



# Berichte über Landwirtschaft

Zeitschrift für Agrarpolitik und Landwirtschaft

BAND 93 | Ausgabe 3

Dezember 2015

AGRARWISSENSCHAFT  
FORSCHUNG  
—  
PRAXIS



# Der Einfluss von Windkraftanlagen auf landwirtschaftliche Bodenpreise

## 1 Einleitung und Hintergrund

Der Umfang der Windenergieerzeugung hat weltweit im vergangenen Jahrzehnt rasant zugenommen und ein Ende der Entwicklung ist nicht abzusehen. Auch in Deutschland hat sich die Zahl der installierten Windkraftanlagen im Zeitraum zwischen den Jahren 2000 und 2014 von 9.359 auf 25.373 mehr als verdoppelt (4). Die kumulierte installierte Leistung hat sich in diesem Zeitraum sogar von 6.095 auf 40.457 Megawatt versechsfacht (5). Einen maßgeblichen Investitionsanreiz stellte dabei die im Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) festgelegte Einspeisevergütung für Windstrom dar. Auch wenn die prospektierten Renditen für Windkraftanlagen aufgrund zu optimistischer Windertragsprognosen vielerorts nicht erreicht wurden, ist weiterhin von einer Ausdehnung von Windkraftanlagen auszugehen.

Anders als bei der Erzeugung erneuerbarer Energie aus Biogas sind Landwirte nur indirekt an der Windenergieproduktion beteiligt. Sie betreiben in der Regel die Windkraftanlagen nicht selbst, sondern stellen die dafür benötigten Flächen zur Verfügung. Da der Flächenanspruch einer Windkraftanlage, etwa im Vergleich zur Biogasproduktion, gering ist, überrascht es nicht, dass Landeigentümern Nutzungsentgelte geboten werden, die die üblichen Pachtpreise für landwirtschaftliche Flächen um ein Vielfaches übersteigen. Folgende Überschlagsrechnung vermittelt eine Größenordnung dieser Nutzungsentgelte: Typischerweise werden Grundstückseigentümer am Erlös der Windkraftanlage beteiligt, wobei die Umsatzpacht zwischen fünf und zehn Prozent der Erlöse aus der Stromproduktion beträgt. Setzt man für eine Anlage mit 2,3 Megawatt eine Auslastung von 2.200 Volllaststunden im Jahr an, ergeben sich bei einer Einspeisevergütung von 8,66 Cent pro Kilowattstunde jährliche Erlöse in Höhe von 438.196 Euro. Bei einer Beteiligung von acht Prozent erhält der Grundeigentümer somit 35.055 Euro Pachtzahlungen. Bezieht man diese Summe auf einen Flächenbedarf von 3,9 Hektar, der sich aus der Standfläche mit Zufahrtswegen (200 bis 400 m<sup>2</sup>), Abstandsflächen (2,5 ha) und Ausgleichsflächen (1,4 ha) zusammensetzt, ergibt sich in diesem Beispiel eine jährliche Pachtzahlung in Höhe von etwa 9.000 Euro pro Hektar. Die Größenordnung dieser Zahlungen erschließt sich, wenn man sich die durchschnittlichen Pachtzahlungen für landwirtschaftliche Flächen vor Augen führt, die sich in Deutschland auf 250 Euro pro Hektar belaufen. Vor diesem Hintergrund stellt sich die Frage, wie sich die hohen Pachtpreiszahlungen für Windkraftflächen auf den lokalen oder regionalen landwirtschaftlichen Bodenmarkt auswirken. Im Extremfall wäre denkbar, dass die hohen Pachtpreise allein für die Flächen von Bedeutung sind, die unmittelbar für die Errichtung der Windkraftanlage benötigt werden. In dieser Sichtweise wären Flächen für die landwirtschaftliche Nutzung und Flächen für die Windenergieproduktion zwei unterschiedliche Faktoren, für die auf getrennten Märkten unterschiedliche Preise zustande kommen. Preiseffekte für Landwirtschaftsflächen ergäben sich in diesem Fall allein durch die Verknappung der Fläche infolge der Nutzungsumwidmung, vergleichbar mit Flächenentzug durch staatliche Infrastrukturmaßnahmen (zum Beispiel Straßenbau). Es kann allerdings vermutet werden, dass durch den Bau von Windkraftanlagen weitere Effekte ausgelöst werden, die das Preisniveau auf lokalen landwirtschaftlichen Bodenmärkten beeinflussen. So müssen nach dem Bundesnaturschutzgesetz Ausgleichsflächen für den Bau von Windkraftanlagen geschaffen werden. Die genauen gesetzlichen Regelungen unterscheiden sich zwar zwischen den Ländern, doch kann man für einen üblichen Anlagentypus von etwa einem Hektar Ausgleichsfläche pro installierter Anlage ausgehen. HENNING et al. (12) errechnen für Schleswig-Holstein eine Ausgleichsfläche von rund 5.000 Hektar infolge der Ausweisung neuer Windeignungsflächen durch eine Fortschreibung von Regionalplänen 2012. Mit Hilfe regionalisierter linearer Programmierungsmodelle bestimmen die Autoren den Anstieg des Bodenpreises, der sich aus der resultierenden Verknappung der landwirtschaftlichen Nutzfläche ergibt. Dieser ist im Landesdurchschnitt zwar gering, kann für einzelne Standorte und Bodentypen aber bis zu neun Prozent betragen.

Neben den aktuell beanspruchten (Ausgleichs-)Flächen spielen Erwartungen über künftige, weitergehende Umnutzungen landwirtschaftlicher Flächen eine Rolle für die Höhe der Bodenpreise. In diesem Zusammenhang ist die Ausweisung von Windeignungsflächen durch die Regionalplanung der Bundesländer von Bedeutung. Es ist davon auszugehen, dass durch die Möglichkeit einer Realisierung weiterer oder die Erweiterung bestehender Windkraftanlagen Optionswerte entstehen, die bereits gegenwärtig in die Werte landwirtschaftlicher Flächen eingepreist werden. Aufgrund der extremen

Pachtzahlungen für Windkraftanlagen könnten diese Optionswerte trotz des vergleichsweise geringen Flächenverbrauchs erheblich sein und auf weitere Flächen als die aktuell bebauten ausstrahlen. Ein solcher Effekt ist nicht grundsätzlich neu; er tritt regelmäßig auf, wenn landwirtschaftlich genutzte Flächen im Zuge der Bauleitplanung als Bauerwartungsland ausgewiesen werden wie LIVANIS et al. (17) oder FÜHRER (8) zeigen. Weiterhin besteht über die angesprochenen Effekte hinaus die Möglichkeit einer eher ungerichteten Diffusion des hohen Preisniveaus am Standort von Windkraftanlagen in das benachbarte Umland. Tatsächlich gibt es empirische Belege dafür, dass Landpreise räumlich korreliert sind, selbst dann, wenn man andere preisbestimmende Faktoren berücksichtigt (zum Beispiel HUANG et al. (13) oder MADDISON (18)). Dieser räumliche Zusammenhang lässt sich unter anderem dadurch erklären, dass zur Wertbestimmung eines Grundstücks Preise benachbarter Flächen als Vergleichsmaßstab herangezogen werden.

Mit Hilfe der vorangegangenen Argumentation lässt sich die Hypothese begründen, dass die Preise landwirtschaftlicher Flächen durch das Vorhandensein benachbarter Windkraftanlagen in die Höhe getrieben werden. In welchem Ausmaß sich Windkraftanlagen tatsächlich preiserhöhend auf den landwirtschaftlichen Bodenmarkt auswirken und wie ausgeprägt solche Effekte in Abhängigkeit von der Entfernung zu diesen Anlagen sind, kann nur durch empirische Untersuchungen beantwortet werden. Ziel dieser Arbeit ist es, einen Beitrag zur Messung dieses vermuteten Preiszusammenhangs zu leisten. Konkret werden am Beispiel des Bundeslandes Brandenburg die Standorte im Betrieb befindlicher Windkraftanlagen herangezogen, um – neben anderen Faktoren – die Höhe der Kaufpreise landwirtschaftlicher Flächen zu erklären. Zwar handelt es sich bei den direkt für Windenergieerzeugung genutzten Flächen fast ausschließlich um Pachtflächen, angesichts des engen Zusammenhangs zwischen Pacht- und Kaufmarkt und der durch Windenergienutzung entstehenden Verknappung des Gesamtflächenangebotes erwarten wir jedoch, dass sich etwaige Effekte auch auf den Kaufpreis niederschlagen.

