Zusätzliche Wertschöpfungspotenziale für dezentrale Anlagen im virtuellen Kraftwerk

Prof. Dr. Ralf Simon

November 2010

1

Prof. Dr. Ralf Simon

simon@tsb-energie.de

Hochschullehrer der Fachhochschule Bingen

Wissenschaftlicher Leiter der Transferstelle für rationelle u. regenerative Energienutzung

Wissenschaftlicher Leiter des Institut für geo-thermisches Ressourcenmanagement

Gesellschafter der Simon Process Engineering GmbH

Gesellschafter der SP Energycontrol GmbH

Energiebeirat des Landes Rheinland – Pfalz zur Beratung der Landesregierung in energie-politischen Fragen

Randbedingungen für die Versorgungswirtschaft der Zukunft

Begrenzte Reserven an Erdöl, Erdgas, Uran und Kohle

Wandel des Klimas

Politische Krisen in den Regionen mit höheren Erdöl- u. Erdgasreseven

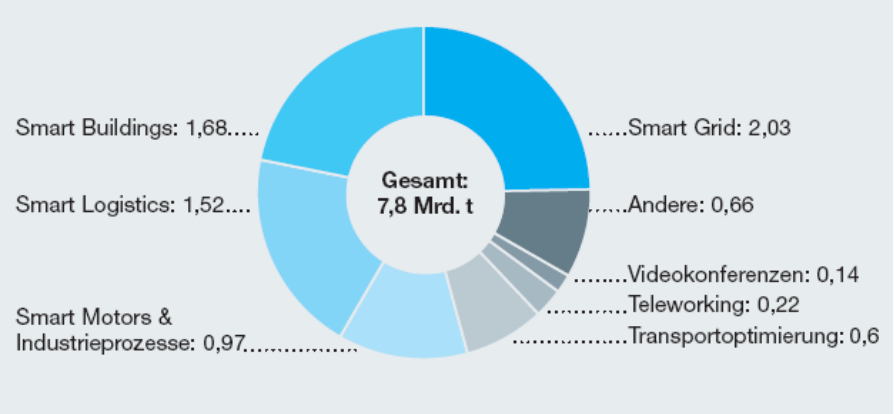
weiterhin steigende Preise für Erdöl und Erdgas

→ Konsequenz 1: Energiesparen, Energiesparen, …

→ Konsequenz 2: Regenerative Energieerzeugung

3

Jährliches CO2 Einsparpotenzial in einer smarten Welt

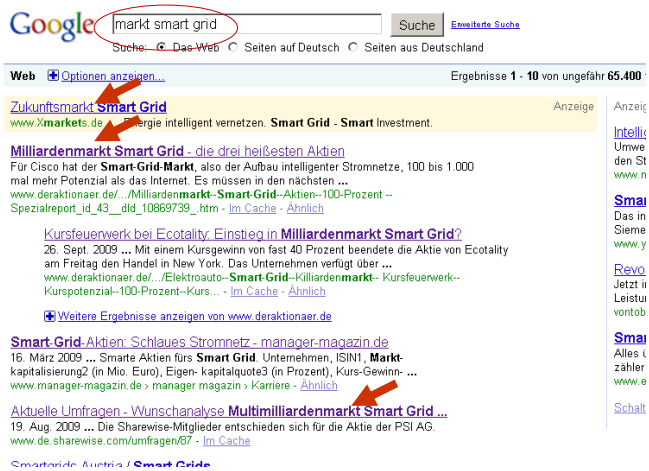


Anteil des Smart Grid: > 25% des Gesamtpotenzials

Quelle: The Climate Group (2008) Smart 2020 Enabling the Low Carbon Economy in the Information Age

