

# ENKO-PLATTFORM: MAßNAHMEN GEGEN SCHEINFLEXIBILITÄT MIT BESTÄTIGTER WIRKSAMKEIT

Die ENKO-Plattform koordiniert lokale Lastflexibilitäten zur Unterstützung des bestehenden Engpassmanagements im Stromnetz und zur Senkung der Engpassmanagementkosten. Um unerwünschtes strategisches Bieterverhalten auf der Plattform zu verhindern, wurden Maßnahmen entwickelt und deren Wirksamkeit untersucht.

## Die Ergebnisse:

Das Angebot an Scheinflexibilität kann wirksam reduziert werden, indem ausgewählte Maßnahmen kombiniert werden:

- Vergleich freiwillig angebotener und regulierter Flexibilität
- Zufallskomponente bei der Anlagenauswahl
- Sanktionierung strategischen Verhaltens

## ENKO MINDERT NETZENGÄSSE

Die fortschreitende Dekarbonisierung der Energiesektoren einschließlich des Stromsektors erfordert einen weiteren Ausbau der volatil einspeisenden erneuerbaren Energieanlagen. Der steigende Anteil dieser, verbunden mit potenziell nachlaufendem Netzausbau, führt zu einer steigenden Anzahl an temporären Netzengpässen, auf die heute mit Redispatch und Einspeisemanagement reagiert wird. Statt in die Erzeugungsleistung der Anlagen einzugreifen (wie es bei Redispatch und Einspeisemanagement der Fall ist), könnten zukünftig Lösungen wie das Lastmanagement erfolgsversprechend als zusätzliche Engpassmanagementmaßnahme genutzt werden. Diesbezüglich wurde im Rahmen des SINTEG Projektes Norddeutsche EnergieWende 4.0 (NEW 4.0) die ENKO-Plattform zur Koordination von netzdienlichem Einsatz flexibler Lasten im Kontext des Netzengpassmanagements entwickelt.

Die ENKO-Plattform koordiniert lokale Lastflexibilitäten, also flexible Erhöhung der Stromnachfrage durch Verbraucher zur richtigen Zeit am richtigen Ort zur Verringerung von Netzengpässen. Im Rahmen von NEW 4.0 wurde über die letzten 2 Jahre im Regelbetrieb und in drei Intensiv-Feldtests in der Modellregion Hamburg und Schleswig-Holstein die Wirkung und das Potenzial einer Flexibilitätskoordination untersucht und erfolgreich bestätigt.

## FLEXIBEL ODER SCHEINFLEXIBEL?

Eine Herausforderung bei der Umsetzung solcher Koordinationsplattformen zum Netzengpassmanagement ist der Umgang mit Scheinflexibilität. Als Scheinflexibilität wird die strategische Beschaffung von Grundlast über eine Flexibilitätskoordinationsplatt-

form verstanden. Dabei werden Lasten als Flexibilität angeboten, die nicht flexibel sind, da der Verbraucher diese Lasten schon fest eingeplant hat bzw. auf diese nicht verzichten möchte. Dies führt zu einer volkswirtschaftlich unerwünschten Vergütung von tatsächlich unflexiblen Lasten (Grundlasten) für Flexibilitätszwecke. Im Falle einer Nichtbezuschlagung durch die Koordinationsplattform würden diese Grundlasten weiterhin bedient werden. Zudem wird durch das Angebot von Scheinflexibilität bewusst eine Verstärkung bestehender Netzengpässe provoziert, um die Zuschlagswahrscheinlichkeit auf der Koordinationsplattform zu erhöhen.

## DREI MAßNAHMEN GEGEN SCHEINFLEXIBILITÄT

Um der Herausforderung der Scheinflexibilität zu begegnen, wurden im Rahmen von ENKO vorbeugende Maßnahmen in das Konzept der planwertbasierten Koordinationsplattform integriert. Die Wirksamkeit dieser Maßnahmen wurde in der Untersuchung „Wirksamkeit von Maßnahmen zur Verhinderung von Scheinflexibilität auf der ENKO-Plattform“ des Instituts für elektrische Anlagen und Netze, Digitalisierung und Energiewirtschaft (IAEW) der RWTH Aachen qualitativ und quantitativ evaluiert.