Die Analyse ist vor dem Hintergrund stark gestiegener Bodenpreise – insbesondere in den neuen Bundesländern – aktuell und relevant. Als Erklärungsgrößen für die Höhe der Bodenpreise wurden in vorangegangenen Studien neben der Ertragsfähigkeit der Böden, die Größe der Flächen sowie die Entfernung zu urbanen Zentren berücksichtigt (PLANTINGA und MILLER (21)). HENNIG et al. (11) und FEICHTINGER und SALHOFER (6) beispielsweise widmen dem Einfluss von Prämienzahlungen besondere Aufmerksamkeit. Vergleichbar zu unserer Zielsetzung untersuchen zum Beispiel LATA CZ-LOHMANN et al. (16) oder HABERMANN und BREUSTEDT (10) den Einfluss der Biogaserzeugung auf die landwirtschaftlichen Pachtpreise in Deutschland. Die letztgenannten Autoren zeigen, dass eine Ausweitung des Anbauanteils von Energiepflanzen zur Biogaserzeugung die Preise der 2005 und 2006 neu abgeschlossenen Pachtverträge für Acker- und Grünland in Westdeutschland signifikant erhöht. Ob ein ähnlicher Effekt auch für Windenergie existiert, ist angesichts des zuvor angesprochenen Unterschieds in den Flächenansprüchen allerdings unklar. Über die genannten Bestimmungsgründe hinaus werden der Einfluss der Bodenverwertungs- und -verwaltungs GmbH (BVVG) auf die Bodenpreise sowie die Rolle von Spekulanten und außerlandwirtschaftlicher Investoren auf dem Bodenmarkt diskutiert (7). In einer aktuellen Untersuchung zeigen TIETZ und FORSTNER (23), dass die hohen Bodenpreise weitgehend durch fundamentale Faktoren erklärbar sind und keine Anzeichen spekulativer Blasen aufweisen. HÜTTEL et al. (14) weisen nach, dass die Gebote von Nichtlandwirten bei Flächenausschreibungen der Landgesellschaft Sachsen-Anhalt signifikant höher sind als die von landwirtschaftlichen Bietern. HÜTTEL und WILDERMANN (15) finden Preisaufschläge für Boden, wenn dieser von der BVVG veräußert wurde und führen dies auf das Ausschreibungsverfahren und die damit verbundene Erhöhung der Preistransparenz zurück.

Die beobachtete Preisdynamik und die in einigen Regionen festzustellende Konzentration von Bodeneigentum haben verschiedentlich zu der Forderung nach regulativen Eingriffen in den landwirtschaftlichen Bodenmarkt geführt. So erklärt die Bund-Länder-Arbeitsgruppe "Bodenmarktpolitik" (2) die Begrenzung des Anstiegs landwirtschaftlicher Pacht- und Kaufpreise zu einem Ziel der künftigen Bodenmarktpolitik und schlägt entsprechende Maßnahmen vor, etwa die Einführung einer eigenständigen Preismissbrauchsregel im Grundstücksverkehrsgesetz. Aus ökonomischer Perspektive sind regulierende Eingriffe in den Bodenmarkt generell gerechtfertigt, wenn Marktversagen vorliegt. Dies könnte der Fall sein, wenn durch hohe Eigentumskonzentration marktbeherrschende Positionen auf regionalen Bodenmärkten erlangt werden können. Ein Preisanstieg, der allein auf eine Erhöhung der erzielten oder erwartbaren Grundrente durch die Flächenbewirtschaftung zurückzuführen ist, wäre dagegen kein hinreichender Grund für staatliche Eingriffe in den Bodenmarkt. Der vorliegende Beitrag trägt durch die Untersuchung einer möglichen ökonomischen Determinante des Bodenpreises – der Windenergieproduktion – daher dazu bei, die Argumente für oder gegen eine Regulierung des Bodenmarktes zu bewerten. Darüber hinaus sind die Ergebnisse auch für die ökonomische Bewertung der Subventionierung von Windenergieerzeugung durch das EEG relevant.

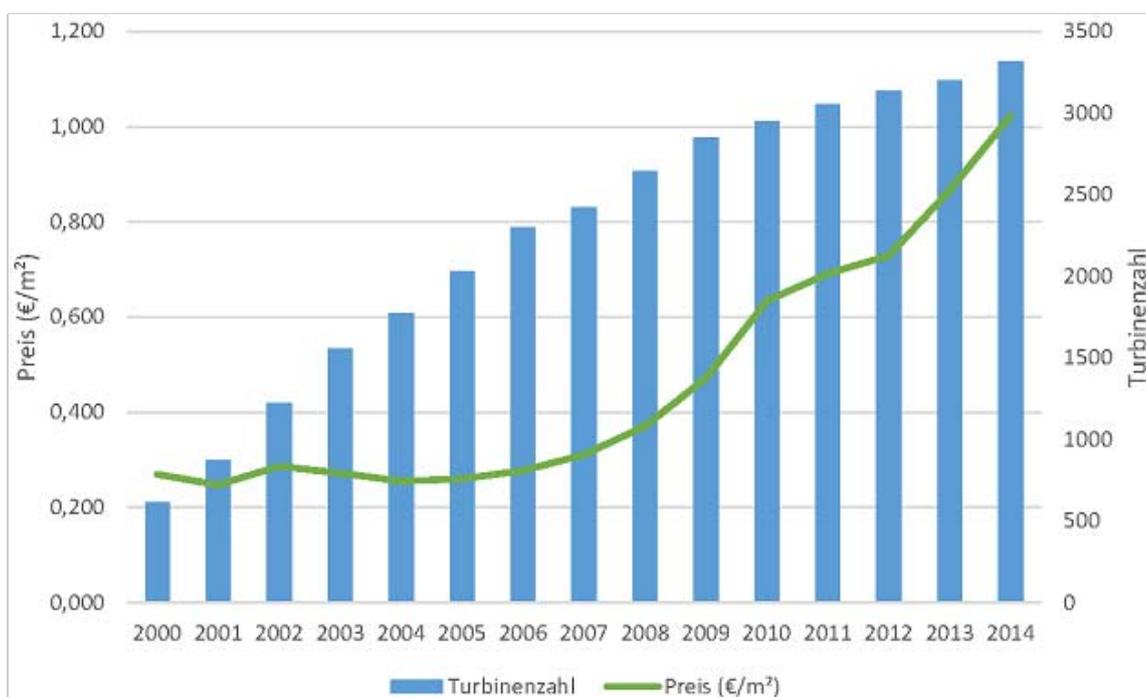
Im Folgenden werden die Entwicklung der Windenergieproduktion in der Untersuchungsregion Brandenburg sowie die Datengrundlage für die empirische Analyse dargestellt (Kapitel 2). Danach wird das ökonometrische Vorgehen erläutert und die Ergebnisse der Modellrechnungen diskutiert (Kapitel 3). Abschließend werden in Kapitel 4 Schlussfolgerungen für die Energie- und Bodenmarktpolitik gezogen.

## 2 Untersuchungsregion und Datengrundlage

### 2.1 Untersuchungsregion Brandenburg

In dieser Studie konzentrieren wir uns auf das Bundesland Brandenburg, das sich mit 3.319 Windenergieanlagen und insgesamt 5.456 Megawatt installierter Leistung (Stand: 31. Dezember 2014) zum zweitwichtigsten Windenergiestandort Deutschlands hinter Niedersachsen entwickelt hat (5). Während sich die Windkraftanlagen zur Jahrtausendwende noch auf 617 Anlagen mit einer installierten Gesamtleistung von 442 Megawatt beliefen, hat sich deren Anzahl bis zum Jahr 2014 auf 3.319 mehr als verfünffacht (Abbildung 1). Die installierte Leistung hat sich im gleichen Zeitraum sogar verzehnfacht, auf 5.456 Megawatt (4). Dabei fand der intensivste Zubau im Zeitraum zwischen den Jahren 2001 und 2006 statt, also im Anschluss an den Beschluss des EEG vom 29. März 2000. Insbesondere in den Jahren 2002 und 2003 wurde mit 355 und 339 Neuanlagen stark zugebaut. Zudem hat sich durch verbesserte Anlagentypen und *Repowering* (das Ersetzen alter Anlagen durch neuere) die durchschnittliche Leistung der neu installierten Windenergieanlagen von 0,9 Megawatt pro Anlage im Jahr 2000 auf 2,4 Megawatt pro Anlage im Jahr 2014 erhöht, somit auch die durchschnittliche Leistung aller Anlagen von 0,7 auf 1,6 Megawatt<sup>1</sup>.

Nach der Energiestrategie 2030 des Landes Brandenburg soll bis zum Jahr 2030 der Anteil erneuerbarer Energien am Primärenergieverbrauch von 17,7 Prozent (2011) auf 32 Prozent (mindestens 170 Petajoule) erhöht werden, wovon wiederum fast die Hälfte (82 Petajoule) aus Windkraft gewonnen werden soll (19). Die installierte Leistung soll bis zum Jahr 2030 auf 10.500 Megawatt erhöht und somit fast verdoppelt werden. Dafür sieht die Energiestrategie 2030 des Landes Brandenburg vor, zwei Prozent der Landesfläche als Windeignungsgebiete auszuweisen. Dies deckt sich mit Studien des Umweltbundesamtes und des Bundesverbands WindEnergie, die deutschlandweit für jedes Bundesland etwa zwei Prozent der Landesfläche als geeignet für die Nutzung von Windenergie erachten (24; 3). Dieses Gesamtflächenpotenzial von zwei Prozent ist durch die heute bereits installierten Windkraftanlagen noch nicht einmal zur Hälfte ausgeschöpft (rund 42 Prozent). Folglich könnte sich der Flächenbedarf der Windenergie in Brandenburg bis zum Jahr 2030 sogar noch verdoppeln und somit weiteren Einfluss auf den Bodenmarkt nehmen.



