

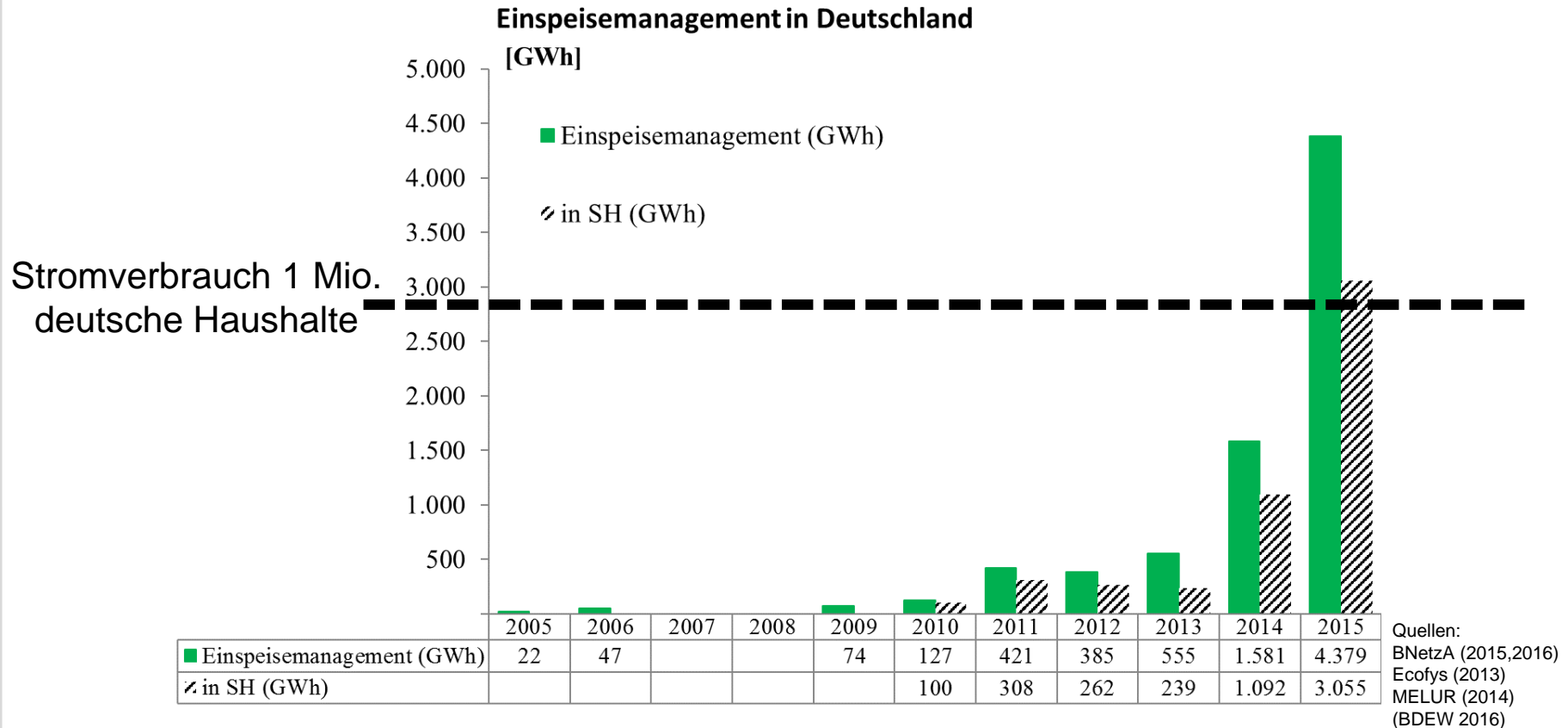
Marktbasiertes Engpassmanagement auf Verteilnetzebene

