

## Fluglärm und Lebensqualität



**Bericht** von Peter Eibich, Konstantin Kholodilin, Christian Krekel und Gert G. Wagner

Fluglärm ist mit einer verringerten Lebensqualität  
auch abseits der Berliner Flughäfen verbunden 175

**Interview** mit Peter Eibich

»Fluglärm beeinträchtigt Wohlbefinden und Gesundheit –  
auch wenn er nicht stört« 182

**Bericht** von Jonas Egerer, Christian von Hirschhausen, Jens Weibezahn und Claudia Kemfert

Energiewende und Strommarktdesign:  
Zwei Preiszonen für Deutschland sind keine Lösung 183

**Am aktuellen Rand** Kommentar von Dorothea Schäfer

TTIP und Finanzmarktregulierung:  
Organisiertes Wettrennen um den niedrigsten Standard? 192



DIW Berlin – Deutsches Institut  
für Wirtschaftsforschung e.V.  
Mohrenstraße 58, 10117 Berlin  
T +49 30 897 89 -0  
F +49 30 897 89 -200  
82. Jahrgang  
25. Februar 2015

#### Herausgeber

Prof. Dr. Pio Baake  
Prof. Dr. Tomaso Duso  
Dr. Ferdinand Fichtner  
Prof. Marcel Fratzscher, Ph.D.  
Prof. Dr. Peter Haan  
Prof. Dr. Claudia Kemfert  
Dr. Kati Krähnert  
Prof. Karsten Neuhoff, Ph.D.  
Prof. Dr. Jürgen Schupp  
Prof. Dr. C. Katharina Spieß  
Prof. Dr. Gert G. Wagner

#### Chefredaktion

Sabine Fiedler  
Dr. Kurt Geppert

#### Redaktion

Renate Bogdanovic  
Andreas Harasser  
Sebastian Kollmann  
Dr. Claudia Lambert  
Marie Kristin Marten  
Dr. Anika Rasner  
Dr. Wolf-Peter Schill

#### Lektorat

Dr. Jan Marcus  
Prof. Karsten Neuhoff, Ph.D.

#### Pressestelle

Renate Bogdanovic  
Tel. +49-30-89789-249  
presse@diw.de

#### Vertrieb

DIW Berlin Leserservice  
Postfach 74  
77649 Offenburg  
leserservice@diw.de  
Tel. (01806) 14 00 50 25  
20 Cent pro Anruf  
ISSN 0012-1304

#### Gestaltung

Edenspiekermann

#### Satz

eScriptum GmbH & Co KG, Berlin

#### Druck

USE gGmbH, Berlin

Nachdruck und sonstige Verbreitung –  
auch auszugsweise – nur mit Quellen-  
angabe und unter Zusendung eines  
Belegexemplars an die Serviceabteilung  
Kommunikation des DIW Berlin  
(kundenservice@diw.de) zulässig.

Gedruckt auf 100% Recyclingpapier.



Der DIW Wochenbericht wirft einen unabhängigen Blick auf die Wirtschaftsentwicklung in Deutschland und der Welt. Er richtet sich an die Medien sowie an Führungskräfte in Politik, Wirtschaft und Gesellschaft. Wenn Sie sich für ein Abonnement interessieren, können Sie zwischen den folgenden Optionen wählen:

**Standard-Abo:** 179,90 Euro im Jahr (inkl. MwSt. und Versand).

**Studenten-Abo:** 49,90 Euro.

**Probe-Abo:** 14,90 Euro für sechs Hefte.

Bestellungen richten Sie bitte an [leserservice@diw.de](mailto:leserservice@diw.de) oder den DIW Berlin Leserservice, Postfach 74, 77649 Offenburg; Tel. (01806) 14 00 50 25, 20 Cent/Anruf aus dem dt. Festnetz, 60 Cent maximal/Anruf aus dem Mobilnetz. Abbestellungen von Abonnements spätestens sechs Wochen vor Laufzeitende

### NEWSLETTER DES DIW BERLIN



Der DIW Newsletter liefert Ihnen wöchentlich auf Ihre Interessen zugeschnittene Informationen zu Forschungsergebnissen, Publikationen, Nachrichten und Veranstaltungen des Instituts: Wählen Sie bei der Anmeldung die Themen und Formate aus, die Sie interessieren. Ihre Auswahl können Sie jederzeit ändern, oder den Newsletter abbestellen. Nutzen Sie hierfür bitte den entsprechenden Link am Ende des Newsletters.

>> Hier Newsletter des DIW Berlin abonnieren: [www.diw.de/newsletter](http://www.diw.de/newsletter)

### NACHRICHTEN AUS DEM DIW BERLIN

+++ Das Bewerbungsverfahren für den nächsten Jahrgang des DIW Graduate Center läuft. Noch bis zum 31. März 2015 können sich Interessierte für das vierjährige strukturierte Promotionsstudium im Bereich der Volkswirtschaftslehre bewerben. Das Programm für Doktorandinnen und Doktoranden aus aller Welt bietet das DIW Berlin in enger Kooperation mit der Humboldt-Universität zu Berlin, der Freien Universität Berlin, der Technischen Universität Berlin und der Universität Potsdam an. Es verknüpft ein Vorlesungsprogramm und Seminare mit der praxisnahen Arbeit in den Forschungsabteilungen des DIW Berlin. Der nächste Jahrgang startet im Oktober 2015. Weitere Informationen und die Möglichkeit, sich zu bewerben, gibt es online.



+++ Prof. Juan Rosellón, wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Abteilung Energie, Verkehr, Umwelt des DIW Berlin, ist vom Präsidenten Mexikos als unabhängiges wissenschaftliches Mitglied in das Leitungsgremium des neu geschaffenen mexikanischen Stromnetzbetreibers berufen worden. Rosellón war zuvor bereits Chefökonom der mexikanischen Energie-regulierungsbehörde. Weitere Informationen und die Pressemitteilung des mexikanischen Energieministeriums im Wortlaut finden Sie online.



# Fluglärm ist mit einer verringerten Lebensqualität auch abseits der Berliner Flughäfen verbunden

Von Peter Eibich, Konstantin Kholodilin, Christian Krekel und Gert G. Wagner

Fluglärm ist eine besonders problematische Lärmquelle, da viele Flughäfen innerhalb oder in der Nähe von Großstädten liegen und dadurch dicht besiedelte Gebiete davon betroffen sind. Die Daten der Berliner Altersstudie II (BASE-II), deren sozioökonomisches Modul auf der seit 1984 laufenden Längsschnittstudie Sozioökonomisches Panel (SOEP) basiert, bieten die Möglichkeit, den Einfluss verschiedener Maße von Fluglärm auf das subjektive Wohlbefinden und die Gesundheit älterer Bewohner einer Großstadt am Beispiel von Berlin zu untersuchen. Die Ergebnisse zeigen, dass das Vorhandensein von Fluglärm, das auch mit objektiven Fluglärmwerten gemessen wird, mit deutlich verringertem Wohlbefinden, einer niedrigeren Zufriedenheit mit der Wohnumgebung und einem schlechteren Gesundheitszustand verbunden ist. Der Zusammenhang zwischen Wohlbefinden und einer um 100 Meter verringerten Überflughöhe kann unter bestimmten Annahmen – für Überflughöhen zwischen 1 000 und 2 500 Metern – verglichen werden mit einem Einkommensverlust zwischen 30 und 117 Euro pro Monat.

In der Öffentlichkeit und in den Medien wird Fluglärm häufig mit Einschränkungen im Wohlbefinden und dauerhaften Gesundheitsschäden assoziiert. Die Befürchtungen vor diesen Folgen für die individuelle Gesundheit spiegeln sich unter anderem in den Diskussionen über die künftigen Flugrouten des Berlin Brandenburg International Airports (BER) wider.<sup>1</sup> Zudem sind mit Fluglärm auch negative materielle Folgen verbunden, die sich empirisch anhand sinkender Haus- und Grundstückspreise nachvollziehen lassen.<sup>2</sup> In der medizinischen Forschung wurden die Gesundheitsfolgen von Fluglärm bereits in mehreren Studien analysiert. Die Ergebnisse legen nahe, dass Fluglärm unter anderem mit einem erhöhten Risiko von Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Schlafstörungen bei Erwachsenen und einer beeinträchtigten kognitiven Entwicklung bei Kindern assoziiert wird.<sup>3</sup> In der ökonomischen Literatur gibt es nur wenige Studien, die sich mit den Folgen von Fluglärm beschäftigen.<sup>4</sup> So untersuchen beispielsweise Van Praag und Baarsma (2005), ob die niedrigen Wohnkosten im Umfeld des Flughafens Amsterdam

**1** Vgl. Neumann, P. (2014): So macht der Fluglärm Anwohner krank. Berliner Zeitung vom 23. März 2014, online verfügbar unter [www.berlinerzeitung.de/hauptstadtflughafen/klage-gegen-flughafen-tegel-so-macht-der-fluglaerm-anwohner-krank,11546166,26635970.html](http://www.berlinerzeitung.de/hauptstadtflughafen/klage-gegen-flughafen-tegel-so-macht-der-fluglaerm-anwohner-krank,11546166,26635970.html), letzter Abruf 16.12.2014; und Kotsch, R. (2012): Ungerecht, aber unausweichlich. Frankfurter Rundschau vom 26. Januar 2012, online verfügbar unter [www.fr-online.de/politik/aerger-um-flugrouten-ueber-berlin-ungerecht-aber-unausweichlich,1472596,11513756.html](http://www.fr-online.de/politik/aerger-um-flugrouten-ueber-berlin-ungerecht-aber-unausweichlich,1472596,11513756.html), letzter Abruf 16.12.2014.

**2** Mense, A., Kholodilin, K. (2014): Noise expectations and house prices: the reaction of property prices to an airport expansion. *The Annals of Regional Science*, 52 (3), 2013, 763-797.

**3** Vgl. Hansell, A. et al. (2013): Aircraft noise and cardiovascular disease near Heathrow airport in London: small area study. *British Medical Journal*, 347, f5432; Perron, S. et al. (2012): Review of the effect of aircraft noise on sleep disturbance in adults. *Noise & Health*, 14 (57), 58-67; Stansfeld, S. A. et al. (2005): Aircraft and road traffic noise and children's cognition and health: a cross-national study. *The Lancet*, 365, (9475), 1942-1949.

**4** Vgl. Black, D. A. et al. (2007): Aircraft noise exposure and resident's stress and hypertension: A public health perspective for airport environmental management. *Journal of Air Transport Management*, 13 (5), 264-275; Boes, S. et al. (2013): Aircraft Noise, Health, And Residential Sorting: Evidence From Two Quasi-Experiments. *Health Economics*, 22 (9), 1037-1051; und van Praag, B. M. S., Baarsma, B. E. (2005): Using Happiness Surveys to Value Intangibles: The Case of Airport Noise. *Economic Journal*, 115, 224-246.

den negativen Einfluss des Fluglärms kompensieren. Sie finden Evidenz für die Schlussfolgerung, dass der Zufriedenheitsverlust durch Fluglärm weit über den positiven Effekt der niedrigen Wohnkosten hinausgeht. Für Berlin liegen bislang keine verlässlichen empirischen Analysen vor. Die Daten der Berliner Altersstudie II (BASE-II) bieten die Möglichkeit, die Folgen des Fluglärms in Berlin anhand einer Stichprobe vor allem älterer Bewohner zu untersuchen.<sup>5</sup>

### Methodische Herausforderungen bei der Analyse der Auswirkungen von Fluglärm

Das zentrale, methodische Problem bei der Analyse von Fluglärm besteht darin, dass von Fluglärm betroffene Wohnviertel nicht ohne Weiteres mit nicht betroffenen Gegenden vergleichbar sind. Beispielsweise sind die Wohnkosten häufig niedriger, da sich betroffene Wohngegenden eher am Stadtrand befinden; entsprechend ist die Bevölkerung in diesen Stadtteilen hinsichtlich ihres sozioökonomischen Status nicht auf die Gesamtbevölkerung der Stadt verallgemeinerbar. Zudem kann dieselbe objektive Lärmbelastung von Menschen unterschiedlich stark wahrgenommen werden. Daher ist zu erwarten, dass Personen, die besonders sensibel auf Fluglärm reagieren, nicht in die betroffenen Wohnviertel ziehen beziehungsweise aus neu betroffenen Vierteln wegziehen. Diese selektive Mobilität kann zu einer verstärkten Abwertung der Angebotspreise und damit der Nachbarschaft führen.<sup>6</sup>

Ein einfacher Vergleich des Wohlbefindens und der Gesundheit in betroffenen und nicht betroffenen Gebieten würde daher den kausalen Einfluss des Fluglärms nur verzerrt wiedergeben, da in den betroffenen Gegenden häufiger „resistente“ Personen wohnen.<sup>7</sup>

### Berliner Bezirke sind unterschiedlich stark von Fluglärm betroffen

Die Berliner Altersstudie II (BASE-II) ist eine multidisziplinäre Studie zu den Determinanten erfolgreichen Alterns. Die Stichprobe (Kasten 1) setzt sich zusammen aus einer jungen Teilstichprobe (zwischen 20 und 35 Jah-

ren) und einer alten Teilstichprobe (zwischen 60 und 85 Jahren). Dies bedeutet natürlich, dass die Stichprobe weder in Hinblick auf die geographische Verteilung noch bezogen auf die Altersstruktur der Bewohner als repräsentativ für die Berliner Bevölkerung angesehen werden kann. Dennoch bieten die Daten eine Reihe von Vorteilen, die es uns erlauben, mögliche Auswirkungen von Fluglärm auf unterschiedliche Maße von subjektivem Wohlbefinden und Gesundheit der Berliner Bevölkerung exemplarisch zu untersuchen.

