IIeMonitoringkonzept für den komplementären marktbasierten Redispatch (Redispatch 3.0)

Brenneke, Melina; Denner, Jasmin**; Sieger, Lisa Dr.***; Kramer, Hendrik***; Weber, Christoph Prof. Dr.****

*TransnetBW GmbH, ** TenneT TSO GmbH, *** Universität Duisburg-Essen

ABSTRACT

Die marktbasierte Erschließung dezentraler Kleinstflexibilitäten kann einen wichtigen Beitrag zum effizienten Engpassmanagement leisten, setzt jedoch ein Marktdesign voraus, das Fehlanreize begrenzt und die verlässliche Erbringung kontrahierter Flexibilität sicherstellt. Im Forschungsprojekt DataFleX wurde hierfür das LeistungspreisPlus-Modell für Redispatch 3.0 weiterentwickelt. Durch die zeitliche Trennung von Bezuschlagung und Abruf sowie die abrufunabhängige Vergütung über einen Leistungspreis unterbindet das Modell typisches Inc-Dec-Gaming. Da sich jedoch auch durch ein robustes Produkt- und Marktdesign nicht sämtliche Fehlanreize vollständig ausschließen lassen, bedarf es eines flankierenden Monitorings.

Dieses Whitepaper ergänzt das Marktdesign um ein mehrstufiges Monitoringkonzept, das Auffälligkeiten im Verhalten von Aggregatoren automatisiert identifiziert und einer nachvollziehbaren Bewertung zuführt. Das Konzept verbindet Baseline-, Verfügbarkeits- und Erbringungsmonitoring und berücksichtigt sowohl die *ex ante* gemeldeten Profile als auch unabhängige Referenzwerte und *ex post* vorliegende Messdaten. Übereinstimmende Hinweise aus mehreren Monitoringbausteinen erhöhen dabei die Belastbarkeit der Gesamtbewertung, ohne einzelne Abweichungen vorschnell als strategische Manipulation zu klassifizieren. Ein kontinuierlicher Qualitätssicherungsprozess dient der Validierung und Kalibrierung von Methoden, Schwellenwerten und Gewichtungen. Die großskalige Pilotierung in DataFleX soll zeigen, wie sich daraus ein wirksames, verhältnismäßiges und skalierbares Monitoring entwickeln lässt, das verbleibende Fehlanreize mitigiert, die Marktintegrität stärkt und den volkswirtschaftlichen Mehrwert von Redispatch 3.0 absichert.

Inhalt

1. REDISPATCH 3.0: HINTERGRUND & EINORDNUNG VON MONITORING 3

1.1. LeistungspreisPlus-Modell (LP+ Modell) 3

1.2. Monitoring im Redispatch 3.0 4

2. MONITORINGKONZEPT 5

2.1. Anforderungen an Monitoringmethoden 5

2.2. Manipulationspotenzial im LP+ Modell 6

2.4. Baseline-Monitoring 9

2.5. Verfügbarkeitsmonitoring 12

2.6. Erbringungsmonitoring 13

2.7. Zeitliche Abfolge der Monitoringbausteine 14

3. BEWERTUNG VON MONITORINGMETHODEN UND -BAUSTEINEN 15

4. AUSBLICK: PILOTIERUNG UND WEITERENTWICKLUNG 16

1. REDISPATCH 3.0: HINTERGRUND & EINORDNUNG VON MONITORING

Mit der zunehmenden Verbreitung von Elektrofahrzeugen, Wärmepumpen und Heimspeichern wächst ein dezentrales Flexibilitätspotenzial, das bislang nicht in den Redispatch einbezogen wird. Die Erschließung dieses Flexibilitätspotenzials gewinnt dabei weiter an Bedeutung, da der Ausbau erneuerbarer Energien und der Hochlauf dezentraler Verbrauchseinrichtungen weiter voranschreiten und somit den Bedarf an kurzfristig verfügbaren und lokal wirksamen Flexibilitäten erhöhen.

Redispatch 3.0 soll die Voraussetzungen dafür schaffen, diese lastseitigen Kleinstflexibilitäten für das Engpassmanagement auf der Hoch- und Höchstspannungsebene zu erschließen. Hierzu wird das bestehende, kostenbasierte Redispatch-Regime nach §§ 13, 13a und 14 EnWG um einen marktbasierten Mechanismus mit freiwilliger Teilnahme ergänzt. Kostenbasierter Redispatch 2.0 und marktbasierter Redispatch 3.0 bilden damit gemeinsam einen hybriden Ansatz.

1.1. LeistungspreisPlus-Modell (LP+ Modell)

Vor diesem Hintergrund wurde im Rahmen des geförderten Forschungsprojekts DataFleX aufbauend auf umfangreichen Vorarbeiten von TenneT und TransnetBW in den Bereichen Forschung, Analyse und praktischer Erprobung ein Marktdesign für Redispatch 3.0 – das sogenannte LeistungspreisPlus-Modell (LP+ Modell) – weiterentwickelt (Klempp, et al., 2026). Das Modell ergänzt den bestehenden regulatorisch verpflichtenden kostenbasierten Redispatch 2.0 um einen freiwilligen marktlichen Ansatz und richtet sich insbesondere an Kleinstflexibilitäten wie Elektrofahrzeuge, Wärmepumpen, Heimspeicher (sog. Verschiebe-Lasten) oder gewerbliche Lasten. Die einzelnen Kleinstflexibilitäten werden durch Aggregatoren zu netztechnisch wirksamen Flexibilitätspools gebündelt und dem Netzbetreiber innerhalb definierter Marktgebiete angeboten. Bei Bedarf können sie zur Entlastung von Netzengpässen aktiviert werden.

Kernelemente des LP+ Modells sind die zeitliche Trennung zwischen Bezuschlagung und Abruf sowie die Vergütungsstruktur.

- Die zeitliche Trennung ist in Abbildung 1 dargestellt. Die Vermarktung der Flexibilitätspools erfolgt im Rahmen einer einwöchigen Gebotsphase von D-14 bis D-7 über Leistungspreisgebote für den gesamten nachgelagerten einwöchigen Verfügbarkeitszeitraum (D0 bis D+7) und somit zeitlich deutlich früher als die physikalische Erbringung. Hierdurch kann typisches Inc-Dec-Gaming verhindert werden, da Engpässe für Aggregatoren nicht vorhersehbar sind.[1]

- Bei Bezuschlagung wird der Aggregator entsprechend seines gebotenen Leistungspreises unabhängig vom Abruf vergütet, während im Abruffall eine finanzielle Kompensation über einen regulierten Arbeitspreis für den Abrufzeitraum auf Basis des ID1-Index erfolgt („Plus“- Komponente).

[1] Dies bestätigt auch ein unabhängiges Gutachten zur qualitativen ökonomischen Bewertung des LP+ Modells von Neon Neue Energieökonomik und Consentec (2026), abrufbar unter: https://dataflex-project.eu/marktdesign-fuer-redispatch-3-0-leistungspreisplus-modell/.

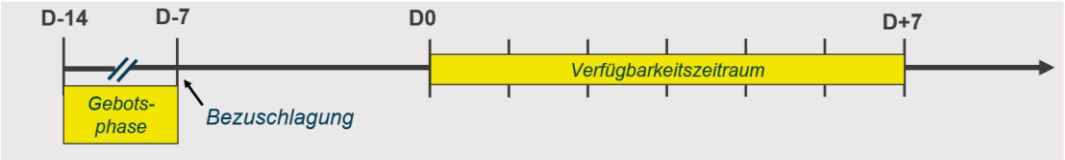

Abbildung 1: Zeitliche Trennung im LP+ Modell.

Eine wesentliche Prämisse für das Design des LP+ Modells ist die Ausgestaltung eines robusten und fehlerunanfälligen Marktdesigns, das gezielt Anreize für unerwünschtes strategisches Verhalten der Marktteilnehmer begrenzt und somit Markteffizienz direkt fördert. Durch die genannten Maßnahmen im Produktdesign wird typisches Inc-Dec Gaming unterbunden . Da sich jedoch nicht sämtliche Fehlanreize bereits durch das Produkt- und Marktdesign vollständig ausschließen lassen, bedarf es eines begleitenden Monitorings. Dieses soll sowohl Auffälligkeiten und Hinweise auf unerwünschtes strategisches Verhalten des Aggregators identifizieren als auch eine objektive Grundlage für die Nachweiserbringung schaffen. Insbesondere muss nachvollziehbar sein, ob ein Aggregator die definierten Lieferanforderungen im relevanten Zeitraum tatsächlich erfüllt hat. Die Ergebnisse des Monitorings bilden damit zugleich eine Grundlage für Abrechnung, Bewertung von Abweichungen und gegebenenfalls weitere Mitigationsmaßnahmen.

