



Stochastisches Portfoliomanagement und HPFC-Entwicklungen im Rahmen der Verlustenergiebeschaffung der APG

Andreas Braunsteiner-Rys



Übersicht

- Einleitung
 - Verlustenergiebeschaffung bei APG
- Portfoliomanagement
 - Portfoliooptimierung
- HPFC
 - Berechnung der HPFC
 - Berechnung von Preissimulationen
 - Verwendung bei APG

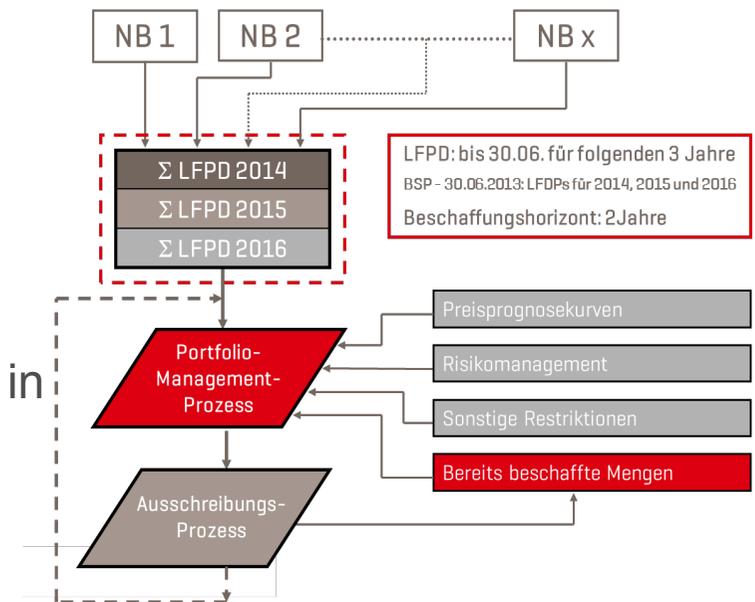
Verlustenergiebeschaffung

Zahlen und Fakten

- Verlustenergiebeschaffung durch APG seit 2011
 - Aktuell 15 Netzbetreiber
 - ca. 95% der anfallenden Verlustenergie Österreichs
 - Volumen ~ 9,5TWh (3 Jahre)
 - Finanziell ~ 390 Mio€ (3 Jahre)
- Notwendige Voraussetzungen
 - Portfoliomanagement
 - Risikomanagement
- Finanzielle Bewertung
 - Hourly Price Forward Curve
 - HPFC-Preissimulationen

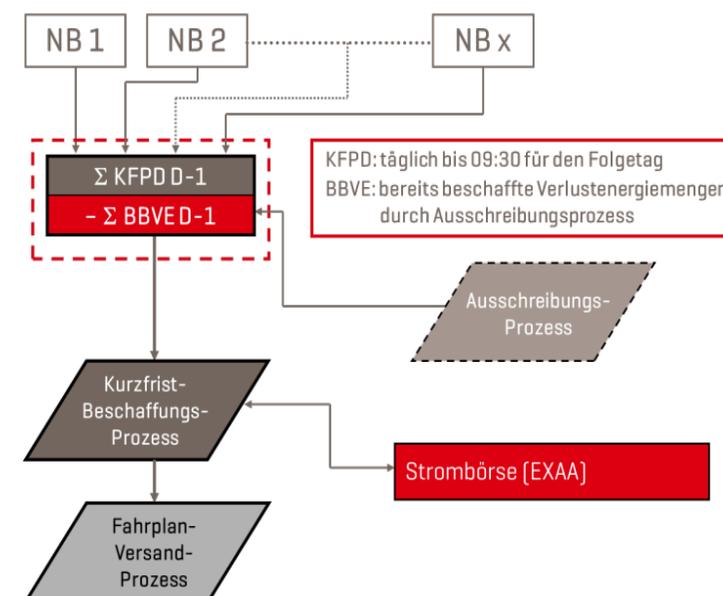
Verlustenergiebeschaffung Prozesse

- Langfristiger Beschaffungsprozess
 - Jeder Netzbetreiber ist verpflichtet Langfristprognosedaten (LFPD) der 3 Folgejahre zu übermitteln
 - Beschaffung der kumulierten Gesamtmenge in wöchentlichen Ausschreibung auf eigener Handelsplattform durch nationale und internationale Anbieter
 - <https://www.apg.at/emwebapggrem/startApp.do>