Hans Schermeyer

Lehrstuhl für Energiewirtschaft, Prof. Fichtner



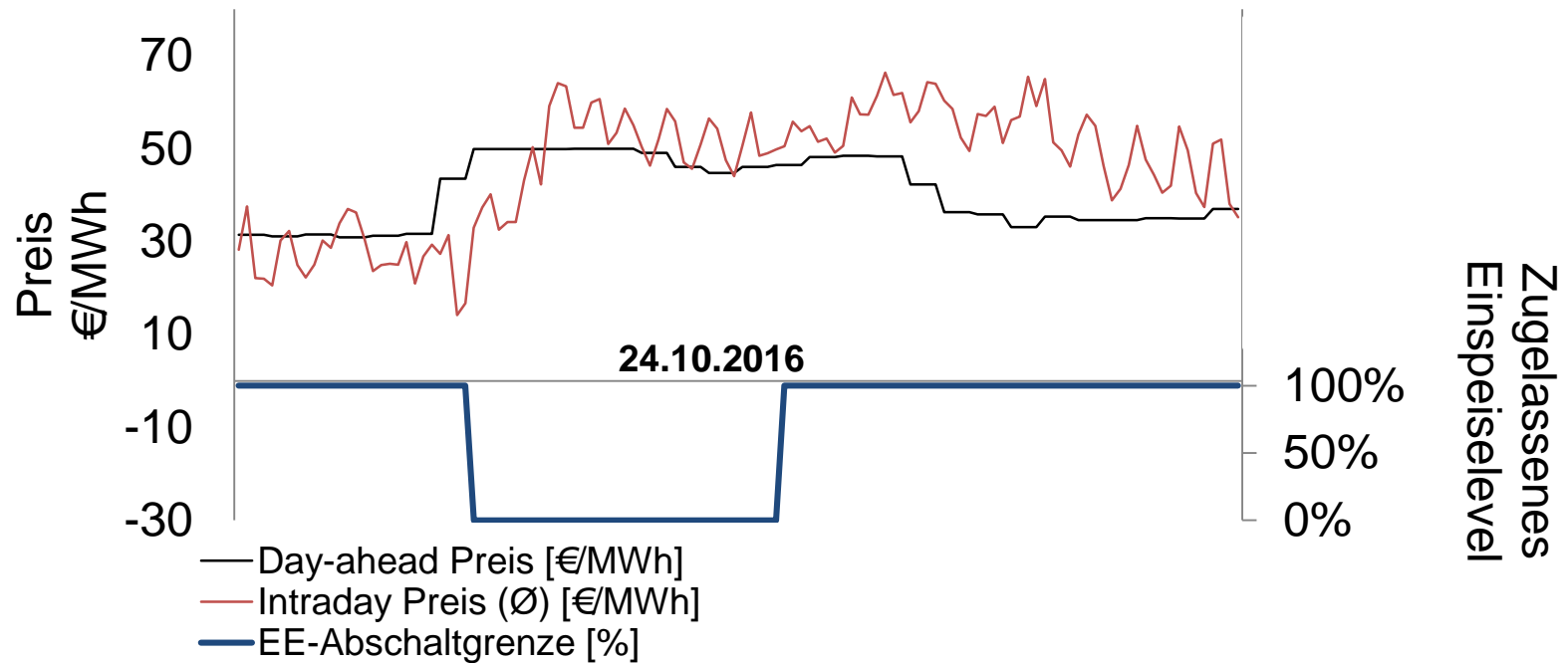
Netzbedingte EE-Abschaltung in Deutschland



- “Alle Regionen Deutschlands sind von Einspeisemanagementmaßnahmen betroffen“
- Abregelung wird zu 96% durch VNB im Verteilnetz durchgeführt

