

Neuhoff, Karsten; Ritter, Nolan

**Article**

## Kurzfristige Auktionen erhöhen Handelsvolumen und Marktliquidität an der Strombörse

DIW Wochenbericht

**Provided in Cooperation with:**

German Institute for Economic Research (DIW Berlin)

*Suggested Citation:* Neuhoff, Karsten; Ritter, Nolan (2016) : Kurzfristige Auktionen erhöhen Handelsvolumen und Marktliquidität an der Strombörse, DIW Wochenbericht, ISSN 1860-8787, Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (DIW), Berlin, Vol. 83, Iss. 41, pp. 987-993

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/146996>

**Standard-Nutzungsbedingungen:**

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

**Terms of use:**

*Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.*

*You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.*

*If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.*

# Kurzfristige Auktionen erhöhen Handelsvolumen und Marktliquidität an der Strombörse

Von Karsten Neuhoﬀ und Nolan Ritter

Die Anteile ﬂuktuierender erneuerbarer Stromerzeugung aus Windkraft- und Photovoltaikanlagen steigen in Deutschland und Europa. Ein eﬃzienterer Handel dieser erneuerbarer Energien erfordert flexible Strommärkte. Hierbei können Auktionen einen eﬃzienteren Handel ermöglichen, unter anderem durch höhere Liquidität und eine einfachere Zusammenführung von Angebot und Nachfrage. Zudem können geeignet ausgestaltete Auktionen grenzüberschreitenden Handel vereinfachen und eine eﬃzientere Nutzung der Flexibilität des europäischen Stromverbundes ermöglichen.

Vor diesem Hintergrund führte die Strombörse European Power Exchange im Dezember 2014 eine Auktion für Viertelstundenkontrakte des Folgetages in Deutschland ein. Zuvor war für diese Kontrakte an der Börse nur ein kontinuierlicher Handel möglich. Der vorliegende Beitrag präsentiert die Ergebnisse einer Analyse, wonach diese neue Auktion das Handelsvolumen und die Marktliquidität erhöht hat. Dieses sind Indikatoren für die Vorteilhaftigkeit dieser Auktion und deuten auf mögliche Kostensenkungen hin.

Es ist ein erklärtes Ziel der Bundesregierung<sup>1</sup> sowie der Europäischen Union<sup>2</sup>, den Anteil der erneuerbaren Energien am Stromverbrauch deutlich zu steigern. Während im Jahr 2000 rund sechs Prozent (brutto) des in Deutschland verbrauchten Stroms aus Quellen wie Wasserkraft, Biomasse, Windkraft, und Solarenergie stammten, waren es 2015 bereits um die 30 Prozent.<sup>3</sup> Dieser Anteil soll bis 2050 auf mindestens 80 Prozent erhöht werden.<sup>4</sup> Dieses hat auch Auswirkungen auf die Art, wie Strom gehandelt wird: Insbesondere ist das Solar- und Windenergieaufkommen nicht vollständig planbar, sodass kurzfristig auf Änderungen im Aufkommen reagiert werden muss. Mit steigendem Anteil erneuerbarer Energien ist somit zu erwarten, dass der kurzfristige Handel an Bedeutung gewinnt.

Der kurzfristige Handel für Deutschland ist, in maßgeblicher Weise, über die Strombörse European Power Exchange (EPEX) organisiert (Kasten 1). Neben der Möglichkeit zum kontinuierlichen Handel stellen Auktionen dort den zentralen Marktmechanismus dar. In der Vergangenheit waren Stundenkontrakte – das heißt die Lieferung und Abnahmeverpﬂichtung für Strom für eine einzelne Stunde des folgenden Tages – das kürzeste verfügbare Produkt für Auktionen. Seit Dezember 2014 können auch Viertelstundenkontrakte, die zuvor nur kontinuierlich gehandelt werden konnten, auktioniert werden. Auch vor dem Hintergrund des schwankenden Angebots erneuerbarer Energien und höherer Komplexität durch grenzüberschreitenden europäischen Handel kann durch diese neue Auktion ein ﬂexibleres und eﬃzienteres Marktgeschehen erwartet werden. Dies geht ein-

<sup>1</sup> Gesetz für den Ausbau erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz – EEG, 2014), §1.

<sup>2</sup> Europäische Union (2009): Richtlinie 2009/28/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. April 2009 zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen und zur Änderung und anschließenden Aufhebung der Richtlinien 2001/77/EG und 2003/30/EG. Amtsblatt der Europäischen Union (5.6.2009).

