



# Variationsrechnung EE-Mindestfaktor

4ÜNB-Studie durchgeführt von der FGH GmbH, 05.09.2025



# Agenda

1. Inhalt der Studie
2. Entwicklung der Kosten
3. Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Emissionen
4. Entwicklung der ReDispatch-Mengen
5. Juristische Einordnung zur Abschaffung des EE-Mindestfaktors
6. Argumente zur Abschaffung des EE-Mindestfaktors gemäß des energiepolitischen Zieldreiecks

Exkurse

# Inhalt der Studie

- Ziel ist die **Berechnung der Auswirkungen unterschiedlicher Mindestfaktoren** bei deutschen EE-Anlagen auf:
  - Kosten (Redispatch-Gesamtkosten und volkswirtschaftliche Kosten)
  - CO<sub>2</sub>-Emissionen
  - Redispatch-Menge (Gesamt und EE)
  - Netzreserve-Einsatz
- **Varianten:**
  - **Mindestfaktoren 10, 5 und 3**
  - **„MP“-Variante: EE-Preis entspricht der EE-Marktprämie, d.h. Abschaffung EE-Mindestfaktor**
- Die Jahres-Redispatch-Simulationen sind auf Basis der Eingangsdaten und Parametrierung für die Studie zur Bestimmung der kalk. Preise für 2025/2026 durchgeführt worden (siehe Exkurs 1a-c)

# Kalkulatorische Preise für EE-Anlagen und die Netz- und Kapazitätsreserve

- Es wurden die kalkulatorischen Preise für EE-Anlagen und Netz- und Kapazitätsreservekraftwerke ermittelt
  - Bei der Bestimmung des kalk. Preises für EE wurden die Mindestfaktoren (MF) 10, 5 und 3 betrachtet
  - In einer weiteren Variante wurde der EE-Mindestfaktor abgeschafft und stattdessen die Marktprämie aus 2024 für jeweils Sommer/Winter als Absenkkosten angesetzt (im Folgenden als „MP“-Variante bezeichnet)
  - Die Ergebnisse der Variante MF10 entstammen der Studie zur Ermittlung der kalk. Preise 2025/2026

- **Resultierende kalk. Preise der Berechnungen:**

	MF10	MF5	MF3	MP 2024	MP 2026**
EE	943 €/MWh	393 €/MWh	177 €/MWh	73 €/MWh / 49 €/MWh*	20 €/MWh
Netz-/Kapazitäts- reserve	182 €/MWh				

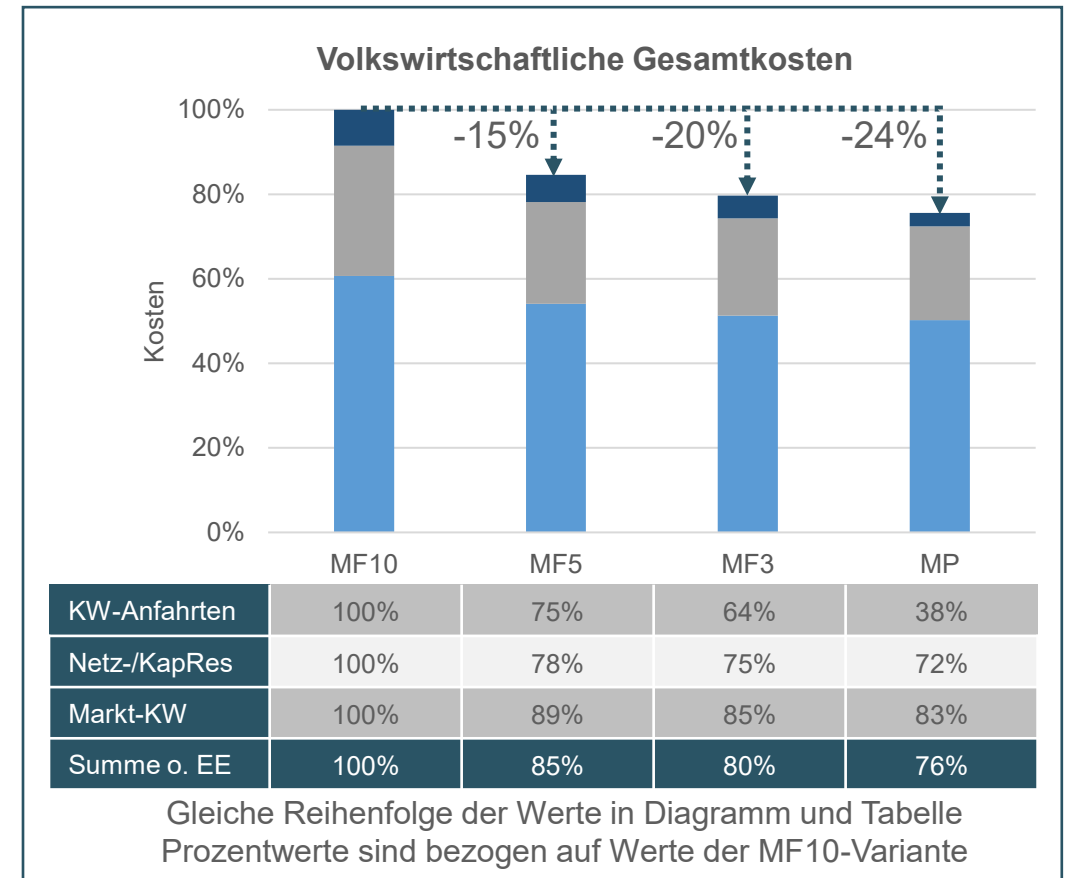
\*Sommer/Winter, Quelle: smard.de

\*\* Zusatzvariante zur Kostenbewertung aller Szenarien mit Marktprämie aus ÜNB-Prognose für 2026