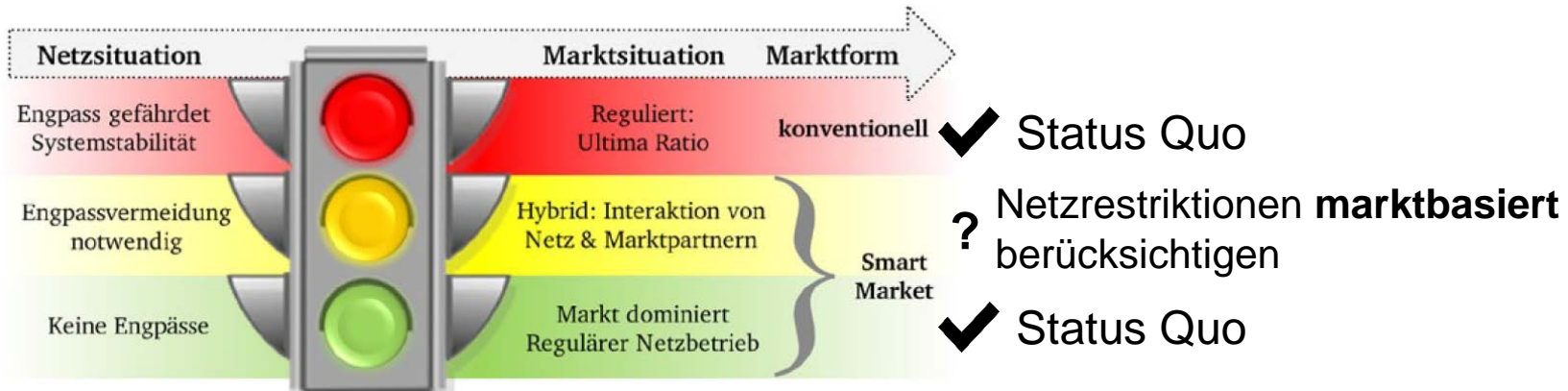
Der Strom liegt auf der Straße

- Lokaler Überschuss kann am zentralen Strommarkt nicht adressiert werden
- Abregelung grenzkostenfreier Erzeugungskapazität trotz positiver Zahlungsbereitschaft im Marktgebiet



Ampelmodell

VDE (2014): „Regionale Flexibilitätsmärkte“



BDEW (2015): „Smart Grids Ampelkonzept“

Gelbe Phase

(5) Die Prognose des Netzbetreibers ergibt, dass ein potenzieller Netzengpass vorliegt und eine Anpassung der erwarteten Lastentwicklung im Netzsegment erforderlich ist. Er ruft für dieses Netzsegment die gelbe Ampelphase aus.

(6) Der Lieferant/Aggregator erstellt den Anlagenfahrplan unter Beachtung der Bilanzierungsregeln entsprechend der angepassten Bedarfsanforderung.

(7) Der Lieferant/Aggregator setzt diesen Anlagenfahrplan um.

(8) Zudem setzt der Lieferant/Aggregator das Steuersignal zur Steuerung der Kundenanlage ab.

(9) Das Steuersignal wird vom Messstellenbetreiber in seiner Funktion als Gateway-Administrator an die Kundenanlage durchgeleitet.

(10) Die Kundenanlage verarbeitet das Signal.

(11) Die Kundenanlage wird entsprechend des Signals geregelt.

(12) Der Messstellenbetreiber erfasst den Energiebezug bzw. die Energieeinspeisung der Anlage.