1.2. Monitoring im Redispatch 3.0

Im Kontext dieses Beitrags bedeutet Monitoring die systematische Beobachtung und Plausibilisierung von Prozessen und Daten, um Abweichungen vom Sollzustand zu erkennen. Monitoring ist bereits ein etablierter Bestandteil funktionierender Strommärkte. Beispielsweise werden im Day-Ahead- und Intraday-Handel, auf den Regelreserve- und Regelarbeitsmärkten sowie im Bilanzkreis- und Ausgleichsenergiesystem Markt- und Erbringungsdaten systematisch ausgewertet, um auffälliges Verhalten zu erkennen. (4ÜNB, 2024) (Klöters et al., 2022) Damit ist es möglich, legitime Knappheits- und Opportunitätskosten von strategischer Kapazitätszurückhaltung zu unterscheiden, um schließlich das Vertrauen in die marktliche Preisbildung zu sichern.

Die Einführung eines umfangreichen Monitoringkonzepts für den marktbasierten Redispatch zur Nachweiserbringung sowie zur frühzeitigen Aufdeckung von unerwünschtem bzw. schädlichem Verhalten folgt damit einer in anderen Strommärkten etablierten Praxis und knüpft an vorhandene Konzepte an.

In diesem Papier wird ein umfassendes Monitoringkonzept für Redispatch 3.0 auf Basis des LP+-Modells vorgestellt. Darüber hinaus werden Ansätze entwickelt, mit denen sich die Eignung und Wirksamkeit unterschiedlicher Monitoringmethoden systematisch bewerten lassen. Das Papier konzentriert sich dabei auf die konzeptionellen Grundlagen. Konkrete Testverfahren und Schwellenwerte werden im Rahmen der Pilotierung und später der operativen Umsetzung festgelegt. Zum Schutz der Funktionsfähigkeit und Integrität des Monitorings wird die konkrete Ausgestaltung von Prüfverfahren einschließlich der verwendeten Benchmarks, Schwellenwerte und Parametrisierungen nicht veröffentlicht. Diese Informationen sind als sensibel einzustufen, da ihre Kenntnis Marktteilnehmer in die Lage versetzen könnte, ihr Verhalten gezielt auf die Erkennungslogik des Monitorings abzustimmen oder Monitoringresultate zu beeinflussen. Die erforderliche Transparenz über Ziele, Grundsätze und Governance des Monitorings ist daher von der Vertraulichkeit seiner operativen Ausgestaltung zu unterscheiden.

2. MONITORINGKONZEPT

In diesem Kapitel wird das für das LP+ Modell entwickelte Monitoringkonzept vorgestellt. Hierfür werden zunächst grundlegende Anforderungen an Monitoringmethoden identifiziert und ein tieferer Einblick in das LP+ Modell gegeben. Aufbauend auf diesen Grundlagen werden das Monitoring-Konzept und seine wesentlichen Bestandteile Baseline-Monitoring, Verfügbarkeitsmonitoring und Erbringungsmonitoring erarbeitet.

2.1. Anforderungen an Monitoringmethoden

Eine Monitoringmethode ist ein Vorgehen, das mindestens zwei Variablen über einen gewissen Zeitraum mithilfe einer festgelegten Metrik oder eines Algorithmus beobachtet. Werden bei dieser Beobachtung Über- oder Unterschreitungen vordefinierter Schwellwerte festgestellt, gilt dies als Hinweis auf eine anormale Abweichung. Monitoringmethoden müssen umfangreichen Anforderungen genügen. Sie sollten neben einer möglichst hohen Genauigkeit auch ein größtmögliches Maß an Integrität aufweisen und dabei gleichzeitig so einfach wie möglich ausgestaltet sein. Bei der Erreichung dieser Ziele kann ein Spannungsfeld entstehen, sodass gegebenenfalls eine Priorisierung der Kriterien erforderlich wird.

Genauigkeit

Die Qualität von Monitoringmethoden bemisst sich insbesondere an ihrer Genauigkeit, d.h. die möglichst akkurate Abbildung der Realität und damit die Fähigkeit, relevante Auffälligkeiten zuverlässig zu erkennen. Richtigkeit, Präzision und Unverzerrtheit sorgen für verlässliche und belastbare Ergebnisse und sollen Fehlbewertungen vermeiden. Zur quantitativen Bewertung der Genauigkeit können verschiedene Metriken herangezogen werden, die die Güte der Methodik wiederholt und in unterschiedlichen Kontexten evaluieren. (Lind et al., 2024)

Integrität

Die Integrität des Monitorings bezeichnet die Verlässlichkeit, Unverfälschtheit und Nachvollziehbarkeit der eingesetzten Daten, Methoden und Bewertungsprozesse. Voraussetzung hierfür sind eine gesicherte Datenqualität und Datenherkunft, reproduzierbare Analysen sowie eine transparente Dokumentation der methodischen Annahmen und Bewertungsschritte. Zugleich sollten die Methoden robust gegenüber Manipulation, strategischer Umgehung und unangemessener Einflussnahme sein. Klare Zuständigkeiten, regelmäßige Qualitätskontrollen und die fortlaufende Weiterentwicklung der Verfahren gewährleisten, dass die Ergebnisse objektiv, belastbar und dauerhaft aussagekräftig bleiben. (Plattform Industrie 4.0, 2018) (Lind et al., 2024)

Simplizität

Monitoringmethoden unterscheiden sich hinsichtlich ihres Daten- und Rechenbedarfs. Das Kriterium der Simplizität bewertet, inwieweit eine Methode bei effizientem Ressourceneinsatz praktikabel bleibt. Standardisierbarkeit und Skalierbarkeit der Methodik spielen in diesem Kontext ebenfalls eine Rolle. Die Bewertung der Simplizität ist stark von der Nutzerperspektive abhängig. Es können Zielkonflikte zwischen Simplizität und Genauigkeit auftreten, die bei der Auswahl und Ausgestaltung der Methoden angemessen abzuwägen sind. (Lind et al., 2024)

2.2. Manipulationspotenzial im LP+ Modell

Zum Verständnis der Ausgestaltung des Monitoringkonzepts ist das Konzept des LP+ Modell näher zu betrachten. Aggregatoren übermitteln dem Übertragungsnetzbetreiber (ÜNB) in der Gebotsphase und im Verfügungszeitraum eine Vielzahl an Daten, auf Basis derer der Netzbetreiber Entscheidungen über die Bezuschlagung oder den Abruf des angebotenen bzw. kontrahierten Flexibilitätspools trifft. Trotz entsprechender präventiver Vorkehrungen im Marktdesign können Anreize für Aggregatoren, diese Daten zu manipulieren, nicht gänzlich vermieden werden.

Typisches Profil

Wie bereits dargestellt, ist das Marktdesign durch eine zeitliche Entkopplung von Gebotsphase und Verfügbarkeitszeitraum gekennzeichnet. In der Gebotsphase übermitteln Aggregatoren ihre Gebote für den nachgelagerten Verfügbarkeitszeitraum. Ein Gebot umfasst den für den gesamten Verfügbarkeitszeitraum gebotenen Leistungspreis sowie das typische Profil des angebotenen Pools. Das typische Profil ist ein vom Aggregator für den Verfügbarkeitszeitraum gemeldetes prognostiziertes Profil (angelehnt am A14-Fahrplanformat[2]), das je Pool in der Gebotsphase übermittelt wird und entsprechend auch das angebotene positive sowie negative Redispatchvermögen (RDV) enthält. Das typische Profil basiert auf historischen Verbrauchs- oder Erzeugungsdaten und wird als durchschnittliches Profil, welches den Zeithorizont des Verfügbarkeitszeitraums umfasst, in viertelstundenscharfer Auflösung dargestellt. Es dient dem Netzbetreiber zur Bewertung und Vergleichbarkeit der angebotenen Flexibilität im Rahmen der Gebotsphase.

Geplantes Profil

Wurde der Aggregator durch den Netzbetreiber u.a. auf Basis seines Gebotes bezuschlagt, ist er verpflichtet im Rahmen eines rollierenden Prozesses während des siebentägigen Verfügbarkeitszeitraums alle zwölf Stunden Plandaten zu übermitteln. Das in diesem Rahmen übermittelte geplante Profil umfasst mindestens Angaben zur geplanten Leistungsabgabe bzw. -aufnahme (sog. Lastprofil) sowie zum positiven oder negativen RDV.

Re-optimiertes Profil

Nach erfolgtem Abruf durch den Netzbetreiber nimmt der Aggregator eine interne Re-Optimierung des geplanten Profils seines Pools vor. Ziel dieser Re-Optimierung ist es, einerseits die vollständig regelkonforme Erbringung des abgerufenen RDV sicherzustellen und andererseits die ursprünglich vorgesehene Energiedienstleistung (z. B. das Laden von Elektrofahrzeugen) zu einem anderen Zeitpunkt vor- oder nachzuholen. Die Re-Optimierung erfolgt unter Berücksichtigung relevanter technischer und systemischer Restriktionen, nutzerspezifischer Präferenzen und ggf. durch den ÜNB definierten Sperrfenster. Der Aggregator ist verpflichtet, den gemeldeten re-optimierten Plan einzuhalten. Findet kein Abruf durch den Netzbetreiber statt, ist auch kein re-optimiertes Profil zu übermitteln.