Die Maßnahmen zur Verhinderung von Scheinflexibilität gruppieren sich in drei Themenkomplexe, die im Folgenden vorgestellt werden:

1. Vergleich freiwillig angebotener und regulierter Flexibilität
2. Zufallskomponente bei der Anlagenauswahl
3. Sanktionierung strategischen Verhaltens

Zusätzlich wurde im Rahmen der Untersuchung die Wirkung eines künstlichen „Preis-Spread Mechanismus“ auf das Angebot von Scheinflexibilität analysiert. Diese Maßnahme wird im Folgenden jedoch nicht betrachtet, da die Ergebnisse gezeigt haben: Eine wirksame Verhinderung von Scheinflexibilität durch einen Preis-Spread Mechanismus kann nur unter Inkaufnahme einer deutlichen Verschlechterung der Erlösmöglichkeiten für Flexibilitätsanbieter auf der ENKO-Plattform erzielt werden. Dabei sinkt die Liquidität deutlich. Demzufolge ist die Maßnahme nicht zielführend für ein erfolgreiches Lastmanagement.

## 1. VERGLEICH FREIWILLIG ANGEBOTENER UND REGULIERTER FLEXIBILITÄT

Im Rahmen des Gebotsbezuschlagungsprozesses von ENKO werden **freiwillig angebotene Flexibilitäten**<sup>1</sup> und regulierte Flexibilitäten miteinander anhand von Kosten und Wirkung **verglichen und ausgewählt**. Abbildung 1 zeigt vereinfacht, wie alle Flexibilitätsoptionen eines Engpassentlastungsbedarfs in Abhängigkeit ihres Sensitivitätspreises<sup>2</sup> geordnet werden. Von den freiwillig und reguliert teilnehmenden Anlagen werden anschließend die mit dem niedrigsten Sensitivitätspreis ausgewählt. Die freiwillig angebotene Flexibilität wird somit nur bezuschlagt und genutzt, wenn deren Einsatz die Engpassmanagementkosten gegenüber der reinen Nutzung der regulierten Flexibilitäten reduziert.

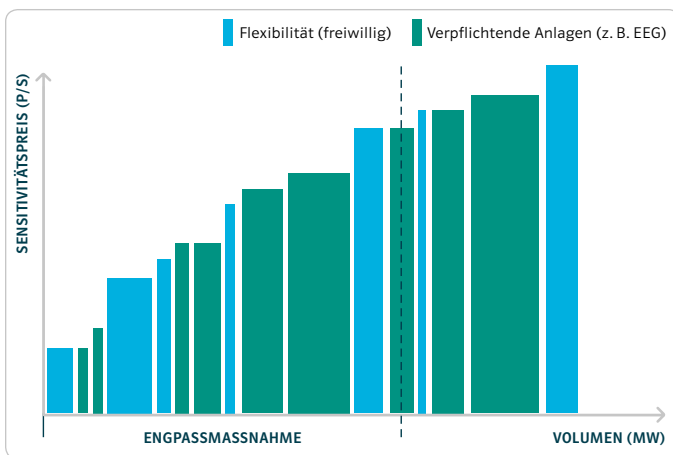


Abbildung 1: Vergleich freiwilliger und regulierter Flexibilität stellt kostenminimale Auswahl sicher

## 2. ZUFALLSKOMPONENTE BEI DER ANLAGENAUSWAHL

Zusätzlich zum Vergleich freiwilliger und regulierter Flexibilität kommt bei ENKO die Maßnahme **Zufallskomponente bei der Anlagenauswahl** zum Einsatz. Das Zufallselement limitiert die Wahrscheinlichkeit der Bezuschlagung künstlich und erschwert eine Vorhersage durch den Flexibilitätsanbieter, ob sein Angebot angenommen werden wird oder nicht. Die Wahrscheinlichkeit, dass ein Anbieter von Scheinflexibilität bei Nichtbezuschlagung zwangsweise seine Grundlast nachkaufen muss, erhöht sich somit. Dies führt dazu, dass unzulässiges Verhalten häufiger erkannt wird und das Bieten von Scheinflexibilität durch steigende Unsicherheit unattraktiver wird.