<sup>3</sup> Siehe Bundesministerium für Wirtschaft und Energie und Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (2016): Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland.

<sup>4</sup> EEG (2014), a. a. O.

Kasten 1

### Grundlagen des Stromhandels

Strom kann sowohl langfristig, das heißt mehrere Monate oder Jahre im Voraus, als auch kurzfristig, das heißt zwischen 35 Stunden und 30 Minuten vor Lieferung, gehandelt werden. In beiden Fällen kann der Handel sowohl standardisiert an einer Strombörse als auch bilateral außerbörslich, in sogenannten Over-the-counter-Geschäften (OTC), erfolgen.

Zu den langfristigen Geschäften gehören sogenannte Futures, die an der Strombörse European Energy Exchange (EEX) gehandelt werden. Diese sind standardisierte Verträge über eine Stromlieferung zu einem bestimmten zukünftigen Termin, und ihre Erfüllung ist finanzieller Natur. In der langen Frist können Erzeuger und große Verbraucher aber auch außerhalb der Börse Geschäfte mit individuellen Bedingungen aushandeln. Entsprechend kann vereinbart werden, ob die Geschäfte physisch durch die Lieferung oder die Abnahme von Strom oder finanziell durch Zahlungen erfüllt werden. Langfristige Märkte spielen eine zentrale Rolle beim Risikomanagement von Stromerzeugern und Stromhändlern.

In der kurzen Frist können Erzeuger und große Verbraucher ebenfalls Geschäfte über eine Strombörse, die European Power Exchange (EPEX), oder außerhalb der Börse abschließen. In beiden Fällen erfolgt die Erfüllung der Vereinbarungen in der Regel physisch über die Lieferung oder die Abnahme der vereinbarten Strommenge. Die Märkte für die kurze Frist werden auch als Spot-Märkte bezeichnet. Der Preis auf dem Spotmarkt an der Börse kann als der zentrale Referenzpreis für den Strommarkt angesehen werden.

Während auch für viele andere Güter lang- und kurzfristige Märkte bestehen, unterscheidet sich der Markt für Strom grundlegend von Märkten lagerfähiger Güter. Dies ist auf die weitgehend fehlende Speicherbarkeit von Strom zurückzuführen. So müssen Stromangebot und Stromnachfrage zu jeder Zeit ausgeglichen sein, damit das System technisch stabil und die Versorgung gewährleistet ist. Mit zunehmendem Aufkommen nicht steuerbarer erneuerbarer Energien, wie etwa Solar- oder Windenergie, nimmt die Bedeutung kurzfristiger Bedarfsanpassungen entsprechend zu.

her mit höherem Handelsvolumen und höherer Marktliquidität des Stromhandels.

Das DIW Berlin hat, auf Basis von durch EPEX<sup>5</sup> bereitgestellten Daten, die Auswirkung der Einführung dieser neuen Auktion analysiert.<sup>6</sup> Die Ergebnisse zeigen, dass diese neu eingeführte Möglichkeit der Auktion sowohl das gesamte Handelsvolumen als auch die Liquidität auf dem Markt für Viertelstundenprodukte erhöht hat. Dieses legt nahe, dass die Flexibilität und auch die Sicherheit des Stromhandels verbessert worden sind.

### Wie wird Strom an der Börse gehandelt?

Die EPEX organisiert den kurzfristigen Börsenhandel für Deutschland, Frankreich, Luxemburg, Österreich und die Schweiz.<sup>7</sup> An der EPEX wird Strom in zwei standardisierten zeitlichen Formaten gehandelt. Einerseits können Kauf und Verkauf von Strom in Zeiteinheiten von einer Stunde oder Vielfachen davon erfolgen, also zum Beispiel für drei oder vier Stunden. Andererseits

ist dies auch für Viertelstunden möglich. Die Standardisierung in Stunden- und Viertelstundenkontrakte senkt die Komplexität, weil Vielfache von Stunden oder Viertelstunden erheblich leichter kombinierbar sind im Vergleich zu Geboten individueller Länge.

