



## Mindesterzeugung durch konventionelle Kraftwerke u. a. zur Sicherstellung der Systemstabilität – Sachverhalt und Ausblick

Plattform Strommarkt, AG Flexibilisierung

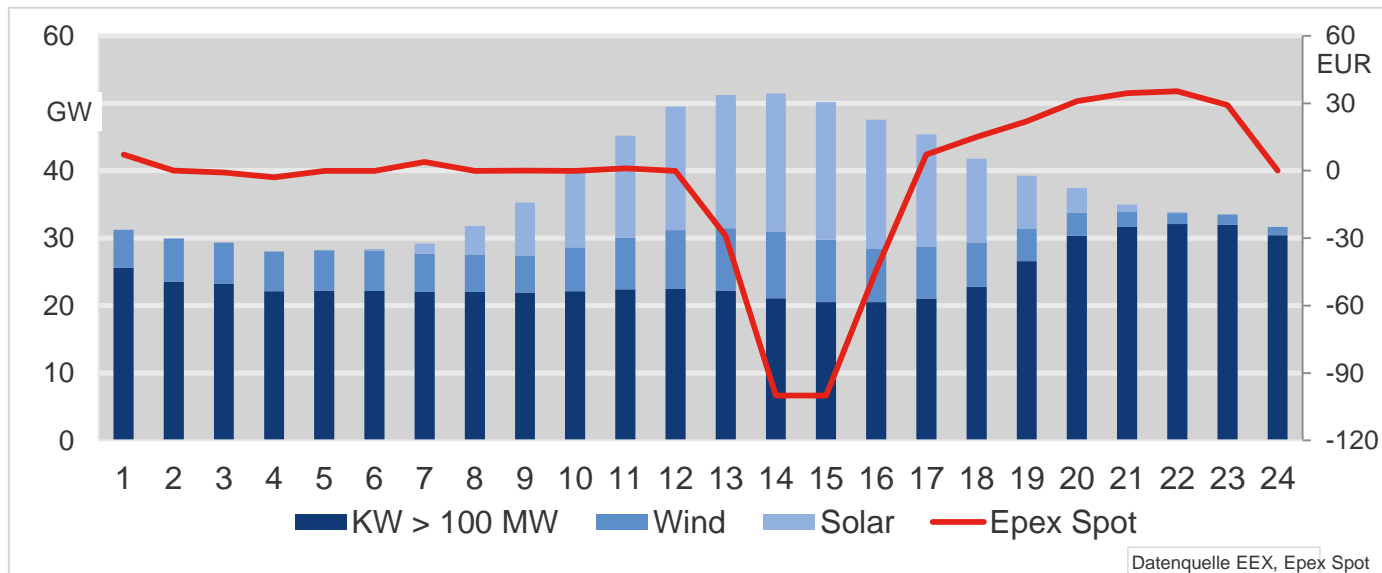
Dr. Christoph Maurer | Berlin | 22. September 2014

## Hintergrund

Mindesterzeugung schränkt Flexibilität des Erzeugungssystems ein

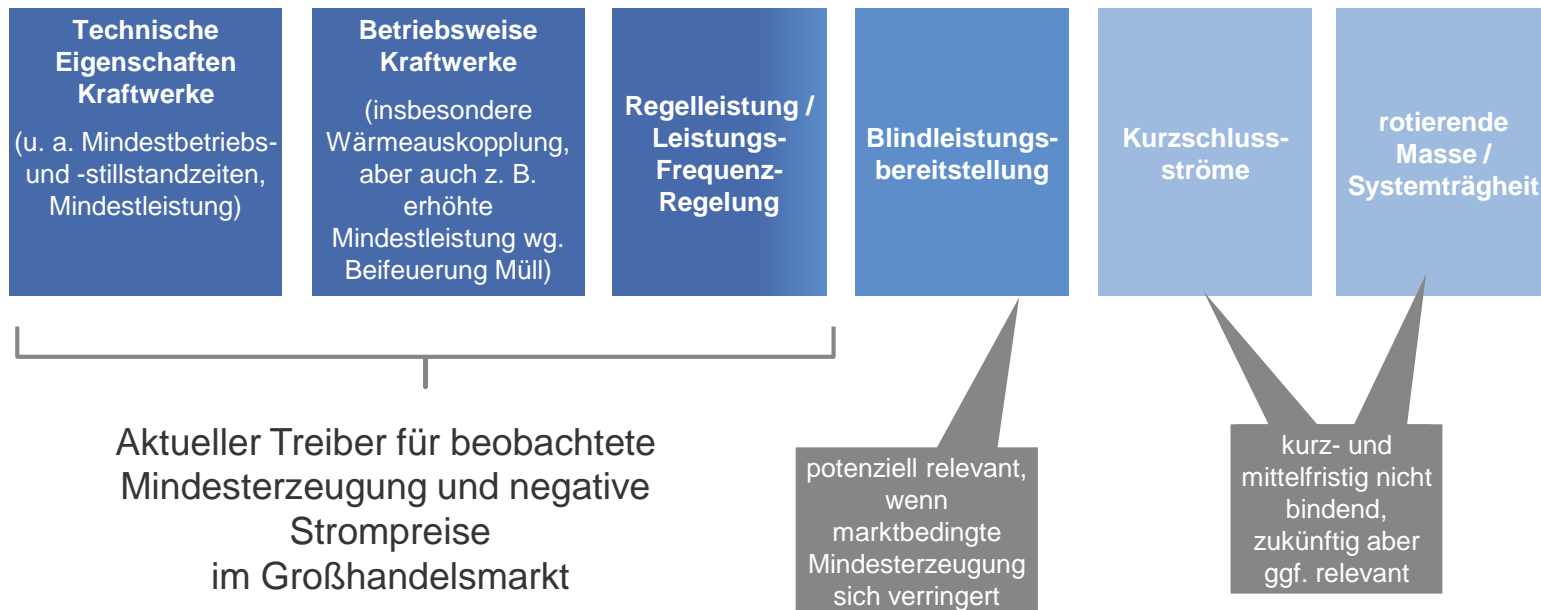
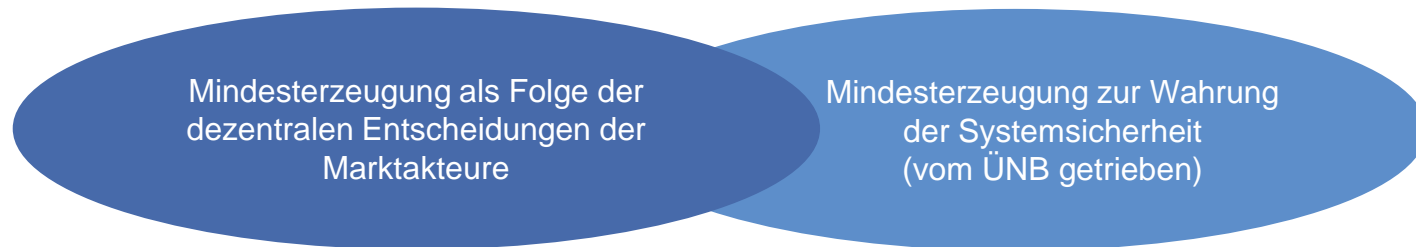
> Beobachtung: Auch bei sehr hoher EE-Einspeisung, geringer Last und stark negativen Preisen sinkt die Einspeisung aus konventionellen Kraftwerken nicht unter einen Schwellwert

Beispiel: 16. Juni 2013



> Nachfolgend Diskussion zu Ursachen und Handlungsoptionen

# Überblick Mindestenerzeugung – Ursachen und Treiber



# Mindesterzeugung zur Wahrung der Systemsicherheit

## Blindleistungsbereitstellung für das Übertragungsnetz

### Treiber für den Blindleistungsbedarf im Übertragungsnetz

- > Blindleistungsverbrauch der unterlagerten Verteilungsnetze
  - » typischerweise gut korreliert mit Wirklast
- > Blindleistungsverbrauch der Übertragungsnetzbetriebsmittel
  - » quadratische Abhängigkeit von der Netzbelastung

### Blindleistungsquellen

- > Blindleistung muss lokal bereit gestellt werden
  - » Erzeugungseinheiten in unterlagerten Verteilungsnetzen sind für das Übertragungsnetz vielfach *nicht lokal!*
- > Historisch: Integrierte Planung von Erzeugungssystem und Netz auch im Bereich der Blindleistungsquellen
  - » primär: Synchrongeneratoren an ÜN angeschlossener Großkraftwerke
  - » sekundär: Passive Kompensationseinrichtungen (Spulen, Kondensatoren)
- > Neue Quellen:
  - » FACTS (SVC, Statcom), HGÜ
  - » Phasenschiebergeneratoren (Biblis!)

Betrieb mit  
Mindestleistung  
erforderlich

# Mindesterzeugung zur Wahrung der Systemsicherheit

## Blindleistungsbereitstellung für das Übertragungsnetz (2)

Dauerhafte Mindesterzeugung wegen Blindleistung ist nicht zwangsläufig

- > Steuerung des Blindleistungsverbrauchs der Verteilungsnetze durch dort angeschlossene Erzeugungsanlagen → vermutlich keine umfassende Lösung für Blindleistungsverbrauch des Übertragungsnetzes
- > Ersatz der Blindleistungsbereitstellung aus Kraftwerken durch Netzbetriebsmittel grundsätzlich möglich
  - » aus Netzsicht jedoch im Regelfall deutlich teurer

- > Technisch und wirtschaftlich optimale Form der Blindleistungsbereitstellung ist weiter zu untersuchen
- > Perspektivisch vermutlich gezielte Netzausbaumaßnahmen zur Substitution der Blindleistungsbeiträge konventioneller Kraftwerke sinnvoll
- > Dafür ggf. Anpassung der Regeln der Netzregulierung notwendig

# Mindesterzeugung zur Wahrung der Systemsicherheit

## Kurzschlussströme

### Kurzschlussströme – ein zweiseitiges Schwert

- > Kurzschlussströme dürfen nicht beliebig hoch sein
  - » Schaltvermögen der Leistungsschalter begrenzt
  - » Begrenzung der Kurzschlussströme erhöht Netzkosten
- > Mindestkurzschlussstromniveau aber notwendig
  - » Sichere Unterscheidbarkeit von Betriebs- und Kurzschlussströmen für Netzschutz notwendig
  - » Stabiler Betrieb von Generatoren
  - » Begrenzung des Spannungseinbruchs nach Kurzschluss im Netz

### Aktuell kein Treiber für Mindesterzeugung – Entwicklung unklar

- > Kurzschlussstromniveau im deutschen Übertragungsnetz nicht nur durch deutsche Erzeugungseinheiten beeinflusst
- > Synchrongeneratoren im benachbarten Ausland sichern aktuell ausreichendes Kurzschlussstromniveau
- > Europ. EE-dominiertes System erfordert alternative Kurzschlussstromquellen

> kein akuter Handlungsbedarf → eher Forschungsthema

# Mindesterzeugung zur Wahrung der Systemsicherheit

Rotierende Masse / Systemträgheit

## Rotierende Masse notwendig für Systemstabilität

- > Einspeisung und Entnahme im elektrischen System müssen stets im Gleichgewicht sein ← Störeinflüsse jedoch unvermeidbar
- > Kleine Leistungsbilanzstörungen bzw. Zeitbereich vor Eingreifen der PRL
  - » Leistungsbilanzausgleich aus kinetischer Energie aller rotierenden Maschinensätze im Synchronverbund → Änderung der Netzfrequenz
  - » Rotierende Masse begrenzt die Frequenzänderung → wichtig für Versorgungsqualität, da viele frequenzsensible Verbraucher

## Relevantes Problem für die Zukunft

- > In der Vergangenheit u. a. aufgrund Verbundsystem stets ausreichend rotierende Masse → keine genauen Bedarfsanalysen etc.
- > Denkbare Substitute
  - » Simulation rotierender Masse z. B. durch Kurzzeitspeicher in EE
  - » Mitdrehende Phasenschiebergeneratoren (→ Blindleistung, Kurzschlussströme)

> Forschungsbedarf zu Bedarf (Höhe und zeitliche Entwicklung) und alternativen Quellen

# Mindesterzeugung infolge Entscheidungen der Marktakteure

## Generelle Diskussion

Mindesterzeugung trotz negativer Preise kann Konsequenz rationalen Handels der Marktakteure sein

- > Bedienung eingegangener Lieferverpflichtungen an anderen Märkten → Regelenergie
- > Bedarf für Koppelprodukte → Prozessdampf, Wärme
- > Opportunitätskosten eines Verzichts auf Erzeugung höher als Kosten wg. negativer Preise

Ziel nicht direkte Steuerung/Verringerung der Mindesterzeugung, sondern Anreizsetzung über Preissignale

- > Negative Preise sind wichtiger Flexibilisierungsanreiz
- > Voraussetzung ist allerdings Vermeidung von Verzerrungen
  - » Unwirksamkeit der Preisanreize für relevante Erzeugergruppen
  - » Ausschluss effizienter Lösungsoptionen durch Marktregeln und Zugangsbedingungen
  - » Wirkungen von Umlagen, Entgelten etc.

> Effiziente Preissignale wesentliche Herausforderung für Mindesterz.