## 3. SANKTIONIERUNG STRATEGISCHEN VERHALTENS

Durch Analyse der Zeitreihen von Energieverbrauch und Flexibilitätsangebot von bezuschlagter und nicht bezuschlagter Fahrweise

kann strategisches Verhalten nachgewiesen und somit sanktioniert werden. Sollte nicht vertragskonformes Flexibilitätsverhalten erkannt werden, werden Strafkosten erhoben und/oder der Anbieter von zukünftiger Teilnahme ausgeschlossen. Dies erhöht ebenfalls die Unwirtschaftlichkeit von Scheinflexibilität und reduziert somit das Bieten von Scheinflexibilität.

## UNTERSUCHUNGSaufbau

Im Rahmen der Analyse wurde die Wirksamkeit der Maßnahmen gegen das Anbieten von Scheinflexibilitäten ermittelt. Dies erfolgte anhand exemplarischer Netzengpasssituationen in Norddeutschland, die basierend auf Marktsimulationen und Lastflussberechnungen für das Jahr 2023 ausgewählt wurden. Basierend auf typischen in den Lastflussberechnungen auftretenden Netzengpasssituationen wurde die Wirksamkeit der Maßnahmen analysiert. In den Untersuchungen wurde beispielhaft ein Flexibilitätspotenzial von 500 MW angenommen, das auf 50 relevante Knotenpunkte in Schleswig-Holstein und Hamburg aufgeteilt wurde. Alle Flexibilitäten agieren strikt gewinnmaximierend und verhalten sich – wenn opportun – strategisch durch Anbieten von Scheinflexibilität. Anhand zweier Flexibilitäten, gelegen im Nordwesten Schleswig-Holsteins und in Hamburg, wurde die Wirksamkeit der ENKO-Maßnahmen im Detail untersucht (Abbildung 2).



Abbildung 2: Verortung der 50 flexiblen Lasten

Um das Bieterverhalten bezüglich Scheinflexibilitäten abzuschätzen, wurde das Marktgeschehen auf der ENKO-Plattform sowohl unter Berücksichtigung der Gegenmaßnahmen als auch ohne Berücksichtigung dieser simuliert. Eine Gegenüberstellung der Simulationsergebnisse ermöglichte die Abschätzung der Unterschiede des Gebotsverhaltens und der Unterschiede des Angebots von Scheinflexibilität. Zur Simulation des Gebotsverhaltens wurden die Teilnehmer als risikoneutral, mit einem Bieterverhalten der Deckungsbeitragsmaximierung sowie mit perfekter Voraussicht

<sup>1</sup> Regulierte Flexibilitäten sind die heute im Rahmen des Netzengpassmanagements und zukünftig im Rahmen des Redispatch 2.0 Prozesses erfassten Flexibilitäten. Freiwillig angebotene Flexibilitäten sind darüber hinaus alle Lasten, die freiwillig ihre Stromnachfrage flexibel anpassen (bspw. Industriebetriebe).

<sup>2</sup> Der Sensitivitätspreis entspricht dem Angebotspreis einer Flexibilität, bereinigt um die netztechnische Wirkung einer Laständerung der Flexibilität an ihrem Standort auf den Netzengpass.

der Preisentwicklungen an den Spotmärkten und der eintreffenden Netzengpasshöhe angenommen. Mögliche Rückwirkungen auf den Spotmarkt wurden vernachlässigt. Zur Deckungsbeitragsoptimierung wurde auf Basis der Minimierung von erwarteten Strombezugskosten die ideale Kombination von Strombezugsmöglichkeiten ermittelt. Diese sind der Einkauf von Strom day-ahead oder intraday, sowie Teilnahme an ENKO mit ggf. intraday Einkauf von Strom.

