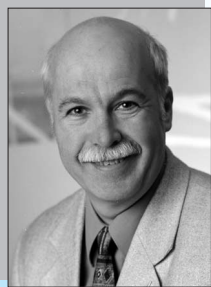


## Von den Konventionellen lernen?



Dipl.-Ing. Axel Ringhandt,

Anschrift des Autors:  
WindStrom Betriebs-  
und  
VerwaltungsGmbH,  
Am Torfstich 11,  
31234 Edemissen,  
Tel. 05176/9204-39,  
Fax: 05176 / 92 04-26,  
E-Mail: axel.ringhandt  
@windstrom.de



Dipl.-Ing. Alexander Schubert

Anschrift des Autors:  
REpower Systems AG,  
Rödemis Hallig,  
25813 Husum,  
Tel. 04841/662-8988,  
Fax: 04841/662-8903,  
E-Mail:  
a.schubert@repower.de

Zum Jahresende 2006 waren in der Bundesrepublik Deutschland rund 18.658 Windenergieanlagen (WEA) mit einer Gesamtleistung von etwa 20.621 MW an das Stromnetz angeschlossen. Im Jahr 2006 konnten insgesamt 5,7 Prozent des Strombedarfs durch diese Windkraftwerke gedeckt werden. Mit der zunehmenden Nutzung der Windenergie wachsen auch die Anforderungen an die Technik. Aus Sicht der Versorgungssicherheit wird heute gefordert, dass Windkraftwerke sich am Netz auch in Situationen von Netzengpässen oder Netzfehlern wie konventionelle Kraftwerke verhalten.

Ebenfalls aus Sicht der Instandhaltung (IH) wachsen die Ansprüche. Es scheint daher sinnvoll, Vorgaben und bewährte Prozesse aus der konventionellen Kraftwerksbranche (thermische, thermisch-nukleare und Wasserkraftwerke) auf ihre Übertragbarkeit auf die Windbranche zu prüfen. Die Übertragung wird nicht in allen Fällen möglich sein, da zum Teil große Unterschiede beim technischen und organisatorischen Betrieb bestehen, die aus Gründen der Wirtschaftlichkeit beachtet werden müssen. Die Unterschiede in der erreichten Zuverlässigkeit, in der Verfügbarkeit der Anlagen und vor allem auch bei den Instandhaltungskosten geben aber Anlass, grundsätzliche Parallelen und prinzipielle Unterschiede herauszuarbeiten. Hierbei sei angemerkt, dass die hier beschriebenen Sachverhalte nicht auf alle Hersteller und Betriebsführer zu übertragen sind. Aus diesem Text können und sollen auch keine rechtlichen Ansprüche für bestehende Verträge abgeleitet werden.

Windenergieanlagen erreichen in aller Regel eine Zeitverfügbarkeit von rund 98 Prozent. Das heißt, dass mit etwa einer Woche Nicht-Verfügbarkeit pro Jahr auf Grund von ungeplanten Instandsetzungen gerechnet werden muss. Hinter dieser hohen Verfügbarkeit steht allerdings ein nicht unerheblicher Instandhaltungsaufwand. Die durchschnittliche Ausfallrate je WEA in Deutschland liegt jedoch signifikant höher als im konventionellen Kraftwerksbetrieb, wo Ausfallraten bei statistischen 0,1 Vorkommnissen im Jahr zu erwarten sind. Beim Vergleich der energiespezifischen Instandhaltungs- und Betriebskosten (ct/kWh) von Windkraftwerken mit denen von konventionellen Kraftwerken (ohne Pri-

märenergie) fällt ein Unterschied von etwa dem Dreifachen ins Auge. Diese wesentlich höheren Kosten geben Anlass zu der Vermutung – und Hoffnung –, dass eine Untersuchung der beiden Branchen auf Übertragbarkeit von bekannten Techniken und Prozessen aus der konventionellen Kraftwerksbranche zu Kosteneinsparung in der Windbranche führen kann. Im Folgenden wird deshalb betrachtet, welche Unterschiede in der Instandhaltung von Windkraftwerken und konventionellen Kraftwerken bestehen. Dazu müssen die an der Instandhaltung beteiligten Parteien berücksichtigt werden und die Unterschiede bei der Anlagentechnik und bei den einzelnen Prozessen der Instandhaltung gegenübergestellt werden.