An der EPEX werden um zwölf Uhr Stundenkontrakte mit Lieferzeitpunkten am Folgetag auktioniert. Bis zwölf Uhr können Marktteilnehmer Angebote zum Kauf und Verkauf von Strom abgeben. Marktteilnehmer kennen ausschließlich ihre eigenen Gebote. Nachdem die Auktion beendet ist, ermittelt EPEX aus allen Geboten den Marktpreis sowie die dazugehörige Menge. Vereinfacht gesprochen geschieht dies, indem die Verkaufsangebote von günstigsten zum teuersten Angebot geordnet werden. Das gleiche geschieht, in umgekehrter Reihenfolge, mit den Kaufangeboten. Dies stellt sicher, dass die Verkäufer mit den günstigsten Angeboten und die Käufer mit den höchsten Zahlungsbereitschaften bevorzugt werden. Im Schnittpunkt der Angebots- und Nachfragekurven ergibt sich der Marktpreis. Diesen einheitlichen Marktpreis erhält jeder Verkäufer, dessen angebotener Verkaufspreis kleiner oder gleich dem Marktpreis ist, und muss im Gegenzug liefern. Jeder Käufer zahlt diesen Marktpreis, der bereit war diesen oder einen höheren Preis zu zahlen.

Nach der Auktion besteht ab 15 Uhr des Weiteren die Möglichkeit des kontinuierlichen Handels. Hierzu

<sup>5</sup> EPEX (2016): Datenlieferung. European Power Exchange, Paris.

<sup>6</sup> Neuhoff, K., Ritter, N. et al. (2015): Intraday Markets for Power: Discretizing the Continuous Trading? DIW Discussion Papers 1544.

<sup>7</sup> Für technische Dokumentationen siehe EPEX (2016): Technische Dokumentation. European Power Exchange. [www.epexspot.com/de/extras/download-center/technische\\_dokumentation](http://www.epexspot.com/de/extras/download-center/technische_dokumentation) (abgerufen am 8.6.2016).

erstellt zum Beispiel ein Verkäufer ein Verkaufsangebot, indem ein Preis, eine Menge und ein Lieferzeitpunkt definiert werden. Der früheste Lieferzeitpunkt muss mindestens eine halbe Stunde in der Zukunft liegen. Der späteste Lieferzeitpunkt ist 23 Uhr am Folgetag. Dieses Angebot ist von allen Marktteilnehmern einsehbar. Wird dieses Angebot von einem Käufer angenommen, so erhält der Verkäufer den verlangten Preis und muss die angebotene Menge liefern. Im Gegensatz zur Auktion muss ein Verkäufer also den Preis antizipieren, den ein Käufer zu zahlen bereit ist.

Bis zur Einführung der Auktion im Dezember 2014 konnten Viertelstundenprodukte *ausschließlich* kontinuierlich gehandelt werden. Seitdem werden diese zunächst um 15 Uhr ebenfalls auktioniert und danach zusätzlich ab 16 Uhr, bis maximal eine halbe Stunde vor Lieferung für den aktuellen und kommenden Tag, kontinuierlich gehandelt. Viertelstundenkontrakte dienen im Handel auch dazu, die mit Stundenkontrakten eingegangenen Verpflichtungen mit der Veränderbarkeit von Kraftwerksleistung in Einklang zu bringen: Zum Beispiel hat ein Stromerzeuger Stundenkontrakte für fünf zusammenhängende Stunden bei der Auktion verkauft. In der ersten Viertelstunde der Lieferperiode kann aber nur die Hälfte der versprochenen Leistung durch das vorgesehene Kraftwerk erbracht werden. Entweder setzt der Stromerzeuger nun ein weiteres Kraftwerk ein, oder er kauft die fehlende Leistung in Form von Viertelstundenkontrakten am Markt hinzu. Abbildung 1 zeigt eine stilisierte Darstellung des Stromhandels.<sup>8</sup>

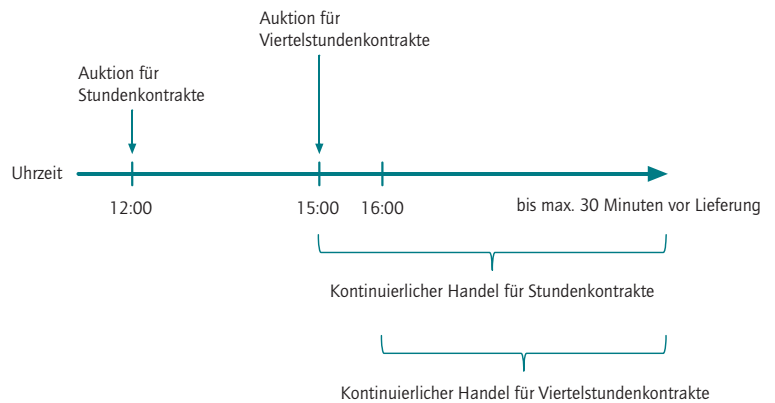
Der kontinuierliche Handel erfolgt auf freiwilliger Basis und entsprechend betriebswirtschaftlichem Kalkül nur, wenn dies günstiger als die Eigenproduktion ist. Ein Anstieg des Handelsvolumens durch eine zusätzliche Auktion unter ansonsten gleichen Bedingungen ist daher ein Indikator für eine Kostensenkung. Herrscht auf einem Markt Wettbewerb werden Kostensenkungen an Kunden weitergegeben.