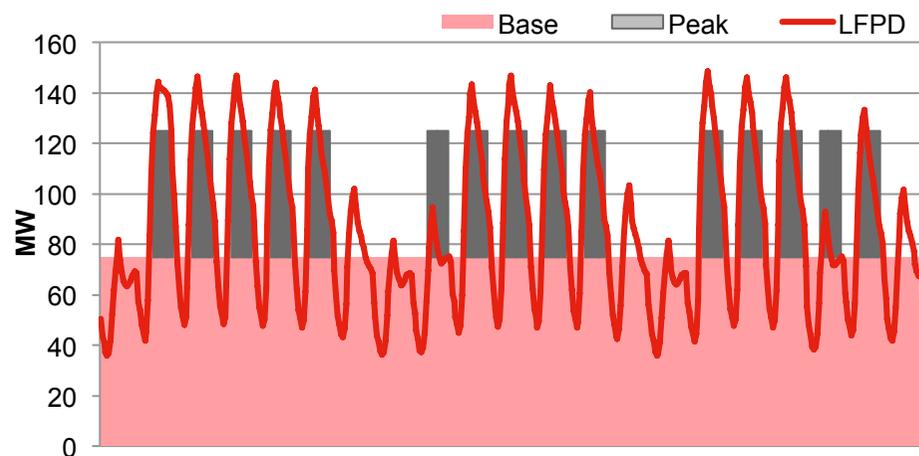
Verlustenergiebeschaffung Prozesse

- Kurzfristiger Beschaffungsprozess
 - Netzbetreiber übermitteln ihre Day Ahead Lastgänge (KFPD) bis 09:30 für den Folgetag bzw. für das Wochenende (5-Tages-Betrieb).
 - Deckung zwischen KFPF und LFPD wird durch Handelsgeschäfte an der EXAA erzielt



Verlustenergiebeschaffung Portfoliomanagement

- Ziel
 - Ableiten von Terminprodukten von der LFPD
 - Geringstmögliches Risiko bei Beschaffung



Verlustenergiebeschaffung Portfoliomanagement

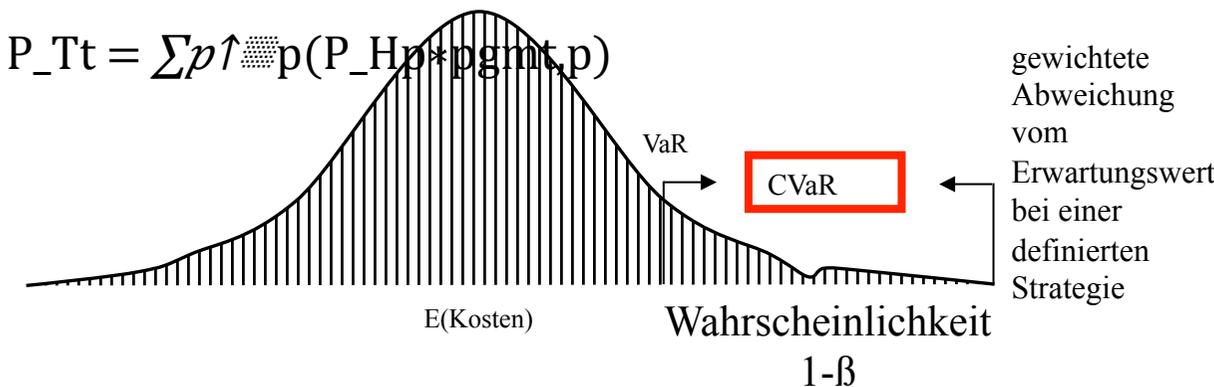
- Portfoliooptimierung
 - Minimierung des Conditional Value at Risk (CVaR)

$$\text{Min} \left\{ \text{CVaR} = \text{VaR} + \frac{1}{n * (1 - \beta)} \sum_s (\Delta \text{VaR}_s) \right\}$$

$$\text{u.d.N. } p_ve_t = \sum_p (P_H_p * \text{pgm}_{t,p}) + P_S_t \quad \forall t$$

$$\Delta \text{VaR}_s \geq \sum_t \left[\text{spot_simu}_{t,s} * P_S_t + \sum_p (P_H_p * tp_p * \text{pgm}_{t,p}) \right] - \text{VaR} \quad \forall s$$

$$P_Tt = \sum p \uparrow p (P_H_p * \text{pgm}_{t,p})$$



| | |
|---------------|-------------------------------------|
| VaR | Value at Risk |
| β | Konfidenzniveau |
| s | Anzahl der Simulationen |
| p_ve_t | physische Verlustenergieposition |
| pgm_t,p | Produktgültigkeitsmatrix |
| P_H_p | Hedgeposition je Produkt p |
| P_Tt | zu beschaffende Terminmarktposition |
| tp_p | Terminmarktpreis je Produkt p |
| P_S_t | Stündliche Residualstruktur |
| spot_simu_t,s | Preissimulation |

Finanzielle Bewertung des Portfolios

- **H**ourly **P**rice **F**orward **C**urve
 - Arbitragefreie stündliche Preiskurve, die die aktuellen Preise am Terminmarkt abbildet
- **S**equentieller Berechnungsprozess
 - Jeder Folgeprozess verwendet die Resultate des Vorgängerprozesses



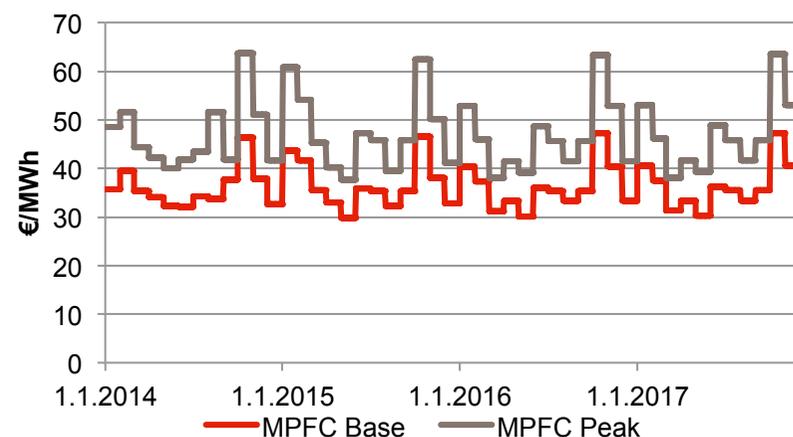
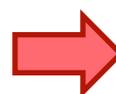
Monthly Price Forward Curve

- Umwandlung von aktuellen EEX-Futurepreisen in eine monatliche arbitragefreie Preiskurve
 - Quartals- und Jahresfutures werden mittels Faktoren zu Monatsfutures umgerechnet
 - Erzwingung der Arbitragefreiheit über Gewichtungsfaktoren

Continuous Trading | Phelix Baseload Year Futures

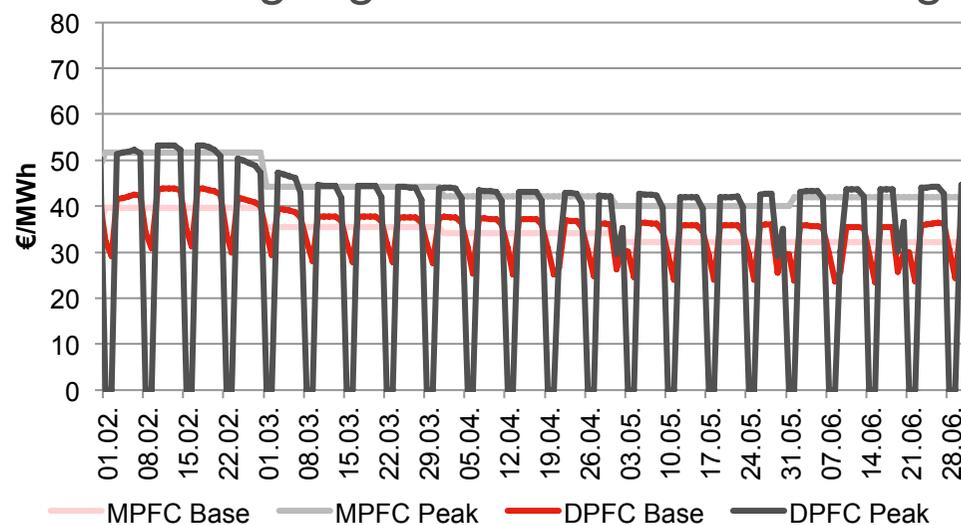
| Name | Best Bid | Best Ask | No. of Contr. | Last Price | Abs. Change | Last Time | Last Vol. | Settl. Price | Vol. | Vol. OTC Clearing | Open Interest | |
|----------|----------|----------|---------------|------------|-------------|-----------|-----------|--------------|---------|-------------------|---------------|---|
| ▶ Cal-15 | 36.33 | 36.40 | 99 | 36.35 | -0.20 | 12:03 | 17,520 | 36.55 | 867,240 | 219,000 | 17,744 |  |
| ▶ Cal-16 | 35.50 | 35.62 | 37 | 35.50 | -0.24 | 11:31 | 17,568 | 35.74 | 325,008 | - | 7,023 |  |
| ▶ Cal-17 | 35.50 | 35.70 | 40 | 35.46 | -0.24 | 11:31 | 35,040 | 35.70 | 350,400 | 87,600 | 2,238 |  |
| Cal-18 | 36.70 | 36.90 | - | - | - | - | - | 36.85 | - | - | 429 |  |
| Cal-19 | 36.75 | 37.40 | 11 | 37.00 | -0.60 | 11:08 | 43,800 | 37.60 | 96,360 | - | 75 |  |
| Cal-20 | 37.50 | 38.25 | 2 | 37.75 | -0.60 | 11:08 | 17,568 | 38.35 | 17,568 | - | 12 |  |

Quelle: www.eex.com



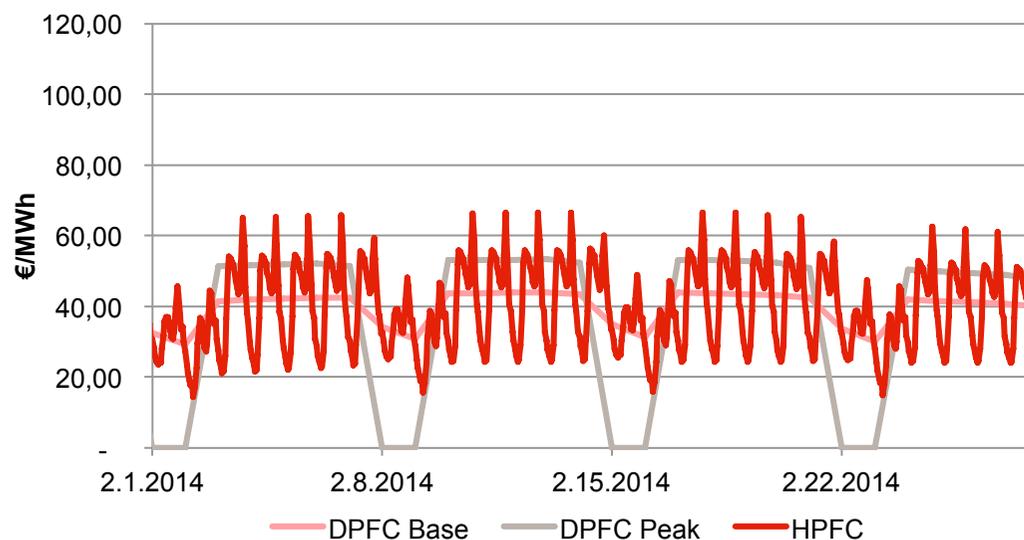
Daily Price Forward Curve

- Umwandlung von monatlichen Preisen in Tagespreiskurven
 - Arbitragefreiheit muss erhalten bleiben
 - Peak DPFC wird am Wochenende null gesetzt
 - Weicher Monatsübergang im Modell berücksichtigt



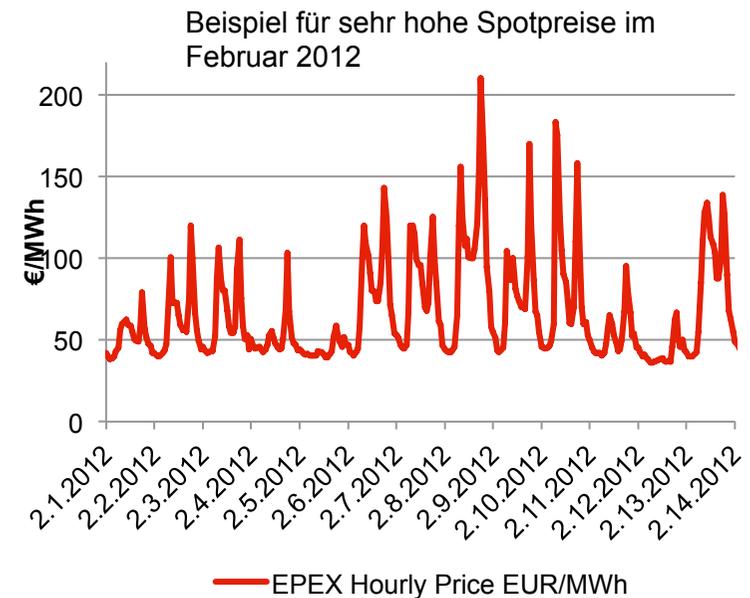
Hourly Price Forward Curve

- Umwandlung der Tagespreiskurven in stündliche Preisprofile
 - Clusterung in 28 verschiedene Tagesarten
 - Linearkombinationen von unterschiedlichen Modellen



Verwendung von Preissimulationen

- HPFC
 - Finanzielle Bewertung des Portfolios
- HPFC-Simulationen
 - Risikoabschätzung von Preisschwankungen am Spotmarkt
 - Volatilität muss im Portfoliomanagement berücksichtigt werden



Verwendung von Preissimulationen

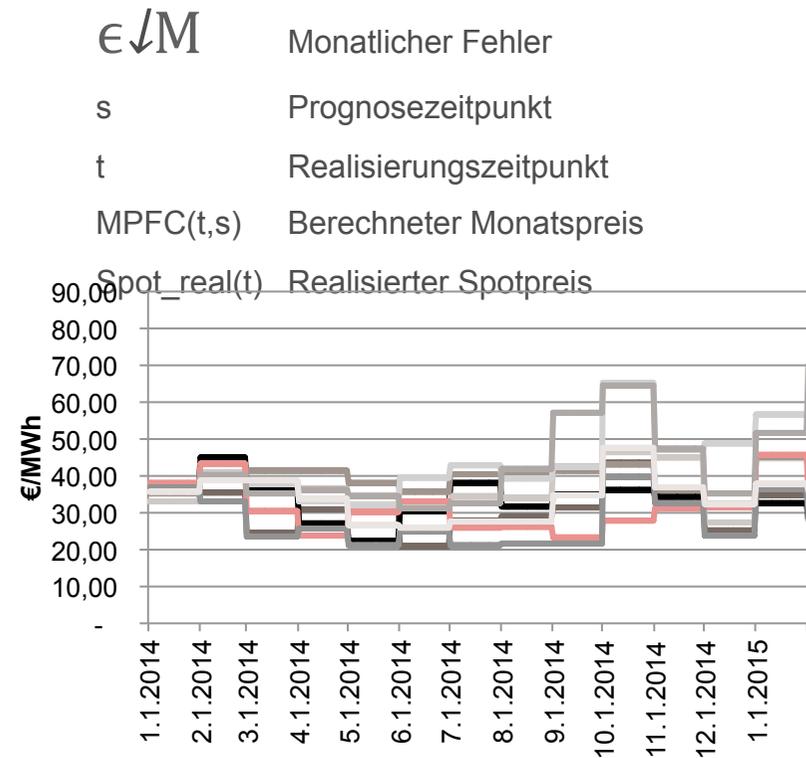
- Methodik
 - Ermittlung der Fehler die in den unterschiedlichen Berechnungsschritten der HPFC entstehen
 - Ex post Identifikation und ex ante Simulation dieser Fehler
 - Sequentielle Ermittlung und Simulation der Fehler



Fehler bei MPFC-Berechnung

$$\epsilon_{\downarrow M}(t-s) = \text{MPFC}(t,s) - \text{Spot_real}(t)$$

- Monatlicher Fehler
 - Abhängig vom Abstand der Prognose zur Realisierung (t-s)
 - Anzahl der Fehlermodelle ist gleich der Anzahl der Monate, die man simulieren möchte für Base und Peak



Fehler bei DPFC-Berechnung

- Täglicher Fehler
 - Unterscheidung nach der Tagesart $\mu \downarrow D$
 - Anzahl der Fehlermodelle ist gleich der Anzahl Tagesarten für Base und Peak

$$\epsilon \downarrow D (\mu \downarrow D) = \text{DPFC}(\mu \downarrow D) - \text{Spot_real}(\mu \downarrow D)$$

$\epsilon \downarrow D$ Monatlicher Fehler

$\mu \downarrow D$ Tagesart

$\text{Spot_real}(\mu \downarrow D)$ Realisierter Spotpreis

Fehler bei HPFC-Berechnung

- Täglicher Fehler
 - Unterscheidung nach der Tagesart $\mu \downarrow H$ und der Tagesstunde
 - Anzahl der Fehlermodelle ist gleich der Anzahl Tagesarten mal 24

$$\epsilon \downarrow H (\mu \downarrow H, h) = \text{HPFC}(\mu \downarrow H, h) - \text{Spot_real}(\mu \downarrow H, h)$$

$\epsilon \downarrow H$ Stündlicher Fehler

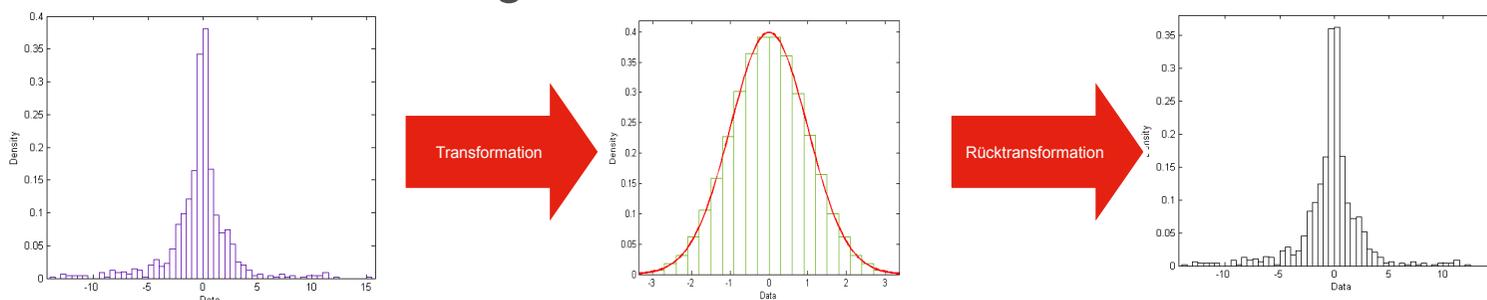
$\mu \downarrow H$ Tagesart

h Stunde 1 bis 24

Spot_real Realisierter Spotpreis

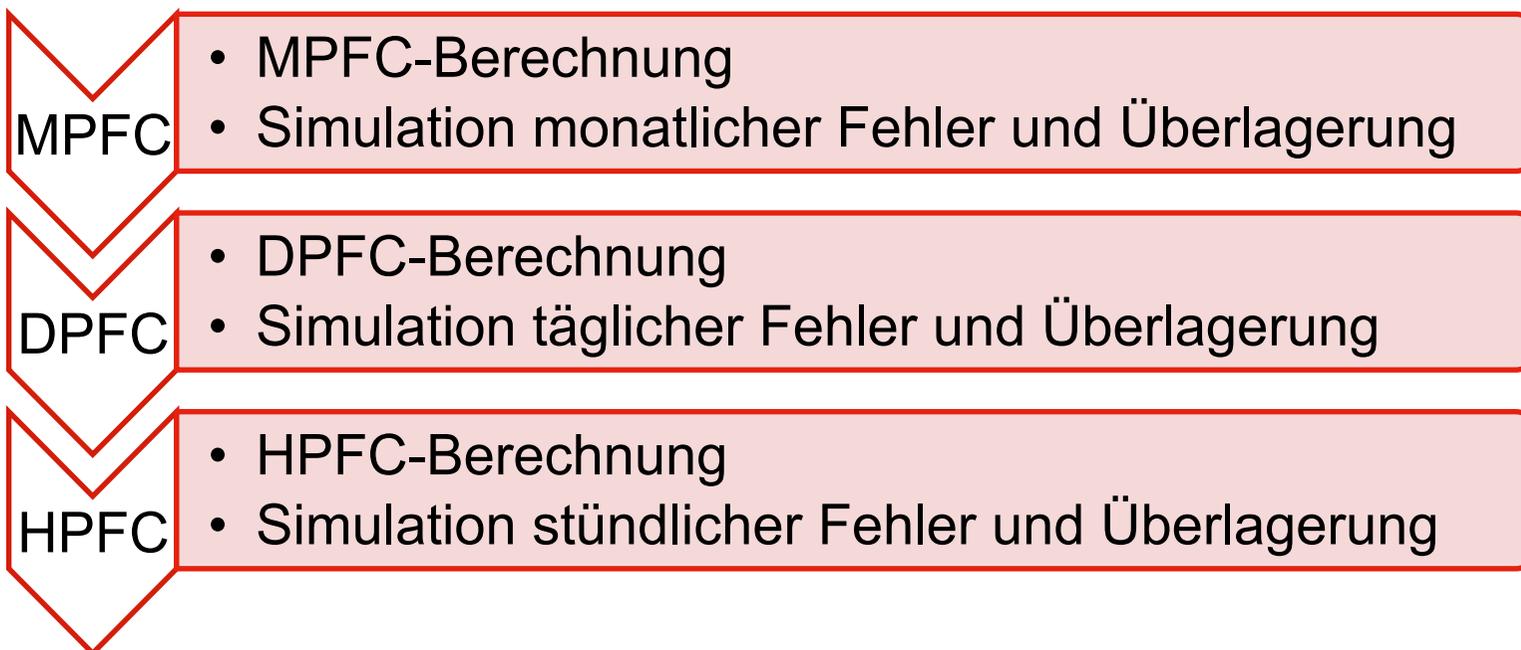
Simulation der Fehler

- Problem:
 - Fehler sind typischerweise nicht normalverteilt
 - Große Anzahl an unterschiedlichen Fehlerverteilungen macht manuelle Transformation sehr aufwendig
- Lösung:
 - Automatisierte numerische Nichtlineare Transformation in Normalverteilung



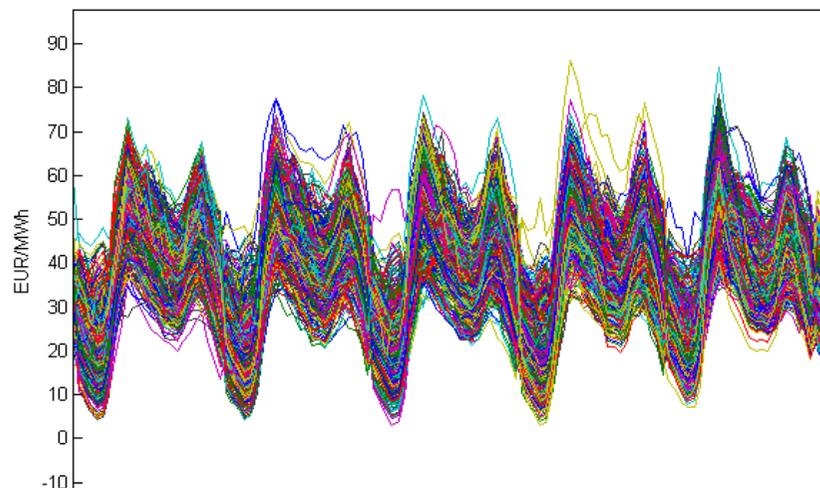
Simulation der Fehler

- Sequentielle Berechnung der HPFC-Simulationen



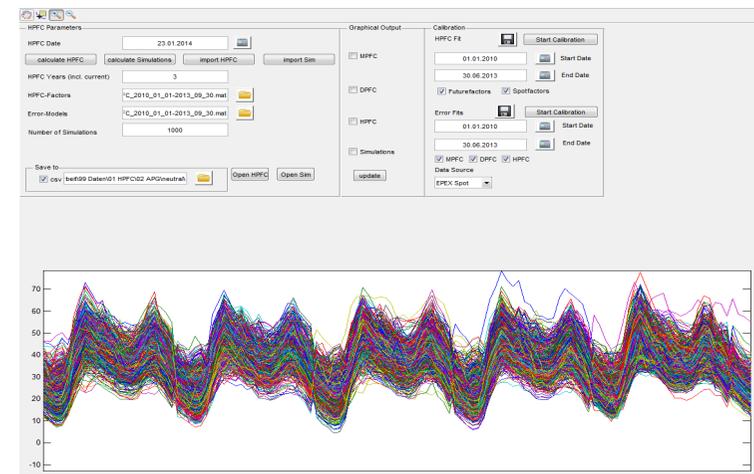
Simulation der Fehler

- Ergebnisse
 - Exemplarische Simulation mit 1000 Preispfaden über den Zeitraum von 5 Tagen



Implementierung und Verwendung

- Implementierung
 - Die gesamte HPFC-Berechnung ist mit MATLAB realisiert
 - Portfoliooptimierung ist in GAMS modelliert
 - Mittels Benutzeroberfläche können die Benutzer HPFC und Simulationen mit unterschiedlichen Parametern generieren oder Kalibrierungen durchführen.





Danke für die Aufmerksamkeit!

Dipl.-Ing. Andreas Braunsteiner-Rys
andreas.braunsteiner-rys@apg.at