

Merit Order des Kraftwerkparks

Serafin von Roon, Malte Huck

Merit Order des Kraftwerksparks

Serafin von Roon, Malte Huck

Forschungsstelle für Energiewirtschaft e.V.

Definition und Bedeutung der Merit Order

Die sortierte Grenzkostenkurve der Stromerzeugung wird als Merit Order (englisch für Wert-Reihenfolge) bezeichnet. Anhand ihrer lässt sich für eine gegebene Stromnachfrage zu jedem Zeitpunkt bestimmen, mit welchen Kraftwerken diese Nachfrage am kostengünstigsten gedeckt werden kann (vgl. **Abbildung 1**). Vor der Liberalisierung der Elektrizitätsmärkte hat diese Kraftwerkseinsatzplanung das vollintegrierte Energieversorgungsunternehmen für sein Versorgungsgebiet durchgeführt.

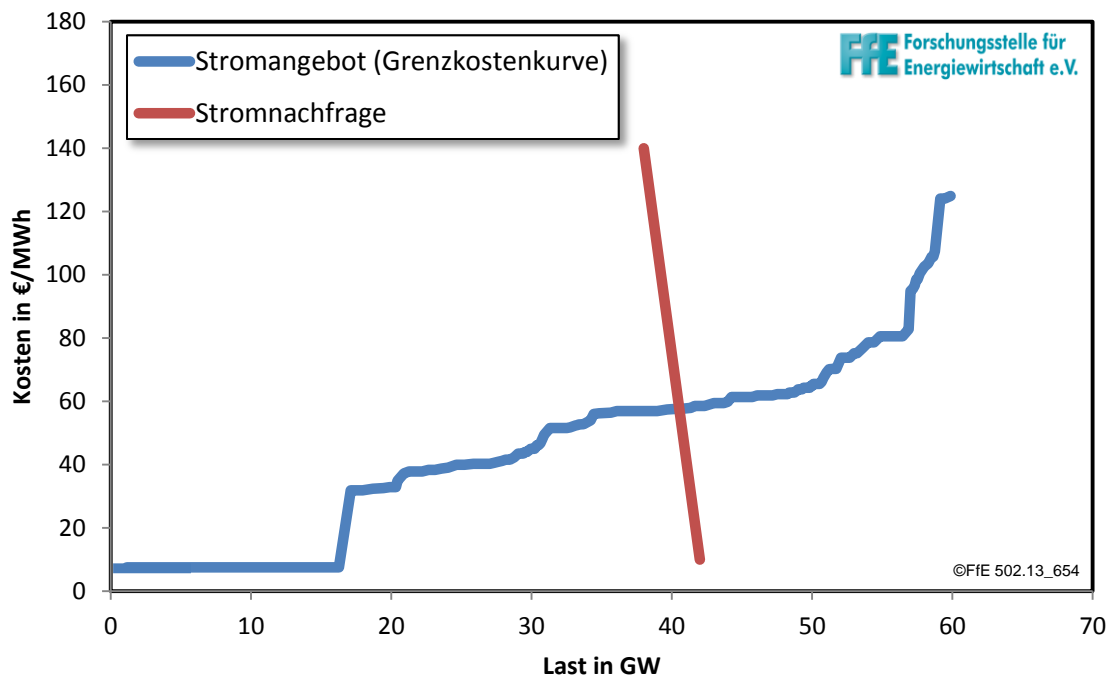


Abbildung 1: Grenzkostenkurve des Kraftwerksparks und die Stromnachfrage

Seit der Liberalisierung gibt es eine Vielzahl an Kraftwerksbetreibern, deren Kraftwerkseinsatzplanung vorrangig durch die am Markt erzielbaren Preise bestimmt wird. Aufgrund der Preisbildungsmechanismen an der Strombörse sorgt nach der ökonomischen Theorie nun der Markt für den kostengünstigsten Kraftwerkseinsatz.