### Wie können Auktionen den Stromhandel an der Börse flexibilisieren?

Da Stundenkontrakte immer um zwölf Uhr für den Folgetag versteigert werden, beträgt der Zeitraum zwischen der Auktion und der Lieferung bis zu 35 Stunden. Der anschließende kontinuierliche Handel dient vor allem dazu, Änderungen, etwa in der prognostizierten Produktion erneuerbarer Energien, oder der prognostizierten Nachfrage zum Lieferzeitpunkt, im Zeitraum zwischen Auktion und Lieferzeitpunkt auszugleichen.

Abbildung 1

### Zeitlicher Ablauf des Stromhandels an der EPEX



Quelle: Eigene Darstellung.

© DIW Berlin 2016

An der EPEX werden Kontrakte zunächst auktioniert, bevor der kontinuierliche Handel beginnt.

### Auktionen können Angebot und Nachfrage flexibel zusammenführen

Wenn auf dem kontinuierlichen Markt ein Kaufgebot aufgegeben wird, wird dieses mit allen bestehenden Verkaufsangeboten verglichen. Gleiches gilt für alle aufgegebenen Verkaufsangebote. Stimmen Preis und Menge überein, wird die Transaktion abgewickelt. Es ist auch möglich, zeitlich zusammenhängende Angebote abzugeben. Diese werden aber nur angenommen, sofern ein genau passendes Gegenangebot besteht. Kauf- und Verkaufsangebote müssen sich also auf denselben Zeitraum beziehen und dieselbe Menge umfassen.

Wird kein passendes Gegenangebot gefunden, bleibt das Angebot vorerst offen. Es wird kein Versuch unternommen, zusammenhängende Angebote mit Kombinationen von offenen Gegenangeboten abzubilden. Der Grund hierfür liegt in der schnell wachsenden Komplexität: Die Anzahl möglicher Kombinationen wächst mit der Anzahl der offenen Gebote und der Länge des zusammenhängenden Angebots stark an und kann schnell unbeherrschbar werden. Da auch über Landesgrenzen hinweg gehandelt werden kann und in manchen Ländern neben Stunden- und Viertelstunden- auch mit Halbstundenkontrakten gehandelt wird, erhöht sich die Anzahl der Kombinationen zusätzlich.

Durch die Einführung des neuen Auktionsmarktes, auf dem sämtliche Gebote zu einem Zeitpunkt beurteilt werden, wird die Zusammenführung von Angebot und

<sup>8</sup> Abbildung 1 befindet sich in ähnlicher Form in Neuhoff, K., Ritter, N. et al. (2016), a. a. O.

Kasten 2

**Multi-Part-Bids**

Im Rahmen von Auktionen könnten zukünftig auch sogenannte Multi-Part-Bids eingeführt werden. Mit diesen mehrteiligen Geboten können technische Eigenschaften der Stromerzeugung oder Stromnachfrage, und daraus erwachsende Interdependenzen zwischen einzelnen Viertelstunden, abgebildet und im Auktionsclearing berücksichtigt werden.

Zu diesen Eigenschaften zählen etwa die Kosten für das Anfahren und Abfahren von Kraftwerken oder technische Beschränkungen bei der Erzeugungsänderung über die Zeit (sogenanntes Ramping). Konventionelle Kraftwerke können ihre Produktion zwischen Viertelstunden nur in beschränktem Umfang anpassen. Werden Viertelstundenkontrakte separat gehandelt, dann besteht für Betreiber von Kraftwerken ein Handelsrisiko, dass einzelne Viertelstundenkontrakte isoliert, das heißt ohne die Nachbarviertelstunden angenommen werden. So können für Kraftwerke oder Nachfrager technisch nicht durchführbare Fahr-

pläne entstehen, die durch weiteren Handel ausgeglichen werden müssen. Dieses Risiko führt tendenziell zu einer Reduktion der angebotenen Flexibilität.