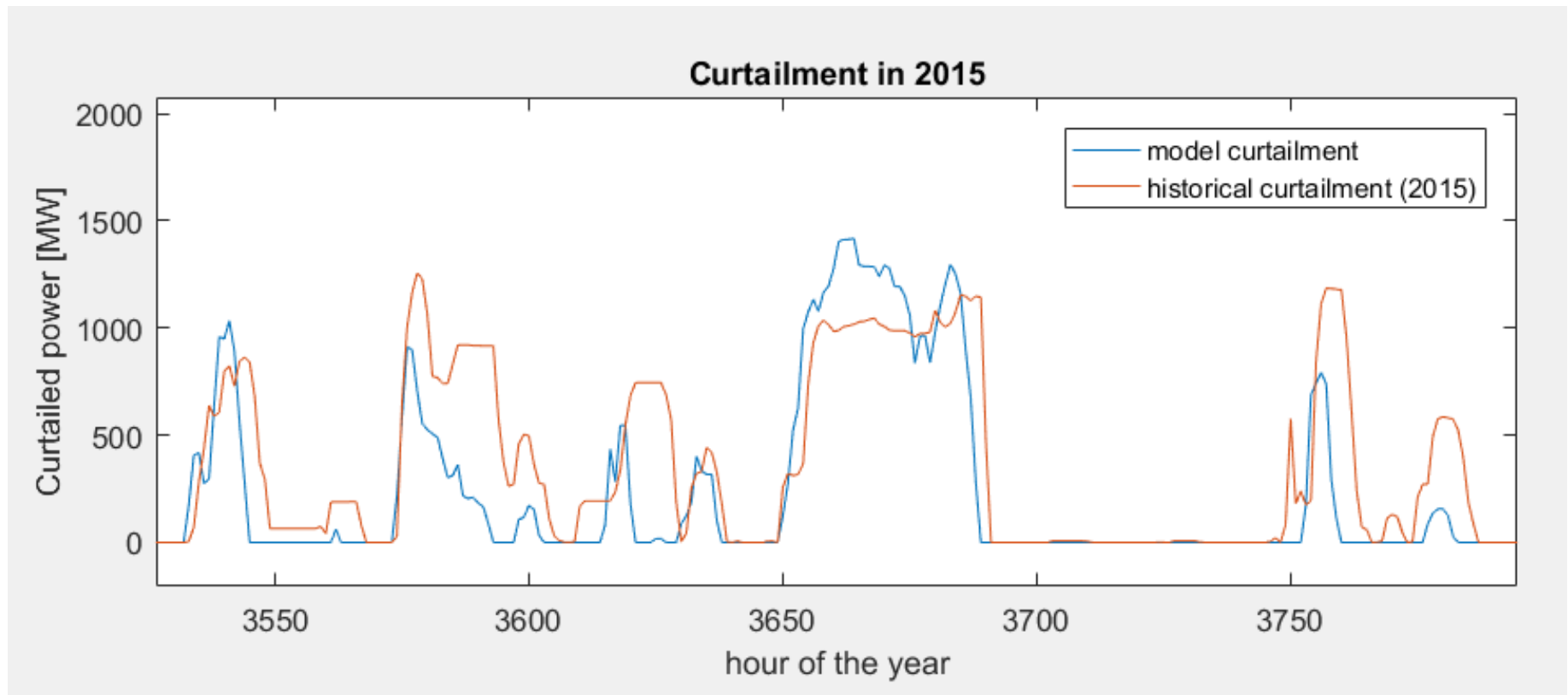
(13) Der Messstellenbetreiber stellt die Messdaten bereit.

(14) Die Messdaten werden für die Bilanzierung verwendet. Die Bilanzierung erfolgt nach Zählerstandsgangmessung (bei Lastprofilkunden) bzw. Lastgängen (bei Lastgangkunden) basierend auf der Zeitreihe der Messwerte.

