

## Erneuerbare Energien im liberalisierten Markt

Konferenz Erneuerbare Energie – Weichenstellungen  
 Kärnten, Velden, Wörthersee, 4. November 2009

*Dr. Helmuth-M. Groscurth*  
*helmuth.groscurth@arrhenius.de*

### arrhenius Institut für Energie- und Klimapolitik



- Privater Think Tank mit Sitz in Hamburg, der unabhängige Expertise für Entscheidungsträger in Politik, Wirtschaft und Verwaltung bietet
- Schwerpunkte
  - liberalisierte Energiemärkte
  - Emissionshandel und Handel mit Grünstrom-Zertifikaten
  - erneuerbaren Energien
  - Carbon Capture and Storage (CCS)
  - dezentrale Energiesysteme
- Svante Arrhenius
  - schwedischer Physiker und Chemiker (1859 -1927)
  - erkannte schon 1895 als Erster die Bedeutung des Kohlendioxids für das Klima der Erde und sagte den anthropogenen Klimawandel voraus



## Inhalt

---



- Ziel: Integration erneuerbarer Energien in den liberalisierten Markt
  
- Herausforderungen
  - Der Merit-order Effekt erneuerbarer Energien
    - Preisbildung im liberalisierten Strommarkt
    - Einfluß erneuerbarer Energien auf den Börsenpreis
  
  - Konkurrenz innerhalb der erneuerbaren Energien
    - Vorrangregelung erforderlich
    - Speicher als Lösung?
  
  - „Grid parity“
    - Wer stellt den Backup?
  
- Schlußfolgerung

## Die Stromgestehungskosten

---



- Es werden drei Kostenarten unterschieden
  - Kapitalkosten
  - Brennstoffkosten
  - CO<sub>2</sub>-Kosten
  - Andere Kosten sind gegenüber den drei genannten Kostenarten klein und werden hier vernachlässigt.
  
- Kapitalkosten sind Fixkosten, die kurzfristig immer anfallen, unabhängig davon ob das Kraftwerk in Betrieb ist oder nicht.
  
- Brennstoff- und CO<sub>2</sub>-Kosten sind variable Kosten oder Betriebskosten. Sie fallen nur an, wenn das Kraftwerk läuft und sind proportional zur erzeugten Strommenge.
  
- Die Grenzkosten der Stromproduktion sind die Kosten einer zusätzlich erzeugten Megawattstunde Strom.
  - Für Kraftwerke gilt: Grenzkosten = Betriebskosten

### Preisfindung am Spotmarkt der Strombörse

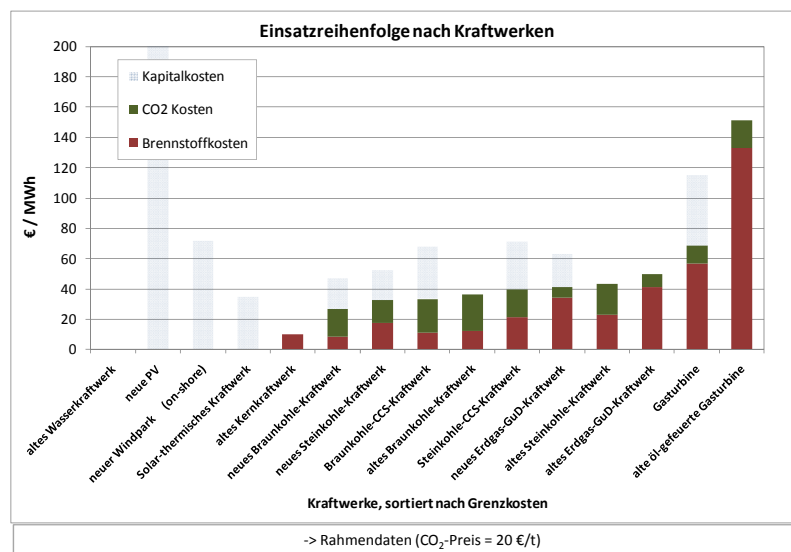


- Alle Kraftwerke geben Gebote ab für die 24 Stunden des folgenden Tages.
  - Gebote umfassen Leistung und Preis.
  - Gebote orientieren sich nur an den variablen Kosten.
  - Fixkosten werden nicht berücksichtigt.
  
- Börse sortiert Gebote nach aufsteigendem Preis.