In Multi-Part-Bids kann hingegen die volle Flexibilität angeboten werden. Im Falle eines Kraftwerkes wird zum Beispiel abgebildet, wie schnell es gestartet werden kann und wie stark die Produktion (oder für Konsumenten entsprechend die Nachfrage) zwischen viertelstündlichen Intervallen angepasst werden kann. So können die Marktakteure, auf Erzeugungs- und Nachfrageseite, ihre volle Flexibilität anbieten, und im Auktionsergebnis wird die kostengünstigste Lösung für den gesamten Tagesablauf ausgewählt.

Im jetzigen Auktionsdesign mit separaten Viertelstunden- oder Stundenkontrakten kann dieses hohe Maß an Flexibilität nur von größeren Anbietern innerhalb ihres Portfolios an Kraftwerken bereitgestellt werden.

Nachfrage leichter beherrschbar. Während im kontinuierlichen Handel einzelne Angebote genau einander entsprechen müssen, ermöglicht die Auktion eine Kombination unterschiedlicher Gebote.

Zudem vereinfacht eine verstärkte Nutzung von Auktionen eine zukünftige Einführung von sogenannten Multi-Part-Bids. Dieses Gebotsformat kann die technischen Eigenschaften der Stromerzeugung und –nachfrage über einzelne Viertelstunden hinweg aufgreifen und somit zu einer weiteren Erhöhung von Flexibilität und Effizienz führen (Kasten 2).

**Zentraler Auktionstermin kann informationstechnische Herausforderungen für Handelsplattformen verringern**

Mit der Einführung von neuen Auktionen kann auch eine wachsenden Herausforderung der Plattformen für den kontinuierlichen Handel adressiert werden: Die Anzahl der Angebote und Transaktionen sowie deren zeitliche Häufung ist stark angestiegen, insbesondere mit durch die Nutzung automatischer Handelsalgorithmen (Robots) durch Marktteilnehmer. Das führt zu Herausforderungen bei der informationstechnischen Bearbeitung.<sup>9</sup> Mit der geplanten Integration von Ange-

<sup>9</sup> Verzögerungen im kontinuierlichen Handel würden dazu führen, dass nicht zu jedem Zeitpunkt Klarheit über bestehende Angebote besteht, siehe Budish, E., Cramton, P., et al. (2014): Implementation details for

boten über Ländergrenzen hinweg würden diese Anforderungen bei einem rein kontinuierlichen Handel weiter steigen.<sup>10</sup>

**Datengrundlage und Methodik der Analyse**

Der vorliegende Beitrag greift bei der Analyse auf detaillierte Handelsdaten von EPEX vor und nach der Einführung der neuen Auktion zurück. Im Speziellen werden die kontrahierten Volumina und die entsprechenden Preise der stündlichen und viertelstündlichen Produkte herangezogen, sowohl aus den Auktionen als auch aus dem kontinuierlichen Handel.

**Vergleichbare Marktbedingungen ermöglichen Bestimmung des Effekts der neuen Auktion**

Damit der Einfluss der neuen Auktion auf Basis von Handelsdaten bestimmt werden kann, ist es erforderlich, dass die übrigen Marktumstände, abgesehen von der Einführung der neuen Auktion, gleich geblieben

frequent batch auctions: Slowing down markets to the blink of an eye. American Economic Review, 104 (5), 418-424. Zugleich findet kein „Wettlauf um Geschwindigkeit“ statt. Obwohl (noch) nicht, wie an anderen Börsen, im Nanosekundenbereich gehandelt wird, ist Geschwindigkeit vorteilhaft. So kann der Marktteilnehmer mit der schnelleren Verbindung noch vor seinen Konkurrenten reagieren.

<sup>10</sup> Bereits für die Ermittlung des Marktergebnisses für die auktionierten Stundenkontrakte benötigt EPEX rund 40 Minuten. Solche Rechenzeiten sind für den kontinuierlichen Handel deutlich zu lange.

sind. Ansonsten können die Ergebnisse durch die Auswirkungen anderer, sich ändernder Faktoren, verzerrt sein. Das methodische Hauptproblem der Analyse liegt also darin, diese gleichen Marktumstände zu identifizieren. Hierzu werden zwei Maßnahmen angewendet.<sup>11</sup>

Erstens wird das Handelsvolumen nur im Zeitraum von 90 Tagen vor und nach der Einführung der neuen Auktion analysiert. Dadurch wird sichergestellt, dass keine systematischen Änderungen, vor allem am Kraftwerkspark, erfolgt sind. Bei einem längeren Analysezeitraum könnten systematische Unterschiede in der Art der Stromerzeugung, wie etwa durch den Zubau erneuerbarer Energien, entstanden sein.

