

The background image shows a misty landscape at dawn or dusk. A bright sun is low on the horizon, partially obscured by a wind turbine. Power lines stretch across the sky. The foreground is a dark, grassy field with some trees. The overall mood is serene and atmospheric.

Netzdienlichkeit von Großbatterien

Neon · ECO STOR



Hintergrund

Erhebliches Interesse an Investitionen in Großbatterien

- Mehrere hundert Gigawatt an Netzanschlussbegehren
- Investitionen ohne Subventionen oder staatlichen Absicherungen
- Treiber: stark fallende Kosten der Batteriezellen, hohe Preise für Regelleistung und –arbeit, Preisspreads auf Großhandelsmarkt

Gezielte Flex-Erbringung nur für Strommarkt

- Großbatterien bisher vor allem Anbieter von Systemdienstleistungen (Regelleistung, Ausgleichsenergie), zukünftig größerer Fokus auf Großhandel
- Keine gezielte Flex-Erbringung fürs Netz („Batterie ist blind fürs Netz“), wegen mangelnden lokalem Preissignal in einheitlicher Gebotszone

Diese Studie

Definition und Quantifizierung von Netzdienlichkeit

- Klärung von Begriffen und Konzepten
- Wie kann man die Auswirkung aufs Netz definieren?
- Entwicklung eines quantifizierbaren Maßes für Netzdienlichkeit: Einfluss auf Redispatch-Kosten

Status Quo

- Wie netzdienlich ist eine Großbatterie heute?

Zukünftige Instrumente

- Wie kann man die Netzdienlichkeit verbessern?

Wohlfahrtseffekte einer Großbatterie

Mehrwert am Markt

- Laden bei niedrigen und entladen bei hohen Preisen
- Volkswirtschaftliche Mehrwert: Reduktion der Stromerzeugungskosten durch Nutzung günstiger Erzeuger

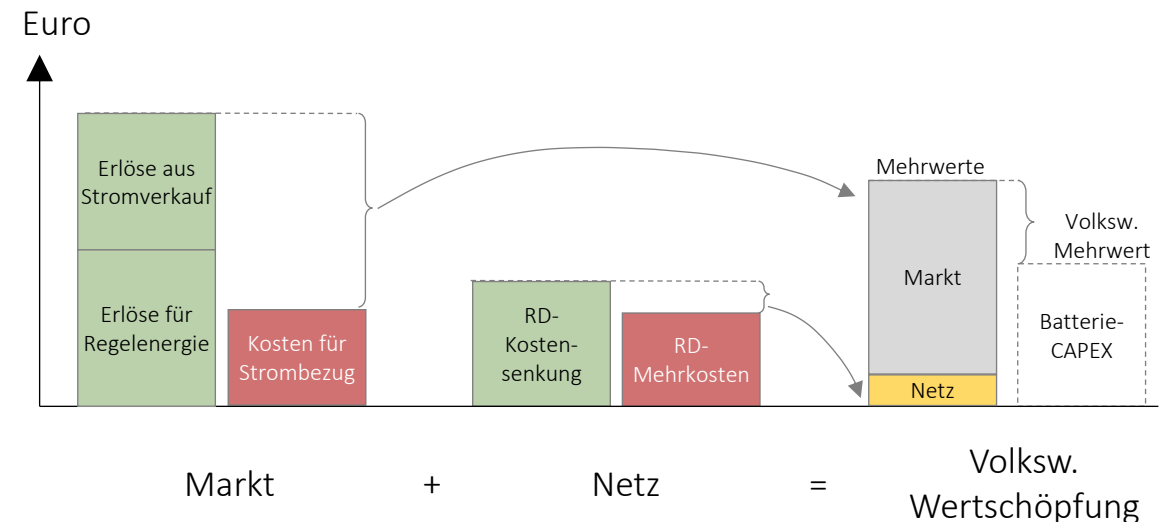
Mehrwert fürs Netz

- Laden bei lokalem Stromüberschuss und entladen bei Engpassfreiheit
- Volkswirtschaftliche Mehrwert: Vermeidung von Redispatch und langfristig auch Netzausbau

Volkswirtschaftliche Wertschöpfung = Markt + Netz

- Strommarktoptimierter Batteriebetrieb maximiert Mehrwert am Markt
- Mehrwert im Netz als externer Effekt des Batteriebetriebs lediglich zufällig

Wohlfahrtseffekt einer Großbatterie (illustrativ)



Netzdienlichkeit

Wie kann man die Auswirkung aufs
Netz definieren und quantifizieren?

Begriffsvielfalt

Bundesnetzagentur

- „Trägt zur Netzstabilität bei“

Bayernwerk Netz

- Keine Leitplanken zur Fahrweise → „netzbelastend“
- Leitplanken zur Fahrweise → „netzneutral“ oder „netzdienlich“

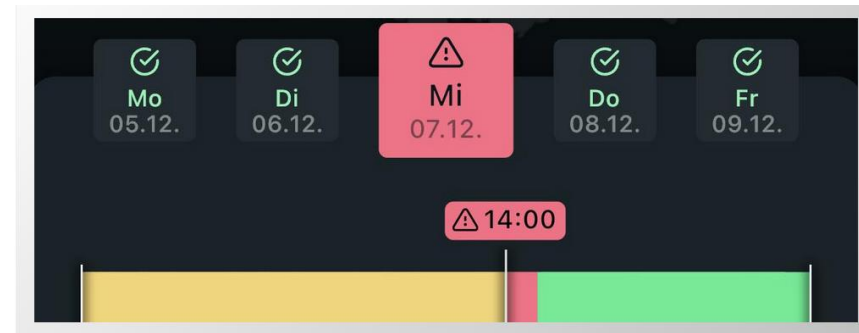
Ampel-Systeme

- StromGedacht von TransnetBW: „Supergrün“, „grün“ oder „orange“
- NRV-Saldo-Ampel: „grün“, „gelb“, „rot“ oder „blau“

bayernwerk netz

Keine Leitplanken zur Fahrweise	Leitplanken zur Fahrweise	
netzwirksam	netzneutral	netzdienlich
• Nutzungsvoller Netzkapazitäten ist grundsätzlich jederzeit möglich • Keine Vorgaben zur Fahrweise durch Verteilnetzbetreiber	• Voraussichtlich keine zusätzliche Beanspruchung von Netzkapazitäten • Vorgabe/Abruf netzneutraler Fahrweise durch Verteilnetzbetreiber	• Reduzierung von Netzengpässen und Netzausbaubedarfen durch angepasste Fahrweise • Vorgabe/Abruf netzdienlicher Fahrweise durch Verteilnetzbetreiber

Energie & Management



Screenshot der Transnet-BW-App "StromGedacht" am 7. Dezember 2022 um 14:10 Uhr. Quelle: Transnet BW

IT

Ampel auf Rot: Transnet-BW-App warnt vor hoher Netzauslastung

Was ist „Netzdienlichkeit“?

Viertelstündliche Betrachtung der Energieflüsse (Ein- und Ausspeicherung)

- 15 min Abrechnungsperiode („Strommarkt spielt im 1-Viertel-Takt“)
- Definition kann auf Speicher, aber auch Erzeuger und Verbraucher angewendet werden (Diskussion zu §19(2) etc.)

Unterscheidung von drei Fällen

- Das Netz ist nicht voll ausgelastet, d.h. keine Engpässe: Anlage verhält sich „netzneutral“
- Es gibt Netzengpässe und die Anlage verschärft diese: „netzbelastend“ oder „netzstressend“
- Es gibt Netzengpässe und die Anlage reduziert diese: „netzentlastend“ oder „netzdienlich“

Im Mittel eindeutiges oder gemischtes Bild

- Manche Anlagen sind (fast) immer netzdienlich oder -neutral (Kraftwerk im Süden, Elektrolyse im Norden)
- Manche Anlagen ent- & belasten das Netz in etwa gleich häufig: „übers Jahr gesehen netzneutral“ (Großspeicher)

Was ist der „Netz-Mehrwert“?

Netz-Mehrwert ergibt sich aus kurz- und langfristig eingesparten Kosten

- Kurzfristig kann eine netzdienlich betriebene Batterie Redispatch-Maßnahmen ersetzen und so Kosten im laufenden Betrieb senken
- Langfristig kann der Netzausbau entfallen, wenn strukturelle Engpässe durch wiederholten Redispatch nicht mehr auftreten
- Denn: Netzinvestitionen (z. B. neuer Trafo) erfolgen nur, wenn sie erwartete Redispatch-Kosten übersteigen – reduzierte RD-Kosten bedeuten also auch vermiedene Investitionen

Weitere relevante Aspekte zur Netzdienlichkeit (in dieser Studie unberücksichtigt)

- Spannungshaltung, vor allem im Verteilnetz als Herausforderung
- Leistungsvorhaltung zur kurzfristigen Stabilisierung des Systems
- Schnelle Reaktions- und Rampenfähigkeit

Redispatch als Maß der Netzbelastung

Redispatch als Indikator für ein (lokal) ausgelastetes Netz

- Abregelung in der Region der Batterie: Engpässe beim „Export“
- Hochfahren in der Region der Batterie: Engpässe beim „Import“
- Langfristig ist Redispatch ein Substitut für Netzausbau

3x3 Zustände

- Batterie: laden, entladen, Stillstand
- Netz: Export-beschränkt (negativer Redispatch), Import-Beschränkt (positiver Redispatch), engpassfrei