## ERGEBNISSE

Basierend auf dem beschriebenen Modell wird bestätigt, dass die kombinierte Bewertung von freiwilliger und regulierter Flexibilität zielführend ist und somit eine implizierte Preisobergrenze existiert. Die kombinierte Betrachtung verstärkt den Wettbewerb, wodurch die Angebotspreise für Flexibilitäten eingegrenzt, Scheinflexibilitäten eingeschränkt und die Auswirkungen von Scheinflexibilitäten reduziert werden. Neben der kombinierten Betrachtung freiwilliger und regulierter Flexibilität kann die zusätzliche Nutzung einer Zufallskomponente das komplette Angebot von Scheinflexibilität nicht verhindern. Um das Angebot von Scheinflexibilität wirksam zu verhindern, ist zudem eine Sanktionierung bei Detektion strategischen Verhaltens notwendig.

Obwohl die beschriebenen Maßnahmen jeweils allein keine ausreichende Maßnahme gegen Scheinflexibilität darstellen, wird nachgewiesen, dass eine Kombination vielversprechend ist. Die Ergebnisse stellen dar, dass die Kombination der Zufallskomponente und der nachträglichen Sanktionierung sehr wirksam ist. Die Zufallskomponente reduziert die Wahrscheinlichkeit der Bezuschlagung künstlich bei gleichzeitiger Erhöhung der Detektionswahrscheinlichkeit von Scheinflexibilität. Die Strafkosten mit der erhöhten Detektionswahrscheinlichkeit verringern effektiv die Attraktivität des Angebots von Scheinflexibilität. Durch die Zufallskomponente würde beim Bieten echter Flexibilität zwar ebenfalls

der Erwartungswert der Erlöse sinken, allerdings wären in diesem Fall keine Strafkosten zu zahlen. Die genaue Wirksamkeit der Maßnahmenkombination ist abhängig von einzelnen Engpässen, der Höhe der Zuschlagswahrscheinlichkeit und der Höhe der impliziten Strafkosten.

Um einerseits Scheinflexibilität einzugrenzen und gleichzeitig echte Angebote auf Flexibilitätsplattformen anzureizen, muss eine Abwägung der Plattformparameter getroffen werden. Um Angebote ausschlagen und gleichzeitig den Engpass beheben zu können, müssen ausreichend regulierte Alternativen zur Flexibilitätserbringung bereitstehen. Dies ist Voraussetzung für die Nutzung einer stochastischen Nichtbezuschlagung. Gleichzeitig bedingen sich die Höhe der impliziten Strafkosten und die Zuschlagswahrscheinlichkeit. Bei hohen Zuschlagswahrscheinlichkeiten müssen die Strafkosten ebenfalls hoch sein, damit die Maßnahmen Wirkung zeigen können. Grundsätzlich sollte die Zuschlagswahrscheinlichkeit hoch sein, damit Anbieter echter Flexibilität weiterhin auf ENKO teilnehmen. Dies bedingt hohe implizite Strafkosten. Ab einer gewissen Kombination aus Strafkosten und Zuschlagswahrscheinlichkeit wird das Anbieten von Scheinflexibilität unwirtschaftlich. Abbildung 3 zeigt die Angebotsentscheidung einer exemplarischen Anlage ohne echte Flexibilität für einen exemplarischen Tag. Der Betreiber der Anlage muss sich entscheiden, ob Scheinflexibilität auf ENKO angeboten werden sollte, oder day-ahead bzw. intraday Strom zur Deckung der Last eingekauft werden sollte, ohne bei ENKO zu bieten. Wenn die Zuschlagswahrscheinlichkeit 100 % beträgt, wird in fast allen Viertelstunden des Tages Scheinflexibilität auf ENKO angeboten. Eine Zuschlagswahrscheinlichkeit auf ENKO von 96 % führt zu einem ähnlichen Resultat. Sobald die Zuschlagswahrscheinlichkeit in diesem Beispiel 95 % und niedriger ist, wird in diesem Beispiel keine Scheinflexibilität auf ENKO angeboten.