Insbesondere bieten sie den Vorteil, dass klar unterschieden werden kann, ob eine Person in einer von Fluglärm betroffenen Gegend wohnt oder nicht,<sup>8</sup> und ob die Person sich von Fluglärm gestört fühlt oder nicht.<sup>9</sup> In der empirischen Analyse kann so unterschieden werden, ob sich der subjektiv wahrgenommene Fluglärm negativ auf Wohlbefinden und Gesundheit auswirkt oder ob der Lärm lediglich sensible Anwohner betrifft. Aussagen über die Bewohner von Gegenden zu machen, die neu von Fluglärm betroffen sind, ist aber auch trotz dieser Differenzierung schwierig, da nicht bekannt ist, wie viele lärmempfindliche Personen aus Flughafennähe weggezogen beziehungsweise nie hingezogen sind.

Abbildung 1 zeigt das Ausmaß des Fluglärms in den 60 Prognoseräumen Berlins und den Anteil der Befragten, die angaben, sich von vorhandenem Fluglärm gestört zu fühlen. Das Ausmaß des Fluglärms wurde als Kehrwert der mittleren Überflughöhe gemessen, das heißt in Gegenden mit einer hohen Überflughöhe (dargestellt in hellen Grautönen) ist der objektive Lärmpegel geringer als in Gegenden mit einer niedrigen Überflughöhe (dargestellt in dunklen Grautönen). Die Zahlen geben den Prozentsatz der Befragten an, die nach eigener Auskunft von Fluglärm betroffen sind und sich dadurch gestört fühlen.<sup>10</sup>

Von den 2 099 Teilnehmern des sozioökonomischen Moduls der Berliner Altersstudie II (BASE-II) im Erhebungsjahr 2012 gaben 728 Personen (etwa ein Drittel) an, dass es Fluglärm an ihrem Wohnort gäbe. Von diesen 728 Personen wiederum gaben aber lediglich 275 Personen an, dass sie sich auch von diesem Fluglärm ge-

<sup>5</sup> Zur hauptsächlich vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten finanzierten Berliner Altersstudie II (BASE-II) vgl. Bertram, L. et al. (2014): Cohort Profile: The Berlin Aging Study II (BASE-II). *International Journal of Epidemiology*, 43 (3), 703–712. Das auf dem Sozio-ökonomischen Panel (SOEP) basierende sozioökonomische Modul wird unter dem BMBF-Förderkennzeichen 16SV5537 gefördert.

<sup>6</sup> Vgl. Winke, T. (2013): Der Einfluss von erwartetem und tatsächlichem Fluglärm auf Wohnungspreise. Mimeo.

<sup>7</sup> Dieser Effekt konnte unter anderem in den Analysen von Boes, S. et al. (2013), a. a. O., nachgewiesen werden.

<sup>8</sup> Die Frage lautet: „Gibt es an Ihrem Wohnort Fluglärm?“

<sup>9</sup> Die Frage lautet: „Fühlen Sie sich durch den Fluglärm an Ihrem Wohnort gestört?“

<sup>10</sup> Aus Datenschutzgründen wird in Gegenden mit weniger als 20 Beobachtungen auf die Darstellung dieser Angabe verzichtet. Dies betrifft die Prognoseräume Gesundbrunnen, Kreuzberg Nord, Kreuzberg Süd, Kreuzberg Ost, Buch, Nördliches Weißensee, Südliches Weißensee, Südlicher Prenzlauer Berg, Charlottenburg-Wilmersdorf 1, Spandau 3, Schöneberg Nord, Lichtenrade, Gropiusstadt, Treptow-Köpenick 3, Hellersdorf, Biesdorf, Hohenschönhausen Nord, Hohenschönhausen Süd, Reinickendorf Ost und Tegel. Bei den Regressionsanalysen gehen diese Prognoseräume aber nur mit einem geringen Gewicht ein, sodass die Regressionsergebnisse trotzdem aussagekräftig sind.

Kasten 1

**BASE-II und SOEP**

BASE-II ist ein multidisziplinäres gemeinsames Projekt der Forschungsgruppe Geriatrie am Evangelischen Geriatriezentrum (EGZB) der Charité, des Max-Planck-Instituts für Bildungsforschung, des Max-Planck-Instituts für Molekulare Genetik, des Zentrums für Medizinische Forschung der Universität Tübingen und der Infrastruktureinrichtung Sozio-oekonomisches Panel (SOEP) im DIW Berlin. Gefördert wird BASE-II vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (VDI/VDE Förderkennzeichen 16V5837, 16SV5537, 16SV5536K und 16SV5538).

Ziel von BASE-II ist es, die Determinanten erfolgreichen Alterns zu erforschen. Während in der Vorgängerstudie BASE-I Menschen im Alter von 70 bis 100 Jahren im Fokus standen, konzentriert sich BASE-II auf die sogenannten „jungen Alten“, das heißt Menschen im Alter von 60 bis 80 Jahren. Zur Stichprobe gehören circa 1 600 ältere Menschen sowie eine jüngere Kontrollgruppe von circa 600 Personen zwischen 20 und 35 Jahren.

Zur Datenerhebung gehören zwei medizinische Untersuchungen an der Charité und zwei Sitzungen mit psychologischen und kognitiven Tests am Max-Planck-Institut für Bildungsforschung. Zudem beantworten die Teilnehmer einen Fragebogen zu ihrer Lebenssituation und ihrer Biographie, der in enger Anlehnung an die Fragebögen der deutschlandweiten repräsentativen Haushaltsstudie SOEP entwickelt wurde.<sup>1</sup>

In der Tabelle werden die in dieser Studie verwendeten Daten beschrieben. Angegeben sind jeweils die Mittelwerte für von Fluglärm betroffene und nicht betroffene Teilnehmer. Die Zufriedenheit mit verschiedenen Lebensbereichen wird auf einer 11-Punkte-Skala zwischen 0 und 10 abgefragt, wobei 10 die höchste Zufriedenheitsstufe angibt. „Müdigkeit“ gibt an, wie häufig sich die Teilnehmer nach eigenen Angaben in den letzten vier Wochen müde gefühlt haben. Die Antwortmöglichkeiten reichen von „1 – sehr selten“ bis „5 – sehr oft“. „Gesunde Ernährung“ gibt an, wie stark die Personen auf eine gesunde Ernährung achten; der Wert 1 steht hierbei für „sehr stark“ und der Wert 4 für „gar nicht“. Für die Variable „Schlechter Gesundheitszustand“ bewerten die Teilnehmer ihren aktuellen Gesundheitszustand auf einer Skala von 1 („sehr gut“) bis 5 („schlecht“); dementsprechend steht ein höherer Wert für eine schlechtere Gesundheit. Die Variablen zu Migräne, Bluthochdruck, Depression und Schlafstörung sind entweder „1“, wenn die Person angegeben hat, die entsprechende Diagnose in

der Vergangenheit erhalten zu haben, oder „0“, wenn die jeweilige Krankheit bisher noch nicht diagnostiziert wurde. In ähnlicher Weise ist die Variable zu Rauchen entweder „1“, wenn ein Teilnehmer angibt zu rauchen, oder „0“ falls nicht. Die Risikoneigung wird auf der 11-Punkte-Skala von 0 („gar nicht risikobereit“) bis 10 („sehr risikobereit“) gemessen. Für die Variable „Politische Einstellung“ sollen die Befragten angeben, wo sie ihre politischen Ansichten auf der 11-Skala von 0 („ganz links“) bis 10 („ganz rechts“) einordnen.

Tabelle

**Unterschiede zwischen betroffenen und nicht betroffenen Teilnehmern der Stichprobe**  
Mittelwerte

Variable	Mittelwert	Anzahl Personen	Mittelwert	Anzahl Personen
<b>Gibt es Fluglärm an ihrem Wohnort?</b>	nein		ja	
Zufriedenheit: Allgemein	7,6	1 368	7,4	726
Zufriedenheit: Gesundheit	6,9	1 368	6,5	728
Zufriedenheit: Schlaf	6,8	1 365	6,5	727
Zufriedenheit: Freunde	7,5	1 355	7,3	725
Zufriedenheit: Wohnung	7,8	1 349	7,9	724
Zufriedenheit: Wohngegend	8,3	1 362	7,9	722
Zufriedenheit: Wohnumwelt	8,0	1 363	7,6	722
Schlechter Gesundheitszustand	2,5	1 368	2,7	727
Müde gefühlt	3,0	1 371	3,0	724
Schlafdauer: Werktag	7,2	1 369	7,1	725
Schlafdauer: Wochenende	7,6	1 366	7,3	728
Schlafstörung	0,08	1 371	0,13	728
Gesunde Ernährung	2,3	1 371	2,3	727
Rauchen	0,13	1 368	0,11	726
Migräne	0,06	1 371	0,07	728
Bluthochdruck	0,36	1 371	0,42	728
Depression	0,11	1 371	0,15	728
Risikoneigung	5,1	1 348	5,1	717
Politische Einstellung: rechts	4,0	1 328	4,0	716
Alter	58,9	1 358	63,1	726
Anteil Männer	0,54	1 371	0,52	728
Erwerbstätig	0,23	1 371	0,17	728
Anzahl der Kinder	1,2	1 371	1,5	728
Verheiratet	0,50	1 371	0,62	728
Haushaltseinkommen (netto)	2 445,13	1 272	2 514,20	678
Bildungsjahre	13,5	1 371	13,8	728

Quellen: BASE-II; Deutsche Flugsicherung; Berechnungen des DIW Berlin.

© DIW Berlin 2015

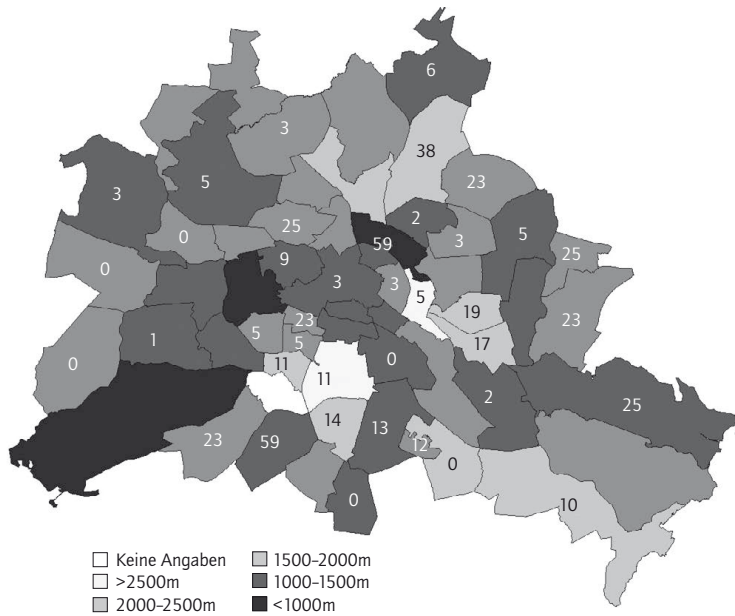
Von Fluglärm betroffene Teilnehmer haben im Durchschnitt eine geringere Zufriedenheit, sind älter und haben ein höheres Einkommen als nicht betroffene Teilnehmer.

<sup>1</sup> A. Boeckenhoff (2013): The Socio-Economic Module of the Berlin Aging Study II (SOEP-BASE): Description, Structure, and Questionnaire, SOEPpapers on Multidisciplinary Panel Data Research 568, Berlin.