© arrhenius Institut, Hamburg, 2009

www.arrhenius.de

### Einsatzreihenfolge der Kraftwerke



© arrhenius Institut, Hamburg, 2009

www.arrhenius.de

### Preisfindung am Spotmarkt der Strombörse

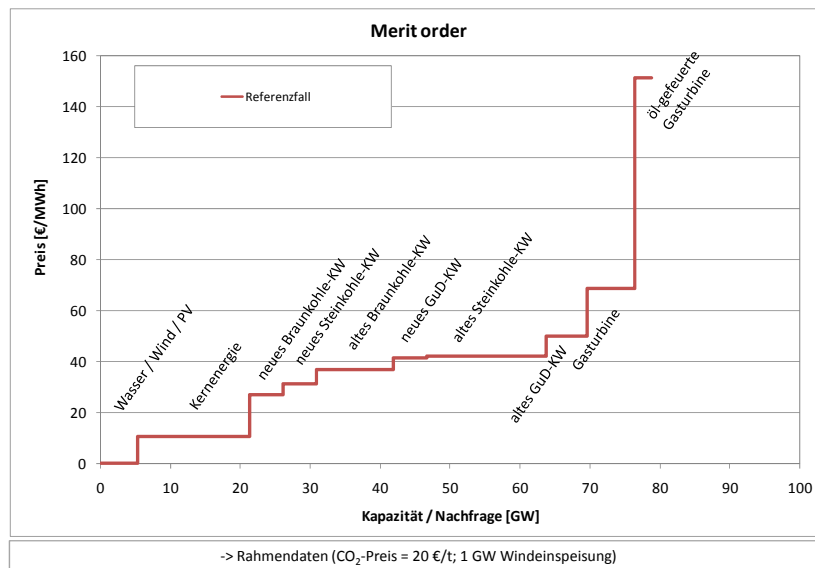


- Alle Kraftwerke geben Gebote ab für die 24 Stunden des folgenden Tages.
  - Gebote umfassen Leistung und Preis.
  - Preis orientiert sich nur an den variablen Kosten.
  - Fixkosten werden nicht berücksichtigt.
  
- Börse sortiert Gebote nach aufsteigendem Preis.
  
- Börse fügt angebotene Leistung hinzu.  
=> angebotene Merit-order Kurve

© arrhenius Institut, Hamburg, 2009

www.arrhenius.de

### Einfache Merit-order Kurve der Angebote



© arrhenius Institut, Hamburg, 2009

www.arrhenius.de

### Preisfindung am Spotmarkt der Strombörse

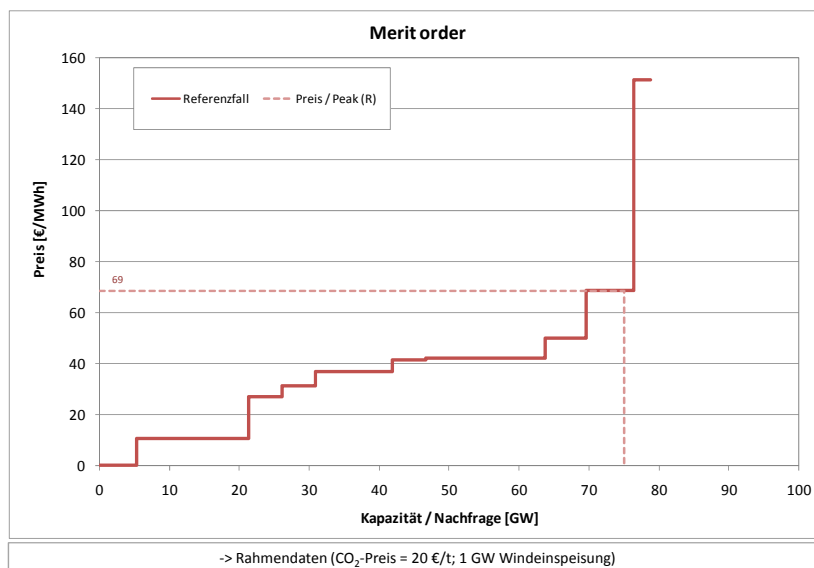


- Alle Kraftwerke geben Gebote ab für die 24 Stunden des folgenden Tages.
  - Gebote umfassen Leistung und Preis.
  - Gebote orientieren sich nur an den variablen Kosten.
  - Fixkosten werden nicht berücksichtigt.
  
- Börse sortiert Gebote nach aufsteigendem Preis.
- Börse fügt angebotene Leistung hinzu.
- => angebotene Merit-order Kurve
  
- Prinzip der Preisfindung:
  - Das teuerste Kraftwerk, das benötigt wird, um die Nachfrage zu decken, bestimmt den Preis in dieser Stunde.
  - Börse legt Lastprognose für den nächsten Tag zugrunde.
  