Merit Order und die Preisbildung an der Strombörse

Für jede Stunde des Folgetages findet im Day-Ahead Spotmarkt an der EEX eine Auktion über Stromlieferungen statt. **Abbildung 2** zeigt schematisch, wie alle Verkaufgebote nach der Höhe des Preises aufsteigend und alle Kaufgebote absteigend sortiert werden. Der Schnittpunkt der beiden Kurven bestimmt sowohl die gehandelte Menge als auch den Preis.

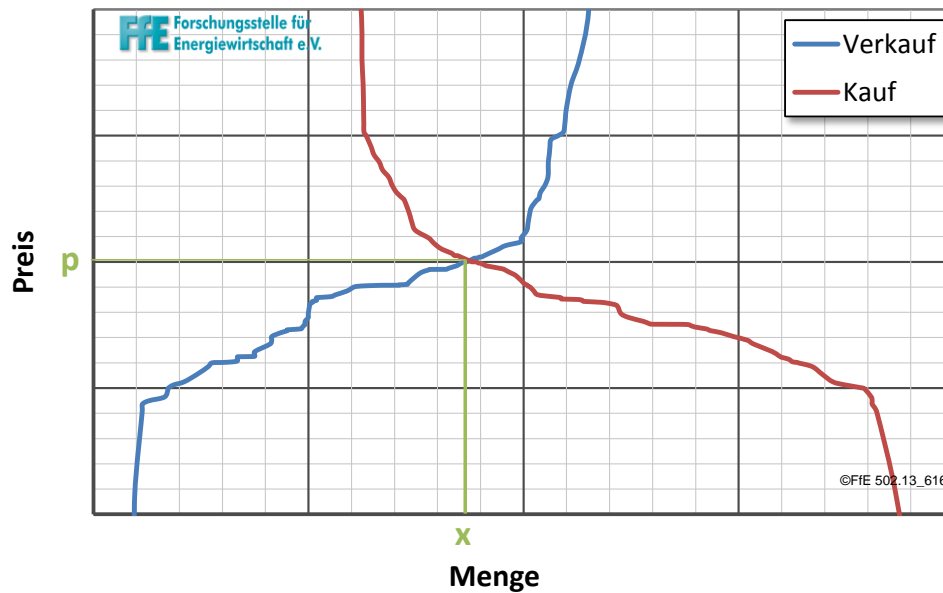


Abbildung 2: Preisbildung an der EEX

Wichtig ist, dass alle erfolgreichen Gebote den gleichen Preis (Market Clearing Price) bekommen bzw. bezahlen müssen. Daher bieten die Marktteilnehmer mit ihren Grenzkosten an, da sie im Falle eines Zuschlags i.d.R. einen Preis über ihren Grenzkosten und somit einen Deckungsbeitrag erzielen. Nur ein Teil des insgesamt verbrauchten Stroms wird an der Strombörse gehandelt, da ein Großteil der Stromlieferungen über bilaterale, langfristige Verträge erfolgt. Dennoch ist der EEX-Preis der Referenzpreis, da bei einer auftretenden Preisdifferenz einer der Vertragspartner sich besserstellen könnte, falls er als Alternative die Strombörse wählen würde.

Der Kraftwerkspark im Jahr 2008

Für die Erstellung einer Merit Order ist es zunächst unerlässlich, den dazugehörigen Kraftwerkspark zu ermitteln. Hierbei sind der Kraftwerkstyp und die installierte elektrische Nettoleistung der einzelnen Kraftwerke zu recherchieren.

Im Folgenden sollen nur konventionelle Kraftwerke betrachtet werden. Dies sind alle mit nicht-regenerativen Primärenergieträgern betriebenen Kraftwerke, welche keine KWK-Anlagen (Kraft-Wärme-Kopplung) sind.

Für das Jahr 2008 dient die Liste „Kraftwerke in Deutschland“ des Umweltbundesamtes (UBA) als Datengrundlage /UBA-02 09/.