Abbildung 1

**Mittlere Überflughöhe und subjektive Belastung durch Fluglärm in den Berliner Prognoseräumen**

Anteile in Prozent



Quellen: BASE-II; Deutsche Flugsicherung; Berechnungen des DIW Berlin.

© DIW Berlin 2015

Niedrige Überflughöhe geht mit höherer Lärmbelastung in den Bezirken einher.

stört fühlen. Dies entspricht etwa 35 Prozent aller von Fluglärm betroffenen Personen und etwa 13 Prozent der gesamten Stichprobe. Hierbei ist allerdings zu beachten, dass die geographische Verteilung der Studienteilnehmer nicht als repräsentativ für die Berliner Bevölkerung gelten kann.

In Gegenden mit einer hohen Fluglärmbelastung wird dieser auch häufiger als störend empfunden. Nichtsdestotrotz gibt es aber auch eine Reihe von Prognoseräumen mit einer hohen Lärmbelastung, in denen sich nur wenige Befragte von Fluglärm gestört fühlen und anders herum. Ebenso wird deutlich, dass sich sowohl der objektive Fluglärm als auch die subjektiv empfundene Lärmbelastung nicht nur auf die nähere Umgebung der beiden Berliner Flughäfen beschränken.

**Fluglärm beeinträchtigt subjektives Wohlbefinden und Zufriedenheit mit der Wohnsituation**

In einem ersten Schritt wird der Einfluss des Fluglärms auf das Wohlbefinden und die Zufriedenheit mit der

Wohnsituation untersucht. Darüber hinaus wird der Einfluss auf Schlaf und Gesundheit anhand verschiedener gesundheitlicher Indikatoren gemessen. Hierfür wird ein lineares Regressionsmodell gerechnet, das den durchschnittlichen Einfluss des Fluglärms auf die abhängige Variable angibt. Fluglärm wird zunächst durch eine binäre Variable gemessen – diese Variable nimmt den Wert 1 an, wenn ein Befragter angab, von Fluglärm betroffen zu sein, und den Wert 0 anderenfalls. Da sich, wie eingangs erwähnt, Bewohner in von Fluglärm betroffenen Gegenden von Bewohnern in nicht betroffenen Gegenden auch hinsichtlich ihrer Lärmsensibilität unterscheiden und diese Unterschiede selbst auch einen Einfluss auf die abhängige Variable haben, werden in den Modellen weitere Kontrollvariablen eingesetzt. Damit werden systematische Unterschiede in Alter, Familienstand, Einkommen, Erwerbsstatus, Bildung und Kinderzahl der Befragten in verschiedenen Gegenden herausrechnet.

Die Ergebnisse des ersten Modells, in dem der Einfluss des Vorhandenseins von Fluglärm geschätzt wird, sind in Abbildung 2 dargestellt. Auf der vertikalen Achse sind die verschiedenen abhängigen Variablen abgetragen. Die horizontale Achse gibt die Stärke des Einflusses des Fluglärms wieder. Die Punkte stehen dabei für den geschätzten Einfluss auf die jeweilige Variable, nachdem systematische Unterschiede in den Kontrollvariablen herausgerechnet wurden. Die horizontale Linie stellt das 95-Prozent-Konfidenzintervall dar, das den Grad der statistischen Präzision der Schätzung angibt.

Um einen Vergleich der verschiedenen Dimensionen von Wohlbefinden und Gesundheit zu ermöglichen, wurden die Variablen auf einen Mittelwert von null und eine Standardabweichung von eins skaliert. Diese Art der Standardisierung stellt sicher, dass die Größenordnung von Effekten, die auf unterschiedlichen Skalen gemessen wurden, direkt miteinander (in Standardabweichungen) verglichen werden können. Wenn das Konfidenzintervall den Wert null umfasst (vertikale, rote Linie), ist der geschätzte Effekt mit 95-prozentiger Wahrscheinlichkeit nicht von null – also keinem Effekt – zu unterscheiden. Dies bedeutet, dass die Hypothese „Fluglärm hat keinen Einfluss“ nicht verworfen werden kann.

Aus Abbildung 2 wird deutlich, dass von Fluglärm betroffene Personen unterdurchschnittlich mit ihrer Lebenssituation zufrieden sind. Fluglärm ist negativ mit der allgemeinen Lebenszufriedenheit, der Zufriedenheit mit der eigenen Gesundheit, der Wohngegend und der Wohnumwelt (Parks, Ruhe und Sauberkeit) assoziiert. Zudem schätzen die Betroffenen ihren Gesundheitszustand als schlechter ein, und sie berichten häufiger von Schlafstörungen oder auch Depressionen.



Diese Ergebnisse lassen sich natürlich nicht ohne weitere Annahmen als kausale Effekte von Fluglärm auf Wohlbefinden und Gesundheit interpretieren. Da ist zum einen das eingangs diskutierte Problem der Selektion von Personen in bestimmte Wohngebieten. In einem solchen Fall wäre der wahre Einfluss des Fluglärms aber sogar noch stärker als der hier geschätzte, da der potenzielle negative Einfluss auf weggezogene beziehungsweise nie hingezogene Personen nicht berücksichtigt werden kann. Zum anderen sind von Fluglärm betroffene Wohnviertel nicht ohne Weiteres mit nicht betroffenen Wohnvierteln vergleichbar. So könnten beispielsweise niedrigere Mieten und Preise für Wohneigentum dazu führen, dass Personen mit niedrigerem sozioökonomischen Status in diese Gegenden ziehen, so dass Arbeitslosigkeit oder ein niedriges Einkommen die eigentlichen Ursachen für die verringerte Zufriedenheit mit der Lebenssituation sind. Daher wurde in den Analysen für Unterschiede in Alter, Familienstand, Einkommen, Erwerbsstatus, Bildung und Kinderzahl der Befragten statistisch kontrolliert. Trotz allem lassen sich unbeobachtete Selektionseffekte von nicht berücksichtigten Variablen nicht völlig ausschließen.

Eine weitere methodische Einschränkung ist, dass die Bewohner selbst über die Lärmbelastung Auskunft gegeben haben. Dies ist besonders dann problematisch, wenn unzufriedenere Personen häufiger angeben, von Fluglärm betroffen zu sein als zufriedенere. Um diese Möglichkeit auszuschließen, wurden auch objektive Daten zur Überflughöhe als Maß für Fluglärm genutzt (Kasten 2). Die Ergebnisse bestätigen die Schlussfolgerungen auf Basis der Selbsteinschätzung des Fluglärms (Abbildung 3). So ist eine niedrigere Überflughöhe mit verringerter allgemeiner Lebenszufriedenheit und Zufriedenheit mit der Wohnung und der Wohngegend verbunden. Außerdem berichteten Bewohner häufiger über Niedergeschlagenheit und Müdigkeit.

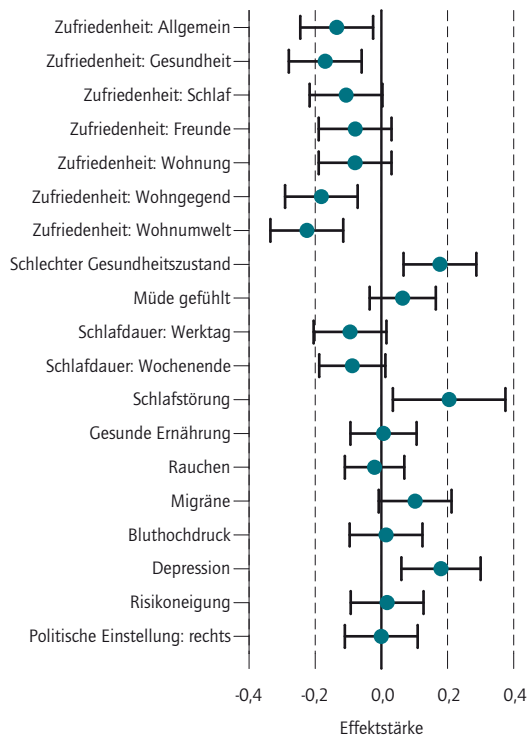
In den empirischen Modellen wurden Unterschiede im monatlichen Haushaltseinkommen der Studienteilnehmer berücksichtigt. Dies erlaubt es, die Korrelation zwischen Überflughöhe und Wohlbefinden mit der Korrelation zwischen Haushaltseinkommen und Wohlbefinden zu vergleichen. Auf diese Weise kann ein (hypothetischer) Geldbetrag geschätzt werden, den stark betroffene Haushalte monatlich erhalten müssten, um dasselbe Zufriedenheitsniveau zu erreichen wie weniger stark betroffene Haushalte.<sup>11</sup> Dieser Betrag

<sup>11</sup> Dieses Verfahren wurde beispielsweise von Stutzer und Frey (2008) genutzt, um den hypothetischen Ausgleichsbetrag zu schätzen, den Berufspendler erhalten müssten. Van Praag und Baarsma (2005) verwenden ein ähnliches Verfahren um die Kosten des Fluglärms zu beziffern. Vgl. Stutzer, A., Frey, B.S. (2008): Stress that Doesn't Pay: The Commuting Paradox. *Scandinavian Journal of Economics*, 110 (2), 339-366; Van Praag, B.M.S., Baarsma, B.E. (2005), a.a.O.

Abbildung 2

**Zusammenhang zwischen wahrgenommenem Fluglärm, Wohlbefinden und Gesundheit**

In Standardabweichungen



Quellen: BASE-II; Berechnungen des DIW Berlin.

© DIW Berlin 2015

Wahrgenommener Fluglärm ist mit verringertem Wohlbefinden und einer geringeren Zufriedenheit mit der Wohngegend verbunden.

liegt für eine um 100 Meter verringerte Überflughöhe zwischen 30 und 117 Euro im Monat (je nach betroffener Dimension). In Hinblick auf die in Abbildung 1 dargestellten Unterschiede in der Überflughöhe bedeutet dies, dass Haushalte in besonders stark betroffenen Gegenden ein um 450 Euro höheres monatliches Haushaltseinkommen erzielen müssten als Haushalte in kaum betroffenen Gegenden, um eine vergleichbare Lebenszufriedenheit zu erzielen. Diese Beispielrechnung bezieht sich natürlich auf einen Extremfall, bei dem alle Annahmen des zugrunde liegenden Regressionsmodells erfüllt sind, verdeutlicht aber nichtsdestotrotz das Ausmaß, in dem Fluglärm die Lebensqualität beeinträchtigen kann.

In der Praxis findet solch ein monetärer Ausgleich bereits statt, da Mieten und Grundstückspreise in

Kasten 2

**Kleinräumige Georeferenzierung**

Die Umfragedaten der Berliner Altersstudie II (BASE-II) sind mit kleinräumigen Nachbarschaftsinformationen (zum Beispiel der regionalen Arbeitslosenquote, dem durchschnittlichen Einkommen oder dem Grünflächenangebot) auf anonymisierter Basis verknüpft. Dies ermöglicht es, den Einfluss von Nachbarschafts- und Kontextfaktoren auf einzelne Individuen statistisch zu untersuchen. Für die Verknüpfung ist es notwendig, die Umfragedaten mit einer sog. Georeferenz (zum Beispiel Postleitzahl oder Geokoordinate) zu versehen. Die Georeferenz ermöglicht es, andere georeferenzierte Daten (zum Beispiel Daten zu Flugrouten, wie in dieser Studie verwendet) mit den Umfragedaten zu verknüpfen.

Die Umwandlung der Adressen der Befragungsteilnehmer in Geokoordinaten erfolgt aus Datenschutzgründen direkt beim Umfrageinstitut TNS Infratest Sozialforschung, das über die Adressen verfügt, diese aber nicht weitergibt. Dabei werden die Geokoordinaten der Adressen zufällig innerhalb eines gewissen Umkreises „verwischt“, sodass zum Beispiel innerhalb von dicht besiedelten Gebieten nur der Straßenabschnitt, aber nicht das genaue Wohnhaus identifizierbar ist.<sup>1</sup> Zudem stellen weitere technische und organisatorische Datenschutzmaßnahmen sicher, dass die Anonymität der Studienteilnehmer jederzeit sichergestellt ist.<sup>2</sup>

**1** Für weitere Informationen vgl. Knies, G., Spieß, C. K. (2007): Regional Data in the German Socio-Economic Panel Study (SOEP). DIW Data Documentation 17, Berlin. Online verfügbar unter [www.diw.de/documents/publikationen/73/55738/diw\\_datadoc\\_2007-017.pdf](http://www.diw.de/documents/publikationen/73/55738/diw_datadoc_2007-017.pdf), letzter Abruf 14.08.2014.

