

C02 hat keinen Einfluss auf die Klimaerwärmung! Dr. Bernhard Strehl bei Youtube

geschrieben von Admin | 1. Februar 2024

von Michael Limburg

Das Youtube Portal HKCM mit über 400.000 Followern hat immer mal wieder interessante Gäste zu Besuch, die zu den tagesaktuellen Themen, oft gegen den Strich gebürstet, Stellung nehmen. HKCM steht für Hopf-Klinkmüller Capital Management GmbH & Co. KG und verkauft an Finanzinvestoren Analyse und Finanztools. In den letzten Monaten hat HKCM immer wieder von sich reden gemacht, weil sie der offiziellen Klimawissenschaft nachhaltig in die Parade fahren. So ist bspw. auch Prof. Dr. Lüdecke bei ihnen zu Gast gewesen, ebenso wie Prof. Dr. Wiesendanger oder Prof. Vahrenholt. Alle Videos erreichen in der Regel 250.000 oder sogar 350.000 oder mehr Aufrufe. So auch das Video was wir hier zeigen

„C02 hat keinen Einfluss auf Die Klimaerwärmung! Behauptet Klimaforscher Dr. Bernhard Strehl“

Auch dieses Video hatte bisher 359.845 Aufrufe vor 7 Tagen, wobei man mit Reichweitenangaben von Youtube vorsichtig sein soll, denn bereits nach 2 Tagen hatte dieses Video – so meine Information- bereits ein Aufruf von über 390.000 Aufrufen, wurde aber kurze Zeit später von Youtube auf 325.000 wieder zurückgestuft. Der Teufel wird wissen, was dafür der Antrieb ist.

Der Knüller an diesem Video ist, dass Bernhard Strehl, seines Zeichens Physiker, sich den Beweis zutraut, dass CO₂ keinen Einfluss auf die Klimaerwärmung hat, und er dies auch noch beweisen will. Schaut man sich dieses Video an, dann erfährt man sehr schnell, dass der Einfluss des Menschen doch wohl noch da ist, aber nach Meinung von Dr. Strehl eigentlich völlig unerheblich. Er sieht eine Verdopplungsrate (ECS) von nur noch 0,5 und beweist dies durchaus überzeugend.

Und Dr. Strehl zeigt das anhand von ganz typischen physikalischen Vorgängen, wie sie die Klimawissenschaft derzeit immer und immer wieder anbietet.

Ich habe mir das Video in voller Länge anschaut und stimme mit Herrn Strehl, was seine Endaussage andeutet, ohne jede Einschränkung, zu. Wenn überhaupt, dann hat der Mensch nur einen extrem geringen Einfluss auf das „Weltklima“, bspw. über das von ihm erzeugte CO₂. Allerdings denke ich, dass der „Treibhauseffekt“ für diese Beweisführung völlig

ungeeignet ist, denn in der Form, wie er dort beschrieben ist, existiert er einfach nicht. Man kann ihn weder messen, noch sonst wie beobachten, er ist nur ein völlig aus der Luft gegriffener Effekt. Warum ist das so?

1. Der hier vorgestellte Effekt hat als Hauptparameter die merkwürdige Mitteltemperatur der Atmosphäre. Nur hat die den Nachteil, dass man sie nicht messen kann. Die Atmosphäre hat, egal wo man misst, eine Temperatur, die von der äußeren Umgebung und vom Inhalt der Stelle wo man misst, abhängt. Und sie ist zudem auch noch eine intensive Größe. Und niemand kann daraus eine Mitteltemperatur bilden. Auch bei Vereinfachungsgründen, bei denen man leichter rechnen kann, verbietet sich das hier. Denn eine Welt, auf der die eine Hälfte immer im Winter ist, während die andere Hälfte immer Sommer hat, ist eine Mitteltemperatur immer ein Unding. Und noch schlimmer wird, wenn man weiß, dass die Unterschiede zwischen den Temperaturen bis zu 160 Kelvin reichen, bei Mitteltemperaturen zwischen den Klimazonen, die man aus Vereinfachungsgründen durchaus rechnen kann, liegt der Unterschied immer noch bei 65 Kelvin. Und weil Temperatur eine intensive Größe ist, würde eine Mitteltemperatur bedeuten, dass von einer Stelle die Temperatur einer anderen Stelle abhängt. Etwas was die Temperatur eben nicht kann. Und die dann noch auf 1/10 Grad zu berechnen, wenn die Ausgangstemperaturen bestenfalls im vorigen Jahrhundert auf ± 2 Kelvin bekannt ist, macht das Ganze auch nicht besser.
2. Ebensovienig ist die Argumentation zu verstehen, dass es sich bei dieser „Mitteltemperatur“ um eine von den Treibhausgasen erzeugte Temperatur handelt. Denn, wie der Autor schreibt, würde die „Temperatur“ der Atmosphäre der Erde noch „unsere“ 15 ° C haben. Das kann man zwar so rechnen, aber dadurch wird es nicht richtiger. Denn wir haben keinen Planeten ohne Atmosphäre, und können daher nicht wissen, ob die dort bei -18 ° C liegen würde. Was wir aber haben ist der Mond, ohne jede Atmosphäre, und dort müsste man nach den Strahlungsgesetzen eine „Mitteltemperatur“ von ca. 270 K finden. (Auch hier ist das ein rein rechnerischer Vorgang, den messen kann man sie auch dort nicht). Das ist aber keineswegs der Fall, sondern man hat dort eine „Mitteltemperatur“ von ca. 190 K bis 200 K. (Siehe auch die Analysen unter anderem von Kramm, Dlugi und Zelger (2009)^{[1][2]} oder etwa Nikolov und Zeller 2012^[3])

Im übrigen gibt es noch viel weitergehende Widerlegungen der dort vorgestellte Treibhausphysik. Wer dazu Näheres wissen will, ist auf mein Buch : „Die Treibhaushypothese. Alles Schall und Rauch“ hingewiesen, dass sie hier erwerben können.

Das mag erstmal genügen, aber von der Bewertung und vielen anderen Gesichtspunkten ist dem Vortragenden zuzustimmen.

1. Vgl. Gerhard Kramm/Ralph Dlugi/Michael Zelger: Comments on the

“Proof of the atmospheric greenhouse effect”, 2009, S. 15,
www.arxiv.org ↑

2. Für Details zur Bestimmung dieses Wertes siehe Gerhard Kramm et al.: „Using Earth’s Moon as a Testbed for Quantifying the Effect of the Terrestrial Atmosphere“, in: Natural Science 2017, S. 251-288. ↑
3. Ned Nikolov/Karl Zeller: Unified Theory of Climate: Reply to Comments Part 1: Magnitude of the Natural ‘Greenhouse’ Effect, 2012. ↑

Metall im Doppelwumms

geschrieben von Admin | 1. Februar 2024

Zuerst veröffentlicht als redigierte Fassung von TichyEinblick

Von Dr.-Ing. Hans-Bernd Pillkahn

Es kommt stahlhart. Das Klimaschutzgesetz im Schlepptau des Grünen Deal zwingt Deutschland in übersehbarem Zeitraum in die Treibhausgas-Senke. Wo da ab dem Jahr 2045 Platz für eine Industrie sein soll, die Metall-Commodities aus Millionen Tonnen Erzen schmilzt, die wir nicht haben, mit gewaltigem Strombedarf, der auch in windstillen Nächten ansteht, und mit Defossilisierungsmetallurgie, die wir derzeit im Technikum verstanden zu haben glauben, ist unerfindlich.

Aktuell der Doppelwumms (für die kleinen Leser!) – Energiewende tot, es lebe die Klimarettung! Mit unbezahlbarem Flüssiggas als Brücke zur Wasserstoffillusion aus inexistentem Strom soll im Märchenland Deutschland die Transformation der Metallindustrie gelingen.

Die Geschichte lehrt, dass Metall, Prosperität, Kultur und industrielle Spitzenleistung Hand in Hand gehen. Zerbricht die hiesige Metallwirtschaft an den politischen Irrungen der Klimarettung, ist der Rest eine Frage der Zeit.

Dass die Metallindustrie von innen korrodiert, gibt der Situation einen leichenbitteren Geschmack. Die Chefs führender Metallunternehmen beschwerten sich in einem Brandbrief an die EU über zerstörende Energiepreise. Die sind aber Folge politischer Entscheidungen über die letzte Dekade und die träge Reaktion der Betroffenen darauf. Energiewirtschaft? Verstehen wir nicht. Sechs Billionen Euro für Klimaneutralität? Na und? Zero Carbon Footprint? Machbar! Grüngewaschene Metall-Homepages und ebensolche Industrieverbände bewerben die dekarbonisierte Metallwelt enthusiastisch. Von der bleibt übrig, was von

dekarbonisierten Menschen übrigbleibt: ein Häufchen Asche. Jeder Kundige weiß das. Trotzdem will die deutsche Metallindustrie in politischer Unterwürfigkeit zu den ersten gehören, die sich neutralisieren. Nun geht die Sache ihren vorhersehbaren Gang.

Schauen wir uns das am Beispiel der Stahlerzeugung an. Stahl aus eigenen Erzrevieren und Kohle an Ruhr und Saar begleitete über 150 Jahre die volkswirtschaftliche Entwicklung zum Industrieherzen Europas. Eisenharte Unternehmer wie Klöckner, Thyssen, Krupp, Hoesch, Röchling und Korf machten deutsche Stahltechnik mit hervorragend qualifizierten Ingenieuren weltweit führend. Der Autor dieser Zeilen studierte Hüttenkunde, als Deutschland noch Montanland war.

Stahl in guten Zeiten war 10 Millionen Tonnen Langstahl und 30 Millionen Tonnen Flachstahl als Halbzeug. Die Stahlverarbeitung in der langen, Deutschland auszeichnenden Wertschöpfungskette zu high-end Komponenten und Systemen steht hier nicht zur Debatte. Mit zwei Prozent Anteil an der weltweiten Stahlerzeugung sind wir mittlerweile eher kleinwüchsig, die übrigen EU-Partner sind Zwerge. Stahl sollte aber in der richtigen Dosierung da erzeugt werden, wo er gebraucht wird. Es sei denn, er kommt als Konsumtraum der Endverbraucher ins Land.



Flachstahl ist Feiblech für Autokarosserie und Waschmaschine (**Bild 1**) und kommt über Eisenerz aus dem Hochofen, Langstahl ist im Elektrolichtbogenofen eingeschmolzener Schrott und macht sich von der Betonarmierung bis zum Kugellager verdient. Die Langstähler haben es vergleichsweise einfach. Sie haben schon elektrische Schmelzaggregate, warten auf Freiheitsenergie (ehem. „Erneuerbare“) und haben Herzklopfen, ob sie die auch bezahlen können.

Die Flachstähler müssen sich aber transformieren. Konzentrieren wir uns

daher auf Stahlblech. Seit der Einführung von in den USA abgeschauten kontinuierlichen Prozessen der Warmbreitbanderzeugung, des Feinblechverzinkens und des Stahlschrottschredderns in den 50er und 60er Jahren des letzten Jahrhunderts waren Neuerungen eingefroren. Mehr Tonnen hieß die Devise. Die Industrie war wegen der in den letzten 30 Jahren beschränkt sichtfähigen Vorstände und latent klammer Liquidität innovationsscheu, mied Risiken und war entscheidungslahm. Die Stähle wurden härter, die Manager weicher. Spätestens bei drohender Einstellung der Kohleförderung hätte man sich Gedanken über die Zukunftsfähigkeit der inländischen Erzverarbeitung, im Fachjargon auch Raffination, machen müssen. Hat man aber nicht. Daher ist die international eingeführte Feinblecherzeugung aus Schrott in Elektrolichtbogenöfen hier zu Lande praktisch ungenutzt, Schrotteinsatzquoten („recycled content“) jenseits der zwanzig Prozent die Ausnahme. Millionen Tonnen Schrott werden jedes Jahr als unbrauchbar aus unserem Eisenerz (förder-) freien Land exportiert. Zirkuläre Wirtschaft, bei anderen Industriemetallen mehr Regel als Ausnahme, wurde klein geschrieben.

Der Stahlbaron ist heute ein Stahlmaharadscha. Hütteningenieure stehen anders als früher unter Weisung von Juristen, Kaufleuten und Hochschul-erfahrenen Beratern, statt zu sagen, wohin die Reise geht. Die Leitung der montanmitbestimmten, also von Räten kontrollierten, Hochofenwerke ist von diesen in die Hände von Energiewende-Erfahrenen oder angedienten linken Politikern gelegt. Richtige Unternehmer, auf ständiger Suche nach Marge und von Existenzsorge und Innovationszwang getrieben, sind offenkundig Geschichte. Die noch klardenkenden Techniker mit Stahl im Blut haben die Marketing-Wirrungen ihrer Unternehmen zu vertreten. Man spürt ihre Verzweiflung fast körperlich.