# Entwicklung der volkswirtschaftlichen Gesamtkosten

- Aus volkswirtschaftlicher Perspektive werden die Kosten der EE-Absenkung nicht berücksichtigt
- Grund: Kosten sind volkswirtschaftlich neutral, weil Anlagenbetreiber bei Betrieb entweder die Marktprämie über die EEG-Vergütung erhalten oder bei Abregelung im Rahmen des ReDispatch etwa in gleicher Höhe durch den Netzbetreiber (bzw. Netznutzer) entschädigt werden
- Reduktion des EE-Mindestfaktors reduziert die volkswirtschaftlichen Kosten
- **Minimum der volkswirtschaftlichen Kosten ergibt sich bei Abschaffung des EE-Mindestfaktors**

→ **Ca. 24% Reduktion der volkswirtschaftlichen Kosten**

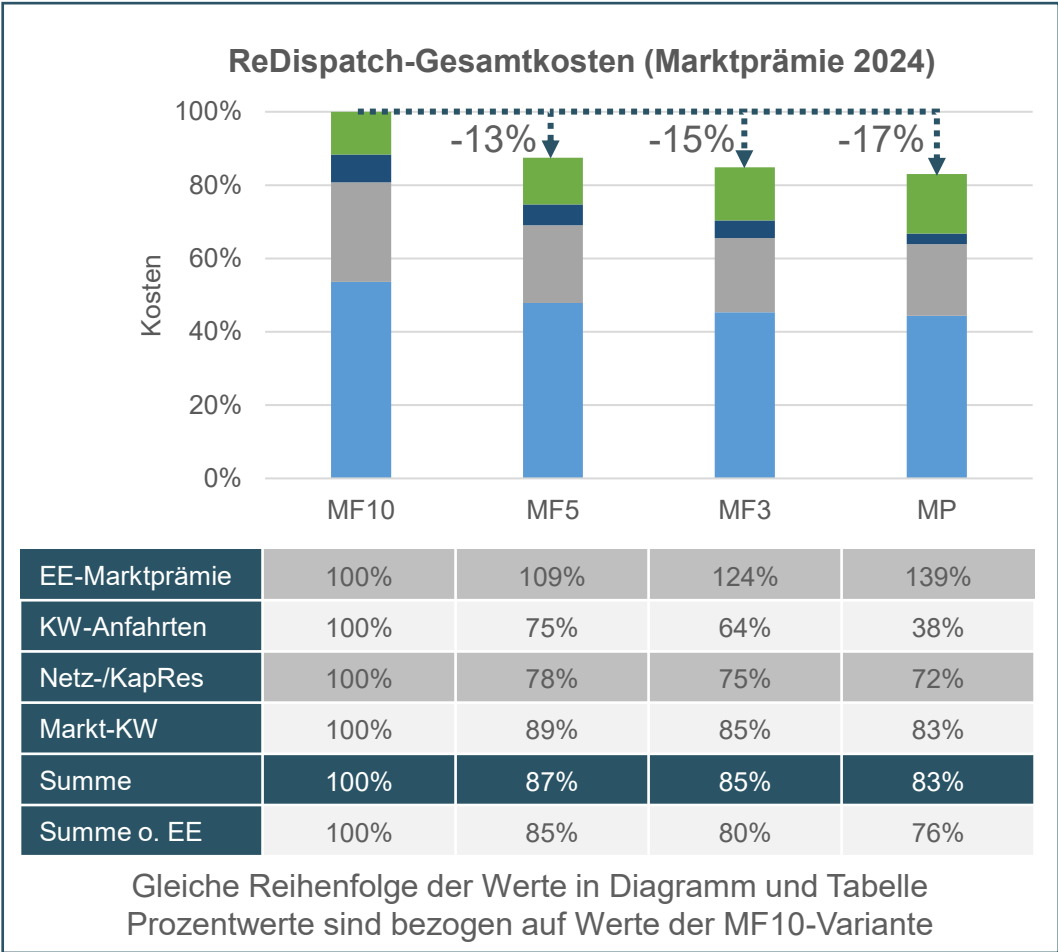


Quelle: FGH (2025)

# Entwicklung der ReDispatch-Kosten (Marktprämie 2024)

- Aus Perspektive der ReDispatch-Kosten müssen die Kosten für die EE-Absenkung mit berücksichtigt werden. Diese ergeben sich aus der zu erstattenden Marktprämie bei Abregelung
- Als Marktprämie wurde auf Basis der Daten von smard.de angesetzt: 73€/MWh (Sommer) bzw. 49 €/MWh (Winter)
- **Minimum der ReDispatch-Kosten ergibt sich bei Abschaffung des EE-Mindestfaktors**

