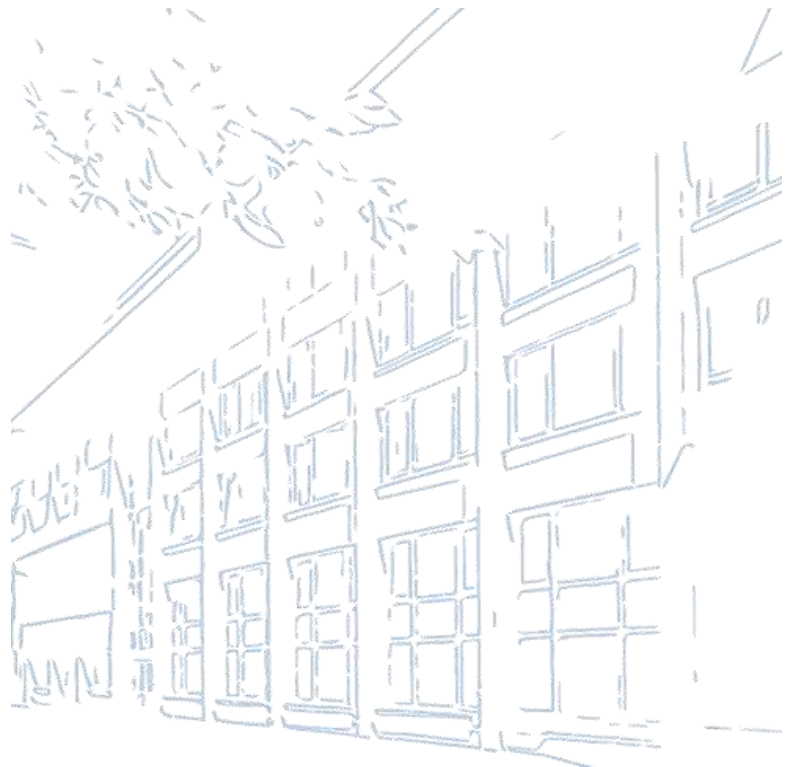


INSTITUT FÜR ELEKTRISCHE ANLAGEN & NETZE,
DIGITALISIERUNG & ENERGIEWIRTSCHAFT
LEHRSTUHL FÜR ÜBERTRAGUNGSNETZE UND
ENERGIEWIRTSCHAFT

WISSENSCHAFTLICHES GUTACHTEN FÜR
50Hertz Transmission GmbH



Aachen, 22. Februar 2024

ANALYSE VON REDISPATCH-
OPPORTUNITÄTSKOSTEN FÜR STEUERBARE EE-
ANLAGEN - FOLGESTUDIE

Durchgeführt von

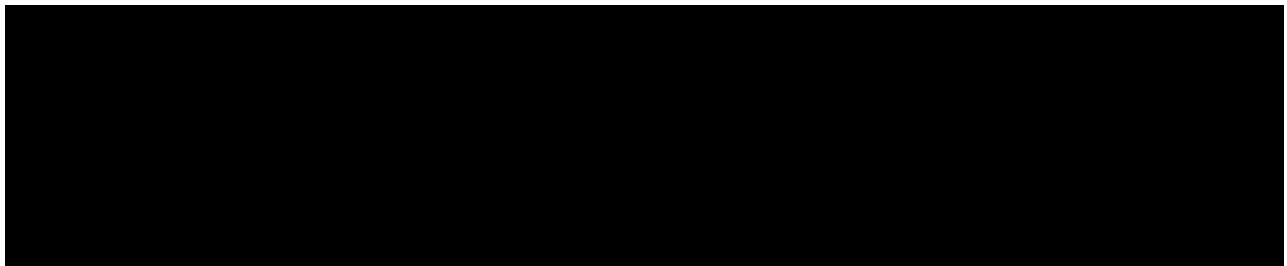
Univ.-Prof. Dr.-Ing. A. Moser

INSTITUT FÜR ELEKTRISCHE ANLAGEN UND NETZE, DIGITALISIERUNG UND
ENERGIEWIRTSCHAFT

Unter der Mitarbeit von



Kontakt



Inhaltsverzeichnis

	Seite
Inhaltsverzeichnis	iv
Abkürzungsverzeichnis	vi
1 Hintergrund und Zielsetzung	1
1.1 Hintergrund	1
1.2 Zielsetzung.....	2
2 Use Case 0 – RD-Anweisungen nach der ID-Auktion	4
2.1 Bestimmung des Use Cases.....	4
2.2 Methodisches Vorgehen	5
2.3 Untersuchungsergebnisse	6
3 Use Cases mit aufgeweiteten Randbedingungen	9
3.1 RD-Anweisungen vor der ID-Auktion	9
3.1.1 Bestimmung der Use Cases.....	9
3.1.2 Methodisches Vorgehen.....	10
3.1.3 Untersuchungsergebnisse.....	11
3.2 Arbeitspunktfixierung verhindert Leistungserhöhungen	15
3.2.1 Bestimmung der Use Cases.....	15
3.2.2 Methodisches Vorgehen beim finanzmathematischen Ansatz ..	16
3.2.3 Methodisches Vorgehen beim Ex-post-Ansatz.....	16
3.2.4 Untersuchungsergebnisse.....	17
3.3 Alternative Vermarktungsstrategie	20
3.3.1 Bestimmung der Use Cases.....	20
3.3.2 Methodisches Vorgehen.....	21
3.3.3 Untersuchungsergebnisse.....	23

4 Zusammenfassung	26
Abbildungsverzeichnis	28
Tabellenverzeichnis	29
Literaturverzeichnis	30

Abkürzungsverzeichnis

DA	Day-Ahead
EE	Erneuerbare Energien
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EnWG	Energiewirtschaftsgesetz
IAEW	Institut für Elektrische Anlagen und Netze, Digitalisierung und Energiewirtschaft
ID	Intraday
ID-Auktion	Intraday-Eröffnungsauktion
MP	Marktprämie
OWP	Offshore Windpark
RD	Redispatch
WP	Windpark

1 Hintergrund und Zielsetzung

1.1 Hintergrund

Zur Berechnung entgangener Erlösmöglichkeiten durch den Redispatch (RD) aus Anlagen nach § 3 Nr. 1 des EEG (steuerbarer EE-Anlagen), verfasste das Institut für Elektrische Anlagen und Netze, Digitalisierung und Energiewirtschaft (IAEW) im September 2023 eine wissenschaftliche Studie. Hintergrund der Studie war der vermehrte Einsatz von EE-Anlagen für den RD seit der Einführung von Redispatch 2.0 im Oktober 2021. Gemäß § 13a Abs. 2 EnWG müssen RD-Maßnahmen mit Kompensationszahlungen, einschließlich der Kompensation von nachgewiesenen entgangenen Erlösmöglichkeiten, entschädigt werden. Diese sogenannten RD-Opportunitätskosten werden aktuell für thermische Kraftwerke mit einem finanzmathematischen Ansatz nach dem „Branchenleitfaden Vergütung von Redispatchmaßnahmen des BDEW“ berechnet [BDE18]. Ziel der im September 2023 verfassten Studie war es, die Eignung des finanzmathematischen Ansatzes zur Berechnung von entgangenen Erlösmöglichkeiten für EE-Anlagen zu untersuchen. Dazu wurde ein analytischer Ex-Post-Ansatz zur Ermittlung von entgangenen Erlösmöglichkeiten entwickelt und dem finanzmathematischen Ansatz gegenübergestellt.

Für die Untersuchungen der im September 2023 verfassten Studie wurde mit dem Auftraggeber die Betrachtung eines konkreten Use Case (Use Case 0) für das Auftreten entgangener Erlösmöglichkeiten abgestimmt.

Unter Use Case versteht man das Eintreten bestimmter Marktpreisabfolgen, welche bei einer gegebenen Vermarktungsstrategie zu entgangenen Erlösmöglichkeiten in den Marktstufen nach einer RD-Anweisung führen.

Der Use Case 0 aus der Studie vom September 2023 ist durch folgende Randbedingungen beschrieben:

- Die RD-Anweisung erfolgt nach der Intraday-Eröffnungsauktion (ID-Auktion), so dass entgangene Erlösmöglichkeiten nur im nachfolgenden kontinuierlichen ID-Handel auftreten können. Zur ex-post Bewertung werden die Preise im kurzfristigen ID-Handel eine Stunde vor Erfüllung (ID1-Index) herangezogen.

- Entgangene Erlösmöglichkeiten entstehen durch die Einschränkung einer Leistungsverringerung durch negativen RD, wenn die RD-Anweisung anschließend ein Abregeln der EE-Anlage und gleichzeitigen Rückkauf der bereits veräußerten Energie verhindert, der im Falle entsprechender Marktpreise weitere Erlösmöglichkeiten zur Folge hätte.
- EE-Anlagen bieten auch immer in der ID-Auktion mit.

Um die RD-Opportunitätskosten für steuerbare EE-Anlagen nicht nur unter den zuvor beschriebenen, sondern auch unter veränderten Annahmen zu bestimmen, werden daraus folgende weitere Use Cases identifiziert und untersucht.

1.2 Zielsetzung

Das Ziel dieser Studie ist es, die entgangenen Erlösmöglichkeiten für steuerbare EE-Anlagen für weitere Use Cases zu bestimmen. Dabei wird der in der Studie vom September 2023 entwickelte Berechnungsansatz (Ex-post-Ansatz) für weitere Use Cases in entsprechend modifizierter Form erneut angewendet. Die mit dem Ex-post-Ansatz berechneten entgangenen Erlösmöglichkeiten werden dann mit denen des finanzmathematischen Ansatzes verglichen.

Die in dieser Folgestudie betrachteten Use Cases folgen aus aufgeweiteten Randbedingungen mit erwarteten höheren entgangenen Erlösmöglichkeiten als der Use Case 0 der Studie vom September 2023. Folgende aufgeweitete Randbedingungen¹ werden in dieser Folgestudie betrachtet:

1. Eine RD-Anweisung für bereits in der Day-Ahead-Auktion (DA-Auktion) vermarktete EE-Anlagen kann auch früher erfolgen, im Extremfall vor der ID-Auktion. Damit wird nicht nur der kurzfristige Handel eingeschränkt, sondern auch der ID-Handel mit längerem Vorlauf. Zur ex-post Bewertung werden zusätzlich die Preise der ID-Auktion herangezogen.
2. Eine Arbeitspunktfixierung von noch nicht vermarkteten EE-Anlagen kann vor der ID-Auktion erfolgen.
3. Es kann eine RD-Anweisung oder eine Arbeitspunktfixierung von EE-Anlagen vor der ID-Auktion erfolgen und

¹ Es handelt sich bei den Randbedingungen um theoretische Annahmen, die in dieser Studie aus wissenschaftlicher Sicht untersucht werden und von der Realität abweichen können.

EE-Anlagen könnten auf eine Vermarktung in der ID-Auktion zugunsten prognostizierter besserer Preise im nachfolgenden kontinuierlichen ID-Handel verzichten. Im Fall perfekter Voraussicht entsprechen die prognostizierten Preise den tatsächlichen Preisen.

Die entgangenen Erlösmöglichkeiten nach dem Ex-post-Ansatz werden für verschiedene EE-Anlagen mit synthetisierten Anlagenkenndaten anhand von historischen Zeitreihen der Marktpreise und RD-Anweisungen der Jahre 2021 und 2022 berechnet.

In Kapitel 2 werden die zu betrachtenden Use Cases, die sich aus den veränderten Randbedingungen ergeben, ausführlich beschrieben, das methodische Vorgehen zur Berechnung der zugehörigen entgangenen Erlösmöglichkeiten erläutert und die entgangenen Erlösmöglichkeiten von Ex-post-Ansatz und finanzmathematischen Ansatz für diese Use Cases verglichen. Kapitel 3 fasst die Ergebnisse zusammen und ordnet diese ein.

2 Use Case 0 – RD-Anweisungen nach der ID-Auktion

In diesem Kapitel wird der in der Studie vom September 2023 betrachtete Use Case 0 mit entgangenen Erlösmöglichkeiten erneut erläutert und das methodische Vorgehen zur Berechnung entgangener Erlösmöglichkeiten nach dem Ex-post-Ansatz wiederholt.

Der Use Case 0 ist mit einer Leistungsreduktion der einspeisenden EE-Anlage verbunden, wodurch die Marktprämie (MP) entfällt. Da das Entfallen der MP in der Berechnung der entgangenen Erlösmöglichkeiten mittels des Ex-post-Ansatzes in der Studie vom September 2023 nicht betrachtet wurde, werden die entgangenen Erlösmöglichkeiten des Ex-post-Ansatzes für diesen Use Case in dieser Studie aktualisiert und erneut mit jenen des finanzmathematischen Modells verglichen.

Die nachfolgend beschriebenen Untersuchungen nutzen die gleichen Eingangsdaten wie die Studie vom September 2023, d.h. es werden die gleichen EE-Anlagen und die gleichen Zeitreihen der Jahre 2021 und 2022 betrachtet.

2.1 Bestimmung des Use Cases

In der im September 2023 verfassten Studie zu RD-Opportunitätskosten für steuerbare EE-Anlagen wurde ein konkreter Use Case (Use Case 0) betrachtet. Der Use Case 0 ist durch folgende Randbedingungen beschrieben:

- Die RD-Anweisung erfolgt nach der ID-Auktion, so dass entgangene Erlösmöglichkeiten nur im nachfolgenden kontinuierlichen ID-Handel auftreten können. Zur ex-post Bewertung werden die Preise im kurzfristigen ID-Handel eine Stunde vor Erfüllung (ID1-Index) herangezogen.
- Entgangene Erlösmöglichkeiten entstehen durch die Einschränkung einer Leistungsverringerung durch negativen RD, wenn die RD-Anweisung anschließend ein Abregeln der EE-Anlage und gleichzeitigen Rückkauf der bereits veräußerten Energie verhindert, der im Falle entsprechender Marktpreise weitere Erlösmöglichkeiten zur Folge hätte.
- EE-Anlagen bieten auch immer in der ID-Auktion mit.

2.2 Methodisches Vorgehen

Für die Untersuchung dieses Use Cases wurde ein Ex-post-Ansatz entwickelt und angewendet. Dabei wurde zwischen einer Vermarktung in der DA-Auktion, in der ID-Auktion und im nachfolgenden kontinuierlichen ID-Handel unterschieden. Es wurde angenommen, dass die Erzeugungsleistung von EE-Anlagen in jeder Vermarktungsstufe vermarktet wird, sofern positive Erlöse erzielt werden. Eine Zurückhaltung für noch folgende Vermarktungsstufen wurde nicht unterstellt. Außerdem wurde eine Rückwirkung einzelner Anlagen auf die Marktpreise vernachlässigt.

Durch die Annahme, dass die RD-Anweisung nach der ID-Auktion erfolgt, können nur entgangene Erlösmöglichkeiten im kontinuierlichen ID-Handel auftreten. Daraus ergibt sich gemäß Abbildung 3.1 der Use Case 0, in dem entgangene Erlösmöglichkeiten durch negativen RD auftreten können.

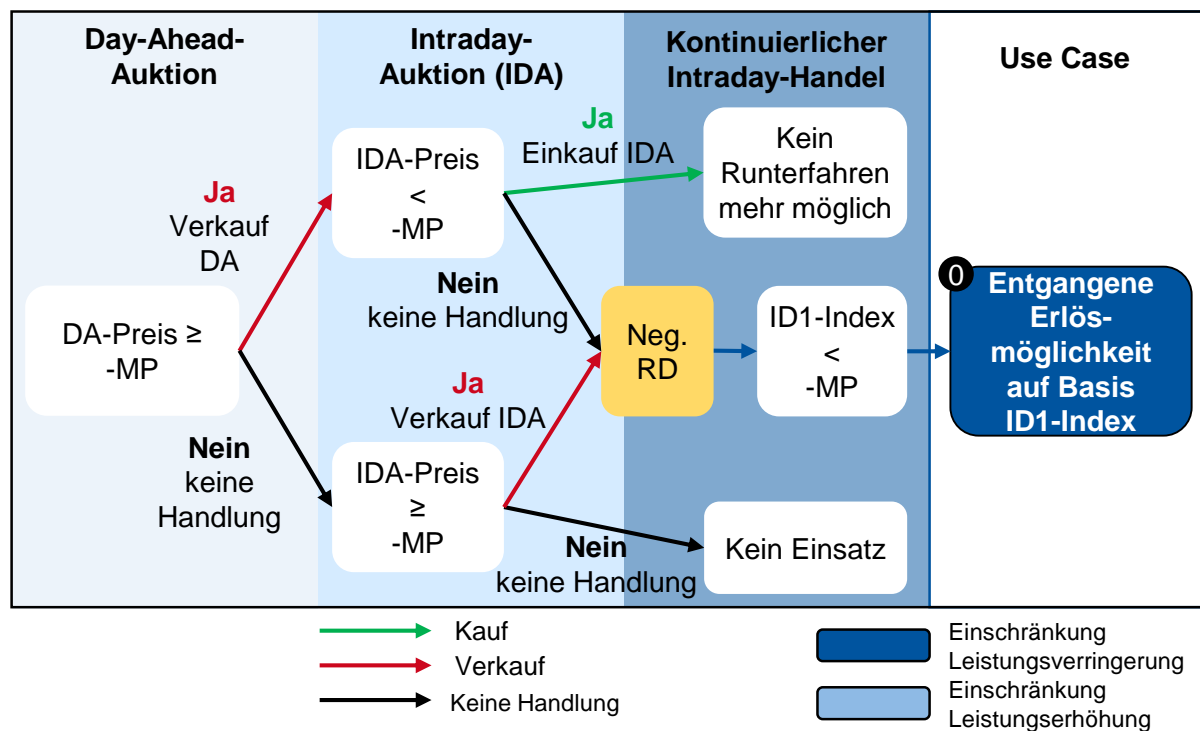


Abbildung 2.1 Use Case 0 bei einer unterstellten negativen RD-Anweisung nach der ID-Auktion

Im Use Case 0 wird die Erzeugungsleistung einer EE-Anlage in der DA-Auktion oder in der ID-Auktion vermarktet. Nach Anweisung von negativem RD ist der Preis im nachfolgenden kontinuierlichen ID-Handel (ID1-Index) geringer als die negative MP, was zu einer entgangenen

Erlösmöglichkeit führt. Der ID1-Index wird als mittlerer Preis der in der letzten Stunde gehandelten Kontrakte zur Bewertung herangezogen, um der Kurzfristigkeit der Handelsmöglichkeiten von EE-Anlagen Rechnung zu tragen.

Durch das erforderliche Abregeln der EE-Anlage im Use Case 0 entfällt die MP. Die entgangenen Erlösmöglichkeiten errechnen sich viertelstündlich aus der Energiemenge des angewiesenen negativen RD multipliziert mit der Summe aus dem ID1-Index und der negativen MP.

Das Entfallen der MP im Use Case 0 wurde in der in September 2023 verfasste Studie bisher nicht berücksichtigt. Die Untersuchungsergebnisse für Use Case 0 werden deswegen in dieser Studie aktualisiert.

2.3 Untersuchungsergebnisse

Die entgangenen Erlösmöglichkeiten der betrachteten Windparks nach dem finanzmathematischen Ansatz und nach dem Ex-post-Ansatzes für Use Case 0 sind in Abbildung 2.1 dargestellt. Die Ergebnisse des Ex-post-Ansatzes wurden im Vergleich zur Studie vom September 2023 aktualisiert, um das Entfallen der MP beim Abregeln der EE-Anlage zu berücksichtigen. Beim finanzmathematischen Ansatz blieb im Rahmen des Use Cases 0 der sogenannte „Wert der Call-Option“, welcher die entgangenen Erlösmöglichkeiten aufgrund der Einschränkung einer Leistungserhöhung ermittelt, unberücksichtigt, da hier nur entgangene Erlösmöglichkeiten in Verbindung mit einer Verringerung der eingespeisten Leistung (nach einer negativen RD-Maßnahme) betrachtet werden.

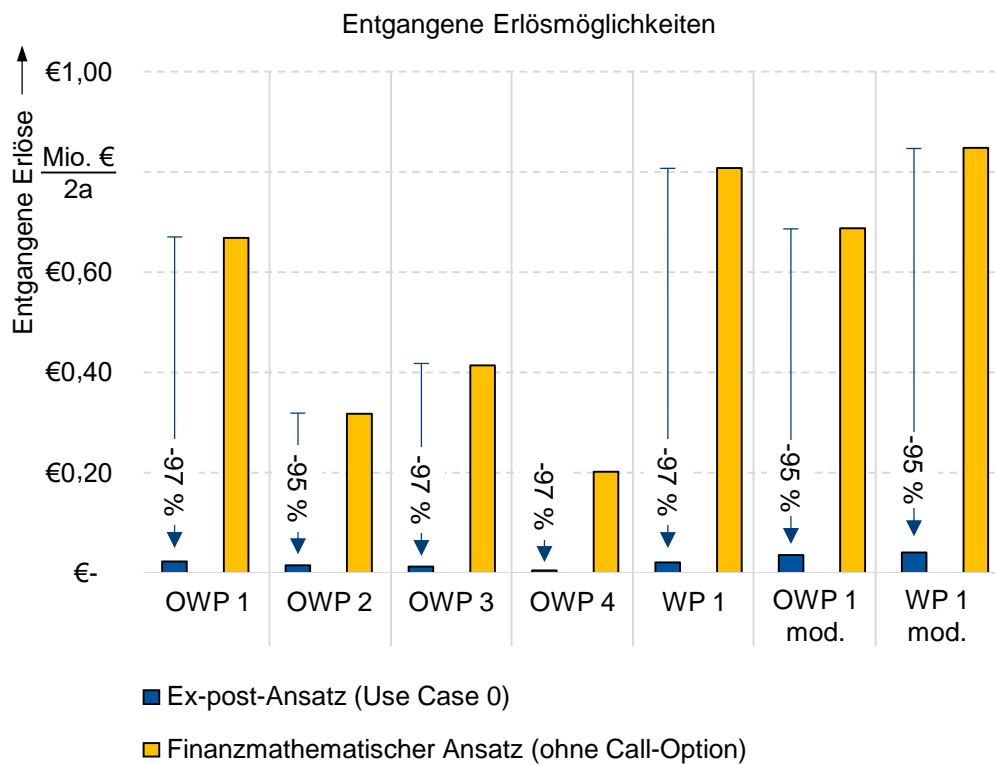


Abbildung 2.2 Entgangene Erlösmöglichkeiten des Use Cases 0 in den Jahren 2021 und 2022

In Tabelle 2.1 sind die Ergebnisse in tabellarischer Form zusammengefasst.

Tabelle 2.1 Entgangene Erlösmöglichkeiten und Häufigkeit des Auftretens des Use Cases 0 in den Jahren 2021 und 2022

EE-Anlage	Ex-post-Ansatz Use Case 0 [€/2a] (Anzahl)	Finanzmathematischer Ansatz [€/2a] (Anzahl) ²
Offshore Windpark 1 (OWP 1)	22.726 (134)	668.707 (8.917)
Offshore Windpark 2 (OWP 2)	15.280 (86)	317.297 (6.944)
Offshore Windpark 3 (OWP 3)	12.723 (134)	414.294 (8.743)
Offshore Windpark 4 (OWP 4)	5.097 (22)	201.829 (1.338)
Onshore Windpark 1 (WP 1)	20.854 (95)	808.150 (4.586)
Offshore Windpark 1 – modifiziert (OWP 1 mod.)	35.769 (210)	687.955 (8.934)
Onshore Windpark 1 – modifiziert (WP 1 mod.)	41.047 (212)	847.921 (4.666)

² Hier wurden nur Use Cases mit entgangenen Erlösen größer 0,01 € gezählt.

3 Use Cases mit aufgeweiteten Randbedingungen

In diesem Kapitel werden die zu betrachtenden, weiteren Use Cases mit entgangenen Erlösmöglichkeiten im Einzelnen erläutert und das methodische Vorgehen zur Berechnung entgangener Erlösmöglichkeiten nach dem Ex-post-Ansatz beschrieben. Abschließend werden für die betrachteten Use Cases die entgangenen Erlösmöglichkeiten des finanzmathematischen Modells mit denen des Ex-post-Ansatzes verglichen.

Die nachfolgend beschriebenen Untersuchungen nutzen die gleichen Eingangsdaten wie die Studie vom September 2023, d.h. es werden die gleichen EE-Anlagen und die gleichen Zeitreihen der Jahre 2021 und 2022 betrachtet.

3.1 RD-Anweisungen vor der ID-Auktion

3.1.1 Bestimmung der Use Cases

In der Studie von September 2023 wurde unterstellt, dass ein negativer RD bei EE-Anlagen erst nach der ID-Auktion angewiesen wird. Für den Fall, dass die Anweisung zum negativen RD bereits vor der ID-Auktion erfolgt, entgehen höhere Erlösmöglichkeiten. Die hieraus abgeleiteten Use Cases für entgangene Erlösmöglichkeiten werden wie folgt definiert:

- Use Case 1: EE-Anlagen, die in der DA-Auktion vermarktet wurden, entgehen aufgrund der RD-Anweisung Erlösmöglichkeiten bei Auftritt von Preisen unterhalb der negativen MP in der ID-Auktion.
- Use Case 2: EE-Anlagen, die in der DA-Auktion vermarktet wurden, entgehen aufgrund der RD-Anweisung Erlösmöglichkeiten im kontinuierlichen ID-Handel. Diese entstehen bei Auftreten von Preisen größer oder gleicher der negativen MP in der ID-Auktion sowie Preisen unterhalb der negativen MP im kontinuierlichen ID-Handel.

Eine negative RD-Anweisung vor der ID-Auktion ist nur möglich, wenn die EE-Anlage in der DA-Auktion vermarktet wurde, d.h. der Marktpreis in der DA-Auktion oberhalb oder gleich der negativen MP war. Nachfolgend können dann entgangene Erlösmöglichkeiten in der ID-Auktion oder im kontinuierlichen ID-Handel auftreten, wenn die Marktpreise unterhalb der negativen MP liegen. In diesem Fall führt ein Rückkauf der Energie zu zusätzlichen Erlösen größer als die MP, die den erforderlichen Verzicht auf die MP durch das gleichzeitig erforderliche Abregeln der EE-Anlage übersteigt.

Es wird für Use Case 1 unterstellt, dass EE-Anlagen bei Auftritt von Preisen unterhalb der negativen MP in der ID-Auktion die Energie uneingeschränkt zurückkaufen. Für Use Case 2 wird demnach unterstellt, dass der Preis in der ID-Auktion größer ist als die negative MP.

Use Case 2 unterscheidet sich zwar in der Realität durch den Zeitpunkt der RD-Anweisung von Use Case 0. Die entgangenen Erlösmöglichkeiten unterscheiden sich bei Berechnung mit dem Ex-post-Ansatz jedoch nicht, da Use Case 0 bereits die Möglichkeit beinhaltet, dass EE-Anlagen Erlösmöglichkeiten durch Auftritt von Preisen unterhalb der negativen MP im kontinuierlichen ID-Handel entgehen. Die entgangenen Erlösmöglichkeiten werden in beiden Fällen von den Preisen im kontinuierlichen ID-Handel bestimmt.

Ein weiterer Umstand, der zu Use Case 1 führen kann, ist der freiwillige Verzicht einer Anlage auf Teilnahme in der ID-Auktion im Vertrauen auf bessere Marktpreise im kontinuierlichen ID-Handel und eine anschließende RD-Anweisung nach der ID-Auktion. Use Case 1 ist in diesem Fall als entgangene Erlösmöglichkeit zu interpretieren, die sich dadurch ergibt, dass EE-Anlagen auf eine Teilnahme am kontinuierlichen Handel vertrauen durften und bei Wissen um die anstehende RD-Anweisung bereits in der ID-Auktion teilgenommen hätten. Insofern ergibt sich dieser Fall nur dann, wenn die entgangene Erlösmöglichkeit im kontinuierlichen ID-Handel tatsächlich kleiner ist als in der ID-Auktion.

3.1.2 Methodisches Vorgehen

Um die entgangenen Erlösmöglichkeiten nach dem Ex-post-Ansatz für den Fall zu berechnen, dass negative RD-Anweisungen vor der ID-Auktion auftreten, ist weiterhin zwischen einer Vermarktung in der DA-Auktion, in der ID-Auktion und im nachfolgenden kontinuierlichen ID-Handel zu unterscheiden. Negativer RD vor der ID-Auktion kann nur angewiesen werden, wenn der Preis in der DA-Auktion größer als oder gleich der negativen MP ist und die EE-Anlage entsprechend vermarktet wurde. Da unter den an dieser Stelle getroffenen Annahmen Anweisungen zum negativen RD für EE-Anlagen vor der ID-Auktion angewiesen werden, können entgangene Erlöse sowohl in der ID-Auktion (Use Case 1) als auch im kontinuierlichen ID-Handel (Use Case 2) entstehen.

Die Vermarktung erfolgt ohne Zurückhaltung von Erzeugungsleistung für noch folgende Vermarktungsstufen und eine Rückwirkung einzelner Anlagen auf die Marktpreise wird vernachlässigt. Durch diese Umsetzung ergeben sich gemäß Abbildung 3.1 die zwei Use Cases 1 und 2, in denen entgangene Erlösmöglichkeiten durch negativen RD auftreten können.

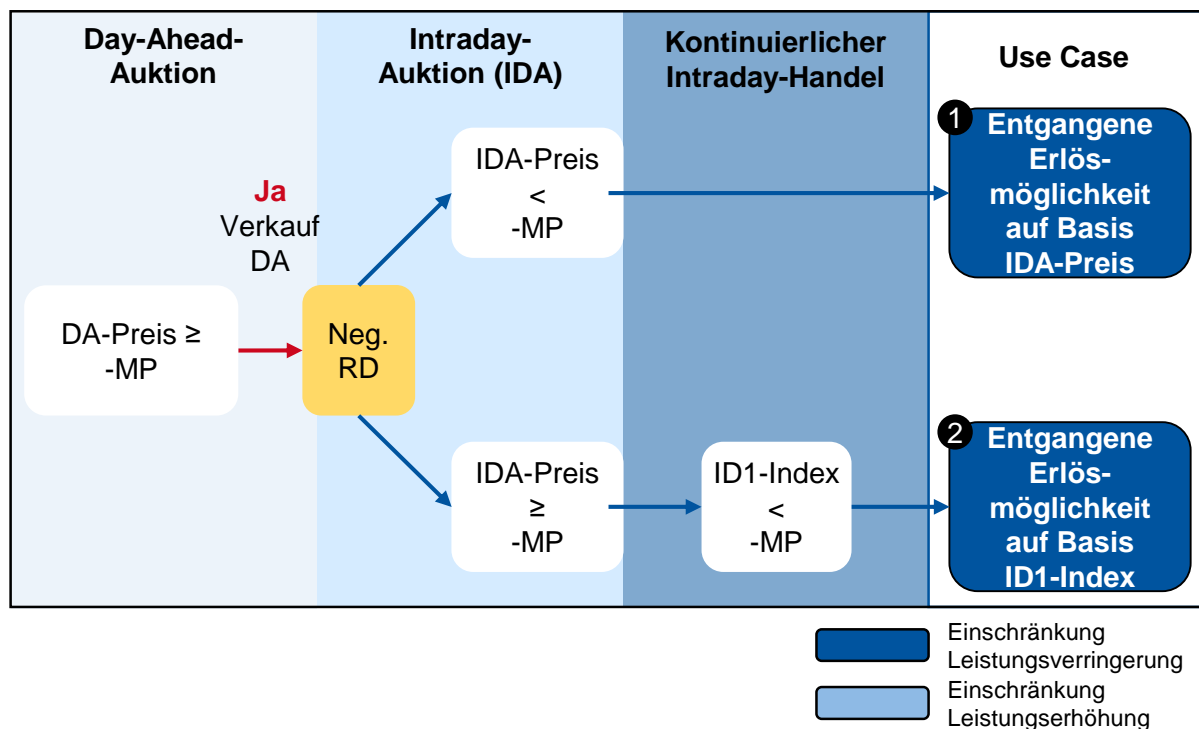


Abbildung 3.1 Use Cases 1 und 2 bei einer unterstellten negativen RD-Anweisung vor der ID-Auktion

Im Use Case 1 ist nach Anweisung von negativem RD der ID-Auktionspreis (IDA-Preis) geringer als die negative MP (Anlage nicht mehr im Geld). Im Use Case 2 ist der ID-Auktionspreis größer oder gleich der negativen MP (Anlage im Geld) und im nachfolgenden kontinuierlichen ID-Handel ist der Preis (ID1-Index) geringer als die negative MP (Anlage nicht mehr im Geld). Hier wird erneut der ID1-Index als mittlerer Preis der in der letzten Stunde gehandelten Kontrakte zur Bewertung herangezogen, um der Kurzfristigkeit der Handelsmöglichkeiten von EE-Anlagen Rechnung zu tragen.

Durch das dann erforderliche Abregeln der EE-Anlage entfällt die MP. Somit errechnen sich die entgangenen Erlösmöglichkeiten viertelstündlich aus der Energiemenge des angewiesenen negativen RD multipliziert mit der Summe aus dem erzielbaren Preis in der jeweiligen Vermarktungsstufe und der negativen MP.

3.1.3 Untersuchungsergebnisse

Die Häufigkeit des Auftretens der Use Cases, d.h. Anzahl der aufgetretenen Viertelstunden mit entgangenen Erlösmöglichkeiten, ist für verschiedene EE-Anlagen in den Jahren 2021 und 2022 in Abbildung 3.2 dargestellt.

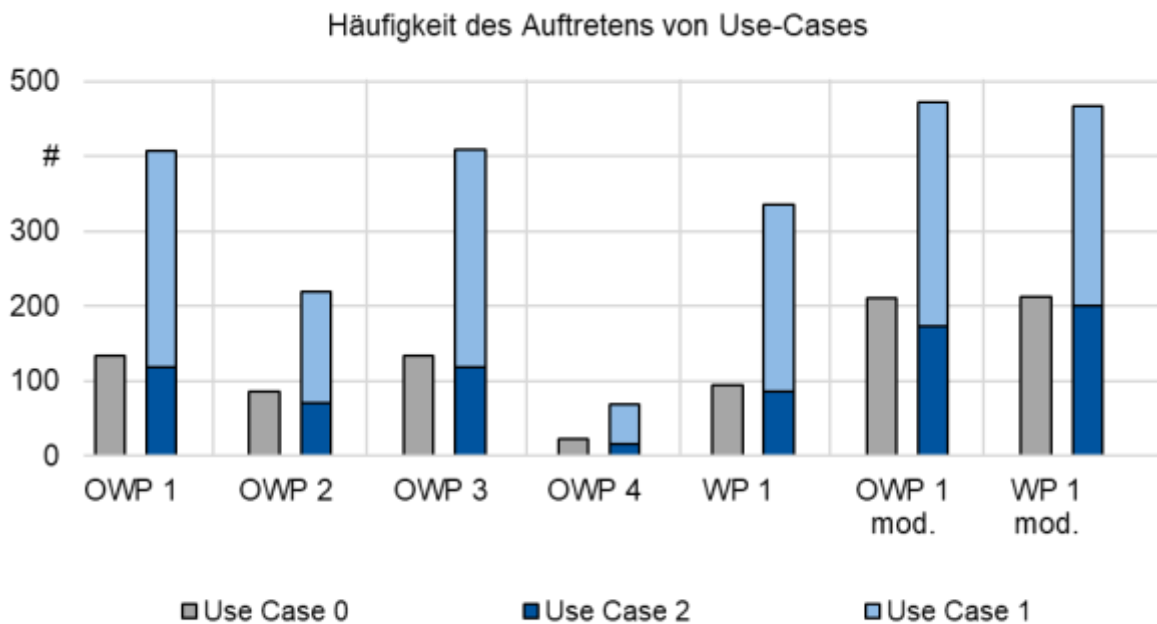


Abbildung 3.2 Häufigkeit des Auftretens von Use Cases in den Jahren 2021 und 2022

Abgebildet ist die Häufigkeit des Auftretens des Use Case 0 bei RD-Anweisungen nach der ID-Auktion entsprechend der Studie aus dem September 2023, sowie im Falle einer RD-Anweisung vor der ID-Auktion die Häufigkeit des Auftretens der Use Cases 1 und 2. Für die Windparks OWP 1 und WP 1 wurden die originalen sowie angepassten RD-Zeitreihen³ betrachtet. Es ist zu erkennen, dass Use Cases erwartungsgemäß bei früherer RD-Anweisung häufiger auftreten. Dieser Anstieg ergibt sich aus der zusätzlichen Betrachtung von entgangenen Erlösmöglichkeiten in der ID-Auktion (Use Case 1).

Abbildung 3.3 zeigt die entgangenen Erlösmöglichkeiten der betrachteten Windparks nach dem finanzmathematischen Ansatz und nach dem Ex-post-Ansatzes für die betrachteten Use Cases. Beim finanzmathematischen Ansatz blieb im Rahmen der Use Cases 1 und 2, wie auch in der Studie vom September 2023, der sogenannte „Wert der Call-Option“ unberücksichtigt, da hier nur entgangene Erlösmöglichkeiten in Verbindung mit einer Verringerung der eingespeisten Leistung (nach einer negativen RD-Maßnahme) betrachtet werden.

³ Zur Modellierung zukünftiger RD-Anweisungen wurde auch eine modifizierte RD-Zeitreihen betrachtet, in der die realen RD-Anweisungen in Use Case-Situationen in zeitlicher Nähe (max. wenige Tage) verschoben wurden.

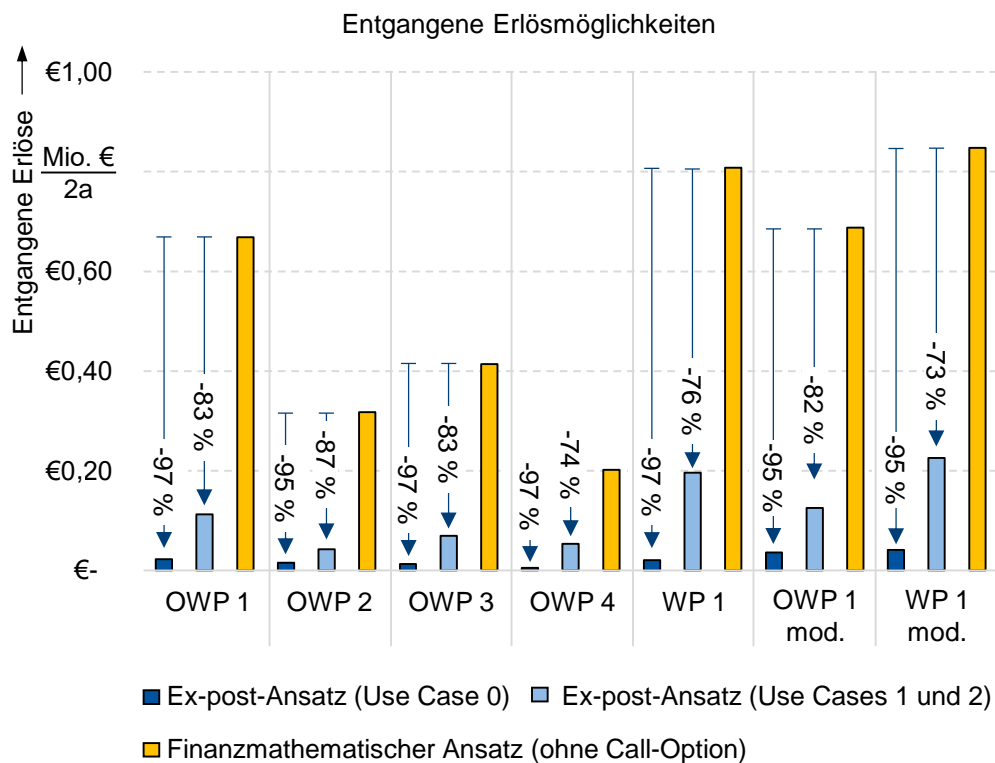


Abbildung 3.3 Entgangene Erlösmöglichkeiten der Use Cases in den Jahren 2021 und 2022

Die Annahme, dass eine RD-Anweisung vor der ID-Auktion erfolgt, reduziert zwar den Abstand in den entgangenen Erlösmöglichkeiten zwischen finanzmathematischem und Ex-post-Ansatz. Die grundsätzliche Aussage, dass das finanzmathematische Modell die beobachtbaren entgangenen Erlösmöglichkeiten der betrachteten Anlagen in den Jahren 2021 und 2022 übersteigt, bleibt unverändert.

In Tabelle 3.1 sind die Ergebnisse in tabellarischer Form zusammengefasst.

Tabelle 3.1 Entgangene Erlösmöglichkeiten und Häufigkeit des Auftretens der Use Cases in den Jahren 2021 und 2022

EE-Anlage	Ex-post-Ansatz Use Case 0 [€/2a] (Anzahl)	Ex-post-Ansatz Use Case 1 und 2 [€/2a] (Anzahl)	Finanz- mathematischer Ansatz (ohne Call- Option) [€/2a] (Anzahl) ⁴
Offshore Windpark 1 (OWP 1)	22.726 (134)	112.408 (408)	668.707 (8.917)
Offshore Windpark 2 (OWP 2)	15.280 (86)	42.330 (219)	317.297 (6.944)
Offshore Windpark 3 (OWP 3)	12.723 (134)	69.576 (409)	414.294 (8.743)
Offshore Windpark 4 (OWP 4)	5.097 (22)	53.348 (68)	201.829 (1.338)
Onshore Windpark 1 (WP 1)	20.854 (95)	196.144 (335)	808.150 (4.586)
Offshore Windpark 1 – modifiziert (OWP 1 mod.)	35.769 (210)	125.674 (472)	687.955 (8.934)
Onshore Windpark 1 – modifiziert (WP 1 mod.)	41.047 (212)	225.612 (467)	847.921 (4.666)

⁴ Hier wurden nur Use Cases mit entgangenen Erlösen größer 0,01 € gezählt.

3.2 Arbeitspunktfixierung verhindert Leistungserhöhungen

3.2.1 Bestimmung der Use Cases

In der im September 2023 verfassten Studie wurde ein Use Case betrachtet, bei dem nur eine Leistungsverringerung von EE-Anlagen durch negativen RD eingeschränkt wird. Nachfolgend werden ergänzend zu den Use Cases 1 und 2 aus Abschnitt 3.1 auch Use Cases betrachtet, die sich aus einer angewiesenen Fixierung des Arbeitspunktes einer noch nicht vermarkteten EE-Anlage ergeben, so dass eine Leistungserhöhung und deren Vermarktung in den nachfolgenden ID-Märkten auch für den Fall unterbunden ist, dass damit bei entsprechenden Marktpreisen im ID-Markt zusätzliche Erlösmöglichkeiten verbunden wären. Die hieraus abgeleiteten Use Cases für entgangene Erlösmöglichkeiten⁵ werden wie folgt definiert:

- Use Case 3: EE-Anlagen, die in der DA-Auktion nicht vermarktet wurden, entgehen aufgrund der Arbeitspunktfixierung Erlösmöglichkeiten bei Auftritt von Preisen oberhalb oder gleich der negativen MP in der ID-Auktion.
- Use Case 4: EE-Anlagen, die in der DA-Auktion nicht vermarktet wurden, entgehen aufgrund der Arbeitspunktfixierung Erlösmöglichkeiten bei Auftritt von Preisen oberhalb oder gleich der negativen MP im kontinuierlichen ID-Handel.

Eine Anweisung zur Fixierung des Arbeitspunktes vor der ID-Auktion ist nur möglich, wenn die EE-Anlage in der DA-Auktion nicht vermarktet wurde, d.h. der Marktpreis in der DA-Auktion unterhalb der negativen MP war. Nachfolgend können dann entgangene Erlösmöglichkeiten in der ID-Auktion oder im kontinuierlichen Handel auftreten, wenn die Marktpreise oberhalb oder gleich der negativen MP liegen. In diesem Fall führt ein Hochfahren der EE-Anlage zu zusätzlichen Erlösen, die durch die MP auch bei negativen Preisen im ID-Handel entstehen.

Nach Angaben der vier ÜNB konnten Anweisungen der Fixierung eines Arbeitspunktes bei 0 MW einer bereits marktgetrieben abgeschalteten, direkt an das Höchstspannungsnetz angeschlossenen EE-Anlage in den Jahren 2021 und 2022 in der Datenlage nicht identifiziert werden. Da Use Cases 3 und 4 in den Eingangsdaten nicht enthalten sind, entsprechen die berechneten entgangenen Erlösmöglichkeiten beim Ex-post-Ansatz denen aus Abschnitt 3.1.

⁵ Der theoretisch denkbare Fall, dass eine EE-Anlage in der DA-Auktion vermarktet wurde und die Energie in der ID-Auktion zurückkauft, woraufhin eine Fixierung des Arbeitspunktes erst nach der ID-Auktion angewiesen wird, wird in dieser Studie aufgrund der getroffenen Annahmen nicht betrachtet.

3.2.2 Methodisches Vorgehen beim finanzmathematischen Ansatz

Beim finanzmathematischen Ansatz können die entgangenen Erlösmöglichkeiten aufgrund der Einschränkung der Leistungserhöhung durch den sogenannten „Wert der Call-Option“ ermittelt werden. In der im September 2023 verfassten Studie wurden auch Untersuchungen unter Berücksichtigung dieses Modells durchgeführt. Allerdings war für den untersuchten Use-Case nur der sogenannte „Wert der Put-Option“ relevant, mit welchem Einschränkungen der Leistungsverringerung bewertet werden. Deshalb wurde in den Ergebnissen die Call-Option explizit nicht berücksichtigt. Beim finanzmathematischen Ansatz wird anhand des DA-Preises entschieden, ob eine Call- oder Put-Option zur Bewertung der entgangenen Erlösmöglichkeiten herangezogen wird [BDE18]. Ist der DA-Preis geringer als der Strike-Preis (im Fall von EE-Anlagen die negative MP), wird angenommen, dass die Anlage noch nicht vermarktet wurde. Folglich hat der Anlagenbetreiber in den folgenden Marktstufen noch die Möglichkeit, die Leistung zu verkaufen. Dies wird mittels Call-Option bewertet [BDE18]. In Unterkapitel 3.2.4 werden daher die berechneten entgangenen Erlösmöglichkeiten des finanzmathematischen Ansatzes auf Basis des Werts der Call-Option mit den Berechnungsergebnissen des Ex-post-Ansatzes verglichen.

3.2.3 Methodisches Vorgehen beim Ex-post-Ansatz

Um die entgangenen Erlösmöglichkeiten nach dem Ex-post-Ansatz für den Fall zu berechnen, dass Anweisungen zur Fixierung des Arbeitspunktes vor der ID-Auktion auftreten, ist weiterhin zwischen einer Vermarktung in der DA-Auktion, in der ID-Auktion und im nachfolgenden kontinuierlichen ID-Handel zu unterscheiden. Eine Fixierung des Arbeitspunktes kann nur angewiesen werden, wenn der Preis in der DA-Auktion kleiner als die negative MP ist. Da Anweisungen zur Fixierung des Arbeitspunktes unter den in dieser Studie getroffenen, theoretischen Annahmen vor der ID-Auktion angewiesen werden, können entgangene Erlöse sowohl in der ID-Auktion (Use Case 3) als auch im kontinuierlichen ID-Handel (Use Case 4) entstehen.

Die Vermarktung erfolgt ohne Zurückhaltung von Erzeugungsleistung für noch folgende Vermarktungsstufen und eine Rückwirkung einzelner Anlagen auf die Marktpreise wird vernachlässigt. Durch diese Umsetzung ergeben sich gemäß Abbildung 3.4 die zwei Use Cases 3 und 4, in denen entgangene Erlösmöglichkeiten durch Anweisungen zur Fixierung des Arbeitspunktes auftreten können.

Im Use Case 3 ist nach Anweisung zur Fixierung des Arbeitspunktes der ID-Auktionspreis (IDA-Preis) größer als oder gleich der negative MP. Im Use Case 4 ist der ID-Auktionspreis kleiner als die negative MP und im nachfolgenden kontinuierlichen ID-Handel ist der Preis

(ID1-Index) größer als oder gleich der negativen MP. Hier wird erneut der ID1-Index als mittlerer Preis der in der letzten Stunde gehandelten Kontrakte verwendet, um der Kurzfristigkeit der Handelsmöglichkeiten von EE-Anlagen Rechnung zu tragen.

Durch die dann erfolgte Leistungserhöhung der EE-Anlage besteht ein Anspruch auf die MP. Somit errechnen sich die entgangenen Erlösmöglichkeiten viertelstündlich aus der Energiemenge der Leistungserhöhung der EE-Anlage multipliziert mit der Summe aus erzielbarem Preis in der jeweiligen Vermarktungsstufe und der MP.

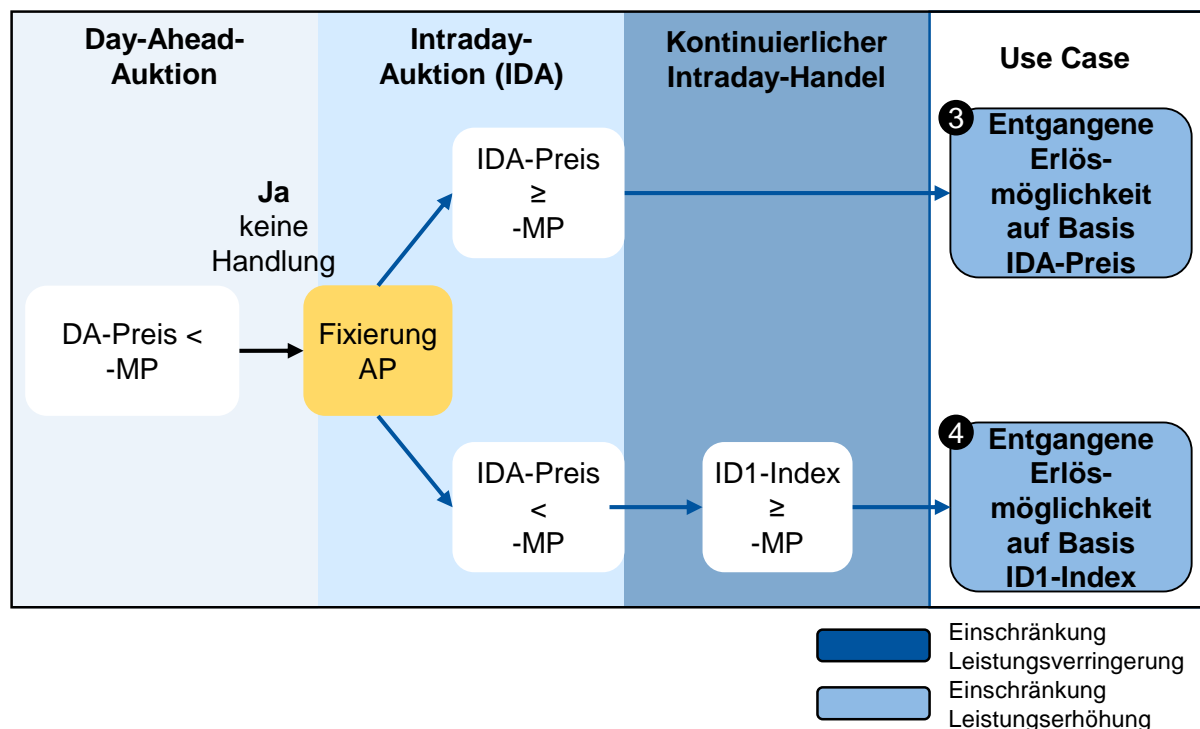


Abbildung 3.4 Use Cases bei einer unterstellten Anweisung vor der ID-Auktion, den Arbeitspunkt zu fixieren

3.2.4 Untersuchungsergebnisse

Die berechneten entgangenen Erlösmöglichkeiten für die untersuchten EE-Anlagen in den Jahren 2021 und 2022 sind in Abbildung 3.5 dargestellt. Beim Ex-post-Ansatz ändern die Use Cases von entgangenen Erlösen durch Fixierung des Arbeitspunktes (3 und 4) nicht die Ergebnisse für die entgangenen Erlösmöglichkeiten aus Unterkapitel 3.1.3, in denen nur die Use Cases 1 und 2 als Folge einer negativen RD-Anweisung vor der ID-Auktion berücksichtigt wurden, da die Use Cases 3 und 4 als Folge einer Anweisung zur Fixierung des Arbeitspunktes nach Angaben der vier ÜNB in 2021 und 2022 nicht bei direkt an das Höchstspannungsnetz

angeschlossenen Anlagen aufgetreten sind und entsprechend in den Zeitreihen nicht vorhanden waren. Beim finanzmathematischen Ansatz ist die Call-Option als Bewertung dieser Use Cases 3 und 4 ergänzend dargestellt.

Die Abbildung zeigt, dass eine Einbeziehung der Call-Option beim finanzmathematischen Ansatz zu höheren entgangenen Erlösmöglichkeiten führt. Damit nimmt auch die Differenz gegenüber den entgangenen Erlösmöglichkeiten nach dem Ex-post-Ansatz zu.

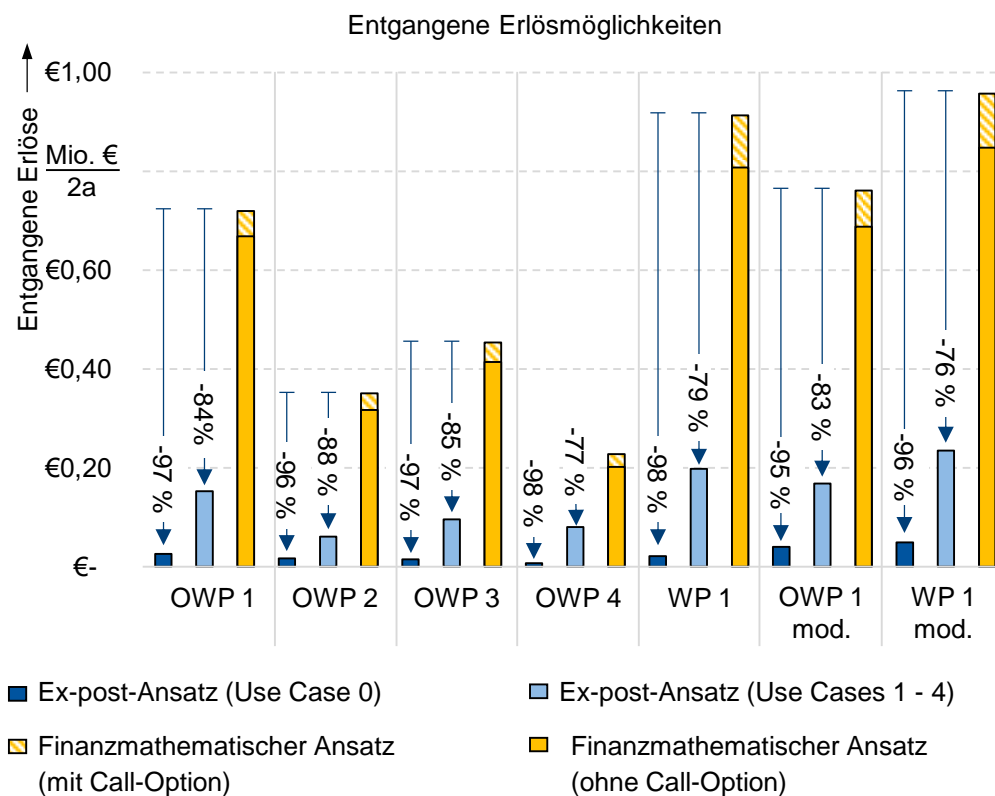


Abbildung 3.5 Entgangene Erlösmöglichkeiten der Use Cases in den Jahren 2021 und 2022

Tabelle 3.2 enthält die mit dem finanzmathematischen Ansatz berechneten entgangenen Erlösmöglichkeiten sowie die Häufigkeit des Auftretens der Use Cases, d.h. die Anzahl der aufgetretenen Viertelstunden mit entgangenen Erlösmöglichkeiten, aufgeschlüsselt nach Put-Option und Call-Option. Die Ergebnisse für den Ex-post-Ansatz entsprechen hier den in Tabelle 3.1 dargestellten Ergebnissen.

Tabelle 3.2 Entgangene Erlösmöglichkeiten nach finanzmathematischem Ansatz und Häufigkeit des Auftretens der Use Cases in den Jahren 2021 und 2022

EE-Anlage	Finanzmathematischer Ansatz (Put-Option) [€/2a] (Anzahl) ⁶	Finanzmathematischer Ansatz (Call-Option) [€/2a] (Anzahl) ⁶
Offshore Windpark 1 (OWP 1)	668.707 (8.917)	51.372 (272)
Offshore Windpark 2 (OWP 2)	317.297 (6.944)	33.668 (248)
Offshore Windpark 3 (OWP 3)	414.294 (8.743)	39.044 (272)
Offshore Windpark 4 (OWP 4)	201.829 (1.338)	25.865 (33)
Onshore Windpark 1 (WP 1)	808.150 (4.586)	105.166 (158)
Offshore Windpark 1 - modifiziert (OWP 1 mod.)	687.955 (8.934)	73.193 (375)
Onshore Windpark 1 – modifiziert (WP 1 mod.)	847.921 (4.666)	109.739 (181)

⁶ Hier wurden nur Use Cases mit entgangenen Erlösen größer 0,01 € gezählt.

3.3 Alternative Vermarktungsstrategie

3.3.1 Bestimmung der Use Cases

In den bisherigen Untersuchungen wurde die Annahme getroffen, dass die EE-Anlage in jeder Vermarktungsstufe auch immer vermarktet wird, sofern positive Erlöse unter Vernachlässigung jeglicher Preisbeeinflussung erzielt werden können. Es blieb unberücksichtigt, dass durch einen Verzicht der Vermarktung in einer Marktstufe und einer Vermarktung erst in der nachfolgenden Marktstufe höhere Erlöse erzielbar wären, wenn in der nachfolgenden Marktstufe bessere Preise vorlägen und das Vorliegen besserer Preise korrekt prognostiziert werden könnte. Nachfolgend wird deshalb davon ausgegangen, dass im Falle einer RD-Anweisung vor der ID-Auktion zum negativen RD oder zur Fixierung des Arbeitspunktes die EE-Anlage in derjenigen nachfolgenden Marktstufe (ID-Auktion oder kontinuierlicher ID-Handel) vermarktet wird, die zu höheren Erlösen führt. Dies unterstellt eine perfekte Prognosegüte der Richtung zukünftiger Preise im kontinuierlichen ID-Handel bereits vor dem Zeitpunkt der ID-Auktion.

Die oben bereits identifizierten Use Case 2 im Falle des negativen RD und Use Case 4 im Falle der RD-Anweisung zur Fixierung des Arbeitspunktes erfüllen bereits diese Anforderung und bleiben daher auch nachfolgend zu betrachtende Use Cases. Für die Use Cases 1 und 3, die eine Vermarktung in der ID-Auktion unterstellen, gilt dies nicht. Hier ist jeweils eine Fallunterscheidung erforderlich, ob im nachfolgenden kontinuierlichen ID-Handel ein besserer Preis als in der ID-Auktion erzielbar wäre oder nicht. Die hieraus abgeleiteten Fallunterscheidungen der Use Cases 1 und 3 für entgangene Erlösmöglichkeiten werden wie folgt definiert:

- Use Case 1a: EE-Anlagen, die in der DA-Auktion vermarktet wurden, entgehen aufgrund der RD-Anweisung Erlösmöglichkeiten beim Auftreten von Preisen unterhalb der negativen MP in der ID-Auktion sowie eines ID1-Index unterhalb des ID-Auktionspreises.
- Use Case 1b: EE-Anlagen, die in der DA-Auktion vermarktet wurden, entgehen aufgrund der RD-Anweisung Erlösmöglichkeiten beim Auftreten von Preisen unterhalb der negativen MP in der ID-Auktion sowie eines ID1-Index oberhalb des ID-Auktionspreises.
- Use Case 3a: EE-Anlagen, die in der DA-Auktion nicht vermarktet wurden, entgehen aufgrund der Arbeitspunktfixierung Erlösmöglichkeiten bei Auftritt von Preisen oberhalb oder gleich der negativen MP in der ID-Auktion sowie eines ID1-Index größer als oder gleich dem ID-Auktionspreis.

- Use Case 3b: EE-Anlagen, die in der DA-Auktion nicht vermarktet wurden, entgehen aufgrund der Arbeitspunktfixierung Erlösmöglichkeiten bei Auftritt von Preisen oberhalb oder gleich der negativen MP in der ID-Auktion sowie eines ID1-Index geringer als der ID-Auktionspreis.

Die Unterteilung von Use Case 1 erfolgt in Abhängigkeit von den Preisen des kontinuierlichen ID-Handels (ID1-Index). In Use Case 1a wird eine Vermarktung im kontinuierlichen ID-Handel unterstellt und in Use Case 1b bleibt es bei einer Vermarktung in der ID-Auktion.

Analog ist Use Case 3 abhängig von den Preisen des kontinuierlichen ID-Handels (ID1-Index) zu unterteilen. In Use Case 3a wird eine Vermarktung im kontinuierlichen ID-Handel unterstellt, in Use Case 3b bleibt es bei einer Vermarktung in der ID-Auktion.

3.3.2 Methodisches Vorgehen

Das methodische Vorgehen für die in Abschnitt 3.1 und Abschnitt 3.23.2.3 gezeigten Use Cases 2 und 4 bleibt unverändert und ist in Abbildung 3.6 erneut dargestellt.

Ebenfalls abgebildet sind die ehemaligen Use Cases 1 und 3 in zu modifizierender Form, die eine Fallunterscheidung vorsieht, ob einer Vermarktung im kontinuierlichen ID-Handel (Use Cases 1a und 3a) oder in der ID-Auktion (Use Cases 1b und 3b) zu höheren Erlösen führen würde.

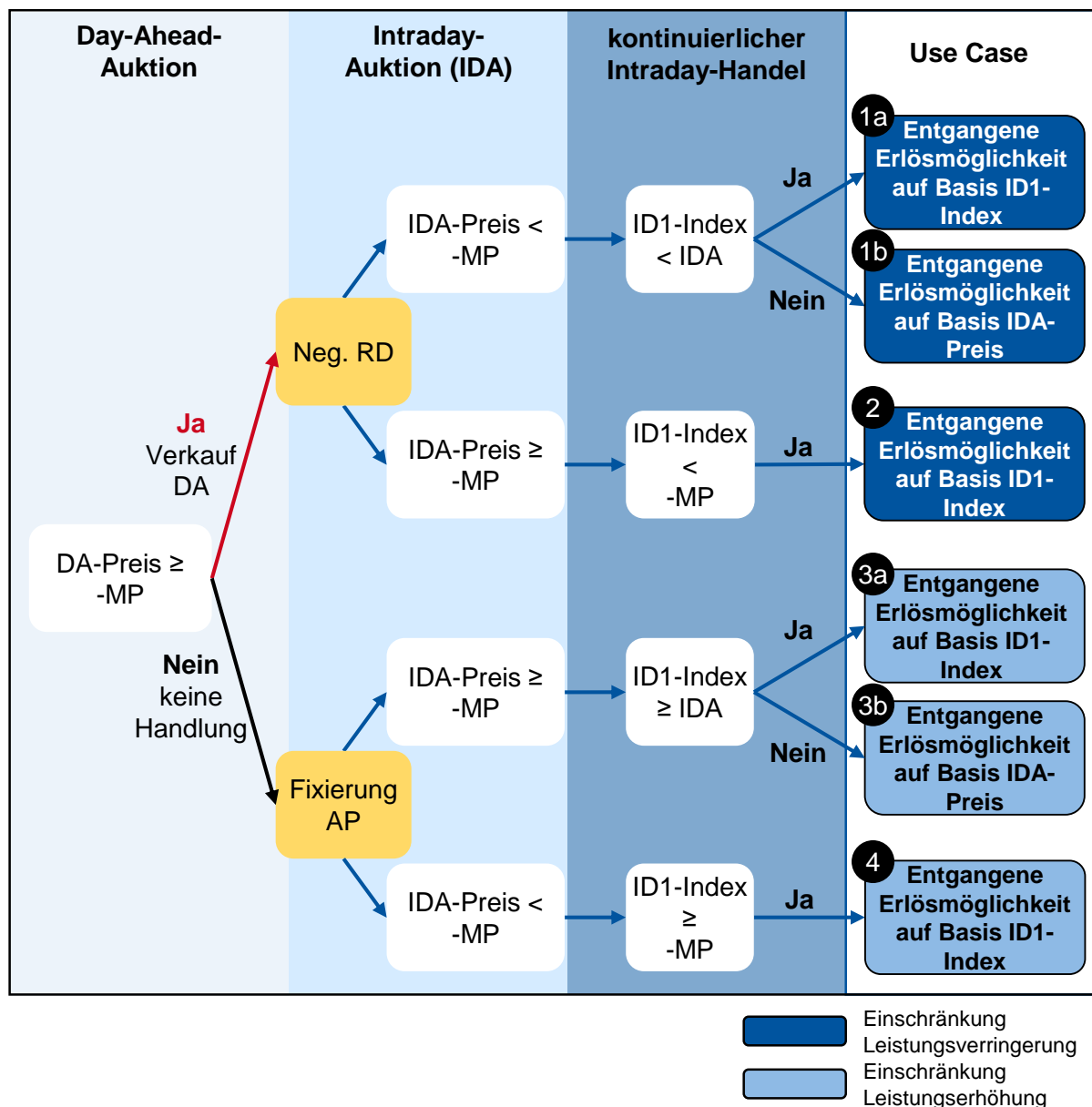


Abbildung 3.6 Use Cases bei einer unterstellten alternativen Vermarktung

Die entgangenen Erlösmöglichkeiten für die Use Cases 2 und 4 berechnen sich wie in Abschnitt 3.1 und Abschnitt 3.2 beschrieben. Die entgangenen Erlösmöglichkeiten für Use Case 1b berechnen sich wie die von Use Case 1 in Abschnitt 3.1, die für Use Case 1a analog wie in Use Case 1, statt des Preises der ID-Auktion ist jedoch der ID1-Index des kontinuierlichen ID-Handels anzusetzen. Die entgangenen Erlösmöglichkeiten für Use Case 3b berechnen sich wie die von Use Case 3 in Abschnitt 3.2, die für Use Case 3a analog wie in Use Case 3, statt des Preises der ID-Auktion ist jedoch der ID1-Index des kontinuierlichen ID-Handels anzusetzen.

3.3.3 Untersuchungsergebnisse

Die Häufigkeiten, mit denen Use Cases auftreten, bleibt durch die weitere Untergliederung der Use Cases 1 und 3 in 1a, 1b, 3a und 3b unbeeinflusst, so dass diese Ergebnisse hier identisch zu den in Tabelle 3.2 sind. Für RD-Maßnahmen mit fixiertem Arbeitspunkt wurde bereits in Abschnitt 3.2 beschrieben, dass diese in den betrachteten Jahren 2021 und 2022 nicht bei direkt an das Höchstspannungsnetz angeschlossenen Anlagen aufgetreten sind mit der Folge, dass sich beim Ex-post-Ansatz keine entgangenen Erlösmöglichkeiten für die Use Cases 3a, 3b und 4 ergeben. Trotz der unveränderten Häufigkeit, mit denen Use Cases auftreten, führt die alternative Vermarktungsstrategie zu höheren entgangenen Erlösen für die Use Cases 1a, 1b und 2, da idealisierter Weise nicht der Preis der frühesten möglichen Vermarktung, sondern der beste Preis aus allen Vermarktungsstufen nach RD-Anweisung herangezogen wird.

Tabelle 3.3 zeigt die entgangenen Erlösmöglichkeiten und Häufigkeiten der verschiedenen Use Cases.

Tabelle 3.3 Entgangene Erlösmöglichkeiten und Häufigkeit des Auftretens der Use Cases in den Jahren 2021 und 2022

EE-Anlage	Ex-post-Ansatz Use Cases 1 - 4 [€/2a] (Anzahl)	Ex-post-Ansatz Use Cases 1a, 1b, 2, 3a, 3b und 4 [€/2a] (Anzahl)	Ex-post-Ansatz Use Cases 1a und 3a (Anzahl)
Offshore Windpark 1 (OWP 1)	112.408 (408)	121.401 (408)	(44)
Offshore Windpark 2 (OWP 2)	42.330 (219)	47.770 (219)	(33)
Offshore Windpark 3 (OWP 3)	69.576 (409)	74.187 (409)	(44)
Offshore Windpark 4 (OWP 4)	53.348 (68)	57.365 (68)	(10)
Onshore Windpark 1 (WP 1)	196.144 (335)	207.060 (335)	(30)
Offshore Windpark 1 – modifiziert (OWP 1 mod.)	125.674 (472)	135.099 (472)	(48)
Onshore Windpark 1 – modifiziert (WP 1 mod.)	225.612 (467)	243.378 (467)	(41)

Abbildung 3.7 stellt die entgangenen Erlösmöglichkeiten im Jahr 2021 und 2022 nach dem Ex-post-Ansatz und nach dem finanzmathematischen Ansatz dar. Da eine Einschränkung der Leistungserhöhung in den Untersuchungszeitraum nicht bei direkt an das Höchstspannungsnetz angeschlossenen Anlagen aufgetreten ist, wurde auch der Wert der Call-Option beim

finanzmathematischen Ansatz in dieser Abbildung nicht berücksichtigt. Die Erhöhung der entgangenen Erlösmöglichkeiten durch die alternative Vermarktung ist in hellblau schraffiert dargestellt. Es ist zu erkennen, dass eine unterstellte alternative Vermarktung trotz idealisierter Annahmen (Perfect Foresight) die entgangenen Erlösmöglichkeiten nach dem Ex-post-Ansatz nur leicht ansteigen lässt. Die entgangenen Erlösmöglichkeiten des finanzmathematischen Ansatzes bleiben weiterhin deutlich höher als jene des Ex-post-Ansatzes.

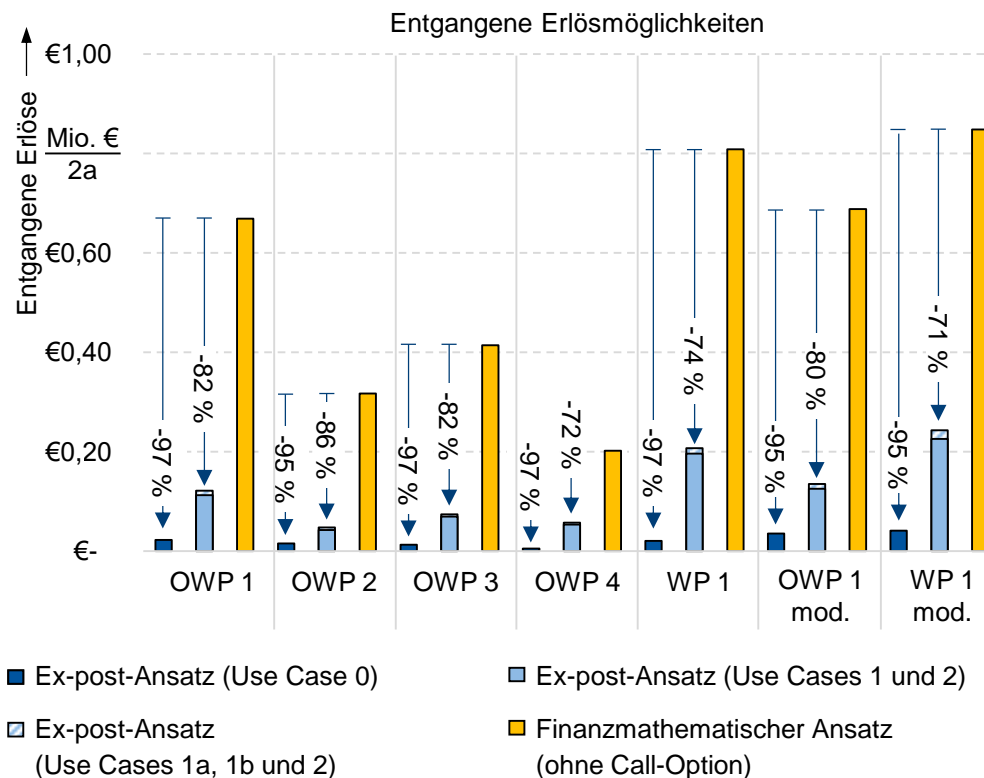


Abbildung 3.7 Entgangene Erlösmöglichkeiten der Use Cases in den Jahren 2021 und 2022

In Tabelle 3.4 sind die Ergebnisse in tabellarischer Form zusammengefasst.

Tabelle 3.4 Entgangene Erlösmöglichkeiten und Häufigkeit des Auftretens der Use Cases in den Jahren 2021 und 2022

EE-Anlage	Ex-post-Ansatz Use Cases 1 und 2 [€/2a] (Anzahl)	Ex-post-Ansatz Use Cases 1a, 1b & 2 [€/2a] (Anzahl)	Finanzmathe- matischer Ansatz (ohne Call-Option) [€/2a] (Anzahl) ⁷
Offshore Windpark 1 (OWP 1)	112.408 (408)	121.401 (408)	668.707 (8.917)
Offshore Windpark 2 (OWP 2)	42.330 (219)	47.770 (219)	317.297 (6.944)
Offshore Windpark 3 (OWP 3)	69.576 (409)	74.187 (409)	414.294 (8.743)
Offshore Windpark 4 (OWP 4)	53.348 (68)	57.365 (68)	201.829 (1.338)
Onshore Windpark 1 (WP 1)	196.144 (335)	207.060 (335)	808.150 (4.586)
Offshore Windpark 1 – modifiziert (OWP 1 mod.)	125.674 (472)	135.099 (472)	687.955 (8.934)
Onshore Windpark 1 – modifiziert (WP 1 mod.)	225.612 (467)	243.378 (467)	847.921 (4.666)

⁷ Hier wurden nur Viertelstunden mit entgangenen Erlösen größer 0,01 € gezählt.

4 Zusammenfassung

Die vorliegende Folgestudie hat über die Studie vom September 2023 hinaus weitere Erlösmöglichkeiten von steuerbaren EE-Anlagen nach dem Ex-post-Ansatz betrachtet, die durch RD-Anweisungen oder Fixierung des Arbeitspunktes einer noch nicht vermarkteten EE-Anlage entgehen können. Diese ergeben sich durch folgende, gegenüber der Studie im September 2023 aufgeweitete Randbedingungen:

1. Eine RD-Anweisung für bereits in der DA-Auktion vermarktete EE-Anlagen kann auch früher erfolgen, im Extremfall vor der ID-Auktion. Damit wird nicht nur der kurzfristige Handel eingeschränkt, sondern auch ID-Handel mit längerem Vorlauf. Zur ex-post Bewertung werden zusätzlich die Preise der ID-Auktion herangezogen.
2. Eine Arbeitspunktfixierung von noch nicht vermarkteten EE-Anlagen kann vor der ID-Auktion erfolgen.
3. Es kann eine RD-Anweisung oder eine Arbeitspunktfixierung von EE-Anlagen vor der ID-Auktion erfolgen und EE-Anlagen könnten auf eine Vermarktung in der ID-Auktion zugunsten prognostizierter besserer Preise im nachfolgenden kontinuierlichen ID-Handel verzichten. Im Fall perfekter Voraussicht entsprechen die prognostizierten Preise den tatsächlichen Preisen.

Inwieweit diese Randbedingungen auch in der Realität relevant sind, wurde in dieser Folgestudie nicht bewertet. Hierzu können Übertragungsnetz- und Anlagenbetreiber belastbare Aussagen treffen.

Unterstellt man eine RD-Anweisung bereits vor der ID-Auktion, so ergeben sich im Ex-post-Ansatz rund drei- bis zehnfach höhere entgangene Erlösmöglichkeiten als in der Studie vom September 2023; die entgangenen Erlösmöglichkeiten nach dem finanzmathematischen Ansatz übersteigen aber weiterhin die des Ex-post-Ansatzes um das rund Vier- bis Siebenfache.

Anweisungen, den Arbeitspunkt nicht einspeisender EE-Anlagen zu fixieren, führen zu keinen veränderten entgangenen Erlösmöglichkeiten im Ex-post-Ansatz, da solche Anweisungen nach Angaben des der vier ÜNB in den Jahren 2021 und 2022 nicht bei den direkt an das Höchstspannungsnetz angeschlossenen Anlagen angewiesen wurden und somit in den Eingangsdaten nicht enthalten sind. Die Berücksichtigung dieser RD-Anweisung im finanzmathematischen Ansatz als Call-Option erhöht die ergangenen Erlösmöglichkeiten im Mittel um ca. 15%.

Eine Vermarktung zum besten Preis im ID-Handel, ergänzend zu einer RD-Anweisung schon vor der ID-Auktion, erhöhen die entgangenen Erlösmöglichkeiten nach dem Ex-post-Ansatz nochmals um 6 - 13 %.

Die entgangenen Erlöse nach dem Benchmark erhöhten sich durch diese Erweiterung leicht, waren allerdings immer noch niedriger als jene des finanzmathematischen Ansatzes.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2.1	Use Case 0 bei einer unterstellten negativen RD-Anweisung nach der ID-Auktion	5
Abbildung 2.2	Entgangene Erlösmöglichkeiten des Use Cases 0 in den Jahren 2021 und 2022	
Abbildung 3.1	Use Cases 1 und 2 bei einer unterstellten negativen RD-Anweisung vor der ID-Auktion	11
Abbildung 3.2	Häufigkeit des Auftretens von Use Cases in den Jahren 2021 und 2022	12
Abbildung 3.3	Entgangene Erlösmöglichkeiten der Use Cases in den Jahren 2021 und 2022	13
Abbildung 3.4	Use Cases bei einer unterstellten Anweisung vor der ID-Auktion, den Arbeitspunkt zu fixieren	17
Abbildung 3.5	Entgangene Erlösmöglichkeiten der Use Cases in den Jahren 2021 und 2022	18
Abbildung 3.6	Use Cases bei einer unterstellten alternativen Vermarktung	22
Abbildung 3.7	Entgangene Erlösmöglichkeiten der Use Cases in den Jahren 2021 und 2022	24

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2.1	Entgangene Erlösmöglichkeiten und Häufigkeit des Auftretens des Use Cases 0 in den Jahren 2021 und 2022.....	8
Tabelle 3.1	Entgangene Erlösmöglichkeiten und Häufigkeit des Auftretens der Use Cases in den Jahren 2021 und 2022.....	14
Tabelle 3.2	Entgangene Erlösmöglichkeiten nach finanzmathematischem Ansatz und Häufigkeit des Auftretens der Use Cases in den Jahren 2021 und 2022.....	19
Tabelle 3.3	Entgangene Erlösmöglichkeiten und Häufigkeit des Auftretens der Use Cases in den Jahren 2021 und 2022.....	23
Tabelle 3.4	Entgangene Erlösmöglichkeiten und Häufigkeit des Auftretens der Use Cases in den Jahren 2021 und 2022.....	25

Literaturverzeichnis

[BDE18] BDEW: Branchenleitfaden - Vergütung von Redispatch-Maßnahmen, 2018.