- Im Beispiel: Last 75 GW => Preis 69 €/MWh

© arrhenius Institut, Hamburg, 2009

www.arrhenius.de

### Einfache Merit-order Kurve mit Nachfragekurve



© arrhenius Institut, Hamburg, 2009

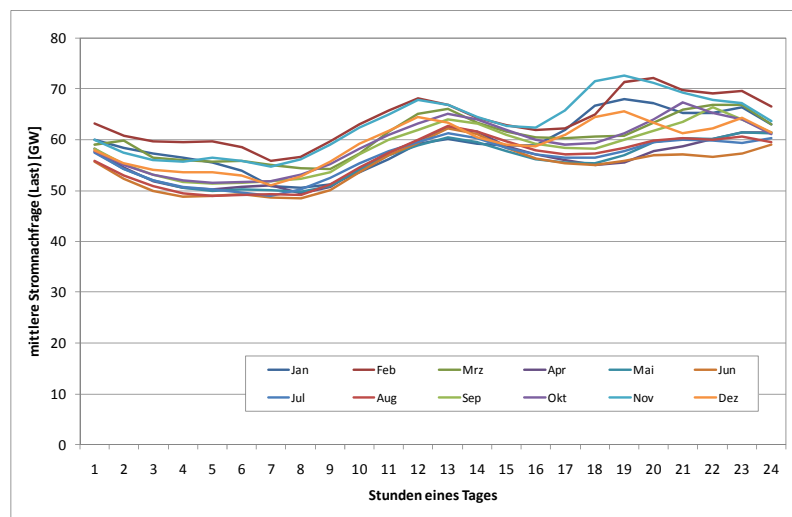
www.arrhenius.de

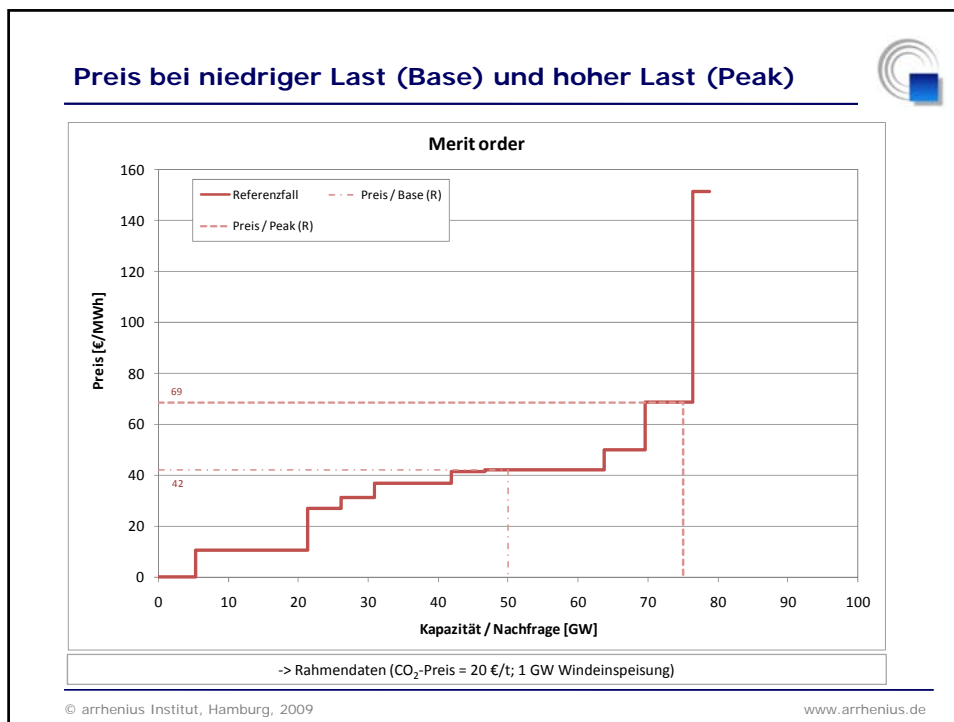
### Preisfindung am Spotmarkt der Strombörse



- Alle Kraftwerke geben Gebote ab für die 24 Stunden des folgenden Tages.
- Börse sortiert Gebote nach aufsteigendem Preis.
- Börse fügt angebotene Leistung hinzu.
- => angebotene Merit-order Kurve
- Prinzip der Preisfindung:  
Das teuerste Kraftwerk, das benötigt wird, um die Nachfrage zu decken, bestimmt den Preis in dieser Stunde.
  - Börse legt Lastprognose für den nächsten Tag zugrunde.
- Preis wird für jede Stunde des nächsten Tages ermittelt.  
Beispiele:
  - hohe Last: 75 GW => Preis 69 €/MWh
  - niedrige Last: 50 GW => Preis 42 €/MWh
  - Gilt immer nur für eine spezielle Stunde!
  - Bei gegebener Einspeisung von Strom aus erneuerbaren Energien!

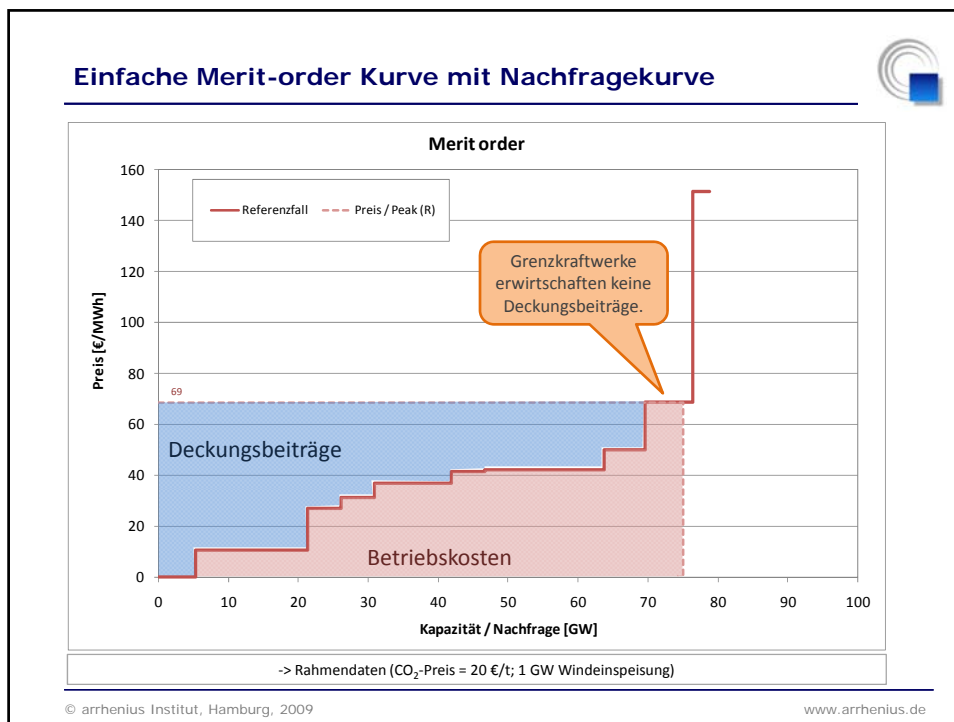
### Typischer Lastverlauf in Deutschland





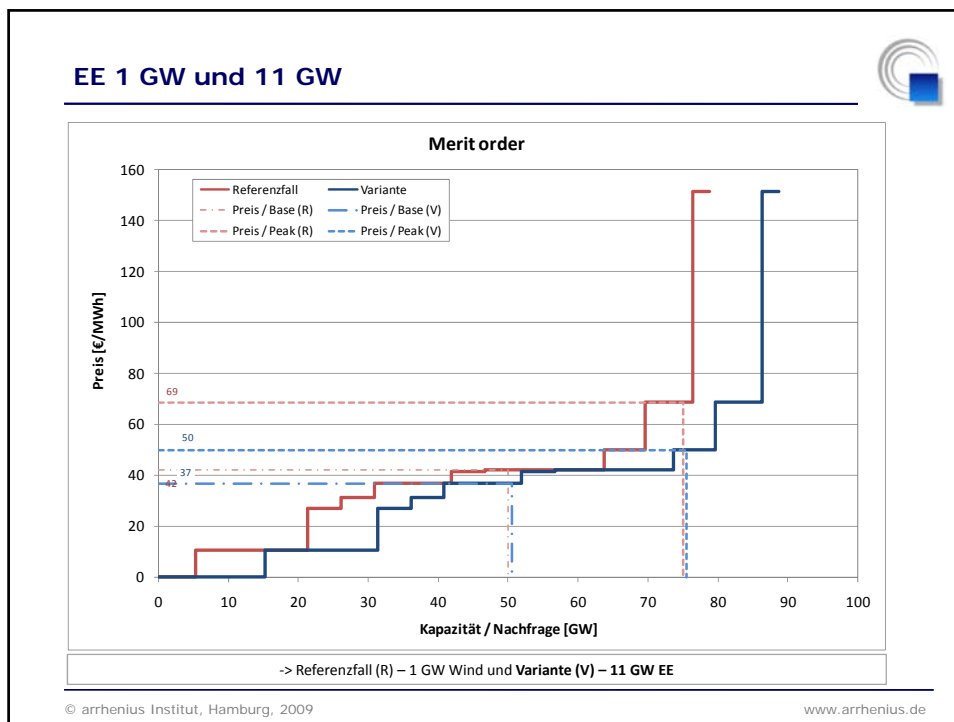
### Exkurs: Deckungsbeiträge

- Die gesamten Erlöse aus dem Stromverkauf in einer Stunde ergeben sich als Produkt aus Last mal Preis:
  - Beispiel:
    - Last 75 GW
    - Preis 69 €/MWh
    - => Erlöse 5,2 Mio. €
  - in der Kurve sichtbar als Fläche unter der gestrichelten Linie
  
- Erlöse werden verwendet
  - zur Bezahlung der Betriebskosten (Fläche unter der Merit-order Kurve) und
  - als Deckungsbeiträge (Fläche zwischen gestrichelter Linie und Merit-order Kurve).
    - Deckungsbeiträge müssen die Fixkosten decken (Kapitalkosten).
    - Deckungsbeiträge > Fixkosten => Gewinn
  - Grenzkraftwerke erwirtschafteten (in der Regel) keine Deckungsbeiträge.



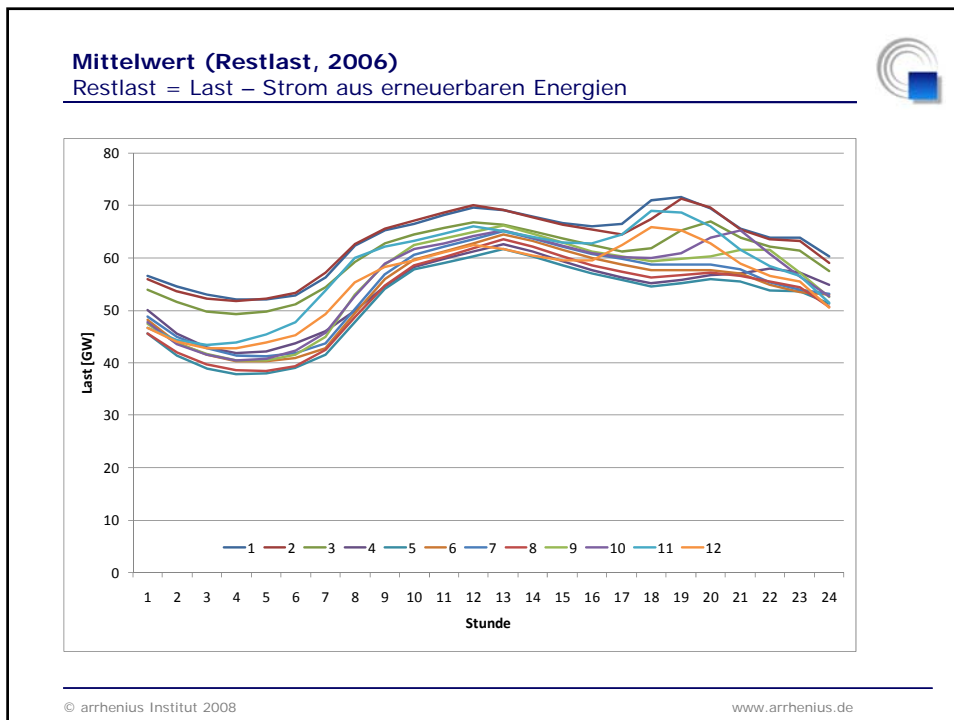
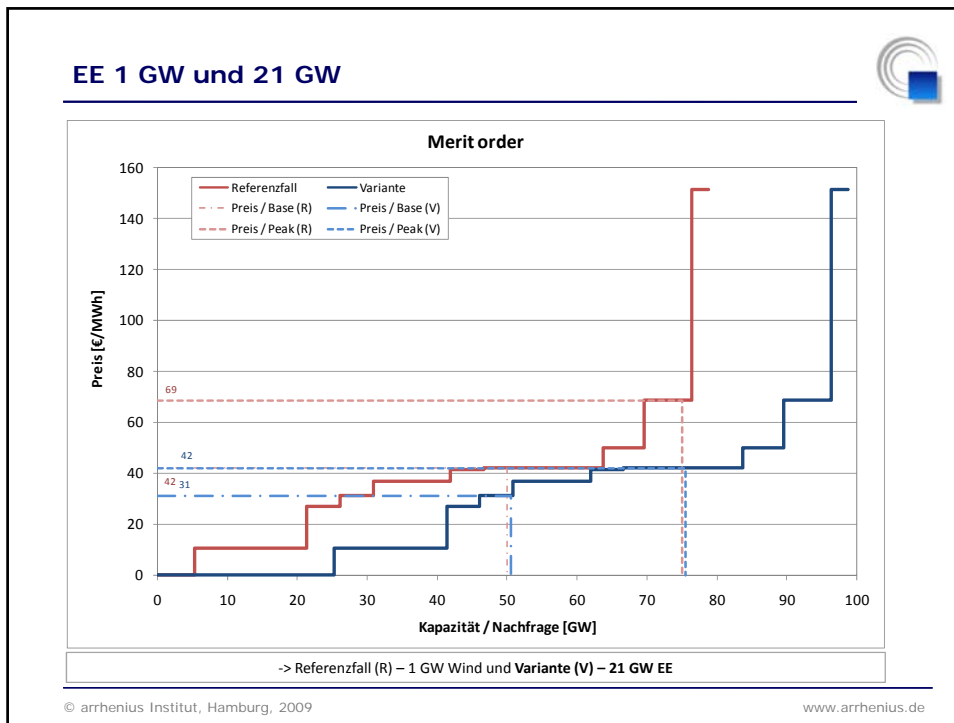
### Erneuerbare Energien

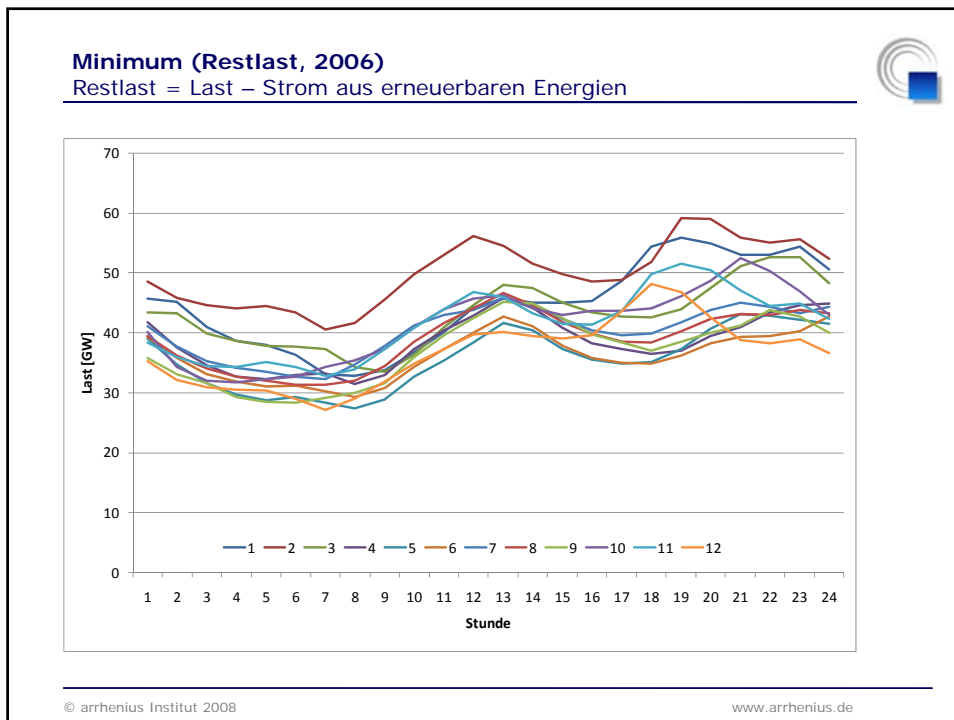
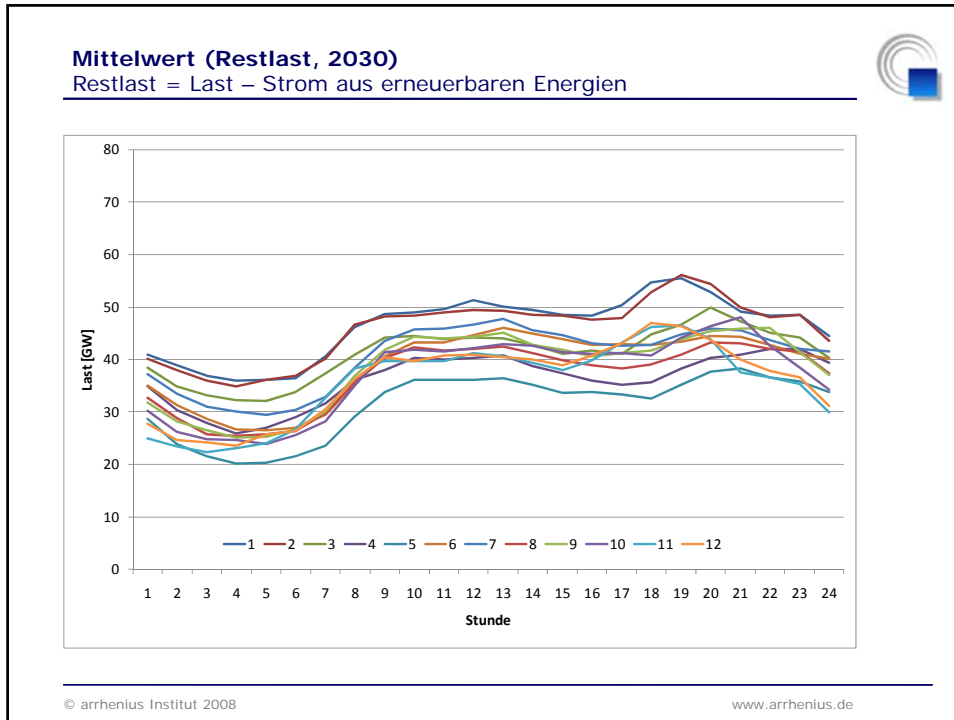
- Preiseffekt durch den Zuwachs der Einspeisung von Strom aus erneuerbaren Energien
  - Beispiel: +10 GW
    - niedrige Last (Base): Spotpreis sinkt von 42 auf 37 €/MWh (-12%)
    - hohe Last (Peak): Spotpreis sinkt von 69 auf 50 €/MWh (-28%)
  - +20 GW