**2** Vgl. Göbel, J., Pauer, B. (2014): Datenschutzkonzept zur Nutzung von SOEPGeo im Forschungsdatenzentrum SOEP am DIW Berlin. Zeitschrift für amtliche Statistik Berlin-Brandenburg, Heft 3, 42–47.

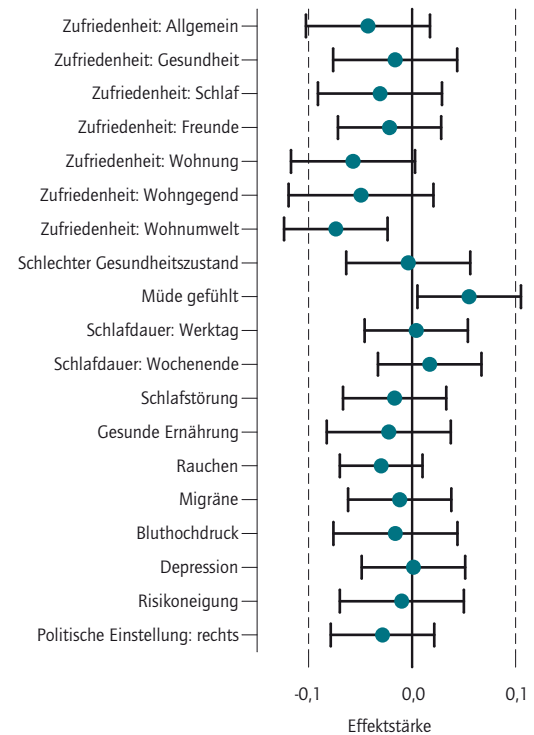
besonders stark betroffenen Gegenden häufig niedriger sind.<sup>12</sup> Die Ergebnisse einer vorherigen Analyse zeigen, dass bereits Erwartungen bezüglich zukünftiger Lärmbelastung zu deutlichen Preisrückgängen auf dem lokalen Immobilienmarkt führen können.<sup>13</sup> Für jeden Kilometer, den ein Flugkorri-

**12** Bei einer feststehenden Lärmbelastung werden Personen, die neu in die betroffenen Gebiete ziehen, durch niedrigere Mieten und Hauspreise (teilweise) für die Lärmbelastung kompensiert. Bei einer Änderung der Lärmbelastung trifft dieses Argument jedoch nicht zu, da die dann betroffenen Bewohner nicht von den sinkenden Immobilienpreisen profitieren, sondern zusätzlich belastet werden.

**13** Vgl. Mense, A., Kholodilin, K. (2012): Erwartete Lärmbelastung durch Großflughafen mindert Immobilienpreise im Berliner Süden. DIW Wochenbericht Nr. 37/2012; Winke, T. (2013), a. a. O., für die Region Frankfurt am Main.

Abbildung 3

**Zusammenhang zwischen dem Kehrwert der Überflughöhe und dem Wohlbefinden und der Gesundheit**  
In Standardabweichungen



Quellen: BASE-II; Deutsche Flugsicherung; Berechnungen des DIW Berlin.

© DIW Berlin 2015

Eine niedrigere Überflughöhe ist mit einem verringerten Wohlbefinden, einer verringerten Zufriedenheit mit der Wohnumwelt und häufigeren Müdigkeitsgefühlen verbunden.

dor näher rückt, wurde ein Preisrückgang pro Quadratmeter um 187 Euro beobachtet. Das bedeutet beispielsweise: Ein Haus, das nur 1,5 Kilometer Luftlinie von einem Flugkorridor entfernt liegt, kostet 561 Euro pro Quadratmeter weniger als ein identisches Haus, das mehr als 4,5 Kilometer entfernt liegt. Eine Immobilie mit 80 Quadratmetern würde demnach etwa 15 000 Euro weniger kosten, wenn sie einen Kilometer näher an einem Flugkorridor liegt. Diese Beispiele legen den Schluss nahe, dass sich die in dieser Studie beschriebenen Zufriedenheitseinbußen durch Flug-lärm bereits teilweise auf dem Immobilienmarkt niederschlagen.



Kasten 3

### Objektive Fluglärmkarten

Die objektiven Fluglärmkarten stammen von der Deutschen Flugsicherung GmbH (DFS). Sie umfassen den Zeitraum vom 1. Mai bis zum 31. Oktober 2012. Der Datensatz enthält die Koordinaten und Flughöhen sämtlicher Flugzeuge, die in diesem Zeitraum von den Berliner Flughäfen Schönefeld und Tegel gestartet beziehungsweise dort gelandet sind. Für jeden Flug gibt es mehrere Beobachtungen, die mit einem Abstand von vier Sekunden gemessen wurden und in der Regel nach vier Minuten Flugzeit aufhören. Der Datensatz besteht

aus über 16 Millionen Beobachtungen, die 130 063 Flügen entsprechen. Um die durchschnittliche Flughöhe für verschiedene Viertel zu ermitteln, wurde die gesamte Fläche Berlins als ein 50×50-Gitter dargestellt. Für jede Zelle dieses Gitters wurde die durchschnittliche Flughöhe aus den einzelnen zu dieser Zelle gehörenden Beobachtungen berechnet. Die inverse durchschnittliche Flughöhe dient als Maß der Flugintensität und dementsprechend des Fluglärms in der jeweiligen Gitterzelle.

### Fazit

Reine Querschnittsanalysen lassen keine Kausalzusammenhänge aufzeigen. Auf Basis der in diesem Bericht vorgelegten empirischen Befunde für eine nichtrepräsentative Stichprobe vor allem älterer Bewohner Berlins kann man aber vorsichtig schlussfolgern, dass vorhandener Fluglärm sowohl mit verringertem Wohlbefinden als auch beeinträchtigter Gesundheit der Betroffenen ver-

bunden ist. Das tatsächliche Ausmaß der negativen Auswirkungen von Fluglärm wird durch den Umzug besonders lärmempfindlicher Personen in ruhigere Wohngebiete unterschätzt. Ein Umzug ist jedoch nicht in allen Lebenssituationen möglich und zumutbar. Zudem können (kurzfristige) Änderungen der Flugrouten Anwohner in vorher nicht belasteten Wohnvierteln treffen. In beiden Fällen besteht Handlungsbedarf für die Lokalpolitik, um die negativen Folgen von Fluglärm abzumildern.

**Peter Eibich** ist Wissenschaftlicher Mitarbeiter im Sozio-oekonomischen Panel am DIW Berlin | [peibich@diw.de](mailto:peibich@diw.de)

**Konstantin Kholodilin** ist Wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Abteilung Makroökonomie am DIW Berlin | [kkholodilin@diw.de](mailto:kkholodilin@diw.de)

**Christian Krekel** ist Doktorand im Sozio-oekonomischen Panel am DIW Berlin | [ckrekel@diw.de](mailto:ckrekel@diw.de)

**Gert G. Wagner** ist Vorstandsmitglied des DIW Berlin | [gwagner@diw.de](mailto:gwagner@diw.de)

### AIRCRAFT NOISE ASSOCIATED WITH REDUCED QUALITY OF LIFE EVEN BEYOND BERLIN'S AIRPORTS

---

**Abstract:** Aircraft noise is a particularly problematic source of noise as many airports are located in or near major cities and, as a result, densely populated areas are affected. Data from the Berlin Aging Study II (Berliner Altersstudie II, BASE-II), whose socio-economic module is based on the longitudinal Socio-Economic Panel (SOEP) study which has been conducted since 1984, allows us to examine the effect of different levels of aircraft noise on the subjective well-being and health of the older residents of a major city,

in this case Berlin. The findings show that the presence of aircraft noise, also measured using objective aircraft noise data, is associated with significantly reduced well-being, lower satisfaction with one's living environment, and poorer health. The association between well-being and a crossing altitude reduced by 100 meters is given certain assumptions—for crossing altitudes of between 1,000 and 2,500 m—comparable to an income loss of between 30 and 117 euros per month.

JEL: I31, R41, I12

**Keywords:** Aircraft noise, well-being, health, BASE-II, SOEP



Peter Eibich, wissenschaftlicher Mitarbeiter im Sozio-oekonomisches Panel am DIW Berlin

## FÜNF FRAGEN AN PETER EIBICH

# »Fluglärm beeinträchtigt Wohlbefinden und Gesundheit – auch wenn er nicht stört«

1. Herr Eibich, Sie haben den Einfluss von Fluglärm auf das Wohlbefinden und die Gesundheit am Beispiel von Berlin untersucht. Konnten Sie dabei einen eindeutigen Zusammenhang feststellen? Wir konnten tatsächlich einen Zusammenhang zwischen Fluglärm und Gesundheit und Wohlbefinden nachweisen. Allerdings hängt die Stärke dieses Zusammenhangs stark davon ab, welchen Indikator man sich gerade ansieht. So konnten wir zum Beispiel feststellen, dass Personen, die in stark von Fluglärm betroffenen Wohnvierteln leben, eine verringerte Lebenszufriedenheit haben im Vergleich zu Personen, die weniger stark von Fluglärm betroffen sind. Gleichzeitig sind sie auch mit ihrer Wohnumwelt weniger zufrieden. Betrachtet man die Gesundheit, stellen wir eine höhere Anzahl von Schlafstörungen fest. Wir können jedoch nicht vollkommen ausschließen, dass diese Effekte andere Ursachen als den Fluglärm haben.
2. Welche gesundheitlichen Probleme kann Fluglärm insgesamt verursachen? Wir stellen fest, dass Personen in von Fluglärm betroffenen Gegenden ihren Gesundheitszustand selbst allgemein als schlechter einschätzen. Unsere Ergebnisse zeigen, dass die tatsächlichen gesundheitlichen Probleme hauptsächlich den Schlaf betreffen. Betroffene haben häufiger Schlafstörungen und fühlen sich auch tagsüber häufiger müde als nicht betroffene Personen. Allerdings konnten wir bei einigen Indikatoren, bei denen man einen Zusammenhang vermuten würde, nichts feststellen. Zum Beispiel finden wir keinen signifikanten Zusammenhang zwischen Fluglärm und Bluthochdruck.
3. Wie kann man unterscheiden, ob nur das Wohlbefinden oder tatsächlich die Gesundheit beeinträchtigt wird? Um das zu unterscheiden haben wir uns zum einen Indikatoren angesehen, die deutlich dem Bereich Zufriedenheit und Wohlbefinden zuzuordnen sind und zum anderen Indikatoren, die eindeutig im Gesundheitsbereich zu verankern sind. So können wir feststellen, dass sowohl das Wohlbefinden als auch die Gesundheit vom Fluglärm beeinträchtigt sind. Nach unseren Daten scheint allerdings der Einfluss auf das Wohlbefinden stärker zu sein.
4. Wird die Gesundheit auch bei denen beeinträchtigt, die sich nicht gestört fühlen? Interessanterweise ist dies tatsächlich der Fall. Wir können in unseren Daten sehr gut unterscheiden, ob Personen den Fluglärm an ihrem Wohnort einfach nur wahrnehmen oder ob sie sich tatsächlich dadurch gestört fühlen. Im Ergebnis sehen wir, dass sich nur etwa ein Drittel der Personen, die angaben, dass Fluglärm an ihrem Wohnort existiert, auch angaben, dass sie sich dadurch gestört fühlen. Nichtsdestotrotz lassen sich dieselben Effekte, die sich für störenden Fluglärm finden lassen, auch für allgemein vorhandenen Fluglärm finden, auch wenn diese natürlich um einiges geringer sind. In der Interpretation bedeutet das, dass es nicht so sehr von Bedeutung ist, ob sich Personen von Fluglärm gestört fühlen oder nicht, sondern dass allein das reine Vorhandensein von wahrnehmbarem Fluglärm ausreicht, damit diese Personen ein verringertes Wohlbefinden und negative Gesundheitseffekte haben.
5. Inwieweit kompensieren niedrigere Haushaltskosten, zum Beispiel durch geringere Mieten, die Beeinträchtigung durch Fluglärm? Es ist natürlich grundsätzlich zu erwarten, dass Personen, die sich persönlich nicht so sehr von Fluglärm gestört fühlen, es gerne in Kauf nehmen, in diesen betroffenen Wohnvierteln zu leben, um im Gegenzug eine niedrigere Miete zu zahlen beziehungsweise in den Genuss günstigerer Immobilienpreise zu kommen. Dies lässt sich in vorhergegangenen Analysen tatsächlich feststellen. So konnte beispielsweise gezeigt werden, dass die Quadratmeterpreise umso geringer sind, je näher ein Haus oder ein Grundstück an einem Flugkorridor liegt. Allerdings lässt sich aufgrund unserer Analysen auch feststellen, dass dieser Kompensationsmechanismus den Verlust an Wohlbefinden nicht vollständig kompensieren kann. Das heißt, auch Personen, die in den Genuss einer niedrigeren Miete kommen, haben trotzdem ein verringertes Wohlbefinden.