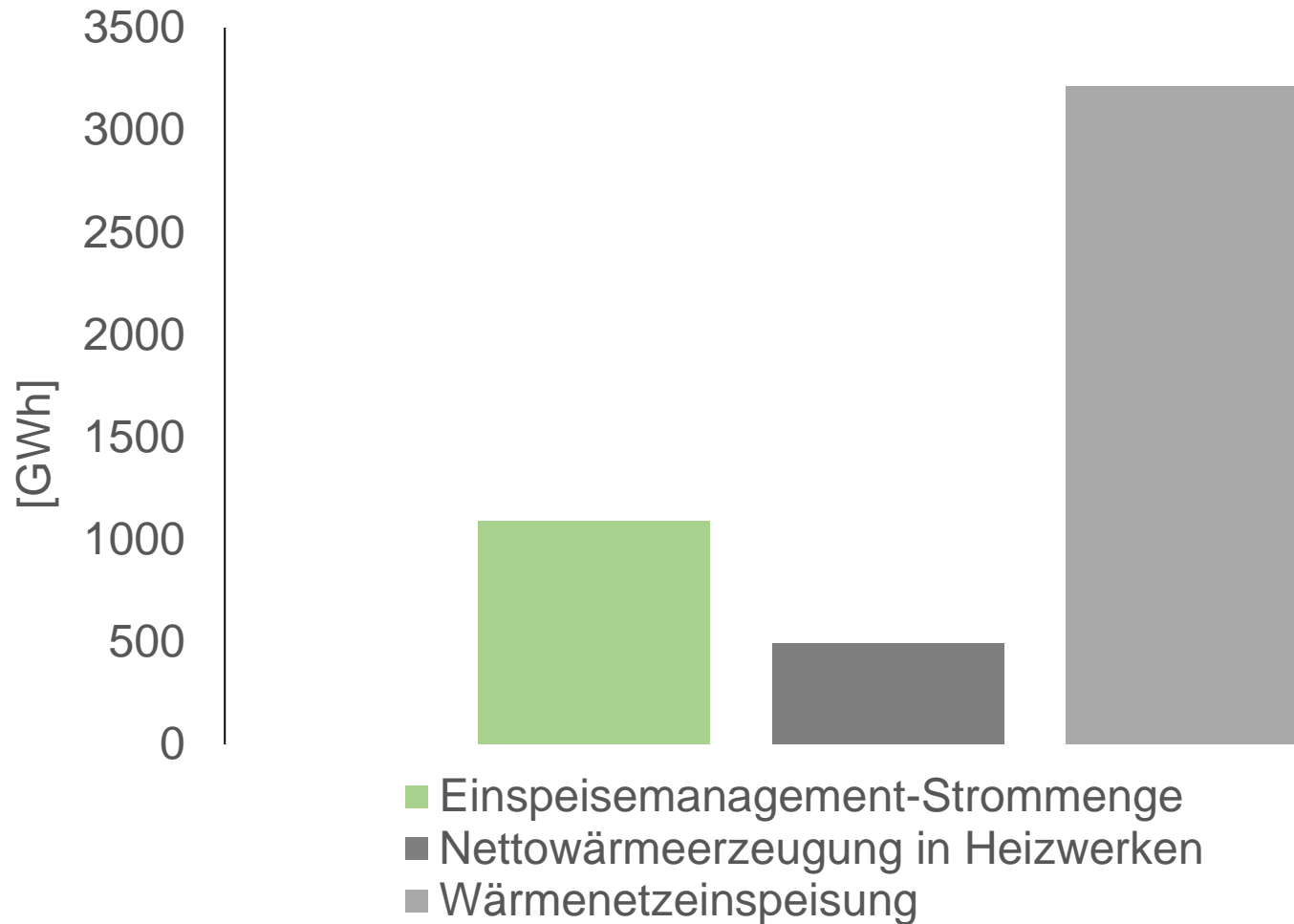
(15) Die Messdaten dienen als Nachweis der Erbringung von Flexibilität zwischen Lieferant/ Aggregator und Netzbetreiber.

Validierung Modell vs. Hist-Modell

- Lineare Korrelation: 81%



Alternative Flex-Option: Fernwärme 2014



Dezentrales Marktdesign

Regulierung heute

- EEG 2014: min(Einspeisemanagement)
- EEG 2016 + EnWG 2016: min(Einspeisemanagement) & bilaterale Verträge mit Fernwärme-Stromsenke wenn Lust drauf

Ausblick

Vertikales Market-Splitting + LMP*

- min(Kosten für Netzengpassmanagement)
- Nur im Engpassgebiet, während Engpass
- Gesamtwirtschaftlich sinnvoller, wenn z.B.:
 - Zahlungsbereitschaft „hinter“ Engpass zwischen [0,Marktpreis)
 - EE mit Speicher (z.B. Biomasse, Wasser)
 - EE mit Grenzkosten (z.B. Biomasse)
- Gebote aus Day-Ahead oder Intraday Markt stehen „Systembetreiber“ als Grenzkosten für Optimierung zur Verfügung

*locational marginal pricing

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit

Fragen und Anregungen?