Messdaten

Unabhängig von einem Abruf erhält der Netzbetreiber rollierend die technisch erfassten und mit Zeitstempel versehenen viertelstündlichen Ist-Werte der aggregierten Leistungsaufnahme bzw. -einspeisung der kontrahierten Pools.

[2] s. BDEW-Formate für Redispatch 2.0.

Das Zusammenwirken der geschilderten Profile und Daten ist in Abbildung 2 dargestellt.

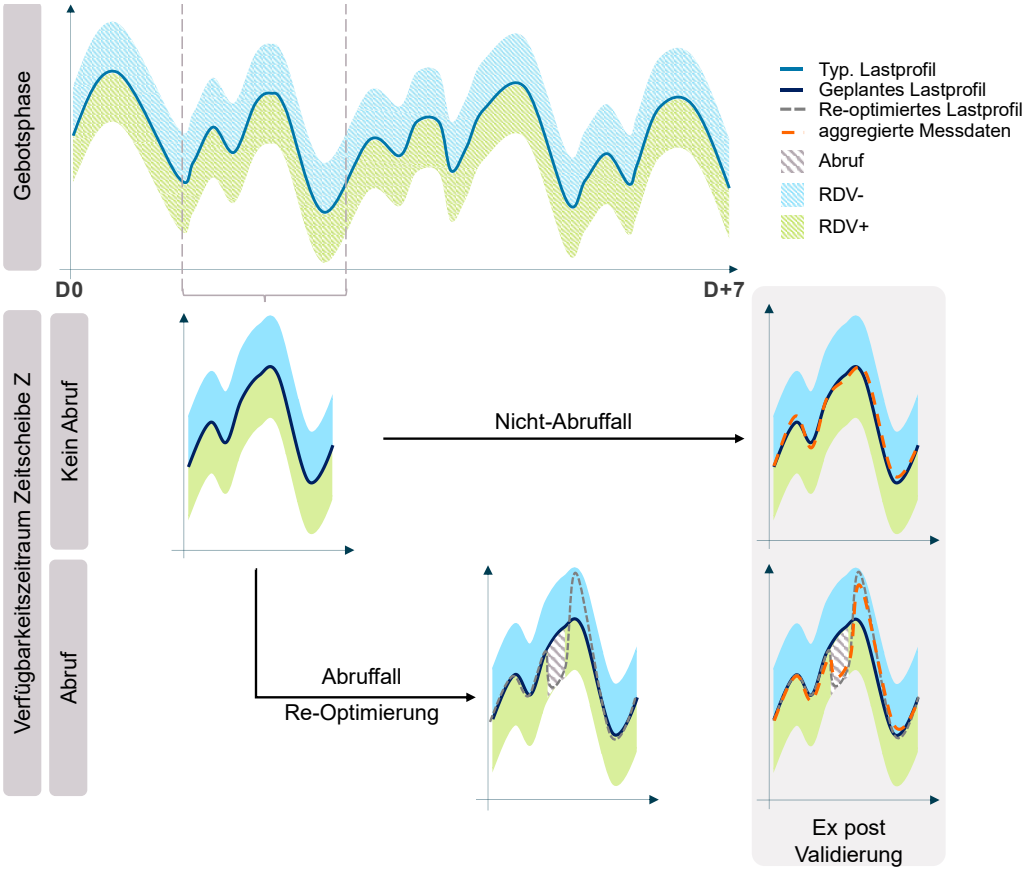

Abbildung 2: Überblick über die übermittelten Profile und Daten im LP+ Modell für den Nicht-Abruffall und den Abruffall.

Strategisches Verhalten vs. strategische Manipulation

Die in Abbildung 2 dargestellten approximierten Profile und Leistungszeitreihen bilden das Verhalten des Flexibilitätspools ab und stellen die Entscheidungsgrundlage für Bezuschlagung bzw. Abruf durch den ÜNB dar. Bei der Ausgestaltung dieser Profile gibt es für Aggregatoren Anreize für strategisches Verhalten. Zu differenzieren sind dabei grundsätzlich erlaubtes strategisches Verhalten und strategische Manipulation. Unter strategischem Verhalten ist ein Verhalten von rationalen Akteuren zu verstehen, welches gewinnmaximierend auf die Anreize verschiedener Märkte wie den Strom- und Systemdienstleistungsmärkten inkl. Regelleistungsmärkten sowie etwaigen Redispatch-Märkten wie dem RD 3.0 ausgerichtet ist. Ein solches Verhalten ist von rationalen Marktakteuren zu erwarten und nicht per se verwerflich und schädlich. Allerdings kann es die Systemkosten erhöhen, d.h. zu einem volkswirtschaftlichen Wohlfahrtsverlust führen.

Strategische Manipulation (bzw. Gaming) im Redispatch 3.0 liegt dann vor, wenn ein Aggregator die eingereichten Daten gezielt manipuliert, um ökonomische Vorteile zu erzielen, während zugleich die Wirkung eines Flexibilitätsabrufs gemindert wird. In diesem Zusammenhang könnte der Aggregator die gemeldeten Profile manipulieren, um beispielsweise Bezuschlagungsentscheidungen durch den Netzbetreiber gezielt herbeizuführen (Manipulation des typischen Profils) oder Abrufe zu forcieren bzw. zu umgehen (Manipulation des geplanten Profils).

Aggregatoren könnten beispielsweise die verfügbare Flexibilität bewusst reduzieren, um hohe Erbringungskosten zu vermeiden.

2.3. Grundlegende Designüberlegungen des Monitoringkonzepts

Da das LP+ Modell nicht sämtliche Anreize für missbräuchliches Verhalten von Marktteilnehmern eliminiert, wurde ein entsprechendes Monitoringkonzept für den marktbasierten Redispatch basierend auf dem LP+ Modell entwickelt. Zielsetzung des Konzeptes ist es, durch das Zusammenwirken komplementärer Monitoringbausteine Auffälligkeiten in unterschiedlichen Bereichen des Aggregatorenverhaltens zu identifizieren und zu einer belastbaren Gesamtbetrachtung zusammenzuführen. Einzelne Auffälligkeiten sind dabei nicht isoliert als Nachweis für missbräuchliches Verhalten zu werten. Je mehr voneinander unabhängige Monitoringmethoden sowie -bausteine übereinstimmende Hinweise liefern bzw. je häufiger oder ausgeprägter solche Hinweise auftreten, desto stärker ist der Anhaltspunkt für anormales bzw. unerwünschtes schädliches Verhalten und desto größer ist der Bedarf einer vertieften Prüfung.

Das Monitoringkonzept umfasst vier komplementäre Monitoringarten, die als eigenständige Bausteine zusammenwirken und jeweils einen spezifischen Aspekt des Verhaltens der Aggregatoren betrachten:

- Gebotsmonitoring,
- Baselinemonitoring,
- Erbringungsmonitoring und
- Verfügbarkeitsmonitoring.

Im Fokus der Studie stehen die drei letztgenannten Monitoringarten. Die Ausgestaltung eines umfassenden Gebotsmonitorings, welches Hinweise zur Erkennung von unerwünschtem strategischem Gebotsverhalten[3] eines Aggregators liefert, ist zum aktuellen Zeitpunkt, in dem noch kein marktbasierter Redispatch in Deutschland eingeführt wurde, und damit relevante Marktdaten wie gebotener Preis- und Mengenumfang noch nicht zur Verfügung stehen, nur unzureichend möglich. Durch die weiteren Monitoringarten kann die systematische Beobachtung über bekannte Parameter wie Flexibilitätsprofile, Spotmarktpreise etc. bereits ausgestaltet werden. Auf die weiteren Monitoringarten und die zugrundliegenden Monitoringmethoden wird in den folgenden Kapiteln detailliert eingegangen.

Aus zeitlicher Perspektive werden Ex-ante- und Ex-post-Monitoring unterschieden. Das Ex-ante-Monitoring dient der automatisierten Plausibilisierung geplanter Profile innerhalb eines kurzen Betrachtungszeitraums. Durch den Abgleich mit einer Referenz-Baseline und typischen Profilen sollen Ausreißer frühzeitig erkannt werden. Das Ex-post-Monitoring zielt auf den belastbaren Nachweis strategischer Manipulationen und ihre ökonomischen Auswirkungen ab. Dazu sind automatisierte statistische Tests und lernende Verfahren erforderlich. Das Monitoringkonzept spiegelt zudem die zeitliche Entkopplung von Beschaffung und Abruf im LP+ Modell wider. Abhängig von der Abrufentscheidung des ÜNB kommen unterschiedliche Monitoringbausteine zum Einsatz.