4

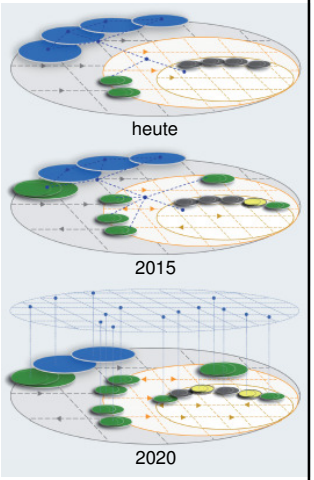
Internet Suche: Einschätzung des Marktes



Abruf am 14.04.2010

Vorstellung des Übergangs zum Internet der Energie

- Heute: Wenige Großerzeuger bedienen viele Verbraucher
- 2015: Verbraucher werden Produzenten
- 2020: Koordination aller Akteure durch das IdE

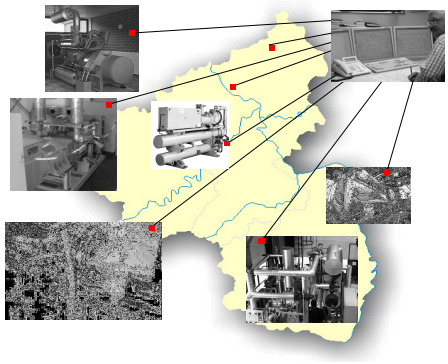


Quelle: Terzidis O.: Internet der Energie, Energietag Rheinland-Pfalz, Sep. 2009

Ministerium für Umwelt, Forsten u.
Verbraucherschutz (MUFV), Rheinland-Pfalz

TSB

Entwicklung der Techniken für virtuelle Kraftwerke

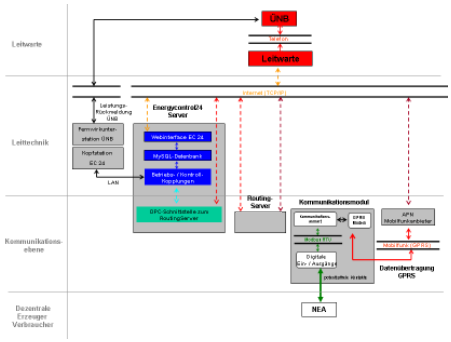


Virtuelles Kraftwerk hilft sparen

Kraftwerke gut vernetzt

Projekt verbessert Energieausnutzung

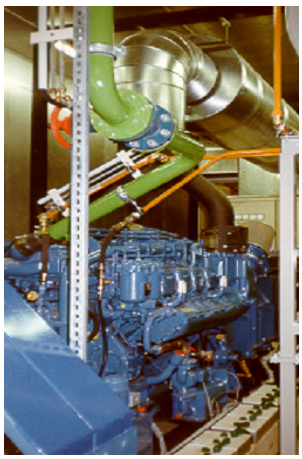
MAINZ Eine bessere Energieausnutzung ist das Ziel eines Projekts der Fachhochschule Bingen, das Umweltministerium Mainz (MUFV) aus...



7

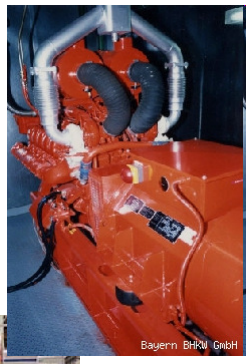
TSB

Umsetzungsschritt 1: Einsatz von Netzersatzanlagen



8

Umsetzungsschritt 2: Einsatz von BHKW



9

KWK – Entwicklung wird durch erhöhte Wirtschaftlichkeit beschleunigt

→ Vermarktungsmöglichkeiten von KWK-Anlagen in virtuellen Kraftwerken

Gesetzliche Vergütung
(KWKG, EEG)

Systemdienstleistungen
Bilanzkreismanagement
(Regelenergie, Ausgleichsenergie)
[Sekundär-, Tertiär]