Gerne heute oder später an:

Hans Schermeyer

Dezentrale Energiesysteme und Netze

Lehrstuhl für Energiewirtschaft, Prof. Fichtner

Hans.Schermeyer@kit.edu

+49 721 608-44458

Quellen (1)

- BDEW (2015)** -BDEW (2015): Smart Grids Ampelkonzept. Ausgestaltung der gelben Phase. Diskussionspapier. Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V. (BDEW). Berlin. Online: [https://www.bdew.de/internet.nsf/id/20150310-diskussionspapier-smart-grids-ampelkonzept-de/\\$file/150310%20Smart%20Grids%20Ampelkonzept_final.pdf](https://www.bdew.de/internet.nsf/id/20150310-diskussionspapier-smart-grids-ampelkonzept-de/$file/150310%20Smart%20Grids%20Ampelkonzept_final.pdf).
- BDEW (2016)** - BDEW (2016): Energie-Info. Stromverbrauch im Haushalt. Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V. (BDEW) [https://www.bdew.de/internet.nsf/id/4556D78DC7757097C1257F3B004F8A1A/\\$file/20%20Stromverbrauch%20im%20Haushalt%20Januar%202016.pdf](https://www.bdew.de/internet.nsf/id/4556D78DC7757097C1257F3B004F8A1A/$file/20%20Stromverbrauch%20im%20Haushalt%20Januar%202016.pdf)
- BMWi (2014)** - Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) (2014): Ein Strommarkt für die Energiewende. Diskussionspapier des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie. Grünbuch. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (Berlin). Berlin. Online verfügbar unter <http://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/G/gruenbuch-gesamt,property=pdf,bereich=bmwi2012,sprache=de,rwb=true.pdf>, zuletzt geprüft am 12.03.2015.
- BNetzA (2012)** - Bundesnetzagentur/Bundeskartellamt (2012): Monitoringbericht 2012. Monitoringbericht gemäß § 63 Abs. 3 i.V.m. § 35 EnWG und § 48 Abs. 3 i.V.m. § 53 Abs. 3 GWB. 3. Aufl. Online verfügbar unter http://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Allgemeines/Bundesnetzagentur/Publikationen/Berichte/2012/MonitoringBericht2012.pdf?__blob=publicationFile, zuletzt geprüft am 30.01.2014.
- BNetzA (2013)** - Bundesnetzagentur/Bundeskartellamt (2013): Monitoringbericht 2013. Monitoringbericht gemäß § 63 Abs. 3 i. V. m. § 35 EnWG und § 48 Abs. 3 i. V. m. § 53 Abs. 3 GWB Stand: Dezember 2013. Online verfügbar unter http://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Allgemeines/Bundesnetzagentur/Publikationen/Berichte/2013/131217_Monitoringbericht2013.pdf?__blob=publicationFile&v=12, zuletzt geprüft am 30.01.2014.