Während ausländische Flachstahlerzeuger in ihren vor 40 Jahren in Deutschland erfundenen Kleinwalzwerken („Mini Mills“, **Bild 2**) nahe am Kunden mit einem Drittel Energie und doppelt hoher Produktivität operieren, produzieren deutsche wie zu Großvaters Zeiten. Feinfühligere Reaktion auf kleine Bestellungen immer komplexerer Stähle wird in den mammutösen Wirtschaftswunder-Anlagen mit Beständen und schwacher Lieferleistung erkaufte. Die auf Massenfertigung ausgelegten Strukturen von damals sollen die Anforderungen der heutigen Märkte erfüllen und die nicht wettbewerbsfähigen Fixkosten verstecken. Aber es nützt nichts, zurückzuschauen. Schon gar nicht im Zorn.



Bild 3. Elektrolyseur von Shell

Wie sieht also die nahe Zukunft aus? Zornig wird man beim Blick nach vorn. Der Baustein alles Lebens, der Kohlenstoff, ist unisono zum Feind erklärt. Um ihn zu besiegen, braucht es die Transformation. Wasserstoff statt Kohlenstoff heißt die Zauberformel. Allein es fehlt der Zauberstab – mehr als 100 TWh Strom. 20.000 Windräder und mehr müssen Hoffmann'sche Wasserzersetzungsapparate -modern Elektrolyseure genannt- unter Strom setzen. Ist es windstill, helfen nichtexistente Gaskraftwerke aus und verfeuern dabei annähernd zwei Millionen Kubikmeter Erdgas pro Stunde. Wirklich große 100MW-Elektrolyseure (**Bild 3**), von denen es eine Handvoll weltweit gibt, erzeugen 15.000 Tonnen Wasserstoff pro Jahr. Wir brauchen aber nahe zwei Millionen Tonnen, um in von niemandem bisher mit Wasserstoff betriebenen Reaktoren (**Bild 4**) für zwei Milliarden Euro das Stück aus qualitativ hoch anspruchsvollem Eisenerz „grünen“ Eisenschwamm zu machen. Vom Erz weiß im Übrigen auch niemand so recht, wo es herzubekommen ist. Als Brückentechnologie soll in den Reaktoren Erdgas zum Einsatz kommen. Eine Tonne Eisenschwamm braucht rund 250 Kubikmeter Gas. Jetzt kann man's ausrechnen. Bis zu 10% des deutschen Gasverbrauchs geht dann in Richtung Flachstahl. Spätestens hier versteht der energiewirtschaftlich mittlerweile gebildete Leser, dass die Transformation tot ist. Europas einziger Eisenschwammreaktor aus Korf'schen Hamburger Zeiten in den 70igern des letzten Jahrhunderts ist wegen der Gaspreise stillgelegt. Ein zweiter, fünfmal größerer, ist gerade beschlossene Sache. Ohne mein Steuergeld geht da nichts.



Weltgrößter Eisenschwamm-Reaktor Quelle: Nucor, USA

Ist in Deutschland im dritten Fünfjahresplan bis 2035 alles aufgebaut, ist die Volkswirtschaft wenigstens 150 Milliarden Euro ärmer. Rechnen wird sich das nie. Der Return on Investment ist unendlich. Keine Tonne Stahl wird mehr oder zu geringeren Kosten oder als besseres Produkt erzeugt. Transformation geglückt, Patient tot. Denn zur Bezahlung allein der Stromrechnung der Elektrolyseure reicht der heutige Umsatz der Flachstahlerzeuger kaum aus. Wahnsinn pur.

Statt sie zu transformieren, sollten wir die Flachstahlindustrie einfach nur reformieren. Zu einer hochintegrierten Recyclingindustrie. Die politische Illusion der Klimaneutralität dient dabei als Vehikel zur grundlegenden Modernisierung. Reaktionsschnelle und hochproduktive Zwei-Millionen-Tonnen Mini Mills produzieren aus der Schmelzwärme von Elektroöfen und im Wesentlichen mit Schrotten gefüttert („gattiert“) energie- und rohstoffeffizient ausgesuchte Flachstähle allein für Hochtechnologie-Anwendungen. Statt 30 Millionen Tonnen vielleicht die Hälfte. Die Basisversorgung mit Kann-Jeder-Produkten („Commodities“) hat ohnehin längst der Stahlhandel übernommen. Der kauft gern, gut und günstig am liebsten außerhalb der EU ein – wenn er denn dürfte.

Entwicklungszyklen für energieoptimale Verfahren werden gestrafft, neue

Techniken zur Aufbereitung von Schrotten eingeführt, Produkte entkompliziert und auf zirkulären Werkstofffluss ausgelegt. Jede Tonne Legierungs- und Korrosionsschutzmetall auf und in Stahlschrott wird genutzt, statt, wie bisher verschlackt oder als Staub verklappt, anschließend exportiert zu werden. Weniger Schlacken, Stäube und thermische Verluste im Abgas entlasten die Umwelt und die Bilanz der Stahlerzeuger. Zirkuläre Metallwirtschaft regelt mit Hilfe künstlicher Intelligenz geringste Kapitalbindung. Stahl wird nicht „green“, aber „clean“.

Eine neue Sau durchs Dorf? Keineswegs. Alles erprobte Techniken, die wir uns in USA, China und auch Indien und von den Aluminium- und Kupferproduzenten in Deutschland zeigen lassen können. Zu wenig Schrott? Dann exportieren wir nicht jedes Jahr 8 Mio. Tonnen und führen eben statt 4 Mio. Tonnen mehr Schrott ein. Beispiel sind die Türken mit 20 Mio. Tonnen Schrottimport.

Zu viele technische Aufgaben in zu kurzer Zeit, Kapitalmangel, Träume ewig Morgiger, Technologiedistanz der Gesellschaft, fachfremde Entscheider, Apparatschiks in den Aufsichtsräten, fehlender Aufbruchswille der Behörden, mangelndes unternehmerisches Vertrauen in die Zukunft, wackelige Energieversorgung, schwache Informationstechnik-Struktur und -nicht zuletzt- der Mangel an industriefähig sozialisierten Ingenieuren mit Tatkraft und Entscheidungsfreude dürfen die Aufgabe nicht scheitern lassen.

Geben wir deshalb den Fachleuten und den Spezialisten den notwendigen technologie-offenen Freiraum und endlich wieder die Kompetenz. Setzen wir klare und mutige Randbedingungen und erfüllbare Ziele und lassen „Experten“ außen vor. Machen wir uns gemeinsam mit den Arbeitnehmervertretern klar, dass nur die Leistung der Männer auf Hüttenflur und der Genius der Ingenieure ein gesichertes Dasein schafft. Und weisen wir Hochschullehrer auf den Zusammenhang zwischen Klimaschutz und Pensionserwartung hin. Dann sind sie näher am Problem.

Ich sehe den Niedergang meiner Industrie, für die ich ein langes Berufsleben hart gearbeitet habe, mit großer Wehmut. Starke Strategien, wirtschaftliche Konzepte und konzertierte Arbeit über Unternehmenszäune hinweg und ohne Politik und Compliance-gedöns könnten liefern. Ein Tummelfeld für starke Verbände. Die Lösungen braucht man nicht zu suchen. Sie liegen auf der Hand. Aber sicher nicht in der VEB Stahl AG.

Dann strahlen die Augen eines alten weißen Hüttenmanns wieder.

Ich wage es kaum zu schreiben. So schaffen wir das!



Bild 1: Feinblechcoils Quelle: thyssenkrupp Steel, D



Bild 2: Zwei Millionen Tonnen Mini Mill Quelle: Arvedi, I



Bild 3: Kleiner 10MW-Elektrolyseur Quelle: Shell, D



Bild 4: Weltgrößter Eisenschwamm-Reaktor Quelle: Nucor, USA

Ingenieurbüro

Dr. Pillkahn & Partner

Effizienztechnologien × Wertschöpfungsketten × Unternehmensstrukturen

Windentwicklung in Deutschland Teil 2

geschrieben von Admin | 1. Februar 2024

von **Dr. Konrad Voge**

Vorbemerkung

Im ersten Teil des Artikels wurde Deutschland für die Untersuchung in Hälften und Viertel aufgeteilt. Für diese Gebiete ist der Einfluss der installierten Leistung von Windparks auf die Entwicklung der Windgeschwindigkeit in dem jeweiligen Gebiet bestimmt worden. Es konnte gezeigt werden, dass eine Korrelation zwischen installierter Leistung und Windgeschwindigkeit besteht. Im zweiten Teil des Artikels wird Deutschland in Streifen eingeteilt, um eine weitere Variante zu prüfen.

Einteilung in Streifen

Wie beschrieben, wird jetzt eine Unterteilung des Untersuchungsgebietes in Streifen vorgenommen. Diese verlaufen, entsprechend der vorherrschenden Windrichtung, in Ost-West-Richtung. Es wurde eine Streifenbreite von $0,2^\circ$ gewählt, was einer Breite von 22,2 km entspricht. Somit ist Deutschland, einschließlich der Länder Belgien und Niederlande, zwischen Flensburg und Oberstdorf in 39 Streifen unterteilt (es können jedoch nur 38 Streifen ausgewertet werden, da sich im Streifen 39 zwar Meßstationen, aber keine Windparks mehr befinden). Die Zählung der Streifen beginnt in Flensburg mit der Nummer 1. In jedem Streifen befindet sich eine gewisse Anzahl Meßstationen und eine gewisse Anzahl Windparks. Es wird hier untersucht, ob ein statistischer Zusammenhang zwischen der Anzahl der im Streifen liegenden Windparks und der im Streifen liegenden Meßstationen zu erkennen ist.

Verläufe der Windentwicklung

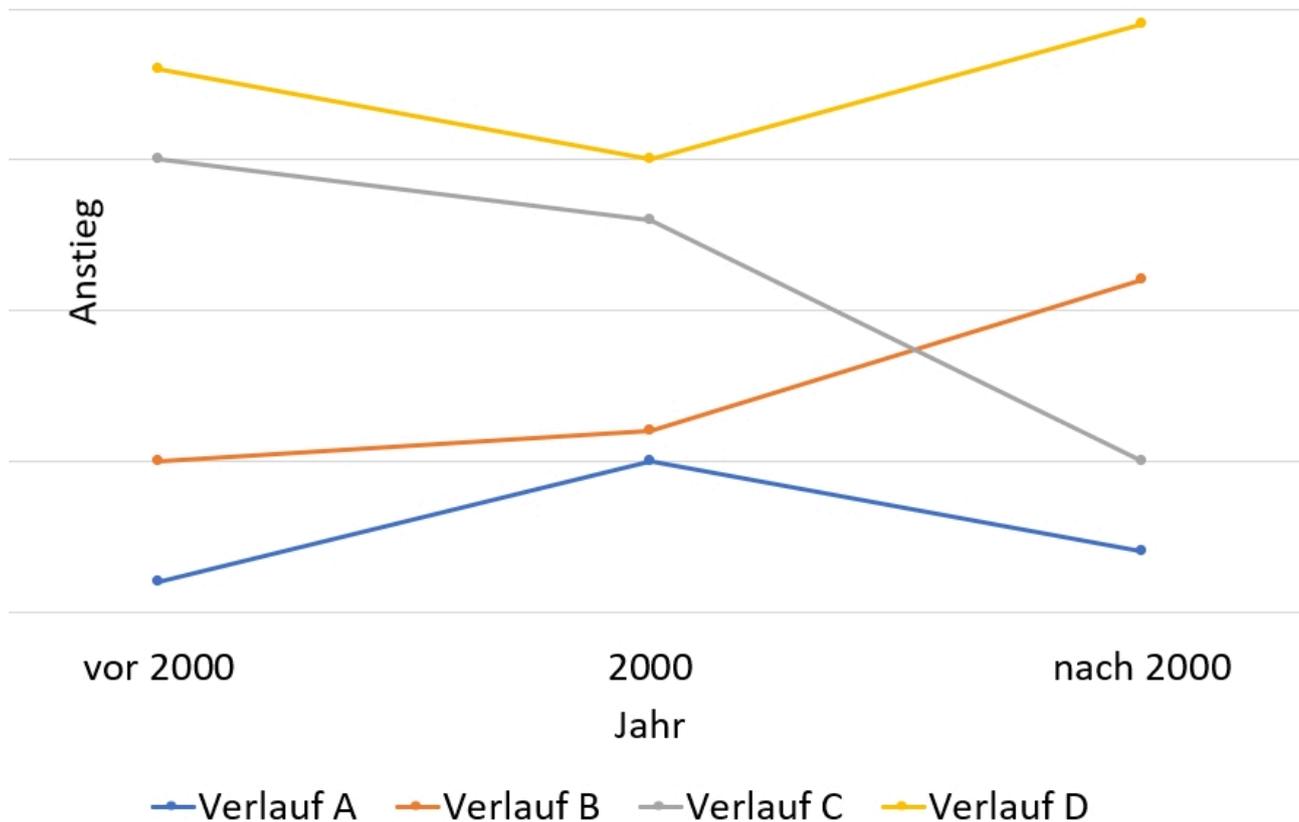


Bild 6 Mögliche Formen der Verläufe der Windentwicklung

Dazu sind die Zeitreihen der Windgeschwindigkeit aller im Streifen liegenden Meßstationen zusammenzufassen. Da hier nur das Anstiegsverhalten und nicht die Absolutwerte der Windgeschwindigkeit von Interesse sind, wird eine Normierung der Zeitreihen vorgenommen. Referenzwert ist die Windgeschwindigkeit des Jahres 2000 in jeder Zeitreihe.