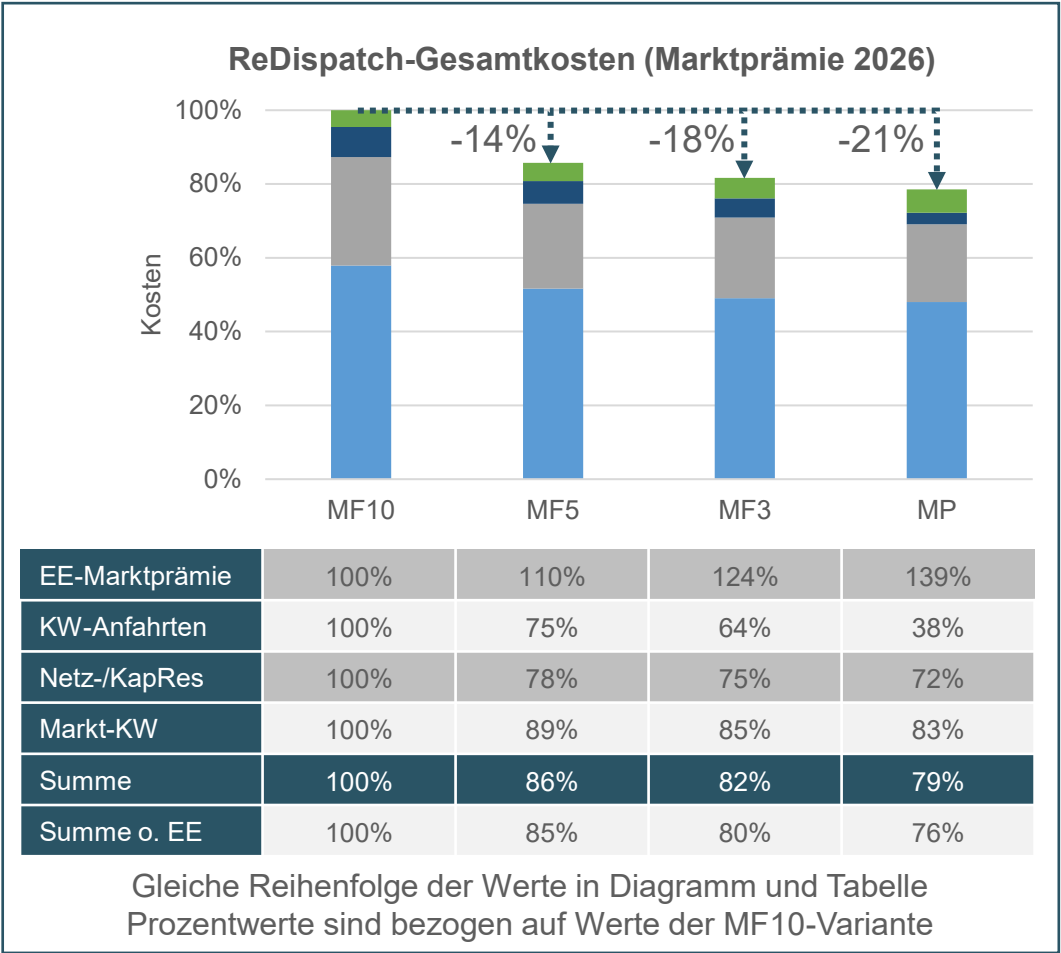
→ **Ca. 17% Reduktion der ReDispatch-Kosten**



# Entwicklung der ReDispatch-Kosten (Marktprämie 2026)

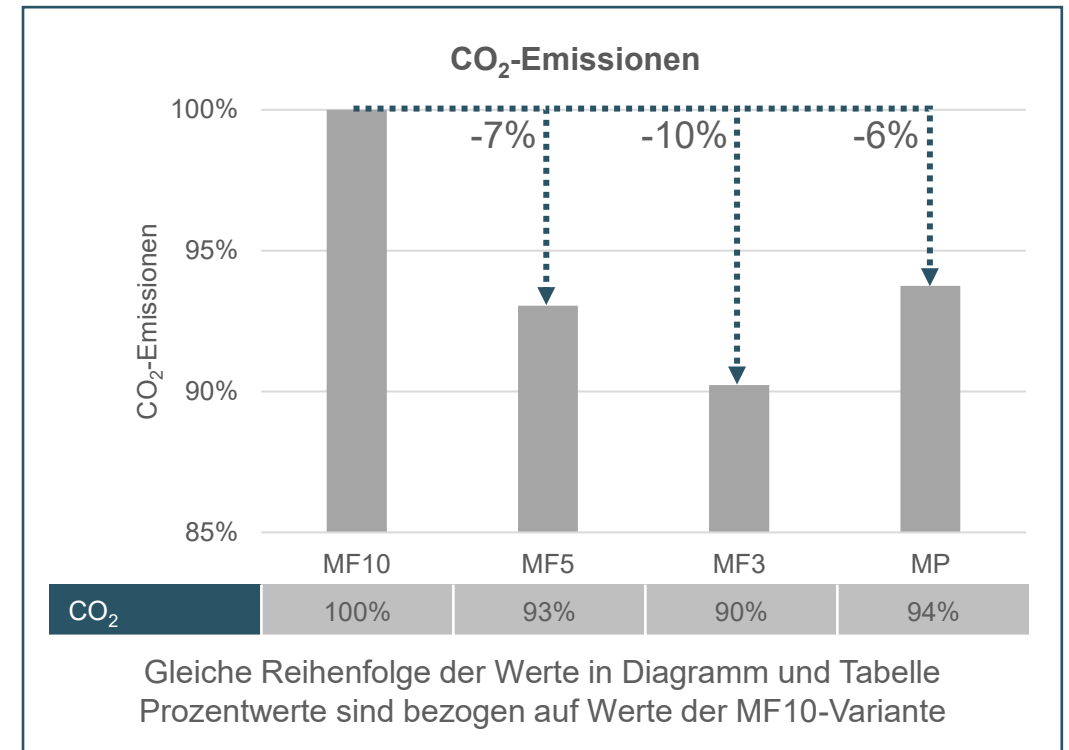
- 4ÜNB-Kostenprognose der Marktprämie für 2026:  
ca. 20 €/MWh
- Grund: Reduktion der anzulegenden Werte bei Bestandsanlagen gemäß Stauchungsmodell nach achtjähriger Anfangsförderung
- **Minimum der ReDispatch-Kosten ergibt sich bei Abschaffung des EE-Mindestfaktors**