Zweitens werden mittels einer statistischen Methode (coarsened exact matching<sup>12</sup>) Lieferzeitpunkte identifiziert, die über gleiche beobachtbare Eigenschaften verfügen. So wird unter anderem sichergestellt, dass die zum Zeitpunkt der Auktion erwartete Stromnachfrage zum Lieferzeitpunkt, sowie die produzierte Menge an Solar- und Windstrom (nahezu) identisch sind. Der einzige systematische Unterschied besteht dann darin, dass ab Dezember 2014 Viertelstundenkontrakte auktioniert werden konnten. Unter ansonsten gleichen Umständen sind Veränderungen im Handelsvolumen somit auf die Einführung der Auktion zurückzuführen.

Die Schätzung des Einflusses der neuen Auktion auf das Handelsvolumen erfolgt mittels einer Quantilsregression. Diese ermittelt den Einfluss für verschiedene Niveaus des Handelsvolumens unter Berücksichtigung weiterer Faktoren (Kasten 3).

### Die Auswirkungen der neuen Auktion im Detail

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Analyse im Detail beschrieben. Dabei wird zunächst auf das Handelsvolumen und anschließend die Marktliquidität eingegangen.

### Viertelstundenauktionen steigern das Handelsvolumen

Im Ergebnis zeigt sich, dass das Handelsvolumen für Viertelstundenkontrakte durch die Auktion insgesamt zunimmt (Abbildung 2). Der leichte Rückgang im Volumen des kontinuierlichen Handels wird durch die auktionierte Menge überkompensiert. Abbildung 2 verdeut-

<sup>11</sup> Für weitere Details siehe Neuhoﬀ, K., Ritter, N. et al. (2016), a. a. O.

<sup>12</sup> Stefano, I., King, G. et al. (2011): Causal inference without balance checking: Coarsened exact matching. *Political Analysis*, first published online August 23, 2011, doi:10.1093/pan/mpr013.

#### Kasten 3

### Quantilsregression

Die Quantilsregression ist ein statistisches Verfahren, um den Effekt von einer oder mehreren Variablen auf eine Zielgröße zu bestimmen. Im Gegensatz zur linearen Regression erlaubt sie, den Einfluss von Kontrollvariablen an jedem beliebigen Punkt in der bedingten Verteilung der abhängigen Variablen zu identifizieren. Sie wurde 1978 von Koenker und Basset vorgestellt.<sup>1</sup> Das bekannteste Quantil ist der Median. Der Median einer Variablen beschreibt die Variablenausprägung, bei der die Hälfte der Beobachtungen kleiner und die andere Hälfte der Beobachtungen größer ist. Dies kann einerseits durch sortieren und abzählen, andererseits aber auch analytisch gelöst werden. Dies geschieht, durch die Wahl eines Parameters  $b$ , der die folgende Formel minimiert:

$$b_{\tau} = \min \left( \sum_{i \in (t:y_i \geq b)} \rho_{\tau} |y_i - b| + \sum_{i \in (t:y_i < b)} (1 - \rho_{\tau}) |y_i - b| \right)$$

$\tau$  beschreibt das gesuchte Quantile der abhängigen Variablen, während  $\rho$  einen Gewichtungsfaktor darstellt. Wird der Parameter  $b$  durch die parametrische Funktion  $x_i \beta$  ausgetauscht, wobei  $x$  eine Matrix von Kontrollvariablen ist, so kann der Einfluss der Kontrollvariablen auf das gewünschte Quantil geschätzt werden:

$$\beta_{\tau} = \min \left( \sum_{i \in (t:y_i \geq x_i \beta)} \rho_{\tau} |y_i - x_i \beta| + \sum_{i \in (t:y_i < x_i \beta)} (1 - \rho_{\tau}) |y_i - x_i \beta| \right)$$