[3] Schädliches strategisches Gebotsverhalten liegt vor, wenn ein Aggregator seine Leistungspreis-Gebote gezielt auswählt, um ökonomische Vorteile zu erzielen, während zugleich die Kosten-Nutzen-Wirkung eines Flexibilitätsabrufs gemindert wird. Beim Gebotsmonitoring sollen insbesondere die RD 3.0 Leistungspreis-Gebote hinsichtlich ihrer Auffälligkeiten im Preisniveau analysiert werden, indem sie mit den Geboten anderer Marktteilnehmer sowie optimalerweise auch mit den Geboten auf anderen Märkten verglichen werden, um auf schädliches strategisches Gebotsverhalten zu überprüfen.

Aus dem Zusammenwirken der Monitoringarten und der zeitlichen Betrachtung ergeben sich sechs verschiedenen Monitoringbausteine, die in Abbildung 3 zusammengefasst werden.

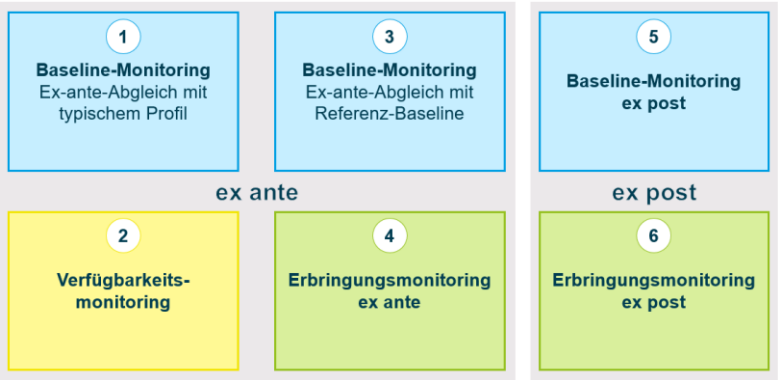

Abbildung 3: Monitoringbausteine.

Für eine gesamtheitliche Bewertung der Monitoringmethoden wird ein stufenweises Vorgehen angewandt, wie in Abbildung 4 dargestellt. In der ersten Stufe wird jede einzelne Methode ausgewertet und die Ergebnisse entsprechend eines definierten Ampelsystems bspw. basierend auf Konfidenzintervallen bewertet. Alle Methodenergebnisse, die unter einem Monitoringbaustein zusammengefasst sind, werden zu einem dimensionsspezifischen Bausteinergebnis aggregiert. Anschließend wird über alle Monitoringbausteine hinweg eine Gesamtbewertung bzw. Entscheidung vorgenommen. Dabei ist die Einbindung von Veto-Regeln vorgesehen, um schwerwiegende Einzel- oder Dimensionsbefunde unabhängig von anderen Ergebnissen klar aufzuzeigen.

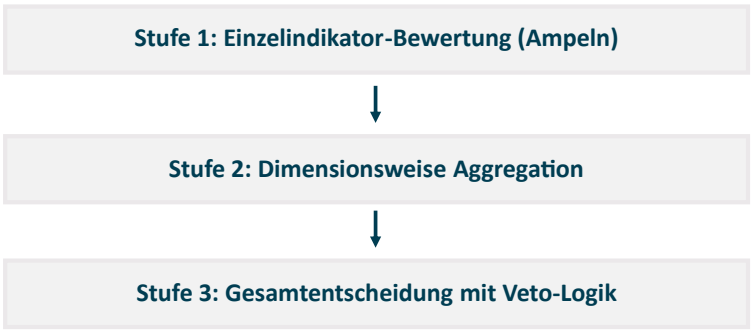

Abbildung 4: Stufenmodell der Gesamtentscheidung.

Die folgenden Kapitel stellen die Monitoringarten und damit die jeweiligen Bausteine im Detail vor.

2.4. Baseline-Monitoring

Das Baseline-Monitoring prüft die Plausibilität der vom Aggregator gemeldeten Lastprofile. Im Fokus steht dabei die Frage, ob die Lastprofile nachvollziehbar erscheinen oder auffällige Abweichungen aufweisen. Dabei sind solche Abweichungen zunächst als Hinweise auf eine Abweichung vom Normverhalten zu verstehen und nicht als unmittelbarer Nachweis von unerwünschtem strategischem Verhalten. Die Einordnung der identifizierten Auffälligkeiten erfolgt zunächst durch eine fachliche Einzelfallprüfung. Mit zunehmender Erfahrung können wiederkehrende

Bewertungsmuster in standardisierte und schrittweise automatisierte Prüfprozesse überführt werden. Eine Auffälligkeit begründet dabei stets einen Prüfbedarf, jedoch keine Vorverurteilung.

In diesem Kontext ist „Baseline“ ein Oberbegriff und beschreibt den theoretischen Verlauf der Bezug- und Einspeiseleistung, wenn kein Abruf zur Flexibilitätserbringung im Rahmen dieser oder anderer Systemdienstleistungen erfolgt wäre.

Grundlage des Baseline-Monitorings ist der Vergleich verschiedener approximierter sowie gemessener Lastzeitreihen. Abhängig vom konkreten Baseline-Monitoringbaustein werden dabei typisches Lastprofil, geplantes Lastprofil, Referenz-Baseline und aggregierte Messdaten herangezogen. Tabelle 1 ordnet die zu vergleichenden Daten den einzelnen Baseline-Monitoringbausteinen zu.

Monitoringbaustein/ Verglichene Profile bzw. Daten	**Typisches Profil**	**Geplantes Profil**	**Referenz-Baseline**	**Re-optimiertes Profil**	**Messdaten**
(1) Baseline-Monitoring (typ. Profil, ex ante)	✓	✓			
(3) Baseline-Monitoring (Referenz-BL, ex ante)		✓	✓		(Ex-Post-Validierung & Training)
(5) Baseline-Monitoring (ex post)		✓			✓

Tabelle 1: Baseline-Monitoringbausteine.

Ex-ante-Baseline-Monitoring typisches Profil

Im ex ante Baseline-Monitoring (1) wird unabhängig von einem Abruf im Verfügbarkeitszeitraum geprüft, inwieweit das kurzfristig gemeldete geplante Lastprofil vom in der Gebotsphase eingereichten typischen Lastprofil abweicht. Abweichungen sind aufgrund unterschiedlicher Informationsstände, aktualisierter Wetter- und Preisprognosen sowie veränderten Poolverhaltens grundsätzlich erwartbar. Auffällige oder systematische Abweichungen können jedoch Hinweise auf unplausible Meldungen oder unerwünschtes strategisches Verhalten liefern und sollten kontextbezogen analysiert werden.

Ex-ante-Baseline-Monitoring Referenz-Baseline

Ergänzend wird das geplante Profil mit einer vom ÜNB erstellten Referenz-Baseline verglichen. Die Referenz-Baseline bildet denselben Zeitraum ab wie das eingereichte geplante Profil. Diese unabhängige Vergleichsgröße soll Informationsasymmetrien reduzieren und externe Einflussfaktoren, soweit methodisch möglich, berücksichtigen. (Klöters et ak,, 2022) (Jahns et al., 2023) Auf dieser Basis kann die Plausibilität des geplanten Profils vor dem Abrufzeitpunkt zusätzlich bewertet werden.

Für die Erstellung der Referenz-Baseline gibt es verschiedene Verfahren. Dabei sind die drei in Kapitel 2.1 erläuterten Anforderungskriterien ebenfalls zu berücksichtigen: Genauigkeit, Simplizität und Integrität. Tabelle 2 gibt eine qualitative Einordnung der Methoden anhand dieser Anforderungskriterien. Hier besteht ein grundlegender Zielkonflikt zwischen Genauigkeit und Simplizität. Erwartbar ist, dass komplexere Methoden mit mehr Variablen eine genauere Referenz bestimmen als simplerer, wie zum Beispiel Averaging Methoden. Bei der Integrität sind vorerst keine bis geringe Unterschiede zu erwarten. Hier ist nur bei Machine & Deep Learning Ansätzen eine niedrigere Bewertung anzumerken, da hier eine geringere Methoden-Transparenz anzunehmen ist. Darüber hinaus ist anzumerken, dass für eine Bewertung von Baseline-Methoden die Kriterien Genauigkeit, Simplizität und Integrität entsprechend des Anforderungsbedarfs des ÜNB zu gewichten sind.

Baseline-Methoden[4, 5]	**Erwartete Genauigkeit**	**Erwartete Simplizität**	**Erwartete Integrität**
X of Y mid Durchschnittliche Leistung von X Tagen der letzten Y geeigneten Tage	Niedrig	Hoch	Nach aktuellem Stand wenig Unterschiede erwartet
X of Y low & high Durchschnittliche Leistung von X Tagen mit den höchsten/niedrigsten Werten der letzten Y geeigneten Tage	Niedrig	Hoch	
Rolling Average höherer Gewichtung der zuletzt vergangenen Tage	Niedrig	Hoch	
Vergleichstag Identifizierung eines Referenztags an dem keine Aktivierung erfolgte	Niedrig	Hoch	
Lineare Regression Approximation der linearen Zusammenhänge zwischen abhängigen und unabhängigen Variablen	Höher	Mittel	
Regularisierte Regression Robustere Approximation durch Variablenselektion	Höher	Niedriger	
Machine & Deep Learning	Am höchsten, wenn kein Overfitting	Niedrig	Niedriger, aufgrund geringerer Transparenz

[4] Vgl. (Lind et.al., 2024) (Elia System Operator S.A., 2021) (DNV-GL, 2020).