→ **Ca. 21% Reduktion der ReDispatch-Kosten**



# Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Emissionen

- Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen ggü. MF10 in allen Szenarien
  - CO<sub>2</sub>-Reduktionseffekte ergeben sich insbesondere durch Substitution weniger sensibler ausländischer EE-Absenkung mit sensiblerer deutscher EE-Absenkung bei Reduktion des EE-Mindestfaktors (siehe Folie 10)
  - CO<sub>2</sub>-Steigerungseffekte von MF5 / MF3 zu MP ergeben sich durch Auswahl kostengünstigerer, jedoch CO<sub>2</sub>-intensiverer Hochfahr-Kraftwerke
- **CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten von MF3 zu MP liegen über den CO<sub>2</sub>-Zertifikatskosten des EU ETS1 (398 €/t zu aktuell 71 €/t) und sind damit volkswirtschaftlich ineffizient (siehe Exkurs 2)**



Quelle: FGH (2025)

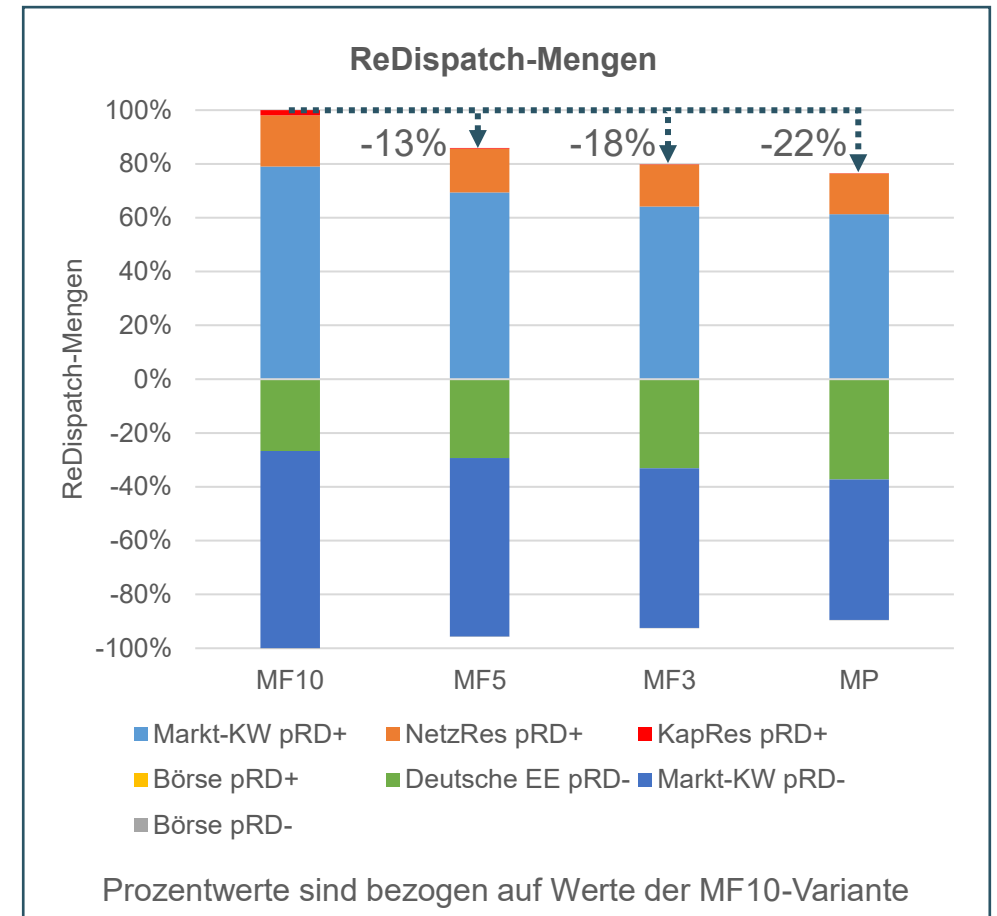


# Entwicklung der Redispatch-Mengen

Bei **Abschaffung des EE-Mindestfaktors** („MP“-Szenario) kommt es zu maximaler

- Reduktion der Redispatch-Gesamt mengen um 22%
- Reduktion des ResKW-Einsatzes um 21%
- Erhöhung der deutschen (!) EE-Absenkungen um 39% (gemessen an gesamter MF10-Absenkmenge: Anstieg von 27% auf 37%)
- **Reduktion der gesamthaften EE-Absenkungen im Ausland und in DE um 21%** (siehe Exkurs 4)