### Beteiligte an der Instandhaltung

Die in der Windbranche involvierten Firmen und Privatpersonen bilden – anders als in der konventionellen Energiewirtschaft – bis heute überwiegend noch eine recht heterogene Gemeinschaft.

- Eigentümer (Betreiber) von Windenergieanlagen oder kleinen Windparks sind in der Vergangenheit vielfach Privatpersonen gewesen. Daneben entstanden viele kleine bis mittelständische Unternehmen, die eigene Windparks betreiben oder auch die technische Betriebsführung für andere Betreiber übernommen haben.

- Die Anfang der 90er Jahre vorhandene Vielzahl der Hersteller auf dem deutschen Markt hat sich mittlerweile von damals über 40 auf zirka zehn Firmen konsolidiert, die Windenergieanlagen in Serien von teilweise einigen 100 bis 1.000 Exemplaren herstellen. Bislang übernehmen diese Hersteller häufig auch die Instandhaltung der Anlagen, insbesondere während der Gewährleistungsdauer und dem Bestehen von Vollwartungsverträgen.

- Die Versicherer sahen sich in der Vergangenheit immer wieder in der Situation, für Schäden an Windenergieanlagen über die Verträge der Maschinenbruch- und der Betriebsunterbrechungs-Versicherung aufkommen zu müssen. Hierbei ist die Abgrenzung zu Instandsetzungen, die ursächlich auf Verschleiß und mangelnde Instandhaltung zurückzuführen waren

und auch Folgeschäden verursachten, schwierig. Aus diesen Folgeschäden resultierten, auf Grund zum Teil unzureichender organisatorischer Verhältnisse, oft lange Stillstandszeiten. Aus diesem Grund nahmen die Versicherungen mit der Forderung nach genau definierten Zustandsüberwachungen Einfluss auf die Instandhaltungsprozesse.

- Windkraftprojekte werden von Banken bis zu 80 Prozent oder sogar höheren Anteilen finanziert. Nachdem einige Windkraftwerke nach längerer Zeit die erwarteten Erträge nicht erwirtschaften konnten und die Kalkulationen und Bewertungen durch die schwer planbaren und häufig zu optimistisch eingeschätzten Stromproduktionen mit einem größeren Risiko behaftet sind, bevorzugen die Banken heute solche Projekte, die für die WEA so genannte Vollwartungsverträge mit den Herstellern abschließen. Mit diesen Vollwartungsverträgen gewährt der Hersteller bestimmte Qualitätsmerkmale, zum Beispiel eine Zeitverfügbarkeit der Anlagen von 97 Prozent, und übernimmt damit in der Instandhaltung eine entsprechende Verantwortung.

Da in der Windenergie die Eigentumsverhältnisse und die geringe Größe der einzelnen „Kraftwerkeinheiten“ eine besondere Rolle spielen und sich auch auf die Zuständigkeiten in der Instandhaltung auswirken, soll im Folgenden ein Blick auf diese Verhältnisse geworfen werden.

### Eigentumsverhältnisse in der Windbranche

Auf Grund der historischen Entwicklung der Windenergienutzung ist ein sehr großer Anteil der WEA im Eigentum von Privatpersonen und vieler privater Betreibergemeinschaften, die meist nur an einem Ort eine WEA oder kleinere Windparks betreiben. Selbst mittelgroße Gesellschaften haben ihre Windkraftwerke in Form von kleinen Einheiten auf viele Standorte in (meist) Mittel- und Norddeutschland verteilt. Die Investitionsmöglichkeiten dieser Personengruppen sind nicht zuletzt durch die unterschiedlichen Möglichkeiten und Interessen der Einzelpersonen relativ klein und mit verhältnismäßig hohem Koordinationsaufwand verbunden.

Den Daten des „Wissenschaftlichen Mess- und Evaluierungsprogramms“ (WMEP) kann entnommen werden, dass sich der Anteil kommerzieller Eigentümer in den 90er Jahren langsam gegenüber den rein privaten Betreibern erhöht hat, dass aber auch in der zweiten Hälfte der 90er Jahre noch viele Anlagen von privater Hand errichtet wurden. Da sich die Auswahl der im „250 MW Wind“-Programm geförderten Anlagen nicht an den Eigentumsverhältnissen orientierte, kann die gezeigte Entwicklung als im Wesentlichen repräsentativ für die gesamte Entwicklung in Deutschland gelten.