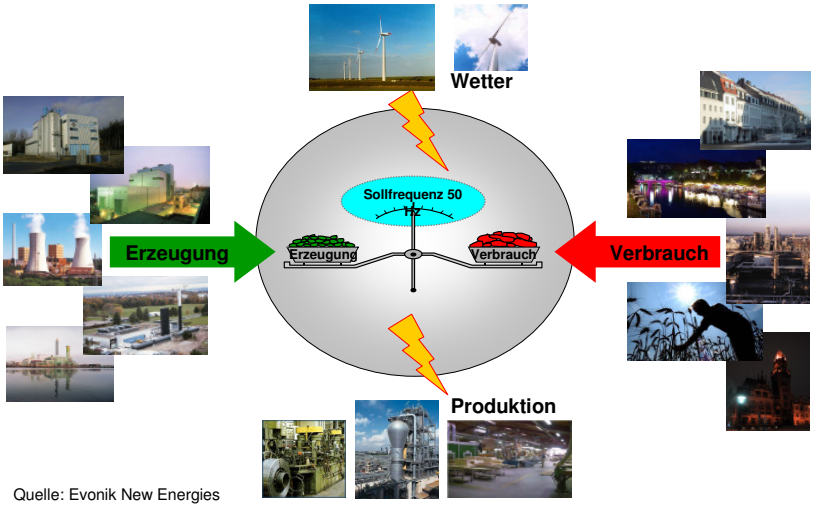
Stromhandel
Vermarktung Spotmarkt
(Strombörse EEX)

12

Markt 1 KWK zur Lieferung von Regelenergie im Bereich der Minutenreserve

13

Regelenergie hält die Waage im Gleichgewicht



Quelle: Evonik New Energies

14

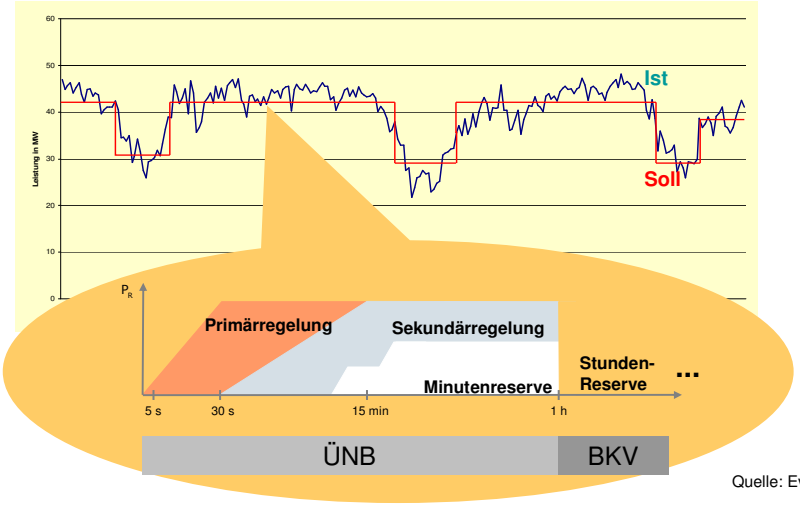
Möglichkeiten der Regelenergiebereitstellung

Positive Regelenergie	Negative Regelenergie
Verbrauch > Erzeugung **= Unterspeisung** (Netzfrequenz fällt unter 50 Hz)	**Verbrauch < Erzeugung** **= Überspeisung** (Netzfrequenz steigt über 50 Hz)
Stromerzeuger (z.B. Kraftwerke, Notstrom-Diesel, etc.) *Leistung erhöhen oder „EIN“*	Stromerzeuger (z.B. Kraftwerke, BHKW-Anlage, etc.) *Leistung absenken oder „AUS“*
Stromverbraucher (z.B. Elektrolysen, Schmelzöfen, etc.) *Last absenken oder „AUS“*	Stromverbraucher (z.B. Mühlen, Pumpen, Verdichter, etc.) *Last erhöhen oder „EIN“*

Quelle: Evonik New Energies

15

Regelenergiearten



Quelle: Evonik New Energies

16

Regelenergie: Minutenreserve – technische Anforderungen

bei umfangreichen oder länger andauernden Störungen oder zur Ablösung der Sekundärregelleistung

positive und negative Minutenreserve getrennt ausgeschrieben

Aufruf:	**telefonisch**
An- und Abfahrzeit:	**15 min**
Mindestleistung:	**15 MW (Inkrement in 1 MW-Schritten)**
Ausschreibung:	**täglich für 6 Zeitscheiben a 4 Stunden**
Vertragsdauer:	**4 Stunden**

Minutenreserve – Ausschreibungsverfahren

tägliche Ausschreibung für alle Regelzonen

Ausschreibung für alle Zeitscheiben des Folgetages

Gebot für Poolleistung, Leistungspreis und Arbeitspreis

Verfahren → Pay as bit

→ Ranking für Bereitstellung nach dem gebotenen Leistungspreis

→ Ranking für Aufruf nach Arbeitspreis

Minutenreserve – Marktvolumen

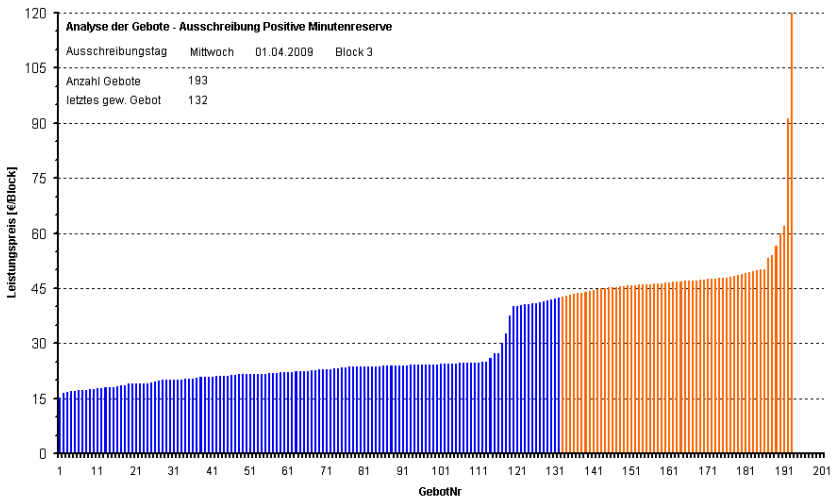
Ausschreibungen Minutenreserve:

Zeitraum	Typ*	DL.Nr*	Bedarf (negativ)* [MW]	Bedarf (positiv)* [MW]
18.10. - 18.10.2010	TA	1	2118	2244
19.10. - 19.10.2010	TA	1	2118	2244
20.10. - 20.10.2010	TA	1	2118	2244
21.10. - 21.10.2010	TA	1	2118	2244
22.10. - 22.10.2010	TA	1	2118	2244
23.10. - 23.10.2010	TA	1	2118	2244
24.10. - 24.10.2010	TA	1	2118	2244
25.10. - 25.10.2010	TA	1	2118	2244
26.10. - 26.10.2010	TA	1	2118	2244
27.10. - 27.10.2010	TA	1	2118	2244
28.10. - 28.10.2010	TA	1	2118	2244
29.10. - 29.10.2010	TA	1	2118	2244
30.10. - 30.10.2010	TA	1	2118	2244
31.10. - 31.10.2010	TA	1	2118	2244
01.11. - 01.11.2010	TA	1	2118	2244

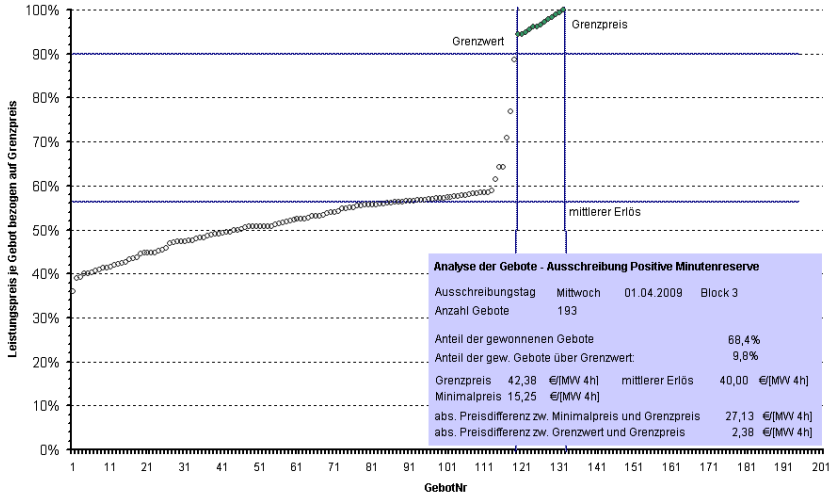
www.regelleistung.net

TA: Tagesausschreibung; DL.Nr - Durchlaufnummer

Minutenreserve – Ausschreibungsergebnisse



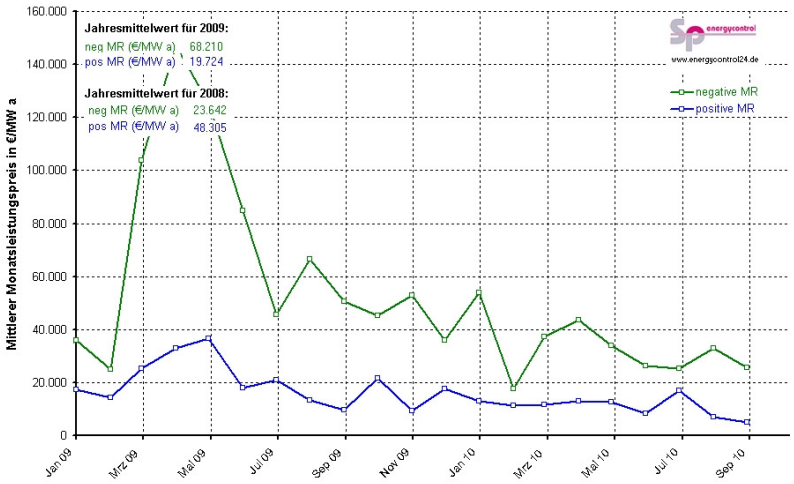
Minutenreserve – Ausschreibungsergebnisse



21

Minutenreserve – Ausschreibungsergebnisse

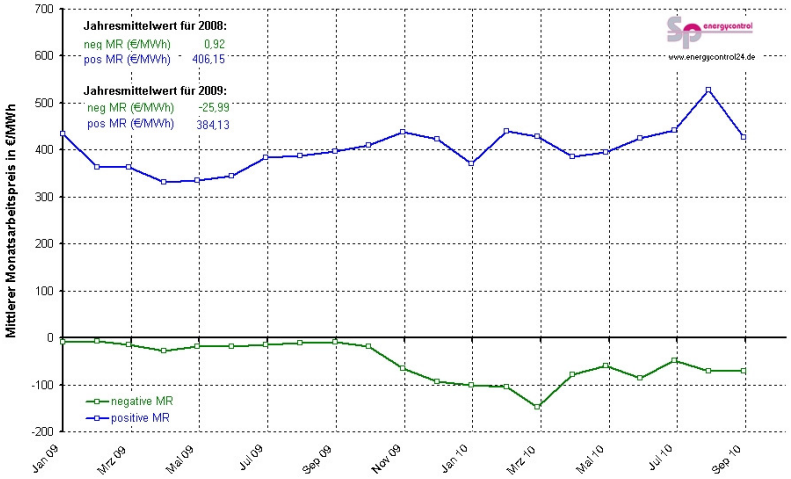
Leistungspreis



22

Minutenreserve – Ausschreibungsergebnisse

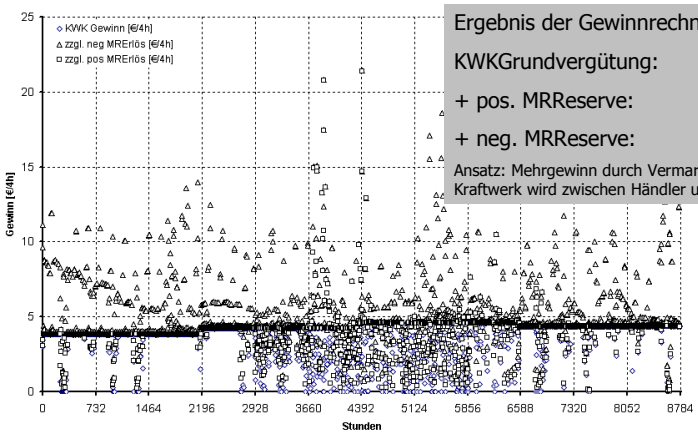
Arbeitspreis



23

Beispiel: Überregionale Lieferung von Regelenergie durch ein virtuelles Kraftwerk

Zusatzerlöse für ein BHKW in einem Schwimmbad



Ergebnis der Gewinnrechnung für Betreiber	
KWKGrundvergütung:	100 %
+ pos. MRReserve:	105 %
+ neg. MRReserve:	120 %

Ansatz: Mehrgewinn durch Vermarktung in einem virtuellen Kraftwerk wird zwischen Händler und Betreiber 50/50 geteilt.

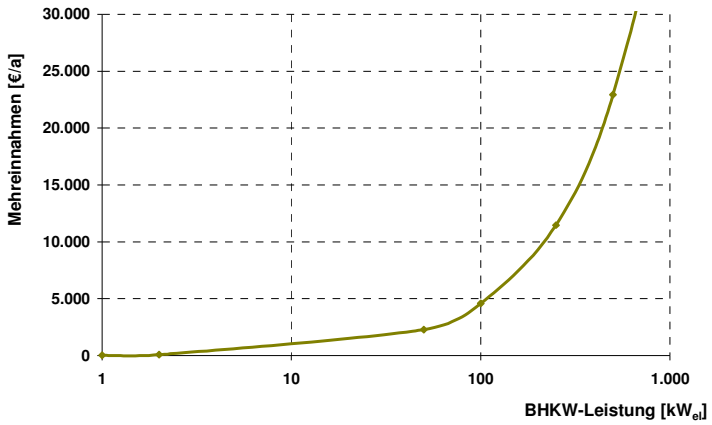
Datenbasis: 2008

24

Quelle: www.energycontrol24.de

Beispiel: Überregionale Lieferung von Regelenergie durch ein virtuelles Kraftwerk

überschlägige Zusatzerlöse für ein BHKW in 2009



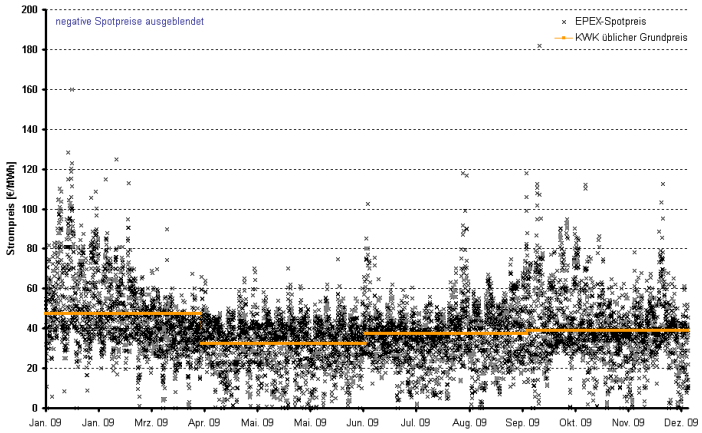
25

Markt 2 KWK-Stromvermarktung direkt über die EPEX

26

Prinzip der Direktvermarktung an der EPEX

Vergleich der Spotmarktpreise mit dem KWK üblichen Grundpreis in 2009

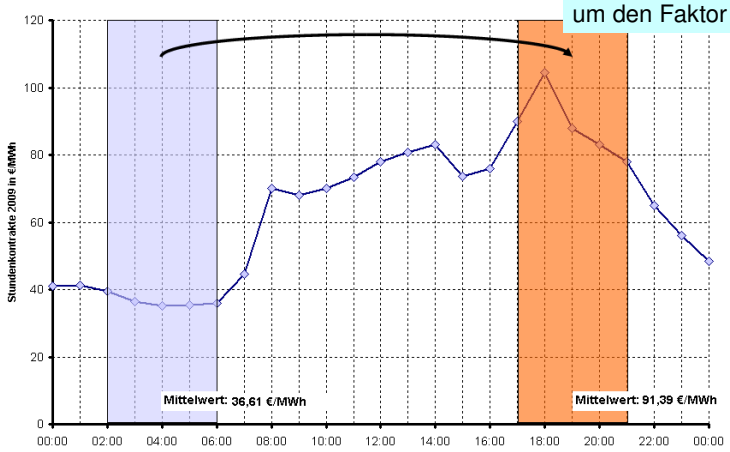


27

Prinzip der marktorientierten Fahrweise der KWK

Beispiel für den 07.02.2009

Verschiebung an diesem Tag erhöht die Stromeinnahmen um den Faktor 2,5



28

Beispiel: VNB Vermarktung im Bereich Spotmarkt durch ein lokales virtuelles Kraftwerk

Technische Basis:

Kirsch, Trier

Technische Daten

elektrische Leistung: 2…4 (8) kW

thermische Leistung: 5 …12 KW

Kosten: ca. 12.000 €

Interessant:

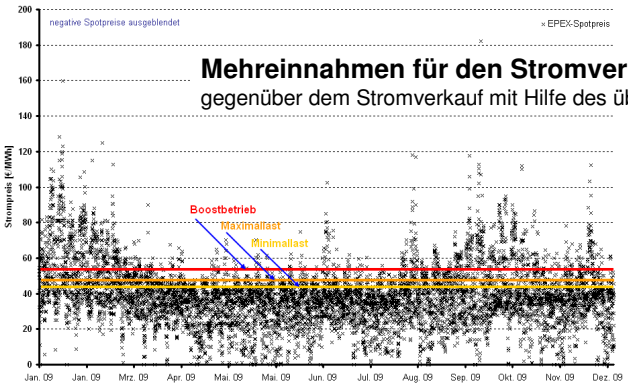
vom Werk aus direkt vorgesehen für den Einsatz in lokalen virtuellen Kraftwerken

29

Beispiel: VNB Vermarktung im Bereich Spotmarkt durch ein lokales virtuelles Kraftwerk

Die Optimierungsläufe ergaben für die Preisbasis 2009 die folgenden Eckdaten:

EPEX-Preis MotorMin: 43 €/MWh
EPEX-Preis MotorMax: 47 €/MWh
EPEX-Preis MotorBoost: 53 €/MWh

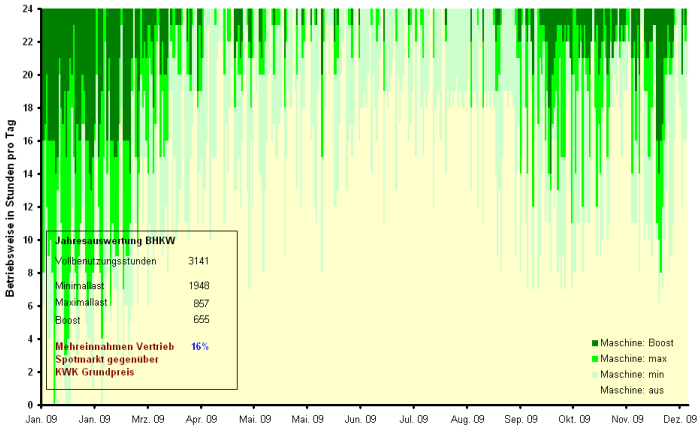


Mehreinnahmen für den Stromverkauf in Höhe von 16%
gegenüber dem Stromverkauf mit Hilfe des üblichen KWK - Grundpreises.

30

Beispiel: VNB Vermarktung im Bereich Spotmarkt durch ein lokales virtuelles Kraftwerk

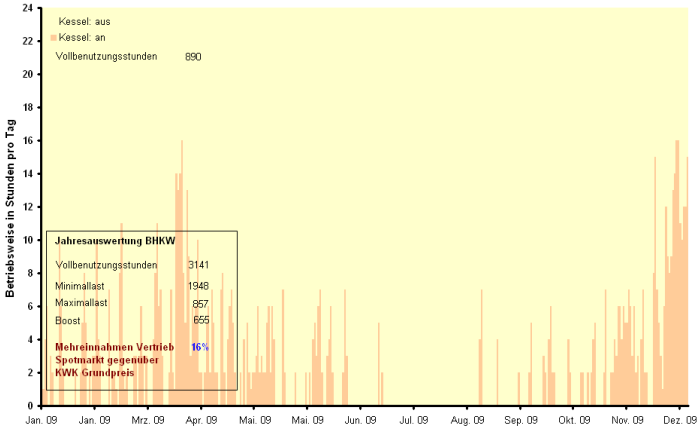
Betriebsstundenverteilung Mikro-KWK-Anlage



31

Beispiel: VNB Vermarktung im Bereich Spotmarkt durch ein lokales virtuelles Kraftwerk

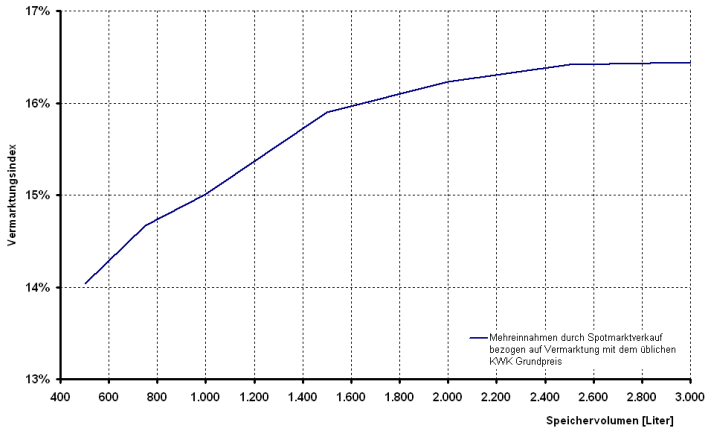
Betriebsstundenverteilung Zusatzkessel



32

Beispiel: VNB Vermarktung im Bereich Spotmarkt durch ein lokales virtuelles Kraftwerk

Sensitivitätsstudie Speichervolumen



33

Fazit

Durch ein Smart Grid / Virtuelles Kraftwerk …

- **… werden zusätzliche Märkte im Verbund erschlossen, die für den einzelnen nicht möglich sind,**
- **… wird die umweltfreundliche KWK wirtschaftlich besser gestellt,**
- **… werden Win-Win-Win-Situationen für Netzbetrieb, Contractingabteilung und Endkunden geschaffen,**
- **… wird somit Kundenbindung erreicht.**

34

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Kontakt
Prof. Dr. Ralf Simon
Transferstelle Bingen
Am Langenstein 21
55411 Bingen

simon@tsb-energie.de

35