Kraftwerke mit einer geringen Wärmeauskopplung werden nicht als vollständige KWK-Anlagen betrachtet, sondern nur ihrem KWK-Anteil nach aus der Betrachtung ausgeschlossen.

Des Weiteren werden die Nichtverfügbarkeiten der Kraftwerke berücksichtigt. Diese ergeben sich aus Revisionen und ungeplanten Ereignissen, wie z. B. Störungen. Die veröffentlichten Daten zum Kraftwerkseinsatz von E.ON /EON-01 10/ und Vattenfall /VAT-01 10/ zeigen, dass im Jahresmittel etwa ein Fünftel der Braunkohle- und Kernkraftwerke nicht verfügbar sind. Für Steinkohle- und Gaskraftwerke ergeben sich Nichtverfügbarkeiten von etwa 15 %.

Methodik und Datenbasis zur Berechnung der Merit Order

Um die Merit Order eines Kraftwerksparks zu bestimmen, müssen zunächst den einzelnen Kraftwerken Grenzkosten zugewiesen werden. Diese lassen sich näherungsweise aus den Brennstoffkosten (inklusive Kosten für CO₂-Zertifikate) und dem jeweiligen Wirkungsgrad berechnen. Falls keine öffentlichen Daten zum Wirkungsgrad verfügbar sind, werden diese über eine Funktion des Kraftwerkstyps und des Baujahres berechnet. Die Grenzkosten der einzelnen Kraftwerke lassen sich anhand folgender Formel errechnen:

Grenzkosten =

$$\frac{\text{Brennstoffpreis}}{\eta} + \text{Zertifikatspreis} \cdot \frac{\text{spez. Emissionsfaktor}}{\eta} + \text{var. Betriebskosten}$$

Die Merit Order wird gebildet, indem der Kraftwerkspark aufsteigend nach diesen Grenzkosten sortiert wird und diese Größe über die kumulierte installierte Leistung aufgetragen wird. Durch diese Art der Abbildung lässt sich je nach Residuallast einfach ablesen, welcher Preis sich am Markt bilden würde, falls die Kraftwerke genau mit ihren Grenzkosten anbieten würden.

Die Merit Order des Jahres 2008

Abbildung 3 zeigt die Merit Order des Jahres 2008 mit bereits berücksichtigten Nichtverfügbarkeiten der Kraftwerke.

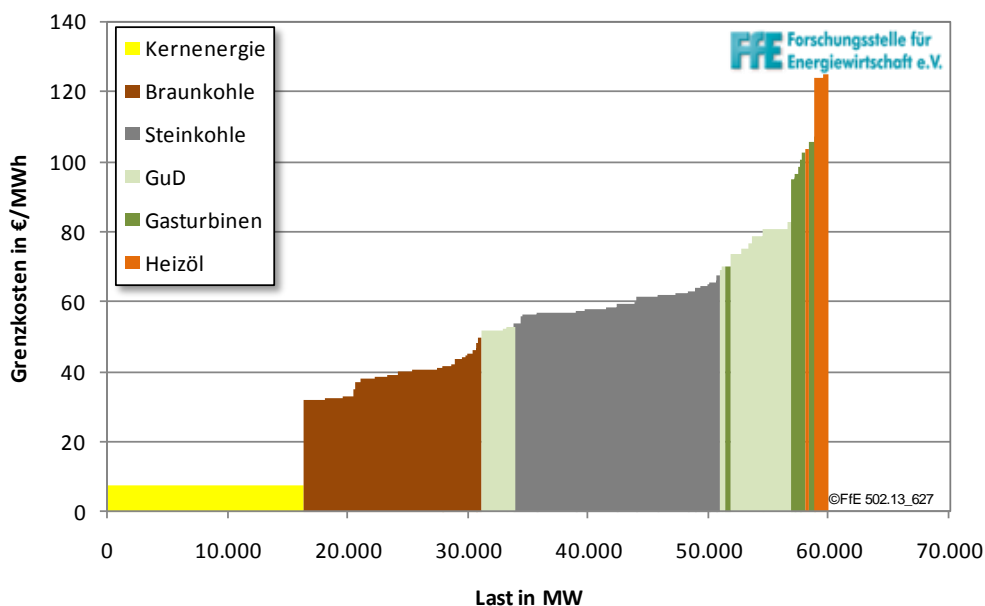


Abbildung 3: Merit Order für das Jahr 2008 (Kraftwerksausfälle berücksichtigt)