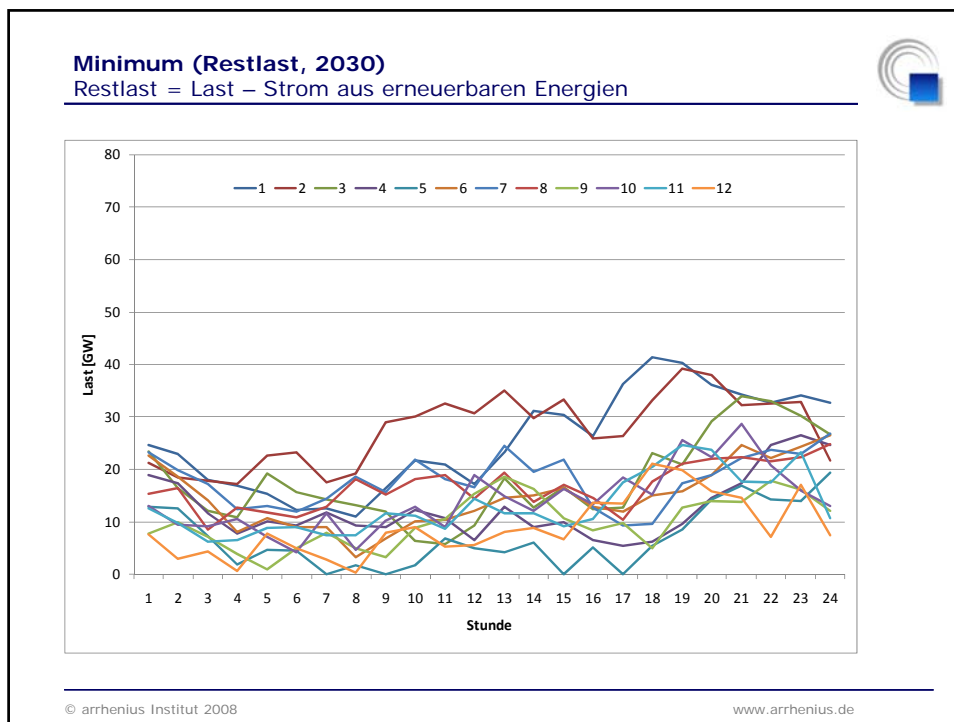


### Erneuerbare Energien

- Preiseffekt durch den Zuwachs der Einspeisung von Strom aus erneuerbaren Energien
  - Beispiel: +10 GW
  - Beispiel: +20 GW
    - niedrige Last: Spotpreis sinkt von 42 auf 31 €/MWh (-26%)
    - hohe Last: Spotpreis sinkt von 69 auf 42 €/MWh (-39%)
  - Dies ist eine hypothetische Situation, da mit dem Ausbau der erneuerbaren Energien auch andere Veränderungen im Kraftwerkspark einher gehen werden.
  - Nichts desto trotz können künftig auch Situationen auftreten, in denen der Spotpreis auf 0 sinkt.







- ### Vorrangregelung
- Was geschieht, wenn mehr Strom aus erneuerbaren Energien am Markt angeboten wird, als nachgefragt wird?
    - Alle erneuerbaren Energien bieten mit 0 €/MWh.
      - => Börsenpreis 0 €/MWh
        - Fossile Kraftwerke können auch mit negativen Preisen bieten, erneuerbare Energien nicht.
      - => Vorrangregelung innerhalb der erneuerbaren Energien erforderlich
      - => Anlagen müssen abgeregelt werden
        - keine Erlöse für abgeregelte Kapazitäten
        - sinkende Auslastung => **höhere spezifische Gestehungskosten**
        - Wer trägt diese Kosten?
        - Wie werden diese Kosten am Markt wirksam?
- © arrhenius Institut, Hamburg, 2009 www.arrhenius.de

## Die Rolle von Speichern



- Speicher ...
  - werden für die Regelung benötigt
  - für Verschiebung von Energiemengen über größere Zeiträume:
    - sehr hohe Kapazität erforderlich,
    - die nur wenig genutzt wird.
  - verursachen hohe zusätzliche Kosten.
  
- kostengünstiger
  - Abregelung
  - + Backup durch Gas-Kraftwerke

## Grid parity



- Definition „Grid parity“
  - **Gestehungskosten** für Strom aus erneuerbaren Energien  
**kleiner als**  
**Endverbraucherpreis**
  
- aber: Backup wird dabei außeracht gelassen
  - entweder: vollständige Netzunabhängigkeit => Speicher erforderlich
    - Kosten für Speicher müssen berücksichtigt werden (s.o.)
  - oder: Backup durch öffentliches Netz
    - man geht implizit davon aus, dass Endverbraucherpreis konstant bleibt
    - aber: Netzkosten verteilen sich auf weniger Kilowattstunden  
=> spezifische Netzkosten steigen
    - und: Erzeugungskapazitäten schlechter genutzt  
=> Kosten für Reststrom steigen

## Fazit und Schlußfolgerung

---



- Einspeisung von Strom aus erneuerbaren Energien senkt den Spotmarktpreis für Strom
  - => geringe Erlöse bei hoher Einspeisung
  - => niedrigere Deckungsbeiträge
- Speicherung von Strom in großem Maßstab zu teuer
  - Backup mit Gasturbinen günstiger
    - => zeitweise Überproduktion von Strom aus erneuerbaren Energien
    - => Abregelung erforderlich
      - => Anpassung der Vorrangregelung erforderlich
      - => Kosten pro erzeugte Kilowattstunde steigen
- Grid parity
  - Vergleich mit Endkundenpreis für Strom nach heutiger Rechnung nicht sinnvoll

**=> Feste Einspeisevergütungen sollten nicht leichtfertig in Frage gestellt werden.**

---

**Gibt es Fragen?**

**Dann melden Sie sich bitte bei uns.**

**Kontakt:**

arrhenius Institut für Energie- und Klimapolitik

Dr. Helmuth-M. Groscurth

[helmuth.groscurth@arrhenius.de](mailto:helmuth.groscurth@arrhenius.de)

040 / 3708 4420

## Weiterführende Literatur

---



- Helmut-M. Groscurth und Sven Bode:  
Anreize für Investitionen in konventionelle Kraftwerke - Reformbedarf im liberalisierten Strommarkt,  
arrhenius Discussion Paper 2, Hamburg 2009
- Neue Kohlekraftwerke und Strompreise,  
arrhenius Policy Brief 1, Hamburg 2009
- Sven Bode und Helmut-M. Groscurth:  
Anreize für Investitionen in Anlagen zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien unter verschiedenen Förderungsinstrumenten,  
arrhenius Discussion Paper 1, Hamburg 2007
- Sven Bode und Helmut Groscurth:  
Zur Wirkung des EEG auf den „Strompreis“  
HWWA Discussion Paper 348, Hamburg, 2006
  
- Alle Veröffentlichungen können unter [www.arrhenius.de](http://www.arrhenius.de) -> Publikationen heruntergeladen werden.