Es wird also jeder Meßwert (mittlerer Jahreswert) auf den jeweiligen Referenzwert bezogen.

Somit ist 1,0 der Wert für das Jahr 2000 aller Zeitreihen. Aufgrund der Normierung besteht die Möglichkeit der Zusammenfassung der Zeitreihen aller Meßstationen eines Streifens zur Vornahme einer Regressionsanalyse.

Es sind somit 38 Regressionsfunktionen für die Zeit vor 2000 und 38 Regressionsfunktionen für die Zeit nach 2000 berechnet worden. Für jeden Streifen kann nunmehr eine Aussage über die Entwicklung der Windgeschwindigkeit getroffen werden.

Prinzipiell können die in Bild 6 dargestellten Verläufe vorliegen. Die ermittelte Anzahl der jeweiligen Form der Verläufe der Streifen ist in Tabelle 7 zusammengefasst. Wie aus Tabelle 7 ersichtlich, folgen

sechzehn Zeitreihen dem Verlauf der Form **A**, drei der Form **B**, fünfzehn der Form **C** und vier der Form **D**.

Bild 2 zeigt als Beispiel die Regression der Zeitreihe der Werte der Station Angermünde. Allerdings ist dort die Regression mit den Absolutwerten der Windgeschwindigkeit durchgeführt.

| | Verlauf A | Verlauf B | Verlauf C | Verlauf D |
|------------------------|---|------------------|---|------------------|
| Streifen Nummer | 1,2,5,6, 8,9,16,17, 18,21,22,27, 28,30,35,37 | 3,4,24 | 7,10,11,12, 15,13,14,19, 20,23,25,29, 31,32,36 | 26,33,34,38 |
| Summe | 16 | 3 | 15 | 4 |

Tabelle 7 Anzahl der Formen des Verlaufs der Windentwicklung in den Streifen

In Tabelle 8 ist die Anzahl der Streifen zusammengefasst, bei denen entweder eine Zunahme der Windgeschwindigkeit bzw. eine Abnahme der Windgeschwindigkeit vor oder nach 2000 vorliegt. War vor 2000 die Anzahl der Streifen mit Zunahme und Abnahme gleich (19 zu 19), hat sich das Verhältnis nach 2000 mit 7 zu 31 deutlich hin zur Abnahme der Windgeschwindigkeit verschoben. Bild 7 verdeutlicht die Entwicklung.

| | Streifen mit Zunahme | Streifen mit Abnahme |
|--------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Windgeschwindigkeit vor 2000 | 19 | 19 |
| Windgeschwindigkeit nach 2000 | 7 | 19 |

Tabelle 8 Entwicklung der Windgeschwindigkeit vor und nach 2000

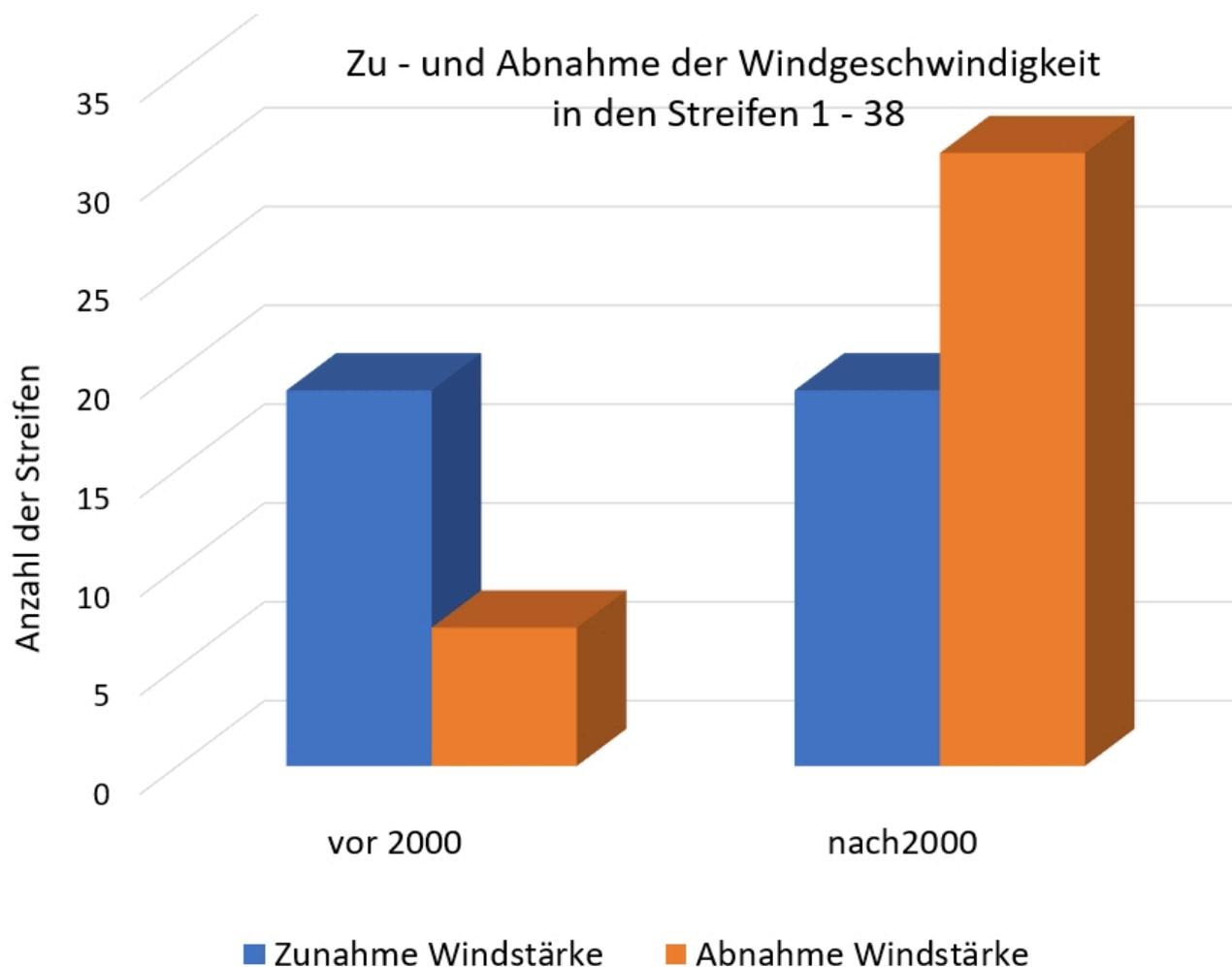


Bild 7 Entwicklung der Windgeschwindigkeit vor und nach 2000

Beispiel

Als Beispiel ist das Verhalten der Windstärke im Streifen 17 gezeigt. In diesem Streifen liegen die acht Meßstationen nach Tabelle 9. Wie oben beschrieben werden die Zeitreihen der acht Meßstationen normiert

| Meßstation | Bundesland | nördliche Breite | östliche Länge | Anzahl Werte vor 2000 | Anzahl Werte nach 2000 |
|------------------------|---------------------|------------------|----------------|-----------------------|------------------------|
| Brocken | Sachsen-Anhalt | 51,7990 | 10,6180 | 44 | 18 |
| Bad Lippspringe | Nordrhein-Westfalen | 51,7854 | 8,8388 | 28 | 23 |
| Cottbus | Brandenburg | 51,7759 | 14,3168 | 17 | 23 |
| Holzendorf (Flugplatz) | Sachsen-Anhalt | 51,7657 | 13,1666 | 0 | 14 |
| Kalkar | Nordrhein-Westfalen | 51,7329 | 6,2688 | 7 | 14 |
| Braunlage | Niedersachsen | 51,7234 | 10,6021 | 28 | 23 |
| Harzgerode | Sachsen-Anhalt | 51,6520 | 11,1366 | 19 | 23 |
| Doberlug-Kirchhain | Brandenburg | 51,6451 | 13,5747 | 19 | 25 |

Tabelle 9 Meßstationen im Streifen 17 mit Anzahl der Messwerte in den Zeitreihen vor und nach 2000

Mit den normierten Werten werden die beiden Regressionsfunktionen (Zeit vor 2000 und Zeit nach 2000) berechnet. Die Darstellung dieser Funktionen zeigt Bild 8. Tabelle 9 enthält die den beiden Regressionsfunktionen zugrunde liegenden Werte. Für die Zeit vor 2000 stehen demnach 162 Werte und für die Zeit nach 2000 163 Meßwerte für die Berechnung der Regressionsfunktionen zur Verfügung.

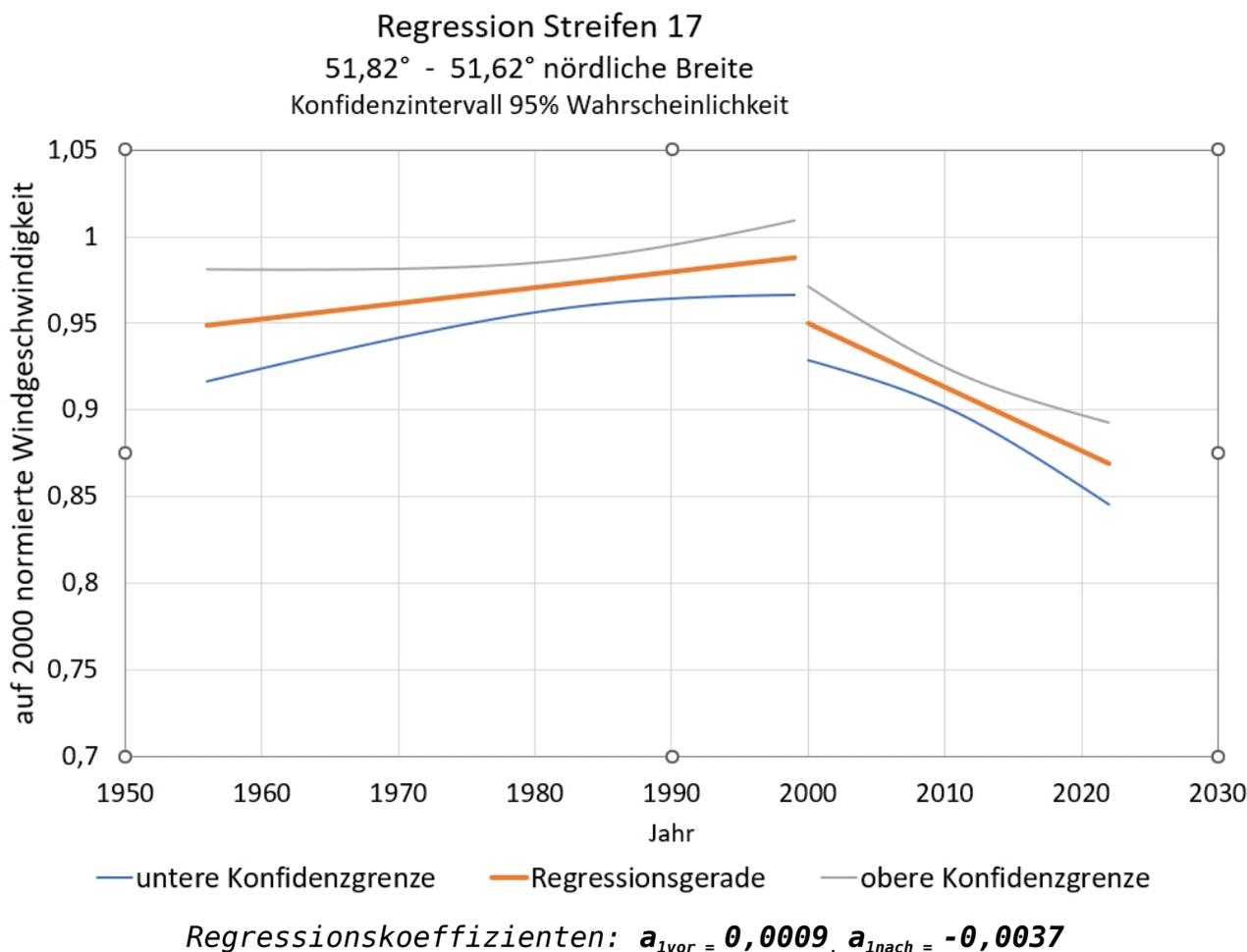


Bild 8 Regressionsfunktionen der normierten Zeitreihen für die Windgeschwindigkeiten vor und nach 2000 im Streifen 17