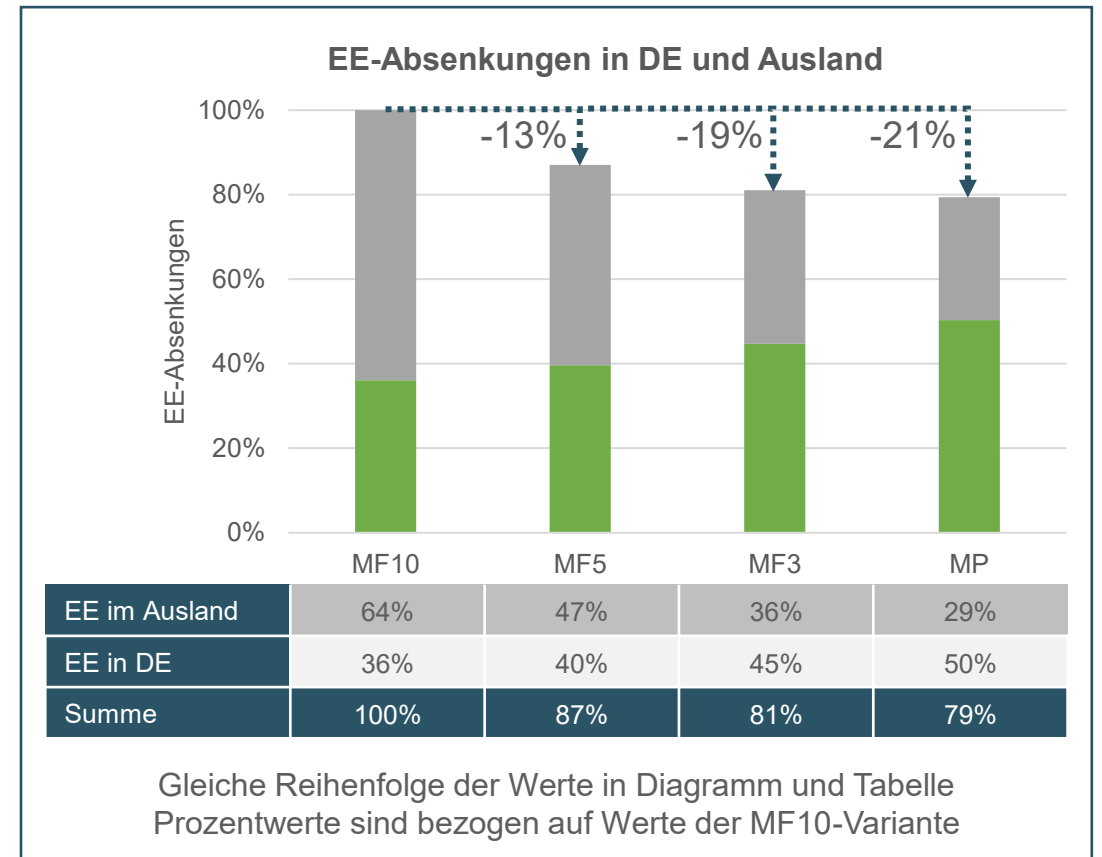
→ **Jedoch: Wichtig ist nicht die EE-Absenkmenge, sondern sind die Gesamtkosten (welche die CO<sub>2</sub>-Preise bereits beinhalten) und die volkswirtschaftlich effiziente CO<sub>2</sub>-Reduktion**



Quelle: FGH (2025)

# Entwicklung der EE-Mengen inkl. ausländischer EE

- In MF10 wird 47% der Absenkmenge durch ausländische EE erbracht
  - Durch alleinige Wirkung des EE-Mindestfaktors auf deutsche EE wird ineffizienter RD mit ausländischer EE gemacht
- **Abschaffung des EE-Mindestfaktors reduziert gesamthaft EE-Absenkungen um 21%!**



Quelle: FGH (2025)

# Juristische Perspektive der Abschaffung des EE-Mindestfaktors

Gemäß Art. 13 Abs. 6 lit. a Elt-VO 19: „Abwärts gerichteter Redispatch [darf] nur dann angewandt werden, wenn es keine Alternative gibt oder wenn andere Lösungen **zu erheblich unverhältnismäßig hohen Kosten** führen oder die **Netzsicherheit erheblich gefährden** würden.“

1. Massive **volkswirtschaftliche Kostenreduktion** durch Abschaffung des EE-Mindestfaktors
2. Massive **Reduktion der RD-Kosten** bei Abschaffung des EE-Mindestfaktors
3. CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten durch Anwendung von MF3 gegenüber Abschaffung des EE-MF (ca. 398 €/t) sind wesentlich höher als aktueller CO<sub>2</sub>-Preis im EU ETS1 (ca. 71 €/t) → **volkswirtschaftlich ineffiziente CO<sub>2</sub>-Reduktion** (Ausgaben sollten in Volkswirtschaft für effizientere CO<sub>2</sub>-Reduktionsmethoden eingesetzt werden)
4. Abschaffung des EE-Mindestfaktors: vereinfacht RD-Prozesskette, steigert deren Robustheit gegenüber Prognoseungenauigkeiten und damit auch die **Netzsicherheit** (siehe Exkurs 3)

# Argumente entlang des energiepolitischen Zieldreiecks zur Abschaffung des EE-Mindestfaktors

Wirtschaftlichkeit	Versorgungssicherheit	Nachhaltigkeit
<p>Abschaffung des EE-MF ermöglicht Optimierung anhand echter RD-Kosten</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Abschaffung des EE-MF reduziert RD-Kosten um 17% (MP 2024) bzw. 21% (MP 2026)</li> <li>• Volkswirtschaftliche Kosten sinken um 24%</li> <li>• EE wird perspektivisch günstiger → Kosteneinsparung nehmen analog zu</li> <li>• Weitere Kostensenkungspotentiale möglich durch Wegfall des Einheitspreises für EE → Berücksichtigung anlagenscharfer Kosten möglich</li> </ul>	<p>Ohne EE-MF wesentliche operative Entlastung der nationalen RD-Prozesse</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reduktion der Komplexität entlang der vollständigen Prozesskette von DayAhead bis Echtzeit</li> <li>• RD wird sensativer → RD-Mengen sinken</li> <li>• RD wird plausibler → Kein Hochfahren von KW gegen unsensitives Abfahren <u>auf derselben</u> Engpasseite (siehe Exkurs 4)</li> <li>• Abwicklungsrisiken sinken (weniger KW-Anfahrten, weniger Bedarf alter KW)</li> <li>• Bessere Handhabbarkeit von Prognoseunterschätzungen (siehe Exkurs 3)</li> </ul>	<p>EE-MF ist nicht sachgerecht zur volkswirtschaftlich effizienten CO<sub>2</sub>-Reduktion</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• EE sind bereits integriert (59% der Erzeugung 2024)</li> <li>• CO<sub>2</sub>-Zertifikatspreise des EU ETS1 sind bereits in RD-Optimierung abgebildet → CO<sub>2</sub>-Markt beeinflusst bereits RD</li> <li>• EE-MF10 führt zu keiner CO<sub>2</sub>-Reduktion gegenüber Abschaffung des EE-MF</li> <li>• CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten MF3 zu MP sind volkswirtschaftlich ineffizient</li> <li>• Einspeisevorrang von EE ggü. konv. RD ist weiterhin über die Grenzkosten der Absenkung gegeben</li> </ul>



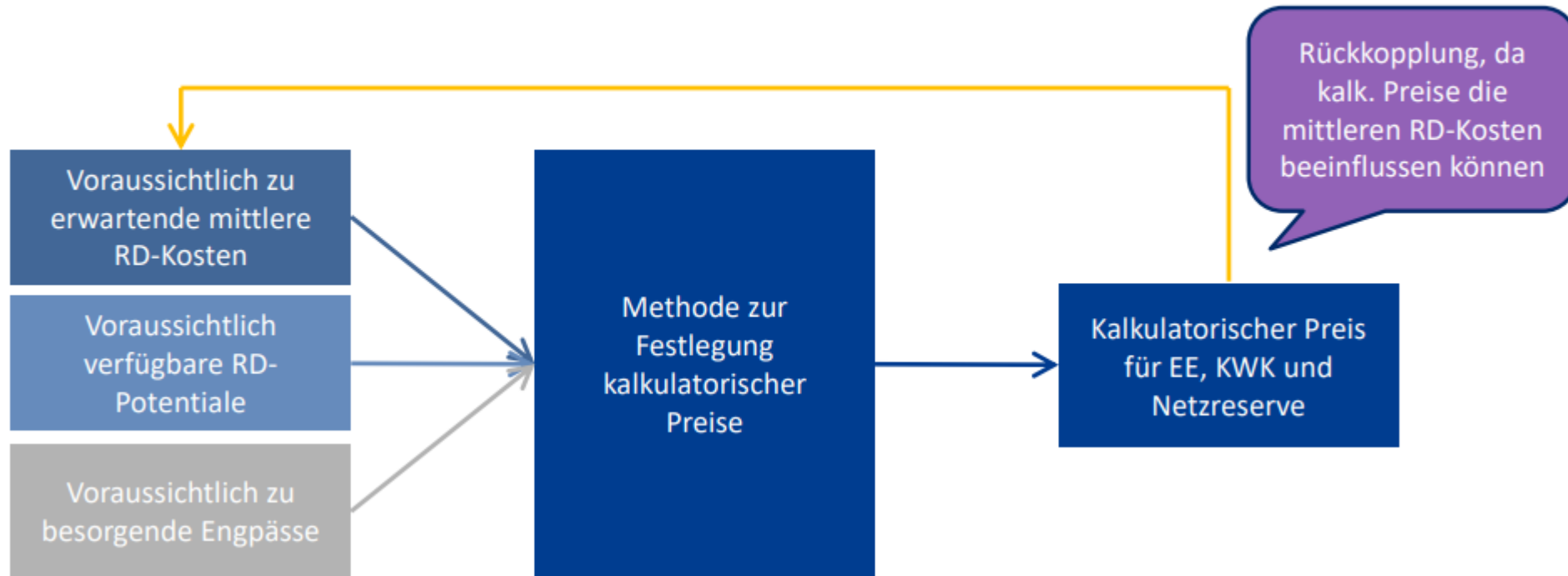
- Europäische Dimension: Abschaffung EE-Mindestfaktor in DE ist Grundlage für Integration in Core ROSC aufgrund Gleichbehandlung der EE-Absenkung im In- & Ausland (vgl. ggü. heute im Fall von ausl. EE-Absenkung)
- Bürokratieabbau (Wegfall Ermittlung kalk. EE-Preis und vereinfachter RD-Prozess)



# Exkurse

# Exkurs 1a: Methode zur Festlegung der kalkulatorischen Preise

- Die kalkulatorischen Preise sind so zu bestimmen, dass Mindestfaktor i.d.R. eingehalten oder übererfüllt ist



Quelle: FGH (2022)