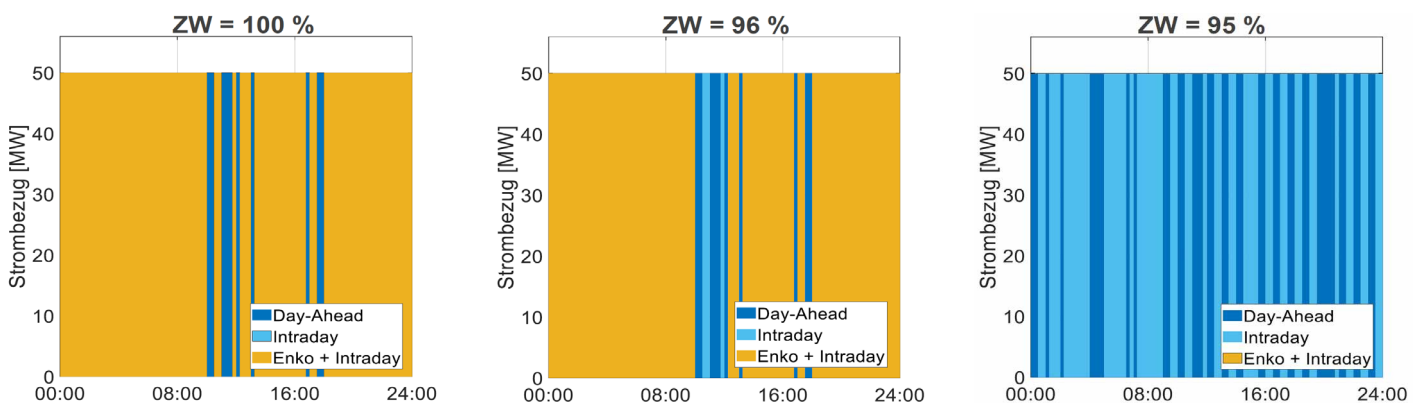


Abbildung 3: Grundlastbezug mit variierender maßnahmenbedingter Zuschlagswahrscheinlichkeit und zusätzlicher Berücksichtigung von Strafkosten für eine der Engpassituationen

Zusätzlich ist das Zusammenspiel von Strafkosten und geringen Preisen am Spotmarkt zu beachten. Abhängig von einzelnen Engpässen reichen in Stunden mit hohem Wettbewerb sehr hohe Zuschlagswahrscheinlichkeiten bereits aus, um Scheinflexibilitäten zu verhindern, da der Wettbewerb bereits für ausreichende Unsicherheiten sorgt. Eine Abwägung der verschiedenen Dimensionierungsoptionen zur Einführung der Maßnahmen sind unabdingbar, wobei die Maßnahmenkombination aus Zufallskomponente und nachträglicher Validierung inklusive Sanktionierung im Zusammenhang mit einem großen Anlagenpool (Einbezug freiwilliger und regulierter Flexibilität) einen wirkungsvollen Schutz gegen das Angebot von Scheinflexibilität verspricht.

In der Analyse konnten somit quantifizierte Erkenntnisse für die Wirksamkeit der Maßnahmen in typischen Netzengpasssituationen gewonnen und ihre Eignung verifiziert werden. Die Untersuchung bestätigt, dass die Kombination der ausgewählten Maßnahmen auf der ENKO-Plattform (Einbeziehung regulierter Flexibilität, eine Zufallskomponente bei der Anlagenauswahl und Sanktionierung strategischen Verhaltens) Scheinflexibilität wirksam reduziert.