Installierte Leistung

Analog der Einteilung in Quadranten wird hier ebenfalls ein statistischer Zusammenhang zwischen der installierten Leistung der Windparks und der gemessenen Windgeschwindigkeiten in den 38 Streifen untersucht. In den Tabellen 4 und 10 sind installierte Leistungen der Gebiete und Streifen angegeben. Die Tabelle 10 enthält hier aus Platzgründen nur die Streifen mit den größten und kleinsten

installierten Leistungen. Bild 10 gibt einen Überblick über die installierte Leistung in allen Streifen. Im Streifen 6, dem Streifen mit der größten installierten Leistung, liegen die Meßstationen Itzehoe, Lübeck, Heidmoor, Cuxhaven und der Leuchtturm Alte Weser. Die installierten Leistungen in Bayern und Baden-Württemberg sind vergleichsweise gering (Streifen 31 ... 38).

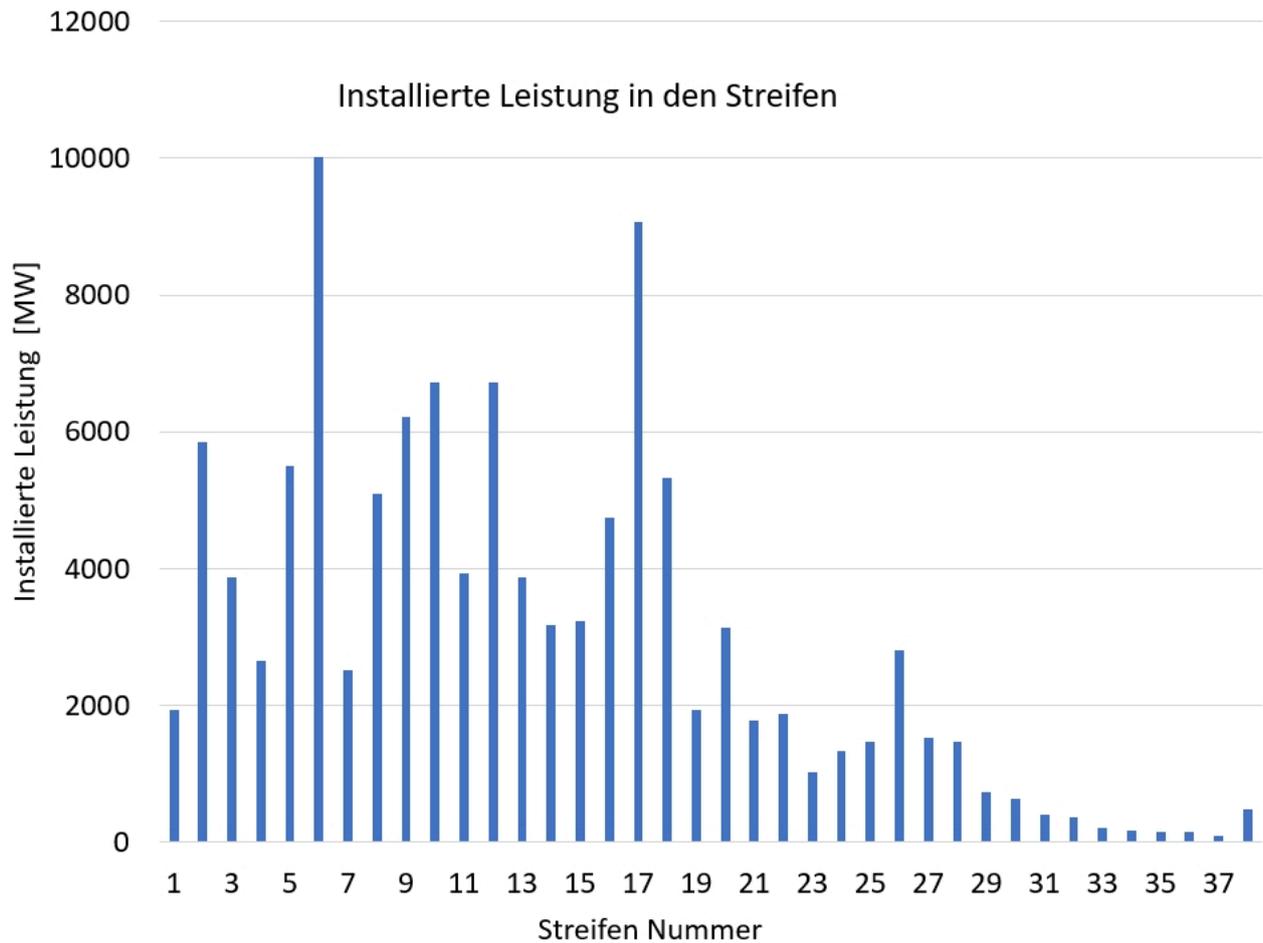


Bild 10 Installierte Leistung von WKA in den Streifen 1...38

| Streifen Nr. | Installierte Leistung [MW] | Anzahl Windparks | Anzahl Anlagen | Größter Windpark im Streifen Installierte Leistung [MW]/ Anzahl Anlagen |
|--------------|----------------------------|------------------|----------------|---|
| 6 | 10016 | 136 | 2286 | 2604 / 309 |
| 17 | 9043 | 267 | 2685 | 630 / 175 |
| 10 | 6727 | 164 | 1587 | 1800 / 120 |
| 12 | 6716 | 181 | 1769 | 1397 / 95 |
| 9 | 6220 | 175 | 1898 | 824 / 50 |
| ... | ... | ... | ... | ... |
| 32 | 371 | 28 | 151 | 32 / 19 |
| 33 | 214 | 43 | 117 | 28 / 14 |

| | | | | |
|--------------|---------------|-------------|--------------|---------|
| 34 | 191 | 29 | 94 | 19 / 7 |
| 36 | 161 | 31 | 80 | 38 / 10 |
| 35 | 152 | 31 | 78 | 22 / 10 |
| Summe | 108690 | 4529 | 37361 | |

Tabelle 10 Streifen mit der größten und kleinsten installierten Leistung

Zusammenhang Windentwicklung und installierte Leistung

Wie oben bereits erwähnt, werden für jeden Streifen die Regressionsfunktionen der im Jahr 2000 geteilten Zeitreihen durchgeführt. Es folgen somit 38 Funktionen für die Zeit vor 2000 und ebenso viele für die Zeit nach 2000. Gemäß Gleichung [1] sind nur die Anstiegskoeffizienten a_{1v} von Interesse. Es gibt demnach je 38 Anstiegskoeffizienten a_{1v} und a_{1n} der Regressionsfunktionen für die Windentwicklung der Zeit vor und nach 2000. Bildet man die Differenz der beiden Koeffizienten

$$a_{1D} = a_{1n} - a_{1v} \quad [2]$$

liegt bei negativem Ergebnis eine Abnahme der Windgeschwindigkeit vor. Das bedeutet, daß die Windgeschwindigkeit nach 2000 im Vergleich zur Windgeschwindigkeit vor 2000 geringer geworden ist. Bei positivem Ergebnis hat sie sich vergrößert. In Tabelle 11 sind einige Regressionskoeffizienten angegeben.

| Streifen Nummer | Anstiegskoeffizient a_{1v} | Anstiegskoeffizient a_{1n} | Differenz $a_{1D} = a_{1n} - a_{1v}$ |
|-----------------|------------------------------|------------------------------|--------------------------------------|
| 16 | 0,0090 | -0,0005 | -0,0096 |
| 6 | 0,0021 | -0,0055 | -0,0076 |
| 18 | 0,0052 | -0,0023 | -0,0075 |
| 37 | 0,0035 | -0,0018 | -0,0053 |
| 28 | 0,0044 | -0,0007 | -0,0051 |
| ... | ... | ... | ... |
| 31 | -0,0020 | 0,0000 | 0,0019 |
| 3 | -0,0019 | 0,0014 | 0,0033 |
| 27 | -0,0043 | -0,0009 | 0,0034 |
| 4 | -0,0034 | 0,0035 | 0,0069 |
| 12 | -0,0172 | -0,0082 | 0,0090 |

Tabelle 11 Auswahl der kleinsten und größten Anstiegskoeffizienten

Ähnlich wie in Bild 5 dargestellt, wird ein Zusammenhang zwischen der Windentwicklung in den Streifen und der dort installierten Leistung der WKA hergestellt. Bild 11 zeigt die berechnete Regressionsfunktion. Wie bereits bei der Untersuchung der Quadranten, wird auch hier der

Zusammenhang von installierter Leistung und Abnahme der Windgeschwindigkeit deutlich. Allerdings liegt ein sehr breites Konfidenzintervall vor.

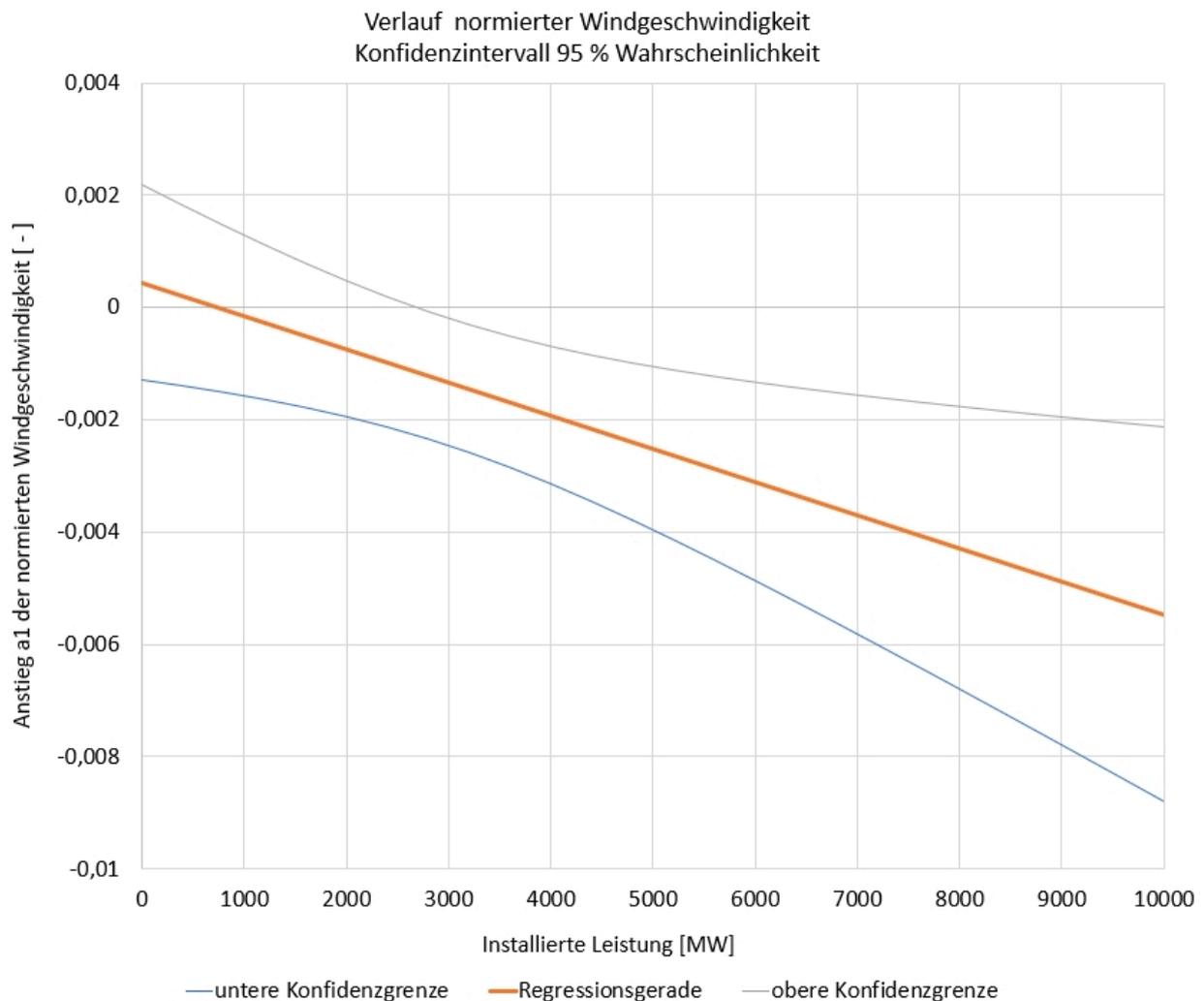


Bild 11 Zusammenhang Windentwicklung und installierte Leistung

Zusammenfassung

Im vorstehenden Artikel wird der Frage nachgegangen, ob eine Beeinflussung der Windstärke durch die Installation von Windturbinen statistisch nachweisbar ist. Es wurden dazu alle Wettermeßstationen des Deutschen Wetterdienstes auf vorhandene Meßreihen zur Windstärke betrachtet. Letztlich wurden 230 Wetterstationen gefunden, die die Windgeschwindigkeit über mehrere Jahre aufgezeichnet haben. Von Interesse waren besonders die Zeitreihen, die Werte vor und nach 2000 enthielten. Das Jahr 2000 wurde gewählt, da zu dieser Zeit die verstärkte Errichtung von WKA zur Stromerzeugung begann.