**Abbildung 1:** Entwicklung von Bodenpreisen landwirtschaftlicher Flächen und Turbinenzahl in Brandenburg.

**Quelle:** Amt für Statistik Berlin-Brandenburg, Agentur für Erneuerbare Energien.

Betrachtet man die Entwicklung der Bodenpreise in Brandenburg in den vergangenen Jahren, so fällt auf, dass die Preise laut Amt für Statistik Berlin-Brandenburg (1) bis zum Jahr 2006 relativ konstant um 0,27 Euro pro Hektar landwirtschaftlicher Nutzfläche bleiben, dann jedoch immer schneller steigen, um sich ab dem Jahr 2010 auf hohem Niveau bei 0,68 Euro pro Hektar zu stabilisieren. Neben den in der Einleitung genannten potenziellen Faktoren wie Prämienzahlungen, Biogaserzeugung, außerlandwirtschaftliche Investitionen/Spekulation liegt auch ein kausaler

Zusammenhang mit der Entwicklung der Windenergienutzung in Brandenburg nahe, die in Abbildung 1 anhand der Turbinenanzahl dargestellt ist. Falls die Windenergiegewinnung einen Einfluss auf den allgemeinen Trend der Durchschnittsbodenpreise in Brandenburg hat, so muss dieser Effekt von den wenigen Flächen ausstrahlen, auf die sich die Windenergiegewinnung tatsächlich konzentriert und die bei ihrer Umwidmung zur Windenergienutzung in der Regel einen enormen Preisanstieg verzeichnen.

## **2.2 Das Genehmigungsverfahren für Windkraftanlagen und die Ausweisung von Windvorranggebieten durch die Regionalplanung**

Nicht jede Fläche kann für die Windenergienutzung umgewidmet werden – dies verdeutlichen bereits die zwei Prozent an Landesfläche, die nach dem Ausschlussverfahren aller gesetzlichen Vorschriften insgesamt überhaupt potenziell für die Windenergienutzung zur Verfügung stehen.

Im Allgemeinen entscheidet ein Genehmigungsverfahren nach den rechtlichen Bestimmungen des Bundesimmissionschutzgesetzes (BImSchG), ob die in einem Projektantrag genannten Flächen zur Windenergiegewinnung genutzt werden dürfen. Da somit alle Bestimmungen juristisch klar definiert sind, können Projektierer und Planungsbüros zumeist abschätzen, für welche Flächen eine Aussicht auf Genehmigung besteht. Auf diesen Flächen könnte demnach eine Umwidmung erwartet werden und ein Preisanstieg noch vor Pachtanfrage einer Betreiberfirma einsetzen. Dennoch bleibt ein Genehmigungsverfahren langwierig und mit dem Restrisiko behaftet, dass betroffene Anrainer die Genehmigung mit Einsprüchen verzögern.

Um die Genehmigungsprozedur zu vereinfachen und raumplanerischen Einfluss auf die Region zu nehmen, wurden mit der Novellierung des bundesweiten Raumordnungsgesetzes (ROG) im Jahr 1998 auf regionaler Ebene Raumordnungsgebiete eingeführt. Innerhalb dieser werden in Regionalplänen sogenannte Windvorranggebiete ausgewiesen, auf die sich die Gewinnung von Windenergie konzentrieren soll. Diese haben somit für die Genehmigung von Windkraftanlagen oberste Priorität. Innerhalb der ausgewiesenen Gebiete steht einer Genehmigung prinzipiell nichts im Wege, außerhalb ist eine Genehmigung jedoch so gut wie ausgeschlossen (Ausschlusswirkung der Regionalpläne). In Brandenburg gibt es fünf solcher Planungsgemeinschaften: Havelland-Fläming (HFL), Prignitz-Oberhavel (POH), Uckermark-Barnim (UMB), Oderland-Spree (OLS) und Lausitz-Spreewald (LSW).

Regionalpläne und Windeignungsgebiete werden in langwierigen und kontroversen Diskussionsprozessen häufig geändert und sind für Windparkprojektierer wie Landwirte von höchstem Interesse. Da Regionalplanung und gemeindliche Bauleitplanung nicht selten im (Interessen-)Konflikt stehen, verzögert sich die Aufstellung eines Regionalplanes, an der die Gemeinden über den sogenannten Planungsausschuss beteiligt sind, mitunter erheblich. So sind seit den Aufstellungsbeschlüssen aller fünf Regionen (HFL: 2004, POH: 2007, UMB: 2007, OLS: 2008, LSW: 2009) bis heute keine neuen, rechtskräftigen Regionalpläne verabschiedet worden. Nur drei der fünf Regionen haben überhaupt Windeignungsgebiete rechtskräftig festlegen können (POH: 2003, UMB: 2004 und OLS: 2004), in den beiden anderen Gebieten wurden die Pläne teilweise vom Oberverwaltungsgericht wieder aufgehoben (HFL: 2002/2010, LSW: 2007) ▶<sup>2</sup>.

