

Fachtagung WKOR Stuttgart

KOSTENSENKUNGSPOTENTIAL BEIM HANDEL MIT STROM AUS ERNEUERBAREN ENERGIEEN DURCH MATHEMATISCHE OPTIMIERUNGSMODELLE

UNIVERSITÄT ST. GALLEN

KARL FRAUENDORFER
GIDO HAARBRUECKER
MICHAEL GRATWOHL
CLAUS LIEBENBERGER

TRANSNET BW

DIETMAR GRAEBER
JAROSLAW WACH
JÜRGEN WOLPERT

Stuttgart, 31. Januar 2014



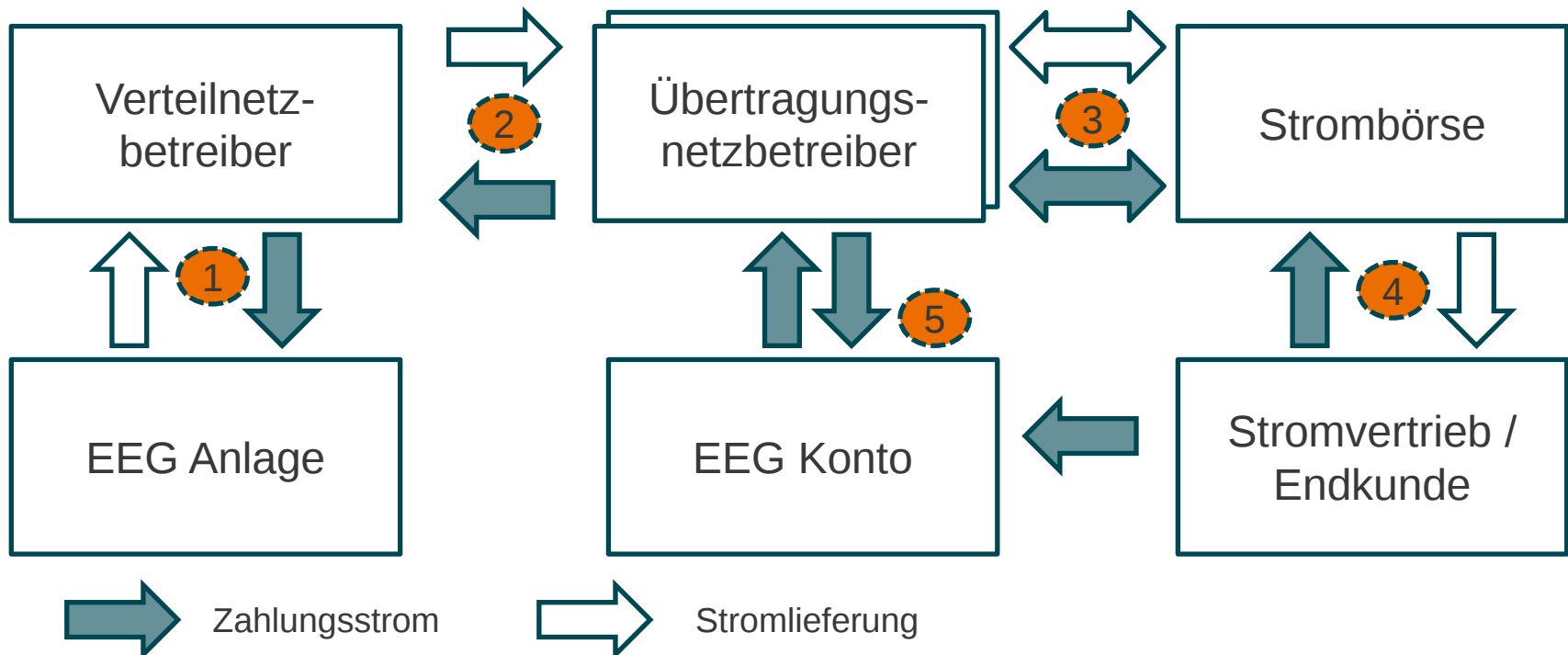
AGENDA

- 01 Grundlagen der EEG Vermarktung
- 02 Anreize für eine effiziente Vermarktung
- 03 Risiken in der aktiven Bewirtschaftung
- 04 Risikoadjustierte Intraday-Optimierung
- 05 Zusammenfassung