[5] Weitere methodische Ansätze sind denkbar. Die Tabelle erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

Tabelle 2: Übersicht Baseline-Methoden und Bewertung.

Eine ausgewählte, passende Referenz-Baseline-Methode wird entsprechend im Ex-ante-Monitoring (Baustein 3) angewendet. In Zeiträumen ohne Abruf kann die Methode anhand der aggregierten Messdaten validiert und mit zunehmender Datenbasis weiterentwickelt werden. Dadurch entsteht eine Rückkopplung zwischen operativer Anwendung, Gütebewertung und methodischer Verbesserung. Komplexere Methoden wie bspw. Regressionsansätze werden basierend auf Trainingsdatensätzen parametriert. Über die Zeit reichert sich der Datensatz, anhand dessen solche Referenz-Baseline-Methoden trainiert, validiert und bei Bedarf rekalibriert werden, weiter an. Initial bedarf es jedoch historischer Datensätze vor der Teilnahme am Redispatch 3.0, um erste Referenz-Baselines bilden zu können.

Ex-post-Baseline-Monitoring

Das Ex-post-Baseline-Monitoring (Baustein 5) erfolgt, wenn kein Abruf stattgefunden hat. Es werden geplante Lastprofile mit den aggregierten Messdaten aus derselben Zeitscheibe verglichen. Ziel ist es, die Prognosegüte des geplanten Profils zu bewerten und wiederkehrende oder systematische Abweichungen zu erkennen.

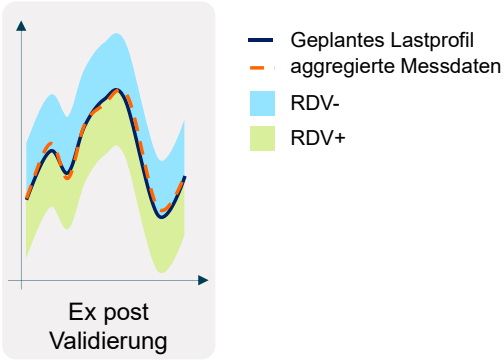

Abbildung 5: Vergleich von geplanten Lastprofil mit aggregierten Messdaten im Ex-post-Baseline-Monitoring.

2.5. Verfügbarkeitsmonitoring

Beim Verfügbarkeitsmonitoring wird das RDV des typischen Profils des Aggregators mit dem RDV seiner geplanten Profile verglichen. Das RDV der geplanten Profile darf zwar vom RDV des typischen Profils abweichen. Zu große Abweichungen liefern jedoch Hinweise auf untypisches bis hin zu unerwünschtem strategischem Verhalten und erfordern eine genauere Analyse. Das Verfügbarkeitsmonitoring findet für jede Zeitscheibe des Verfügbarkeitszeitraums Anwendung wie Abbildung 6 zeigt.

Anhand statistischer Testgrößen können die Veränderungen zwischen typischem und geplantem Profil untersucht werden. Dabei sollten auch Einspeisezeitreihen von Erneuerbaren Energien- und Wetterprognosen sowie idealerweise auch Preisprognosen zum Zeitpunkt der Erstellung des typischen Profils wie auch zum Zeitpunkt der Erstellung des geplanten Profils herangezogen werden. Durch den Vergleich der jeweiligen Prognosestände lässt sich berücksichtigen, inwieweit Veränderungen zwischen den Profilen auf zwischenzeitlich hinzugekommene Informationen zurückzuführen sind.

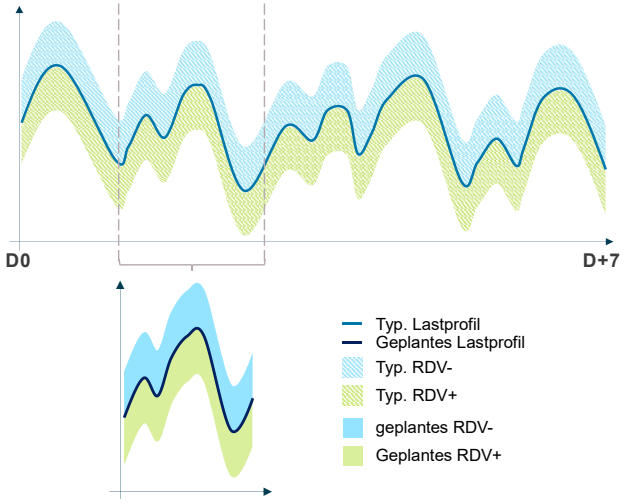

Abbildung 6: Vergleich der Profile im Verfügbarkeitsmonitoring.

2.6. Erbringungsmonitoring

Das Erbringungsmonitoring erfolgt nur im Falle eines Abrufs und überprüft, ob der Aggregator die angeforderte Flexibilität in der betreffenden Zeitscheibe bereitgestellt hat.

Ex-ante-Erbringungsmonitoring

Wird der Aggregator abgerufen, muss dieser für die jeweilige Zeitscheibe ein re-optimiertes Profil an den ÜNB übermitteln. Dabei sollte das re-optimierte Profil den Abruf in seinem Lastprofil berücksichtigen, wie in Abbildung 7 dargestellt. Hier knüpft das Ex-ante-Erbringungsmonitoring (Baustein 4) an, welches überprüft, ob das re-optimierte Lastprofil sich entsprechend der abgerufenen Menge im Abrufzeitfenster im Vergleich zum geplanten Lastprofil geändert hat.

Ex-post-Erbringungsmonitoring

Um final validieren zu können, dass die abgerufene Flexibilität erbracht wurde, erfolgt ein Ex-post Erbringungsmonitoring (Baustein 6). Hierbei werden die aggregierten Messdaten des Pools für den Vergleich mit dem re-optimierten Profil herangezogen. Bei einer erfolgreichen Erbringung kann davon ausgegangen werden, dass das Verhalten des Pools (aggregierte Messdaten) sich stark an dem re-optimierten Lastprofil orientiert.

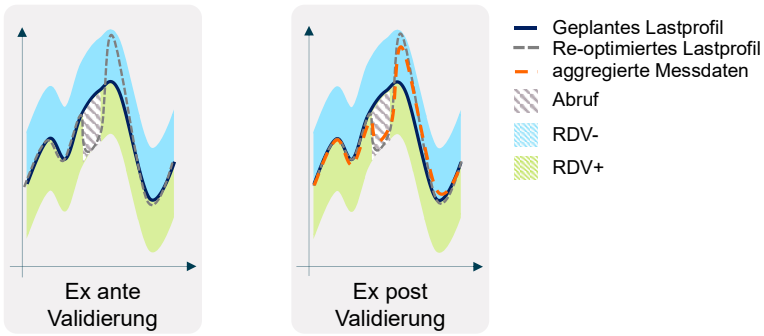

Abbildung 7: Ex ante- und Ex post-Validierung im Erbringungsmonitoring.

2.7. Zeitliche Abfolge der Monitoringbausteine

Abbildung 8 stellt die vorgestellten Monitoringbausteine noch einmal zusammen dar und verdeutlicht, inwieweit die Bausteine abhängig von getätigten Abrufen durch den ÜNB zur Anwendung kommen und zu welchem Zeitpunkt des Prozesses die Berechnungen ausgeführt werden.

Die übermittelten LP-Gebote, welche auch die typischen Profile des Flexibilitätspools beinhalten, stellen eine Grundlage für die Bezuschlagungsentscheidung des ÜNB am Ende der Gebotsphase dar. Mit erfolgter Kontrahierung übermittelt der Aggregator während des gesamten Verfügbarkeitszeitraums rollierend für jede Zeitscheibe seine geplanten Profile an den ÜNB. Im Abruffall erfolgt eine Anpassung des geplanten Profils durch den Aggregator, welches dieser als re-optimiertes Profil an den ÜNB sendet. In jedem Fall erhält der ÜNB mit Ablauf des Verfügbarkeitszeitraums aggregierte Messdaten zu den kontrahierten Pools.