Die Auswertung der Installationszahlen aller in Deutschland errichteten Windenergieanlagen zeigt indirekt das Investitionsvolumen je Windpark. Rein rechnerisch ergibt sich für den heutigen Bestand der Windkraftwerke eine mittlere installierte Leistung von rund 3 MW und damit überschlägig ein Investitionsvolumen von etwas mehr als 3 Mio. Euro. Allerdings sind die in den letzten drei Jahren installierten Windparks mit durchschnittlichen 5 bis 7 MW deutlich größer geworden. Mit zunehmendem Investitionsvolumen je Windpark wurden seit Mitte der 90er Jahre diese verstärkt über Investitionsfonds verkauft. Die Fondsanbieter geben die technische Betriebsführung ihrer Windparks gern in die Hände von professionellen Betriebsgesellschaften oder verkaufen die Fonds nach erfolgreicher Emission komplett. So konnten große Betriebsgesellschaften entstehen, die den technischen Betrieb und auch die Instandhaltung für eine größere Anzahl von Windparks aus einer Hand organisieren.

Über die durch große Betriebsgesellschaften geführten Windparks geben die folgenden vom Bundesverband Windenergie (BWE) genannten Zahlen Auskunft, die laut Aussagen des BWE allerdings nicht ganz vollständig sind. Die elf größten Betriebsgesellschaften betreuten demnach Mitte 2006 jeweils über hundert Megawatt installierter Leistung und zusammen über 2.300 MW. Die BWE-Statistik nennt noch weitere 35 Betriebsgesellschaften mit mehr als jeweils 20 MW installierter Leistung. Der Marktführer WPD in Bremen hat nach eigenen Angaben „in mehr als 110 Windparks mit rund 1.400 MW Leistung das kaufmännische und technische Management inne“ (Internetseite: www.wpd.de).

Die vorangegangenen Darstellungen zeigen, dass die technische Betriebsführung neuer Windparks heute weniger in den Händen von Privatpersonen und kleineren Betreiber-Gesellschaften liegt,

sondern zunehmend durch größere Windpark-Betriebsgesellschaften für ständig größer werdende Windparks organisiert wird. Diese Entwicklung eröffnet die Möglichkeit, dass bei der Instandhaltung von Windkraftwerken zunehmend auch bisher nicht berücksichtigte Techniken und Prozesse zur Anwendung kommen können. Die Betriebsführer einer relevanten Zahl von Einzelkraftwerken sind am ehesten in der Situation, die Instandhaltung nach eigenen Zielvorstellungen zu optimieren. Andererseits sind die Größenverhältnisse der zu betreuenden Einheiten in der Windenergiebranche um so viel kleiner als in anderen Technikbereichen, insbesondere denen der großen konventionellen und nuklearen Kraftwerke, dass hier nur von einer eingeschränkten Übertragbarkeit ausgegangen werden kann.

### Durchführung der Instandhaltung von Windkraftwerken

Die Betriebskosten für Windenergieanlagen (Instandhaltung und Eigenbedarf) betragen etwa 1,0 bis 1,2 ct/kWh. Dazu kommen Kosten für die technische Betriebsführung, die bei Windkraftwerken 0,15 bis 0,25 ct/kWh betragen. Demgegenüber stehen Gesamtbetriebskosten von 0,4 bis 0,6 ct/kWh für ein Gas- oder Kohlekraftwerk.

Die heute noch typische Organisation der Instandhaltung ist erstens geprägt durch die kleinteiligen Eigentumsverhältnisse der Windparks, durch die oftmals in Eigenregie durchgeführte Instandhaltung, die auf Grund meist fehlender Qualifikation der Betreiber nicht optimal erfolgte. Zweitens konn-

ten die an die Betreiber ausgelieferten Anlagen noch nicht eine so hohe technische Reife haben wie die im konventionellen Kraftwerksbereich, da erst auf die Erfahrung weniger Betriebsjahre zurückgegriffen werden konnte. Dadurch wurde ein nicht erwarteter, überdurchschnittlicher Instandhaltungsaufwand erforderlich. Eine Erprobung neuer Anlagentypen beim Hersteller wie bei Gebrauchsgegenständen, die die erwartete Lebensdauer der Anlagen im Zeitraffer absputzt, ist aber weder in der Windenergie noch bei konventionellen Kraftwerken noch bei anderen kommerziellen Anlagen oder Maschinen, die praktisch ununterbrochen im Einsatz sind, möglich.