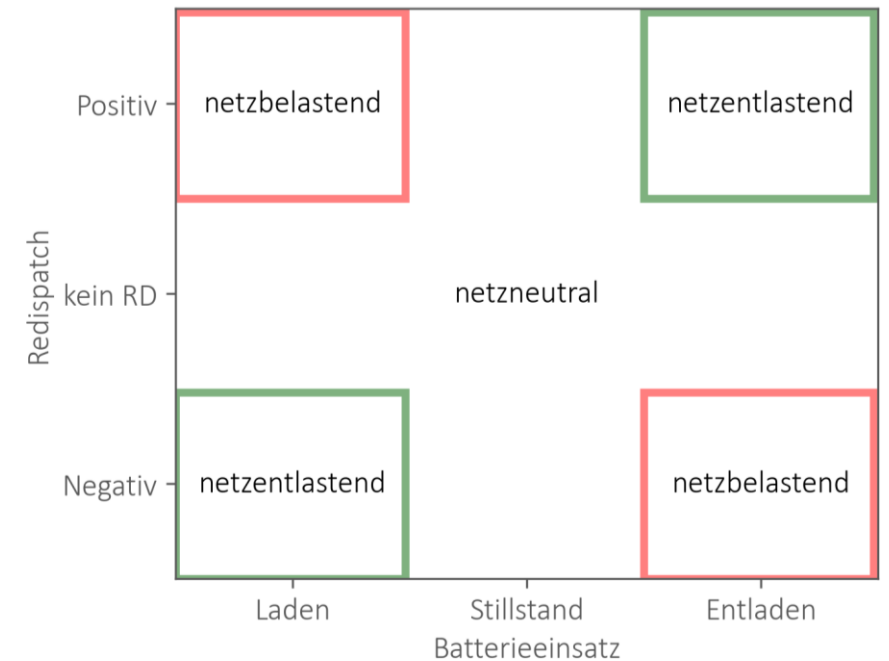
Marginale Betrachtung

- Annahme: Speicherbetrieb löst selbst keinen Netzenspass aus

Datenverfügbarkeit

- Redispatch der ÜNB werden über [Netztransparenz.de](https://netztransparenz.de) veröffentlicht
- Maßnahmen für einzelne Verteilnetze verfügbar ([SH Netz](#) & [Bayernwerk](#))

Netzdienlichkeit eines Speichers



Status Quo

Wie netzdienlich ist eine
Großbatterie heute?

Vorgehen

Optimierung des Speicherbetriebs

- Speicherdimensionierung: ECO STOR-Speicher in Bollingstedt (103 MW / 220 MWh mit Lade- und Entladeverlusten von 5%)
- Strompreise des Jahres 2024
- Verschiedene Vermarktungsformen (DA, IDA, IDC, FCR, aFRR) und Standorte (Bollingstedt in SH, Plattling in BY)
- Ergebnis: Batterieeinsatz (Laden/Entladen/Stillstand) je Viertelstunde

Vergleich von Speicherbetrieb und Redispatch-Zeitreihe

- Einfluss der Batterie auf den Redispatch-Bedarf in jeder Viertelstunde: erhöht, reduziert, unverändert
- Berücksichtigung von Übertragungs- und Verteilnetz
- Ergebnis: Netzwirkung je Viertelstunde und im Jahresmittel

Quantifizierung des Netznutzens („Wie viel ist der verhinderte Redispatch wert?“)

- Annahme: negativer Redispatch 80 €/MWh und positiver Redispatch 100 €/MWh
- Ergebnis: Netznutzen pro kW Batterieleistung und Jahr

Standorte

Bollingstedt

- Standort in Schleswig-Holstein repräsentiert Nordwest-Deutschland
- Einfluss von Batteriebetrieb auf Redispatch in Schleswig-Holstein, Niedersachsen und der Nordsee (Übertragungsnetz) sowie die UW Schuby, Schuby West, Sieverstedt, Bollingstedt Nord (Verteilnetz)
- Zusatzanalyse: Einschränkung des Batteriebetriebs durch simulierte Leitplanke auf Basis von SH-Netz-Studie (Anhang)

Plattling

- Standort in Bayern repräsentiert den Süden
- Einfluss von Batteriebetrieb auf Redispatch in Bayern und Baden-Württemberg (Übertragungsnetz) sowie das UW Plattling (Verteilnetz)
- Zusatzanalyse: Einschränkung durch veröffentlichte Leitplanke von Bayernwerk (Anhang)

Batteriebetrieb

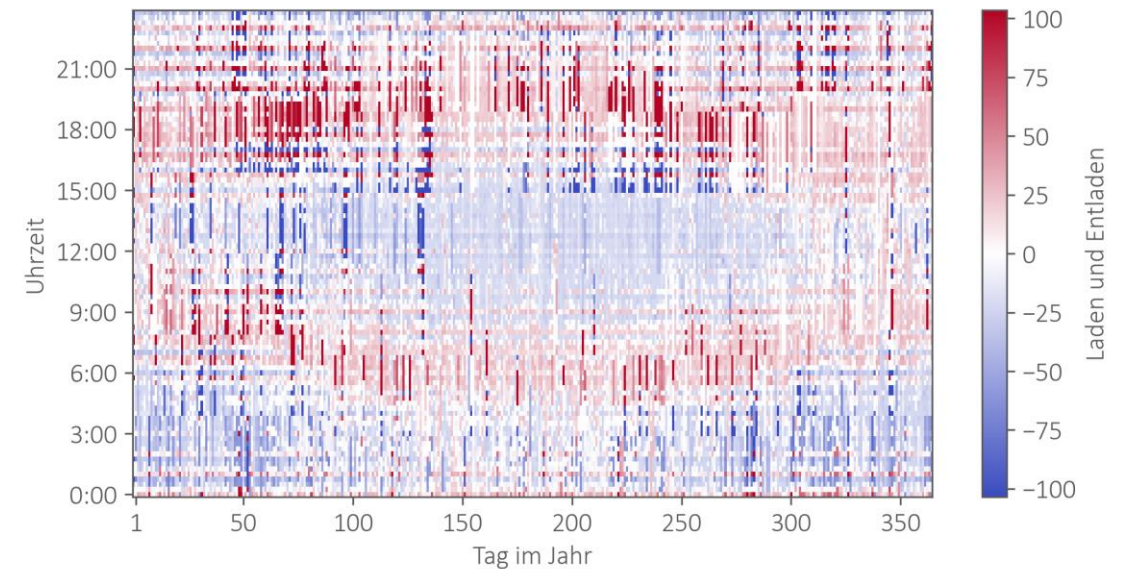
Speicher-Optimierung

- Bollingstedt-Speicher: 103 MW / 220 MWh
- Vermarktung an allen Märkten (DA, IDA, IDC, FCR, aFRR)
- Preise des Jahres 2024
- Nur Vorhaltung und kein Abruf von aFRR modelliert
- Ergebnis: Batterieeinsatz je Viertelstunde und Vermarktungserlöse

Regelleistungsvorhaltung dominiert Speichereinsatz

- Großteil der Leistung für FCR reserviert (bis zu 80%)
- Freie Leistungskapazität für Stromhandel genutzt (2-Tages-Zyklen-Muster)
- Hohe Entladeleistungen z.T. in den Abendstunden (18-19 Uhr) im Frühjahr und Herbst

Standortunabhängiger Batteriebetrieb 2024



Redispatch-Daten

Ermittlung des regionalen Redispatch (ÜN)

- RD-Maßnahmen der ÜNB von Netztransparenz
- Örtliche Zuweisung der Maßnahme zu einer Region
- Zusammenfassen von Regionen für einen Speicherstandort
- Ergebnis: Regionaler RD (+/-) je ¼-h

Analoges Vorgehen auf der Verteilnetzebene

- RD-Maßnahmen einzelner VNB vorhanden
- Ergebnis: Regionaler RD (+/-) je ¼-h und je Umspannwerk

Verrechnung des Redispatch für konkreten Standort

- Überlagerung von ÜN- und VN-Redispatch-Signal
- Verteilnetzsignal ist vorrangig

Redispatch-Maßnahmen auf Netztransparenz.de

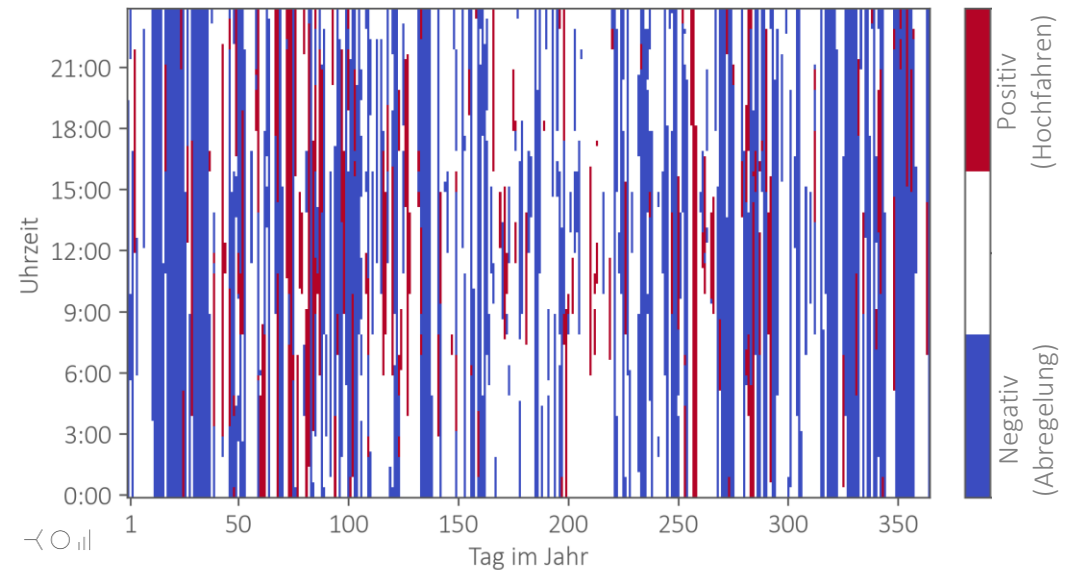
BEGINN_C	BEGINN_U	ZEITZONE	ENDE_DAT	ENDE_UH	ZEITZONE	GRUND_D	RICHTUNG	MITTLERE	MAXIMALE	GESAMTE	ANWEISUN	ANFORDER	BETROFFEN	P
31.12.2022	00:00	CET	01.01.2023	00:00	CET	Strombeding	Wirkleistung	220	220	5280	TransnetBW	50Hertz & Arr	Rheinhafen-I	K
31.12.2022	00:00	CET	01.01.2023	00:00	CET	Strombeding	Wirkleistung	800	1300	6400	50Hertz	PSE	Börse	S
31.12.2022	00:00	CET	01.01.2023	00:00	CET	Strombeding	Wirkleistung	104,35	220	1200	TenneT DE	50Hertz & Arr	OWP UW Dör E	
31.12.2022	00:00	CET	01.01.2023	00:00	CET	Strombeding	Wirkleistung	31,5	250	630	TenneT DE	50Hertz & Arr	OWP UW Die E	
31.12.2022	00:00	CET	01.01.2023	00:00	CET	Strombeding	Wirkleistung	192,07	500	4225,5	TenneT DE	50Hertz & Arr	OWP UW Büt E	
31.12.2022	14:45	CET	01.01.2023	00:00	CET	Strombeding	Wirkleistung	1	1	9	50Hertz	50Hertz	50H UW Berti E	
31.12.2022	15:00	CET	01.01.2023	00:00	CET	Strombeding	Wirkleistung	1	1	9	50Hertz	50Hertz	Börse	S
01.01.2023	00:00	CET	01.01.2023	05:00	CET	Strombeding	Wirkleistung	66	70	330	50Hertz	50Hertz	Boxberg (Sta K	
01.01.2023	00:00	CET	01.01.2023	12:00	CET	Strombeding	Wirkleistung	220	220	2640	TransnetBW	50Hertz & Arr	Rheinhafen-I	K
01.01.2023	00:00	CET	01.01.2023	17:00	CET	Strombeding	Wirkleistung	20	70	342	50Hertz	50Hertz	50H UW Berti E	
01.01.2023	00:00	CET	01.01.2023	02:00	CET	Strombeding	Wirkleistung	204	220	408	TenneT DE	50Hertz & Arr	OWP UW Em E	
01.01.2023	01:00	CET	01.01.2023	15:00	CET	Strombeding	Wirkleistung	1429	1500	20000	50Hertz	PSE	Börse	S
01.01.2023	01:00	CET	01.01.2023	14:00	CET	Strombeding	Wirkleistung	204	376	2652	TenneT DE	50Hertz & Arr	OWP UW Büt E	
01.01.2023	05:15	CET	01.01.2023	17:00	CET	Strombeding	Wirkleistung	1	1	12	50Hertz	50Hertz	Börse	S
01.01.2023	09:00	CET	01.01.2023	17:00	CET	Strombeding	Wirkleistung	46,85	94	234,25	TenneT DE	50Hertz & Arr	Börse	S
01.01.2023	12:00	CET	01.01.2023	17:00	CET	Strombeding	Wirkleistung	216,5	220	1082,5	TransnetBW	50Hertz & Arr	Rheinhafen-I	K
01.01.2023	13:00	CET	01.01.2023	17:45	CET	Strombeding	Wirkleistung	14,75	56	14,75	TenneT DE	50Hertz & Arr	Börse	S
01.01.2023	13:00	CET	01.01.2023	17:30	CET	Strombeding	Wirkleistung	228	250	1025	Amprion	50Hertz & Arr	WEISWEILER, K	
01.01.2023	14:00	CET	01.01.2023	21:00	CET	Strombeding	Wirkleistung	342,57	570	2398	TenneT DE	TenneT DE & Arr	OWP UW Dör E	
01.01.2023	14:00	CET	01.01.2023	17:45	CET	Strombeding	Wirkleistung	396,67	471	1487,5	TenneT DE	50Hertz & Arr	OWP UW Dör E	
01.01.2023	16:00	CET	01.01.2023	21:00	CET	Strombeding	Wirkleistung	146	320	620,5	TransnetBW	TenneT DE & Arr	Vorarlberger E	
01.01.2023	16:00	CET	01.01.2023	17:00	CET	Strombeding	Wirkleistung	87,5	100	87,5	TransnetBW	TenneT DE & Arr	Grosskraftw K	
01.01.2023	16:15	CET	01.01.2023	21:00	CET	Strombeding	Wirkleistung	250	390	1187,5	TransnetBW	TenneT DE & Arr	Rheinhafen-I	K
01.01.2023	16:45	CET	01.01.2023	17:00	CET	Strombeding	Wirkleistung	70	70	17,5	TransnetBW	50Hertz & Arr	Vorarlberger E	
01.01.2023	17:00	CET	02.01.2023	00:00	CET	Spannungsbeding	Wirkleistung	401	435	2806	50Hertz	50Hertz	Lippendorf V K	
01.01.2023	17:00	CET	02.01.2023	00:00	CET	Spannungsbeding	Wirkleistung	401	435	2806	50Hertz	50Hertz	Börse	S
01.01.2023	17:00	CET	01.01.2023	17:30	CET	Strombeding	Wirkleistung	135	230	67,5	TenneT DE	TenneT DE & Arr	Börse	S
01.01.2023	21:00	CET	01.01.2023	22:15	CET	Strombeding	Wirkleistung	8	13	6	50Hertz	50Hertz	Börse	S
02.01.2023	05:00	CET	02.01.2023	06:00	CET	Strombeding	Wirkleistung	221	222	221	50Hertz	EnDK	Börse	S

Redispatch-Bedarf des Übertragungsnetzes im Norden

Redispatch im Nordwesten mit saisonalem Muster

- Vor allem negativer Redispatch (40% aller Viertelstunden), aber manchmal auch positiv (9%)
- Anders als Speicherbetrieb kein klarer (Tages-)Zyklus
- Redispatch-Maßnahmen erfolgen z.T. über Tage und Wochen hinaus
- Mehr Redispatch im Winter durch starke Windeinspeisung (Saisonalität)

Redispatch in Nordwest-Deutschland (SH, NI, Nordsee) 2024

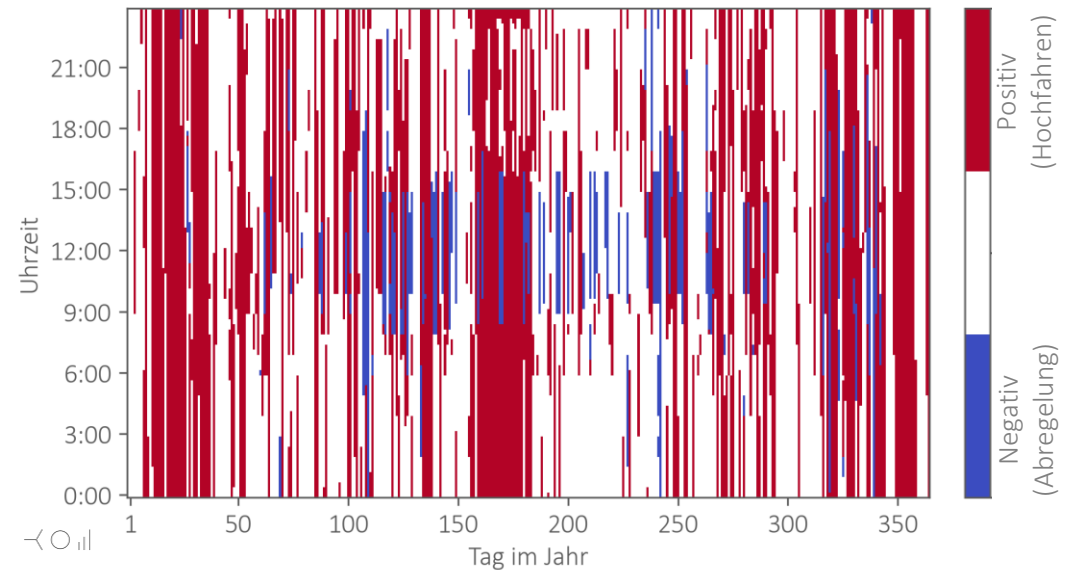


Redispatch-Bedarf des Übertragungsnetzes im Süden

Redispatch im Süden mit saisonalem Muster

- Vor allem positiver Redispatch (41% aller Viertelstunden), selten auch negativ (6%)
- Anders als Speicherbetrieb kein klarer (Tages-)Zyklus
- Redispatch-Maßnahmen erfolgen z.T. über Tage und Wochen hinaus
- Mehr Redispatch im Winter durch starke Windeinspeisung im Nordwesten (Saisonalität)

Redispatch im Süden (Baden-Württemberg, Bayern) 2024



Redispatch-Bedarf im Verteilnetz

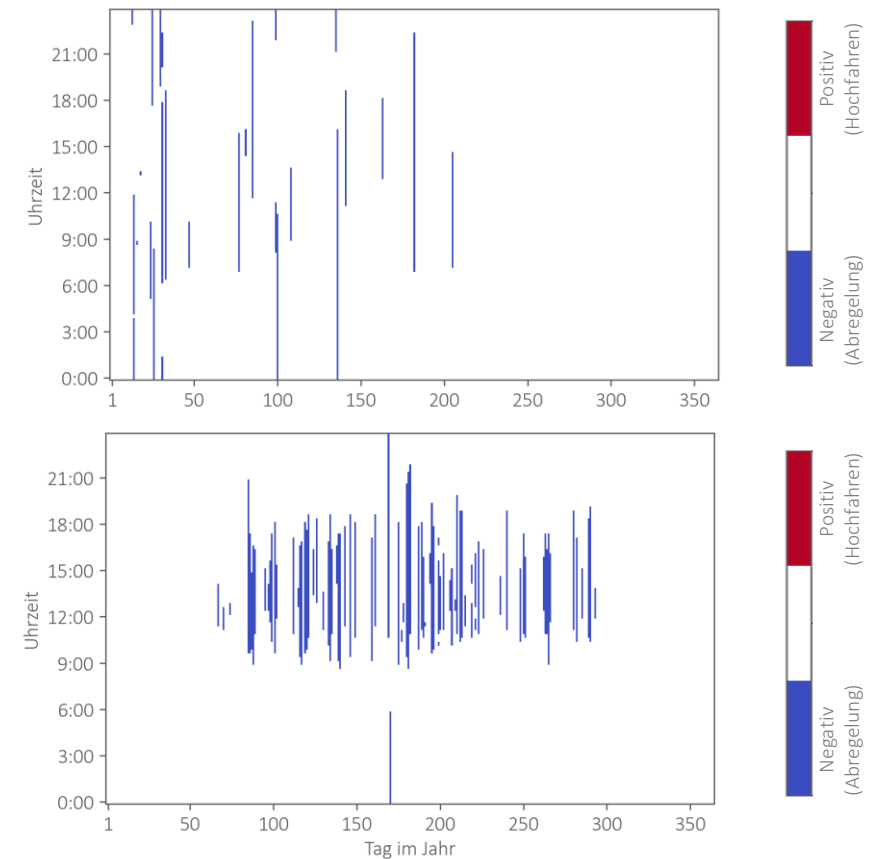
Redispatch-Maßnahmen von Umspannwerken

- Betrachtung der Umspannwerke an dem Standort
- Annahme: Engpass am Umspannwerk

Lediglich negativer Redispatch auf der Verteilnetzebene

- Bollingstedt: Vereinzelt Redispatch über Stunden bzw. Tage überwiegend in der ersten Jahreshälfte
- Plattling: PV-bedingte Abregelung um die Mittagszeit im Sommer

Redispatch: Bollingstedt (oben) und Plattling (unten)



Netzdienlichkeit des Batterieeinsatzes

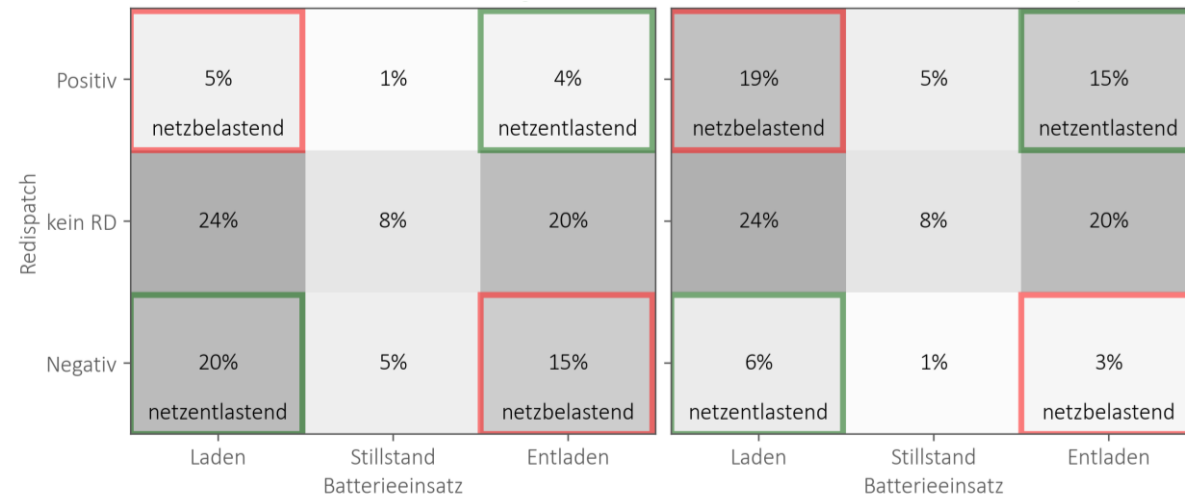
Redispatch in etwa Hälfte der Zeit

- Im Nordwesten in 40% aller Viertelstunden negativer RD und in 10% positiver RD
- Im Süden entsprechend andersherum

Speicher im Mittel nahezu netzneutral

- Speicherbetrieb reduziert Redispatch-Bedarf etwa gleich häufig wie er ihn erhöht
- Nordwesten: Entlastung 24% vs. Belastung 20%
- Süden: Entlastung 21% vs. Belastung 22%
- Wenig Stillstand, da häufige Erbringung von FCR

Netzdienlichkeit einer Batterie im Nordwesten (links) & Süden (rechts) 2024



Wertschöpfung fürs Netz und am Markt

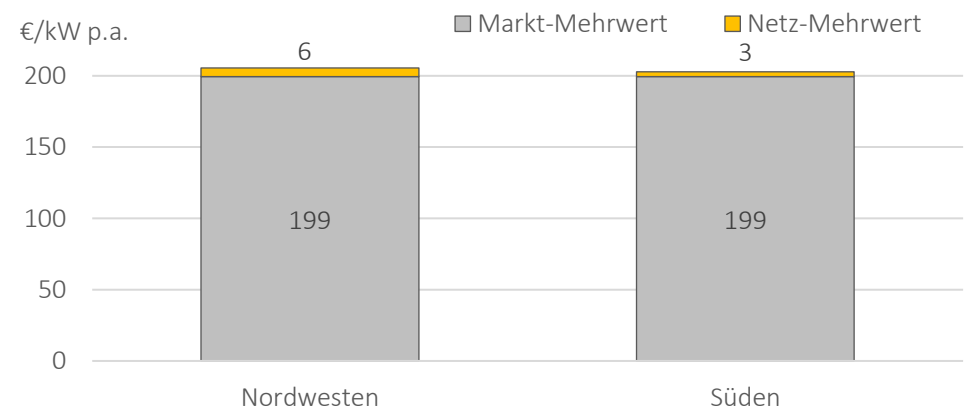
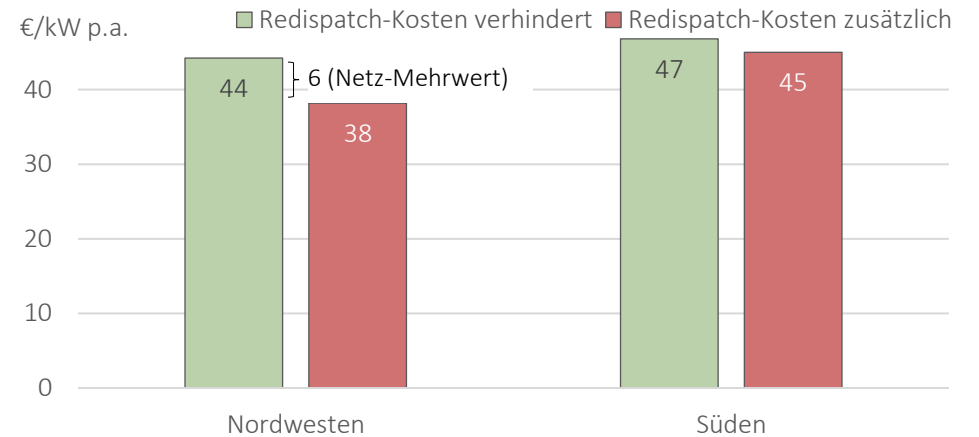
Wertschöpfung fürs Netz

- Aktuell kein finanzieller Anreiz für Netzdienlichkeit
- Trotzdem kleiner, positiver Netznutzen (Netto-Reduktion des Redispatch-Bedarfs)
- Netzdienlichkeit im Nordwesten und im Süden ähnlich

Wertschöpfung am Markt

- Erlöse durch Stromhandel (DA, IDA, IDC) und durch Regelleistungsvorhaltung (FCR, aFRR)
- Viel höhere Wertschöpfung am Markt als fürs Netz

Redispatch-Veränderung und Wertschöpfung



Netzdienlichkeit nach Vermarktungsform

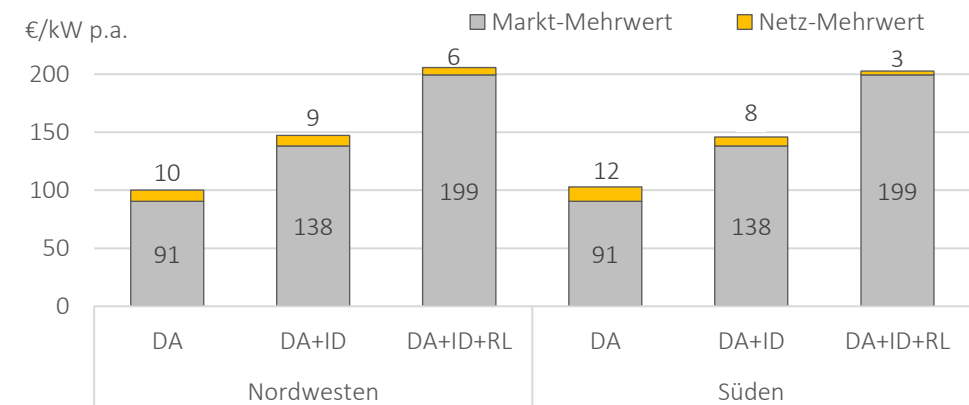
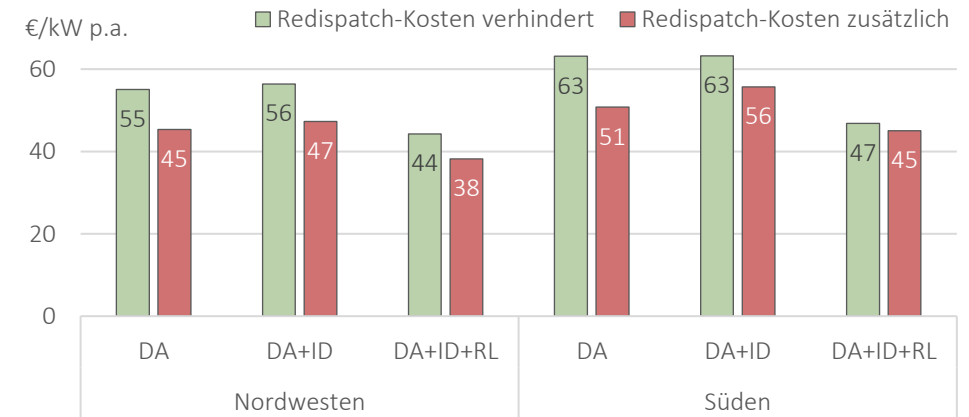
Geringe Netzdienlichkeit bei allen Vermarktungsformen

- Leichte Reduktion der (netto) Redispatch-Kosten in allen betrachteten Fällen
- Regelleistungsvorhaltung führt zu niedrigerem Durchsatz der Batterie und reduziert damit Netz-Nutzen

Netznutzen im Nordwesten leicht höher

- Netznutzen im Nordwesten über verschiedene Szenarien hinweg robust
- Ein Grund: Batterie ist wegen Speicherverlusten netto-Verbraucher → Reduziert Stromüberschuss im Nordwesten
- Im Süden entlastet Day-Ahead-Vermarktung PV-dominierte Verteilnetze durch Einspeicherung am Mittag

Redispatch-Veränderung und Wertschöpfung



Netzdienlichkeit nach Netzebene

Batteriebetrieb ist unabhängig vom Standort (DA+ID+RL)

- Auswirkung auf Redispatch-Bedarf im Übertragungs- und Verteilnetz
- Abgleich der Netzwirkungen auf einzelne Netzebenen

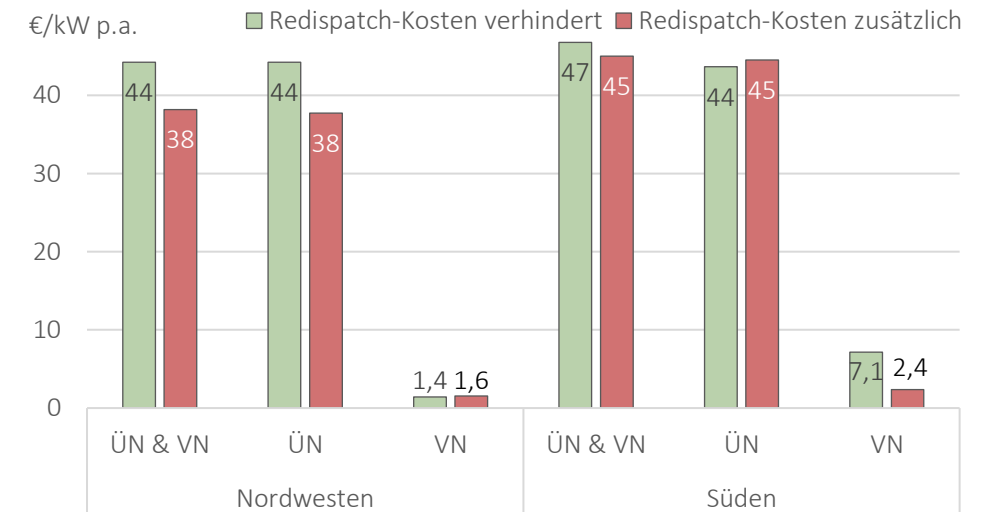
Netzebenen im Norden ähnlich

- Ähnlicher Redispatch im ÜN und VN: Wind wird abgeregelt
- Batteriespeicher leicht netzdienlich im Übertragungsnetz

Netzebenen im Süden unterschiedlich

- Im ÜN zusätzliche Erzeugung notwendig, im VN wird PV abgeregelt
- Batteriespeicher ist netzdienlich im VN, aber nicht im ÜN

Redispatch-Veränderung nach betrachteten Netzebenen



Hinweis: Netznutzen ist nicht Summe der Netzwirkungen auf Übertragungs- und Verteilnetzebene. In bestimmten Situationen wirkt der Batteriebetrieb gleichzeitig auf beiden Netzebenen.

Fazit: Netzdienlichkeit heute

Großbatterien entlasten und belasten das Netz über das Jahr hinweg in etwa gleich häufig

- Typischerweise können die Netto-Redispatch-Kosten leicht gesenkt werden
- Im Nordwesten gibt es einen leicht positiven Effekt auf das Übertragungs- und das Verteilnetz
- Im Süden fällt positiver Effekt auf Übertragungsebene geringer aus, dafür profitiert das Verteilnetz stärker

Batterien bleiben hinsichtlich Netzdienlichkeit weit unter ihren Möglichkeiten

- Netz-Mehrwert ist im Vergleich zum Markt-Mehrwert verschwindend gering
- Es gibt keine systematisch netzdienlichen Standorte für Großbatterien
- Netzdienlichkeit ohne Netzsignal nur zufällig, könnte aber mit den richtigen Anreizen gesteigert werden

Zukünftige Instrumente

Wie können Großbatterien
netzdienlicher werden?

Instrumente für mehr Netzdienlichkeit

Vorgehen: Bewertung der Netzdienlichkeit von Batterien bei neuem (Netz-)Signal

- Vergleich verschiedener regulatorischer Instrumente hinsichtlich der Verbesserung der Netzdienlichkeit
- Ziel: Mehr Wertschöpfung durch Erhöhung der Netzdienlichkeit
- Kein Ziel: Finanzierung der Netzbetreiber
- Konsequenz eines Netzsignals: Standortabhängiger Batteriebetrieb

Betrachtete Instrumente

- 1. Statisches Netzentgelt: Netzentgelt beim Einspeichern (Arbeitspreis und Leistungspreis für RLM-Verbraucher)
- 2. Dynamische Leitplanke: Verbot von netzbelastendem Betrieb in Form einer Betriebseinschränkung (viertelstundenscharf an Netzsituation angepasst)
- 3. Redispatch-Preissignal: Batterie “sieht” Redispatch-Kosten, sowohl Entlastung und Belastung (z.B. in Form eines dynamischen Arbeitspreises als Sondernetzentgelt)

Batterie mit statischem Netzentgelt

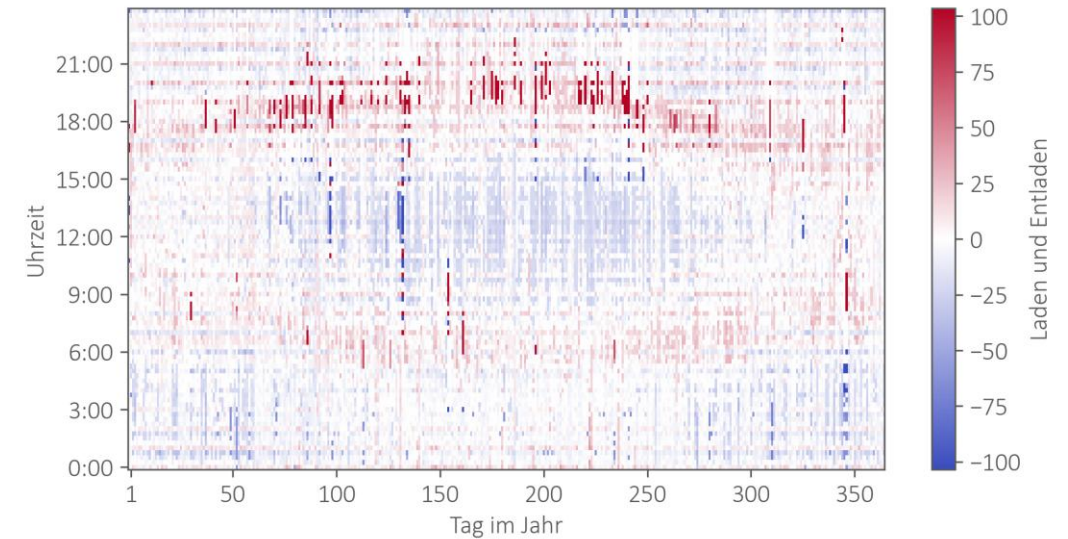
Ausgestaltung des statischen Netzentgelts

- Konstanter Arbeitspreis i.H.v. 5,5 ct/kWh beim Einspeichern
- Zusätzlich fester RLM-Preis i.H.v. 16,2 €/kW (unabhängig für den Betrieb)
- Sonst übliche Marktoptimierung (DA+ID+RL)

Speicherbetrieb an allen Standorten gleich

- Netzentgelt reduziert Arbitrage-Handel, daher weniger Speicherzyklen
- Stärkerer Anreiz für Regelleistungsvorhaltung

Batteriebetrieb mit statischen Netzentgelten (Bollingstedt)



Batterie in Bollingstedt mit statischem Netzentgelt

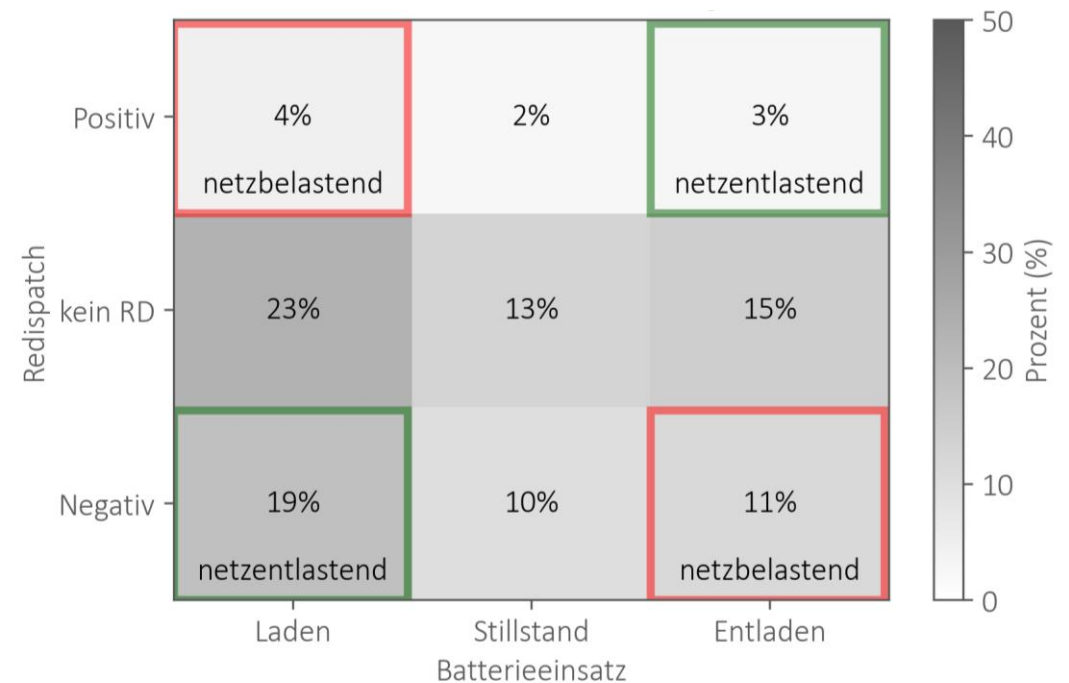
Starke Einschränkung des Speicherbetriebs

- Dennoch: Batterie steht nur zu 25% still (aufgrund von FCR-Erbringung)
- Netzentlastender Betrieb nur in 22% der Zeit
- Netzbelastender Betrieb bei 15% der Zeit

Statisches Netzentgelt ist ungeeignetes Instrument

- Keine Verbesserung des netzdienlichen Batteriebetriebs
- Darüber hinaus starke Einschränkung im Handel

Netzdienlichkeit einer Batterie in Bollingstedt



Batterie in Bollingstedt mit Leitplanke

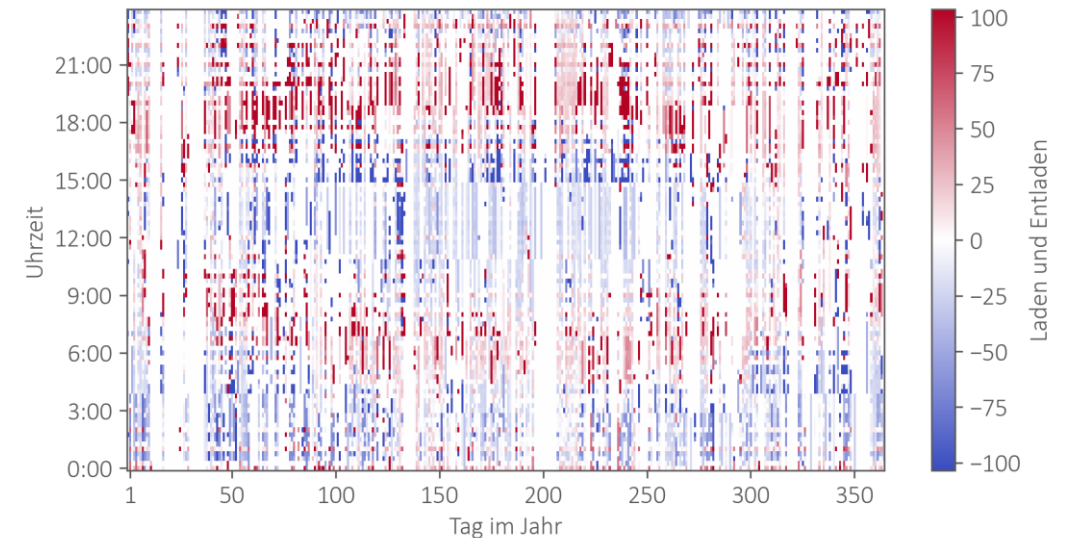
Ausgestaltung der „Leitplanke“

- Kein Redispatch-Preissignal
- Stattdessen: Verbot von netzbelastendem Verhalten (ÜN & VN)
- In 50% der Zeit ist die Batterie dadurch in eine Richtung eingeschränkt
- Aber: keine Anreize für netzdienliches Verhalten

Speicherbetrieb ist standortabhängig

- Leitplanke abhängig von lokaler Netzauslastung
- Sonst aber identisches Marktsignal für Speicher
- Weiterhin 2 Zyklen pro Tag, allerdings mit Lücken während längerer Redispatch-Phasen

Batteriebetrieb mit Leitplanke (Bollingstedt)

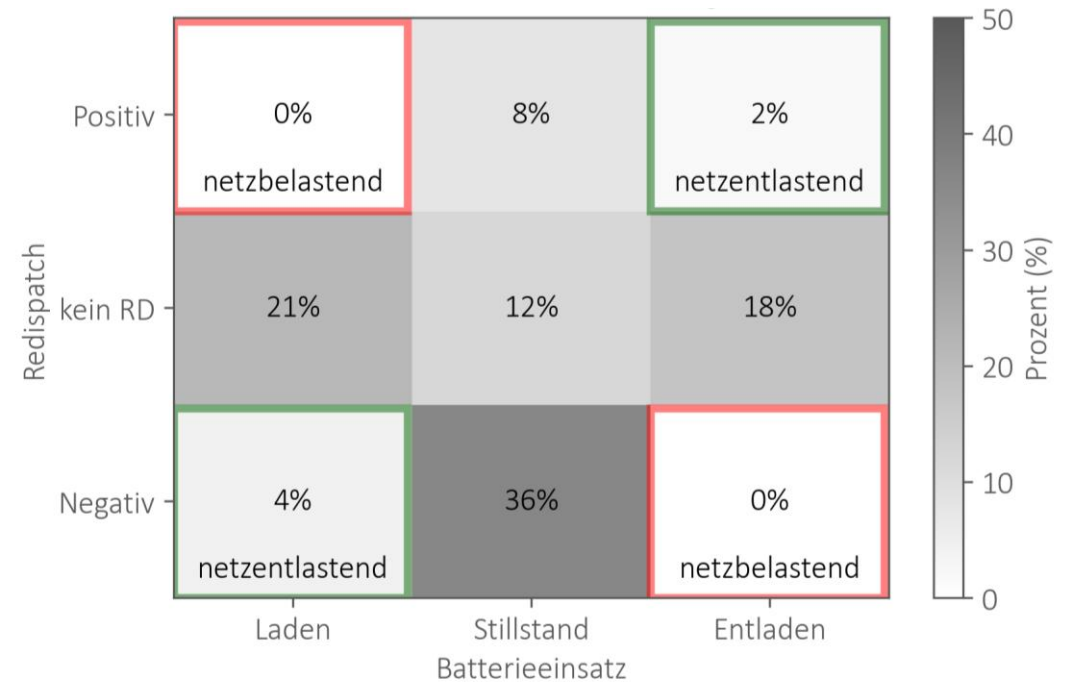


Batterie in Bollingstedt mit Leitplanke

Starke Einschränkung des Speicherbetriebs

- Batterie steht zu 56% still
- Netzentlastender Betrieb nur in 6% der Zeit
- Nie Netzbelastung (per Definition)

Netzdienlichkeit einer Batterie in Bollingstedt



Batterie in Bollingstedt mit RD-Preissignal

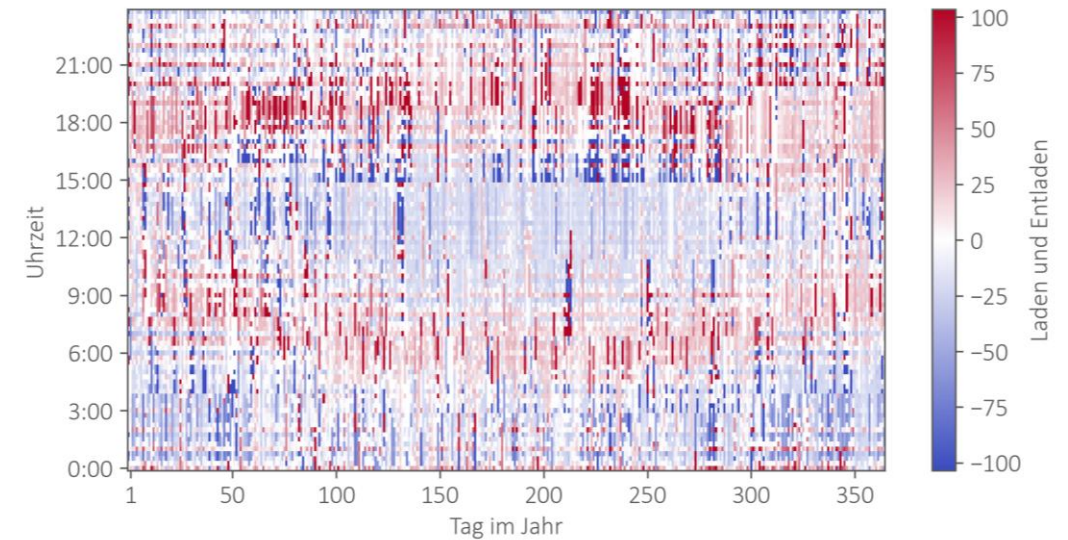
Ausgestaltung des Redispatch-Preissignal

- Annahme: 1 MWh Speicher ersetzt 1 MWh Redispatch
- Negativer Redispatch: Strompreis sinkt um 80 €/MWh
- Positiver Redispatch: Strompreis steigt um 100 €/MWh
- Vorrang für VN bei entgegengesetztem Redispatch vom ÜNB

Speicherbetrieb nun Standort-abhängig

- Redispatch-Kosten sind abhängig vom Standort
- Lokales Preissignal für Speicher
- 2 Zyklen pro Tag nach wie vor erkennbar

Batteriebetrieb mit Redispatch-Preissignal (Bollingstedt)

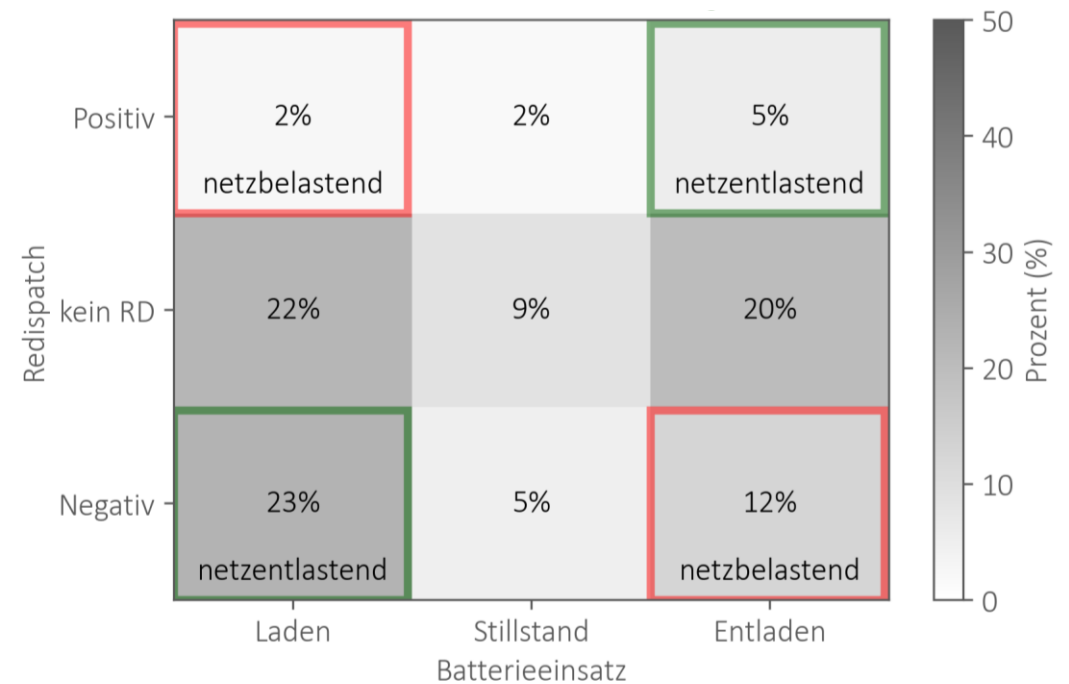


Batterie in Bollingstedt mit RD-Preissignal

Batterie in Bollingstedt überwiegend netzdienlich

- Netzentlastung erhöht sich um 5 Prozentpunkte, Netzbelastung sinkt
- Entlastung 28% vs. Belastung 14%
- Doppelt so häufig Netzentlastung wie Netzbelastung, „Batterien arbeiten für das Netz“

Netzdienlichkeit einer Batterie in Bollingstedt



Redispatch und Wertschöpfung

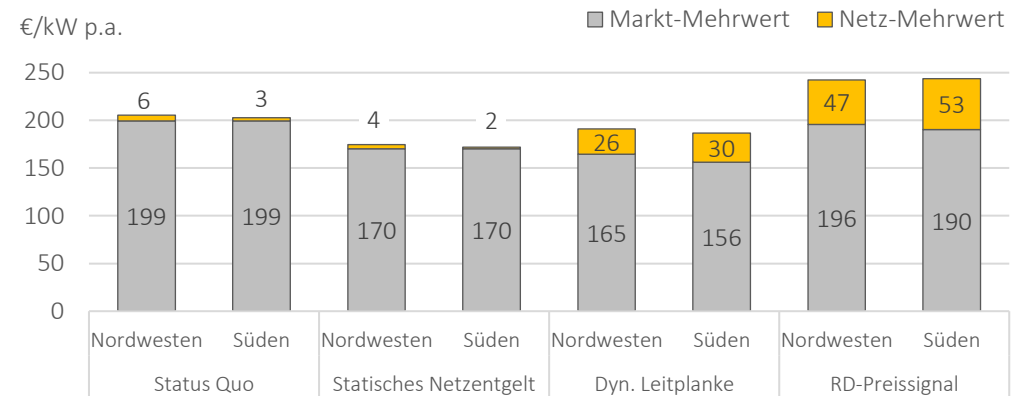
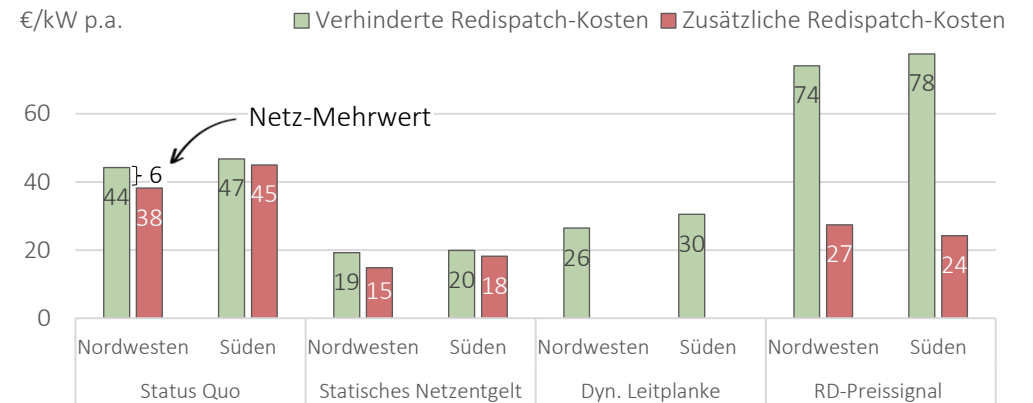
Wirkung auf Redispatch

- Betrieb mit reiner Marktoptimierung („Status Quo“) und statischem Netzentgelt kaum netzdienlich
- Leitplanke verhindert netzstressendes Verhalten, liefert aber nur Hälfte des (netto) Netznutzens
- Größte Netzdienlichkeit bei Redispatch-Preissignal

Wertschöpfung (Markt- und Netznutzen)

- Leitplanke und statische Netzentgelte senken den Marktnutzen spürbar
- Dadurch Reduktion der Wertschöpfung ggü. Status Quo
- Erhöhung der Wertschöpfung durch Redispatch-Signal

Redispatch-Veränderung und Wertschöpfung



Netzdienlichkeit nach Netzsignal (Süden)

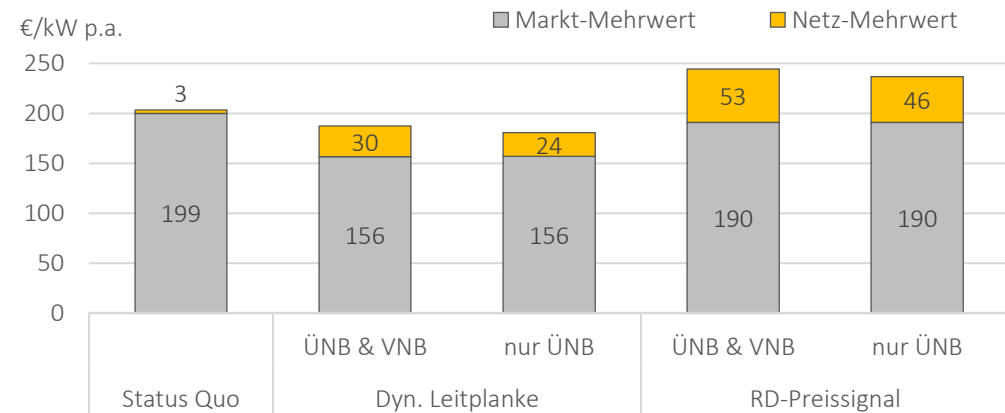
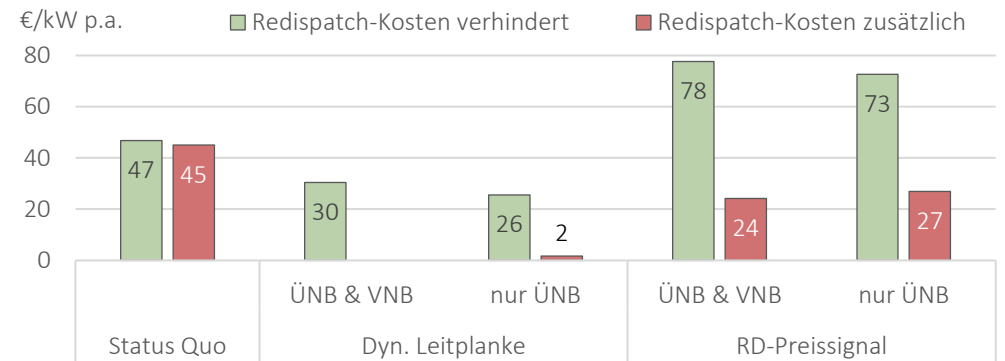
Welche Netzebenen sind im Netzsignal enthalten?

- Wie hoch ist Netzdienlichkeit (ÜN & VN), wenn Instrument nur Übertragungsnetzengpässe berücksichtigt?
- Anreize bei dyn. Leitplanke und Redispatch-Preissignal relevant (nicht bei statischem Netzentgelt)
- Netzwirkung auf Übertragungs- und Verteilnetzebene betrachtet

Wertschöpfung im Süden stark beeinflusst

- Leitplanke auf Basis des ÜN-Signals reduziert Netz-Mehrwert um 20% gegenüber optimalem Signal
- Netz-Mehrwert bei RD-Preissignal sinkt um 14%
- Netzsignal im Süden sollte nach Möglichkeit auch Redispatchbedarf im Verteilnetz berücksichtigen
- (Im Nordwesten unveränderte Netzwirkung → Netzsignal auf ÜN-Ebene reicht aus)

Netzdienlichkeit (ÜN & VN) und Wertschöpfung (Süden)



Nutzenverteilung

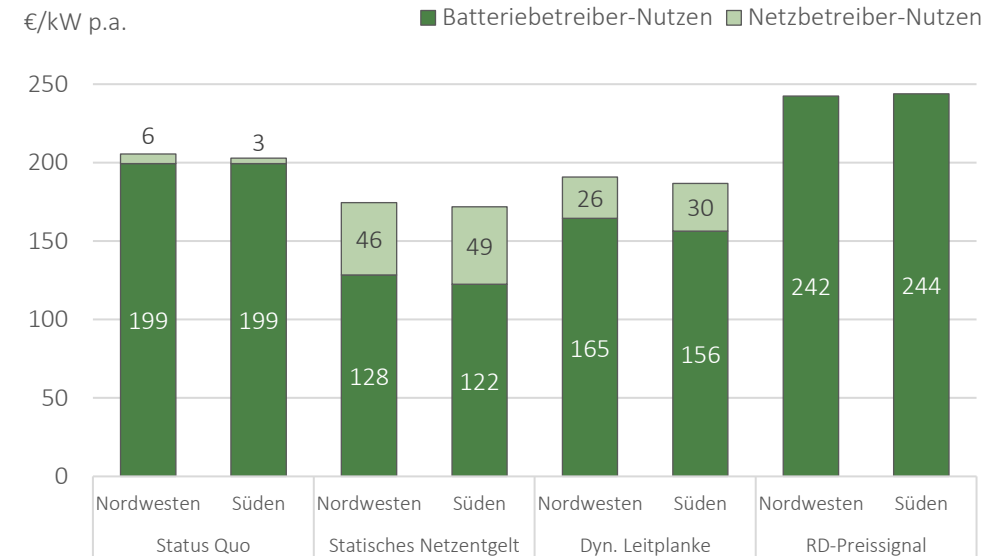
Divergenz von Netzbetreiber-Nutzen und Wertschöpfung

- Größte Wertschöpfung durch RD-Preissignal ohne Nutzen für den Netzbetreiber
- Netzbetreiber profitieren von Instrumenten, die die Wohlfahrt gegenüber dem Status quo senken (statisches Netzentgelt und dynamische Leitplanke)
- Höchster Nutzen durch statisches Netzentgelt (43-46 €/kW) bei geringster Wertschöpfung (bis zu -30% gegenüber RD-Preissignal)

Batteriebetreiber profitiert von Anreizen für Netzdienlichkeit

- RD-Preissignal erhöht den Nutzen um mehr als 20%
- Statisches Netzentgelt reduziert Nutzen um ein Drittel und bedroht den Business Case der Batterie
- Möglicher Kompromiss: RD-Preissignal in Kombination mit Leistungspreisabgabe an den Netzbetreiber

Nutzenverteilung der Wertschöpfung



Fazit: Verbesserung der Netzdienlichkeit

Der Betrieb von Großbatterien ohne dynamisches Netzsignal verbessert Netzdienlichkeit nicht

- Marktoptimierung von Großbatterien führt heute zu einem leichten Netto-Netznutzen
- Ein statisches Netzentgelt setzt keine Anreize für mehr Netzdienlichkeit, senkt aber die Wohlfahrt der Batterie
- Voraussetzung für eine signifikante Verbesserung ist die Berücksichtigung eines Netzsignals für den Batteriebetrieb

Regulatorische Instrumente können die Netzdienlichkeit von Großbatterien signifikant steigern

- Ein Preissignal, welches Redispatch-Bedarfe einpreist, steigert den Netz-Mehrwert um ein Vielfaches (8x – 13x)
- Eine Leitplanke, die netzbelastenden Batteriebetrieb verbietet, liefert nur den halben Netz-Mehrwert bei gleichzeitig stärkerer Einschränkung der Marktoptimierung

Netzdienlichkeit unabhängig vom Standort

- Batterien sorgen im Nordwesten und Süden für ähnlich hohen Netz-Mehrwert
- Im Süden ist die Berücksichtigung von Engpässen im Verteilnetz jedoch wichtiger



Neon Neue Energieökonomik ist ein energiewirtschaftliches Beratungsunternehmen mit Sitz in Berlin. Als Boutique sind wir seit 2014 spezialisiert auf anspruchsvolle quantitative und ökonomisch-theoretische Analysen rund um den Strommarkt. Mit Beratungsprojekten, Studien und Schulungen unterstützen wir Entscheidungsträger bei den aktuellen Herausforderungen und Zukunftsfragen der Energiewende. Zu unseren Kunden gehören Regierungen, Regulierungsbehörden, Netzbetreiber, Energieversorger und Stromhändler aus Deutschland und Europa.

Prof. Dr. Lion Hirth

hirth@neon.energy
+49 157-55 199 715

Neon Neue Energieökonomik GmbH
Schönleinstraße 31
10967 Berlin

Anhang

Netzdienlichkeit mit SH-Netz-Einschränkung

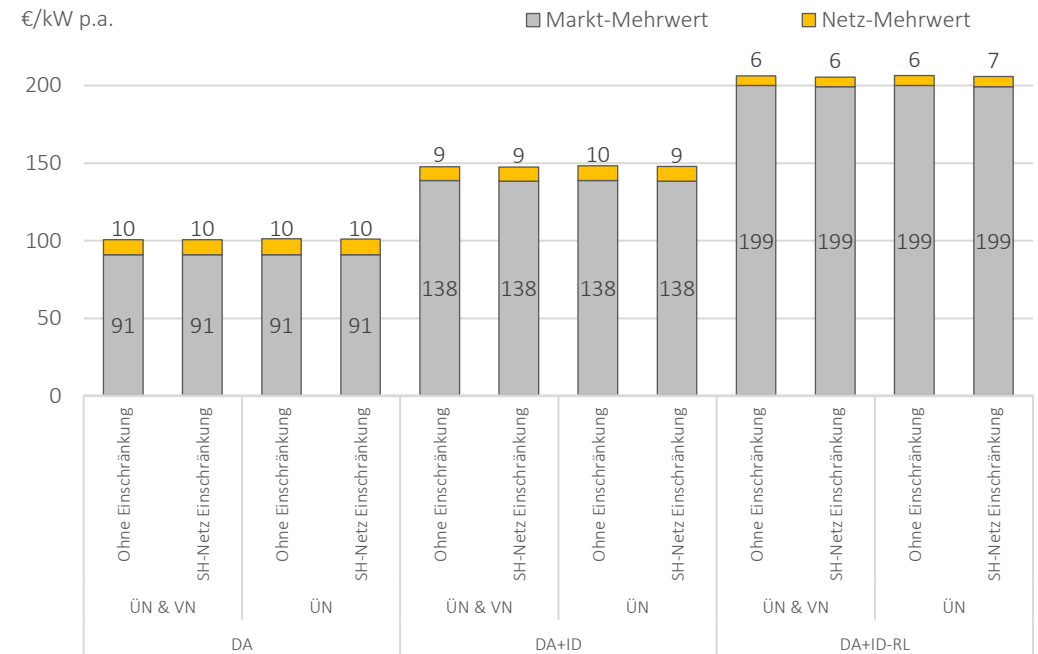
Analyse: Simulierte Bollingstedt-Betriebseinschränkung

- Dynamische Einschränkung: Auf Basis von Einspeise-, Last- und Netzprognosen
- Auswirkungen auf Netzdienlichkeit und Markterlöse für den Standort Bollingstedt
- Analyse nach Vermarktungsform und für Netzwirkung auf ÜN-Ebene sowie ÜN-&VN-Ebene

Keine nennenswerten Veränderungen

- SH-Netz-Einschränkung verändert weder Netzdienlichkeit noch Markterlöse
- Teil der Ursache: Historisch nur sehr geringere Redispatch-Mengen im SH-Netz-Verteilnetz

Wertschöpfung mit und ohne SH-Netz-Einschränkung



Netzdienlichkeit mit Bayernwerk-Leitplanke

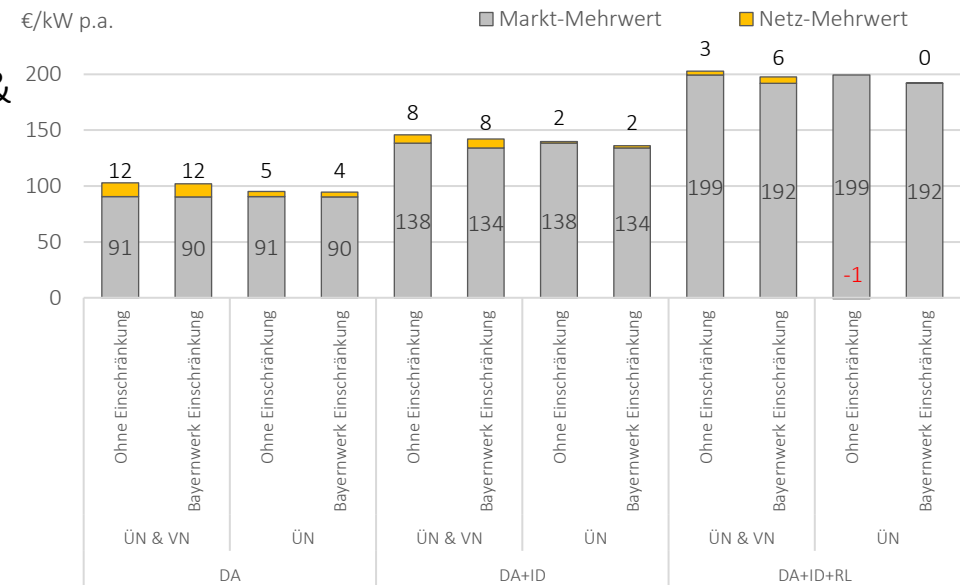
Analyse: Simulierte Bayernwerk-Betriebseinschränkung

- Statische Hüllkurve auf Basis [Bayernwerk-Veröffentlichung](#): Einspeiseverbot mittags, Entnahmeeinschränkung morgens & abends
- Auswirkungen auf Netzdienlichkeit und Markterlöse für den Standort Plattling
- Analyse nach Vermarktungsform und für Netzwirkung auf ÜN-Ebene sowie ÜN-&VN-Ebene

Keine nennenswerten Veränderungen für das Netz

- Bayernwerk-Einschränkung führt zu keiner signifikanten Verbesserung der Netzdienlichkeit
- Markterlöse sinken allerdings mit Ausnahme von DA-Vermarktung leicht

Wertschöpfung mit und ohne Bayernwerk-Einschränkung



Netzdienlichkeit nach Netzsignal (Süden)

Welche Netzebenen sind im Netzsignal enthalten?

- Wie stark geht die Netzdienlichkeit auf der ÜN-Ebene zurück, wenn beim Netzsignal auch Verteilnetz berücksichtigt wird?
- Anreize bei dyn. Leitplanke und Redispatch-Preissignal relevant
- Netzwirkung nur auf Übertragungsebene betrachtet

Wertschöpfung im Süden stark beeinflusst

- Leitplanke mit integriertem VN-Signal sorgt für 20% weniger Mehrwert im Übertragungsnetz
- ÜN-Mehrwert bei RD-Preissignal sinkt um 15%
- Verteilnetzperspektive im Netzsignal ist volkswirtschaftlich sinnvoll
- (Im Nordwesten unveränderte Netzwirkung → Netzsignal auf ÜN-Ebene reicht aus)

Netzdienlichkeit (ÜN) und Wertschöpfung (Süden)