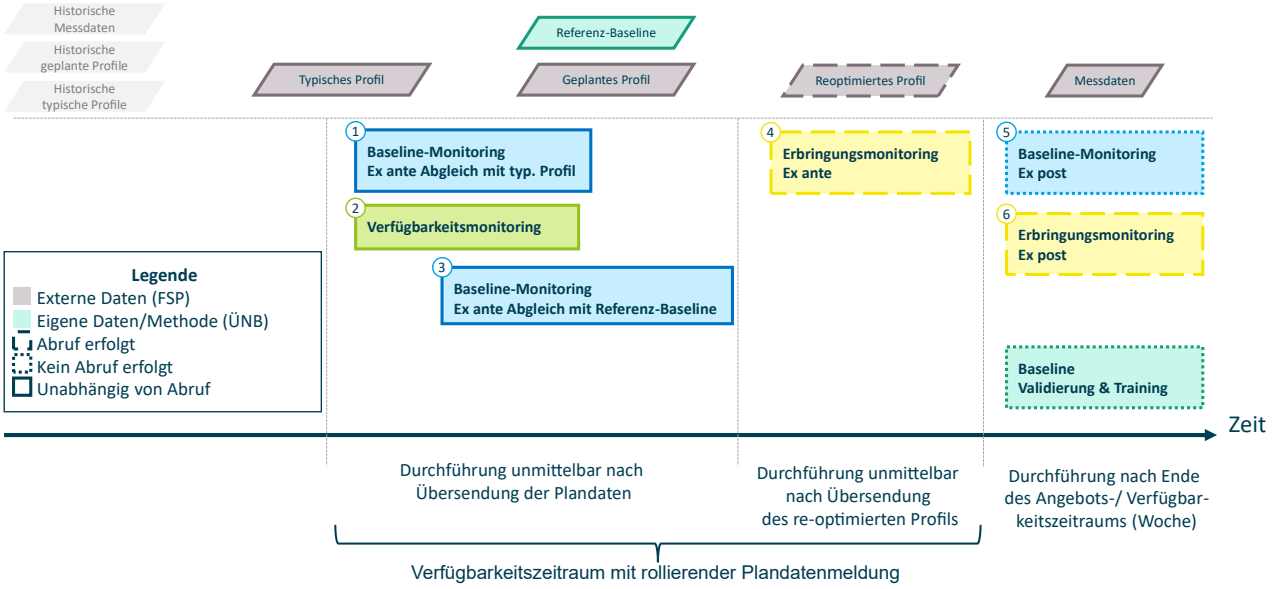

Abbildung 8: Zeitliche Abfolge der Monitoringbausteine im Rahmen des Monitoringkonzepts.

Unabhängig vom Abruf in einer bestimmten Zeitscheibe führt der ÜNB die folgenden Monitoringbausteine unmittelbar nach Übersendung der Plandaten aus:

- (1) Ex-ante-Baseline-Monitoring mit Abgleich mit dem typischen Profil
- (2) Verfügbarkeitsmonitoring
- (3) Ex-ante-Baseline-Monitoring mit Abgleich mit der Referenz-Baseline

Im Abruffall kommt das Erbringungsmonitoring zum Einsatz als

- (4) Ex-ante-Erbringungsmonitoring unmittelbar nach Übersendung des re-optimierten Profils und als

- (6) Ex-post-Erbringungsmonitoring nach Erhalt der aggregierten Messdaten.

Im Nicht-Abruffall setzt der ÜNB auf Basis der erhaltenen aggregierten Messdaten die folgenden beiden Schritte um:

- (5) Ex-post-Baseline-Monitoring
- Validierung und Training der Referenzbaseline

3. BEWERTUNG VON MONITORINGMETHODEN UND -BAUSTEINEN

Die Monitoring-Ansätze dienen dazu, Abweichungen vom erwarteten oder vertraglich relevanten Verhalten sichtbar zu machen und methodisch einzuordnen. Dabei können externe Einflussgrößen bereits in der Berechnung oder in der nachgelagerten Bewertung berücksichtigt werden. Ein auffälliges Monitoringergebnis ist primär ein unterstützender Indikator und ersetzt keine fachliche Prüfung.

Erst nach einer kontextbezogenen Bewertung durch fachliche Expertise kann beurteilt werden, ob eine Abweichung erklärbar ist, auf Daten- oder Prozessfehler zurückzuführen ist oder den Verdacht auf unerwünschtes strategisches Verhalten begründet. Mögliche Pönalisierungen sind konsistent zum LP+ Modell, zu bestehenden Prozessen und zu den regulatorischen Rahmenbedingungen auszugestalten.

Um die Funktion eines Monitoringbausteines sicherzustellen, werden in dem vorgestellten Monitoringkonzept mehrere Monitoringmethoden mit den entsprechend definierten Schwellwerten angewendet. Dies bedeutet, dass die Ergebnisse mehrerer Methoden zu einem Bausteinergebnis aggregiert und entsprechend gewichtet werden. So kann zurückverfolgt werden, welche Monitoringmethode bzw. aus welcher Schwellwert-Über- oder Unterschreitung ein oder mehrere Hinweise gemeldet wurden. Dadurch ist die Nachvollziehbarkeit und Verhältnismäßigkeit der Monitoringergebnisse gewährleistet. Inwieweit unterschiedliche Schwellwerte oder Gewichtungsfaktoren bei verschiedenen Technologien anzuwenden sind, ist noch zu erproben.

Essenziell hierbei ist die Schwellwert- und Gewichtbestimmung. Um zu gewährleisten, dass diese weiterhin belastbare Hinweise liefern, soll regelmäßig der sogenannte Regelkreis der Qualitätssicherung, wie in Abbildung 9 abgebildet, durchlaufen werden. Hierbei werden die Ergebnisse des gesamten Monitoring-Konzepts sowie der einzelnen Bausteine und Methoden basierend auf realen und Testdaten validiert. Wird der Bedarf für eine Kalibrierung gesehen, sind Schwellwerte und Gewichtungsfaktoren entsprechend neu zu bestimmen. Dabei gilt es auch zu testen, wie viele absichtlich fehlerhafte Testprofile das Monitoring erkennt und entsprechend Hinweise ausgibt.

Abbildung 9: Regelkreis der Qualitätssicherung.

4. AUSBLICK: PILOTIERUNG UND WEITERENTWICKLUNG

Das vorgestellte Monitoringkonzept soll in einem nächsten Schritt in die praktische Umsetzung überführt werden. Nur durch eine umfassende Erprobung können die Güte der Ergebnisse bewertet und bei Bedarf Anpassungen bei Methoden, Testverfahren und Schwellwerten vorgenommen werden. Die großskalige Pilotierung im Projekt DataFleX bietet hierfür einen geeigneten Rahmen. Mehrere Projektpartner arbeiten dort an den Themen Monitoring und Baselining. Aufbauend auf dem vorgestellten Monitoringkonzept werden unterschiedliche Monitoring- und Baseline-Methoden weiterentwickelt, erprobt und bewertet.

Die seit 2026 laufende Pilotierungsphase bildet die Grundlage für die weitere Ausgestaltung des Monitoringkonzepts. Ziel ist es, robuste und zugleich verhältnismäßige Monitoringprozesse abzuleiten, die den volkswirtschaftlichen Mehrwert des Marktdesigns absichern und eine skalierbare Überführung in den späteren operativen Betrieb unterstützen. Dies schließt auch die Frage ein, ob und in welcher Form bei hinreichend belastbaren und schwerwiegenden Feststellungen angemessene Konsequenzen vorzusehen sind. Darüber hinaus können die praktischen Erfahrungen Hinweise auf erforderliche Anpassungen der regulatorischen Rahmenbedingungen liefern. Damit trägt die Pilotierung dazu bei, das Monitoringkonzept schrittweise von einem methodischen Ansatz zu einem praxistauglichen Instrument für den Redispatch 3.0 weiterzuentwickeln.

GLOSSAR

Das Glossar folgt keiner alphabetischen, sondern einer thematisch-logischen Ordnung, bei der die Begriffe inhaltlich aufeinander aufbauen.

Allgemeine Grundlagen	
Redispatch 3.0 (RD 3.0)	RD 3.0 bezeichnet in Deutschland ein zum kostenbasierten Redispatch 2.0 komplementäres, marktbasiertes Redispatch-Regime für Stromverbrauchs-, Stromerzeugungs- und Stromspeichereinheiten, die nicht zur Teilnahme am Redispatch 2.0 verpflichtet sind. Er fokussiert auf Kleinstflexibilitäten. Da der RD 3.0 ein marktbasierter Mechanismus ist, ist die Teilnahme freiwillig.
Redispatch-Vermögen (RDV) | auch „Redispatch-Potenzial“	Das RDV beschreibt die mögliche Wirkleistungsanpassung je Zeitscheibe auf Ebene z. B. eines Pools, welche in einer Redispatch-Maßnahme durch einen anweisenden NB vorgegeben werden kann. RDV wird nach positivem und negativem RDV separiert angegeben, wobei positives RDV eine Erhöhung der Wirkleistungseinspeisung bzw. eine Reduktion des Wirkleistungsbezugs abbildet und negatives RDV eine Reduktion der Wirkleistungseinspeisung oder eine Erhöhung des Wirkleistungsbezugs abbildet.
Grundlagen LP+ Modell	
Aggregator/ Flexibility Service Provider (FSP)	Ein Aggregator/ Flexibility Service Provider (FSP) ist ein Marktakteur, der Flexibilität aus Verbrauchs-, Erzeugungs- oder Speichereinheiten bündelt und diese anderen Marktrollen wie z. B. Netzbetreibern anbietet. Ein Aggregator/ FSP setzt sich aus einer oder mehreren energiewirtschaftlich relevanten Marktrollen zusammen, die dieser einnehmen kann (bspw. die Rolle des EIV, Lieferanten oder Bilanzkreisverantwortlichen). Im Redispatch 3.0 Kontext muss der Aggregator/ FSP mindestens die Rolle des EIV einnehmen. Im Kontext der DataFlex Pilotierung werden die Begriffe Aggregator und FSP als Synonyme verwendet.
Bezuschlagung	Bezuschlagung bezeichnet die Auswahl eines LP+-Gebots durch den Netzbetreiber. Die Bezuschlagung kann für das komplette Gebot oder auch nur für einen Teil des Gebotes erfolgen. Der Netzbetreiber wählt auf Basis einer Bezuschlagungsregel unter den abgegebenen Geboten jene aus, die bspw. einerseits kostengünstig sind und bei denen andererseits die angegebene Flexibilität gut zum geschätzten Redispatch-Bedarf passt. Nach erfolgter Bezuschlagung ist der Aggregator zur verbindlichen Vorhaltung des RDV des kontrahierten Pools für den Verfügbarkeitszeitraum verpflichtet.