Die so erstellte Merit Order lässt sich mit Preisen vergleichen, die sich im Jahr 2008 tatsächlich an der EEX-Börse eingestellt haben. Hierzu wurde zunächst die Residuallast des Jahres 2008 in stundengenauer Auflösung berechnet. Diese setzt sich folgendermaßen zusammen: Residuallast = Verbraucherlast – (KWK + Wind + Laufwasser + Photovoltaik). Die benötigten Lastgänge werden teilweise direkt von den Übertragungsnetzbetreibern auf deren Internetseiten bereitgestellt oder wurden durch Modelle generiert. Die EEX-Preise lassen sich von der Homepage der EEX herunterladen.

Abbildung 4 zeigt dieselbe Merit Order wie in Abbildung 3 mit zusätzlichen EEX-Preisen, welche als Funktion der Residuallast zur jeweiligen Stunde aufgetragen sind. Der Zusammenhang dieser Preise kann in erster Näherung mit einer linearen „Preisfunktion“ beschrieben werden, deren Formel im Diagramm angegeben ist.

Die Preise befinden sich in guter Übereinstimmung mit der Merit Order, wobei festzustellen ist, dass sich bei geringer Residuallast eher geringere Preise einstellen als von der Merit Order vorhergesagt. Bei hoher Residuallast stellen sich tendenziell höhere Preise ein, als die Grenzkosten der Kraftwerke erwarten lassen würden. Die geringeren Preise können dadurch erklärt werden, dass aufgrund hoher Anfahrtskosten Grundlastkraftwerke (Kernenergie, Braunkohle, Steinkohle) zu diesen Zeiten in Teillast gehen und ihre Energie unter ihren Grenzkosten anbieten, um einen Zuschlag zu erhalten.

Die höheren Preise bei hoher Residuallast könnten dadurch erklärt werden, dass diese teuren Kraftwerke (hauptsächlich Gas) ihren Strom aufgrund der geringen Jahresvolllaststunden nicht allein zu Grenzkosten anbieten können, da sie im Falle eines Zuschlags meist das Grenzkraftwerk stellen und somit Preis bestimmend sind.