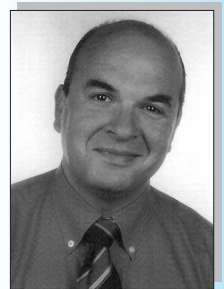
Darüber hinaus forderte der Markt in den letzten eineinhalb Jahrzehnten eine rasche Weiterentwicklung der Anlagen, vor allem hinsichtlich zunehmender Anlagengröße (Scale-up). In der Folge kam es zu einem schnellen Generationswechsel und es entstand eine große Modellvielfalt.

Tatsache ist bis heute, dass in der Windbranche die Hersteller einen signifikanten Teil der Instandhaltung übernehmen. Meistens bleiben organisatorische Aufgaben und die Instandhaltung der Windpark-Infrastruktur beim Betreiber. Seit längerer Zeit bieten die Hersteller – im Wesentlichen auf Druck der Marktnachfrage – Vollwartungsverträge an, mit denen sie auch eine Zeitverfügbarkeit von zum Beispiel 97 Prozent gewährleisten. Für viele Betreiber war dies bedeutsam, da sie mit relativ konstanten Kosten kalkulieren wollten, und da so der Hersteller selbst ein hohes Interesse am guten technischen Zustand der Anlage hat. Damit verfolgt – zumindest auf



Dipl.-Ing. Berthold Hahn

Anschrift des Autors:  
Iset e.V./8.2 Ingenieurbüro Hahn Kassel,  
Königstor 59,  
34119 Kassel,  
Tel. 0561/7294-329,  
Fax 0561/7294-260,  
E-Mail: bbahn@iset.uni-kassel.de



Dr. Walter Sucrow

Anschrift des Autors:  
E.on Energy Projects GmbH,  
Denisstraße 2,  
80335 München,  
Tel. 089/1254-1590,  
Fax 089/1254-1599,  
E-Mail: walter.sucrow@eon-energie.com

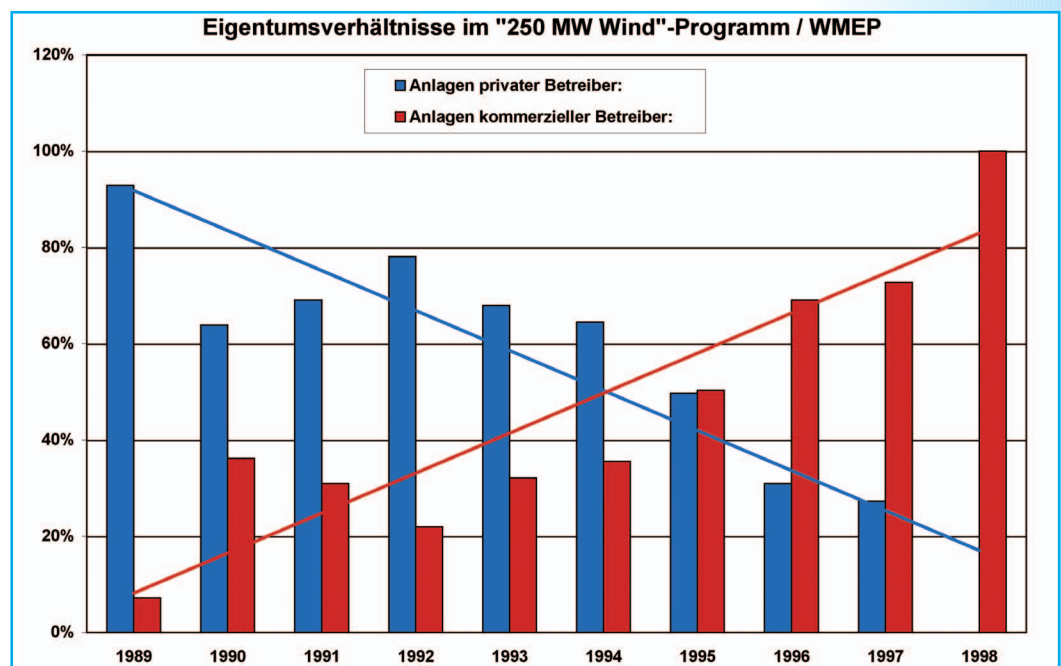


Abb. 1: Zunehmender Anteil kommerzieller Betreiber von Windenergieanlagen. [Datenquelle WMEP, Iset]