Es wurden zwei Varianten der möglichen Beeinflussung der Windgeschwindigkeit durch Windparks untersucht. Zum einen wurde Deutschland in größere Flächen aufgeteilt (Einteilung in Quadranten) und

zum anderen in 38 Streifen (Streifeneinteilung), die in Ost West-Richtung verlaufen. Der Einfluss der installierten Leistung von WKA in den betroffenen Gebieten auf die Windentwicklung wurde dann mittels Regressionsanalysen untersucht.

In beiden Modellen wird ein statistischer Zusammenhang nachgewiesen, allerdings von schwacher Korrelation.

Wünschenswert wäre, umfangreiche Meßreihen der Windgeschwindigkeit vor und hinter Windparks vorzunehmen. Damit könnte die Auswirkung der WKA auf physikalischem Weg untersucht werden.

Dank familiärer Unterstützung wurde der Artikel ermöglicht, insbesondere durch die Aufbereitung der Daten des Deutschen Wetterdienstes, die nicht gerade in anwendungsfreundlicher Form vorliegen.

Quellen

[1] Deutscher Wetterdienst

https://opendata.dwd.de/climate_environment/CDC/observations_germany/climate/daily/kl/historical/

[2] Liste der Windkraftanlagen in Deutschland

https://de.wikipedia.org/wiki/Liste_von_Windkraftanlagen_in_Deutschland

[3] Liste der Offshore Windparks

https://de.wikipedia.org/wiki/Liste_der_Offshore-Windparks

[4] Liste der Windkraftanlagen in Belgien

<https://resdm.com/wind-farms-in-bel>

[5] Liste der Windkraftanlagen der Niederlande

https://de.wikipedia.org/wiki/Liste_von_Windkraftanlagen_in_den_Niederlanden

Über den Autor

Lehre und Arbeit als Stahlbauschlosser. Abitur in der Abendschule; Studium der Fördertechnik an der TU Dresden; Assistent am Lehrstuhl Fördertechnik der TU; Promotion auf dem Gebiet der Schüttgutmechanik – Fließverhalten kohäsiver Schüttgüter in Bunkern; dann angestellt bei Fördertechnik Freital und Zusammenarbeit mit der TU Dresden auf dem Gebiet der pneumatischen Dichtstromförderung; Prüfstelle für Lastaufnahmemittel und Hebezeuge Berlin – da Statik und Stahlbau; Sachverständiger für Aufzüge beim TÜV Berlin-Brandenburg, später dann TÜV Rheinland.

Mit der Statistik kam er während der Bearbeitung der Dissertation in Berührung. Er hatte einen Haufen Versuche gemacht und hatte keine Ahnung wie man vernünftige Planung und Auswertung macht. Da ergab es sich, daß ich von der Existenz einer „Arbeitsgemeinschaft Mathematische Statistik“, zugehörig zur Mathematischen Gesellschaft der DDR, erfuhr und dort dann bis zur Auflösung nach der Wende Mitglied war. Die Leitung hatte Prof. Rasch aus Rostock.

CO₂-Zertifikate verteuern die Energie zum Nutzen der Profiteure

geschrieben von Admin | 1. Februar 2024

Die Ampel-Regierung plant, Abgaben auf CO₂-Emissionen bis auf 300 Euro pro Tonne CO₂ zu steigern. So soll die Energiewende erzwungen werden, denn die Nutzung fossiler Brennstoffe würde bis zu 10-mal teurer werden. Die Abgaben entfallen, wenn CO₂-Zertifikate gekauft werden, die für das Vermeiden, Mindern oder Binden von CO₂-Emissionen ausgestellt wurden.

von Prof. Dr. Hans-Günter Appel

CO₂-Emissionen aus dem Verbrennen von Kohle, Erdgas und Erdöl mit Abgaben zu belasten, halten Bundesregierung und viele Politiker für den optimalen Weg, das Verwenden fossiler Brennstoffe zu verringern und abzuschaffen. So glauben sie, das Klima schützen zu können. Doch welches Klima, definieren sie nicht. Der Wirtschaftliche Beirat der Bundesregierung mit Professorin Veronika Grimm an der Spitze unterstützt die CO₂-Abgabenbelastung, schönfärberisch „Bepreisung“ genannt, als zur „Energiewende“ wirksamen Weg.

Kohle, Erdgas und Erdöl sind nicht ersetzbar

Eine Abgabenbelastung würde das Verwenden solcher Güter wirksam verringern, die ersetzbar sind; die Sinnhaftigkeit einer solchen Maßnahme sei hier nicht betrachtet. Doch Kohle, Erdgas und Erdöl sind als Energieträger und Chemierohstoffe nicht ersetzbar. Ersatzstoffe aus Wasser und CO₂ mit Hilfe von Wind- und Solarstrom herzustellen, wie von den Grünen gefordert, ist unbezahlbar und würde die Umwelt mit flächendeckenden Anlagen zerstören. Für ein stabiles Stromnetz sind Großkraftwerke mit ihren rotierenden Massen erforderlich, die Strom mit fossilen Energierohstoffen erzeugen. In dieses Netz kann dann auch noch

Fakepower (Wind- und Solarstrom) eingespeist werden. Selbst dann, wenn wetterabhängige Fakepower im Überfluss erzeugt wird, müssen diese Großkraftwerke weiterlaufen, um einen Zusammenbruch des Stromnetzes zu verhindern. Wollen wir auf viele Produkte, ein stabiles Stromnetz und Arbeit bringende Industrie nicht verzichten, müssen wir Kohle, Erdgas und Erdöl weiterhin nutzen. Dies scheint den „Wirtschaftsweisen“ nicht klar zu sein. Es fehlen wohl physikalische Grundkenntnisse.

Windige CO₂-Zertifikate

Mit immer teureren CO₂-Zertifikaten wird die Kreativität, sich mit solchen Zertifikate von CO₂-Abgaben zu befreien, größer. Besitzer von Elektro-Autos können Jahr für Jahr Zertifikate im Wert von mehreren 100 Euro beantragen, da ihr Fahrzeug angeblich emissionsfrei fährt. Die fossilen Brennstoffe zur Herstellung des Autos und der Batterie, die höher sind als für ein gleichwertiges Verbrenner-Auto, werden nicht eingerechnet.

Tesla verdient viel Geld mit CO₂-Zertifikaten. Wie funktioniert das? Die Regierung hat die erlaubten CO₂- Emissionen für neue Autos begrenzt. Die Autos eines Herstellers dürfen im Mittel diesen Grenzwert nicht überschreiten. Sonst sind Strafgebühren fällig. Kleine Autos mit geringen CO₂-Emissionen können den Grenzwert drücken. Noch günstiger sind E-Autos, die als emissionsfrei gelten. Daher bauen fast alle Hersteller E-Autos, um den Grenzwert zu erreichen. Die Autos werden in vielen Fällen mit Verlust vertrieben. Das ist billiger als die Strafkosten. Tesla erwirbt mit seinen „emissionsfreien“ Autos Zertifikate für erlaubten, aber nicht getätigten Emissionen. Mit diesen Zertifikaten hat Tesla im letzten Jahr fast 2 Milliarden Dollar verdient. Hauptkäufer waren General Motors und Chrysler-Fiat, die zu einem erheblichen Teil SUVs und Trucks mit starken Verbrenner-Motoren bauen. Die Käufer dieser Autos bezahlen letztlich die „Gewinne“ von Tesla.

Mit dem Kauf von CO₂-Zertifikaten mutieren viele Firmen zu „grün“, ohne die Produktion oder das Produkt zu ändern. Gesetzlich ist das zulässig. TÜV-Organisationen zertifizieren solche Betriebe. Dazu gehört auch der Vertrieb von „grünem“ Strom, der als mit Zertifikaten grüngefärbter Kraftwerkstrom geliefert wird.

Millionäre und Milliardenäre durch Zertifikate

Elon Musk kassiert mit den Tesla-Zertifikaten fast zwei Milliarden Dollar im Jahr. Al Gore, der ehemalige Vizepräsident der USA, hat mit Umweltprojekten viele CO₂-Zertifikate generiert und ist damit vielfacher Millionär geworden. Viele weniger bekannte Profiteure verdienen mit Zertifikaten Millionen. Praktisch wird es, wenn ein Unternehmen für

Zertifikate bringende Umweltprojekte auch die Zertifizierung vornimmt. Dann können leicht Zertifikate ohne Leistung in Umlauf gebracht werden.

Eine große Rolle für das Gewinnen von Zertifikaten spielt Wald. Es gibt Zertifikate, wenn Bäume nicht gefällt werden oder neue Bäume gepflanzt werden. Das Öl-Emirat Katar hat sich die Verfügungsgewalt über große Waldflächen in Afrika erkaufte, um ein großer Player im Zertifikatehandel zu werden.

Zertifikate zerstören Wirtschaft und Wohlstand

Die Abgaben auf CO₂-Emissionen verteuern die Energie und erhöhen die Verwaltungskosten von Staat und Wirtschaft. Zertifikate, die für die Einsparung von CO₂-Emissionen erteilt werden, bereichern die Profiteure auch dann, wenn die Einsparung nur auf dem Papier steht. Die Abgabenbelastung von CO₂ ist eine wesentliche Ursache für den Anstieg der Energiekosten und den Niedergang unserer Wirtschaft. Sie muss ersatzlos beendet werden. Das ist eine der 6 Forderungen vom Stromverbraucherschutz NAEB für eine sichere und bezahlbare Energieversorgung.

- 1. Solar-, Wind-, Biogas-Strom stoppen und EEG beenden.**
 - 2. Nord-Stream reparieren, weiterhin Erdgas- statt Wasserstoff (H₂).**
 - 3. Kohle-Strom- Kraftwerke reaktivieren, keine CO₂-Langzeitspeicherung.**
 - 4. CO₂-Steuer beenden, Klima-Schutzgesetz aussetzen, Klima-Fonds auflösen.**
 - 5. Kein Heizungsverbot, kein Wärmepumpenzwang, Wärmeschutzverordnung von 1995 statt Dämmwahn.**
 - 6. Kein Verbrenner-Verbot, ohne E- / Bio-Fuels, keine Subvention für Elektro-Mobilität .**
-

Windentwicklung in Deutschland Teil 1

geschrieben von Admin | 1. Februar 2024

Von Dr. Konrad Voge

Vorbemerkung

Am 30. April 2023 ist hier ein Beitrag zur Entwicklung der Niederschlagsmengen in Deutschland veröffentlicht worden. In diesem Zusammenhang wurde von Herrn Limburg der Hinweis gegeben, doch auch die Windentwicklung zu betrachten.

Seit 1981 betreibe ich Windsurfen und hatte den Eindruck, dass der Wind im Laufe der Jahre abnahm. Man musste immer häufiger zu größeren Segeln greifen. Von dieser Seite her ist für mich auch die Beschäftigung mit diesem Thema von zusätzlichem Interesse.