- BNetzA (2014)** - Bundesnetzagentur/Bundeskartellamt (2014): Monitoringbericht 2014. Monitoringbericht gemäß § 63 Abs. 3 i. V. m. § 35 EnWG und § 48 Abs. 3 i. V. m. § 53 Abs. 3 GWB. Online verfügbar unter http://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Allgemeines/Bundesnetzagentur/Publikationen/Berichte/2014/Monitoringbericht_2014_BF.pdf?__blob=publicationFile&v=4, zuletzt geprüft am 10.03.2015.
- BNetzA (2015)** Bundesnetzagentur/Bundeskartellamt (2015): Monitoringbericht 2015. Monitoringbericht gemäß § 63 Abs. 3 i. V. m. § 35 EnWG und § 48 Abs. 3 i. V. m. § 53 Abs. 3 GWB. Online: http://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Allgemeines/Bundesnetzagentur/Publikationen/Berichte/2015/Monitoringbericht_2015_BA.pdf?__blob=publicationFile&v=3, checked on 12/8/2015
- Bohn et al. (1984)** -Bohn, Roger E.; Caramanis, Michael C.; Schweppe, Fred C. (1984): Optimal pricing in electrical networks over space and time. In: *The Rand Journal of Economics*, S. 360–376.
- Brandstätt et al. (2011)** - Brandstätt, Christine; Brunekreeft, Gert; Friedrichsen, Nele (2011): Locational distribution network pricing in Germany. In: Power and Energy Society General Meeting. Power and Energy Society General Meeting. San Diego, CA, 24.-29.07.2011. IEEE, S. 1–3. Online verfügbar unter <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=06039320&tag=1>, zuletzt geprüft am 05.02.2014.
- Breuer et al. (2013)** -Breuer, Christopher; Seeger, Nick; Moser, Albert (Hg.) (2013): Determination of alternative bidding areas based on a full nodal pricing approach. Power and Energy Society General Meeting (PES), 2013 IEEE. Power and Energy Society General Meeting (PES), 2013 IEEE.
- Consentec (2015)** -consentec (2015): Economic efficiency analysis of introducing smaller bidding zones. Consentec GmbH. Online verfügbar unter <http://www.eex.com/blob/84892/97dfe4307af0ded860ba2c0e3ffb1e99/20150213-consentec-eex-bidding-zones-data.pdf>, zuletzt geprüft am 12.03.2015.
- Dupont et al. (2014)** -Dupont, B.; Jonghe, C. de; Olmos, L.; Belmans, R. (2014): Demand response with locational dynamic pricing to support the integration of renewables. In: Energy Policy 67 (0), S. 344–354. DOI: 10.1016/j.enpol.2013.12.058.
- Ecofys (2013)** - Bömer, Jens; Döring, Michael; Beestermöller, Christina (2013): Abschätzung der Bedeutung des Einspeisemanagements nach § 11 EEG und § 13 Abs. 2 EnWG. Auswirkungen auf die Windenergieerzeugung in den Jahren 2010 und 2011. Ecofys. Online verfügbar unter <http://www.ecofys.com/files/files/ecofys-2012-abschaetzung-einspeisemanagement.pdf>, zuletzt geprüft am 30.01.2014.
- Hogan (1992)** -Hogan, William (1992): Contract networks for electric power transmission. In: *J Regul Econ* 4 (3), S. 211-242. DOI: 10.1007/BF00133621.