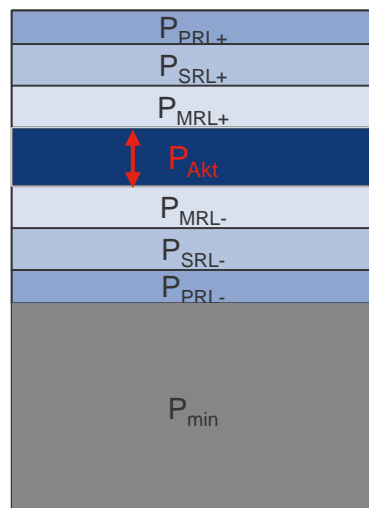


# Mindesterzeugung infolge Entscheidungen der Marktakteure

Regelleistung / Leistungs-Frequenz-Regelung

## Anforderungen an Regelleistungsvorhaltung

> Regelleistungsvorhaltung in konventionellem thermischen Kraftwerk



> Anforderungen

- » ca. 550 MW PRL +/- in 30 sek.
- » ca. 2000 MW SRL +/- in 5 min
- » ca. 2500 MW MRL +/- in 15 min

> Typische technische

Randbedingungen (bezogen auf  $P_{Nenn}$ )

- » PRL-Vermögen ca. 3-5 % Nennleistung
- » Gradienten ca. 4 %/min
- » Technische Mindestleistung ca. 40-50 %

> Alleinige Vorhaltung des Regelleistungsbedarfs in typischen thermischen KW erfordert Wirkleistungseinspeisung  $\gg 10$  GW

> PRL/SRL heute realistisch aber nur mit hydro-thermischen Portfolien anbietbar (Wochenausschreibung)

# Mindestenerzeugung infolge Entscheidungen der Marktakteure

Regelleistung / Leistungs-Frequenz-Regelung (2)

## Tatsächliche Mindestenerzeugung infolge Regelleistung kaum quantifizierbar

- > Tatsächliche Mindestenerzeugung ist vom Portfolio der Anbieter abhängig, deren Regelleistungsgesuche zugeschlagen wurden
- > Einflüsse z. B. durch
  - » Tatsächliche Flexibilität der Kraftwerke
  - » Einsatz Pumpspeicher für Netzregelung (Füllstandsnebenbedingungen!)
  - » Einbeziehung verbrauchsseitiger Flexibilitäten

## Flexibilisierung der Regelleistungsmärkte ermöglicht Verringerung der Mindestenerzeugung

- > Einbeziehung zusätzlicher Flexibilitätsoptionen (nicht nur EE)
  - » Level-Playing-Field schaffen → Hemmnisse z. B. in Entgelt- und Umlagesystem und Präqualifikationsbedingungen abbauen
- > Rahmenbedingungen Regelleistungsmärkte so anpassen, dass zusätzliche Flexibilitätsoptionen eingesetzt werden können, sofern effizient
  - » dabei Anforderungen aus Perspektive Systemsicherheit berücksichtigen
  - » unterschiedliche Möglichkeiten in Diskussion

# Mindesterzeugung infolge Entscheidungen der Marktakteure

## KWK

### KWK kann Treiber für Mindesterzeugung sein

- > KWK in der öffentlichen Versorgung vielfach stromgeführt
- > KWK-bedingte Mindesterzeugung im Bereich industrieller KWK kann unterschiedliche Ursachen haben
  - » ggf. z. B. Prozessdampfbedarf
  - » Effiziente Einsatzentscheidung erfordert ggf. Vergleich unterschiedlicher Opportunitäten: Strombezug statt Eigenproduktion vs. Produktionsverzicht

### Lösungsansätze auch hier: Abbau von Hemmnissen und Barrieren für effiziente Preisanreize

- > Privilegierung des Eigenverbrauchs zumindest aus energiewirtschaftlicher Sicht problematisch
- > Anreizwirkungen der Netzentgeltstrukturen aus Strommarktperspektive teilweise effizienzhemmend
- > Effiziente Sektorkopplung Strom/Wärme

> Befriedigende Lösungen vermutlich (politisch wie praktisch) schwieriger erreichbar als bei Regelenergie

## Zusammenfassung

### Unterschiedliche denkbare Ursachen für Mindestenerzeugung

- > Bewusste Entscheidung der Marktakteure
- > Von ÜNB angeordneter Betrieb zur Wahrung der Systemsicherheit

### Aktuelle Situation

- > Beobachtete Mindestenerzeugung heute vor allem infolge Entscheidungen der Marktakteure
- > Markt kann bei Vorliegen effizienter Preissignale und Marktregeln neue Flexibilitätspotenziale erschließen und Mindestenerzeugung reduzieren

### Handlungsbedarf

- > Hemmnisse für effiziente Preissignale und Marktregeln abbauen
- > Ggf. regulatorische Rahmenbedingungen für Blindleistungsmanagement anpassen
- > Darüber hinaus auch weiterer Forschungsbedarf zum Betrieb von großen Stromsystemen ohne konv. Erzeugung