Der folgende Beitrag beschäftigt sich aus statistischer Sicht mit der Windentwicklung in Deutschland. In diesem Zusammenhang ist auch wieder, wie bei dem Artikel zu den Niederschlagsmengen, der Ausbau von Windkraftanlagen (WKA) mitbetrachtet. Es wird untersucht, ob ein statistischer Zusammenhang zwischen Windentwicklung und installierter Leistung von WKA vorliegt. Es wird hier jedoch darauf hingewiesen, dass eine Korrelation keine Kausalität bedeuten muss.

Meßstationen

Für die Analyse der Windentwicklung in Deutschland wurden 1250 Meßstationen des Deutschen Wetterdienstes nach vorhandenen Zeitreihen bezüglich Meßwerten [1] zum Wind abgefragt.

| Bundesland | Zeitreihen Gesamt | Vor 2000 | Nach 2000 | Vor und nach 2000 | Vollständig Vor und nach 2000 |
|------------------------|------------------------------|---------------------|----------------------|----------------------------------|--|
| Baden-Württemberg | 25 | 19 | 6 | 15 | 7 |
| Bayern | 40 | 36 | 33 | 29 | 19 |
| Brandenburg/Berlin | 15 | 14 | 12 | 11 | 7 |
| Bremen/Hamburg | 7 | 5 | 6 | 5 | 2 |
| Hessen | 18 | 18 | 11 | 11 | 3 |
| Mecklenburg-Vorpommern | 15 | 13 | 13 | 11 | 8 |
| Niedersachsen | 27 | 25 | 20 | 19 | 9 |
| Nordrhein-Westfalen | 19 | 18 | 11 | 11 | 6 |
| Rheinland-Pfalz | 10 | 10 | 7 | 7 | 2 |
| Saarland | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |

| | | | | | |
|--------------------|------------|------------|------------|------------|-----------|
| Sachsen | 13 | 11 | 12 | 10 | 7 |
| Sachsen-Anhalt | 7 | 6 | 7 | 6 | 4 |
| Schleswig-Holstein | 24 | 21 | 15 | 12 | 6 |
| Thüringen | 8 | 8 | 6 | 6 | 2 |
| Summe | 230 | 206 | 161 | 155 | 84 |

Tabelle 1 Anzahl der Meßstationen, die Zeitreihen zur Windentwicklung aufgenommen haben

Es handelt sich bei den zur Verfügung gestellten Werten um Tageswerte. Von den 1250 Meßstationen blieben 230 Stationen übrig, die überhaupt Zeitreihen zu Windstärken anbieten.

In der Tabelle 1 ist die Anzahl der Meßstationen für die Bundesländer zusammengefasst, die Zeitreihen zu den gemessenen Windwerten enthalten. In der Spalte „Zeitreihen Gesamt“ ist die Zahl der Meßstationen aufgeführt, die unabhängig von Beginn und Ende der Messung Windwerte aufgenommen haben. Da für die weitere Auswertung das Jahr 2000 eine Rolle spielt, ist in der Tabelle 1 unterschieden, ob es Zeitreihen gibt, die vor 2000 endeten, ob sie nach 2000 aufgenommen wurden oder ob sie Daten der Zeit vor und nach 2000 enthalten. Die letzte Spalte der Tabelle 1 enthält die Anzahl der Meßreihen, die keine bzw. weniger als fünf Fehlstellen der Monatswerte über dem gesamten Meßzeitraum aufweisen. Letztlich bleiben die Daten von 155 Meßstationen übrig, die zur Untersuchung der Windentwicklung geeignet sind. Der Endpunkt der Zeitreihen ist November 2022. Die längste Zeitreihe kommt von der Meßstation Hohenpeißenberg (Bayern). Seit Januar 1939 liegen Windmeßwerte von dieser Station vor. Die hier betrachteten Meßstationen liegen zwischen 47,3984° und 55,0110° nördlicher Breite bzw. 6,0839° und 14,9510° östlicher Länge.

Datenqualität

Wie oben bereits erwähnt, werden Tageswerte der Meßstationen bekanntgegeben. Diese werden hier zu Monatswerten und Jahreswerten verdichtet (arithmetisches Mittel). Für die weitere Auswertung werden nur die Jahreswerte verwendet. Wie aus Tabelle 1 hervorgeht, gibt es von den 230 Datensätzen nur 84, die kontinuierliche Messungen vor und nach 2000 aufweisen. Jedoch sind die unvollständigen Datensätze (Zeitreihen vor bzw. nach 2000) für die Feststellung von Tendenzen der Windgeschwindigkeit verwertbar. Kleinere Fehlstellen in den Datensätzen, wie das Fehlen einiger Monatswerte, sind durch Interpolation ausgeglichen worden.

Einige Zeitreihen enthalten Sprungstellen bei den ausgewiesenen Windstärken. Diese können auf unterschiedliche Ursachen zurückzuführen sein. Ein Beispiel dazu zeigt Bild 1. Der Sprung zwischen den Jahren 2007 bis 2010 ist möglicherweise auf Meßfehler zurückzuführen.

| Meßstation | Bundesland | Sprungfaktor |
|---------------------------|-------------------|--------------|
| Oberstdorf | Bayern | 2,65 |
| Lautertal-Oberlauter | Bayern | 2,36 |
| Regensburg | Bayern | 2,02 |
| Dörrmoschel-Felsbergerhof | Rheinland-Pfalz | 2,00 |
| Friedrichshafen | Baden-Württemberg | 1,97 |
| Müncheberg | Brandenburg | 1,93 |
| Göttingen | Niedersachsen | 1,90 |
| Hohenpeißenberg | Bayern | 1,87 |
| Chemnitz | Sachsen | 1,79 |
| Brocken | Sachsen-Anhalt | 1,78 |
| Dörrmoschel-Felsbergerhof | Rheinland-Pfalz | 1,75 |
| Faßberg | Niedersachsen | 1,66 |

Tabelle 2 Meßreihen mit den größten Sprungstellen

Die Meßreihen mit den größten Sprungstellen sind in Tabelle 2 zusammengestellt. Für die Regressionsfunktionen der Meßreihen wurden jedoch auch diese Werte mit verwendet, da es nicht klar ist, ob es sich um Meßfehler (Ausreißer) oder tatsächlich gemessene Werte handelt.

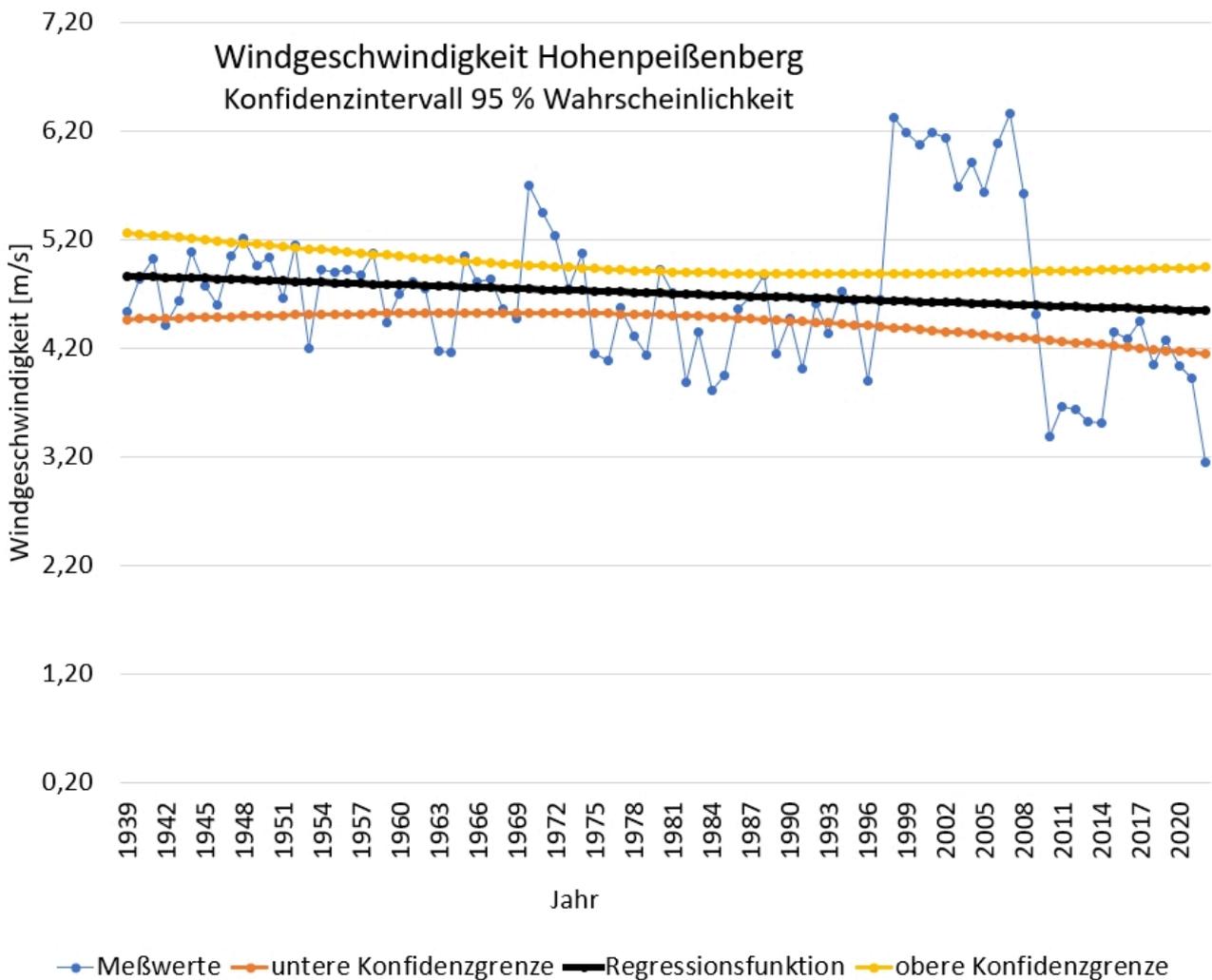


Bild 1 Zeitreihe der Windgeschwindigkeit an der Meßstation Hohenpeißenberg mit Regressionsfunktion

Verläufe Windgeschwindigkeit

Für die Meßreihe jeder Station wurde eine Regressionsanalyse mit der Ansatzfunktion

$$f(v) = a_0 + a_1 v [1]$$

durchgeführt, wobei v die Windgeschwindigkeit bedeutet. Dabei wurde die jeweilige Meßreihe in je einen Zeitbereich vor 2000 und nach 2000 geteilt. Bild 2 zeigt als Beispiel die Zeitreihe an der Station Angermünde (Brandenburg) mit der Aufteilung in die beiden Bereiche. Von weiterem Interesse ist der Anstiegskoeffizient a_1 der Regressionsfunktionen. Positive Koeffizienten bedeuten eine Zunahme der Windgeschwindigkeit, Negative Koeffizienten weisen auf eine Abnahme der Windgeschwindigkeit hin.