Dipl.-Geophys. Volker Schulz

Anschrift des Autors:  
Fördergesellschaft Windenergie e.V.  
Stresemannplatz 4,  
24103 Kiel,  
Tel. 0431/66877-64,  
Fax.: 0431/66877-65,  
E-Mail:  
vs@wind-fgw.de

den ersten Blick – der Hersteller die gleichen Interessen wie der Betreiber. Solange allerdings die Zeitverfügbarkeit das oberste Ziel der Optimierung bleibt und es zusätzlich zum Hersteller wenige konkurrierende Service-Anbieter auf dem Markt gibt, fehlt ein Anreiz für eine Optimierung über die garantierte Zeitverfügbarkeit hinaus, sodass nur eine eingeschränkte Optimierung der energetischen Verfügbarkeit erfolgen kann. Zumindest für große technische Betriebsführer ergibt sich hier ein separater Ansatz, die Instandhaltung über eine gute Zeitverfügbarkeit hinaus auch ganz gezielt hinsichtlich der Stromproduktion und vor allem hinsichtlich der Kosten zu optimieren.

### Eigentumsverhältnisse in der Kraftwerksbranche

Mit weit über einhundert Jahren Entwicklung und Wachstum im Hintergrund stellt sich die Instandhaltung der großen Kraftwerke natürlich sehr verschieden von der Instandhaltung von Windenergieanlagen dar. Wesentlich weniger Betreiber stehen einer ähnlichen Zahl von Herstellern wie in der Windbranche gegenüber und beide Seiten sind vollkommen professionell aufgestellt.

Die typischen Einheiten im Kraftwerksbereich sind von der installierten Leistung her um einen Faktor 10 bis 100 größer als in der Windenergie und der größte Kraftwerksbetreiber (E.ON Energie AG) hat einen von seiner installierten Leistung her rund 30mal so großen Kraftwerkspark wie der größte Windparkbetreiber. Für die Instandhaltung

haben alle Kraftwerksbetreiber qualifiziertes Personal eingestellt, wobei einige Berufsbilder sogar erst durch den Kraftwerksbetrieb geschaffen wurden. Allerdings sind den Kraftwerksbetreibern aus ihrer Geschichte heraus viele Erscheinungen in der Windbranche durchaus bekannt. Daher müsste es sinnvoll sein, organisatorische, betriebswirtschaftliche und technische Erfahrungen aus dem Kraftwerksbereich zu nutzen, um die Effektivität der Windbranche zu optimieren.

### Instandhaltung in der Kraftwerksbranche

Während Windenergieanlagen in Serien von mehreren hundert Exemplaren verkauft werden, sind Großkraftwerke untereinander zwar ähnlicher Bauart, im Detail aber jeweils Einzelanfertigungen. Daher bietet es sich für den Betreiber an, sich schon bei der Planung des Kraftwerks hinsichtlich einer optimierten Instandhaltung, zum Beispiel bezüglich der Zugänglichkeit zu inspizierender und gegebenenfalls auszutauschender Komponenten, mit dem Hersteller abzusprechen. Es handelt sich hier grundsätzlich um ein Projektgeschäft mit den damit verbundenen Vorgehensweisen.

Nach der eingehenden Planungsphase übernimmt der Hersteller im Allgemeinen als Generalunternehmer die Verantwortung für Bau, Inbetriebnahme und Probetrieb. Nach der Übergabe weist der Hersteller das Personal des Betreibers eingehend in die Instandhaltung der Anlage ein. Durch langjährige Erfahrungen und die entstandene Pro-

fessionalität der Beteiligten sind die diesbezüglichen Modalitäten schon in den Kaufverträgen detailliert festgehalten. Im eingefahrenen Betrieb wird die Instandhaltung weitestgehend durch das Personal des Betreibers durchgeführt. In besonderen Fällen, zum Beispiel den jährlichen Revisionen, wird das Personal des Betreibers durch Personal des Komponentenherstellers unterstützt. Diese Vorgehensweise hat sich bewährt, hat aber, im Vergleich zu Windenergieanlagen, weitreichende Folgen, die Planung, die Verträge, die Garantien und nicht zuletzt die Kosten betreffend.

### Fazit

Auf Grund der kleinen Einheiten, der heterogenen Besitzverhältnisse und der daraus resultierenden dezentralen Strukturen unterscheidet sich die Windbranche erheblich von der konventionellen Kraftwerksbranche. Auf diesen Eigenarten beruhende Unklarheiten in den Zuständigkeiten sind oft Grund für Doppelarbeiten, zum Beispiel bei Inspektionen und unabhängigen Begutachtungen einerseits und resultieren in fehlender Abstimmung bei den durchzuführenden Maßnahmen andererseits.

Ein Optimierungspotential kann der Aufbau von Strukturen sein, die sich zum Beispiel mit der Erarbeitung von Richtlinien befassen, in denen abgestimmte Vorgehensweisen empfohlen werden. Einen guten Ansatz stellen bereits gebildete Arbeitskreise bei den wichtigen Verbänden dar. Unter anderem hat ein Ausschuss bei der Fördergesellschaft Windenergie (FGW) eine Richtlinie zur Instandhaltung von Windkraftwerken erarbeitet (Technische Richtlinien für Windenergieanlagen, Teil 7, Instandhaltung von Windparks; Herausgeber: Fördergesellschaft Windenergie e. V.), um Unterstützung zu leisten, die in anderen Technikbranchen üblichen Vorgehensweisen auf die Windbranche zu übertragen und die Betreiber auf die heute üblichen Techniken und Prozesse hinzuweisen. Zum Aufbau von Strukturen gehören auch die grundsätzliche Klärung von Zuständigkeiten, die Vereinbarungen für die Dokumentation der Anlagen, der Komponenten und der Maßnahmen sowie die Festlegung von Informationsflüssen zwischen den Beteiligten an den verschiedenen Prozessen. Mit der zunehmenden Professionalisierung der Windbranche müssen solche Dinge zukünftig in detaillierter Form vertraglich festgehalten werden, wie es im konventionellen Energiebereich seit langem selbstverständlich ist. (Fortsetzung in ERNEUERBARE ENERGIEN 3/2007)

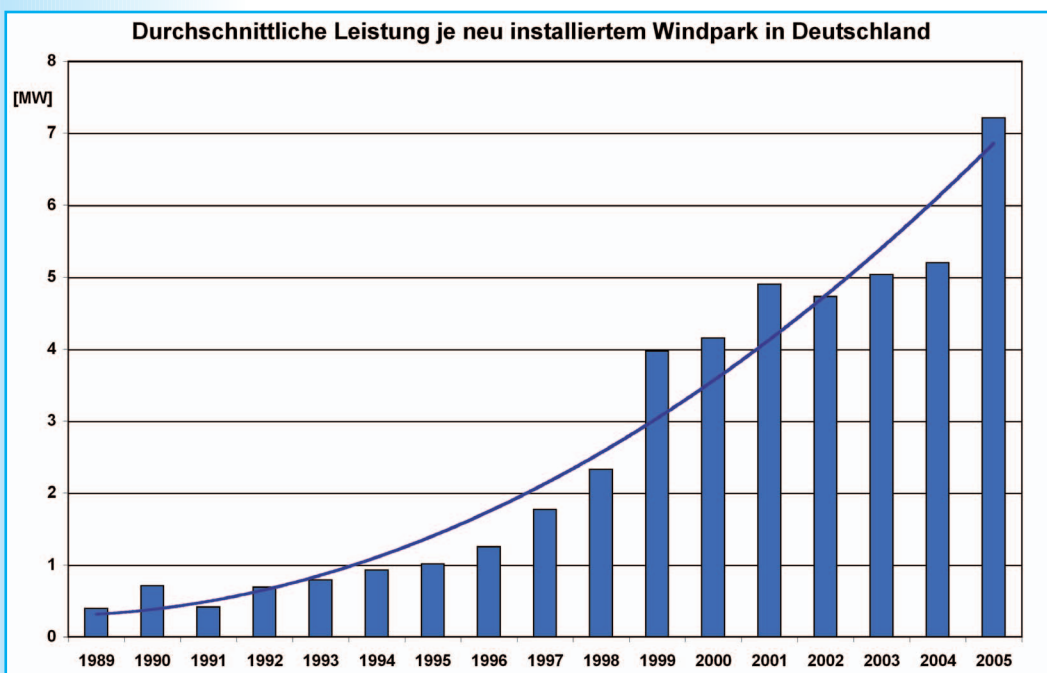


Abb. 2: Zunehmende installierte Leistung je Windpark und damit größer werdendes Investitionsvolumen je Windpark. [Datenquelle: Betreiberdatenbasis, Iwet]