Gebotsphase	Die Gebotsphase ist der Zeitraum, in dem Aggregatoren ihre LP+-Gebote abgeben können. Die Gebotsphase liegt zeitlich deutlich vorgelagert zum Zeitpunkt der physikalischen Erbringung, d.h. zum Verfügbarkeitszeitraum. Ein Gebot umfasst den für den gesamten Verfügbarkeitszeitraum gebotenen Leistungspreis sowie das typische Profil des angebotenen Pools.
Leistungspreis / Vergütung	Bezuschlagte Anbieter werden in Höhe des von ihnen gebotenen Leistungspreises für die Meldung und theoretische Bereitstellung ihres Flexibilitätspotenzials im Verfügungszeitraum vergütet. Die Vergütung ist explizit unabhängig von einer (eventuellen) späteren Aktivierung des RDV durch den Netzbetreiber. Abzugrenzen hiervon ist eine etwaige regulierte energiemengenbezogene Kompensation im Abruffall.
LP+ Gebot	Das LP+ Gebot (oder Gebot) des Aggregators umfasst den von ihm für den Verfügbarkeitszeitraum gebotenen Leistungspreis sowie das typische Profil des angebotenen Pools. Es wird im Rahmen der Gebotsphase abgegeben. Es ist Grundlage für die Bezuschlagungsentscheidung des Netzbetreibers.
Regulierter Arbeitspreis im RD3.0/ Kompensation	Um im Abruffall den Verlust durch das erforderliche Vor- oder Nachholgeschäft für den Aggregator zu begrenzen, wird ihm eine Entschädigung in Form eines regulierten Arbeitspreises für den Abrufzeitraum gezahlt. Diese Kompensation erfolgt auf Basis des Börsenpreisindex ID1.
Rollierender Plandatenprozess	Der Verfügbarkeitszeitraum gliedert sich in mehrere durch die Ausgestaltung des Marktdesigns prädefinierte Zeitscheiben. Der Aggregator übermittelt für den kontrahierten Pool im Vorfeld der jeweiligen Zeitscheibe Plandaten (A14-Fahrplan bzw. geplantes Profil) für ebendiese Zeitscheibe. Aufgrund der mehreren Zeitscheiben des Verfügbarkeitszeitraum findet diese Plandatenmeldung als rollierender Prozess statt.
Verfügbarkeitszeitraum	Zeitraum, für den das LP+ Gebot abgegeben wird und in dem nach erfolgter Bezuschlagung das RDV des kontrahierten Pools vom Aggregator verbindlich vorzuhalten ist.
Profile im LP+ Modell	
Typisches Profil	Ex-ante im Rahmen des LP+-Gebots im RD 3.0 vom Aggregator für den Verfügbarkeitszeitraum gemeldetes prognostiziertes Profil (angelehnt am A14-Fahrplanformat), das je Pool in der Gebotsphase übermittelt wird und entsprechend auch das angebotene RDV enthält. Das typische Profil basiert auf historischen Verbrauchs- oder Erzeugungsdaten und wird als durchschnittliches Profil,

	welches den Zeithorizont des Verfügbarkeitszeitraums umfasst, in viertelstundenscharfer Auflösung dargestellt. Es dient dem Netzbetreiber zur Bewertung und Vergleichbarkeit der angebotenen Flexibilität im Rahmen der Gebotsphase.
Geplantes Profil	Das „geplante Profil“ ist ein ex ante, d.h. vor Echtzeit, gemeldeter A14-Fahrplan, welcher mindestens Angaben zur geplanten Leistungsabgabe bzw. -aufnahme sowie dem positiven oder negativem RDV enthält.
Re-optimiertes Profil	Nach erfolgter Aktivierung durch den ÜNB nimmt der Aggregator eine interne Re-Optimierung des geplanten Profils seines Pools vor. Ziel dieser Re-Optimierung ist es, einerseits die vollständig regelkonforme Erbringung des abgerufenen RDV sicherzustellen und andererseits die ursprünglich vorgesehene Energiedienstleistung (z. B. das Laden von Elektrofahrzeugen) zu einem anderen Zeitpunkt vor- oder nachzuholen. Die Re-Optimierung erfolgt unter Berücksichtigung relevanter technischer und systemischer Restriktionen, nutzerspezifischer Präferenzen und ggf. durch den ÜNB definierten Sperrfenster. Der Aggregator ist verpflichtet, den gemeldeten re-optimierten Plan einzuhalten.
Monitoring	
Monitoring, Monitoring-Systeme	Monitoring bedeutet die systematische Beobachtung und Plausibilisierung von Prozessen und Daten, um Abweichungen vom Sollzustand zu erkennen. Monitoring-Systeme dienen dem Monitoring von Abweichungen vom Sollzustand.
Strategisches Verhalten	Unter strategischem Verhalten verstehen wir ein Verhalten von rationalen Akteuren, welches gewinnmaximierend auf die Anreize verschiedener Märkte wie den Strom- und Systemdienstleistungsmärkten inkl. Regelleistungsmärkten sowie etwaigen Redispatch-Märkten wie dem RD 3.0 ausgerichtet ist. Ein solches Verhalten ist von rationalen Marktakteuren zu erwarten und nicht per se verwerflich und schädlich. Bei ungeeigneten Anreizen kann dies jedoch die Systemkosten erhöhen (volkswirtschaftlicher Wohlfahrtsverlust).
Strategisches Verhalten: Manipulation / Gaming	Strategische Manipulation liegt vor, wenn ein Aggregator die eingereichten Daten (z.B. typisches und geplantes Profil) gezielt manipuliert, um ökonomische Vorteile zu erzielen, während zugleich die Wirkung eines Flexibilitätsabrufs gemindert wird. Gaming wird analog zum Begriff „Strategische Manipulation“ genutzt. Ein konkretes Beispiel ist das Inc-Dec-Gaming, bei dem ein verbrauchender Marktakteur wie der FSP eine extra hohe Last bezieht („Increase“) und somit

	einen positiven Redispatch-Abruf zur Lastreduktion („Decrease“) provoziert. Ist die Redispatch-Vergütung höher als der für die zusätzliche Last bezahlte Preis am Spotmarkt, profitiert der FSP von der Marge.
Baseline	Eine Baseline beschreibt den theoretischen Verlauf der Bezug- und Einspeiseleistung, wenn kein Abruf zur Flexibilitätserbringung im Rahmen dieser oder anderer Systemdienstleistungen erfolgt wäre. Der Begriff Baseline ist als ein Oberbegriff zu verstehen.
Referenz-Baseline	Als Referenz-Baseline wird das vom ÜNB selbst prognostizierte Leistungsprofil beschrieben, das im Rahmen des Monitoringsystems erstellt wird. Diese bildet denselben Zeitraum ab, wie der des eingereichten A14-Fahrplans (geplantes Profil).
Baseline-Monitoring	Baseline-Monitoring ist ein Teil des Monitoringsystems, welches Hinweise zur Erkennung von Fehlern oder strategischer Manipulation des ex ante gelieferten A14-Fahrplans (geplantes Profil) des FSPs liefern soll. Dazu wird das geplante Lastprofil des FSPs a) ex ante mit i) der prognostizierten Referenz-Baseline sowie ii) dem typischen Profil sowie b) ex post bei Nicht-Aktivierung mit den aggregierten IST-Messwerten verglichen. Durch verschiedene Testverfahren (bspw. statistische Verfahren oder Machine Learning) werden Abweichungen sichtbar gemacht und quantifiziert. Bei zu großen und/oder häufig beobachteten Abweichungen besteht der Verdacht strategischer Manipulation, welches dann tiefergehend analysiert werden sollte.
Verfügbarkeitsmonitoring	Verfügbarkeits-Monitoring ist ein Teil des Monitoringsystems, welches Hinweise zur Erkennung von Fehlern oder strategischer Manipulation des gebotenen Flexibilitätspotenzials (RDV) eines Aggregators liefert. Dazu wird das typische Profil des FSPs mit den geplanten Profilen des Aggregators verglichen. Das RDV der A14-Fahrpläne darf zwar vom RDV des typischen Profils abweichen – zu große Abweichungen bei der Angabe liefern jedoch Hinweise auf strategisches Verhalten, welches eine genauere Analyse erfordert.
Erbringungsmonitoring	Das Erbringungs-Monitoring ist ein Teil des Monitoringsystems und wird im Abruffall angewendet. Es liefert Hinweise, wenn der Aggregator die Lieferanforderungen nicht ausreichend erfüllt. Dazu werden a) ex ante die geplanten Profile mit den re-optimierten Profilen und den Abrufen sowie