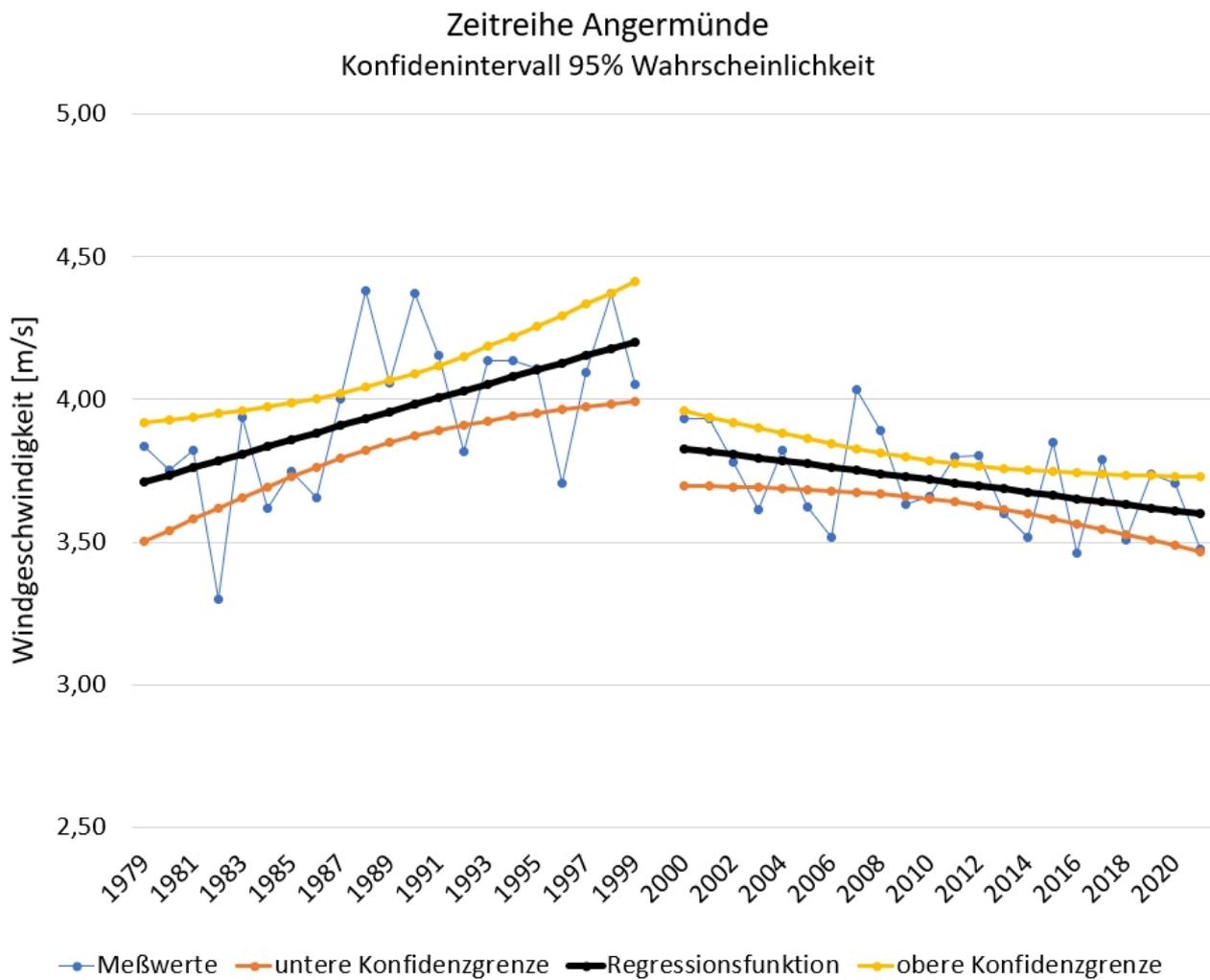


Bild 2 Zeitreihe der Meßstation Angermünde mit Regressionsfunktionen für die Werte vor und nach 2000

| Zeit | Abnahme Windgeschwindigkeit ($a_1 < 0$) | Zunahme Windgeschwindigkeit ($a_1 > 0$) |
|-----------|--|--|
| vor 2000 | 122 | 84 |
| nach 2000 | 121 | 58 |

Tabelle 3 Anzahl der Zeitreihen mit Abnahme (Anstieg a_1 negativ) und Zunahme (Anstieg a_1 positiv) der Windgeschwindigkeit

In Tabelle 3 ist die Anzahl der Zeitreihen zusammengestellt, die eine Abnahme oder Zunahme der Windgeschwindigkeit aufweisen.

In der Anzahl der Meßreihen, die eine Abnahme der Windgeschwindigkeit aufweisen, gibt es keinen Unterschied zwischen der Zeit vor 2000 und nach 2000. Dieser liegt dann bei den Meßreihen nach 2000 vor. Während an 84 Meßstationen vor 2000 noch eine Zunahme der Windgeschwindigkeit vorliegt, betrifft dies nach 2000 nur noch 58 Meßstationen. . Es ist also an 31 % der Stationen eine Abnahme der Windgeschwindigkeit zwischen 2000 und 2022 gemessen worden.

Windparks

Zur Beantwortung der Frage, inwieweit Windkraftanlagen die Windgeschwindigkeit beeinflussen, werden alle Windparks [2], [3], [4], [5] zwischen den Koordinaten $14,9967^\circ$ und $54,9819^\circ$ nördlicher Breite sowie $0,1489^\circ$ und $14,9967^\circ$ östlicher Länge betrachtet. Das heißt in der Nord- Süd-Richtung von Flensburg bis Oberstdorf und in West-Ost Richtung von der Nordsee bis zur Oder. In diesem Rechteck befinden sich 4529 Windparks mit einer installierten Leistung von 108,69 GW, verteilt auf 37361 Anlagen. Davon sind 832 Einzel- und 599 Doppelanlagen. In Tabelle 4 sind die Daten der Windparks nach Gebieten zusammengefasst. Wegen der geographischen Lage sind auch einzelne Windparks aus den Niederlanden, Belgien und England (Nordsee) in die Betrachtung einbezogen.

| Gebiet | Anzahl Windparks | Installierte Leistung [MW] | Anzahl Anlagen | Max. installierte Leistung eines Windparks [MW] |
|------------------------|------------------|----------------------------|----------------|---|
| Baden-Württemberg | 189 | 1862 | 807 | 55 |
| Bayern | 339 | 2679 | 1174 | 53 |
| Brandenburg | 279 | 8633 | 3987 | 254 |
| Saarland | 50 | 541 | 217 | 25 |
| Hessen | 215 | 2632 | 1198 | 64 |
| Mecklenburg-Vorpommern | 206 | 3822 | 1883 | 203 |
| Niedersachsen | 936 | 13201 | 6365 | 291 |
| Nordrhein-Westfalen | 770 | 7628 | 3756 | 160 |

| | | | | |
|--------------------------------|-------------|---------------|--------------|------|
| Rheinland-Pfalz | 292 | 4051 | 1801 | 91 |
| Sachsen | 168 | 1375 | 888 | 59 |
| Sachsen-Anhalt | 226 | 5634 | 2826 | 256 |
| Schleswig-Holstein | 394 | 8650 | 3298 | 317 |
| Thüringen | 99 | 1822 | 872 | 159 |
| Belgien | 74 | 942 | 469 | 32 |
| Niederlande | 203 | 4679 | 1677 | 429 |
| Ostsee Deutschland | 7 | 2752 | 413 | 927 |
| Nordsee Deutschland/England | 66 | 32793 | 4795 | 2604 |
| Offshore Belgien | 8 | 2262 | 399 | 487 |
| Offshore Niederlande | 8 | 2730 | 536 | 752 |
| Summe | 4529 | 108690 | 37361 | |

Tabelle 4 Daten der zur Auswertung zur Verfügung stehenden Windparks

Der Windpark Hornsea I – III vor der englischen Küste ist mit 5208 MW installierter Leistung und 648 Anlagen der größte Windpark in dieser Betrachtung. Die Bundesländer Niedersachsen, Brandenburg und Schleswig-Holstein weisen die höchsten installierten Leistungen unter den Bundesländern auf, wie Bild 3 verdeutlicht.

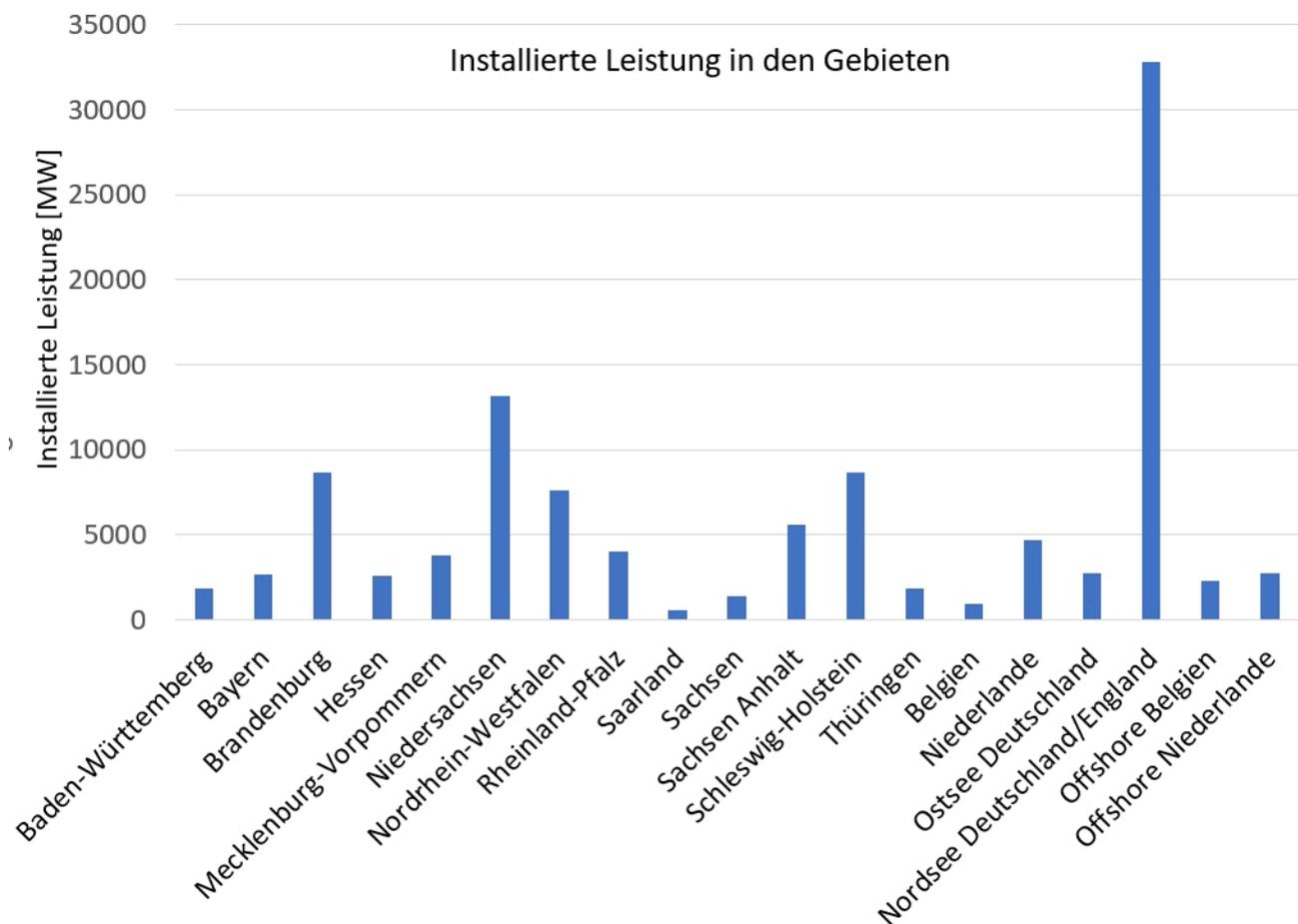


Bild 3 Installierte Leistung der WKA in den Bundesländern, zusätzlich teilweise in Belgien, Niederlande und Offshore England

Einteilung in Quadranten

Zur Beantwortung der Frage, ob ein Zusammenhang zwischen der installierten Leistung von Windparks und der Beeinflussung der Windgeschwindigkeit statistisch nachgewiesen werden kann, werden zwei Modelle untersucht. Einmal ist das Untersuchungsgebiet (Deutschland, Niederlande, Belgien und Offshore England) in Hälften und Quadranten gemäß Tabelle 5 aufgeteilt. In einem zweiten Modell ist das untersuchte Gebiet in Ost-West-Streifen gegliedert. Die Zeitreihen aller 230 Meßstationen sind gemäß Bild 2 in die Abschnitte vor und nach 2000 unterteilt und die Regressionsfunktionen berechnet. Die ermittelten Werte sind in Tabelle 5 enthalten und in Bild 4 grafisch dargestellt. In Tabelle 6 sind die installierten Leistungen und die Verhältnisse von Windzunahme zu Windabnahme zusammengestellt. Es ist deutlich zu sehen, daß eine Tendenz von Nord nach Süd und von Ost nach West vorliegt. Im Norden und Osten gibt es in der Windentwicklung vor und nach 2000 einen deutlichen Unterschied zu den übrigen Gebieten.

| Gebiet | Wind Abnahme vor 2000 | Wind Zunahme vor 2000 | Wind Abnahme nach 2000 | Wind Zunahme nach 2000 |
|------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Nord | 62 | 43 | 68 | 25 |
| Süd | 59 | 41 | 54 | 33 |
| Ost | 47 | 31 | 59 | 17 |
| West | 74 | 53 | 63 | 41 |
| Nord-Ost | 20 | 20 | 18 | 6 |
| Nord-West | 40 | 21 | 31 | 19 |
| Süd-Ost | 27 | 12 | 25 | 11 |
| Süd-West | 35 | 31 | 31 | 22 |

Tabelle 5 Windverhalten an den Meßstationen des jeweiligen Gebietes – Ergebnis der Regressionsrechnungen – Anzahl der Zeitreihen im jeweiligen Gebiet

Am deutlichsten ist das Verhältnis im Quadranten Nord-Ost sichtbar. Während vor 2000 die gleiche Anzahl von Zeitreihen mit Windzunahme und Windabnahme zu verzeichnen ist, wurde nach 2000 nur an 6 Stationen eine Zunahme des Windes gemessen, während an 18 Stationen eine Abnahme festzustellen ist. In diesen Quadranten fällt auch die Meßstation Angermünde (Bild 2), in deren Nähe ich die in der Vorbemerkung gemachte intuitive Windabnahme festgestellt habe.