# Exkurs 1b: Ausgestaltung der BMWE-Formel zur Berechnung der kalk. Preise für EE

■  $Kalk.-Preis_{EE-Abregelung} = MF_{EE} * ((\emptyset \text{ Kosten energ. Ausgleich}) + (\emptyset \text{ Kosten Absenkung})) - (\emptyset \text{ Kosten energ. Ausgleich})$

- Mindestfaktor EE ( $MF_{EE}$ ) aktuell: 10

■ Detaillierte Betrachtung der erweiterten BMWK-Formel mit Berücksichtigung von Strafkosten:

■ 
$$Kalk.-Preis_{EE-Abregelung} = MF_{EE} * \left( \left( \frac{\sum GK_{\uparrow} + \sum AK_{\uparrow} + \sum SK_{\uparrow} + \sum MK_{\uparrow} + \sum BK_{\uparrow}}{\sum RD_{\uparrow}} \right) + \left( \frac{\sum GK_{\downarrow} + \sum SK_{\downarrow} + \sum BK_{\downarrow}}{\sum RD_{\downarrow}} \right) \right) - \left( \frac{\sum GK_{\uparrow} + \sum AK_{\uparrow} + \sum SK_{\uparrow} + \sum MK_{\uparrow} + \sum BK_{\uparrow}}{\sum RD_{\uparrow}} \right)$$

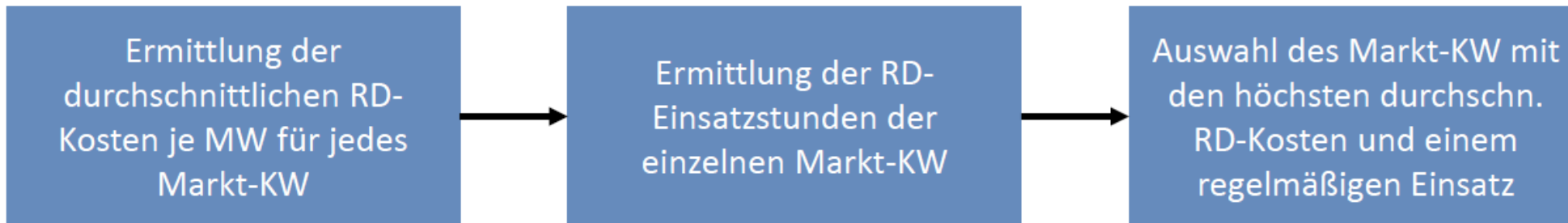
Kostenterme des energetischen Ausgleichs	Kostenterme der Absenkung
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ <math>\sum GK_{\uparrow}</math>: Summe der Grenzkosten von Kraftwerken für energ. Ausgleich</li> <li>■ <math>\sum AK_{\uparrow}</math>: Summe der Anfahrtkosten von Kraftwerken</li> <li>■ <math>\sum SK_{\uparrow}</math>: Summe der anfallenden Strafkosten von Marktkraftwerken für energ. Ausgleich</li> <li>■ <math>\sum MK_{\uparrow}</math>: Summe der Kosten für den Marktausgleich von EE-Absenkung (nicht im Redispatch bilanzierte EE/GSK-Cluster)</li> <li>■ <math>\sum BK_{\uparrow}</math>: Summe der Kosten für Einsatz der Börse im energ. Ausgleich</li> <li>■ <math>\sum RD_{\uparrow}</math>: Gesamtsumme der RD-Menge für den energ. Ausgleich</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ <math>\sum GK_{\downarrow}</math>: Summe der Grenzkosten von Kraftwerken für Leistungsabsenkungen</li> <li>■ <math>\sum SK_{\downarrow}</math>: Summe der Strafkosten von Marktkraftwerken für Leistungsabsenkungen</li> <li>■ <math>\sum BK_{\downarrow}</math>: Summe der Kosten für Einsatz der Börse bei Leistungsabsenkungen</li> <li>■ <math>\sum RD_{\downarrow}</math>: Gesamtsumme der RD-Menge für Leistungsabsenkungen</li> </ul>

Quelle: FGH (2022)

# Exkurs 1c: Ermittlung des kalkulatorischen Preises der Netz- und Kapazitätsreserve

- Einheitlicher kalkulatorischer Preis ist auch für Netzreservekraftwerke zu bestimmen
- Kalkulatorischer Preis muss mindestens dem regelmäßig höchsten Preis von nicht-Reservekraftwerken entsprechen
  - Netzreservekraftwerke mit tatsächlich höheren Kosten als kalk. Kosten sind preislich anzuheben
- ➔ Auswertung der anlagenspezifischen Preise im Rahmen der Bestimmung der zu erwartenden mittleren RD-Kosten
- Nachrangigkeit des Netzreservereinsatzes muss in der Regel eingehalten werden
  - Definition des 50 %-Quantils der Einsatzstunden von Markt-KW als „regelmäßiger Einsatz“  
(Definition 50 %-Quantil: Wert, unterhalb/über dem 50 % der Daten liegen)

Ermittlung der kalk. Preise von Netzreservekraftwerken in jeder Iteration



Quelle: FGH (2022)