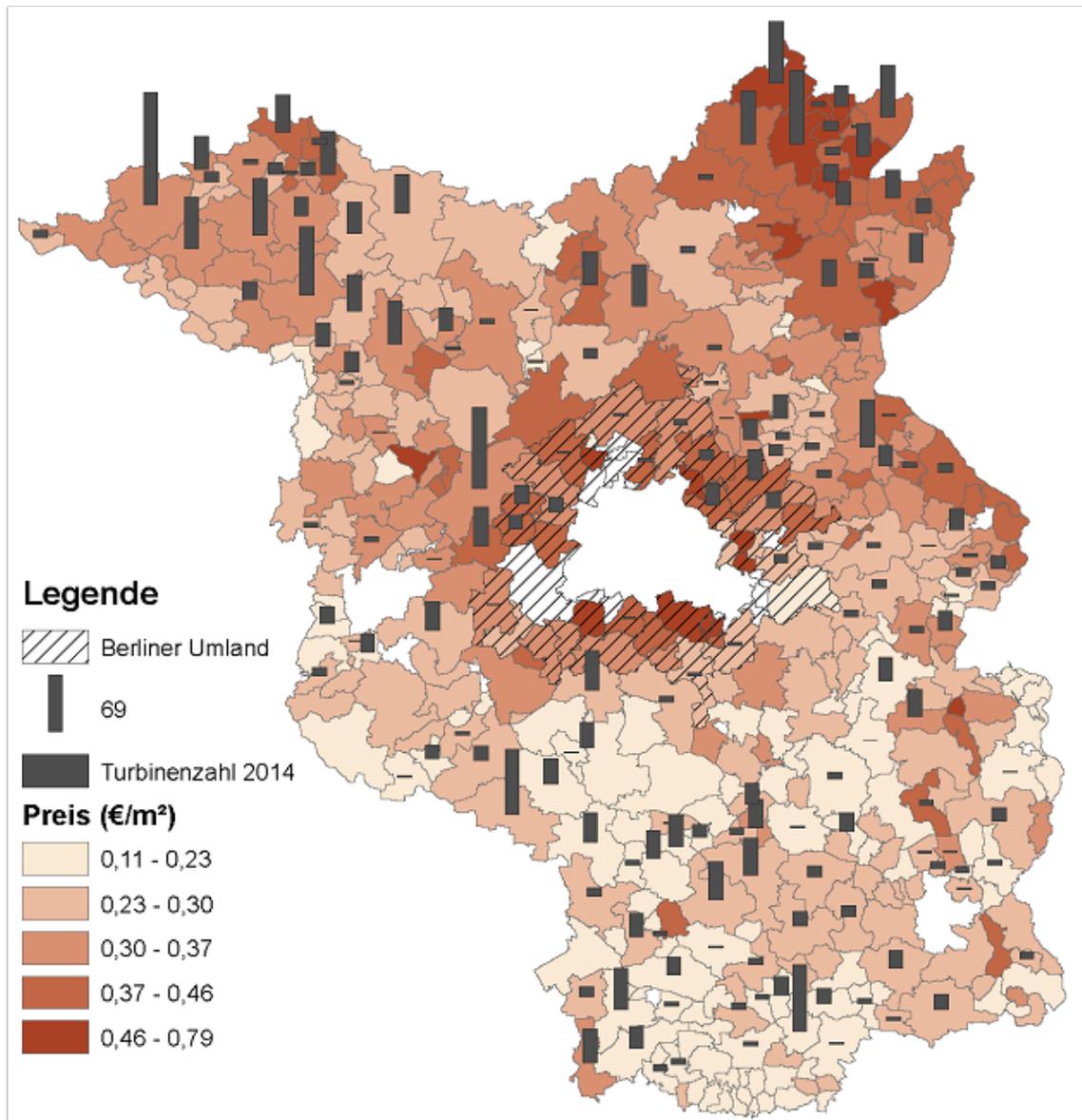
## **2.3 Daten**

Die empirische Analyse basiert auf individuellen Kaufverträgen aus den Kaufpreissammlungen der Jahre 2000 bis 2010 des Oberen Gutachterschusses Brandenburg. Als Basis dienen 15.473 Beobachtungen für Käufe von Ackerland in den 14 Kreisen Brandenburgs (ohne kreisfreie Städte), die bereits im Vorfeld um ungewöhnliche Fälle, Zwangsversteigerungen und Entschädigungszahlungen bereinigt wurden. Für jede Beobachtung sind Angaben über den Preis, die Größe des verkauften Stückes, die Bodenqualität (Ackerzahl) und die Gemeinde, in der es sich befindet, vorhanden. Genauere Angaben zur exakten Lage der Stücke stehen aus Datenschutzgründen nicht zur Verfügung. Um Fehler in den Daten wie falsche Eingaben oder Extremfälle durch sehr kleine oder sehr große Stücke zu beseitigen, die unsere Analyse verzerren könnten, führen wir eine Ausreißer-Korrektur durch: Die Werte unter dem 1. Perzentil und über dem 99. Perzentil des Hektarpreises, der Ackerzahl und der Flächengröße werden entfernt, sodass uns letztendlich 14.456 Beobachtungen zur Verfügung stehen.

Als Informationsgrundlage für die Windkraftanlagen dient die Datenbank "Windpower", die eine Auflistung aller errichteten Windparks für Brandenburg beinhaltet ▶<sup>3</sup>. Sie enthält die Anzahl der gebauten Turbinen, deren Kapazität, das Jahr der Inbetriebnahme sowie die Ortskoordinaten des Parks (Stand: Juli 2014). Durch die Kenntnis der genauen Lage lassen sich die Windparks den einzelnen Gemeinden zuordnen, sodass der aktuelle Stand für jedes Jahr in jeder Gemeinde verfügbar ist. Von den 14.456 Beobachtungen der Kauffälle befinden sich 8.981 in Gemeinden mit bereits existierenden oder im Bau befindlichen, das heißt spätestens vier Jahre später in Betrieb genommenen, Windparks (62 Prozent).

Abbildung 2 zeigt die räumliche Verteilung der Windkraftanlagen in Brandenburg. Es sind deutliche Unterschiede zwischen den Regionen sichtbar, so weisen Gemeinden im Nordwesten (Prignitz) und Nordosten (Uckermark) eine viel höhere Turbinenzahl auf als Gemeinden im Süden Brandenburgs. Die Abbildung zeigt zudem die durchschnittlichen

Quadratmeterpreise für jede Gemeinde im Zeitraum der Jahre 2000 bis 2010. Auf den ersten Blick lässt sich ein höherer Preis in Gemeinden mit Windkraft erkennen. Allerdings sind diese Durchschnittspreise nicht um andere Variablen bereinigt. Insbesondere die Ackerzahl der verkauften Stücke spielt hier eine entscheidende Rolle, die beispielsweise in der Uckermark generell deutlich höher liegt als in anderen Regionen.



**Abbildung 2:** Durchschnittliche Ackerpreise der Jahre 2000 bis 2010 und Anzahl der Windkraftanlagen im Jahr 2014 nach Gemeinden in Brandenburg

### 3 Empirische Analyse für Brandenburg

#### 3.1 Das Regressionsmodell

Der Effekt der Windenergie auf Bodenpreise wird im Folgenden mittels einer hedonischen Preisfunktion analysiert. In Regressionsmodellen lässt sich der Effekt nur dann unverzerrt quantifizieren, wenn relevante Einflussgrößen wie Bonität und Losgröße berücksichtigt werden. Wir konzentrieren uns auf die Analyse der Ackerpreise ( $P$ ) und die wesentlichen Preisdeterminanten Fläche des verkauften Loses  $A_i$ , gemessen in Hektar, und die Ackerzahl  $Q_i$  als Maß für die Bodenqualität. Der mittlere Quadratmeterpreis für Acker liegt zwischen 0,07 Euro und 0,81 Euro mit einem Mittelwert von 0,29 Euro. Die verkauften Lose sind im Schnitt vier Hektar groß mit einer Ackerzahl von 32 Punkten (Tabelle 1a). Index  $i$  gibt die jeweilige Transaktion an, mit  $i = 1, \dots, N$ .

**Tabelle 1a: Deskriptive Statistik Bodenpreisdeterminanten der Jahre 2000 bis 2010 (N = 14.456)**

	Mittelwert	Std	Min	Max
Preis $P_i$ (€/m <sup>2</sup> )	0,29	0,14	0,07	0,81
Fläche $A_i$ (ha)	4,08	5,48	0,01	39,16
Ackerzahl $Q_i$ (Index [7; 104])	32,42	9,27	15	62
Regionaler Vorjahrespreis Landkreis $p_i^{LK, \text{Vorjahr}}$	0,28	0,06	0,17	0,52
Berliner Umland $D_i^B$ (Dummy)	0,07	0,26	0	1

Da die Standorte der verkauften Lose im verfügbaren Datensatz nur auf Gemeindeebene angegeben sind, ist eine detaillierte räumliche Analyse nicht möglich. Des Weiteren erfassen wir approximativ mögliche Effekte des räumlichen Zusammenhangs der Bodenpreise mittels Dummy-Variablen je Landkreis ( $D_i^{LK}$ ), um unberücksichtigte regionale preisbeeinflussende Faktoren wie Niederschlagsverteilung oder lokale Nachbarschaftsverhältnisse einzubeziehen. Zudem gibt es empirische Belege dafür, dass bei der Preisfindung bei Landtransaktionen Preise ähnlicher Lose der Nachbarschaft als Vergleichsmaßstab herangezogen werden; deshalb wird im Modell zusätzlich der regionale (Landkreis), durchschnittlich erzielte Preis des Vorjahres berücksichtigt ( $p_i^{LK, \text{Vorjahr}}$ ). Mögliche Preiseffekte für Lose im Berliner Umland werden separat mittels einer Dummy-Variablen erfasst ( $D_i^B$ ); es werden höhere Preise für Lose im "Speckgürtel" Berlins erwartet, beispielsweise durch Bauerwartungsland im Verlauf der fortschreitenden Urbanisierung. Des Weiteren verwenden wir jährliche Dummy-Variablen ( $D_{it}^{\text{Jahr}}$ ), die eine zeitliche Entwicklung der Kaufpreise im Vergleich zum Referenzjahr 2000 darstellen, die nicht durch eine Veränderung in den Preisdeterminanten zu erklären ist.

Um den exakten Einfluss einer Windkraftanlage, deren Planung oder potenzieller Errichtung auf den lokalen Bodenmarkt zu untersuchen, müsste idealerweise die genaue Lage der verkauften Lose und deren Entfernung zu Windkraftanlagen vorliegen. Hierbei wäre insbesondere der Preiseffekt einer Umwidmung von Ackerland innerhalb von Windvorranggebieten interessant. Diese Betrachtung ist aber aus zwei Gründen nicht möglich: Zum einen ist uns die genaue Lage der verkauften Lose aus Datenschutzgründen nicht bekannt, wir kennen nur die Gemeinde, in der die Transaktion stattgefunden hat. Zum anderen wäre auch mit detaillierteren Daten nicht nachzuvollziehen, wann ein solcher Umwidmungseffekt auftritt, da die Regionalpläne lange vor ihrem Inkrafttreten diskutiert und überarbeitet werden und teilweise bis heute nicht rechtskräftig sind (Abschnitt 2). Stattdessen untersuchen wir die Rolle der Windenergie mittels drei Variablen; hierbei unterscheiden wir drei mögliche Preiseffekte: durch vorhandene Windkraftanlagen, deren geplante Errichtung oder durch die Möglichkeit, dass zukünftig Anlagen errichtet werden.

### **Bestand**

Es ist zu erwarten, dass die aktuelle Zahl an Windkraftanlagen in der Gemeinde einen Einfluss auf den Kaufpreis hat. Sie ist ein Maß für die generelle Tauglichkeit der Gemeinde für Windkraftherzeugung, zum Beispiel hinsichtlich der Topografie und der Windverhältnisse. Auch eine Erweiterung bestehender Windparks ist potentiell möglich. Zudem können Erfahrungen mit Windkraftprojekten in der direkten Nachbarschaft eine Rolle spielen.

Diesen Effekt messen wir durch die Variable Turbinenzahl, die die Anzahl der bis zum Beobachtungszeitpunkt in der Gemeinde errichteten Windkraftanlagen beschreibt, normiert auf eine Gemeinde durchschnittlicher Größe<sup>4</sup>. Die tatsächliche Turbinenzahl pro Gemeinde liegt zwischen 0 und 132 (Karstädt/Prignitz) mit Mittelwert 12,46. Größere Gemeinden haben grundsätzlich mehr Platz für Turbinen; deshalb werden im Folgenden die Bestandszahlen mit der Gemeindefläche normiert und daraus resultieren Werte zwischen 0 und 87,48 Turbinen mit Mittelwert 6,55 (Tabelle 1b).

### **Zubau**

Ein zweiter Effekt könnte durch die direkte Konkurrenz auf dem Bodenmarkt auftreten. In der Planungsphase einer Windkraftanlage, also einige Jahre vor der Inbetriebnahme, bemühen sich die Windunternehmen aktiv um Flächen für ihre Anlagen, Zufahrtswege, sowie Abstands- und Ausgleichsflächen. Damit erhöhen sie die Nachfrage auf dem Bodenmarkt und treten in direkten Wettbewerb mit Landwirten. Weitere mögliche Überwälzungseffekte können zudem auftreten aufgrund der Erwartung, dass sich das Gesamtflächenangebot in naher Zukunft weiter verknappt.

Die Ermittlung des genauen Zeitpunktes und der Dauer dieses Effektes ist allerdings schwierig, da uns nur das Jahr der Inbetriebnahme der Windkraftanlage und nicht der Zeitpunkt der Beschaffung der Flächen bekannt ist. Ein Vergleich verschiedener Modelle, in denen die um die Gemeindefläche bereinigten Turbinenzubauten in der Gemeinde innerhalb

von ein bis fünf Jahren als erklärende Variablen verwendet werden, zeigt, dass der Turbinenzubau innerhalb von vier Jahren am besten geeignet ist<sup>5</sup>. Der zeitliche Abstand zwischen Flächenbeschaffung und Inbetriebnahme im zweiten Effekt führt dazu, dass für unsere Analyse Daten über die Zahl der Windkraftanlagen vier Jahre nach der letzten Kaufvertragsbeobachtung vorhanden sein müssen. Durch die Kaufpreise in den Jahren 2000 bis 2010 und den Stand der Windkraft bis zum Jahr 2014 ist dies gegeben. Der tatsächliche Turbinenzubau innerhalb von vier Jahren liegt zwischen 0 und 64 (Karstädt/Prignitz 2003–2007) mit Mittelwert 4,38. Normiert auf eine Gemeinde durchschnittlicher Größe liegt der Mittelwert bei 2,16 (Tabelle 1b).

**Tabelle 1b: Deskriptive Statistik Windvariablen (N = 14.456)**

	Mittelwert	Std	Min	Max
Turbinenzahl (Gemeinde, normiert)	6,55	10,65	0	87,48
Turbinenzubau (Gemeinde, normiert)	2,16	5,27	0	83,17
Windenergieindex (normiert)	261,61	172,83	0	720,74

### **Potenzial**

Zusätzlich zu den ersten beiden – vergangenheitsorientierten – Effekten könnte die generelle Windkrafttauglichkeit einer Gemeinde eine Rolle spielen, da sie angibt, in welchem Maße in der Zukunft noch Zubau stattfinden könnte. Hierfür verwenden wir den Windenergieindex (WE-Index) von RITTER et al. (22), der die mittlere jährliche Windenergieproduktion eines Turbinentyps für jeden Standort bestimmen kann. Im Gegensatz zur durchschnittlichen Windgeschwindigkeit, die man einer reinen Windkarte entnehmen könnte, gibt er also direkt die Eignung der Windverhältnisse für die Windenergienutzung an.

In unserem Modell wird der Index für jeden Gemeindemittelpunkt als Mittelwert der geschätzten Jahresproduktionen von 1980 bis 1999 für einen gängigen Turbinentyp (Enercon E-82 E2 2.300 kW) verwendet. Die Werte liegen zwischen rund 5.337 Megawattstunden (Großthiemig/Elbe-Elster) und etwa 6.058 Megawattstunden (Uckerland/Uckermark). In unserer Analyse werden wir die Differenz zum niedrigsten Wert berücksichtigen, sodass die Variable zwischen 0 und 720,74 liegt (Tabelle 1b).

Insgesamt werden vier Modelle berücksichtigt. Ausgehend von folgendem hedonischen Preismodell [1]

$$P_i = f(A_i, Q_i, P_i^{\text{LK, Vorjahr}}, D_i^{\text{LK}}, D_i^{\text{B}}, D_i^{\text{Jahr}}, \text{Wind}_i),$$

werden die drei genannten möglichen Effekte über die Variable  $\text{Wind}_i$  gemessen, die sich zwischen den Modellen unterscheidet (Tabelle 2): Zum einen wird jeder Effekt einzeln untersucht, das heißt der Bestand, der Zubau und das Potenzial treten jeweils als einzige Windvariable auf (Modelle 1, 2, und 4). Im Modell 3 werden die Einflüsse von Bestand und Zubau gemeinsam untersucht. Da Bestand und Zubau stark vom Gesamtpotenzial abhängen und die Effekte somit überlappen, verzichten wir auf die gemeinsame Schätzung aller drei Variablen.

**Tabelle 2: Übersicht der Regressionsmodelle zur Quantifizierung der Windeffekte**

Modell	Windvariablen	Spezifizierung Wind <sub>i</sub> =
1	Bestand zum Beobachtungszeitpunkt	$d_1 (\text{Turbinenzahl})_i^{0,5}$
2	Zubau innerhalb der folgenden vier Jahre ab Beobachtungszeitpunkt	$d_1 (\text{Turbinenzubau})_i^{0,5}$
3	Bestand und Zubau	$d_1 (\text{Turbinenzahl})_i^{0,5}$ + $d_2 (\text{Turbinenzubau})_i^{0,5}$
4	Potenzial	$d_1 (\text{WE-Index})_i^{0,5}$

Eine wichtige Rolle spielt die funktionale Form der Schätzgleichung [1], also die Frage, ob die Variablen in linearer Form berücksichtigt werden und linear-additive Effekte vorliegen. Eine Missspezifikation führt zu einer verzerrten Messung der Effekte. Zur Bestimmung der funktionalen Form verwenden wir das in der Literatur gängige Box-Cox-Testverfahren, das auf Grundlage der Daten Spezifikationen für beide Seiten der Gleichung vorschlägt. OSBORNE (20) folgend erklärt das final geschätzte Modell den logarithmierten Preis  $P_i$  für einen Quadratmeter Ackerland in Euro wie folgt [2]:

$$\ln P_i = a_0 + a_1 A_i + a_2 (A_i)^{-0,25} + a_3 Q_i^2 + a_4 (P_i^{\text{LK, Vorjahr}})^{0,75} + a_5 D_i^{\text{B}} + \sum_{k=2}^{14} b_k \cdot D_{ki}^{\text{LK}} + \sum_{t=2001}^{2010} c_t \cdot D_{it}^{\text{Jahr}} + \text{Wind}_i + u_i$$

wobei  $a_0$  bis  $a_5$ ,  $b_k$ ,  $c_t$ ,  $d_1$ ,  $d_2$  zu schätzende Parameter sind und  $u_i$  den Fehlerterm bezeichnet.

### 3.2 Ergebnisse

Die Schätzergebnisse für die Gleichung [2] und die Varianten sind in Tabelle 3 angegeben. Die Modelle wurden alle mit dem Kleinste-Quadrate-Schätzer geschätzt und es wurden gegenüber Heteroskedastizität robuste Standardfehler für die Inferenz verwendet. Die Modellgüte gemessen mittels des  $R^2$  zeigt insgesamt akzeptable Bereiche für die gegebene Heterogenität der Daten. Betrachten wir zunächst die Variablen jenseits der Windenergie, deren Ergebnisse sich für alle Varianten ähneln.

Wie bereits in vorherigen Studien zeigt sich ein signifikanter Einfluss der Losattribute auf den Quadratmeterpreis. Der Einfluss der Fläche unterteilt sich aufgrund der Modellspezifikation in einen linearen und einen transformierten Effekt. Zusammengenommen ergibt sich ein positiver Einfluss, der allerdings in Abhängigkeit der Fläche unterschiedlich stark ausgeprägt ist: Bis zu einer Größe von etwa 4,5 Hektar ist der Effekt fallend, das heißt für kleine Flächen besteht ein besonders hoher Preisaufschlag, der dann abflacht. Ab 4,5 Hektar nimmt der Einfluss wieder zu, größere Flächen haben also einen immer größeren Preisaufschlag. Die Ackerzahl hat ebenfalls einen positiven Effekt, wie erwartet sind demnach Lose mit einer höheren Qualität teurer als Lose mit niedriger Qualität. Die Stärke schwankt dabei zwischen einem Preisaufschlag von 0,3 Prozent pro weiterem Bodenpunkt bei einer minimalen Ackerzahl von 15 und 1,2 Prozent bei einer maximalen Ackerzahl von 62. Der Effekt für die mittlere Ackerzahl von 32 liegt bei 0,6 Prozent.

Die lagebezogenen Eigenschaften erweisen sich ebenfalls als signifikant. Einen großen Einfluss hat der regionale Durchschnittspreis des Vorjahres, was auf räumliche Korrelation hinweist. Steigt der Preis in der Region, führt das im Folgejahr zu generell höheren Preisen.

Strukturelle Unterschiede zwischen den Landkreisen werden durch die Landkreis-Dummies erfasst, die sich in acht von 13 Fällen als signifikant erweisen. Der Referenzlandkreis Barnim hat dabei einen höheren Preis als die übrigen Landkreise, allein die Uckermark hat einen signifikanten positiven Unterschied. Von besonderer Bedeutung ist die Rolle Berlins: Für Lose, die sich im Speckgürtel Berlins befinden, werden im Schnitt 25 Prozent höhere Preise bezahlt.

Die Zeit-Dummies beschreiben die allgemeine zeitliche Entwicklung jenseits der spezifischen Attribute. Bis zum Jahr 2006 gibt es keine signifikanten Änderungen im Vergleich zum Referenzjahr 2000. Ab dem Jahr 2007 zeigt sich allerdings ein deutlicher Trend zu steigenden Preisen, was sich auch mit der Preisentwicklung in Abbildung 1 deckt.

Der Fokus dieser Studie liegt allerdings auf den Auswirkungen der Windenergie. Im ersten Modell wurden nur die Auswirkungen des Bestandes an Windkraftanlagen zum Zeitpunkt des Kaufes betrachtet, die sich als höchst signifikant erweisen. Eine größere Zahl an Windkraftanlagen in der Gemeinde führt folglich generell zu höheren Preisen. Aufgrund der Datenlage lässt sich leider nicht feststellen, wie sich diese Preissteigerung innerhalb der Gemeinde verteilt, also ob es überall zu Erhöhungen kommt oder nur in der direkten Nähe von Windkraftanlagen, die dann dort allerdings umso stärker ausfallen müssten.

**Tabelle 3: Effekte Windenergie (N = 14.456)**

Variable	Modell 1		Modell 2		Modell 3		Modell 4	
	Koeff.	P	Koeff.	P	Koeff.	P	Koeff.	P
<b>Attribute</b>								
Fläche (lin.)	0,0083	0,0000	0,0084	0,0000	0,0082	0,0000	0,0086	0,0000
Fläche (transf.)	0,2199	0,0000	0,2204	0,0000	0,2191	0,0000	0,2216	0,0000
Ackerzahl	0,0001	0,0000	0,0001	0,0000	0,0001	0,0000	0,0002	0,0000
<b>Windenergie</b>								
Turbinenzahl	0,0141	0,0000	-	-	0,0120	0,0000	-	-
Turbinenzubau	-	-	0,0176	0,0000	0,0126	0,0000	-	-
Windenergieindex	-	-	-	-	-	-	0,0166	0,0000
<b>Lage</b>								
Reg. Preis LK	0,7646	0,0000	0,8066	0,0000	0,7801	0,0000	0,8110	0,0000
<b>Dummy-Variablen</b>								
Berliner Umland	0,2550	0,0000	0,2559	0,0000	0,2551	0,0000	0,2526	0,0000
Barnim (Referenz)	-	-	-	-	-	-	-	-
Dahme-Spreewald	-0,1656	0,0000	-0,1721	0,0000	0,1699	0,0000	-0,0628	0,0370
Elbe-Elster	-0,2274	0,0000	-0,2296	0,0000	-0,2301	0,0000	-0,0832	0,0100
Havelland	-0,0094	0,6620	-0,0221	0,3050	-0,0149	0,4870	-0,0273	0,2050
Märkisch-Oderland	-0,0016	0,9380	-0,0037	0,8570	-0,0015	0,9410	0,0510	0,0180
Oberhavel	0,0255	0,2980	0,0076	0,7550	0,0215	0,3810	-0,0298	0,2280
Oberspreewald-Lausitz	-0,2270	0,0000	-0,2337	0,0000	-0,2283	0,0000	-0,0987	0,0030

Oder-Spree	-0,2168	0,0000	-0,2145	0,0000	-0,2126	0,0000	-0,1150	0,0000
Ostprignitz- Ruppın	0,0321	0,1530	0,0290	0,1960	0,0305	0,1760	-0,0420	0,0750
Potsdam- Mittelmark	-0,1384	0,0000	-0,1464	0,0000	-0,1367	0,0000	-0,0735	0,0070
Prignitz	0,0224	0,2930	0,0176	0,4120	0,0113	0,5990	-0,0691	0,0040
Spree-Neiße	-0,1088	0,0000	-0,1235	0,0000	-0,1112	0,0000	-0,0043	0,8880
Teltow-Fläming	-0,1956	0,0000	-0,2013	0,0000	-0,2018	0,0000	-0,0874	0,0010
Uckermark	0,1790	0,0000	0,1727	0,0000	0,1731	0,0000	0,1103	0,0000
<b>Zeit (Dummy- Variablen)</b>								
d_2000 (Referenz)	-	-	-	-	-	-	-	-
d_2001	-0,0292	0,1350	-0,0297	0,1290	-0,0309	0,1140	-0,0277	0,1580
d_2002	0,0121	0,5270	0,0202	0,2910	0,0136	0,4760	0,0210	0,2720
d_2003	0,0053	0,7810	0,0218	0,2470	0,0094	0,6180	0,0166	0,3760
d_2004	-0,0169	0,3420	0,0057	0,7490	-0,0091	0,6100	-0,0052	0,7690
d_2005	0,0007	0,9710	0,0223	0,2100	0,0071	0,6910	0,0135	0,4480
d_2006	0,0024	0,8950	0,0291	0,1020	0,0104	0,5630	0,0188	0,2890
d_2007	0,0639	0,0000	0,0925	0,0000	0,0740	0,0000	0,0785	0,0000
d_2008	0,1975	0,0000	0,2290	0,0000	0,2098	0,0000	0,2101	0,0000
d_2009	0,2816	0,0000	0,3167	0,0000	0,2959	0,0000	0,2931	0,0000
d_2010	0,2993	0,0000	0,3342	0,0000	0,3138	0,0000	0,3098	0,0000
<b>Konstante</b>	-2,0995	0,0000	-2,1258	0,0000	-2,1143	0,0000	-2,4016	0,0000
<b>Beobachtungen</b>	14.456		14.456		14.456		14.456	
<b>R<sup>2</sup></b>	0,3402		0,3391		0,3410		0,3409	
<b>BIC</b>	13.476		13.499		13.467		13.461	

Im zweiten Modell wurde ausschließlich der Effekt des Zubaus innerhalb von vier Jahren nach dem Kauf untersucht, also die direkte Konkurrenz auf dem Bodenmarkt durch die gleichzeitige aktive Suche nach Flächen. Sie zeigt sich ebenfalls höchst signifikant und positiv, folglich erhöht auch der Wettbewerb um Flächen die Bodenpreise. Dass der geschätzte Koeffizient des Zubaus größer ist als der des Bestandes in Modell 1 hat dabei keine Bedeutung, da die Mittelwerte für den Bestand natürlich deutlich größer sind. Das größere R<sup>2</sup> im Modell 1 weist darauf hin, dass der Bestand eine wesentlichere Rolle spielt.

Im Modell 3 werden beide Effekte zusammen betrachtet. Trotz einer leichten Verringerung der Koeffizienten im Vergleich zu den ersten beiden Modellen sind sie beide weiterhin höchst signifikant und das erhöhte R<sup>2</sup> deutet darauf hin, dass beide Effekte eine Rolle spielen.

Im vierten Modell wird schließlich das Windenergiepotenzial der Gemeinde – unabhängig von Bestand und Zubau – berücksichtigt. Dieses ist ebenfalls signifikant und positiv, dem Wert des  $R^2$  zufolge sogar ähnlich entscheidend wie Bestand und Zubau zusammen (Modell 3). Es sei allerdings darauf hingewiesen, dass der Windenergieindex weder die topografischen und rechtlichen Rahmenbedingungen einer Gemeinde noch den bereits realisierten Windenergieanteil berücksichtigt.

**Tabelle 4: Effekte Windenergie ( $N^{Wind} = 8.981$ )**

Landkreis	Effekt		
	Bestand in Prozent	Zubau in Prozent	Gesamt in Prozent
Barnim	3,54	0,88	4,42
Dahme-Spreewald	3,38	1,67	5,05
Elbe-Elster	3,50	1,64	5,14
Havelland	4,38	2,49	6,87
Märkisch-Oderland	3,43	1,16	4,59
Oberhavel	2,04	0,75	2,79
Oberspreewald-Lausitz	2,48	1,26	3,74
Oder-Spree	2,73	0,51	3,24
Ostprignitz-Ruppin	3,40	1,43	4,83
Postdam-Mittelmark	3,13	0,62	3,75
Prignitz	3,91	2,41	6,33
Spree-Neiße	2,21	1,57	3,78
Teltow-Fläming	2,90	1,92	4,82
Uckermark	3,44	1,63	5,06
<b>Gesamt</b>	<b>3,29</b>	<b>1,56</b>	<b>4,85</b>

*Anmerkungen:* Die Prozentzahlen stellen die Preiseffekte durch die Nutzung der Windenergie dar, also den Anstieg im Vergleich zu einer hypothetischen Situation ohne Windkraftnutzung.