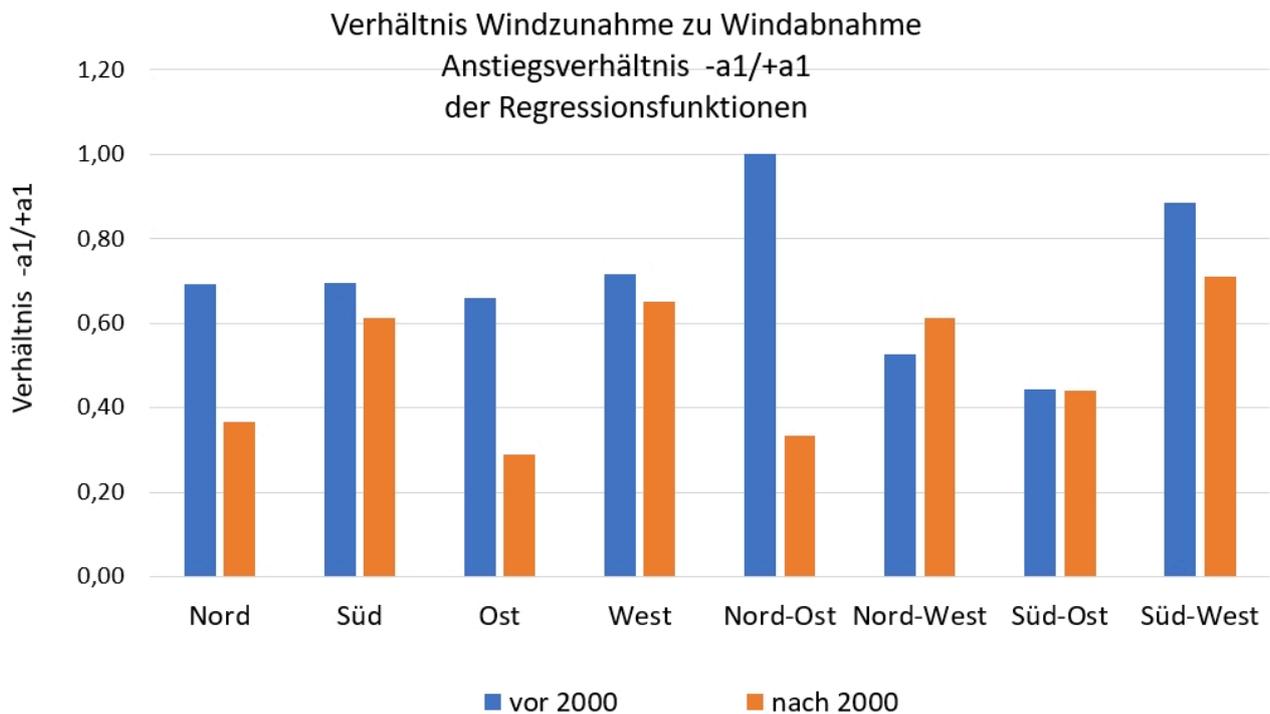


Bild 4 Verhältnis der Windzunahme zur Windabnahme nach Gebieten

| Gebiet | 1 | 2 | 3 | 4 |
|------------------|-------|-------|------|------|
| Nord | 88915 | 29404 | 0,69 | 0,37 |
| Süd | 19775 | 7955 | 0,69 | 0,61 |
| Ost | 57512 | 25474 | 0,66 | 0,29 |
| West | 51178 | 11885 | 0,72 | 0,65 |
| Nord-Ost | 46065 | 20252 | 1,00 | 0,33 |
| Nord-West | 42850 | 9152 | 0,53 | 0,61 |
| Süd-Ost | 11447 | 5222 | 0,44 | 0,44 |
| Süd-West | 8328 | 2733 | 0,89 | 0,71 |

Spalte 1 Installierte Leistung [MW]

Spalte 2 Anzahl der installierten Anlagen

Spalte 3 Verhältnis Windzunahme / Windabnahme vor 2000

Spalte 4 Verhältnis Windzunahme / Windabnahme nach 2000

Tabelle 6 Verhältnis Windzunahme/Windabnahme (Verhältnis der Regressionskoeffizienten $+a_1/-a_1$)

In Tabelle 6 ist die installierte Leistung der Gebiete mit der Windentwicklung kombiniert. Besonders in den Gebieten Nord, Ost und Nord-Ost ist eine starke Abnahme der Windgeschwindigkeit nach 2000 festzustellen. Dort sind gemäß Tabelle 6 auch die größten installierten Leistungen von WKA errichtet.

Verhältnis Windzunahme / Windabnahme über der installierten Leistung der WKA

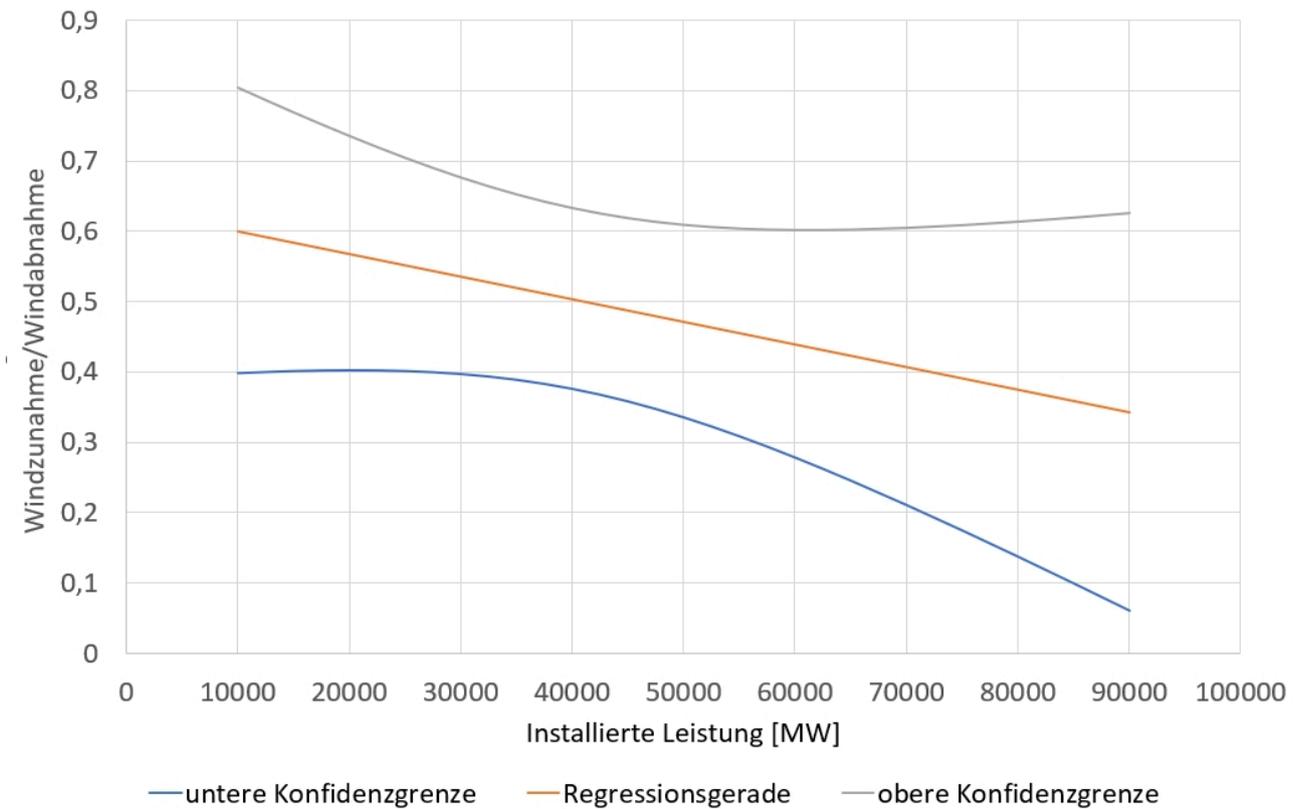


Bild 5 Verhältnis Windzunahme/Windabnahme über der installierten Leistung – Konfidenzintervall für 95% Wahrscheinlichkeit

Den Zusammenhang des Verhältnisses Windzunahme zu Windabnahme zur installierten Leistung zeigt Bild 5. Unter der Voraussetzung, es handle sich bei den Größen des Bildes 5 um unabhängige Zufallsvariable, kann ein Korrelationsfaktor berechnet werden. Diese Voraussetzung ist für die Variable „installierte Leistung“ als gegeben anzusehen, da die Installation der WKA prinzipiell als zufällig angesehen werden kann. Der berechnete Korrelationskoeffizient $r = 0,53$ schließt einen Zusammenhang zwischen der installierten

Zusammenfassung Teil 1

Im vorstehenden Artikel wird der Frage nachgegangen, ob eine Beeinflussung der Windstärke durch die Installation von Windturbinen statistisch nachweisbar ist. Es wurden dazu alle Wettermeßstationen des Deutschen Wetterdienstes auf vorhandene Meßreihen zur Windstärke betrachtet. Letztlich wurden 230 Wetterstationen gefunden, die die Windgeschwindigkeit über mehrere Jahre aufgezeichnet haben. Von Interesse waren besonders die Zeitreihen, die Werte vor und nach 2000 enthielten. Das Jahr 2000 wurde gewählt, da zu dieser Zeit die verstärkte Errichtung von WKA zur Stromerzeugung begann.

Der Teil 1 des Artikels enthält die Ergebnisse der Entwicklung der

Windgeschwindigkeit, wenn Deutschland in größere Gebiete, hier in Hälften und Viertel, aufgeteilt wird und der Einfluss von Windparks (installierte Leistung) in diesen Gebieten statistisch untersucht wird. Es zeigt sich in den nord-östlichen Gebieten eine deutliche Abnahme der Windgeschwindigkeit ab dem Jahr 2000.

Im zweiten Teil des Artikels wird Deutschland in Streifen aufgeteilt und in den Streifen der Zusammenhang von Windentwicklung und installierter Leistung von Windparks untersucht.

Quellen

[1] Deutscher Wetterdienst

https://opendata.dwd.de/climate_environment/CDC/observations_germany/climate/daily/kl/historical/

[2] Liste der Windkraftanlagen in Deutschland

https://de.wikipedia.org/wiki/Liste_von_Windkraftanlagen_in_Deutschland

[3] Liste der Offshore Windparks

https://de.wikipedia.org/wiki/Liste_der_Offshore-Windparks

[4] Liste der Windkraftanlagen in Belgien

<https://resdm.com/wind-farms-in-bel>

[5] Liste der Windkraftanlagen der Niederlande

https://de.wikipedia.org/wiki/Liste_von_Windkraftanlagen_in_den_Niederlanden

Über den Autor

Lehre und Arbeit als Stahlbauschlosser. Abitur in der Abendschule; Studium der Fördertechnik an der TU Dresden; Assistent am Lehrstuhl Fördertechnik der TU; Promotion auf dem Gebiet der Schüttgutmechanik – Fließverhalten kohäsiver Schüttgüter in Bunkern; dann angestellt bei Fördertechnik Freital und Zusammenarbeit mit der TU Dresden auf dem Gebiet der pneumatischen Dichtstromförderung; Prüfstelle für Lastaufnahmemittel und Hebezeuge Berlin – da Statik und Stahlbau; Sachverständiger für Aufzüge beim TÜV Berlin-Brandenburg, später dann TÜV Rheinland.

Mit der Statistik kam er während der Bearbeitung der Dissertation in Berührung. Er hatte einen Haufen Versuche gemacht und hatte keine Ahnung wie man vernünftige Planung und Auswertung macht. Da ergab es sich, daß ich von der Existenz einer „Arbeitsgemeinschaft Mathematische Statistik“, zugehörig zur Mathematischen Gesellschaft der DDR, erfuhr und dort dann bis zur Auflösung nach der Wende Mitglied war. Die Leitung

hatte Prof. Rasch aus Rostock.