Das Gespräch führte Erich Wittenberg.



Das vollständige Interview zum Anhören finden Sie auf [www.diw.de/interview](http://www.diw.de/interview)

# Energiewende und Strommarktdesign: Zwei Preiszonen für Deutschland sind keine Lösung

Von Jonas Egerer, Christian von Hirschhausen, Jens Weibezahn und Claudia Kemfert

Im Zug der Energiewende sind in den letzten Jahren die Anforderungen an das Stromnetz kontinuierlich gestiegen, insbesondere wird die Optimierung der Nutzung vorhandener Ressourcen durch das sogenannte Engpassmanagement – den Umgang mit Engpässen im Netz – bedeutsamer. Vor diesem Hintergrund wird verstärkt diskutiert, ob regional differenzierte Preisgestaltung die richtigen Anreize für Stromerzeuger geben kann.

Eine Option für regionale Differenzierung ist die Einführung mehrerer Zonen, in denen sich unterschiedliche Strompreise bilden können. Von einem solchen System werden vielfach Anreize zu Investitionen in Kraftwerkskapazitäten, ein effizienterer Kraftwerkseinsatz, ein sicherer Systembetrieb, die Integration erneuerbarer Energien und liquide Strommärkte erwartet. Im Ergebnis würde so eine effizientere und kostengünstigere Steuerung der Strombereitstellung und der Stromnachfrage ermöglicht.

Die deutsche Energiepolitik hat sich bisher eindeutig für die Beibehaltung einer einheitlichen Preiszone im Strommarkt ausgesprochen. Im Rahmen der vorliegenden Studie erstellte modellbasierte Szenarien sowie Plausibilitätserwägungen legen nahe, dass die Einführung von zwei Preiszonen in Deutschland aktuell keinen wesentlichen Beitrag zur Verbesserung des Engpassmanagements leisten würde, im Gegenteil: Es wäre sogar zu befürchten, dass zwei Preiszonen (Norden und Süden) zu einer geringeren Marktliquidität und zu Marktunsicherheiten führen würden. Die Preiseffekte wären gegenwärtig nur gering. Die durchschnittliche Preisdifferenz zwischen den Zonen würde mit 1,70 Euro/MWh weniger als fünf Prozent des Großhandelsstrompreises betragen, und die Notwendigkeit von Anpassungen des Marktergebnisses aufgrund von Netzengpässen (Redispatch) würde sich nicht wesentlich verringern. Zum gegenwärtigen Zeitpunkt ist daher von der Einführung von zwei Preiszonen in Deutschland abzuraten. Davon unberührt sollte die Einführung von stärker regionalisierten Preissignalen („nodal pricing“) sowohl für Deutschland als auch im europäischen Kontext geprüft werden.

Im Rahmen der Überarbeitung der europäischen Netzwerkcodes kommt einer Regelung zunehmende Bedeutung bei, die bisher in den meisten europäischen Ländern nur im grenzüberschreitenden Stromhandel Anwendung fand: der Festlegung von getrennten Preiszonen auch innerhalb von Ländern.<sup>1</sup> Die vorläufige Version des neuen *Network Code for Capacity Allocation and Congestion Management (CACM)*<sup>2</sup> lässt den Mitgliedsstaaten die Möglichkeit, auch innerhalb der Länder beziehungsweise Netzbetreibergebiete unterschiedliche Preiszonen zu definieren und im Strommarkt das Handelsvolumen zwischen den Zonen zu begrenzen. Die Bildung unterschiedlicher Preiszonen bedeutet, dass innerhalb eines Landes unterschiedliche Strompreise herrschen; tendenziell ist der Preis in einer Zone mit hoher Stromnachfrage und vergleichsweise geringen Kraftwerkskapazitäten höher. In Stunden mit nicht ausgenutztem Handelsvolumen stellt sich zwischen den Zonen weiterhin ein einheitlicher Preis ein.

Im Rahmen des Prozesses zum Ausbau der Übertragungsnetze ist die Debatte in Deutschland intensiver geworden; auch diskutieren neben der europäischen Agentur für die Zusammenarbeit der Energieregulierungsbehörden (ACER)<sup>3</sup> die osteuropäischen Nachbarländer die Bildung mindestens zweier Zonen in Deutschland.<sup>4</sup> Insbesondere die Übertragungsnetzbetreiber in Polen, Tschechien, der Slowakei sowie Ungarn forderten in einem Memorandum die Bundesregierung zur Bildung von Preiszonen auf, um das Volumen von ungeplanten Flüssen durch Nachbarländer zu reduzieren, da die-

<sup>1</sup> In der Fachsprache wird von „Gebotszonen“ gesprochen.

<sup>2</sup> Vgl. European Commission (2014): Draft: Commission Regulation: Network Code for Capacity Allocation and Congestion Management. Title II, Chapter 2, Bidding zone configuration.

<sup>3</sup> Vgl. European Commission (2014): Draft: Commission Regulation establishing a guideline on capacity allocation and congestion management.

<sup>4</sup> Auf europäischer Ebene wird dies mit dem Wunsch nach einer Steigerung der Systemeffizienz begründet. Die osteuropäischen Nachbarländer sind aufgrund der sogenannten „Ringflüsse“ vom Norden Deutschlands über Polen, die Tschechische Republik und Österreich zurück in den Süden Deutschlands um ihre Systemsicherheit besorgt.

## Kasten 1

**Charakteristika des Strommarktes und Engpassmanagement**

Strom ist kein herkömmliches Gut: Er kann nur durch Leitungen transportiert werden, Angebot und Nachfrage müssen zu jedem Zeitpunkt ausgeglichen sein und es bestehen bisher keine kostengünstigen Möglichkeiten, ihn zu speichern. Der Stromfluss folgt dabei physikalischen Gesetzen und ist stark abhängig von der regionalen Verteilung von Einspeisung und Entnahme. Die Netzbetreiber sorgen für einen sicheren Betrieb der Stromnetze und achten dabei stets darauf, dass auch bei Ausfall einer wichtigen Leitung oder eines großen Kraftwerkes kein Stromausfall droht („n-1-Kriterium“).

Durch die Abhängigkeit des Stromflusses von der regionalen Verteilung der Erzeuger und Verbraucher entstehen in der Regel Engpässe, da der Strom nicht einfach einen „Umweg“ nehmen kann. Der Umgang mit vorhandenen Engpässen im Betrieb der Netze wird als Engpassmanagement bezeichnet und kann durch unterschiedliche Maßnahmen erfolgen.

se angeblich einen sicheren Systembetrieb gefährden.<sup>5</sup> Dies wird jedoch im „Grünbuch“ des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) zum „Strommarktdesign für die Energiewende“ nicht empfohlen; im Gegenteil, es fordert „die Erhaltung einer einheitlichen Preiszone“.<sup>6</sup> Das „Grünbuch“ beruft sich dabei auf mehrere Gutachten, die bei einer Kosten-Nutzen-Betrachtung die Bildung von Preiszonen in Deutschland verwarfen.<sup>7</sup> Im Folgenden wird geprüft, ob es Gründe für die Einführung von zwei Preiszonen in Deutschland im Kontext der Energiewende gibt.

**Organisationsmodelle für das Engpassmanagement**

Regionale Unterschiede in Stromerzeugung und -verbrauch, die zu Netzengpässen führen würden, müssen durch Engpassmanagement ausgeglichen werden. Dabei können unterschiedliche Ziele verfolgt werden. In

<sup>5</sup> ČEPS et al. (2012): Position of ČEPS, MAVIR, PSE Operator and SEPS regarding the issue of Bidding Zones Definition.

<sup>6</sup> BMWi (2014): Ein Strommarkt für die Energiewende – Diskussionspapier des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (Grünbuch), 32.

<sup>7</sup> Frontier Economics und Consentec (2011): Bedeutung von etablierten nationalen Gebotszonen für die Integration des europäischen Strommarkts – ein Ansatz zur wohlfahrtsorientierten Beurteilung. Siehe auch Consentec und Frontier Economics (2013): Bidding Zone Configuration.

statischer Betrachtung kann ein Dispatch (Kraftwerkeinsatz), bei dem Netzengpässe berücksichtigt werden, die Kosten reduzieren und Systemsicherheit steigern. In dynamischer Betrachtung werden unter Umständen Signale für die räumliche Verteilung von Kraftwerks(re)-investitionen und Stilllegungen erzeugt. Auch die Aufrechterhaltung integrierter Marktgebiete wie des seit Jahren existierenden deutsch-österreichischen Gebiets kann in eine solche Zielfunktion eingehen. Die Bedeutung, die dem Engpassmanagement in einem Stromsystem zukommt, hängt somit vom Zusammenspiel mit anderen Instrumenten ab. So kann regionalen Unterschieden sowohl durch Variationen der Stromerzeugung und der Last als auch durch Netzoptimierung, -verstärkung und -ausbau (NOVA-Prinzip) begegnet werden.

Die Frage nach dem optimalen Engpassmanagement kann nicht pauschal, sondern nur unter Betrachtung der spezifischen Rahmenbedingungen beantwortet werden. Dabei ist auch auf das Verhältnis zwischen Aufwand und Ertrag von Reformmaßnahmen zu achten. Die statischen Effizienzeffekte von Preisänderungen werden von der stark preisunelastischen Nachfrage eingeschränkt.

Grundsätzlich ist zwischen dem Design der Netztopologie und dem Betrieb eines Stromnetzes zu unterscheiden. Bei der Entscheidung bezüglich der Netztopologie wird festgelegt, ob ein Stromnetz prinzipiell Engpässe zulassen sollte oder nicht.<sup>8</sup> In der Regel ist Ersteres der Fall, wobei sich zwei Extremformen des Umgangs mit möglichen Engpässen im System unterscheiden lassen:<sup>9</sup>

- Im aktuellen System in Deutschland erfolgt zuerst ein Bietprozess aller Stromerzeuger im Großhandelsmarkt, wobei potenzielle Netzengpässe vernachlässigt werden. Im Anschluss daran werden eventuell auftretende Netzengpässe durch den Netzbetreiber korrigiert, der sogenannte Redispatch. Durch die Vernachlässigung der Netzbedingungen im Biet-

<sup>8</sup> Ein System ohne Engpässe wird auch als „Kupferplatte“ bezeichnet, weil ausreichend Stromkabel gelegt werden, um Engpässe gänzlich zu vermeiden und der Strom somit frei fließen kann. Der Vorteil des Systems „Kupferplatte“ ist ein geringes Preisrisiko für Erzeuger und Verbraucher sowie ein problemloser Netzbetrieb. Dem stehen als Nachteil relativ hohe Netzkosten gegenüber. Dieses System wurde bis in die 90er Jahre in praktisch allen europäischen Stromsystemen angewandt; auch in Nordamerika ist es nicht unbekannt. So hat der Übertragungsnetzbetreiber in Alberta bis heute die Pflicht, ein engpassfreies Netz bereitzustellen. The Brattle Group (2007): International Review of Transmission Planning Arrangements, 32.

<sup>9</sup> Vgl. Zum Beispiel Hogan, W.W. (1992): Contract networks for electric power transmission. sowie Neuhoff, K., Barquin, J., Bialek, J.W., Boyd, R., Dent, C.J., Echavarren, F., Grau, T., von Hirschhausen, C., Hobbs, B.F., Kunz, F., Nabe, C., Papaefthymiou, G., Weber, C., Weigt, H., (2013): Renewable electric energy integration: Quantifying the value of design of markets for international transmission capacity. Energy Economics 40, 760-772.

prozess entsteht in diesem System ein relativ hoher Redispatchbedarf.<sup>10</sup>

- Das Prinzip „Nodalpreise“ setzt dagegen auf einen integrierten Ansatz, bei dem durch eine Zentralisierung des Dispatches die Entscheidungen bezüglich der Stromerzeugung und des Engpassmanagements abgestimmt getroffen werden. Ziel ist dabei die Minimierung der Betriebskosten des Systems.<sup>11</sup> Dieses Prinzip wurde in den Bundestaaten der USA mit liberalisierten Strommärkten sowie in anderen Ländern wie Australien, Neuseeland und Chile eingeführt, in Europa hat es jedoch abgesehen von Irland und Polen<sup>12</sup> bisher keine Berücksichtigung in der Praxis gefunden.