Um die Effekte des Bestandes und des Zubaus von Windkraftanlagen zu quantifizieren und zu veranschaulichen, ist in Tabelle 4 der mittlere Gesamteffekt dargestellt. Dieser wurde berechnet, indem die Mittelwerte der beiden Windvariablen aus Modell 3 mit den geschätzten Koeffizienten multipliziert wurden. Dabei haben wir uns auf die Beobachtungen beschränkt, in deren Gemeinde tatsächlich Windkraftanlagen existieren oder in den vier Jahren nach dem Kauf zugebaut wurden ( $N^{Wind} = 8.981$ ). Es zeigt sich, dass der Gesamtbestand an Windkraftanlagen in einer Gemeinde preisbeeinflussend ist; im Schnitt führte er zu einer Erhöhung der Kaufpreise um 3,29 Prozent. Der zukünftige Zubau, das heißt die Verstärkung der Konkurrenz auf dem Bodenmarkt, erhöht die Preise im Schnitt um 1,56 Prozent. Daraus ergibt sich insgesamt ein Preiseffekt der Windkraft von im Mittel 4,85 Prozent. Dieser Effekt lässt sich nach Landkreisen unterteilen, indem man die landkreisspezifischen Mittelwerte einsetzt. Es zeigt sich, dass in Landkreisen mit einer hohen Zahl an Windkraftanlagen der Effekt erwartungsgemäß noch größer ausfällt, beispielsweise 6,33 Prozent in der Prignitz und 6,87 Prozent im Havelland. In einem Landkreis mit wenig Windkraft wie dem Landkreis Oberhavel beläuft sich der Gesamteffekt auf 2,79 Prozent.

## 4 Schlussfolgerungen

Dieser Beitrag analysiert die Entwicklung der landwirtschaftlichen Bodenpreise in Brandenburg zwischen den Jahren 2000 und 2010. Neben allgemeinen preisbestimmenden Merkmalen wird dabei der Einfluss der Windkraftherzeugung gesondert berücksichtigt. Es zeigt sich, dass ein signifikanter positiver Zusammenhang zwischen dem Umfang der Windenergie und der Höhe der Kaufpreise besteht. Im Durchschnitt der Landkreise schlägt sich die Präsenz von Windenergienutzung mit etwa fünf Prozent auf die Bodenpreise nieder. Es ist bemerkenswert, dass die hier ermittelte preistreibende Wirkung der Windenergiezunahme dieselbe Größenordnung aufweist, die auch HENNING et al. (12) mit anderen Methoden für Schleswig-Holstein bestimmen.

Der genaue Umfang des Preiseffektes unterliegt zweifellos daten- und methodenbedingten Unsicherheiten. Zum einen behindert eine unscharfe räumliche Zuordnung von verkauften Flächen sowie gebauten oder geplanten Windkraftanlagen und Ausgleichsflächen eine genaue Kausalanalyse des Preiseffekts. Darüber hinaus besteht bei hedonischen Preisanalysen grundsätzlich die Gefahr, Preisdeterminanten zu vernachlässigen, die mit den Erklärungsvariablen korreliert sind, was zu Verzerrungen der Schätzergebnisse führen kann. So könnte eine Nicht-Berücksichtigung der Bonität zu höheren gemessenen Effekten der Referenzpreise führen oder gar den Effekt von Windenergie überschätzen. Dennoch kann bei aller gebotenen Vorsicht die eingangs formulierte Hypothese bestätigt werden, dass infolge der Umwidmung von Flächen für die Windenergieproduktion nicht nur die umgewidmeten Flächen selbst extreme Pachterträge erzielen, sondern auch die Kaufpreise von Ackerland steigen. Zwar kann der durch Windkraft hervorgerufene Effekt bei weitem nicht den in der jüngeren Vergangenheit zu beobachteten Preisanstieg erklären; er trägt aber dazu bei und verstärkt ihn.

Dieser Befund hat Implikationen sowohl für die Bewertung der Windenergie als auch für das Verständnis der Entwicklung des Bodenmarkts und die Notwendigkeit, diesen zu regulieren. Kritik des Erneuerbare-Energien-Gesetzes entzündet sich in erster Linie an der preisverzerrenden Wirkung der Einspeisevergütung auf dem Produktmarkt, d.h. dem Strommarkt (16; 9). Auswirkungen dieser Subventionierung auf Faktormärkte, speziell den Bodenmarkt, sind bislang nur wenig untersucht. Eine Ausnahme bilden Analysen zur preistreibenden Wirkung der Biogasproduktion auf den Bodenmarkt. Aufgrund der vorliegenden Ergebnisse lässt sich schlussfolgern, dass die Subventionierung erneuerbarer Energien den Bodenmarkt auch durch den Flächenbedarf der Windenergieerzeugung tangiert, wobei hier Flächen für den Ausbau der Stromnetze noch nicht berücksichtigt sind. Unsere Ergebnisse schwächen weiterhin ein Argument, das zur Rechtfertigung von regulierenden Eingriffen in den Bodenmarkt herangezogen wird, indem der vielfach als "zu hoch" empfundene Anstieg der Bodenpreise auf einen (weiteren) "fundamentalen" Erklärungsfaktor zurückgeführt wird. Preismindernde staatliche Eingriffe in den Bodenmarkt, wie sie aktuell diskutiert werden, würden damit letztlich auf einen Effekt abzielen, der selbst zu einem Teil politikinduziert ist und daher nicht als Marktversagen interpretiert werden kann.

---

## Zusammenfassung

Dieser Beitrag analysiert die Entwicklung der landwirtschaftlichen Bodenpreise in Brandenburg zwischen den Jahren 2000 und 2010. Neben allgemeinen preisbestimmenden Merkmalen wird dabei der Einfluss der Windkraftherzeugung gesondert berücksichtigt. Mittels einer Regressionsanalyse zeigt sich, dass ein signifikanter positiver Zusammenhang zwischen dem Umfang der Windenergie und der Höhe der Kaufpreise besteht. Die Effekte lassen sich zudem untergliedern in einen Bestands-, Zubau- sowie einen Potenzialeffekt. Es zeigt sich, dass die Windenergienutzung in Brandenburg die Bodenpreise im Schnitt um etwa fünf Prozent erhöht hat. Dieser Effekt schwankt regional in Abhängigkeit der lokalen Turbinendichte.

## Summary

The influence of wind energy on agricultural land prices

This study sets out to analyze the trend in farmland prices in one of the eastern states of Germany, Brandenburg, between the years 2000 and 2010. Apart from the usual price determinants, we consider especially the influence of wind power generation. Based on regression analysis, we find a significant positive correlation between the scope of the wind energy and the level of the purchasing prices. The effects are also broken down into a stock, extension and potential effect. It is shown that, on average, the use of wind energy in Brandenburg led to an increase of farmland prices of about five percent, although this effect has regional differences depending on the local wind turbine density.

## Résumé

### Influence de l'énergie éolienne sur le prix des terres agricoles

Cet article analyse l'évolution des prix des terres agricoles au Brandebourg, l'un des lands situés à l'est de l'Allemagne fédérale, au cours des années 2000 à 2010. A côté des paramètres qui déterminent habituellement ces prix, nous prenons en compte l'influence de la production d'énergie éolienne. L'analyse de régression effectuée établit qu'il existe une relation significative positive entre l'importance de l'énergie éolienne et le niveau des prix d'achat. Nous décomposons ces effets en effets de stock, effets d'extension et en effet potentiel. Il apparaît que l'utilisation d'énergie éolienne au Brandebourg a entraîné une augmentation moyenne des prix des terres d'environ cinq pour cent, bien que l'on relève des différences régionales en fonction de la densité locale des turbines.

---

## Fußnoten

- 1) Die genannten Werte stammen von der Agentur für Erneuerbare Energien: ► [www.foederal-erneuerbar.de](http://www.foederal-erneuerbar.de) (abgerufen am 23. April 2015).
- 2) Der aktuelle Stand ist zu finden unter: ► [www.gl.berlin-brandenburg.de/regionalplanung/plaene/index.html](http://www.gl.berlin-brandenburg.de/regionalplanung/plaene/index.html) (abgerufen am 30. April 2015).
- 3) ► <http://www.thewindpower.net/>.
- 4) Anstelle der Turbinenzahl könnte man auch die installierte Kapazität verwenden. Da diese Werte jedoch stark korreliert sind, ändern sich die Ergebnisse nur geringfügig.
- 5) Der Vergleich wurde anhand des Bayesschen Informationskriteriums (BIC) durchgeführt.

---

## LITERATUR

1. AMT FÜR STATISTIK BERLIN-BRANDENBURG, 2013: Kaufwerte landwirtschaftlicher Grundstücke im Land Brandenburg 2013 (SB M I 7 – j/13), Potsdam.
2. BUND-LÄNDER-ARBEITSGRUPPE "BODENMARKTPOLITIK", 2015: Landwirtschaftliche Bodenmarktpolitik: Allgemeine Situation und Handlungsoptionen.  
► [www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/Landwirtschaft/LaendlicheRaeume/Bodenmarkt-Abschlussbericht-Bund-Laender-Arbeitsgruppe.pdf?blob=publicationFile](http://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/Landwirtschaft/LaendlicheRaeume/Bodenmarkt-Abschlussbericht-Bund-Laender-Arbeitsgruppe.pdf?blob=publicationFile) (abgerufen am 3. Juni 2015).
3. BWE, 2012: Potenzial der Windenergienutzung an Land, Studie, Bundesverband Wind-Energie, Berlin. ISBN: 978 3 94257993.
4. Deutsche WindGuard, 2015: Status des Windenergieausbaus an Land in Deutschland. Varel.  
► <https://www.wind-energie.de/sites/default/files/attachments/page/statistiken/factsheet-status-des-windenergieausbaus-land-deutschland-2014.pdf>.
5. ENDER, C., 2015: Windenergienutzung in Deutschland – Stand 31. Dezember 2014, Deutsches Windenergie-Institut GmbH, Wilhelmshaven. DEWI MAGAZIN 46, FEBRUAR 2015.  
► [http://www.dewi.de/dewi\\_res/fileadmin/pdf/publications/Magazin\\_46/05.pdf](http://www.dewi.de/dewi_res/fileadmin/pdf/publications/Magazin_46/05.pdf).
6. FEICHTINGER, P.; SALHOFER, K., 2013: What Do We Know about the Influence of Agricultural Support on Agricultural Land Prices? German Journal of Agricultural Economics 62 (2): 71–85.  
► <http://www.gjae-online.de/news/pdfstamps/outputs/GJAE-9f95845965b9e0a9868b0a6b0c2ad0f1.pdf>.

7. FORSTNER, B.; TIETZ, A.; KLARE, K.; KLEINHANSS, W.; WEINGARTEN, P., 2011: Aktivitäten von nichtlandwirtschaftlichen und überregionalen Investoren auf dem landwirtschaftlichen Bodenmarkt in Deutschland. *Landbauforschung Völknerode, Sonderheft, H 352*. Braunschweig.  
▶ [http://literatur.ti.bund.de/digbib\\_extern/dn049315.pdf](http://literatur.ti.bund.de/digbib_extern/dn049315.pdf).
8. FÜHRER, K., 2013: Der "Bodenspekulant" als Feindfigur der Bundesdeutschen Gesellschaft. Steigende Bodenpreise und ihre Skandalisierung in den 1960er und 1970er Jahren. *Jahrbuch für Wirtschaftsgeschichte / Economic History Yearbook* 54(2): 111–132.  
▶ <http://dx.doi.org/10.1524/jbwg.2013.54.2.111>.
9. GARVERT, H.; SCHMITZ, M., 2014: Die Auswirkungen der staatlichen Biogasförderung auf landwirtschaftliche Pachtpreise in Deutschland. Eine ökonomische Untersuchung. In: *Die Zukunft der Bioenergie. Schriftenreihe der Rentenbank, Band 30*: 7–43.  
▶ [www.rentenbank.de/cms/dokumente/10011465\\_262637/658f9a4f/Schriftenreihe\\_Band30\\_final.pdf](http://www.rentenbank.de/cms/dokumente/10011465_262637/658f9a4f/Schriftenreihe_Band30_final.pdf).
10. HABERMANN, H.; BREUSTEDT, G., 2011: Einfluss der Biogaserzeugung auf landwirtschaftliche Pachtpreise in Deutschland. *German Journal of Agricultural Economics* 60: 85–100.  
▶ [http://www.gjae-online.de/news/pdfstamps/freeoutputs/GJAE-630\\_2011.pdf](http://www.gjae-online.de/news/pdfstamps/freeoutputs/GJAE-630_2011.pdf).
11. HENNIG, S.; BREUSTEDT, G.; LATA CZ-LOHMANN, U., 2014: Zum Einfluss mitgehandelter Zahlungsansprüche auf die Kauf- und Pachtpreise von Ackerland in Schleswig-Holstein. *German Journal of Agricultural Economics* 63(4): 219–239.  
▶ <http://www.gjae-online.de/news/pdfstamps/outputs/GJAE-32d963d23780d67866209053b6b4ba78.pdf>.
12. HENNIG, C.; LATA CZ-LOHMANN, U.; ALBRECHT, E.; DEHNING, R., 2014: Faktische Umsetzung, regionale Verteilung und ökonomische Auswirkung der nutzungsrechtlichen Eingriffsregelungen für Windkraftanlagen in Schleswig-Holstein. *Agricultural Policy Working Paper Series WP2014-01*. Kiel.  
▶ [www.eksh.org/uploads/tx\\_ns/Wind\\_Kompensation\\_Bericht.pdf](http://www.eksh.org/uploads/tx_ns/Wind_Kompensation_Bericht.pdf).
13. HUANG, H.; MILLER, G.Y.; SHERRICK, B.J.; GOMEZ, M.I., 2006: Factors influencing Illinois farmland values. *American Journal of Agricultural Economics* 88: 458–470.  
▶ <http://dx.doi.org/10.1111/j.1467-8276.2006.00871.x>.
14. HÜTTEL, S.; ODENING, M.; KATARIA, K.; BALMANN, A., 2013: Price Formation on Land Market Auctions in East Germany – An Empirical Analysis. *German Journal of Agricultural Economics* 62(2): 99–115.  
▶ <http://www.gjae-online.de/news/pdfstamps/outputs/GJAE-35717e3d30a6c44efaded74e20ed709.pdf>.
15. HÜTTEL, S.; WILDERMANN, L., 2014: Price formation in agricultural land markets – How do different acquiring parties and sellers matter? Schriftlicher Beitrag anlässlich der 54. Jahrestagung der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues, Göttingen, 17. bis 19. September 2014.  
▶ <http://purl.umn.edu/187596>.
16. LATA CZ-LOHMANN, U.; HENNIG, S.; DEHNING, R., 2014: Biogas als Preistreiber am Boden- und Pachtmarkt? Eine empirische Analyse. In: *Die Zukunft der Bioenergie. Schriftenreihe der Rentenbank, Band 30*: 45–75.  
▶ [www.rentenbank.de/cms/dokumente/10011465\\_262637/658f9a4f/Schriftenreihe\\_Band30\\_final.pdf](http://www.rentenbank.de/cms/dokumente/10011465_262637/658f9a4f/Schriftenreihe_Band30_final.pdf).
17. LIVANIS, G.; MOSS, C.; BRENEMAN, V.; NEHRING, R., 2006: Urban sprawl and farmland prices. *American Journal of Agricultural Economics* 88(4): 915–929. ▶ <http://dx.doi.org/10.1111/j.1467-8276.2006.00906.x>.
18. MADDISON, D., 2009: A spatio-temporal model of farmland values. *Journal of Agricultural Economics* 60: 171–189. ▶ <http://dx.doi.org/10.1111/j.1477-9552.2008.00182.x>.
19. MWE, 2012: *Energiestrategie 2030 des Landes Brandenburg*, Ministerium für Wirtschaft und Europaangelegenheiten des Landes Brandenburg (MWE), Referat Energiepolitik und –wirtschaft, Potsdam.  
▶ [www.energie.brandenburg.de/media/bb1.a.2865.de/Energiestrategie\\_2030.pdf](http://www.energie.brandenburg.de/media/bb1.a.2865.de/Energiestrategie_2030.pdf).
20. OSBORNE, J., 2010: Improving your data transformations: Applying the Box-Cox transformation. *Practical Assessment, Research and Evaluation*. ▶ <http://pareonline.net/pdf/v15n12.pdf> (abgerufen am 3. Juni 2015).
21. PLANTINGA, A.; MILLER, D., 2001: Agricultural land values and the value of rights to future land development. *Land Economics* 77(1): 56–67. ▶ <http://le.uwpress.org/content/77/1/56.full.pdf>.
22. RITTER, M.; SHEN, Z.; LÓPEZ CABRERA, B.; ODENING, M.; DECKERT, L., 2015: Designing an Index for Assessing Wind Energy Potential. *Renewable Energy* 83: 416–424.  
▶ <http://dx.doi.org/10.1016/j.renene.2015.04.038>.

23. TIETZ, A.; FORSTNER, B., 2014: Spekulative Blasen auf dem Markt für landwirtschaftlichen Boden. Berichte über Landwirtschaft 92(3): 1–17. ► <http://dx.doi.org/10.12767/buel.v92i3.63>.
24. UMWELTBUNDESAMT, 2013: Potenzial der Windenergie an Land, Studie zur Ermittlung des Bundesweiten Flächen- und Leistungspotenzials der Windenergienutzung an Land, Dessau-Roßlau.  
► [www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/potenzial\\_der\\_windenergie.pdf](http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/potenzial_der_windenergie.pdf).