Quellen (2)

- Jenkins et al. (2014)** -Jenkins, Jesse D.; Pérez-Arriaga, Ignacio (2014): The Remuneration Challenge: New Solutions for the Regulation of Electricity Distribution Utilities Under High Penetrations of Distributed Energy Resources and Smart Grid Technologies. MIT Center for Energy and Environmental Policy Research (CEEPR Working Paper). Online verfügbar unter <http://mitei.mit.edu/system/files/20141015-The-Remuneration-Challenge-MIT-CEEPR-No-2014-005.pdf>.
- Li et al. (2014)** -Li, Ruoyang; Wu, Qiuwei; Oren, Shmuel S. (2014): Distribution Locational Marginal Pricing for Optimal Electric Vehicle Charging Management. In: Power Systems, IEEE Transactions on 29 (1), S. 203–211. DOI: 10.1109/TPWRS.2013.2278952.
- MELUR (2014)** -MELUR (2014): Abregelung von Strom aus Erneuerbaren Energien und daraus resultierende Entschädigungsansprüche in den Jahren 2010 bis 2013. Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume. Kiel. Online verfügbar unter http://www.schleswig-holstein.de/Energie/DE/Energiewende/Kosten_Energiewende/einspeisemanagement_faq_pdf__blob=publicationFile.pdf, zuletzt geprüft am 17.11.2014.
- Raasch et al. (2014)** -Präsentationsunterlagen, „Download-Proceedings“ SmartER Europe 2014, Essen
- Sathyanarayana et al. (2013)** -Sathyanarayana, B. R.; Heydt, G. T. (2013): Sensitivity-Based Pricing and Optimal Storage Utilization in Distribution Systems. In: Power Delivery, IEEE Transactions on 28 (2), S. 1073–1082. DOI: 10.1109/TPWRD.2012.2230192.
- Schweppe et al. (1988)** -Schweppe, Fred C.; Caramanis, Michael C.; Tabors, Richard D.; Bohn, Roger E. (1988): Spot Pricing of Electricity. Boston, MA: Springer US (The Kluwer International Series in Engineering and Computer Science, Power Electronics & Power Systems).
- Trepper et al. (2013)** -Trepper, Katrin; Bucksteeg, Michael; Weber, Christoph (2013): An Integrated Approach to Model Redispatch and to Assess Potential Benefits from Market Splitting in Germany. In: *SSRN Journal*. DOI: 10.2139/ssrn.2359328.
- VDE (2014)** -Apel, Rolf; Berg, Volkmar; Fey, Bernhard; Geschermann, Kilian; Glaunsinger, Wolfgang; Scheven, Alexander von et al. (2014): Regionale Flexibilitätsmärkte. Marktbasierte Nutzung von regionalen Flexibilitätsoptionen als Baustein zur erfolgreichen Integration von erneuerbaren Energien in die Verteilnetze. Studie der Energietechnischen Gesellschaft (ETG) im VDE. Hg. v. VDE Verlag. VDE Verband der Elektrotechnik.

Quellen (3) – Nummerierte Verweise

- [1] Federal Network Agency (BNetzA) / Federal Cartel Authority
 (http://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Allgemeines/Bundesnetzagentur/Publikationen/Berichte/2014/Monitoringbericht_2014_BF.pdf?__blob=publicationFile&v=4)
- [2] Bömer, Jens; Döring, Michael; Beestermöller, Christina (2013): Abschätzung der Bedeutung des Einspeisemanagements nach § 11 EEG und § 13 Abs. 2 EnWG. Auswirkungen auf die Windenergieerzeugung in den Jahren 2010 und 2011.
- [3] Bird, Lori; Chochran, Jaquelin; Wang, Xi (2014): Wind and Solar Energy Curtailment: Experience and Practices in the United States. National Renewable Energy Laboratory (NREL) (NREL Report, TP-6A20-60983). Online: <http://www.nrel.gov/docs/fy14osti/60983.pdf>
- [4] Junfeng, Li; Fengbo, Cai; Liming, Qiao; Jixue, Wang; Hu, Gao; Wenqian, Tang et al. (2015): 2014 China Wind Power Review and Outlook. Chinese Renewable Energy Industries Association (CREIA); Chinese Wind Energy Association (CWEA); Global Wind Energy Council (GWEC). Online: http://www.gwec.net/2014_China_Wind_Power_Review_and_Outlook, checked on 10/27/2015
- [5] Li, Xin (2015): Decarbonizing China's power system with wind power: the past and the future. ISBN: 978-1-78467-019-1. Online: <http://www.oxfordenergy.org/wpcms/wp-content/uploads/2015/01/EL-11.pdf>, checked on 7/21/2015
- [6] Website of the distribution grid operator "Schleswig-Holstein Netz AG" (SH Netz): <https://www.sh-netz.com/cps/rde/xchg/sh-netz/hs.xsl/2472.htm>
- [7] German renewable generator data base (EEG-Anlagenregister). Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie e.V. (DGS). Available online at <http://www.energymap.info>
- [8] Overpass turbo (2015): Grid structure based on Overpass Turbo Interface of OpenStreetMap. Available online at <http://overpass-turbo.eu>