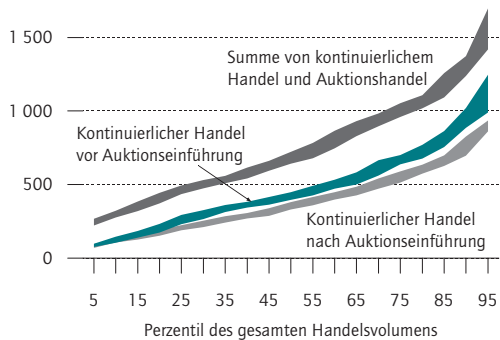
<sup>1</sup> Koenker, R., Basset Jr., G. (1978): Regression Quantiles, *Econometrica*, 46 (1), 33-50. Eine hervorragende Einführung bietet der Artikel Koenker, R., Hallock, K. (2001): Quantile regression: An introduction. *Journal of Economic Perspectives*, 15 (4), 43-56.

licht zudem, dass das Handelsvolumen (vertikale Achse) mit dem Niveau der Handelsmenge (horizontale Achse) zunimmt. So liegt zum Beispiel beim 80-Prozent-Perzentil – also in einer Viertelstunde mit einem hohen Handelsvolumen, das 80 Prozent des höchsten Volumens im Beobachtungszeitraum entspricht – das Handelsvolumen mit 944 MW um rund 241 MW höher als vor der Einführung der neuen Auktion. Die gehandelten Mengen werden jeweils in Form von Konfidenzintervallen dargestellt, um das Niveau der statistischen Unsicherheit abzubilden. Dies bedeutet, dass der wahre Wert bei unendlich häufiger Wiederholung der Schätzung mit 95-prozentiger Wahrscheinlichkeit in diesem Intervall enthalten ist.



Abbildung 2

**Handelsvolumen für Viertelstundenkontrakte**  
In Megawatt



Quelle: Eigene Berechnungen basierend auf EPEX (2015).

© DIW Berlin 2016

Während das gesamte Handelsvolumen durch die neue Auktion gestiegen ist, nahm das Volumen des kontinuierlichen Handels leicht ab.

**Erhöhte Liquidität des Stromhandels**

Neben dem Handelsvolumen stellt die Liquidität ein wichtiges Kennzeichen eines Marktes dar. Im Falle des Strommarktes misst die Liquidität die Menge, die zu einem bestimmten Preis gehandelt werden kann. Hierbei ist eine größere Liquidität als vorteilhaft anzusehen, da die Wahrscheinlichkeit erhöht wird, dass passende Handelspartner zusammenfinden.

Nach Einführung der Auktion konnten für den kontinuierlichen Markt für Viertelstundenkontrakte insgesamt keine Hinweise auf eine Veränderung im Niveau oder in der Schwankungsbreite der Liquidität festgestellt werden – weder beim Angebot noch bei der Nachfrage. Als Maß für Liquidität wird hierbei die gesamte gebotene Menge verwendet, die zum Kauf als auch Verkauf angeboten wird. Im Gegensatz zum Handelsvolumen enthält diese Menge auch alle Gebote, die keinen Zuschlag erhalten haben.

Der neue Auktionsmarkt für Viertelstundenkontrakte selbst weist eine hohe Liquidität auf. Im Durchschnitt war die gesamte gebotene Menge im Auktionshandel im ersten Quartal 2015 um mehr als das Dreifache höher als im kontinuierlichen Handel. In Summe hat die Einführung der Auktion daher das Niveau an Liquidität im Markt für Viertelstundenkontrakte insgesamt erheblich erhöht.

**Schlussfolgerungen**

Im Dezember 2014 wurde durch die Einführung einer neuen Auktion für Viertelstundenkontrakte an der europäischen Strombörse EPEX das Marktdesign um ein neues Element erweitert. Ansonsten blieb das Strommarktdesign unverändert. Diese wohldefinierte Veränderung erlaubt eine Analyse der Auswirkungen der Einführung der neuen Auktion auf Handelsvolumen und Marktliquidität. Durch die Auktionierung von Viertelstundenkontrakten wurde die Flexibilität erhöht, um auf kurzfristige Änderungen zu reagieren und Handelspositionen anzupassen. Dies gewinnt besondere Relevanz vor dem Hintergrund steigender Erzeugung aus variablen erneuerbaren Technologien, wie Wind- und Solarstrom, die kurzfristigen und nicht steuerbaren Schwankungen unterliegen.

Die Ergebnisse zeigen, dass die Einführung von Viertelstundenauktionen das Handelsvolumen für Viertelstundenkontrakte insgesamt deutlich erhöht hat. Zuvor war viertelstündlicher Handel nur kontinuierlich möglich und damit zeitlich und organisatorisch deutlich aufwendiger. Das Volumen an Viertelstundenkontrakten im kontinuierlichen Handel ging zwar nach Einführung der Auktion zurück. Dieser Rückgang wurde aber durch das Volumen der Auktion überkompensiert. Da Handel auf freiwilliger Basis erfolgt und nur durchgeführt wird, wenn den Handelnden dadurch betriebswirtschaftliche Vorteile entstehen, erscheint die Einführung der Auktion vorteilhaft.