Das Prinzip „Preiszone“ stellt einen Kompromiss zwischen den beiden Extremformen des Engpassmanagements dar.

Zwar kann durch die Festlegung unterschiedlicher Preiszonen ein Preissignal gegeben werden. Allerdings führen die Variationen der Stromflüsse auch zu veränderten Preiszonen. Solche Veränderungen ergeben sich durch Netzausbau, neue Investitionen in Kraftwerkskapazität, relative Preisänderungen für die Erzeugung mit Kohle und Gaskraftwerken sowie regionalen Wettermustern und Windproduktion.<sup>13</sup> Daher sind große Vorlaufzeiten bei der Anpassung von Preiszonen notwendig, um vertragliche Lieferverpflichtungen innerhalb einer Preiszone nicht infrage zu stellen. Durch die Aufteilung größerer Marktgebiete reduzieren Preiszonen die Marktliquidität. Preiszonen geben regionale Preissignale für den Weiterbetrieb von Kraftwerkskapazitäten, jedoch ist unklar, inwieweit damit auch Investitionsanreize für neue Kraftwerke vermittelt werden.

### Preiszonen in Deutschland: ...

Die Auswirkungen der Bildung einer nördlichen und einer südlichen Preiszone in Deutschland werden hier für das Jahr 2012 in stündlicher Auflösung in einem quantitativen Modell basierend auf den Stromsektor-

<sup>10</sup> Vgl. für eine Quantifizierung Abrell, J., Kunz, F. (2014): Integrating Intermittent Renewable Wind Generation – A Stochastic Multi-Market Electricity Model for the European Electricity Market. Networks and Spatial Economics.

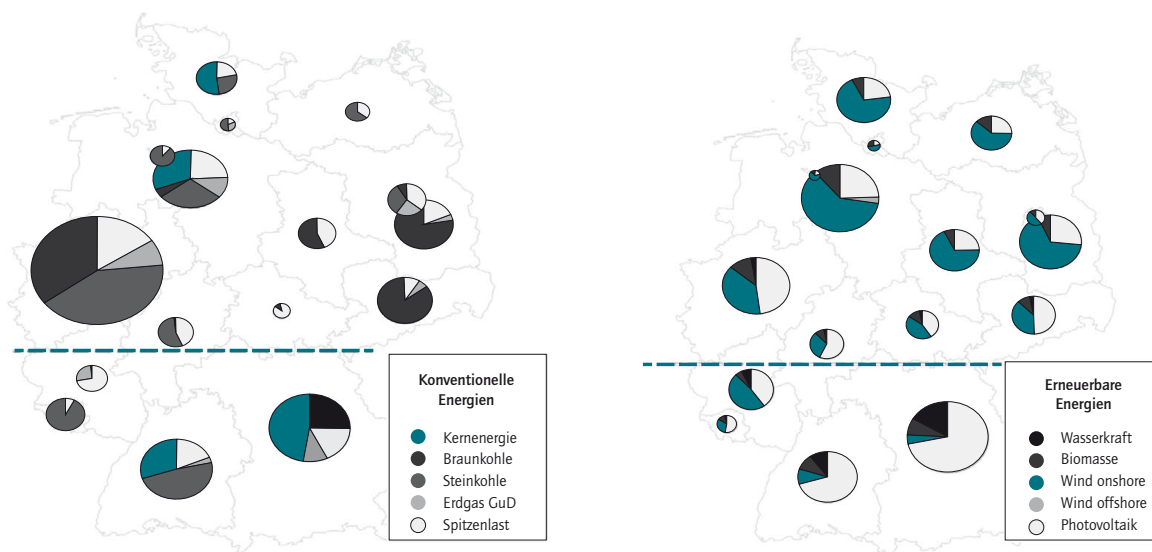
<sup>11</sup> Der Begriff „Nodalpreise“ (deutsch: Knotenpreise) bezieht sich darauf, dass eine vollständige Preisdifferenzierung auf der Ebene einzelner Netzknoten (in der Regel Transformatoren) stattfindet.

<sup>12</sup> Der polnische Netzbetreiber PSE wollte im Jahr 2011 ein Nodalpreissystem in Verbindung mit einem Kapazitätsmarkt einführen. Dieses befindet sich noch in der Planung.

<sup>13</sup> Neuhoff, K. (2011): Öffnung des Strommarktes für erneuerbare Energien: Das Netz muss besser genutzt werden. DIW Wochenbericht Nr. 20/2011.

#### Abbildung

### Regionale Verteilung der Kapazitäten zur Stromerzeugung 2012



Quellen: Bundesnetzagentur (2013); ÜNB (2013); Berechnungen des DIW Berlin.

In der nördlichen Preiszone findet sich eine Konzentration von fossilen Kraftwerken und Windenergieanlagen. Kernenergie und Photovoltaikanlagen charakterisieren die südliche Preiszone.



Tabelle

**Kapazitäten zur Stromerzeugung 2012 und 2015**

Tatsächliche Kapazitäten in Gigawatt in den für die Modellrechnungen gebildeten Preiszonen Nord und Süd

Technologie	2012		2015	
	Norden	Süden	Norden	Süden
Kernenergie	4,1	8	0	-1,3
Braunkohle	20,4	0	+0,6	0
Steinkohle	17,6	7,1	+1,2	+0,6
Erdgas (GuD)	5,2	3,2	+1,0	0
Erdgas (sonstige)	8,4	3,9	-1,2	-0,2
Mineralölprodukte	2,1	1,7	-0,2	-1,2
Pumpspeicher	3,9	4,9	0	0
Sonstige konventionelle Energien	3,4	0,6	-0,1	0
<b>Summe konventionelle Energien</b>	<b>65,1</b>	<b>29,4</b>	<b>+1,3</b>	<b>-2,1</b>
Wind Offshore	0,4	0	+2,6	0
Wind Onshore	28,5	3	+5,6	+0,6
Photovoltaik	16,8	15,6	+4,7	+4,3
Wasserkraft	0,6	3,1	0	+0,1
Biomasse	4,3	2,1	+0,4	+0,2
<b>Summe erneuerbare Energien</b>	<b>50,6</b>	<b>23,8</b>	<b>+13,3</b>	<b>+5,2</b>
<b>Kapazität insgesamt</b>	<b>115,7</b>	<b>53,2</b>	<b>+14,6</b>	<b>+3,1</b>
<b>Spitzenlast</b>	<b>54,6</b>	<b>31,4</b>	-	-

Quellen: Bundesnetzagentur (2013); ÜNB (2013); Berechnungen des DIW Berlin.

© DIW Berlin 2015

Im Vergleich zum Jahr 2012 findet bis 2015 ein deutlicher Zubau erneuerbarer Energien vor allem im Norden statt, wohingegen eine leichte Verschiebung konventioneller Erzeugung von Süden nach Norden zu beobachten ist.

modell ELMOD betrachtet.<sup>14</sup> Die Teilung des deutschen Strommarktes in zwei Zonen erlaubt die Vergabe von begrenzten Nord-Süd-Leitungskapazitäten zwischen den Preiszonen (sogenannter Net Transfer Capacities – NTCs). Die hier gewählte Grenze zwischen der nördlichen und der südlichen Preiszone folgt der nördlichen Landesgrenze Bayerns und verläuft auf der Höhe Frankfurt/Main nach Westen bis an die deutsch-belgische Grenze. Dadurch werden die großen Erzeugungskapazitäten an Wind- und Kohlekraft im Nord- und Mitteldeutschland von der südlichen Region mit verhältnismäßig hoher Nachfrage und geringen Erzeugungskapazitäten getrennt. Die regionalen Unterschiede verstärken sich durch den anhaltenden Zubau von Wind- und Kohlekraftwerken in Nord- und Mitteldeutschland von 2012 bis 2015 (Abbildung und Tabelle).

<sup>14</sup> Egerer, J., Weibezahn, J., Hermann, H. (2015): Two Price Zones for the German Electricity Market – Market Implications and Distributional Effects. Berlin, DIW Berlin Discussion Paper 1451; Leuthold, F., Weigt, H., von Hirschhausen, C., (2012): A large-scale spatial optimization model of the European electricity market. Networks and Spatial Economics 12, 75-107; Egerer, J., Gerbaulet, C., Ihlenburg, R., Kunz, F., Reinhard, B., von Hirschhausen, C., Weber, A., Weibezahn, J. (2014): Electricity Sector Data for Policy-Relevant Modeling: Data Documentation and Applications to the German and European Electricity Markets. Data Documentation No. 72, DIW Berlin.

Kasten 2

**Diskussion zu Preiszonen und internationale Erfahrungen**

In Deutschland sind die Befürworter von Preiszonen in der Minderheit: Wenige Stimmen fordern mehrere Preiszonen für Deutschland,<sup>1</sup> diskutieren sie als mögliche Folge der europäischen Entwicklung<sup>2</sup> oder sehen sie als notwendige Konsequenz bei einem weiteren Verschieben des aus ihrer Sicht notwendigen Netzausbaus.<sup>3</sup> Unterschiedliche Ausgestaltungen von Preiszonen wurden von Supponen,<sup>4</sup> Breuer et al.<sup>5</sup> sowie Burstedde<sup>6</sup> entwickelt. Nach einer Studie der Universität Duisburg-Essen hätte die Einführung von Preiszonen lediglich geringe Auswirkungen auf Preise.<sup>7</sup>

Die deutsche Strompolitik sowie die Regulierungsbehörde, die Bundesnetzagentur (BNetzA), lehnen bisher eine Aufteilung der deutsch-österreichischen Preiszone ab.<sup>8</sup> Auch das „Grünbuch“ des BMWi zum Strommarkt in Deutsch-

- 1 Bettzüge, M. O.: Irreführende Annahme – Marc Oliver Bettzüge schlägt vor, zwei Preiszonen für Strom in Deutschland zu schaffen (Gastkommentar). Handelsblatt vom 25. Februar 2014.
- 2 Breuer C., Moser A. (2014): Optimized bidding area delimitations and their impact on electricity markets and congestion management. IEEE.
- 3 Bauchmüller, M., Szymanski, M. (2014): Deutschlands neue Teilung. Süddeutsche Zeitung vom 6. Oktober 2014 und Monopolkommission (2011): Sondergutachten 59: Strom und Gas 2011: Wettbewerbsentwicklung mit Licht und Schatten. Sondergutachten der Monopolkommission, gemäß § 62 EnWG, Bonn, 12. September 2011.
- 4 Supponen, M., (2011): Influence of national and company interests on European electricity transmission investments. Ph.D. thesis. Aalto University. Espoo.
- 5 In einer modellgestützten Analyse zu Marktgebieten im europäischen Stromsektor, unter Berücksichtigung der Kriterien Marktmacht, Netzwerksicherheit und Systemkosten, könnte Deutschland für ein Szenario 2016/18 in bis zu drei Marktgebiete aufgeteilt werden. Vgl. Breuer, C., Moser, A. (2014): Optimized bidding area delimitations and their impact on electricity markets and congestion management.
- 6 Burstedde, B. (2012): From nodal to zonal pricing: A bottom-up approach to the second-best. 9th International Conference on the European Energy Market, Krakau, Polen.
- 7 Trepper, K., Bucksteeg, M., Weber, C. (2013): An Integrated Approach to Model Redispatch and to Assess Potential Benefits from Market Splitting in Germany. SSRN Scholarly Paper ID 2359328, Social Science Research Network, Rochester, NY, 535, papers.ssrn.com/abstract=2359328.
- 8 Frontier Economics and Consentec (2011): Bedeutung von etablierten nationalen Gebotszonen für die Integration des Europäischen Strommarkts – Ein Ansatz zur wohlfahrtsorientierten Beurteilung. Gutachten im Auftrag der Bundesnetzagentur.



land verlangt, die einheitliche Preiszone in Deutschland zu erhalten, und begründet dies sowohl mit traditionellen Argumenten (wie einer Verringerung der Liquidität und der Gefahr der Ausübung von Marktmacht), als auch mit Spezifika der Energiewende, unter anderem einer dann notwendigen unterschiedlichen Berechnung der EEG-Umlage im Norden und im Süden Deutschlands.<sup>9</sup>

Im europäischen Kontext wurde in den letzten Jahren auf die grenzüberschreitende Marktintegration der national geprägten Energiemärkte fokussiert, um die Entwicklung des europäischen Binnenmarktes (Internal Energy Market) voranzutreiben. Die Frage der Gebotszonengrenzen spielte dabei keine zentrale Rolle. Erst in jüngster Zeit hat dieser Aspekt, bedingt durch wachsende grenzüberschreitende Interaktionen, an Bedeutung gewonnen.<sup>10</sup> Vorgeschlagen wird eine Neugestaltung der Preiszonen, die bisher noch weitgehend die nationalen Grenzen widerspiegeln. Wesentliche Kriterien sollen dabei Netzsicherheit, Markeffizienz und die Stabilität der Zonen sein.<sup>11</sup>

Auf nationaler Ebene existieren in Norwegen (seit 2001), Schweden (seit 2011)<sup>12</sup> und Italien (seit 2011) Systeme mit Preiszonen: In Schweden betrug die durchschnittliche Preisdifferenz zwischen der Zone Nord und der Zone Süd in den vergangenen Jahren etwa zwei Euro/MWh.<sup>13</sup> Die grundlegenden Probleme der schwedischen Stromwirtschaft, das heißt die Nutzung der Windressourcen im Norden und die zukünftige Rolle der Atomkraft, wurden durch die Preiszonen nicht we-

sentlich gemildert. Auch Italien nutzt ein Modell mit mehreren Preiszonen, wobei aber für den Endverbraucher trotzdem ein einheitlicher Preis ermittelt wird. Dadurch wird der Effekt der Mengenanpassung wieder abgeschwächt.<sup>14</sup>

Besondere politische Brisanz hat die Diskussion durch Forderungen von Nachbarländern Deutschlands erhalten. So verlangen einige skandinavische Länder die Einführung von Preiszonen, wogegen sich die deutschen Netzbetreiber (hier: Tennet, 50Hertz) bisher gewehrt haben. Die vier Netzbetreiber Polens, der Tschechischen Republik, der Slowakei sowie Ungarns forderten die deutsche Bundesregierung im Jahr 2012 auf, den gemeinsamen Strommarkt mit Österreich aufzukündigen und mindestens zwei Preiszonen im deutschen System einzuführen; die NTCs der Grenzkuppelstellen zu Deutschland wurden reduziert.<sup>15</sup>

Ein Beispiel eines gescheiterten Engpassmanagementsystems auf Grund einer vereinfachten Abbildung des Netzwerkes ist das im März 1997 eingeführte System in PJM (Pennsylvania – New Jersey – Maryland), das aus unterschiedlichen regionalen Märkten zusammengestellt wurde. Angesichts verbleibender zoneninterner Engpässe kam es zu strategischem Bietverhalten von Stromerzeugern und -verbrauchern. Die sich dadurch ergebenden erratischen Preisvariationen zwangen den Regulierer, das System innerhalb weniger Monate abzuschaffen.<sup>16</sup> Stattdessen wurde im April 1998 ein Nodalpreissystem mit etwa 2 000 Knoten eingeführt, das bis heute praktiziert wird.<sup>17</sup>

<sup>9</sup> BMWi (2014), a. a. O.

<sup>10</sup> Ein Beitrag zu dieser Diskussion macht einen schematischen Vorschlag für eine alternative Definition von Gebieten: Anstatt sich an nationalen Grenzen zu orientieren, wird versucht eine Abgrenzung nach ähnlichen Charakteristika und Netztopologien festzulegen, Supponen, M. (2011): Influence of national and company interests on European electricity transmission investments. Ph. D. thesis. Aalto University. Espoo.

<sup>11</sup> European Commission (2014): Draft Commission Regulation: Network Code for Capacity Allocation and Congestion Management. Title II, Chapter 2, Bidding zone configuration.

<sup>12</sup> Nordpool spot (2015): Bidding areas. [www.nordpoolspot.com/How-does-it-work/Bidding-areas/](http://www.nordpoolspot.com/How-does-it-work/Bidding-areas/).

<sup>13</sup> In den drei (von vier) nördlichen Zonen sind in 95 Prozent der Stunden keine Preisunterschiede zu beobachten, zwischen der Zone 3 und 4 (südlichste Zonen) beträgt die durchschnittliche Preisdifferenz 1,60 Euro/MWh, vgl. Thema Consulting Group (2013): Nordic Bidding Zones.

<sup>14</sup> Vgl. Gestore Mercati Energetici (2015): market coupling, description of the model. [www.mercatoelettrico.org/en/mercati/mercatoelettrico/MC\\_Modello.aspx](http://www.mercatoelettrico.org/en/mercati/mercatoelettrico/MC_Modello.aspx).

<sup>15</sup> Zum Beispiel Deutschland-Polen im Rahmen des Dreiländerecks von 2000 MW auf 200 MW, vgl. ENTSO-E (2010): NTC-Matrizen. [www.entsoe.eu/publications/market-reports/ntc-values/ntc-matrix/Pages/default.aspx](http://www.entsoe.eu/publications/market-reports/ntc-values/ntc-matrix/Pages/default.aspx); und ab 2013 [www.entsoe.net](http://www.entsoe.net).

<sup>16</sup> Hogan, W. (1999): Getting the Prices Right in PJM: Analysis and Summary: April 1998 through March 1999 (The First Anniversary of Full Locational Pricing). Harvard University, HEPG Working Paper, [www.hks.harvard.edu/fs/whogan/pjm0399.pdf](http://www.hks.harvard.edu/fs/whogan/pjm0399.pdf).

<sup>17</sup> PJM Interconnection (2015): Energy Market. [www.pjm.com/markets-and-operations/energy.aspx](http://www.pjm.com/markets-and-operations/energy.aspx).

Für den Fall, dass die vorhandenen Austauschkapazitäten im Markt für den zonenübergreifenden kostengünstigsten Kraftwerkseinsatz nicht ausreichen, stellen sich unterschiedliche Strompreise im Norden und im Süden ein, die die Grenzkosten des teuersten erzeugenden Kraftwerks je Zone wiedergeben.

### ... Preisdifferenzen zwischen den Zonen wären gering ...

Der Redispatch zwischen dem Norden und dem Süden kann bei einer Handelskapazität (NTC) von acht GW durch die Bildung von Preiszielen von 1 655 GWh auf 1 544 GWh pro Jahr (minus sieben Prozent) reduziert werden.<sup>15</sup> Das Volumen des modellierten Redispatches ist damit vergleichsweise klein.

Die geringe Reduktion des Redispatches zeigt, dass die untersuchten zwei Preiszielen die Engpässe im Netz nicht angemessen abbilden und kein geeignetes Instrument für Engpassmanagement in Deutschland wären. Ein effektives marktbasierendes Engpassmanagement müsste Redispatch-Maßnahmen vollständig vermeiden.

Das zeigt sich auch in den über alle Stunden gemittelten Preisunterschieden zwischen den beiden Preiszielen in den Modellergebnissen<sup>16</sup> mit 0,40 Euro/MWh (2012) und mit 1,70 Euro/MWh (2015), die relativ gering sind.<sup>17</sup> Im Vergleich zum Einheitspreis ist der Anstieg im Süden dabei dreimal höher als die Reduktion im Norden. Gegenüber dem geringen gemittelten Preisunterschied gibt es indes vor allem in den Wintermonaten Stunden mit regionaler Knappheit im Süden mit etwas höheren Preisunterschieden.

Preisunterschiede zwischen den beiden Zonen bedeuten Verteilungseffekte zwischen Konsumenten und Produzenten. Die Gesamtsumme der Umverteilung erreicht

2015 für Verbraucher in der nördlichen Preiszone eine Ersparnis von 163 Millionen Euro pro Jahr, während Konsumenten in der südlichen Preiszone 275 Millionen Euro pro Jahr mehr zahlen.

Aufseiten der Produzenten sind verschiedene Technologien unterschiedlich stark von den Preisänderungen betroffen. Gaskraftwerke im Süden erzielen einen höheren Preisaufschlag als zum Beispiel Kernkraftwerke. Durch heterogene Kraftwerksauslastung und Gesamterzeugungsmengen gestaltet sich die Verteilung in der Modellrechnung wie folgt: Im Norden reduziert sich der Rohgewinn für erneuerbare Energie um 79 Millionen Euro pro Jahr, für Braunkohlekraftwerke um 66 Millionen Euro, für Steinkohlekraftwerke um 39 Millionen Euro und für Kernkraftwerke um 15 Millionen Euro. In der südlichen Preiszone profitieren Kernkraftwerke mit 74 Millionen Euro pro Jahr, erneuerbare Energien mit 57 Millionen Euro, Steinkohlekraftwerke mit 57 Millionen Euro und Erdgaskraftwerke mit 13 Millionen Euro.

### ... und Spezifika der Energiewende erschweren die Definition stabiler Preiszielen

Mit der zu erwartenden Fertigstellung der Südwestkuppelleitung über den Rennsteig (Altenfeld-Redwitz), wird in den nächsten Jahren eine zusätzliche Höchstspannungsleitung Stromüberschüsse aus den neuen Bundesländern nach Bayern leiten. Die Ergebnisse einer Sensitivitätsanalyse zeigen, dass der Effekt der Bildung von zwei Preiszielen dadurch stark verringert wird. Berücksichtigt man die neue Leitung in den Modellrechnungen, so geht die durchschnittliche Preisdifferenz auf 0,40 Euro/MWh zurück.

Eine alternative Definition von Preiszielen wäre nach Fertigstellung der Leitung die Aufnahme des Ruhrgebiets in die südliche Preiszone. Mit dem weiteren Zubau von Windanlagen und dem finalen Ausstieg aus der Atomkraft im Jahr 2022 könnte sich der strukturelle Unterschied zwischen Nord und Süd wieder verschärfen. Dadurch würden die hier diskutierten Preiszielen wieder relevanter werden. Dem steht eine zunehmende Anzahl lokaler Engpässe gegenüber, die in den nächsten Jahren vor allem innerhalb der nördlichen Preiszone durch den weiterhin starken Ausbau der Windenergie zu zeitweise vorhandenen Netzengpässen und damit erhöhtem Redispatch führen können. Die fortschreitende Energiewende macht durch den Zubau von erneuerbaren Energien, Änderungen im konventionellen Kraftwerkspark und Netzausbau eine stabile Definition von Preiszielen zunehmend schwierig.

<sup>15</sup> Im Jahr 2012 musste tatsächlich strombedingter Redispatch im Umfang von 1 962 GWh durchgeführt werden, vgl. Bundesnetzagentur, Bundeskartellamt (2014): Monitoringbericht 2013. Monitoringbericht gemäß § 63 Abs. 3 i. V.m. § 35 EnWG und § 48 Abs. 3 i. V.m. § 53 Abs. 3 GWB.

<sup>16</sup> Zur Modellierung wurden mehrere vereinfachende Annahmen getroffen. Zum einen wurde die Untersuchung beschränkt auf den deutschen Markt. Interdependenzen zwischen diesem und den Märkten der Nachbarländer wurden nicht berücksichtigt. Import- und Exportflüsse zwischen Deutschland und den Nachbarländern wurden zu diesem Zweck im Modell mit den tatsächlich im Jahr 2012 aufgetretenen Flüssen berücksichtigt. Auch wird die Flexibilität konventioneller Kraftwerke überschätzt, da etwa Rampenbeschränkungen oder die Wärmeführung nicht modelliert wurden. Hierdurch unterschätzt das Modell strukturell den Marktpreis.

<sup>17</sup> 1,70 Euro/MWh entspricht circa fünf Prozent des aktuellen Großhandelspreises von 35 Euro/MWh.

## Prüfauftrag für die Bundesregierung: Quantitative und qualitative Effekte von Nodalpreisen untersuchen

Sowohl das „Grünbuch“ des BMWi als auch die öffentliche Diskussion zum Engpassmanagement haben bisher das alternative Organisationsmodell „Nodalpreise“ weitgehend vernachlässigt. Dabei handelt es sich um die Umstellung des Systems auf zentralisierten Dispatch mit starker regionaler Preisdifferenzierung, das heißt die Einführung von Nodalpreisen. Die Erfahrung in Nordamerika legt nahe, dass dieses System auch für Deutschland ergebnisoffen analysiert werden sollte.<sup>18</sup>

Neben vermuteten statischen Effizienzgewinnen müssen auch die Wechselkosten berücksichtigt werden. Die Wechselkosten bestehen in Deutschland insbesondere in der Umstellung des aktuellen Handelsregimes hin zu einem zentralisierteren Dispatch. Dieser Wechsel hätte auch Auswirkungen auf die Arbeitsteilung zwischen den Netzbetreibern und der Systemführung. Auch für die Abrechnung der EEG-Umlage beziehungsweise anderer Förderinstrumente müssten neue Formen gefunden werden. Auf dem Weg der weiteren politischen Ausgestaltung<sup>19</sup> sollten daher rechtliche, technische, wirtschaftliche und institutionelle Aspekte der Einführung von Nodalpreisen geprüft werden.

<sup>18</sup> Das DIW Berlin hat sich in früheren Forschungsprogrammen bereits mit dem Thema beschäftigt, vgl. Neuhoff, K. (2011), a. a. O. Auch der wissenschaftliche Beirat beim Bundesministerium für Wirtschaft und Energie schlägt regional differenzierte Übertragungsnetztarife vor: Wissenschaftlicher Beirat BMWi (2014): Engpassbasierte Nutzerfinanzierung und Infrastrukturinvestitionen in Netzsektoren. Berlin.

<sup>19</sup> Vom „Grünbuch“ zum „Weißbuch“.

**Jonas Egerer** ist Wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Abteilung Energie, Verkehr, Umwelt am DIW Berlin | [jegeber@diw.de](mailto:jegeber@diw.de)

**Christian von Hirschhausen** ist Forschungsdirektor für Internationale Infrastrukturpolitik und Industrieökonomie am DIW Berlin | [chirschhausen@diw.de](mailto:chirschhausen@diw.de)

## Fazit

Sowohl in Deutschland als auch in Europa wird derzeit die Einführung von Preiszonen im Strommarkt als Instrument des Engpassmanagements diskutiert. In der deutschen Diskussion überwiegt die Skepsis gegenüber der Einführung von Preiszonen. Das „Grünbuch“ des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie lehnt die Bildung von Preiszonen ab und fordert den Erhalt einer einheitlichen Preiszone.

Modellbasierte Szenarien sowie Plausibilitätserwägungen legen nahe, dass die Einführung von zwei Preiszonen in Deutschland keinen wesentlichen Beitrag zur Verbesserung der Netznutzung leisten würde. Es steht sogar zu befürchten, dass Preiszonen zu hohen Transaktionskosten und einer geringeren Marktliquidität führen würden. In einem engmaschigen System wie Deutschland sind Preiszonen schwer zu definieren. Verteilungswirkungen wären eher gering. Die für das Jahr 2015 ermittelten Effekte der (hypothetischen) Bildung von zwei Preiszonen („Nord“ und „Süd“) hätten nur eine durchschnittliche Preisdifferenz zwischen den Zonen von etwa 1,70 Euro/MWh (weniger als fünf Prozent des Großhandelsstrompreises) zur Folge.

Unbeschadet der geringen Wirksamkeit von Preiszonen bleibt die Frage des Übergangs zu einem Nodalpreissystem offen. Nodalpreise (Knotenpreise) haben den Vorteil einer effizienteren Netznutzung. Bei der weiteren politischen Ausgestaltung sollten daher die technischen, juristischen, wirtschaftlichen und institutionellen Erfordernisse geprüft werden, damit die potenziellen Effekte besser eingeschätzt werden können.

**Jens Weibezahn** ist Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fachgebiet Wirtschafts- und Infrastrukturpolitik (WIP) der Technischen Universität Berlin | [jew@wip.tu-berlin.de](mailto:jew@wip.tu-berlin.de)

**Claudia Kemfert** ist Leiterin der Abteilung Energie, Verkehr, Umwelt am DIW Berlin | [ckemfert@diw.de](mailto:ckemfert@diw.de)

**ENERGY TRANSITION AND ELECTRICITY MARKET DESIGN: TWO BIDDING ZONES ARE NOT A SOLUTION FOR GERMANY**

---

**Abstract:** Requirements for the electricity network in Germany increased in recent years due to the energy transition. The utilization of existing infrastructure applying so called congestion management becomes more important. Regional pricing might help to set the right incentives for generation companies.

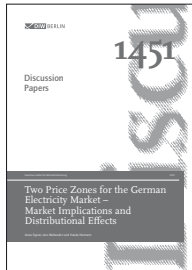
One option for regional price differentiation is splitting the market into multiple bidding zones with deviating electricity prices. Expectations for such a design include incentives for investments in power plants, more efficient power plant dispatch, increased system stability, integration of renewable energy sources, as well as liquid electricity markets. The result would be a more efficient and economic coordination of electricity supply and demand.

**JEL:** L51, L94, Q41, Q48

**Keywords:** Electricity, congestion management, bidding zones, Germany, Energiewende

So far, the German energy policy has taken a clear stand against regional pricing and favors the status quo of a single bidding zone. The model based scenario analysis and qualitative reasoning indicate that at this moment in time two bidding zones do not improve congestion management. The implementation of two bidding zones might even lead to lower market liquidity and market uncertainties. With an average difference of 1.70 Euro/MWh (less than five percent of wholesale prices), price effects between the northern and southern bidding zone are marginal. Also, the necessity for re-dispatch (alternating market results due to network congestion) does not decline significantly. In the current situation it therefore does not seem advisable to introduce two bidding zones in Germany. However, the implementation of farther reaching regional pricing (i. e. nodal pricing) for Germany as well as Europe should be examined.

Discussion Papers Nr. 1451  
 2013 | Jonas Egerer, Jens Weibezahn and Hauke Hermann



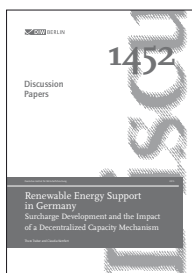
## Two Price Zones for the German Electricity Market: Market Implications and Distributional Effects

We discuss the implications of two price zones, i. e. one northern and southern bidding area, on the German electricity market. In the northern zone, continuous capacity additions with low variable costs cause large regional supply surpluses in the market dispatch while conventional capacity decreases in the southern zone. As the spatial imbalance of supply and load is increasing, the current single bidding area results more often in technically infeasible market results requiring curative congestion management. Additional bidding zones would enable better market integration of scarce transmission capacities in a system exposed to structural regional imbalances. Using a line sharp electricity sector model, this paper analyzes the system implications and the distributional effects of two bidding zones in the German electricity system in 2012 and 2015, respectively. Results show a decrease in cross-zonal re-dispatch levels, in particular in 2015. However, overall network congestion and re-dispatch levels increase in 2015 and also remain high for both bidding zones. Results are very sensitive to additional line investments illustrating the challenge to define stable price zones in a dynamic setting. With two bidding areas, prices in the model results increase in the southern zone and decrease in the northern zone. The average price deviation grows from 0.4 EUR/MWh in 2012 to 1.7 EUR/MWh in 2015 with absolute values being significantly higher in hours with price differences. Stakeholders within zones are exposed to the price deviations to a different extent. Distributional effects are surprisingly small compared to the wholesale price or different network charges.

[www.diw.de/publikationen/diskussionspapiere](http://www.diw.de/publikationen/diskussionspapiere)



Discussion Papers Nr. 1452  
 2013 | Thure Traber and Claudia Kemfert



## Renewable Energy Support in Germany: Surcharge Development and the Impact of a Decentralized Capacity Mechanism

The German support for renewable energies in the electricity sector is based on the feed-in tariff for investors that grants guaranteed revenues for their renewable energy supply. Corresponding to differences of granted tariffs and respective market values, a surcharge on consumption covers differential costs. While granted tariffs are bound to fall with advances in renewable energy technologies, the market design and the flexibility of the system influence the expected market values of renewables and the necessary surcharge. We apply the European electricity market equilibrium model EMELIE-ESY to investigate this relationship. We find a crucial dependence of market values of renewables on a high system flexibility and the current so-called energy-only market design. Under these conditions, the market values of renewables sequentially recover with increasing market prices by 2024 and 2034. This allows to limit the increase of the core surcharge to below a quarter of its 2013 value by 2024 despite a doubling of renewables, and to introduce substantial surcharge reductions through 2034. However, the introduction of a capacity market would erode market values of renewable energies and induce a pronounced growth of the core surcharge. Under inflexible supply structures and a capacity market, we find an increase of the core surcharge of more than 50 percent by 2024, a respective loss of the market value of wind power of the same magnitude, and an increase of the generation induced part of the consumer prices of more than a quarter.

[www.diw.de/publikationen/diskussionspapiere](http://www.diw.de/publikationen/diskussionspapiere)





Dorothea Schäfer ist Forschungsdirektorin Finanzmärkte am DIW Berlin. Der Beitrag gibt die Meinung der Autorin wieder.

## TTIP und Finanzmarktregulierung: Organisiertes Wettrennen um den niedrigsten Standard?

---

Erst kürzlich wurde bekannt, dass die Finanzmarktregulierung Bestandteil des transatlantischen Freihandelsabkommens TTIP sein soll. Ein Schelm, der Böses dabei denkt! Wir erinnern uns: Früher – vor der Finanzkrise – wurde gerne argumentiert, die nationalen Banken dürften keine Wettbewerbsnachteile dadurch erleiden, dass im Vergleich zu den USA im eigenen Land zu hohe Mindest-Eigenkapitalquoten vorgegeben werden. Daraus wurde dann ein Wettrennen nach unten um den niedrigsten Standard. Waren jenseits des Atlantiks die Eigenkapitalanfordernisse niedriger, wollten die Banken diesseits des Atlantiks auch eine Lockerung. So wurden die Bankbilanzen Jahr um Jahr voluminöser und die Verschuldung der Banken Jahr und Jahr größer. Erst als der Zusammenbruch des Bankensystems 2008 nur dadurch verhindert werden konnte, dass die Gemeinschaft der Steuerzahler anfangs, das Geschäftsmodell der Großbanken zu garantieren, kam das Rennen nach unten erst einmal zum Stillstand. Als Lehre aus der Finanzkrise wollten einige Länder, darunter die USA, sogar höhere Eigenkapitalstandards für ihre Banken. Das aber versuchten andere Länder, darunter auch Deutschland, zu verhindern. Zu diesem Zweck wurde nun das Argument umgekehrt: Die Banken in Ländern mit höheren Mindest-Eigenkapitalquoten hätten dann ungerechtfertigte Wettbewerbsvorteile.

Was lernen wir daraus? Erstens: Das Argument ist offenbar beliebig. Zweitens: Solange ein (wichtiger) Wirtschaftsraum mit niedrigeren Regulierungsstandards als anderswo existiert, solange wird die globale Finanzindustrie nicht müde, von der Politik eine Verständigung auf eben diesen niedrigeren Standard einzufordern. Und oftmals – wenn auch seltener als vor dem Ausbruch der Finanzkrise – lässt sich die Politik vor diesen Karren der (meistens großen) Finanzinstitute spannen.

Warum also sollte man Vertrauen in die Einbeziehung der Finanzmarktregulierung in TTIP haben? Allein schon die Geheimniskrämerei um dieses Thema ist bedenklich. Wenn im Rahmen von TTIP zukünftig ein neues transatlantisches Gremium aus Stakeholdern die Finanzmarktregulierungen aushandeln und verbindlich machen soll, muss eine Neuauflage des Wettrennens um die schwächsten Regulierungen im Finanzsektor befürchtet werden. Nicht nur Bankenaufsicht und -abwicklung, auch die Finanzmarktregulierung an sich haben verteilungspolitische Konsequenzen. Je nachdem, wie sie ausgestaltet ist, betrifft sie mehr oder weniger, früher oder später die Bürgerinnen und Bürger. Schon allein deshalb gehört die Konzeption der Finanzmarktregulierung und die Aushandlung von Gesetzesvorschlägen dazu nicht in die Hände eines (Schatten-)Gremiums, in dem womöglich frühere und amtierende Vertreter der Finanzindustrie diesseits und jenseits des Atlantiks die Mehrheit besitzen.

Es ist eine unbestrittene Lehre aus der Finanzkrise, dass Finanzmärkte mit einer schwächeren Regulierung instabil und krisenanfällig sind. Eine zweite lautet: Vertrauen ist gut, Kontrolle ist besser. Für TTIP bedeutet das: Es ist höchste Zeit für eine Veröffentlichung der Verhandlungsunterlagen zur Einbeziehung der Finanzmarktregulierung in das transatlantische Handelsabkommen. Die Diskussion über Sinn und Unsinn der Einbeziehung und der geplanten Regelungen muss endlich anfangen können: unter Bürgerinnen und Bürgern, unter Parlamentarierinnen und Parlamentariern, unter Journalistinnen und Journalisten und unter Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern.