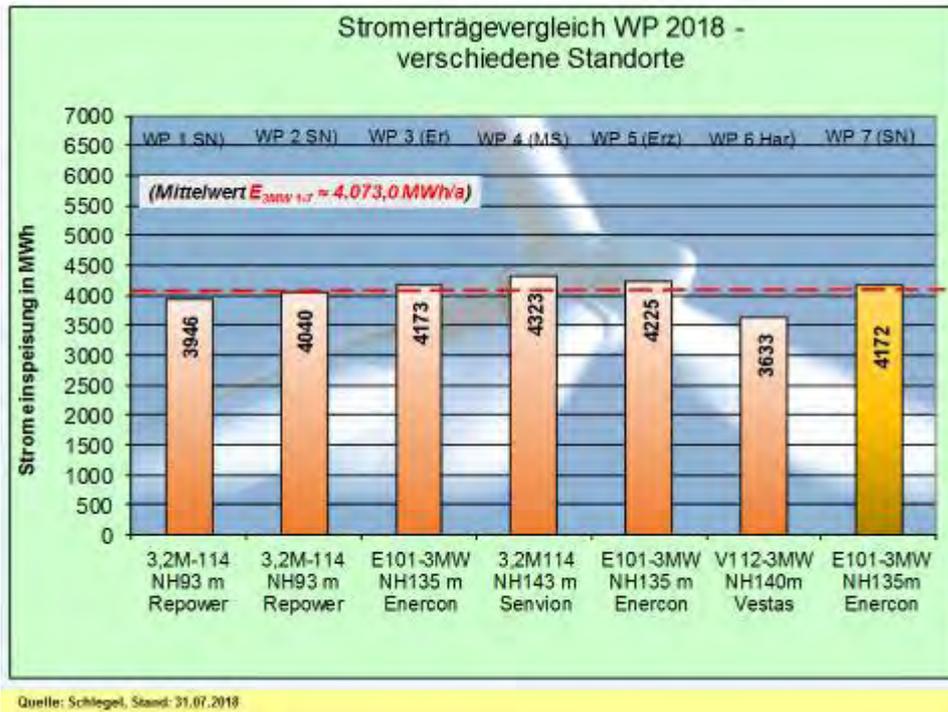


Abb. 37: Stromerträge-Vergleich– 3MW-Klasse (Juli)

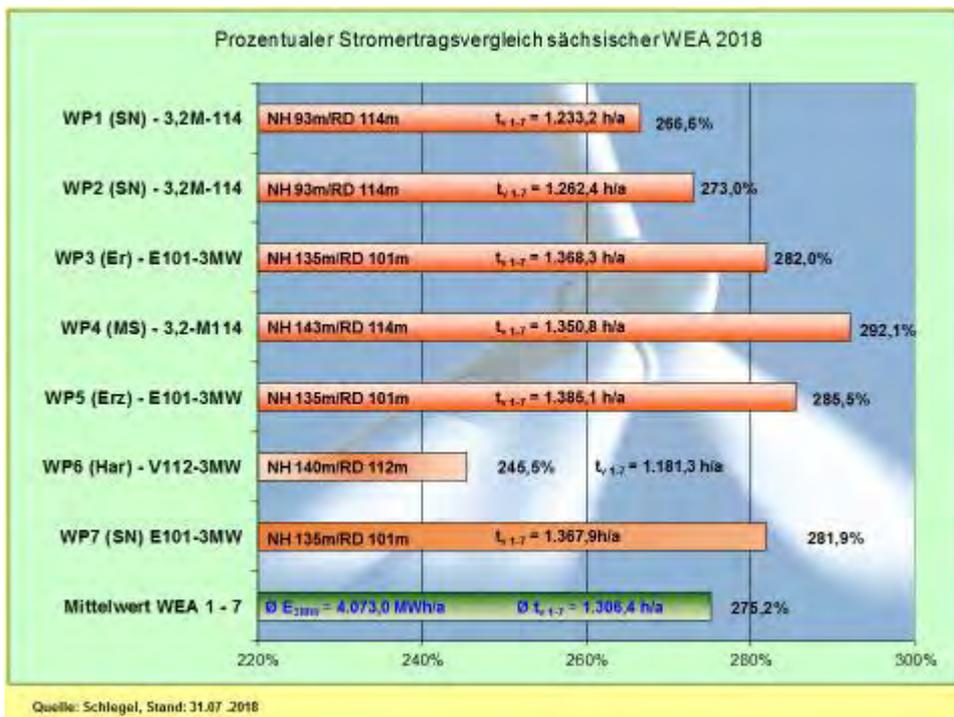


Abb. 38: Stromerträge-Vergleich 3MW-Klasse - prozentual und nach Vollaststunden (Juli)

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 RIE-Mautitz E101-3MW/NH135m [Abb. 39] erzeugte 3.901.004kWh.

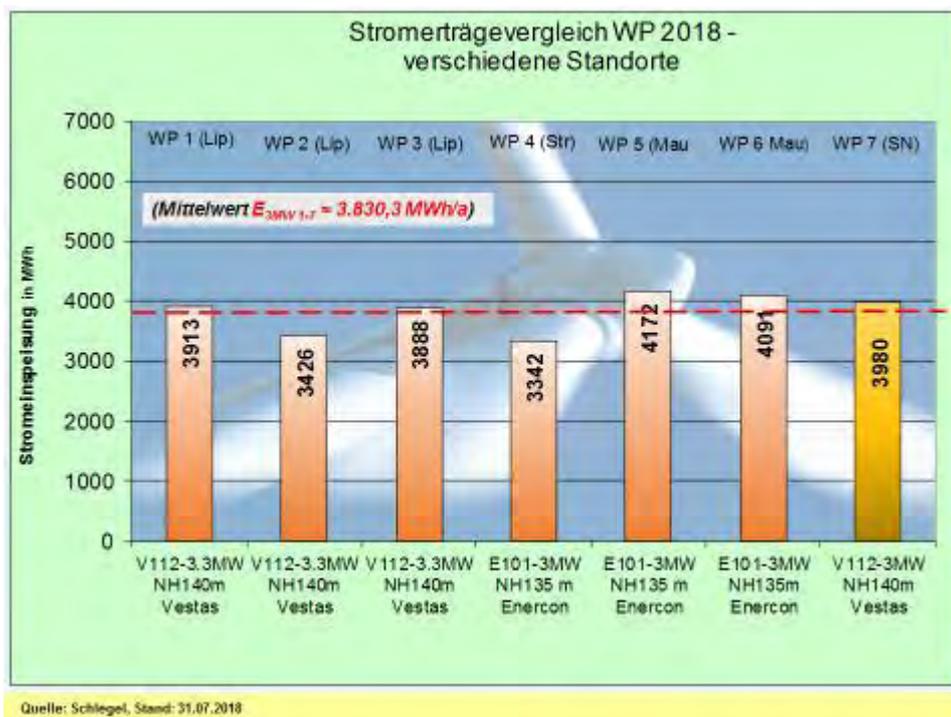


Abb. 39: Stromerträge-Vergleich – 3MW-Klasse (Juli)

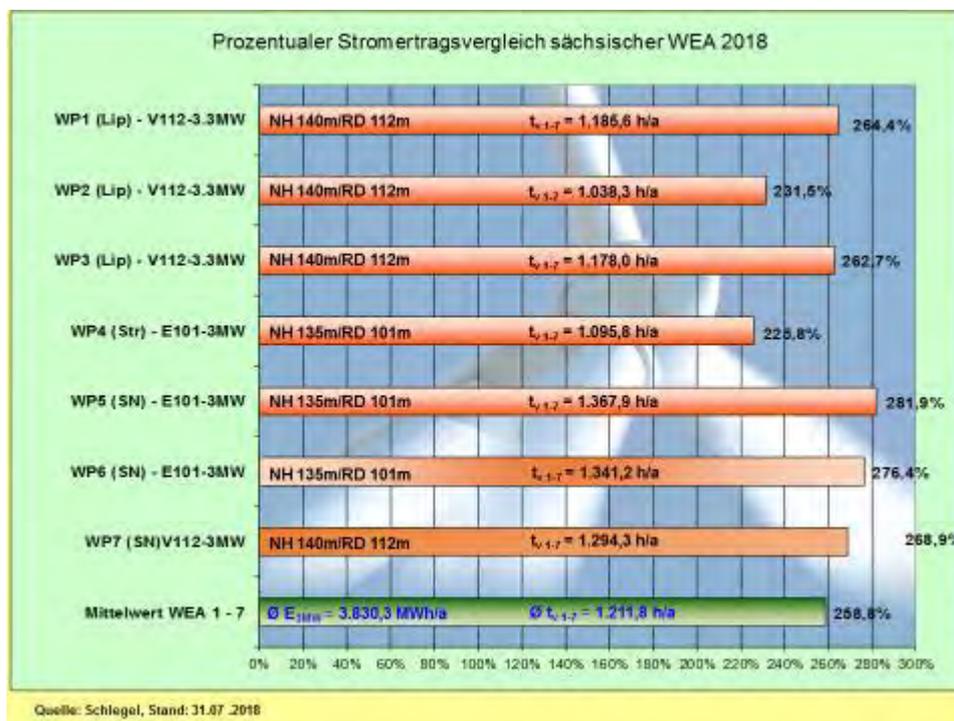


Abb. 40: Stromerträge-Vergleich - prozentual und nach Volllaststunden (Juli)

Das Balkendiagramm [Abb. 41] wurde ebenfalls ab 2017 neu hinzugefügt. Das Diagramm beinhaltet sieben WEA der 3MW-Klasse, dennoch mit gewissen Unterscheidungen. Neben vor-

wiegend unterschiedlichen Standorten variieren die Nennleistungen von P = (3.050 - 3.300) kW, und die Nabhöhen variieren von NH = (93 - 149) m. Die Rotordurchmesser finden sich in der Stufung von RD = (101 – 112 – 114 – 126) m.

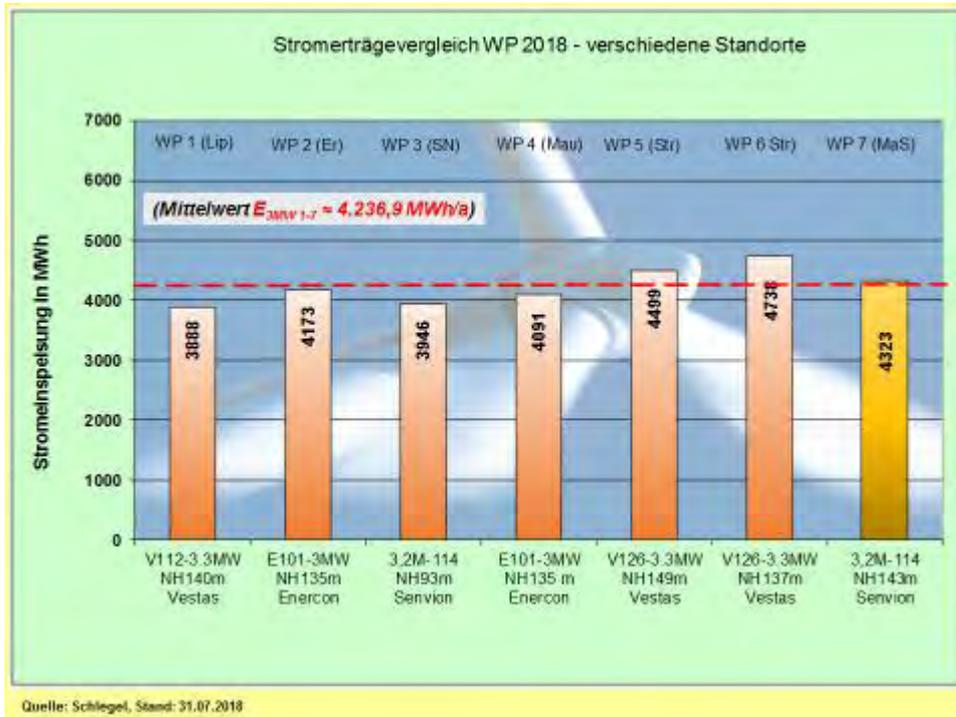


Abb. 41: Stromerträge-Vergleich – 3MW-Klasse (Juli)

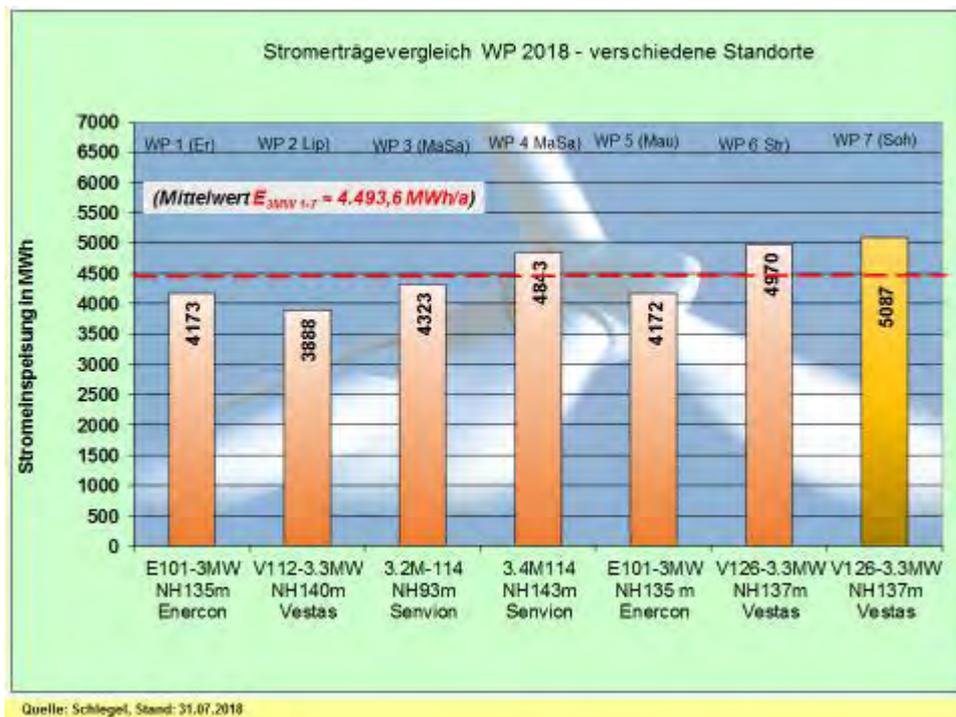


Abb. 42: Stromerträge-Vergleich – 3MW-Klasse (Juli)

Das Balkendiagramm [Abb. 42] kommt ab 2018 hinzu und beinhaltet sieben WEA mit Nennleistungen von P = (3.050 – 3.370) kW. Die Maschinen [WP7], [WP6], [WP4] führen gegenwärtig

tig das Ranking an, da diese WEA bereits >4.800MWh/WEA eingespeist haben. Diese Anlagen dürfen prognostisch für einen Jahresstromertrag von **$E \geq 10.000\text{MWh}$** eingestuft werden.

Für die Windenergiebranche ist es wichtig, und bezogen auf die Energiewende überlebensnotwendig, dass grundsätzlich nur noch WEA der modernsten Technologieklassen errichtet und betrieben werden.

Es muss unbedingt verhindert werden, dass aus **politischer Borniertheit**, einschließlich **mangelnder Fachkenntnisse** heraus, die Regionalplaner*innen zu bestimmten Abstandsvorstellungen zwischen den WEA sowie zu Gesamthöhenbeschränkungen der WEA in den Regionalplänen gezwungen werden.

Die Auseinandersetzung mit der Materie Windenergie in dieser bereits mehrjährig laufenden Studie führt immer wieder zu neuen Überlegungen. In der folgenden [Abb. 43] zeigt das Balkendiagramm die Einspeisedifferenzen von 2012 bis 2017 sowie für 2018 (kumulativ) am Beispiel einer E82-2MW/NH138m. In den recherchierten sechs Betriebsjahren betrug die Ertragsdifferenz maximal **34%**. In keinem der Jahre wurden weniger als 5.000MWh eingespeist, allerdings blieben die Maximalwerte immer unterhalb der 7.000MWh-Grenze.

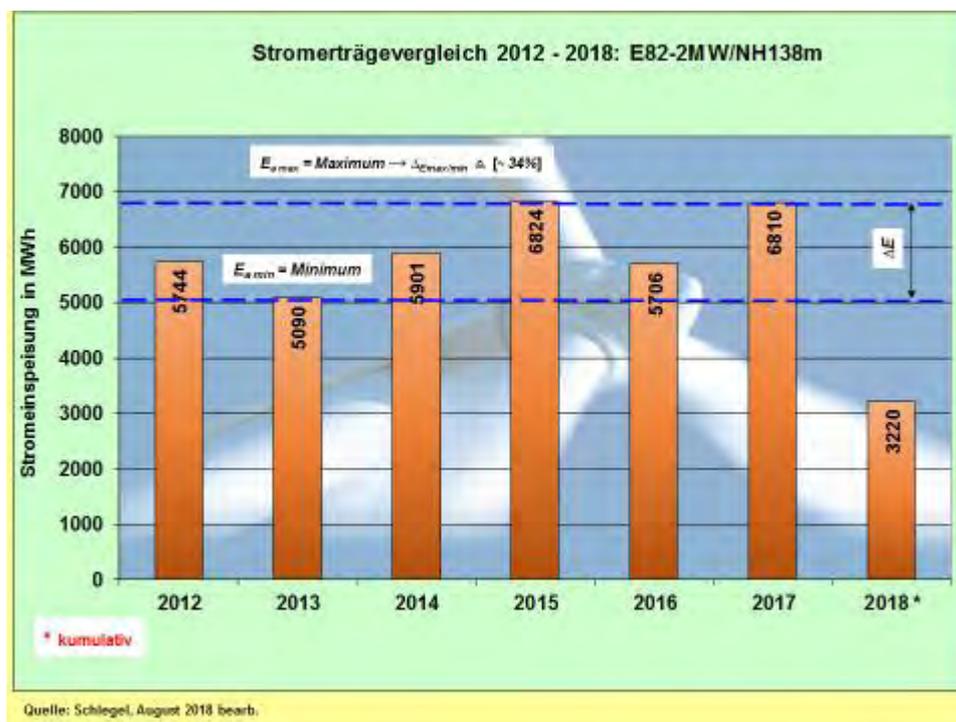


Abb. 43: Stromerträge-Vergleich über 6 Jahre

Das Balkendiagramm [Abb. 44] beinhaltet die Jahresstromerträge für eine E101-3MW/NH135m am Standort WP „Erlau“ (FG). Bei dieser Maschine war ein Rückgriff auf fünf zusammenhängende Jahre möglich. Im ersten Betriebsjahr speiste die WEA erst ab 30.03.2012 ein. Anhand der Vergleichsdaten aus dem WP wäre über alle zwölf Monate ein Stromertrag > 7.000MWh sicher gewesen. Die reale Differenz bei dieser 3MW-WEA beträgt **24%**. Die Schwankungsbreite innerhalb der 3MW-Klasse scheint tendenziell geringer zu sein. Eine Stromerzeugung in Höhe von 9.000MWh blieb am Standort WP „Erlau“ bisher aus, was offensichtlich der Positionierung im Windpark, einschließlich der fehlenden Nabenhöhe von NH = 149m geschuldet ist.

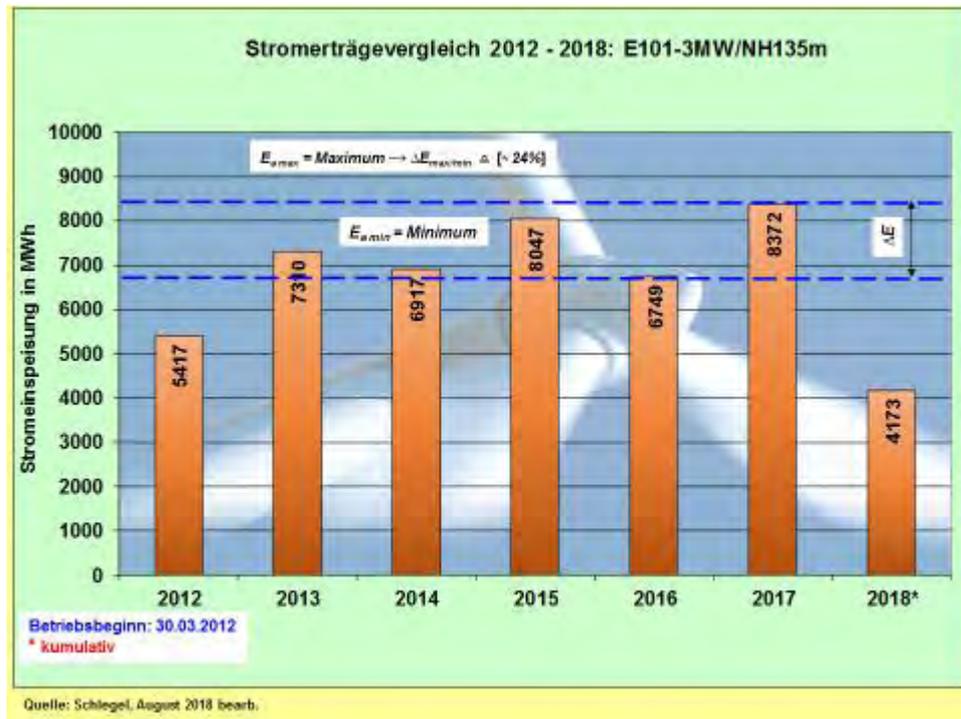


Abb. 44: Stromerträge-Vergleich 3MW-WEA über 6 Jahre

Ein direkter Vergleich von 12/39 in Betrieb befindlichen 3MW-WEA im Juli in [Tab. 6]:

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	266.542	14,09
WP SN (unbenannt) W1:3,2M114/93m	2.380.800	238.781	12,51
WP SN (unbenannt) W2:3,2M114/93m	2.380.800	215.297	11,99
WP Mark-Sahnau 3,2M114/143m	2.380.800	278.583	15,64
WP Mark-Sahnau 3,4M114/143m	2.507.280	301.810	16,89
WP Thierfeld V112-3MW/140m	2.287.800	180.086	10,10
WP Erzgebirge) E101-3MW/135m	2.269.200	220.333	12,95
WP Lippoldsrh V112-3.3MW/140m	2.455.200	294.987	12,42
WP RIE-Mautitz E101-3MW/135m	2.269.200	370.429	16,87
WP Streumen V126-3.3MW/137m	2.455.200	415.746	17,50
WP Streumen V126-3.3MW/149m	2.455.200	483.764	20,36
WP Sohland a.R. V126-3.3MW/137m	2.455.200	457.900	19,27

Tab. 6: Vergleich der Monatseffizienz (Juli) von 12/39 in Betrieb befindlichen WEA der 3MW-Klasse

In [Tab. 6] wird von ausgewählten Anlagen die Monatseffizienz aufgelistet, die häufig geringer ausfällt, als bei den WEA der 2MW-Klasse. Nach Ansicht des Autors sollte der Vorteil der wesentlich höheren Stromeinspeisungen ausschlaggebend sein.

Unter den gegebenen Bedingungen erreicht im Juni die monatliche Effizienz der 3MW-Klasse zwischen (12,0 – 20,4) % und bewegt sich unterhalb der Größenordnung der besten WEA (21,7%) im WP „Löbau“ (GR). Grundsätzlich ist zu beachten, dass zwischen den WP-Standorten die Standortqualität so verschieden ist, dass auch die WEA der 3MW-Klasse die Nachteile nicht ausgleichen können. Die derzeit bekannten besten WP-Standorte sind nicht mit WEA der 3MW-Klasse besetzt!

Nachfolgend eine weitere Bewertungsmöglichkeit mit der 3MW-/2MW-Klasse in [Tab. 7]:

WEA-Typ	Stromertrag ΣE_{1-7} in [kWh]	WEA-Typ	Stromertrag ΣE_{1-7} in [kWh]	Differenz ΔE in [%]
WP Erlau E101-3MW/135m	4.173.411	WP Erlau E82-2MW/138m	2.846.716	+46,6
WP Erlau E101-3MW/135m	4.173.411	WP Silberberg V90-2MW/105m	3.067.931	+36,0
WP Erlau E101-3MW/135m	4.173.411	WP SN (unbenannt) 3.2M114/93m	4.039.784	+3,3
WP Mark-Sahnau 3.2M114/143m	4.322.659	WP SN (unbenannt) 3.2M114/93m	4.039.784	+7,0
WP Mark-Sahnau 3.2M114/143m	4.322.659	WP Silberberg V90-2MW/105m	3.067.931	+40,9
WP SN (unbenannt) 3.2M114/93m	4.039.784	WP Silberberg V90-2MW/105m	3.067.931	+31,7
WP Streumen V126-3.3MW/137m	4.969.609	WP Silberberg V90-2MW/105m	3.067.931	+62,0
WP Streumen V126-3.3MW/149m	4.499.177	WP Saldenberg E82-2MW/108m	3.210.261	+40,1
WP Erzgebirge E101-3MW/135m	4.224.630	WP Silberberg V90-2MW/105m	3.067.931	+37,7
WP Mark-Sahnau 3.4M114/143m	4.843.017	WP Mark-Sahnau MM92-2MW/100m	2.420.492	+100,0
WP Mark-Sahnau 3.4M114/143m	4.843.017	WP Streumen V126-3.3MW/137m	5.086.575	-4,8
WP Sohland a.R. V126-3.3MW/137m	5.086.575	WP Sohland a.R. V90-2MW/105m	2.845.581	+78,8

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

Der Unterschied im Stromertrag am Standort WP „Erlau“ zwischen der E101-3MW/NH135m und der E82-2MW/NH138m beträgt **45,5%**. Der theoretische Wert von rund 52%, der sich rein rechnerisch aus der RD-Differenz ergibt, wurde in der Vergangenheit meist übertroffen. Nach den ersten sechs Monaten ergibt sich eine Verschiebung nach unten. Die mögliche Erklärung kann in der Häufung einer abweichenden Windrichtung (östlich) vermutet werden. Gegenüber der besten WEA im WP „Silberberg“ beträgt der Vorsprung **35,5%**. 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 3,4M114/NH143m und der WEA MM92-2MW/NH100m im WP „Mark-Sahnau“ mit **+100%** heraus. Sofern es keine wesentlichen Ausfälle gibt, stellen sich die prozentualen Differenzen auch hier innerhalb eines engen Toleranzbandes ein.

Im WP „Sohland a.R.“) baut sich ebenfalls eine positive Differenz zwischen der WEA vom Typ Vestas V126-3.3MW/NH137m und der V90-2MW/NH105m auf. Im Juli betrug der kumulative Abstand **+78,8%**. Da die WEA V90-2MW/NH105m seit Jahren im Monitoring stehen, war absehbar, dass die neuen WEA V126-3.3MW/NH137m hohe Stromerträge generieren.

Die [Abb. 45] zeigt eine Aufnahme vom WP „Mark-Sahnau“ (Z/TH) mit den beiden WEA Senvion 3.2M-114/NH143m und 3.4M-114/NH143m. Letztere WEA steht topografisch gesehen rund 21m höher. Theoretisch könnte der Mehrertrag etwa 17,9% (*Höhenunterschied, Generatorleistung*) betragen. In der Praxis stellen sich momentan kumulativ rund **12,04%** ein.



Abb. 45: Prozentualer Stromerträge-Vergleich – 3MW-Klasse (kumulativ bis Juli)

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.

Mit den „binnenlandoptimierten“ WEA der 2./3. Generation können zwar nicht alle Nachteile des fluktuierenden Energieträgers **Wind** ausgeglichen werden, dennoch ist es aus Autoren-sicht unbedingt notwendig, schnellstens die politischen Weichen für einen erweiterten Ausbau zu stellen. In diesem Zusammenhang sei vermerkt, dass Deutschland in der WEA-Technologie zu den Technologieführern in der Welt gehört, die aber derzeit durch politische Fehlentscheidungen sehr in Frage gestellt wird!

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

3. Neuerrichtungen, Fortschritte und Ausblick in der sächsischen Windenergienutzung

Zur sächsischen Windenergieentwicklung zwei drei Sätze. Die begonnenen WEA-Baustellen werden fortgeführt. Über den Baubeginn am Standort WP „Riesa-Mautitz“ liegen noch keine Informationen vor. Im Juli gab es keine Inbetriebnahme! In der Monats-Studie August soll dann die Windenergie wieder stärker fokussiert werden.

Aus Autorensicht besteht die außerordentliche Notwendigkeit, monatlich auf die Klimaprobleme hinzuweisen. Den Ernst der Lage in der globalen und regionalen Klimaentwicklung wollen und können die Politiker*innen nicht wahrnehmen oder wollen es auch nicht. Mit dem April und dem Mai verabschiedeten sich zwei besonders intensive Extrem- und Unwettermonate, die in diesen Studienberichten ihren Niederschlag fanden. Nicht nur die beiden genannten Monate, sondern auch die Nachfolger **Juni** und **Juli** produzierten Wetterextreme, teils nicht gekannten Ausmaßes.

4. Quellenangaben

Data.GISS: GISS Surface Temperature Analysis (GISTEMP) - Nasa

NOAA Global Climate Report – Juni 2018

<https://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/weekly.html>

<https://www.esrl.noaa.gov/psd/cgi-bin/data/> . . .

www.iup.uni-bremen.de

Zachary Labe, Ph.D. student, Cornell University

<https://www.wetteronline.de>

Deutschlandwetter im Juli 2018, Ausgabejahr 2018, Datum 30.07.2018

<https://egneos.de/portfoli/projekt-neos-wind-1/>

Eigene Recherchen, eigenes Bildmaterial

Autor:



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

Döbeln, 04. Oktober 2018