Grundlagen der EEG Vermarktung

SYSTEMATIK DER EEG INTEGRATION BEI DER EINSPEISEVERGÜTUNG

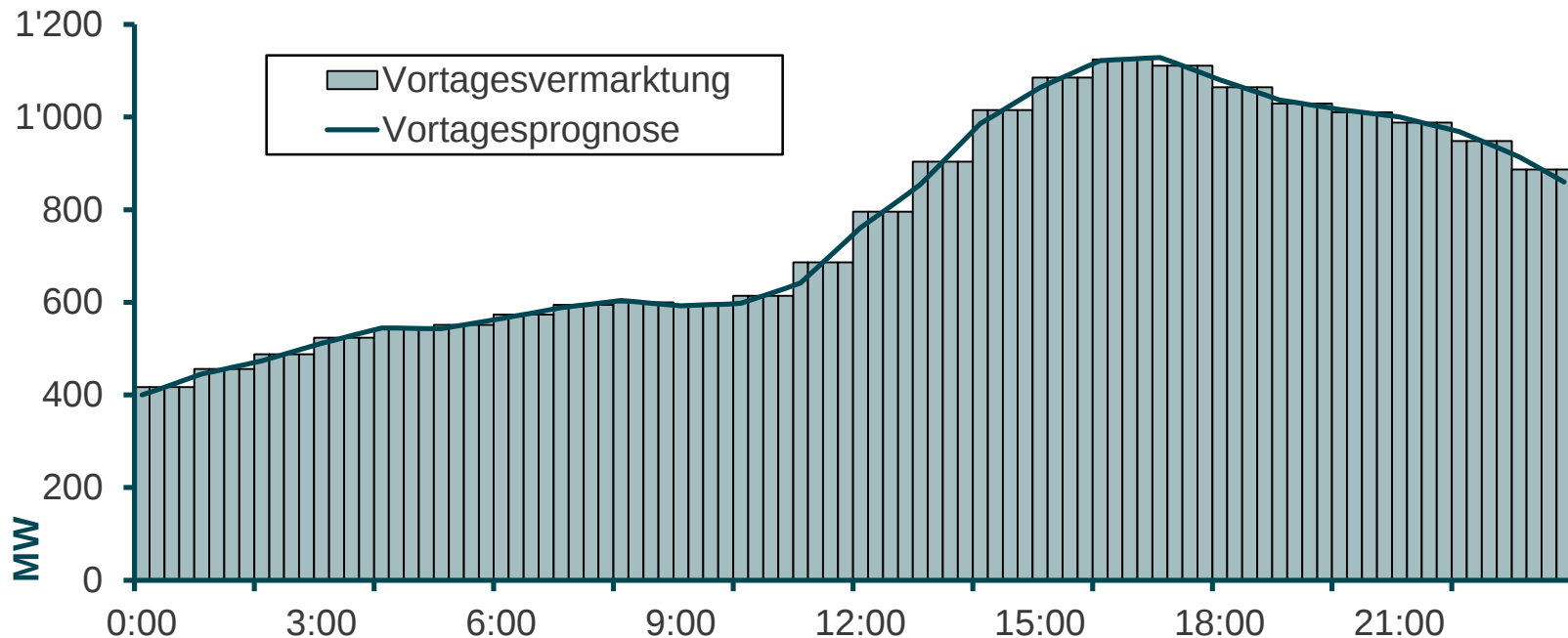


Bei Förderung durch EEG Vergütung sind die ÜNB für die Vermarktung verantwortlich /
Durch den regulatorischen Rahmen Beschränkung auf börslichen Handel



Grundlagen der EEG Vermarktung

VERMARKTUNG AM VORTÄGLICHEN SPOTMARKT AUF PROGNOSEBASIS

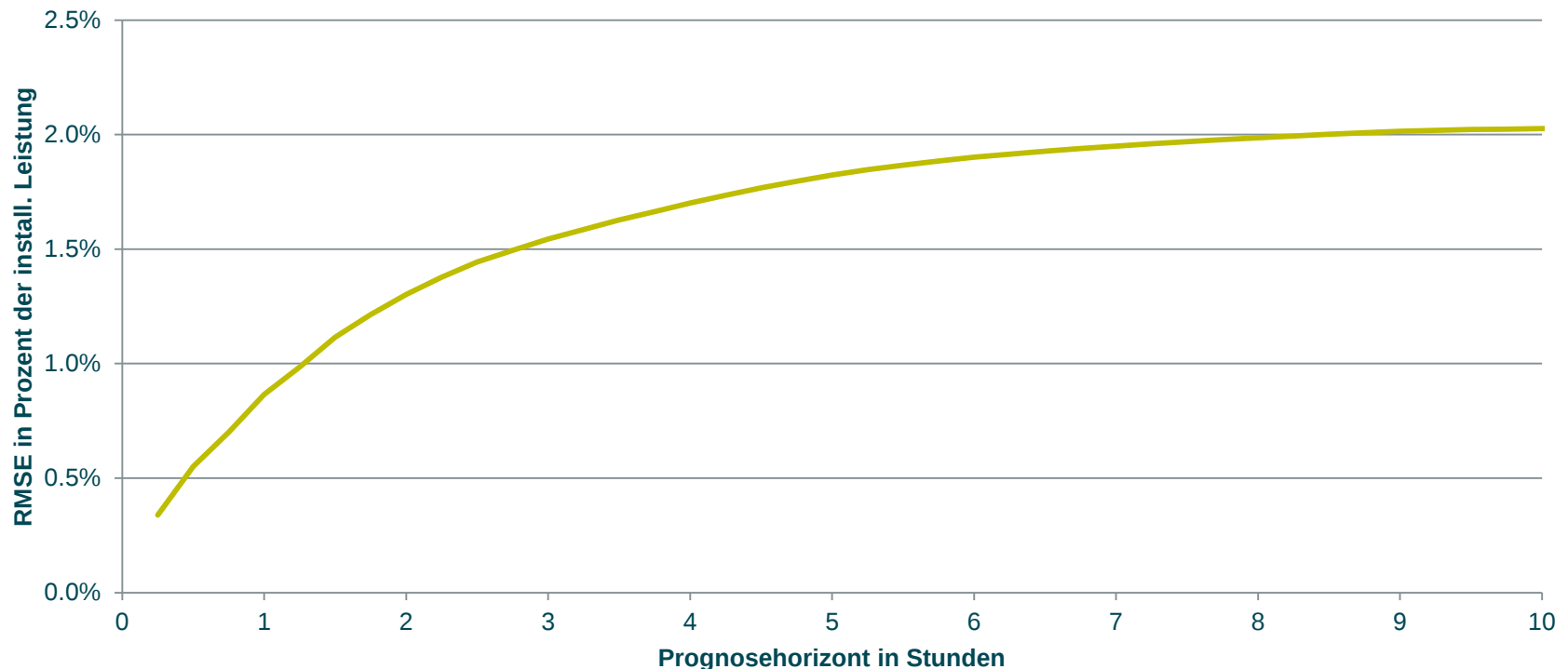


Vermarktung erfolgt an der Pariser Strombörse EPEX einmal täglich auf Basis von Prognosen / Prognosequalität von sehr großer Bedeutung für Erlöse und Systemstabilität



Grundlagen der EEG Vermarktung

ANSTIEG DER PV-PROGNOSEQUALITÄT MIT ABNEHMENDEM HORIZONT

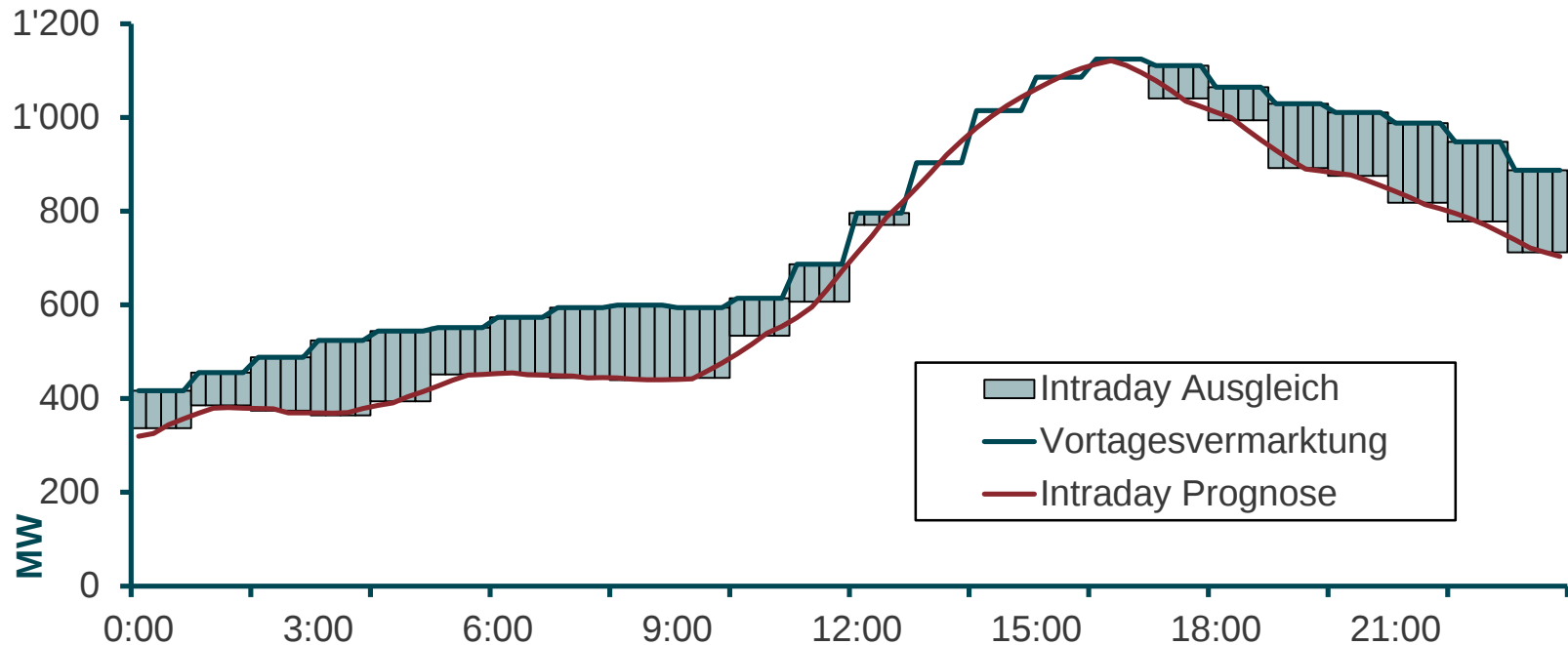


Mit abnehmendem Prognosehorizont Anstieg der Prognosequalität (=Verringerung des RMSE)
(betrachteter Zeitraum: 1. Halbjahr 2013)



Grundlagen der EEG Vermarktung

AUSGLEICH VON PROGNOSEFEHLERN AM INTRADAYMARKT

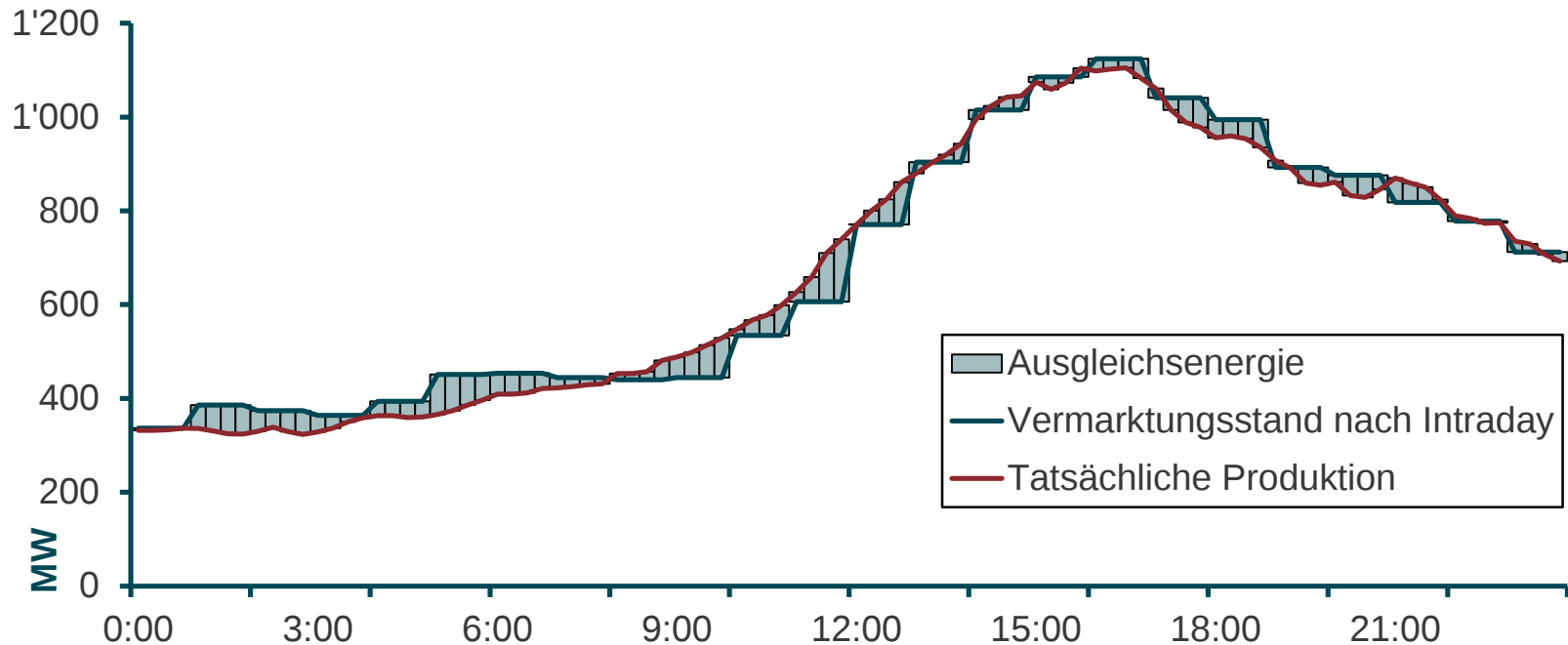


Ausgleichsprozess mit Intradayhandel rund um die Uhr / komplexer Markt mit über 100 gleichzeitig zu handelnden Produkten / sehr hohe Preisvolatilität und schwankende Liquidität / hochfrequente Prognoseupdates mit starken Fluktuationen



Grundlagen der EEG Vermarktung

EINSATZ VON AUSGLEICHSENERGIE FÜR DEN VERBLEIBENDEN FEHLER

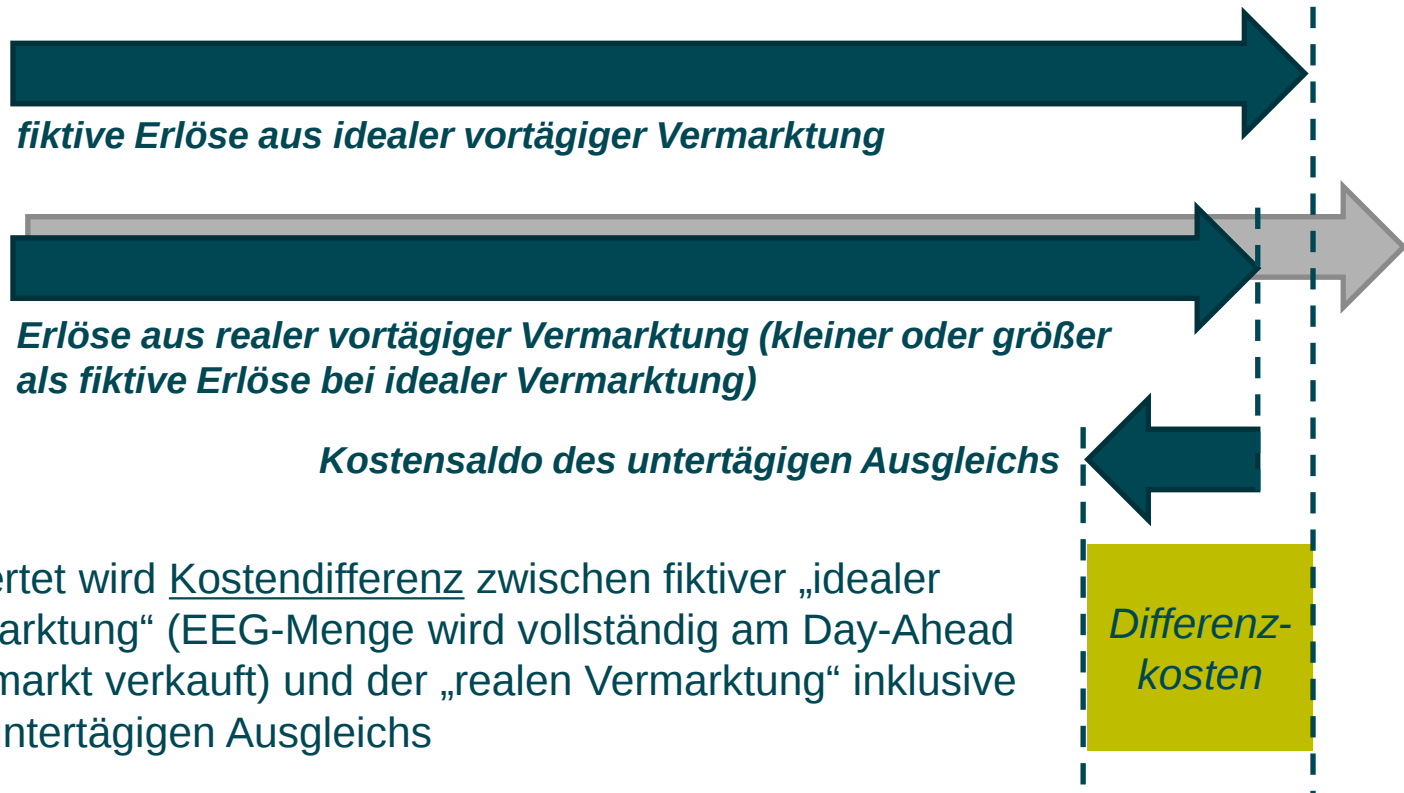


Ausgleich des verbleibenden Fehlers mit Regelenergie / Ausgleichskosten teilweise sehr hoch / extreme Abweichungen systemgefährdend



Anreize für eine effiziente Vermarktung

GRUNDLAGEN DIFFERENZKOSTENANSATZ

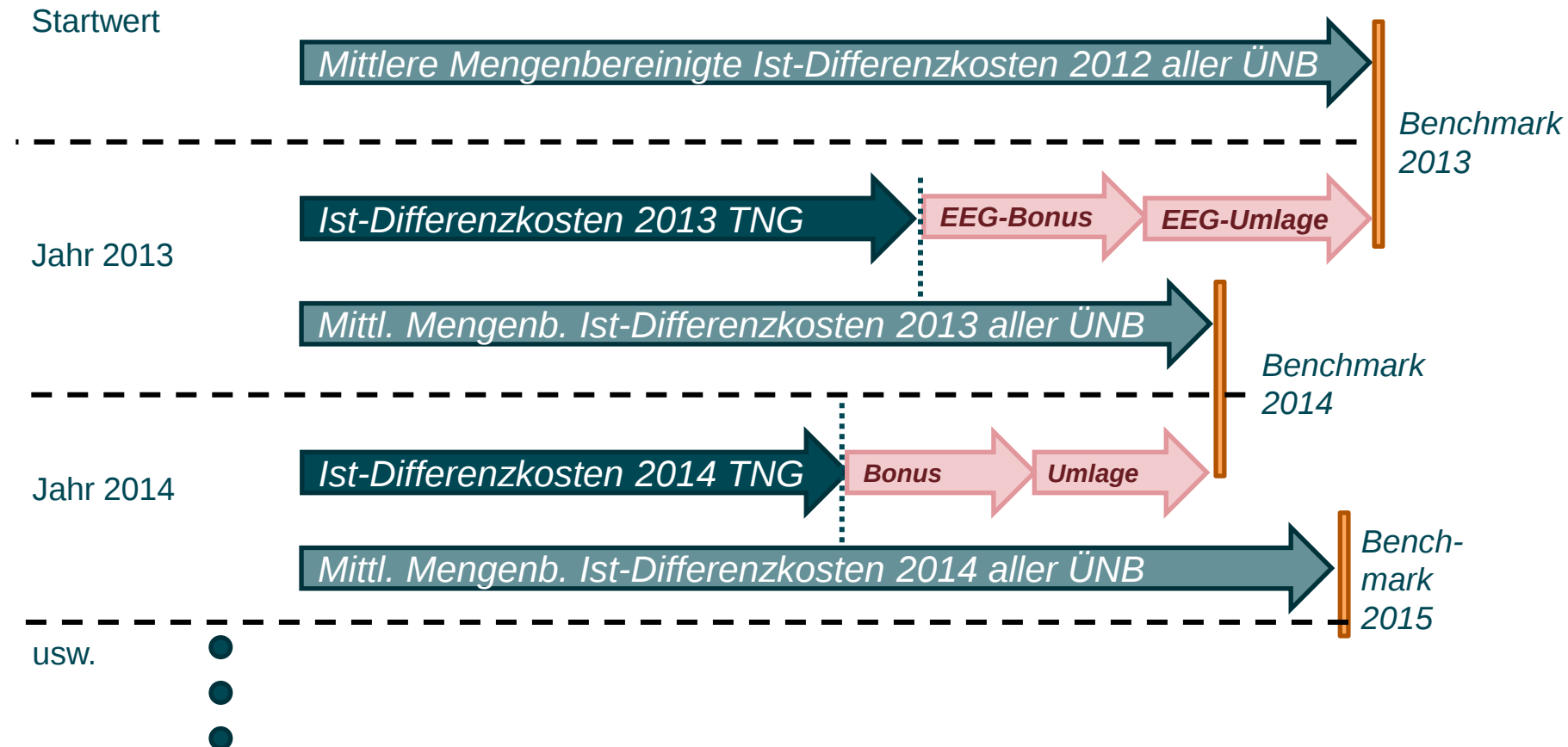


Bewertet wird Kostendifferenz zwischen fiktiver „idealer Vermarktung“ (EEG-Menge wird vollständig am Day-Ahead Spotmarkt verkauft) und der „realen Vermarktung“ inklusive des untertägigen Ausgleichs



Anreize für eine effiziente Vermarktung

DIFFERENZKOSTENANSATZ – ABLEITUNG EINES EEG-BONUS





Anreize für eine effiziente Vermarktung

ERFOLGSKRITERIEN FÜR EINE EFFIZIENTE VERMARKTUNG

/ Prognosequalität

- Geringer Prognosefehler
- Geringe Volatilität von Prognosen

/ Intraday Vermarktungsstrategie

- Kontinuierliches und kleinteiliges Handeln
- Trenderkennung
- Hohe Reaktionsgeschwindigkeit
- Nutzung von Arbitragemöglichkeiten

➔ Auf einem Markt mit über 100 gleichzeitig gehandelten Produkten ist ohne eine automatisierte, algorithmische Herangehensweise eine effiziente Vermarktung nicht möglich



Risiken in der aktiven Bewirtschaftung

UNSICHERHEIT GEGENÜBER BENCHMARK (I)

/ Das **Niveau der täglichen Differenzkosten** ist bestimmt durch

- Strukturelle (ÜNB-übergreifende, systematische) Abweichungen der tatsächlichen EE-Einspeisung von der vortäglichen Prognose
- Abweichungen der gemittelten Intraday-Preise von den stündlichen Day-Ahead Preisen.
- Unterschiede in den Tail-Abhängigkeiten zwischen Intraday-Preisen und Einspeiseschwankungen



Risiken in der aktiven Bewirtschaftung

UNSICHERHEIT GEGENÜBER BENCHMARK (II)

/ Die **Stochastik der täglichen Differenzkosten** für einen ÜNB ist bestimmt durch

- Prognoseunsicherheit = Volumenrisiko ($< 10\%$)
- Stochastische Dynamik der Intraday-Preise
- Tail-Abhängigkeiten zwischen Intraday-Preisen und Einspeiseschwankungen
- Die Summe der 24 Differenzen zwischen stündlichem Day-Ahead Preis und stündlichem, volumengewichteten mittlerem Intraday-Preis



Risiken in der aktiven Bewirtschaftung

LIQUIDITÄTSRISIKO

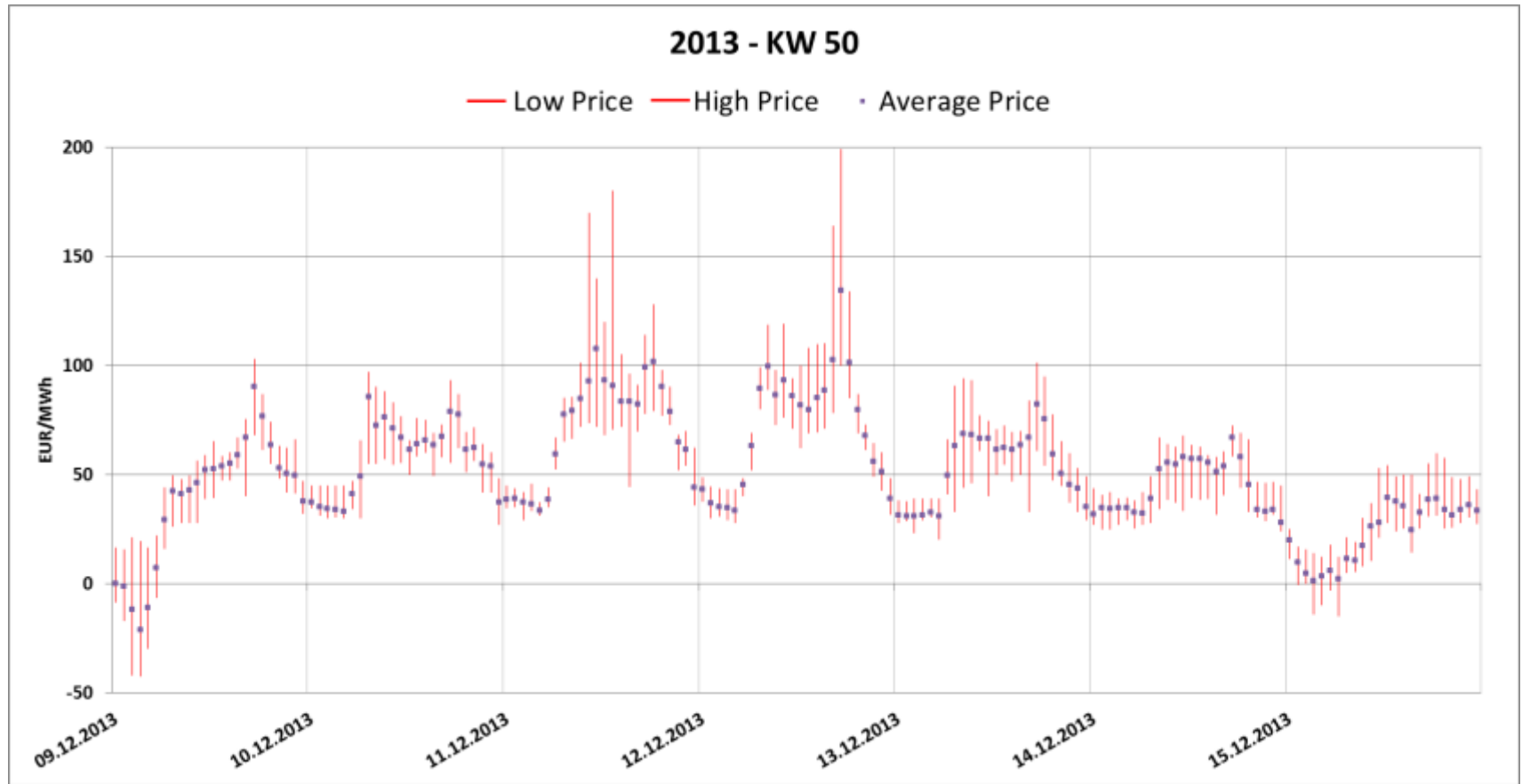
/ Quantifizierung der Liquidität im Order-Book

- (1) Marktbreite: Spanne zwischen Geld- und Briefseite; sie misst die indirekten Kosten, die durch das kurzfristige Auflösen einer Position entstehen würden.
- (2) Markttiefe: gibt an, welches Transaktionsvolumen ohne Auswirkung auf den Marktpreis sofort gehandelt werden kann.
- (3) Marktelastizität: Geschwindigkeit, mit welcher der Marktpreis nach einer getätigten, den Marktpreis beeinflussenden Transaktion wieder auf das Marktgleichgewichtsniveau zurückkehrt.
- (4) Dauer der Orderausführung: Zeit zwischen Orderaufgabe und vollständiger Order-Ausführung.



Risiken in der aktiven Bewirtschaftung

STOCHASTISCHE INTRA-DAY PREISDYNAMIK



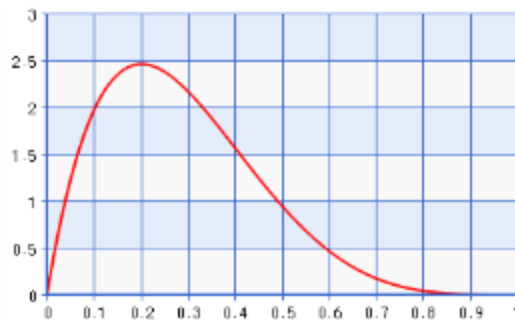


Risiko-adjustierte Intraday-Optimierung

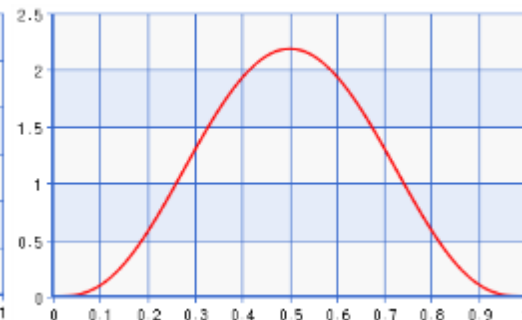
BETA-VERTEILUNG I

/ Standardisierte Beta-Verteilung:

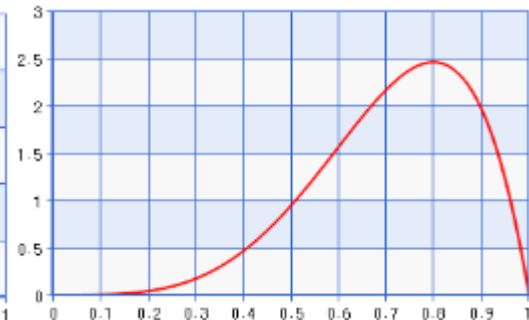
- stetige Verteilung
- Träger: Intervall $]0, 1[$
- 2 Parameter: $\alpha, \beta > 0$
- für $\alpha=\beta$: symmetrisch verteilt um 0.5
- exempl. Dichtefunktionen:



$\alpha=2, \beta=5$



$\alpha=4, \beta=4$



$\alpha=5, \beta=2$

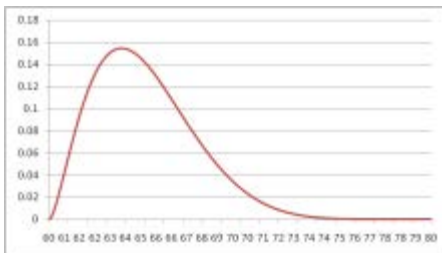


Risiko-adjustierte Intraday-Optimierung

VERALLGEMEINERTE BETA-VERTEILUNG II

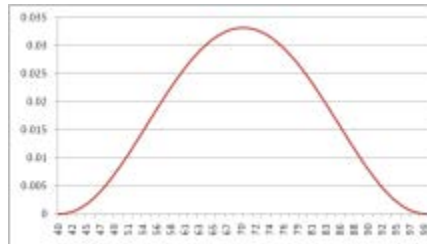
Exemplarische Dichtefunktionen:

Low Price	High Price	Average Price
60	80	65



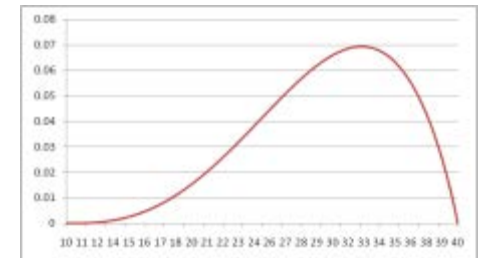
$\alpha=2.54, \beta=7.61$

Low Price	High Price	Average Price
40	100	70



$\alpha=3.36, \beta=3.36$

Low Price	High Price	Average Price
10	40	30

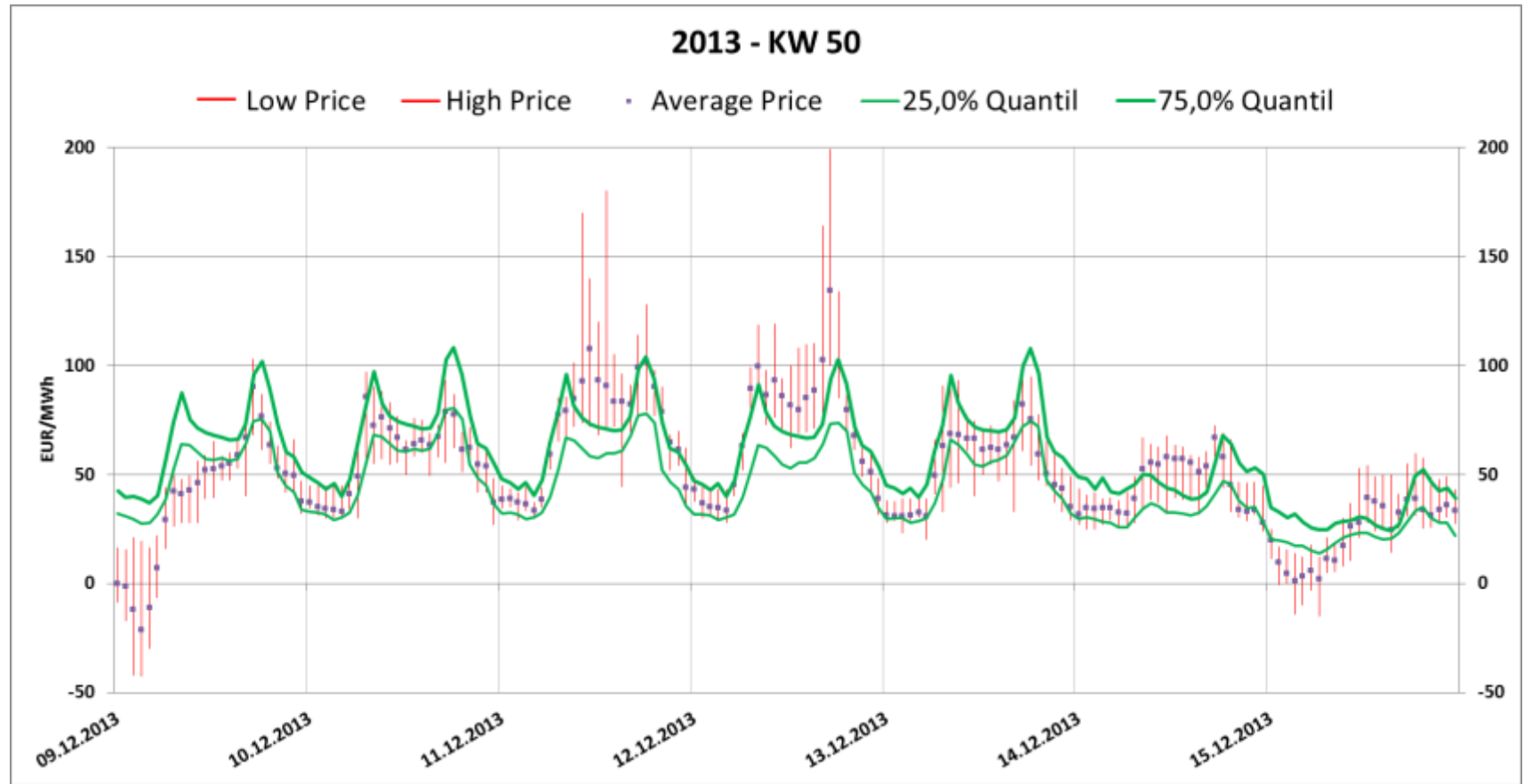


$\alpha=3.87, \beta=1.93$



Risiko-adjustierte Intraday-Optimierung

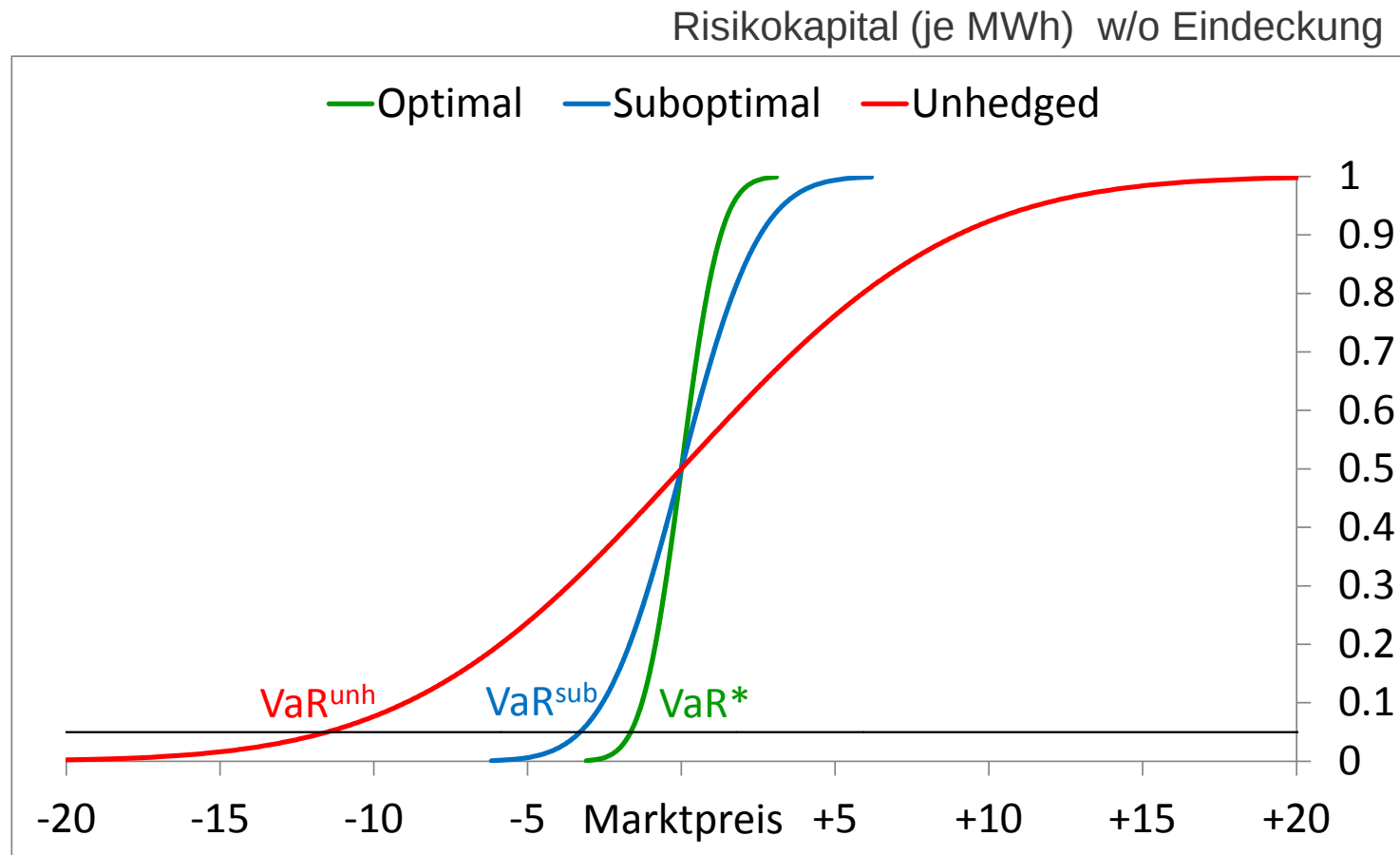
BEWIRTSCHAFTUNGSBAND





Risiko-adjustierte Intraday-Optimierung

RISIKOFÄHIGKEIT

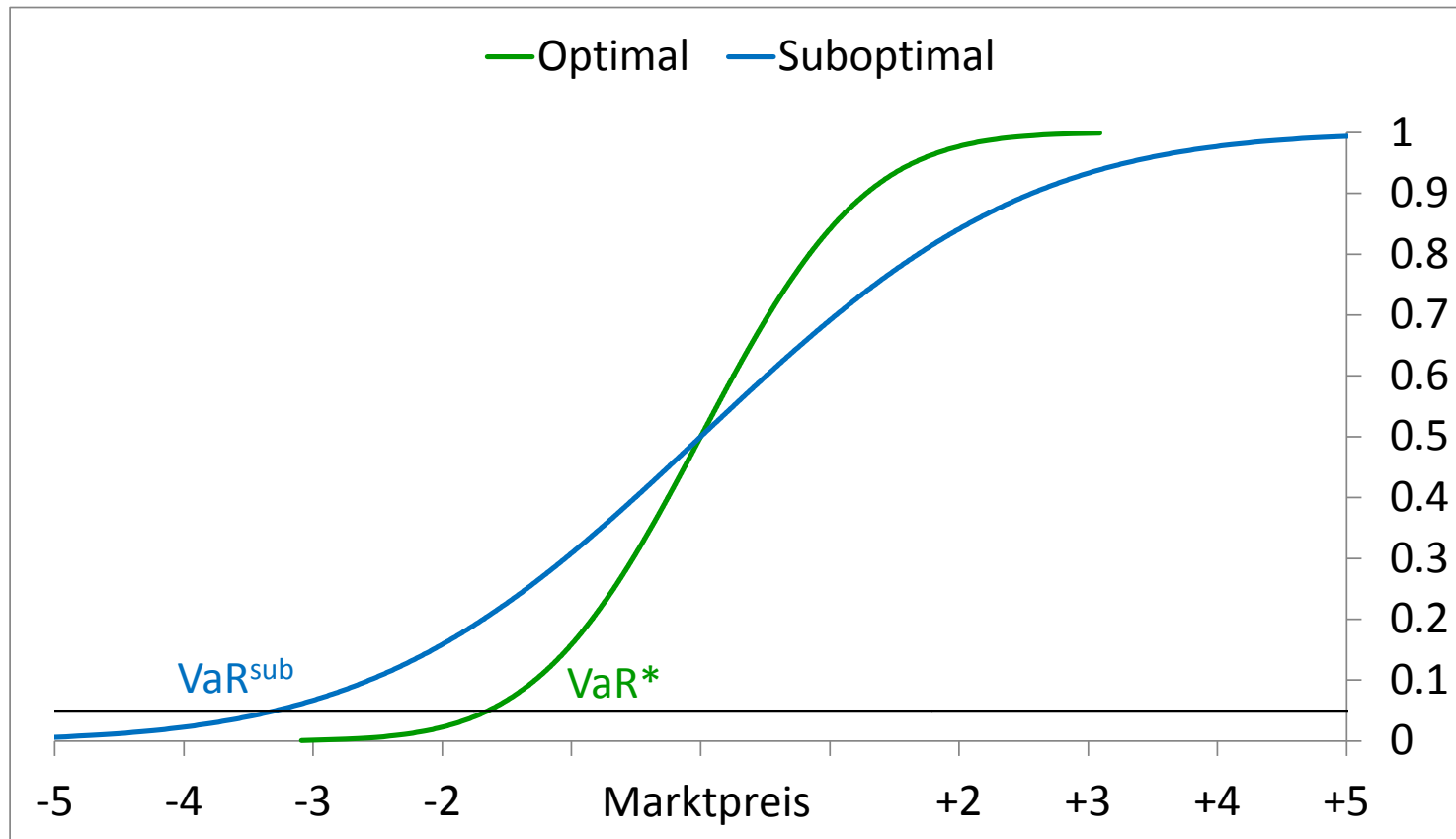




Risiko-adjustierte Intraday-Optimierung

KOSTENVERTEILUNG

Effektivität der Eindeckung





Zusammenfassung

ERKENNTNISSE I

- / Prognosefehler für die EE-Einspeisung schwankt bis 10% der verfügbaren Leistung (im Extremfall mehrere 100 MW).
- / Die stochastische Dynamik der Intraday-Preise wird durch eine Beta-Verteilung beschrieben.
- / Die Standardabweichung der stündlichen Intraday-Preise schwankt zwischen 3 und 10 EUR.
- / Die Parametrierung der Beta-Verteilung erfolgt adaptiv über die Liquidität des Orderbuchs und unter Einbindung der (week-ahead) Volatilitäten, Dayahead-Preise und des Bewirtschaftungsbands.
- / Orderbuch wird auf realisierbare Arbitragesituationen geprüft.



Zusammenfassung

ERKENNTNISSE II

- / Kostenverteilung ist bestimmt durch die Beta-Verteilung der stündlichen Intraday-Preise, durch die Quantilprognosen der EE-Einspeisungen, und durch parametrierbare Abhängigkeitsstrukturen.
- / Die Risikofähigkeit wird durch eine «fiktive», zeitabhängige Risikolimite definiert.
- / Die Kostenverteilung der aktuell offenen Position zeigt das beanspruchte Risikokapital auf und damit den zeitabhängigen Handlungsbedarf für eine Eindeckung.
- / Grad der Eindeckung wird optimiert unter Einbindung der Risikopräferenzen (innerhalb der zeitabhängigen Risikofähigkeit).



TransnetBW

VIELEN DANK FÜR DIE AUFMERKSAMKEIT!



TransnetBW Bereich Energiemarkt, Dietmar Graeber, d.graeber@transnetbw.de

Universität St. Gallen, CCEM und iorcf-HSG, Karl Frauendorfer, karl.frauendorfer@unisg.ch