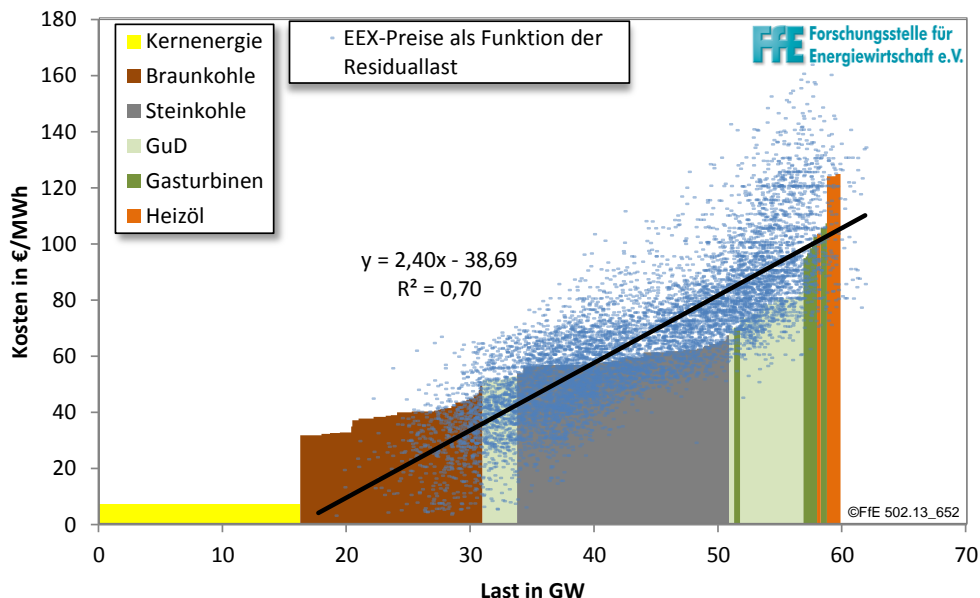


Abbildung 4: Merit Order für das Jahr 2008 und Preise an der EEX-Börse (mit linearer Regressionsfunktion)

Der Merit Order Effekt

Wie oben theoretisch als auch empirisch gezeigt, korreliert der Strompreis positiv mit der Residuallast. Eine erhöhte Einspeisung aus erneuerbaren Energien führt zu einer verminderten Residuallast und in Folge dessen auch zu einem verringertem Strompreis, was als Merit Order Effekt bezeichnet wird. Er kann ausgehend von der statistischen Auswertung quantifiziert werden und somit ein gesamtes jährliches Preissenkungsvolumen bestimmt werden. Es wird hierzu die Steigung aus der obenstehenden Geradengleichung des Jahres 2008 benutzt. Hierdurch ergibt sich ein Preissenkungseffekt von 2,4 (€/MWh)/GWh_{REG}. Mit einer mittleren Einspeisung von 4,6 GW an Windstrom ergibt sich eine durchschnittliche Senkung des Strompreises um 11,0 €/MWh. Hochgerechnet auf den Verbrauch von 492 TWh errechnet sich ein Merit Order Effekt in Höhe von 5,4 Mrd. € für das Jahr 2008.

Es ist wichtig zu beachten, dass dieser Merit Order Effekt keiner unmittelbaren Reduktion der Stromgestehungskosten entspricht, da die hohen Investitionskosten für Stromerzeugungsanlagen aus Erneuerbaren Energien hierin nicht berücksichtigt werden. Des Weiteren handelt es sich hierbei um kurzfristige Preiseffekte, da bei einer verstärkten Nutzung der Erneuerbaren Energien die Struktur des konventionellen Kraftwerkspark sich anpasst und sich somit eine neue Merit Order ergibt.

Literaturverzeichnis

- BMW-01 10** Energiedaten – Nationale und Internationale Entwicklung. Berlin: Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi), 22.01.2010
- EEX-01 10** Strom Spotmarktpreise in: <http://www.eex.com/de/>. Leipzig: European Energy Exchange AG (EEX), zuletzt aufgerufen am 15.03.2010
- EON-01 10** E.ON Energie AG. München: www.eon-schafft-transparenz.de, 2010
- FFE-25 09** Beer, Michael Dipl.-Ing.; Corradini, Roger Dipl.-Phys.; Fieger, Christian Dipl.-Ing.; Gobmaier, Thomas Dipl.-Ing.; Köll, Lorenz Dipl.-Ing.; Podhajsky, Rainer Dipl.-Ing.; Steck, Michael Dipl.-Ing.; Zotz, Manfred Dipl.-Ing.; Karl, Hans-Dieter: Energiezukunft 2050, Teil II – Szenarien. München: Forschungsstelle für Energiewirtschaft e.V., 2009
- UBA-02 09** Umweltbundesamt – Fachgebiet I 2.5 – Energiedaten: Datenbank „Kraftwerke in Deutschland“ – Liste der sich in Betrieb befindlichen Kraftwerke bzw. Kraftwerksblöcke ab einer elektrischen Bruttoleistung von 100 Megawatt – Stand: 10.07.2009. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt (UBA), 2009
- VAT-01 10** Vattenfall Europe AG. Berlin: www.vattenfall.de, 2010