Weiterhin bietet die Auktion nun erstmalig die Möglichkeit, Viertelstundenkontrakte durch Kombinationen von individuellen Gegenangeboten zu handeln. Im kontinuierlichen Handel müssen die Volumina der Gebote dagegen exakt zueinander passen. Zudem wird perspektivisch die Möglichkeit eröffnet, komplexere Gebote, sogenannte Multi-Part-Bids, einzuführen. Diese könnten technische Gegebenheiten von Nachfrageflexibilität und Kraftwerken besser widerspiegeln.

Die vorgefundenen Wirkungen hinsichtlich des Handelsvolumens sowie der Marktliquidität sprechen dafür, dass Auktionen, nicht nur von Viertelstundenkontrakten, wertvolle Elemente im Stromhandel darstellen. Daher sollte untersucht werden, ob die vorgefundenen Vorteile auch gelten, wenn Auktionen in kürzeren zeitlichen Abständen stattfinden. Anstelle einer einzigen Auktion am Vortag könnten zusätzliche Auktionen am Tage des Lieferzeitpunktes durchgeführt werden. Für Anpassungen an unerwartete Änderungen im Aufkommen erneuerbarer Energien oder beim Ausfall konventioneller Anlagen stünde es Marktteilnehmern offen, so kurzfristigen Anpassungsbedarf durch Auktionen zu bewältigen.

## AUKTIONEN AN DER STROMBÖRSE

---

Im Rahmen des weiteren Aufbaus eines gemeinsamen, europäischen Marktes sollte daher auch geprüft werden, ob geeignet ausgestaltete Auktionen den bilateralen und

kontinuierlichen Handel weiter ergänzen oder darüber hinaus zum tragenden Element werden könnten.

**Karsten Neuhoff** ist Leiter der Abteilung Klimapolitik am DIW Berlin | [kneuhoff@diw.de](mailto:kneuhoff@diw.de)

**Nolan Ritter** ist wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Abteilung Klimapolitik am DIW Berlin | [nritter@diw.de](mailto:nritter@diw.de)

## NEW DAY-AHEAD AUCTION INCREASES TRADING VOLUME AND MARKET LIQUIDITY AT ELECTRICITY EXCHANGE

---

**Abstract:** Increasing shares of intermittent renewables in energy consumption can be traded and integrated more efficiently when electricity markets are more flexible. Auctions can facilitate more efficient trading by increasing market liquidity and implementing a simpler market clearing mechanism to match supply and demand. Moreover, suitably designed auctions can facilitate cross-border trade, and, thus, the exploitation of flexibility from an interconnected European electricity system.

Against this background, the European Power Exchange (EPEX) launched a new day-ahead auction for 15-minute products in December 2014. Prior to the implementation, 15-minute products could only be traded bilaterally in a continuous market. This article presents the results of a causal analysis that indicates that the introduction of the new auction has increased trading volumes and market liquidity. This increase in trading volume is an indicator that the auction provides benefits and potential cost reductions.

**JEL:** C21, D44, G14

**Keywords:** Auctions, electricity market, quantile regression





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

#### Herausgeberinnen und 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. Dr. Lukas Menkhoff  
Prof. Karsten Neuhoff, Ph.D.  
Prof. Dr. Jürgen Schupp  
Prof. Dr. C. Katharina Spieß  
Prof. Dr. Gert G. Wagner

#### Chefredaktion

Sabine Fiedler  
Dr. Gritje Hartmann  
Dr. Wolf-Peter Schill

#### Redaktion

Renate Bogdanovic  
Dr. Franziska Bremus  
Prof. Dr. Christian Dreger  
Sebastian Kollmann  
Dr. Peter Krause  
Ilka Müller  
Mathilde Richter  
Miranda Siegel  
Dr. Alexander Zerrahn

#### Lektorat

Dr. Friedrich Kunz  
Dr. Aleksandar Zaklan

#### Vertrieb

DIW Berlin Leserservice  
Postfach 74  
77649 Offenburg  
leserservice@diw.de  
Tel. (01806) 14 00 50 25  
20 Cent pro Anruf  
ISSN 0012-1304  
ISSN 1860-8787 (Online)

#### 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.