# Exkurs 2: CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten MF3 zu Abschaffung des EE-Mindestfaktors

- Die CO<sub>2</sub>-Emissionen sinken von MF10 bis MF3 und steigen bei Abschaffung des EE-Mindestfaktors leicht an – sind jedoch geringer als bei MF10
  - Die Einsparung an CO<sub>2</sub>-Emissionen von MF3 ggü. der Abschaffung des EE-Mindestfaktors beträgt 60,66 kt
  - Die volkswirtschaftlichen Kosten von MF3 übersteigen jedoch die volkswirtschaftlichen Kosten bei Abschaffung des EE-Mindestfaktors um 24,1 Mio. €
- **Resultierende CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten von MF3 gegenüber Abschaffung des EE-Mindestfaktors: 398 €/t**
- **CO<sub>2</sub>-Preis EU ETS1 (Stand 28.08.2025): 71 €/t**
- **CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten von MF3 liegen somit über dem europäischen CO<sub>2</sub>-Preis, sodass die resultierende CO<sub>2</sub>-Einsparung volkswirtschaftlich ineffizient ist**

# Exkurs 3: Abschaffung des EE-Mindestfaktors verbessert Handhabbarkeit von EE-Prognoseabweichungen

- EE-Mindestfaktor führt zu
  - Absenkung von KW anstelle von EE
  - Heilung von Engpässen tendenziell mehr durch die Hochfahr- als durch die Absenkseite
  - Mehr RD-Mengen, und damit auch mehr Hochfahrmenen
- Bei Unterschätzung der EE-Prognose in Vorschauprozessen müssten in Echtzeit zur Einhaltung des EE-Mindestfaktors mehr Hochfahr-Kraftwerke angewiesen und vermehrt Absenk-Kraftwerke unsensitiv abgesenkt werden → Es besteht die Gefahr, dass kein Hochfahrpotential aufgrund des bereits zuvor angewiesenen wenig sensitiven RD mehr vorhanden ist
- Alternative: Konventionelle Absenkmengen (und ggf. auch Hochfahrmenen) müssten rückabgewickelt und stattdessen EE abgesenkt werden. → Hohe Komplexität für Operatoren und KW-Betreiber im Echtzeitbetrieb (**zu vermeiden!**)
- Bei Abschaffung EE-Mindestfaktor wird bereits vor eintretender Unterschätzung der Einspeisung an der Ursache des Engpasses angesetzt: Die EE-Absenkung führt zu einer Limitierung der Einspeisung → Plötzlich steigendes EE-Dargebot führt bei bereits unter RD stehenden Anlagen zu keiner Mehr-Erzeugung

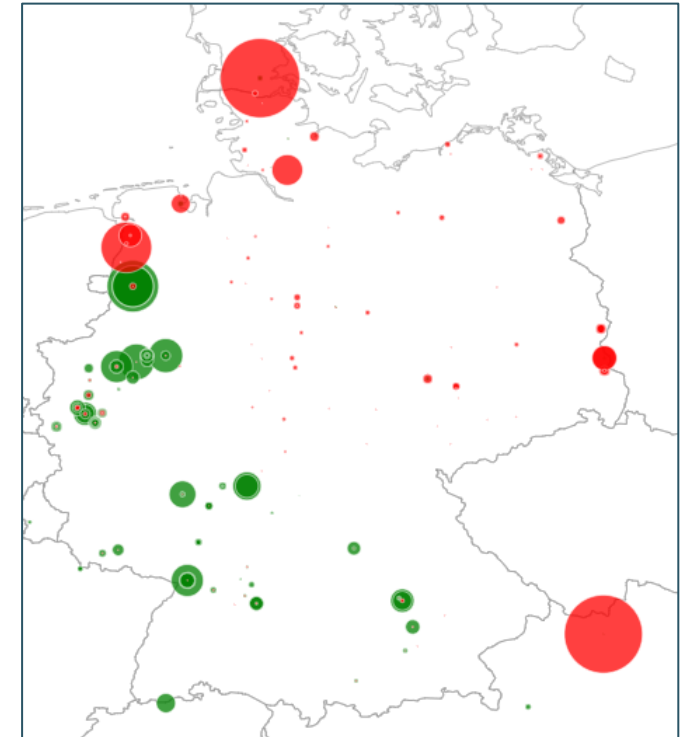
→ **Fazit: Abschaffung des EE-Mindestfaktors erhöht Robustheit gegenüber EE-Prognoseabweichungen!**

# Exkurs 4: Auswirkung des EE-Mindestfaktors auf ReDispatch-Verortung

- EE-Mindestfaktor führt zum Ausweichen des Optimierers auf Alternativen für EE-RD
- Der Optimierer dimensioniert entsprechend der sonstigen verfügbaren ReDispatch-Potentiale, sodass EE-RD vermieden wird
- **Bsp.: Sind Absenkmengen „nördlich“ des Engpasses nicht verfügbar, werden auch Absenkmengen „südlich“ des Engpasses genutzt**

Beispiel: Ergänzende MF10-Testrechnung mit fiktiv dauerhaft verfügbarem Absenkpotehtial in AT

- Nach (EE-)Absenkungen in Dänemark sind zweithöchste Absenkmengen in AT zu verzeichnen → Engpässe werden durch engpassnahe Hochfahr-KW geheilt, mangels Alternativen (außer EE) wird für Absenkung möglichst unschädlicher Absenkpotehtial weit weg vom Engpass gewählt
- **Ergebnis: EE-Mindestfaktor kann insb. bei vorhandenen europäischen Absenkpotehtialen zu hohen unsensitiven RD-Mengen mit dem Ausland führen!**



ReDispatchjahresmengen (rot: Absenkung, grün: Hochfahren) in MF10-Szenario mit stets verfügbarem fiktiven APG-Absenkpotehtial. Quelle Berechnungen für Zeitraum 2023/2024: FGH (2025)