	b) ex post die aggregierten IST-Messwerte mit den re-optimierten Profilen verglichen. Bei zu großen und/oder häufig beobachteten Abweichungen besteht der Verdacht strategischer Manipulation, welches dann tiefergehend analysiert werden sollte.
Gebotsmonitoring (Erweitertes Konzept)	Das Gebots-Monitoring ist ein Teil des Monitoringsystems. Es dient der Identifikation und Bewertung potenziell schädlichen strategischen Gebotsverhaltens. Schädliches strategisches Gebotsverhalten liegt vor, wenn ein Aggregator seine Leistungspreis-Gebote gezielt auswählt, um ökonomische Vorteile zu erzielen, während zugleich die Kosten-Nutzen-Wirkung eines Flexibilitätsabrufs gemindert wird. Beim Gebotsmonitoring werden insbesondere die RD 3.0 Leistungspreis-Gebote hinsichtlich ihrer Auffälligkeiten im Preisniveau analysiert, indem sie mit den Geboten anderer Marktteilnehmer sowie optimalerweise auch mit den Geboten auf anderen Märkten verglichen werden, um auf schädliches strategisches Gebotsverhalten zu überprüfen.
Ex-ante Testverfahren	Als Ex-ante-Testverfahren werden alle statistischen Tests und Verfahren bezeichnet, bei denen noch keine tatsächlichen Messwerte (IST-Werte) zur Verfügung stehen. Ein Beispiel hierfür ist der Abgleich des geplanten Profils mit der Referenz-Baseline.
Ex-post Testverfahren	Als Ex-post-Testverfahren werden alle statistischen Tests und Verfahren bezeichnet, bei denen tatsächliche Messwerte (IST-Werte) zur Verfügung stehen. Ein Beispiel hierfür ist der Abgleich des geplanten Profils mit den Messwerten.

Literaturverzeichnis

4ÜNB. (2024). *4ÜNB-Regelreserve Anbieterworkshop 2024 [PowerPoint-Präsentation].* regelleistung.net. Von https://www.regelleistung.net/xspproxy/api/StaticFiles/Regelleistung/Infos_f%C3%BCr_Anbieter/Workshops/Unterlagen_Workshops/20241218_4%C3%9CNB%20-Regelreserve_%20Anbieterworkshop_2024.pdf abgerufen

Consentec GmbH, Neon Neue Energieökonomik GmbH. (2026). *Analyse und Weiterentwicklung des Marktdesigns zur Integration von Kleinstflexibilitäten in den Redispatch-Prozess.*

DNV-GL. (2020). *Baseline Methodology Assessment* . London.

E-Bridge Consulting GmbH. (2024). *Vorbereitung der Pilotierung des komplementären marktbasierten Enpgassmanagements - mit Fokus auf Flexibilität im Niederspannungsnetz, Studie im Auftrag von Amprion GmbH, E.ON SE, TenneT TSO GmbH und TransnetBW GmbH*. Von https://www.transnetbw.de/_Resources/Persistent/1/f/7/6/1f76f3b163788f99a6e03d95e26e1526fdbd7a67/20240514_PKME_Abschlussbericht_final.pdf abgerufen

Elia System Operator S.A. (2021). *Public Consultation - Baseline methodology assessment*. Von https://www.elia.be/en/public-consultation/20210927_public-consultation-of-the-study-on-baseline-methodologies abgerufen

Frontier Economics. (2024). *Hybrides Redispatch Modell: Integration von Kleinanlagen und Optionen für den Umgang mit Marktmacht und Inc Dec GamingS, tudie im Auftrag von TransnetBW GmbH und TenneT TSO GmbH.*

Jahns, C., Höckner, J., Stein, T., & Weber, C. (2023). Prevention of strategic behaviour in local flexibility markets using market monitoring - concept, application example and limitations. *Energy Policy*(Vol. 174). doi:10.1016/j.enpol.2023.113427

Klempp, N., Denner, J., Brenneke, M., Nolting, L., Ried, S., & Werner, J. (2026). *LeistungspreisPlus-Modell Marktdesign im Zielkonzept des komplementären marktbasierten Redispatch (Redispatch 3.0).*

Klempp, N., Guthoff, F., Häbig, P., Heilmann, E., Schulz, M., & Hufendiek, K. (2021). *Potenziale dezentraler Flexibilität: Welchen Beitrag können E-Autos und Wärmepumpen zu einem kosteneffizienten Redispatch leisten? Eine Studie im Auftrag von TransnetBW GmbH.* TGZ InEnergy. Von https://www.transnetbw.de/_Resources/Persistent/f/e/c/d/fecdc4e38e84da435ed92095f609fafee6d7b563/2021-10-28-14-09-12-72-1.pdf abgerufen

Klöters, J., Neumann, C., Hein, L., & Moser, A. (2022). Monitoring and Mitigation of Market Manipulation in Redispatch Markets. (IEEE, Hrsg.) *18th International Conference on the European Energy Market (EEM)*. doi:10.1109/EEM54602.2022.9921016

Lind, L., Chaves-Ávila, J., Valarezo, O., Sanjab, A., & Olmos, L. (2024). Baseline methods for distributed flexibility in power systems considering resource, market and product characteristics. *Utilities Policy, Vol. 86*. doi:https://doi.org/10.1016/j.jup.2023.101688

Plattform Industrie 4.0. (2018). *Diskussionspapier: Integrität von Daten, Systemen und Prozessen als Kernelement der Digitalisierung.* Berlin: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi). Von https://www.plattform-i40.de/IP/Redaktion/DE/Downloads/Publikation/hm-2018-integritaet-daten.pdf?__blob=publicationFile&v=1 abgerufen

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Zeitliche Trennung im LP+ Modell. 4
Abbildung 2: Überblick über die übermittelten Profile und Daten im LP+ Modell für den Nicht-Abruffall und den Abruffall. 7
Abbildung 3: Monitoringbausteine. 9
Abbildung 4: Stufenmodell der Gesamtentscheidung. 9
Abbildung 5: Vergleich von geplanten Lastprofil mit aggregierten Messdaten im Ex-post-Baseline-Monitoring. 12
Abbildung 6: Vergleich der Profile im Verfügbarkeitsmonitoring. 13
Abbildung 7: Ex ante- und Ex post-Validierung im Erbringungsmonitoring. 13
Abbildung 8: Zeitliche Abfolge der Monitoringbausteine im Rahmen des Monitoringkonzepts. 14
Abbildung 9: Regelkreis der Qualitätssicherung. 16

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Baseline-Monitoringbausteine. 10
Tabelle 2: Übersicht Baseline-Methoden und Bewertung. 12

Über das Konsortium DataFleX

Acht Partner aus Energiewirtschaft, Mobilität, IT und Forschung arbeiten im Rahmen von DataFleX gemeinsam an der digitalen Integration dezentraler Flexibilitäten und der Entwicklung neuer Marktmodelle für eine vernetzte Energiewelt. Beteiligt sind Avacon Netz, d-fine, Forschungsstelle für Energiewirtschaft (FfE), Forschungsgemeinschaft für elektrische Anlagen und Stromwirtschaft (FGH), Fraunhofer IEE, Fraunhofer FIT, Fraunhofer IAO, Fraunhofer IOSB AST, Siemens, TransnetBW und TenneT Germany (Konsortialführung). Gemeinsam entwickeln sie Lösungen, die die Integration bisher ungenutzter Flexibilitäten ermöglichen und neue Marktmodelle für eine dezentrale, digitale Energiewelt schaffen.

Förderung

DataFleX wird gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages und finanziert von der europäischen Union.

Fachliche Ansprechpersonen

Jasmin Denner
TenneT TSO GmbH
E: Jasmin.Denner@tennet.eu

Melina Brenneke
TransnetBW GmbH
E: M.Brenneke@transnetbw.de

dataflex-project.eu
© 2026 DataFlex | TenneT TSO GmbH

Finanziert von der Europäischen Union
NextGenerationEU
Gefördert durch: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages