



Institut für ZukunftsEnergie-
und Stoffstromsysteme

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

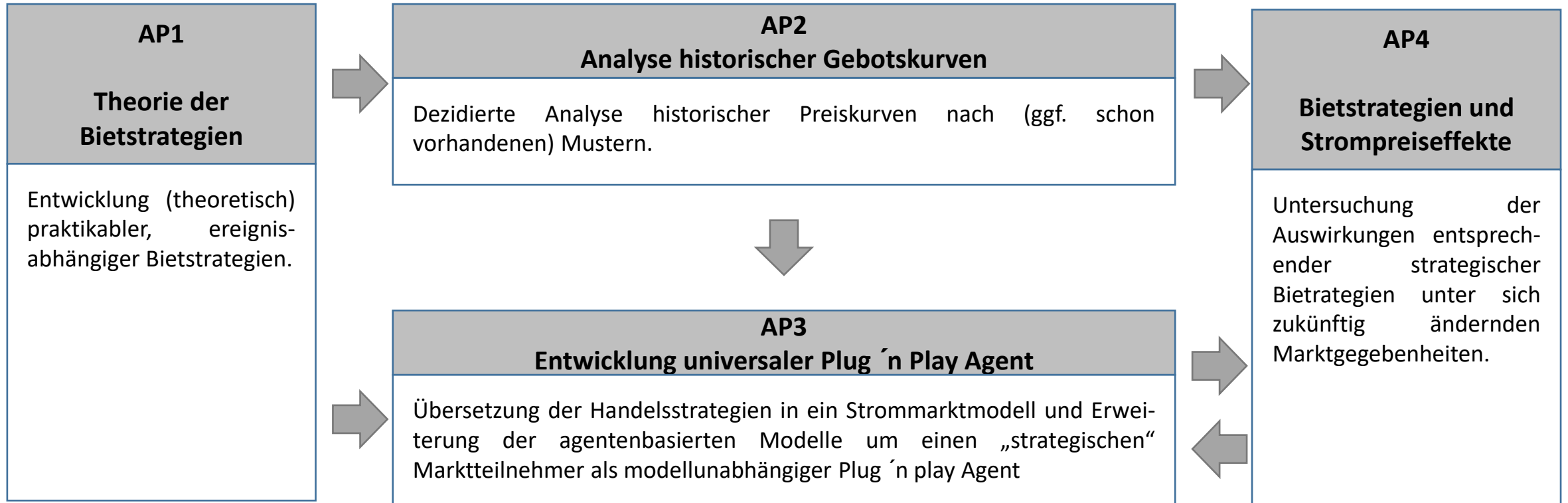
aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

INTO THE CURVE: WIE SICH DAS GEBOTSVERHALTEN AM SPOTMARKT VERÄNDERT

Andreas WEBER, Hendrik MANTKE, Marc
DEISSENROTH-UHRIG

Graz 11.02.2026 – EnInnov 2026

- Problemstellung und kurzes Darstellung Funktionsweise Day-Ahead-Markt
- Vorstellung Methodik zur Analyse von Teilbereichen der Gebotskurven
- Ergebnisse einzelner Analysen
- Konklusio



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

1.) Teilnehmer geben Einzelgebote ab

Verkaufen (Bereitstellen)

(Preis|Menge)

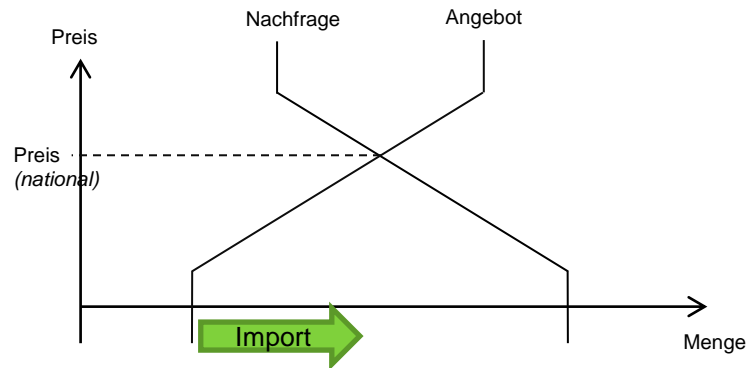
(Preis|Menge)

Kaufen (Entnehmen)

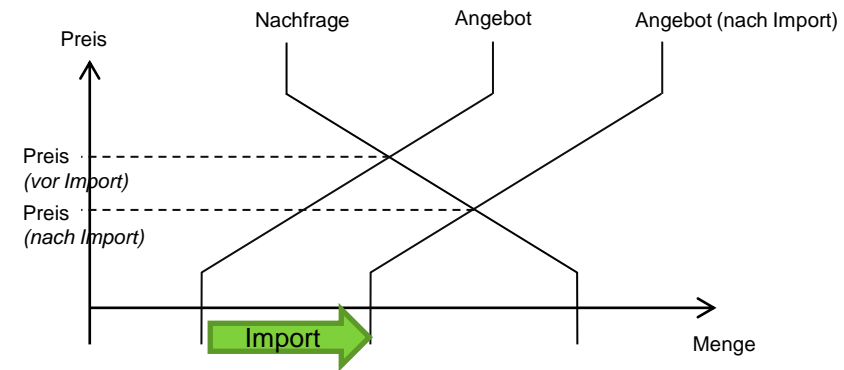
(Preis|Menge)

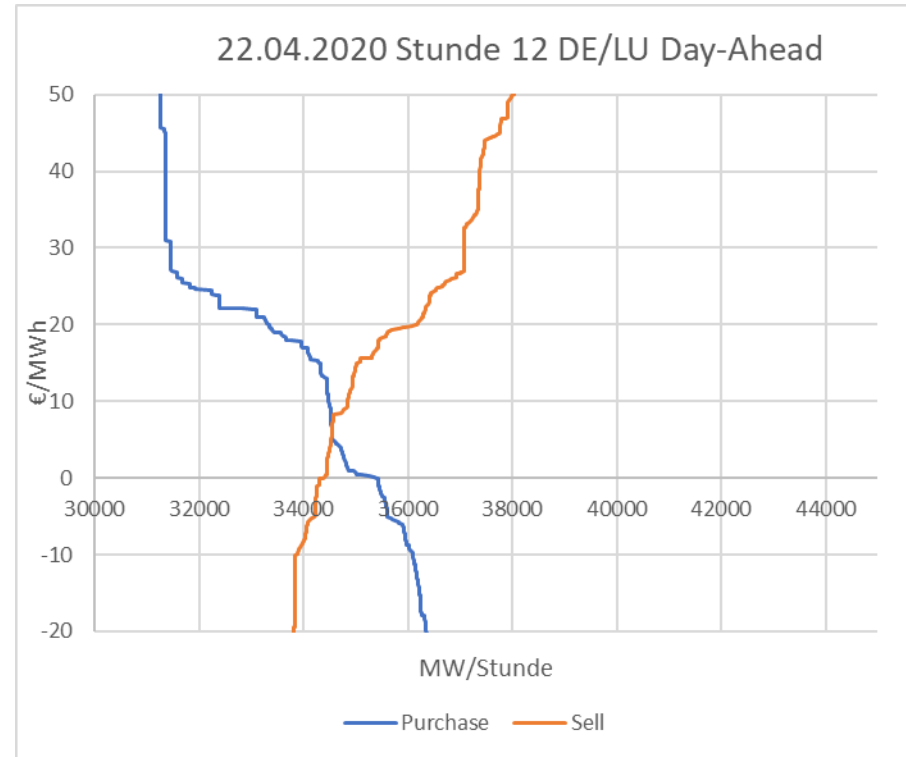
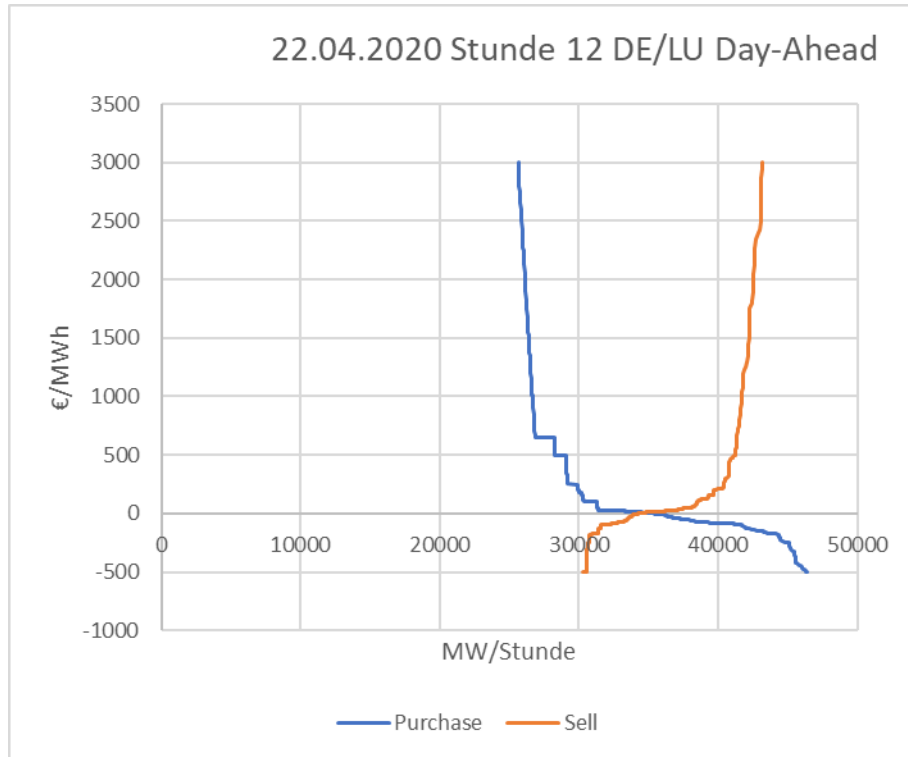
(Preis|Menge)

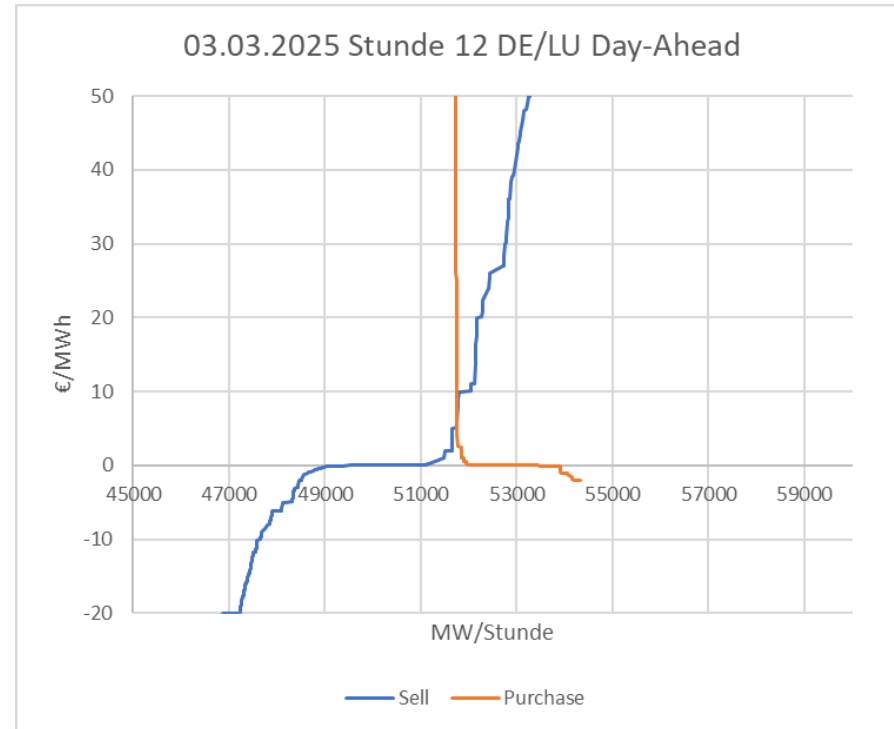
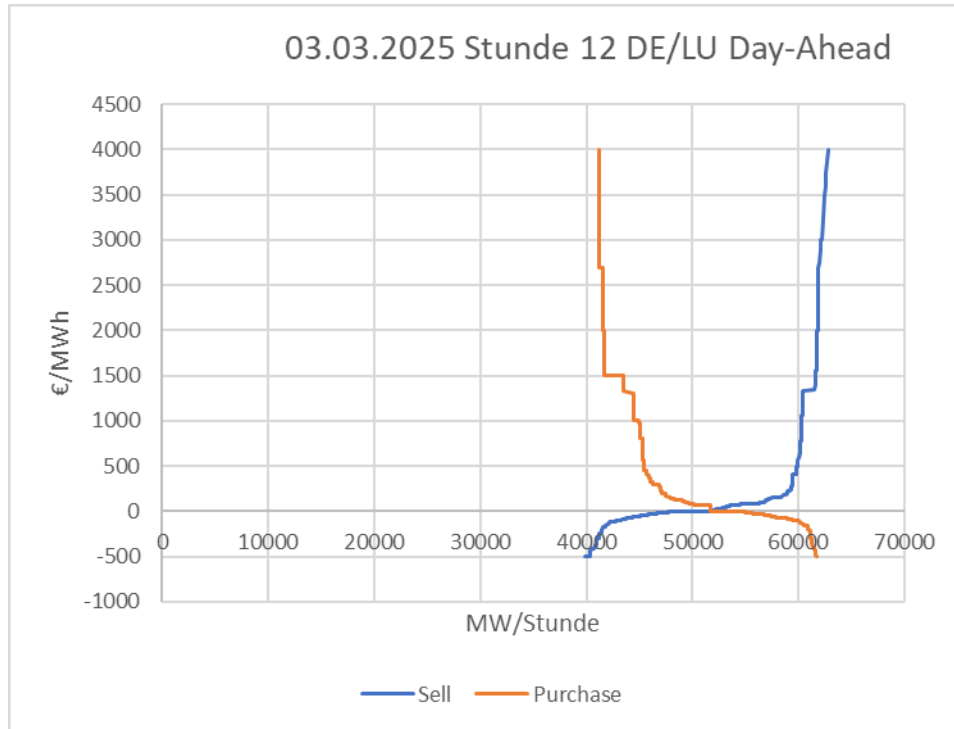
2.) Gebote werden aggregiert zu zwei Kurven: Angebot und Nachfrage



3.) Eine der Kurven wird im Rahmen des automatisierten Im- und Exportes verschoben







Lassen sich Parameter finden, die die Form von Preiskurven in ähnlichen Situationen beeinflussen

um

Eine ggf. (bessere) Vorhersage zu erhalten, wann mit signifikanten Veränderungen in einem bestimmten (Preis-)Bereich der diskreten Preiskurven zu rechnen ist

um

Mögliche Handlungsoptionen für ein Gebotsverhalten am Markt zu identifizieren

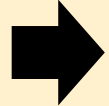
oder

Effekte zu identifizieren, die die Preisbildung beeinflussen, aber nicht durch bisherige Ansätze erklärt oder modelliert werden (können).

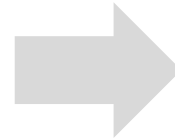
- Problemstellung und kurzes Darstellung Funktionsweise Day-Ahead-Markt
- Vorstellung Methodik zur Analyse von Teilbereichen der Gebotskurven
- Ergebnisse einzelner Analysen
- Konklusio

1

**Preiskurven
vergleichbar machen**



Diskrete Preiskurven
berechnen

**2**

**Wert für die Form der
Teil-Kurve**

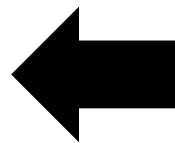
Berechne die Schiefe der
diskreten Punkte

**3**

**Filtern nach ähnlichen
Marktsituationen**



Cluster mit ähnlichen
Werten werden berechnet

**4**

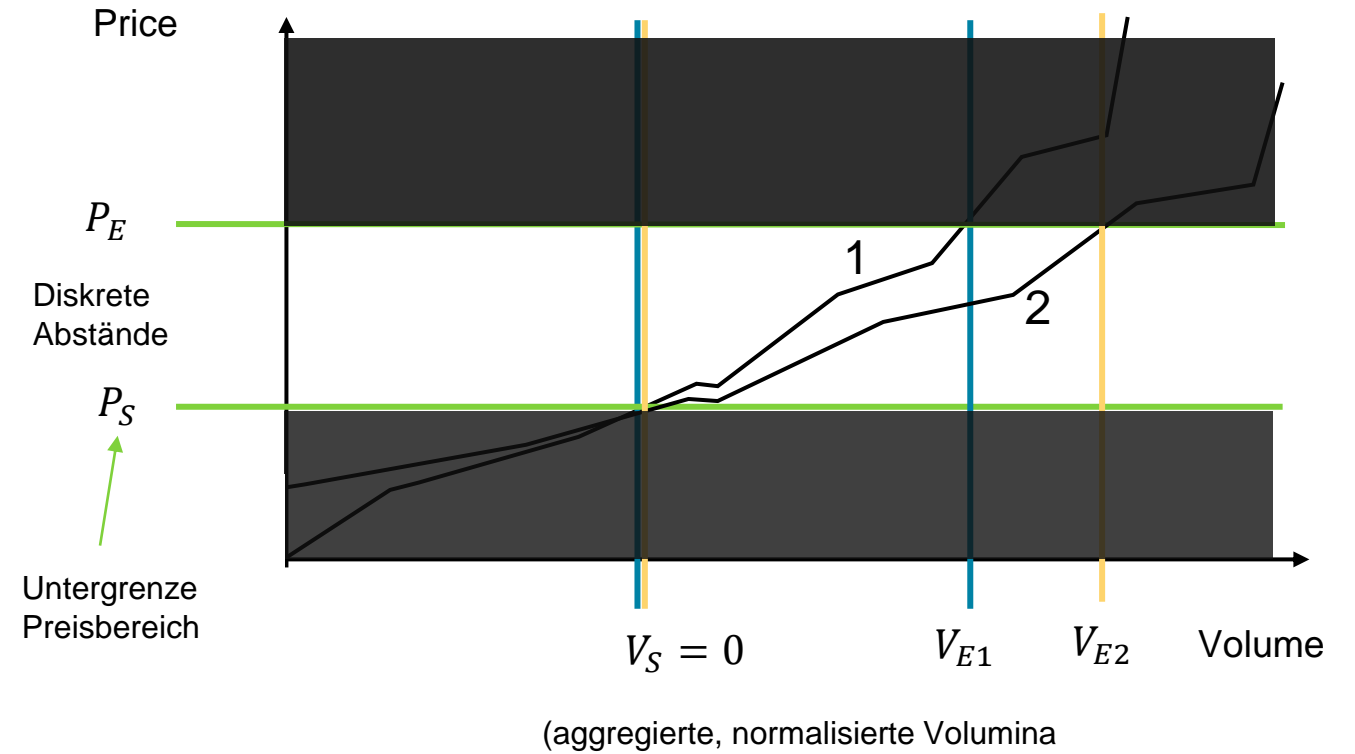
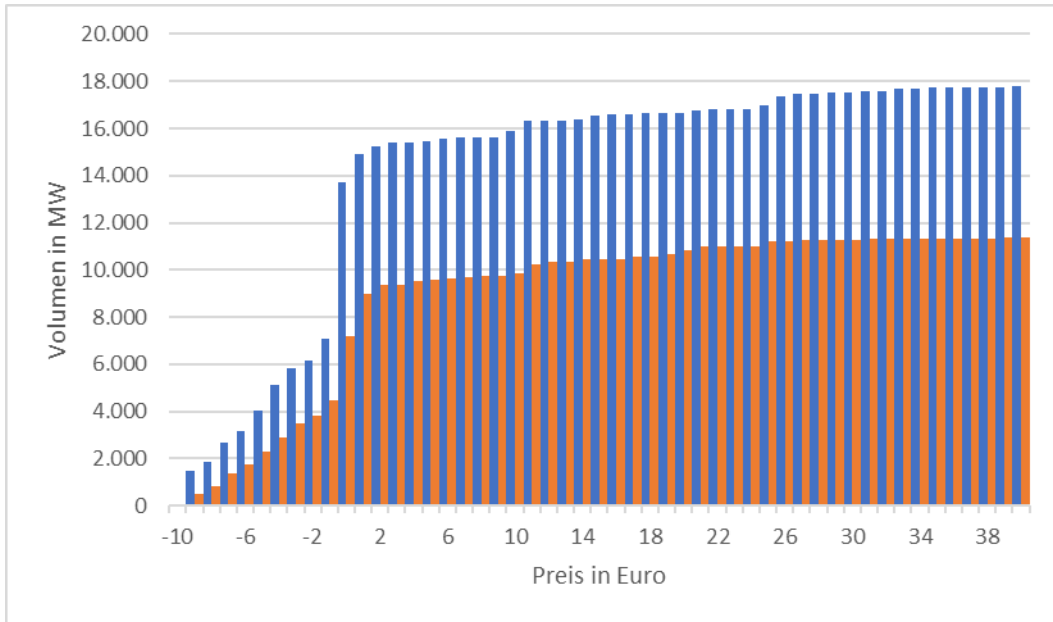
**Finde den Parameter mit
dem größten Einfluss**



Finde den Parameter, der die
Kurven am besten teilt.

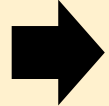
- Preisspanne festlegen, in denen die (platzierten) Gebote unabhängig vom Tatsächlichen Marktpreis untersucht werden sollen
- Anzahl der Preisschritte innerhalb der Spanne festlegen
- Volumen anhand der Preiskurven bestimmen
- Volumen für die Untergrenze der Preisspanne auf 0 festlegen

Schritt 1: Diskrete Gebots-Kurven berechnen

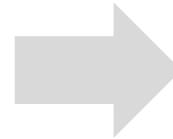


1

**Preiskurven
vergleichbar machen**



Diskrete Preiskurven
berechnen

**2**

**Wert für die Form der
Teil-Kurve**

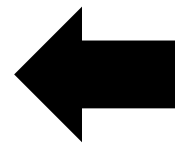
Berechne die Schiefe der
Diskreten Punkte

**4**

**Finde den Parameter mit
dem größten Einfluss**



Finde den Parameter, der die
Kurven am besten teilt.

**3**

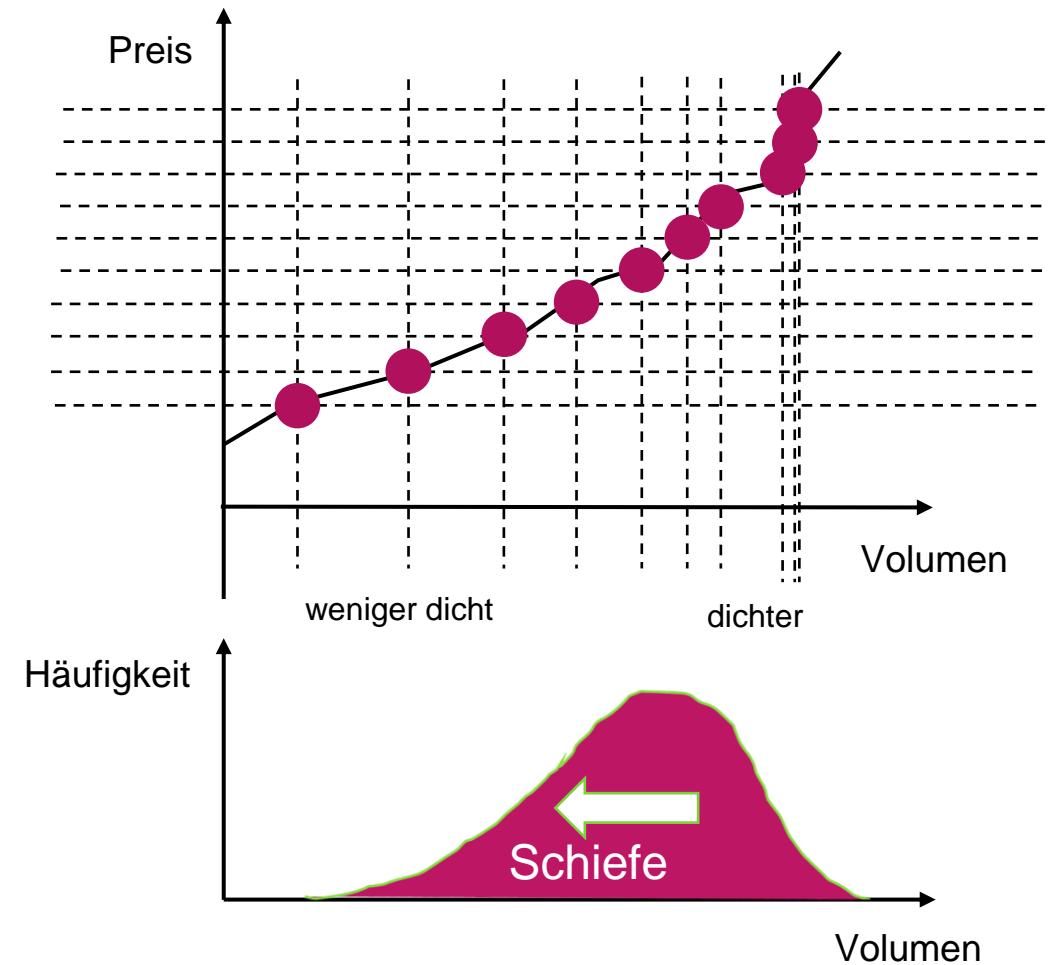
**Filtern nach ähnlichen
Marktsituationen**



Cluster mit ähnlichen
Werten werden berechnet

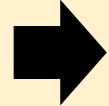
- Berechne die Schiefe (3. Moment) der berechneten Volumina
- Die Schiefe dient als Maß für die Form der Kurve in dem zu untersuchenden Bereich

Schritt 2: Schiefe Berechnen

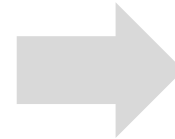


1

**Preiskurven
vergleichbar machen**



Diskrete Preiskurven
berechnen

**2**

**Wert für die Form der
Teil-Kurve**

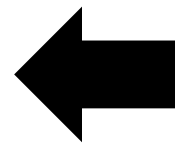
Berechne die Schiefe der
Diskreten Punkte

**4**

**Finde den Parameter mit
dem größten Einfluss**



Finde den Parameter, der die
Kurven am besten teilt.

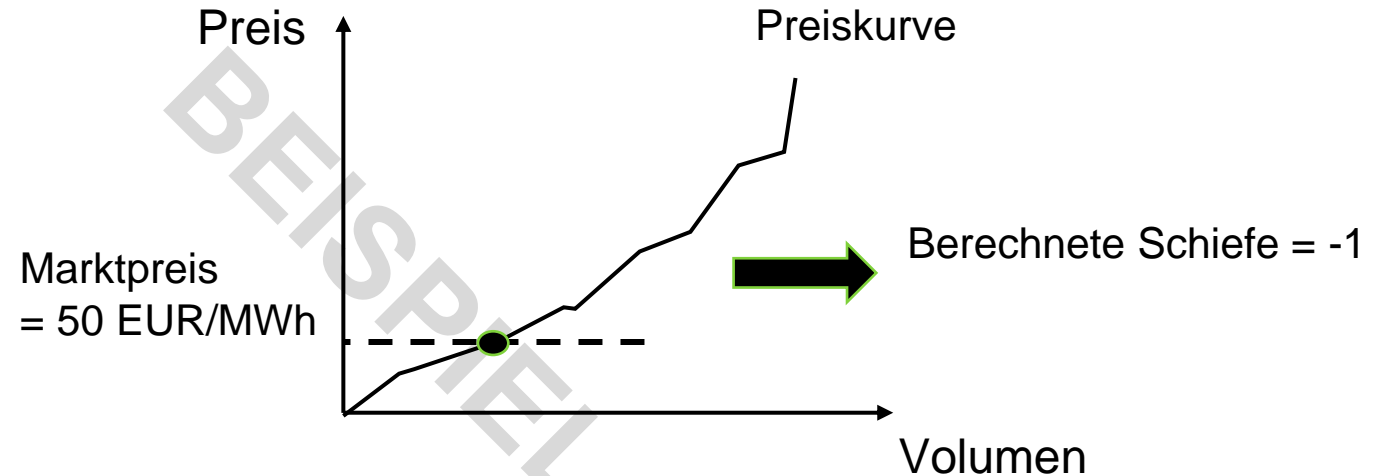
**3**

**Filtern nach ähnlichen
Marktsituationen**



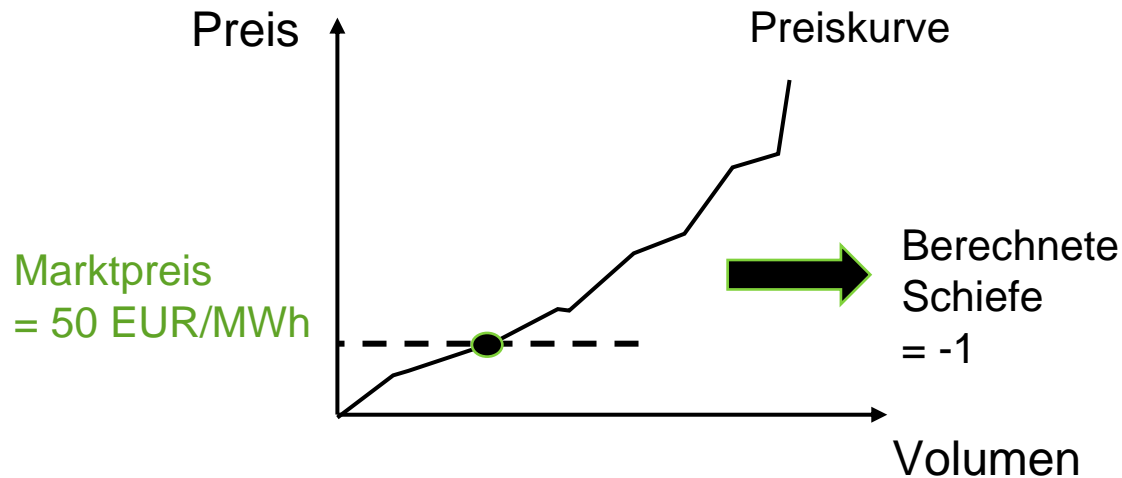
Cluster mit ähnlichen
Werten werden berechnet

- Für jeden Handelszeitpunkt lassen sich die unterschiedlichsten Informationen ermitteln, die dann wiederum für die Zerlegung nach möglichen Ursachen herangezogen werden können: Bspw. Marktpreise, Einspeisung Erneuerbare, (Oppertunitäts-)kosten für Brennstoffe, usw. usf.



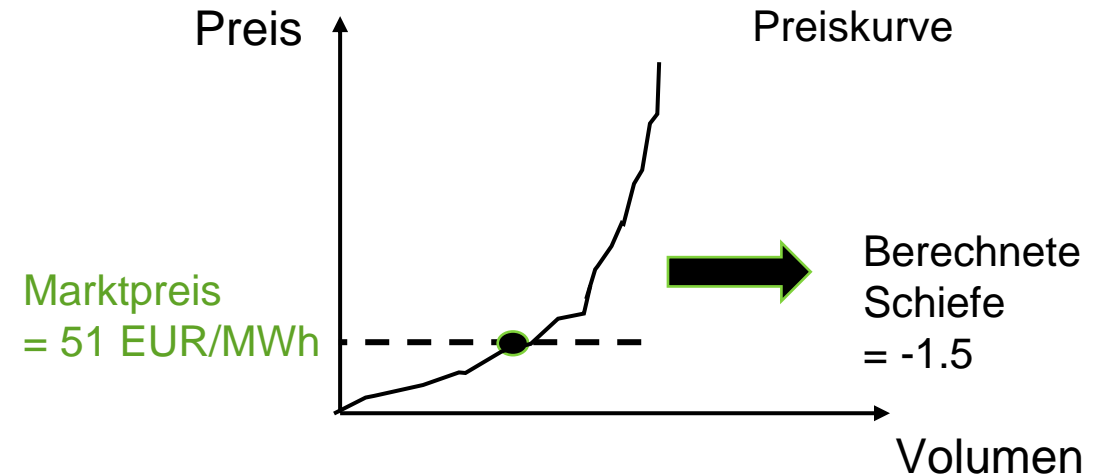
- WindOnshore Potential(t) = 20 GW
- PV Potential (t) = 10 GW
- Last (t) = 50 GW
- Residuallast (t) = 20 GW
- Kosten Gas + CO2 (t) = 100 EUR/MWh
- Kosten Kohle + CO2 (t)= 55 EUR/MWh
- ...

Marktzustand Stunde A Tag 1 Stunde 1



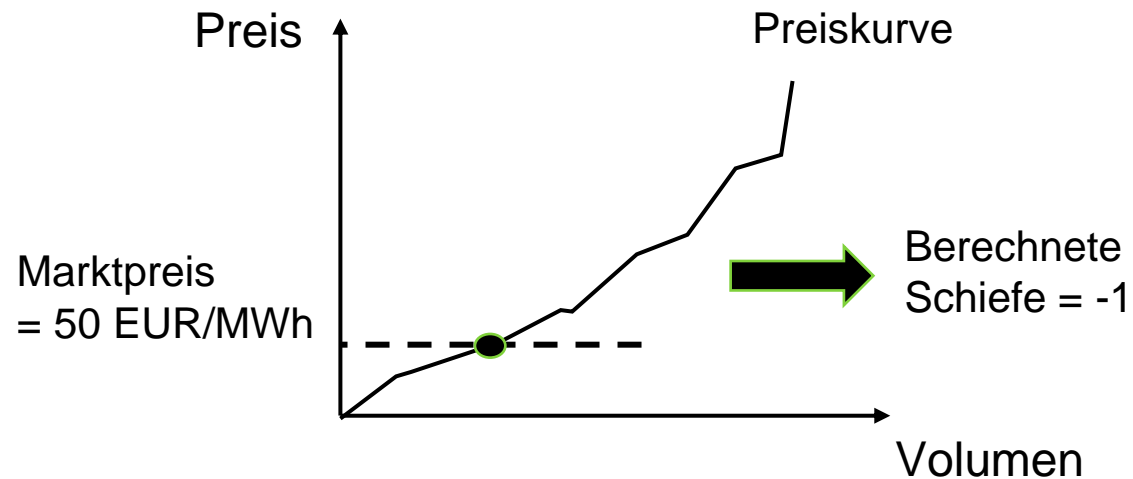
- WindOnshore Potential(t) = 20 GW
- PV Potential (t) = 10 GW
- Last (t) = 50 GW
- Residuallast (t) = 20 GW
- Kosten Gas + CO2 (t) = 100 EUR/MWh
- Kosten Kohle + CO2 (t) = 55 EUR/MWh
- ...

Marktzustand Stunde B Tag 2 Stunde 2



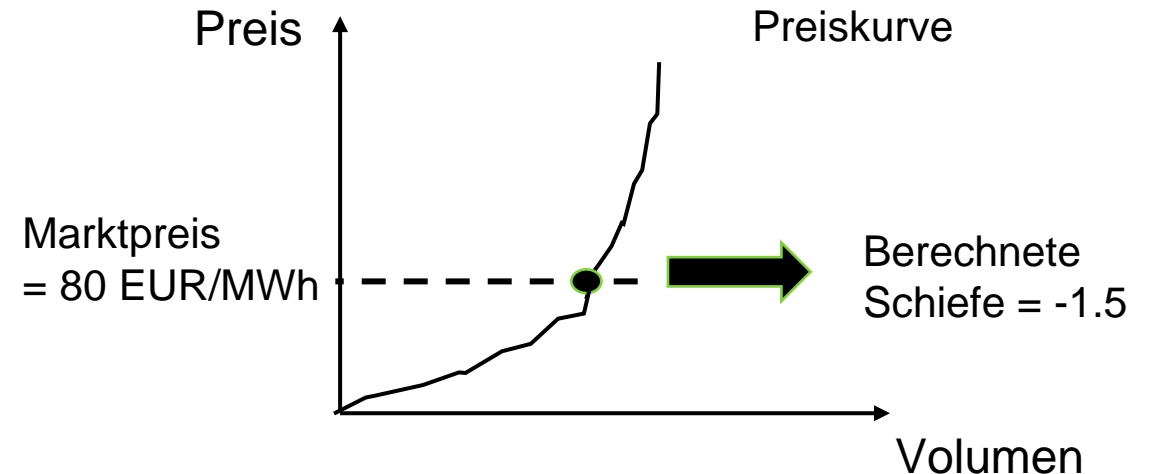
- WindOnshore Potential(t) = 30 GW
- PV Potential (t) = 5 GW
- Last (t) = 50 GW
- Residuallast (t) 15 GW
- Kosten Gas + CO2 (t) = 90 EUR/MWh
- Kosten Kohle + CO2 (t) = 50 EUR/MWh
- ...

Marktzustand Stunde A Tag 50 Stunde 4



- WindOnshore Potential(t) = 20 GW
- PV Potential (t) = 10 GW
- Last (t) = 50 GW
- Residuallast (t) = 20 GW
- Kosten Gas + CO2 (t) = 100 EUR/MWh
- Kosten Kohle + CO2 (t) = 55 EUR/MWh
- ...

Marktzustand Stunde B Tag 52 Stunde 6



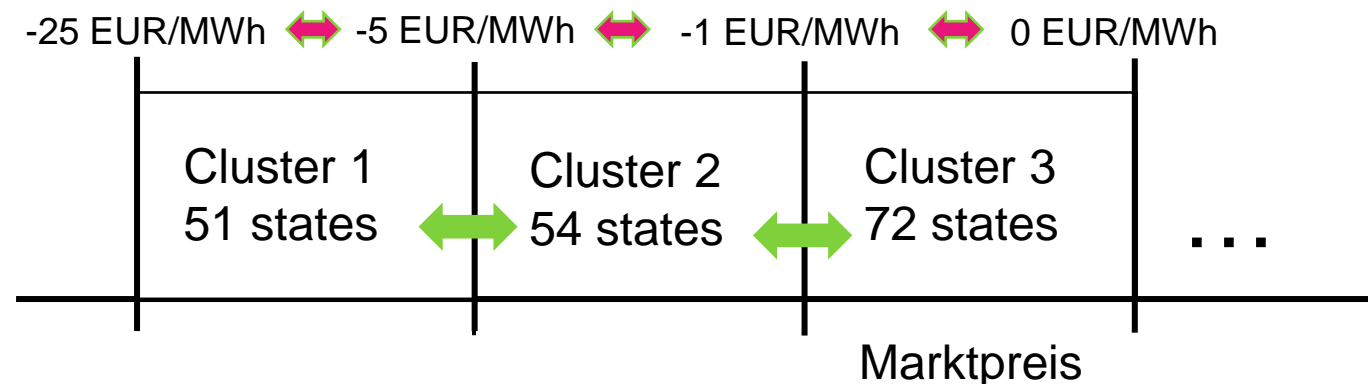
- WindOnshore Potential(t) = 34 GW
- PV Potential (t) = 5 GW
- Last (t) = 60 GW
- Residuallast (t) = 21 GW
- Kosten Gas + CO2 (t) = 90 EUR/MWh
- Kosten Kohle + CO2 (t) = 50 EUR/MWh
- ...

Für die Analyse werden die unterschiedlichen Einzelkurvenausschnitte zunächst in Cluster aufgeteilt.

Die Cluster repräsentieren grundsätzlich (mutmaßlich) vergleichbare Ausgangssituationen innerhalb derer abweichende Muster gesucht werden sollen.

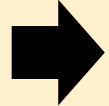
Ausgehend von der Ursprungsfrage wurden hier zunächst Cluster nach vergleichbaren Marktsituationen gebildet.

Eine Mindestanzahl von Vorkommen sowie ein Mindestintervall stellen einerseits hinreichend große Cluster sicher, führen in Grenzbereichen jedoch mitunter zu unterschiedlich großen Intervallen.

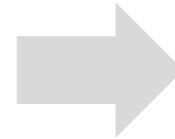


1

**Preiskurven
vergleichbar machen**



Diskrete Preiskurven
berechnen

**2**

**Wert für die Form der
Teil-Kurve**

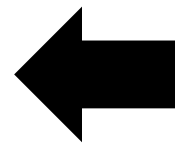
Berechne die Schiefe der
Diskreten Punkte

**4**

**Finde den Parameter mit
dem größten Einfluss**



Finde den Parameter, der die
Kurven am besten teilt.

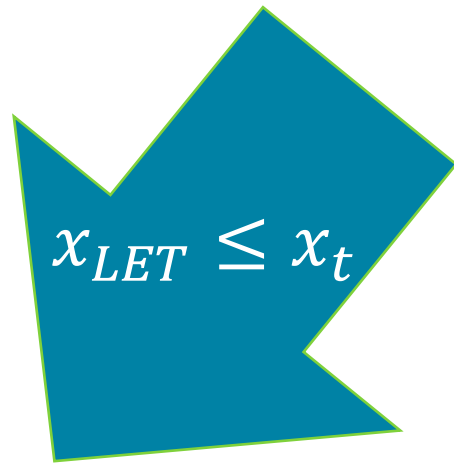
**3**

**Filtern nach ähnlichen
Marktsituationen**

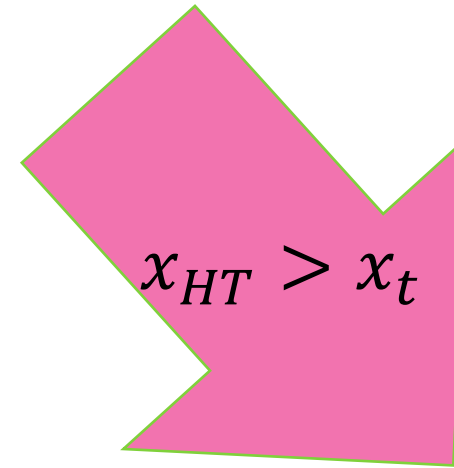


Cluster mit ähnlichen
Werten werden berechnet

Splitting parameter at root
 Threshold = x_t

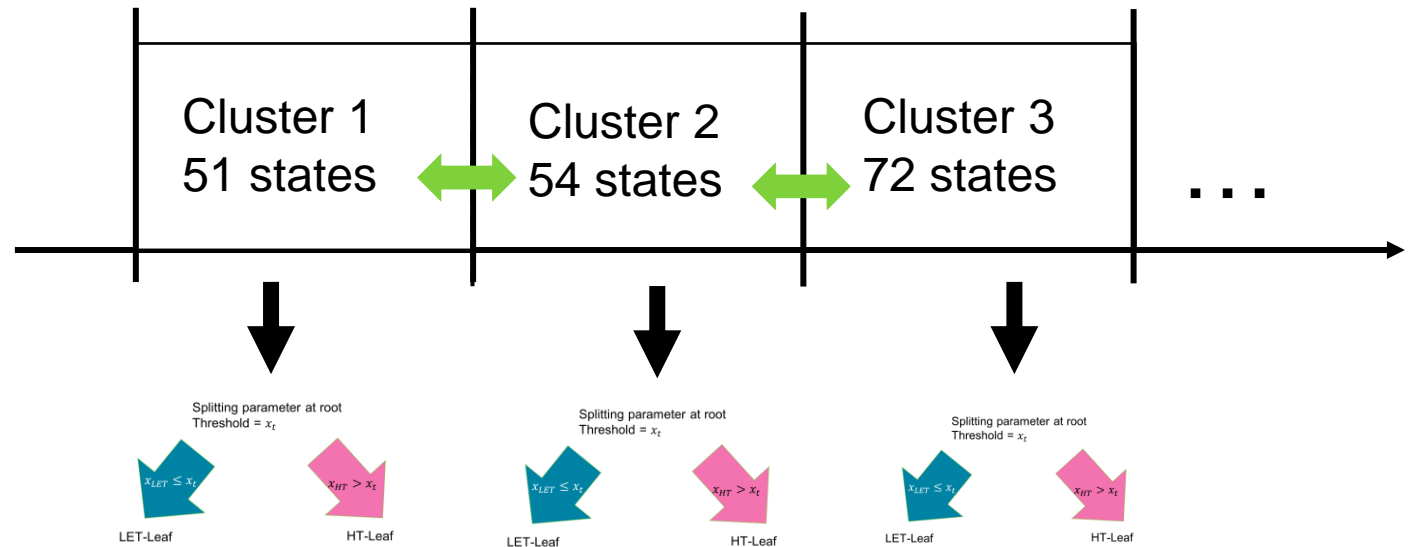
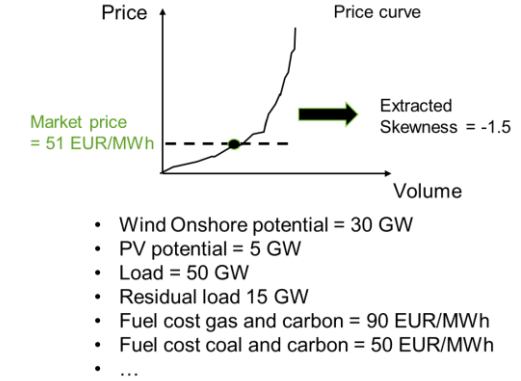
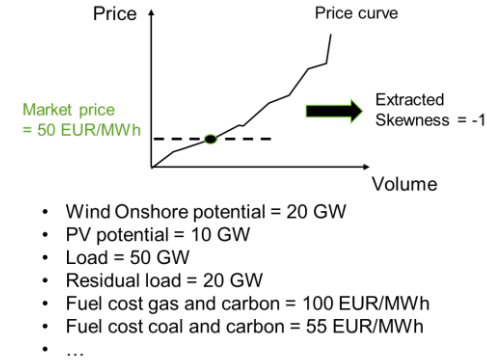
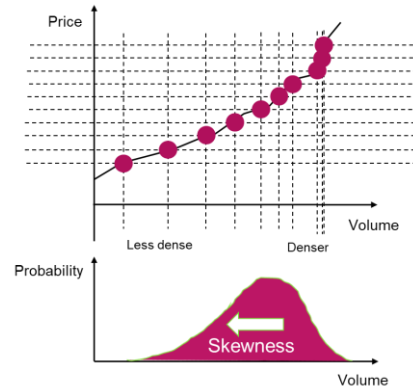
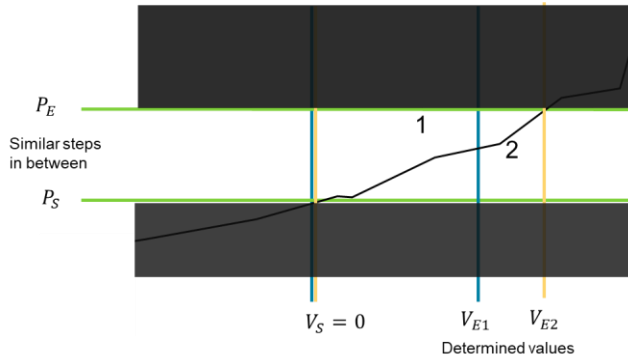


LET-Leaf



HT-Leaf

LET: Lower than or equal to threshold
 HT: Higher than threshold
 x_{LET} : Element in LET-Leaf
 x_{HT} : Element in HT-Leaf



- Problemstellung und kurzes Darstellung Funktionsweise Day-Ahead-Markt
- Vorstellung Methodik zur Analyse von Teilbereichen der Gebotskurven
- Ergebnisse einzelner Analysen
- Konklusio

- Cluster mit hoher Schiefeabweichung herausfiltern (hoher Unterschied zwischen dem 75. und 25. Perzentil), um inhomogene Cluster zu finden
- Zählen der Schwellenparameter, um die Parameter zu finden, die den größten Einfluss auf die Form der Preiskurve im analysierten Preisintervall haben
- Filtern des Entscheidungsbaumes nach Zweigen mit einer geringen Anzahl von Zuständen als Darstellung für seltene Marktzustände
- Filtern der Zweige des Entscheidungsbaumes, die sich hinsichtlich des Mittelwerts der Schiefe stark vom Mittelwert der Schiefe des gesamten Clusters unterscheiden, um seltene Marktzustände mit deutlich unterschiedlicher Preiskurvenform zu finden
- Eingehende Analyse der Volumenunterschiede für bestimmte Gebotspreise der Entscheidungsbaumblätter für bestimmte Cluster

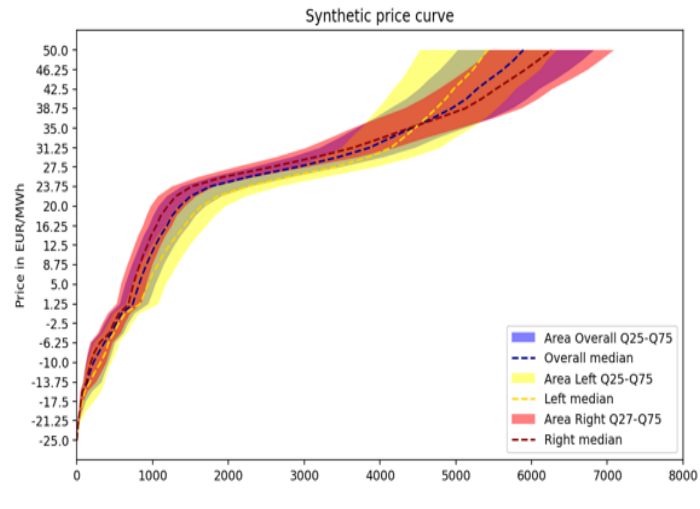


Abbildung 1 (syn.) Nachfragekurve 2019

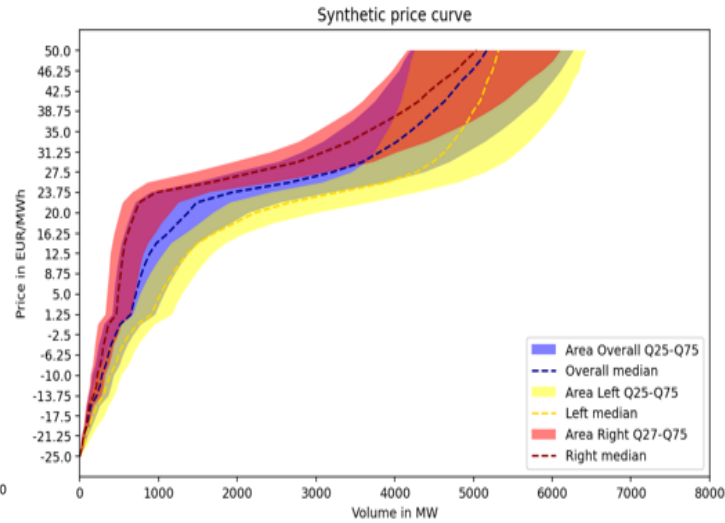


Abbildung 2 (syn.) Nachfragekurve 2020

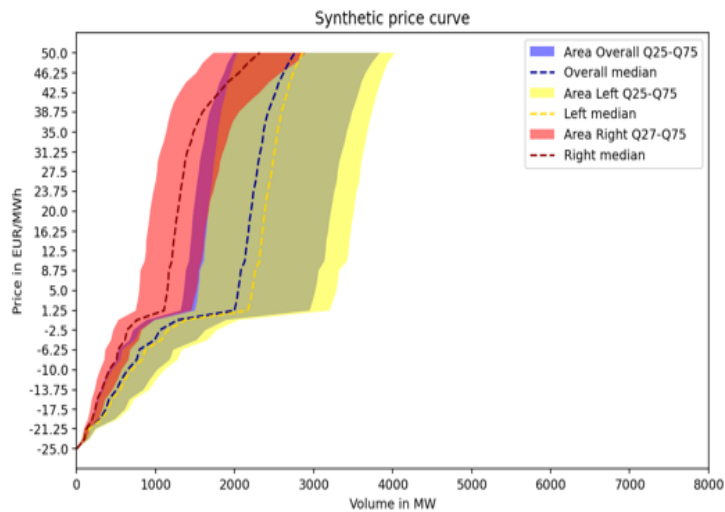


Abbildung 3 (syn.) Nachfragekurve 2024

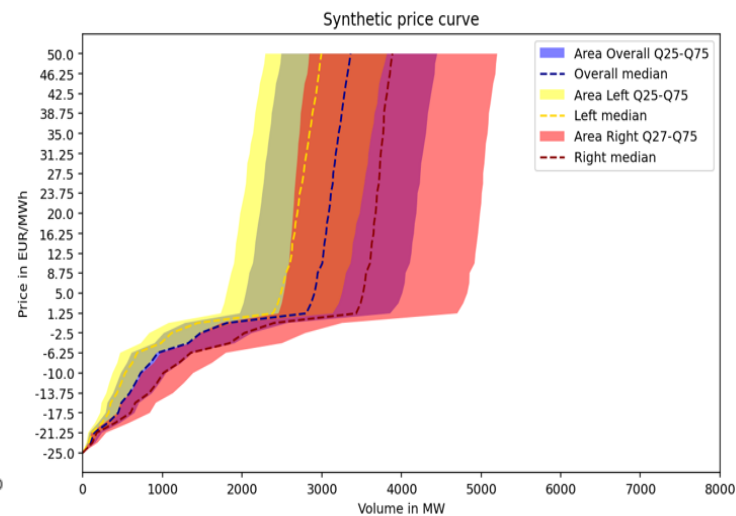
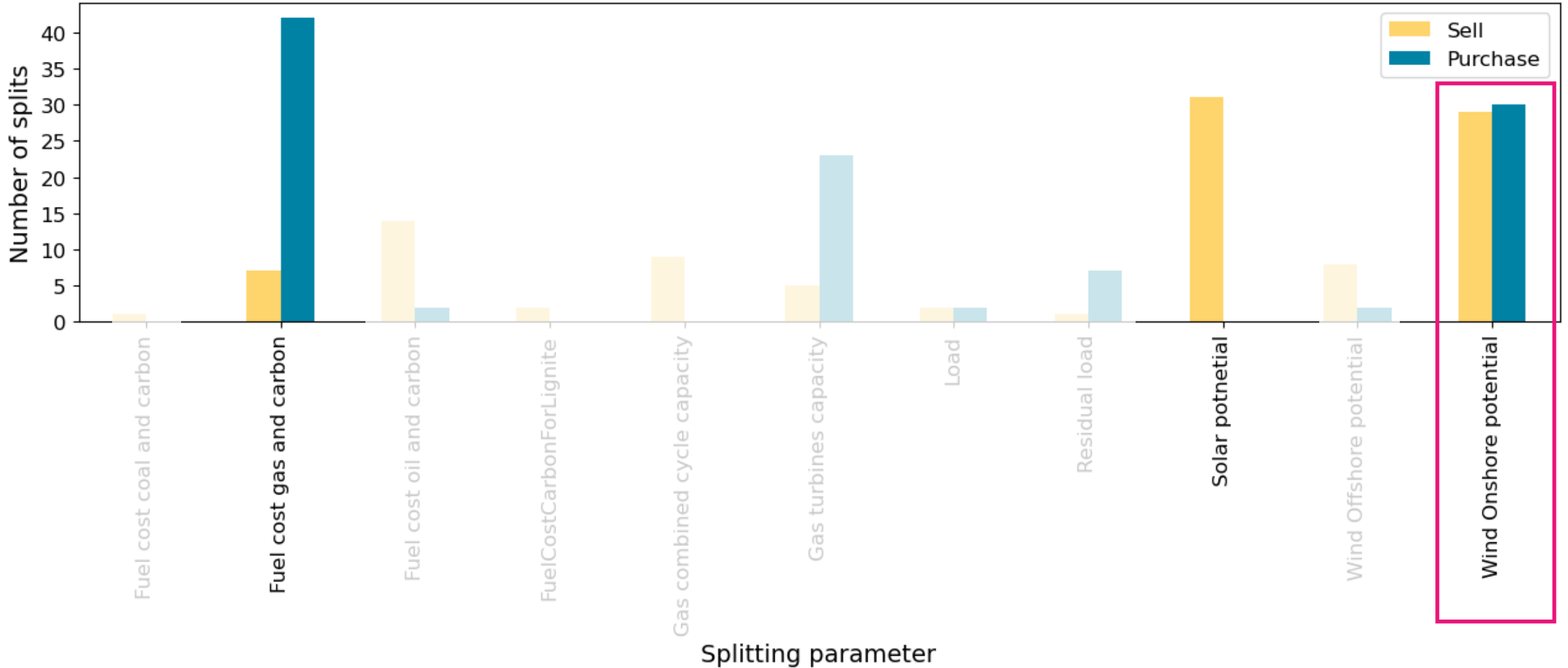
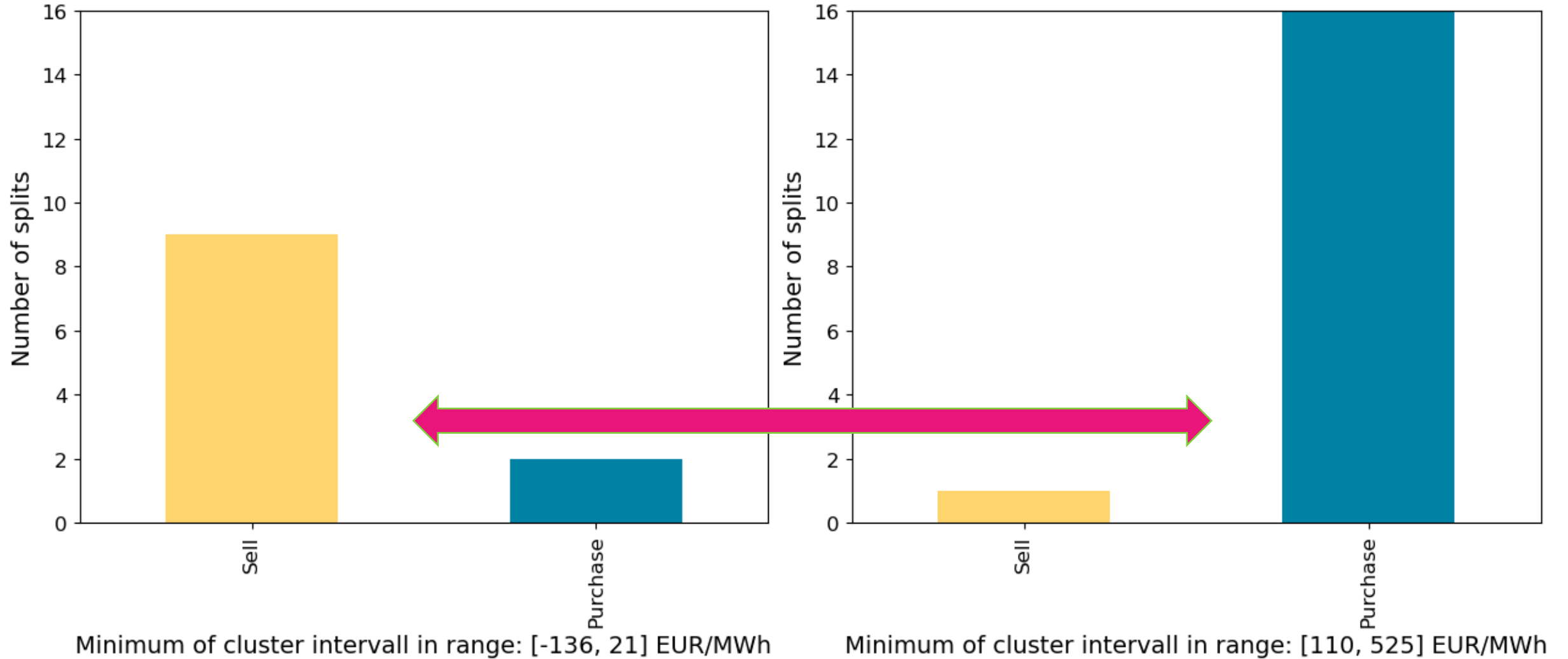
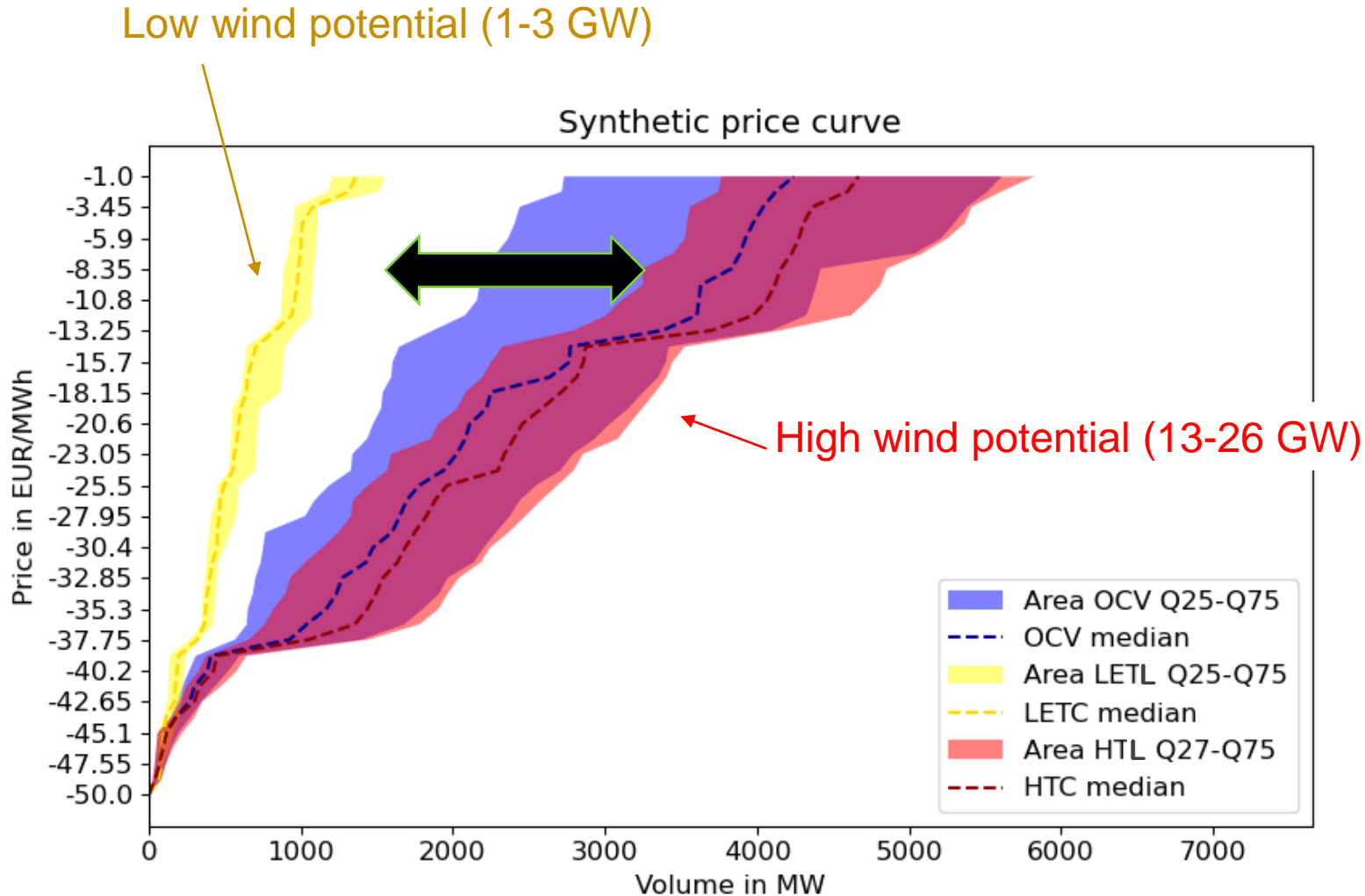


Abbildung 4 (syn.) Nachfragekurve 2025 (bis 30.09)

Ergebnisse der Analysen für den Ausschnitt der Gebotskurven im Bereich
-50 bis -1 EUR/MWh für das Jahr 2024



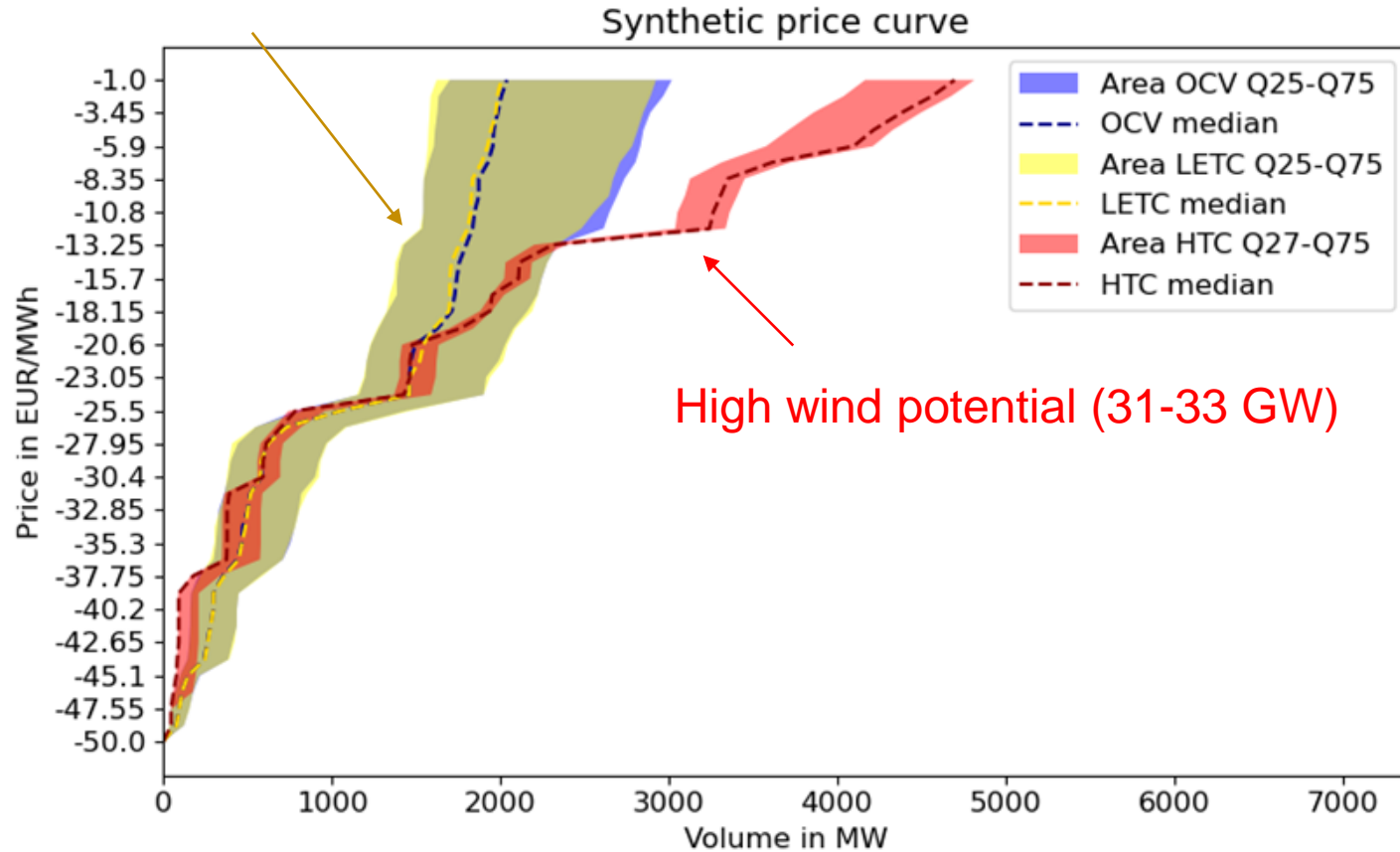




Splitting threshold
 4 GW Wind Onshore potential
 Market price interval [1;3] EUR/MWh

OGV = Overall cluster values
 LETL = Lower than or equal to decisio tree threshold leaf
 HTL = Higher than threshold leaf

Low wind potential (2-9 GW)

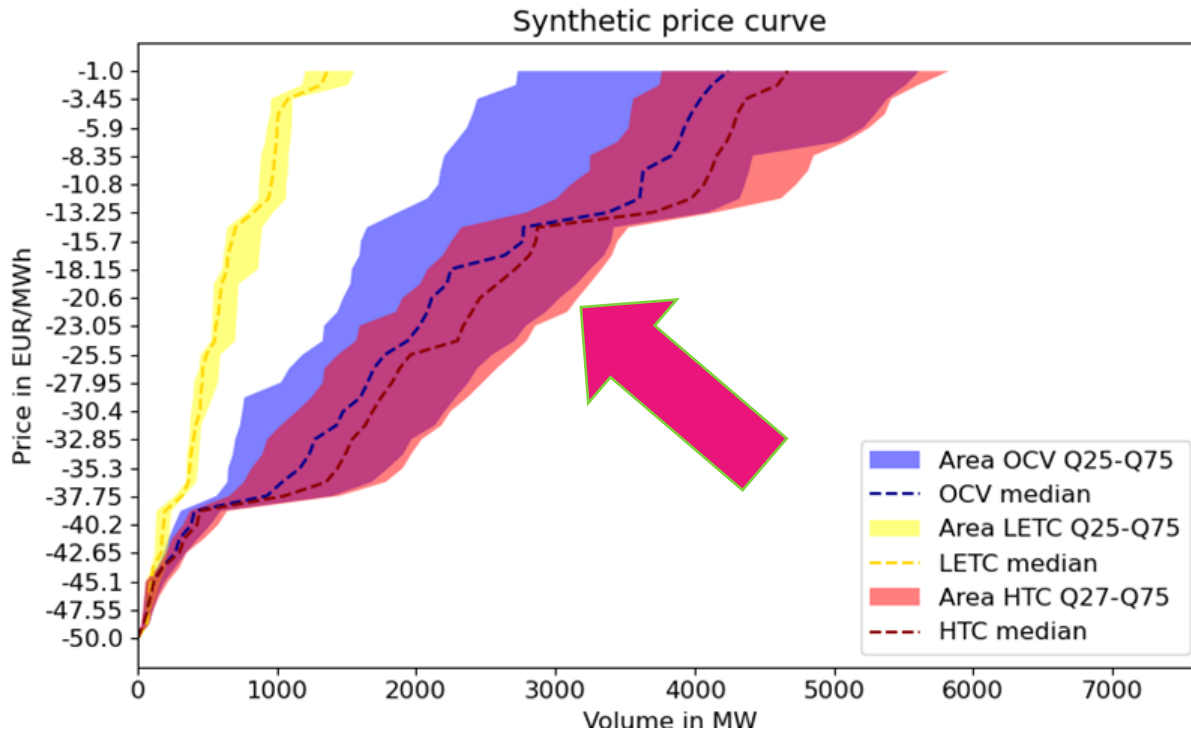


Splitting threshold
 27 GW Wind Onshore potential
 Market price intervall [110;111[EUR/MWh

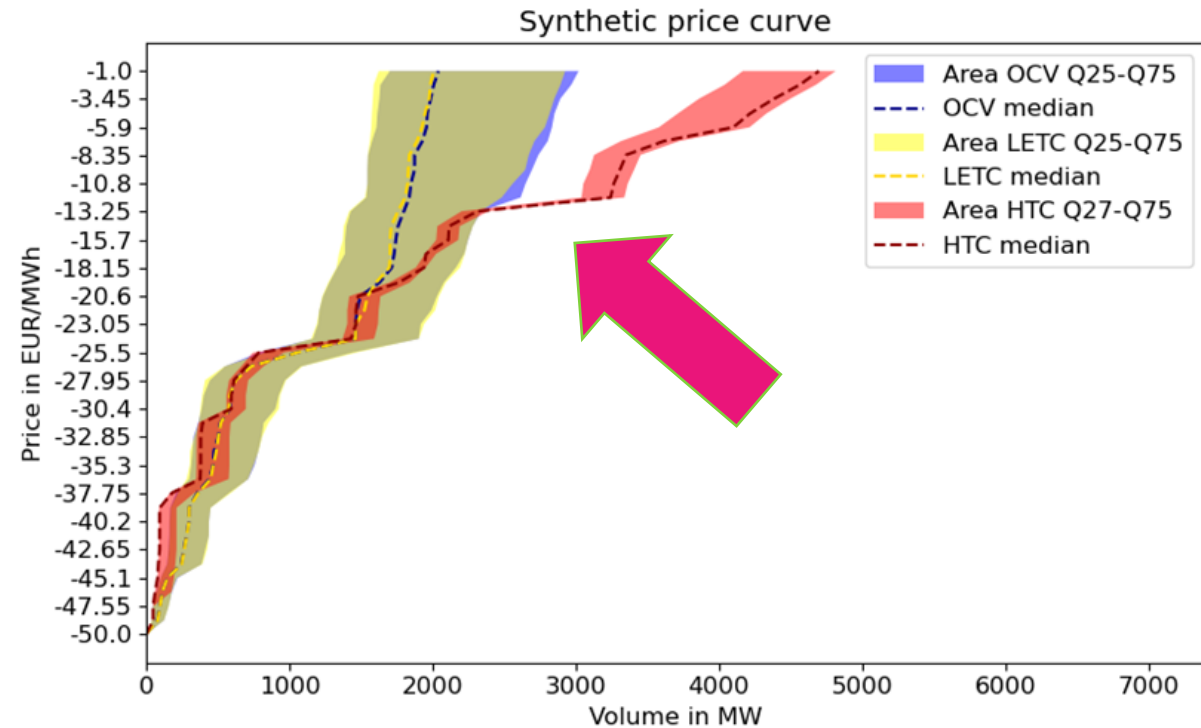
OGV = Overall cluster values
 LETL = Lower than or equal to decisio tree threshold leaf
 HTL = Higher than threshold leaf

Gleiche Formen in beiden Kurven bei Hoher Windlast: Korrespondierende Kauf- und Verkaufgebote

Verkaufskurve bei niedrigen Marktpreisen



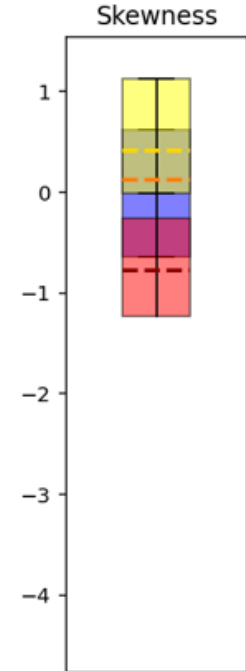
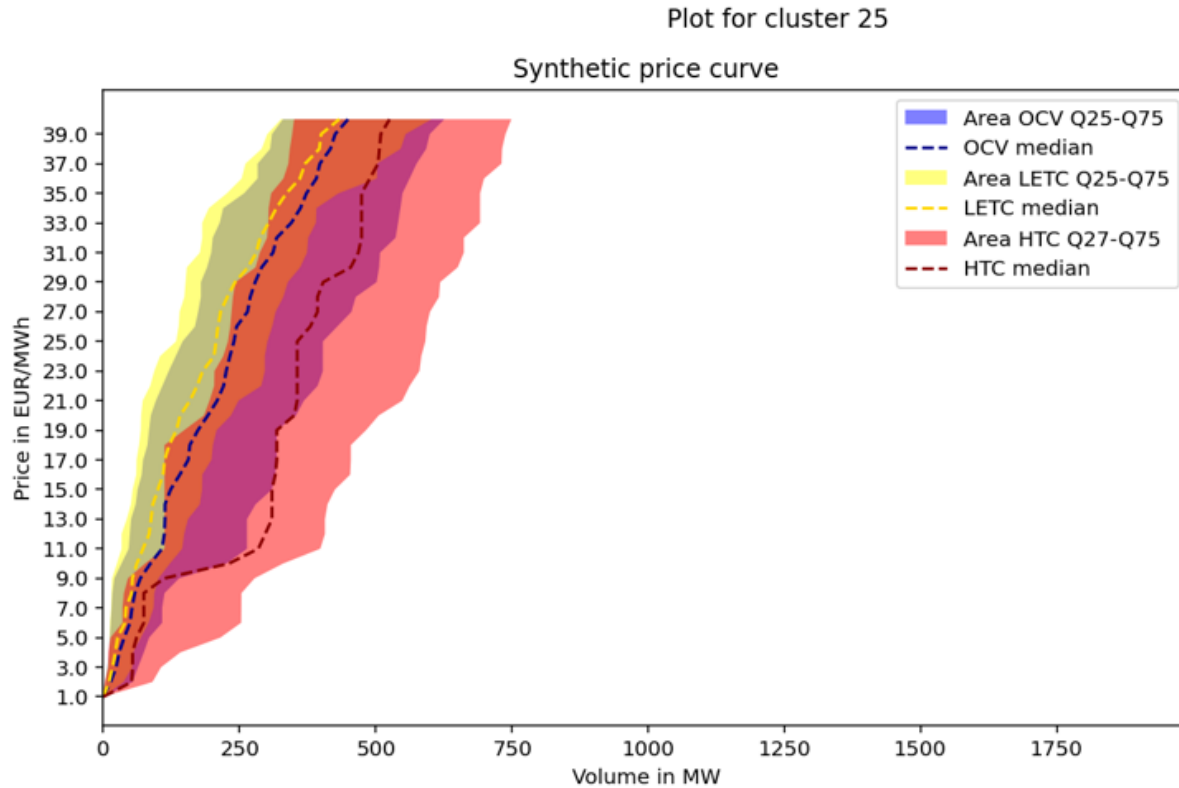
Kaufkurve bei höheren Marktpreisen



Arbeitshypothese (Beispiel)

Wirkt sich ein struktureller Redispatch auf das Gebotsverhalten im Day-Ahead Markt aus und lässt sich das ggf. beobachten?

Methode: Die Redispatchmengen der 4 am häufigsten von einem Redispatch betroffenen Netzelemente wurden als potentielle Einflussfaktoren aufgenommen und getestet, ob sie als wahrscheinlichste Größe „gezogen“ wurden.



Decision tree splitting parameter: OWP UW Dörpen-West
Decision tree splitting parameter unit: OWP UW Dörpen-West
Splitting threshold x_t : 275.15

Clustering parameter: Market_price_DE_LU

Clustering parameter unit: Market_price_DE_LU

Intervall and number: [69.0;70.0] n=101

LET: $x_{LET} \leq x_t$: Number of elements: 66

HT: $x_{HT} > x_t$: Number of elements: 35

Sell and/or purchase: Purchase

*LET: Lower than or equal to the threshold

*HT: Higher than the threshold

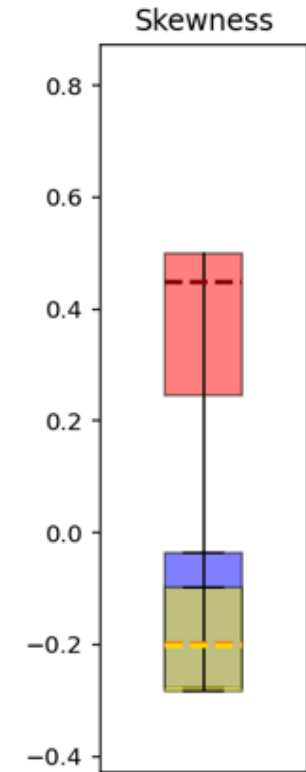
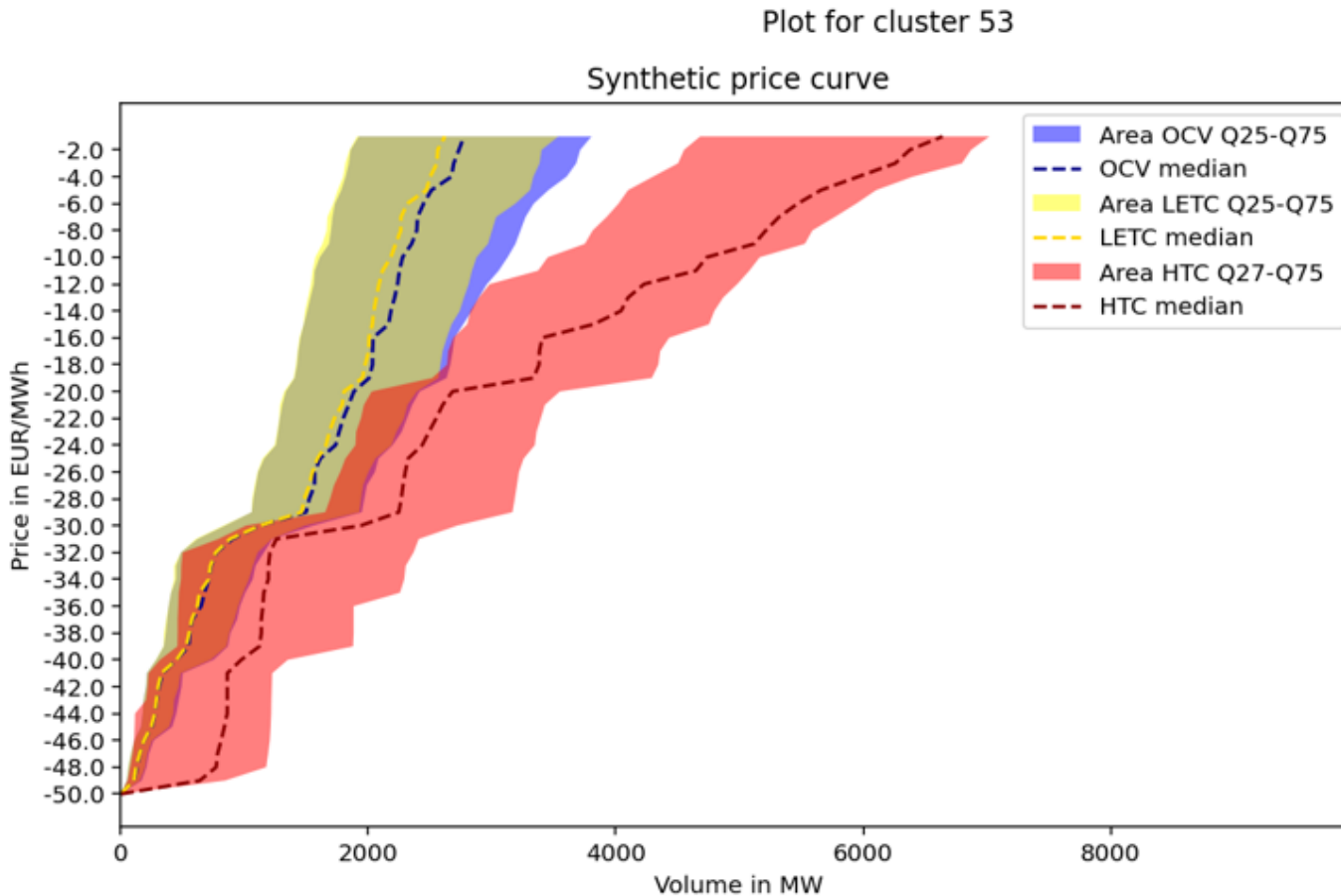
* x_{LET} : Cluster value that is lower than or equal to the threshold

* x_{HT} : Cluster value that is higher than or equal to the threshold

*OCV: Overall cluster values

*LETC: Lower than or equal to threshold cluster

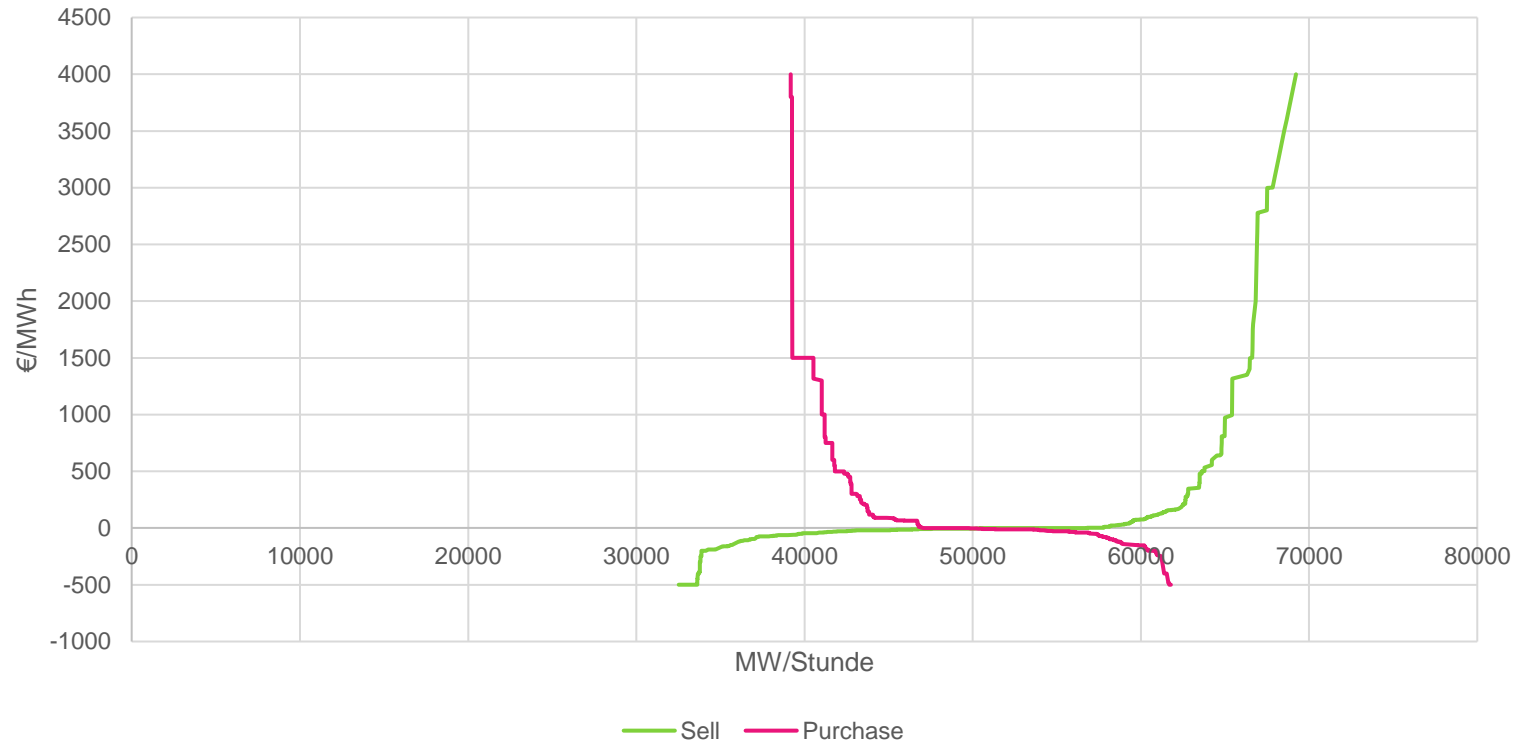
*HTC: Higher than threshold cluster



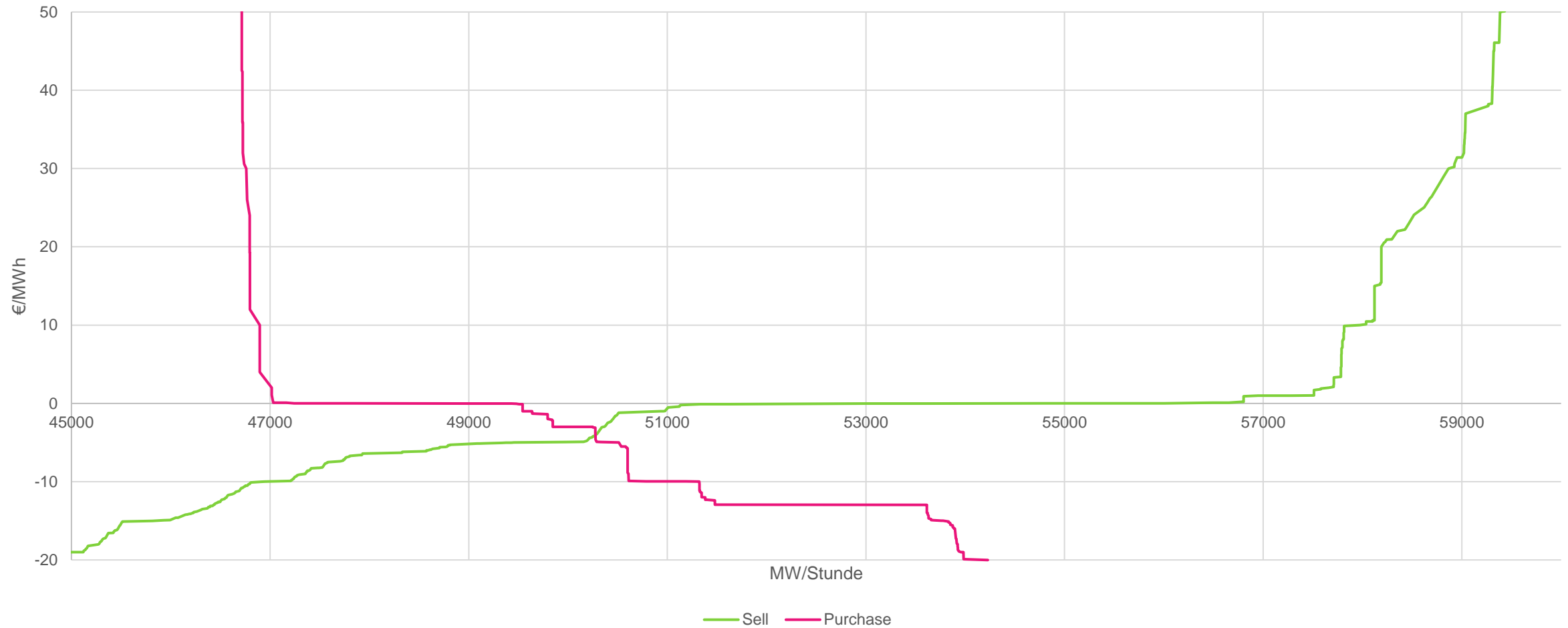
Decision tree splitting parameter: 50H UW Bertikow
 Decision tree splitting parameter unit: 50H UW Bertikow
 Splitting threshold x_t : 2.5
Clustering parameter: Market_price_DE_LU
Clustering parameter unit: Market_price_DE_LU
Intervall and number: [108.0;110.0] n=127
 LET: $x_{LET} \leq x_t$: Number of elements: 119
 HT: $x_{HT} > x_t$: Number of elements: 8
Sell and/or purchase: Purchase

- *LET: Lower than or equal to the threshold
- *HT: Higher than the threshold
- * x_{LET} : Cluster value that is lower than or equal to the threshold
- * x_{HT} : Cluster value that is higher than the threshold
- *OCV: Overall cluster values
- *LETC: Lower than or equal to threshold cluster
- *HTC: Higher than threshold cluster

30.03.2025 Stunde 17 DE/LU Day-Ahead



30.03.2025 Stunde 17 DE/LU Day-Ahead



- Problemstellung und kurzes Darstellung Funktionsweise Day-Ahead-Markt
- Vorstellung Methodik zur Analyse von Teilbereichen der Gebotskurven
- Ergebnisse einzelner Analysen
- Konklusio

- Es lässt sich beobachten, dass die (preissensitive) Nachfragekurven einen immer stärkeren Einfluss auf die Preisbildung hat.
- Die methodische Zerlegung der Preiskurven und (automatisierte) Analyse zeigt, dass zunehmend grenzkostenunabhängige Gebote eine Rolle spielen.
- Es könnte sein, dass sich in der Kombination von Angebot und Nachfragekurve situative „Plateaus“ entwickeln, die auf stabilere Preisniveaus hindeuten.
- In jedem Fall sind weitere Untersuchungen insbesondere hinsichtlich nicht „einfach“ erklärbarer Zusammenhänge notwendig um ein tieferes Verständnis auch für potentielle Entwicklungen zu bekommen.



Institut für ZukunftsEnergie-
und Stoffstromsysteme



Andreas Weber

Haben Sie weitere Fragen oder Anmerkungen?
Kontaktieren Sie mich bitte:

bets-project@izes.de