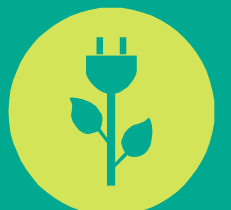


WEBINAR BATTERIESPEICHER

STROMSPEICHER, EIN SCHLÜSSELBAUSTEIN DER
ENERGIEWENDE – WEGE ZUM EBIT

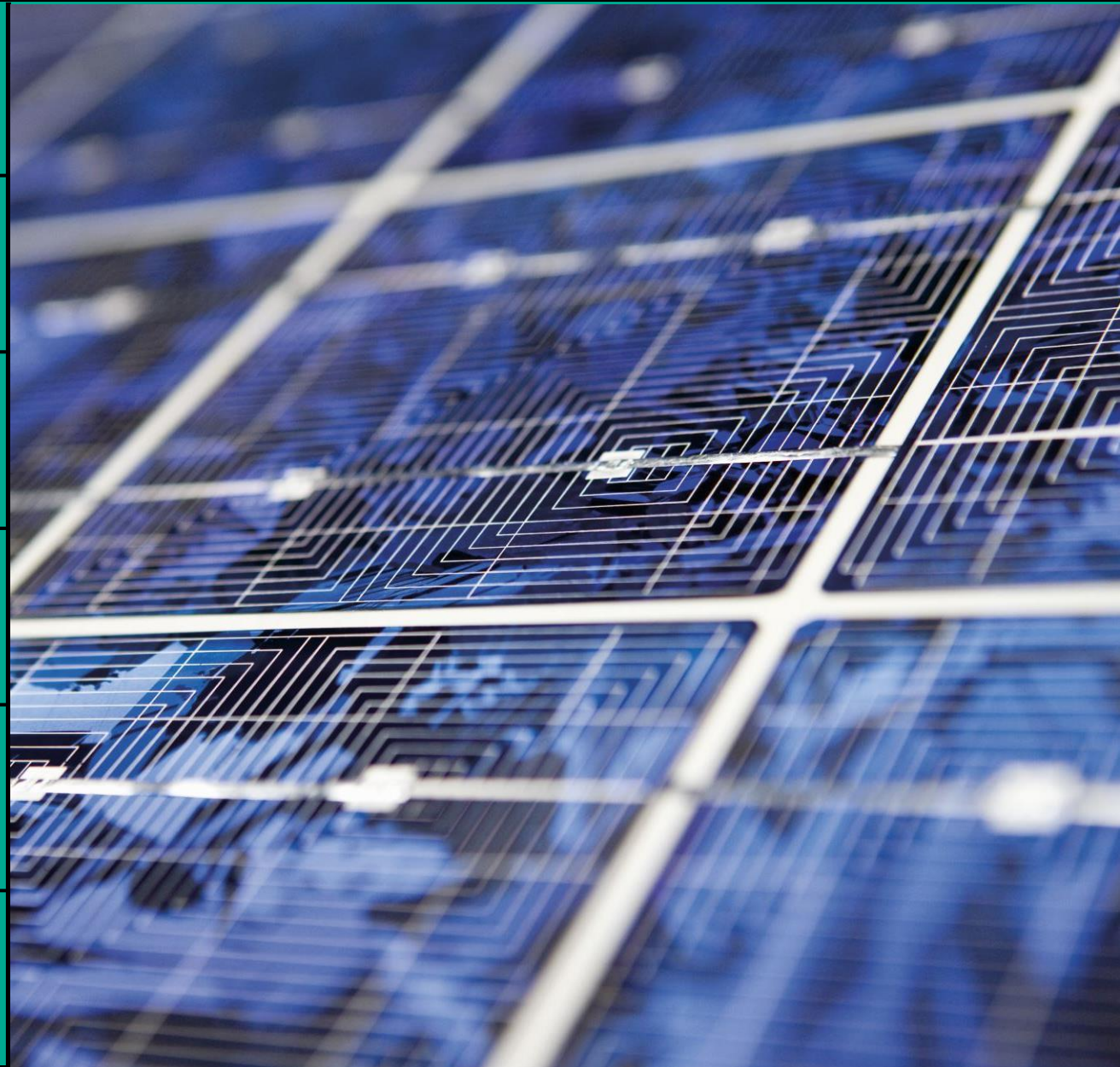


Benjamin Hufnagel

München, 24. Mai 2023

AGENDA

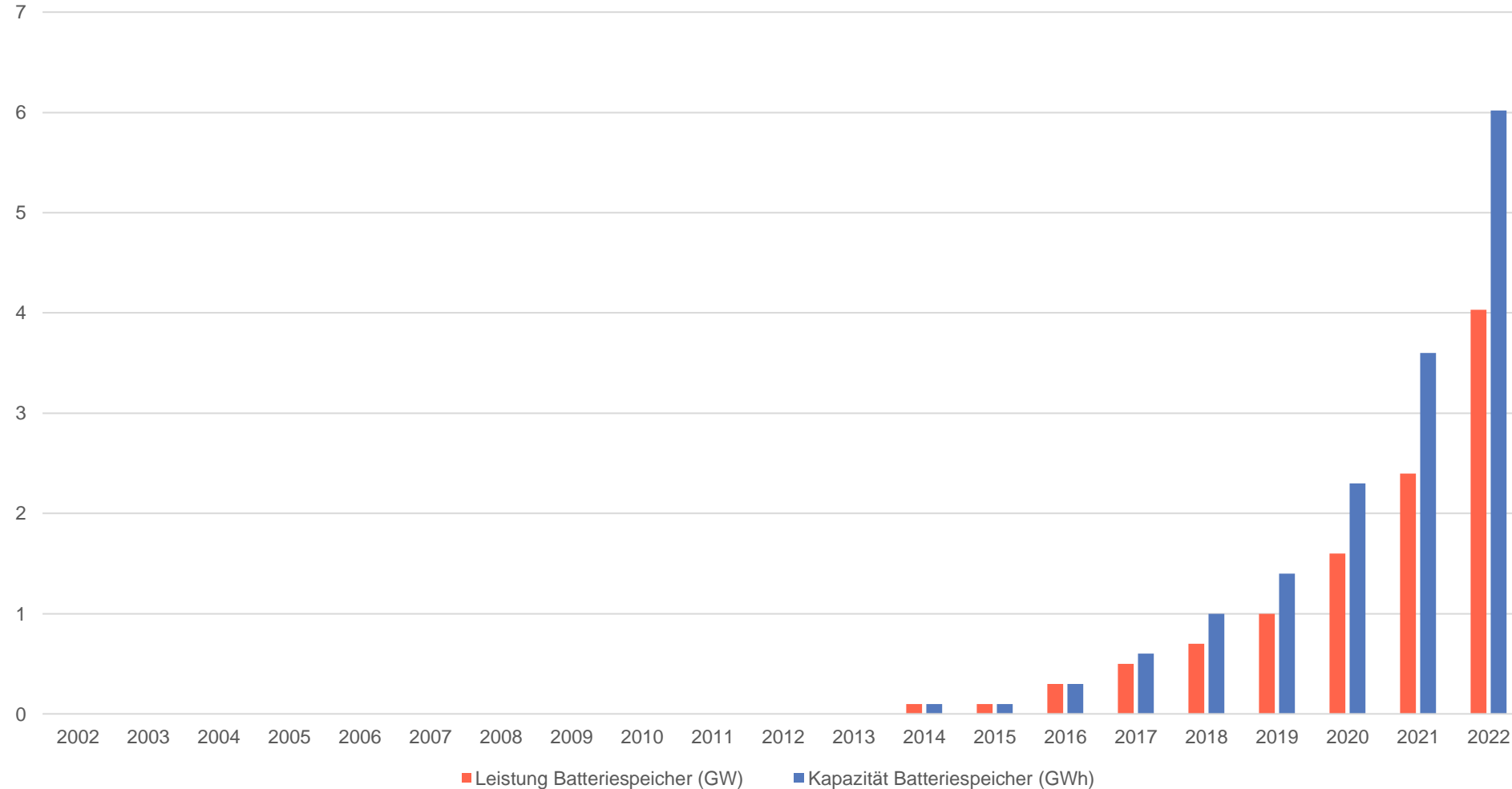
- 1 Grundsätzliches
- 2 Anwendungsformen
- 3 Technische Umsetzung
- 4 Zusammenfassung
- 5 Ansprechpartner



MARKTÜBERSICHT BATTERIESPEICHER

INSTALLIERTE LEISTUNG/KAPAZITÄT BATTERIESPEICHER

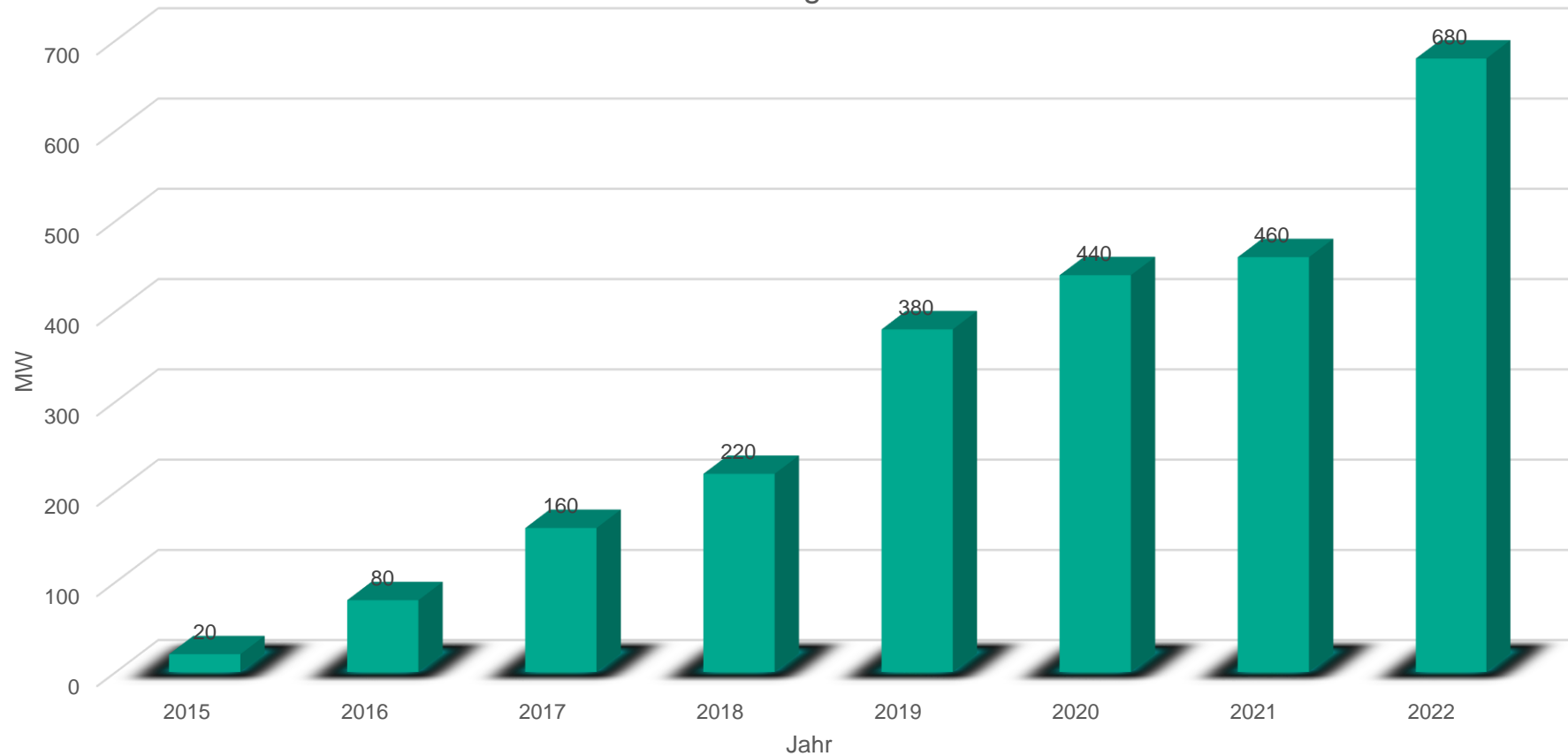
INSTALLIERTE NETTOLEISTUNG BATTERIESPEICHER IN DEUTSCHLAND



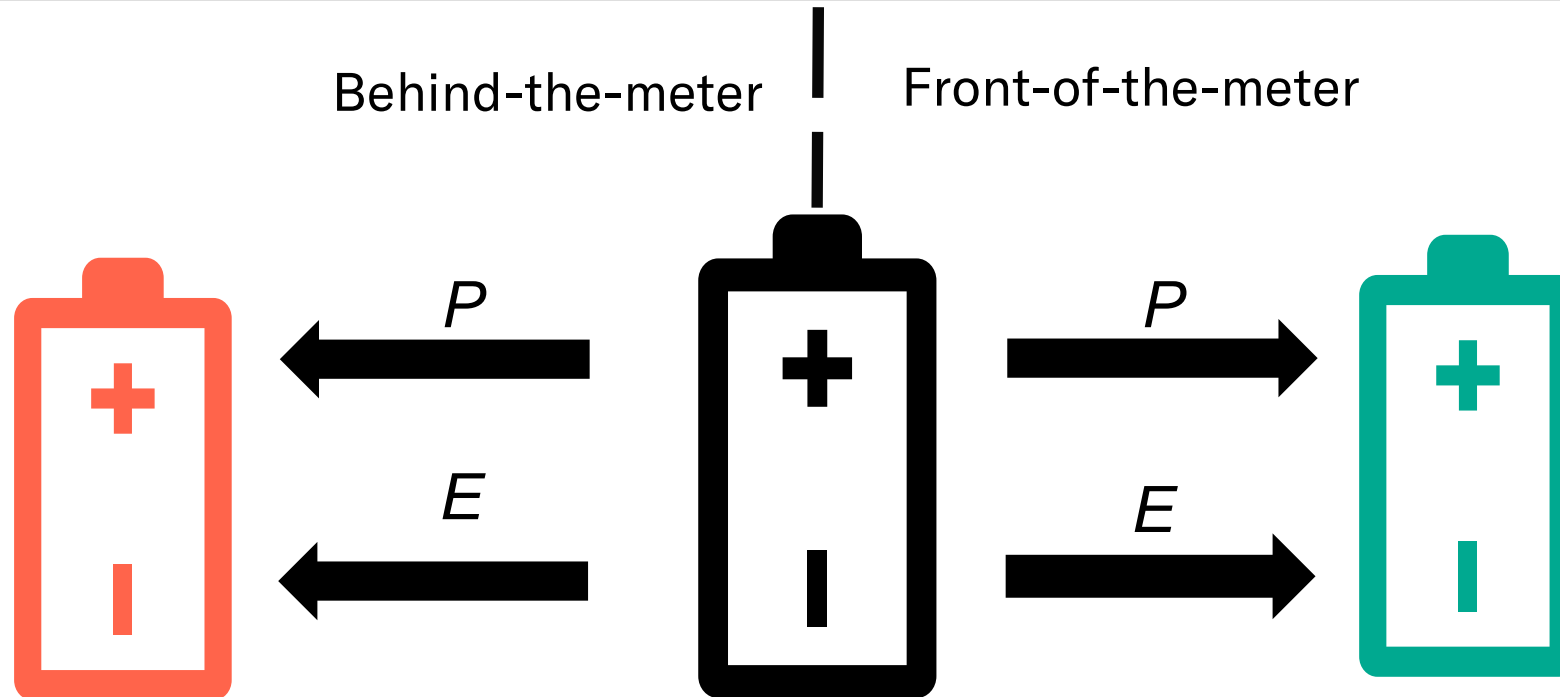


MARKTÜBERSICHT BATTERIESPEICHER FÜR PRL PRÄQUALIFIZIERTE BATTERIELEISTUNG

Für Primärregelleistung präqualifizierte Batteriespeicher:
Installierte Leistung in Deutschland



GRUNDSÄTZLICHES - ABGRENZUNG DER GESCHÄFTSMODELLE



Behind-the-meter

Front-of-the-meter

Anwendungsformen

Peak Shaving

Eigenverbrauchsoptimierung

Netzersatzanlage

Anwendungsformen

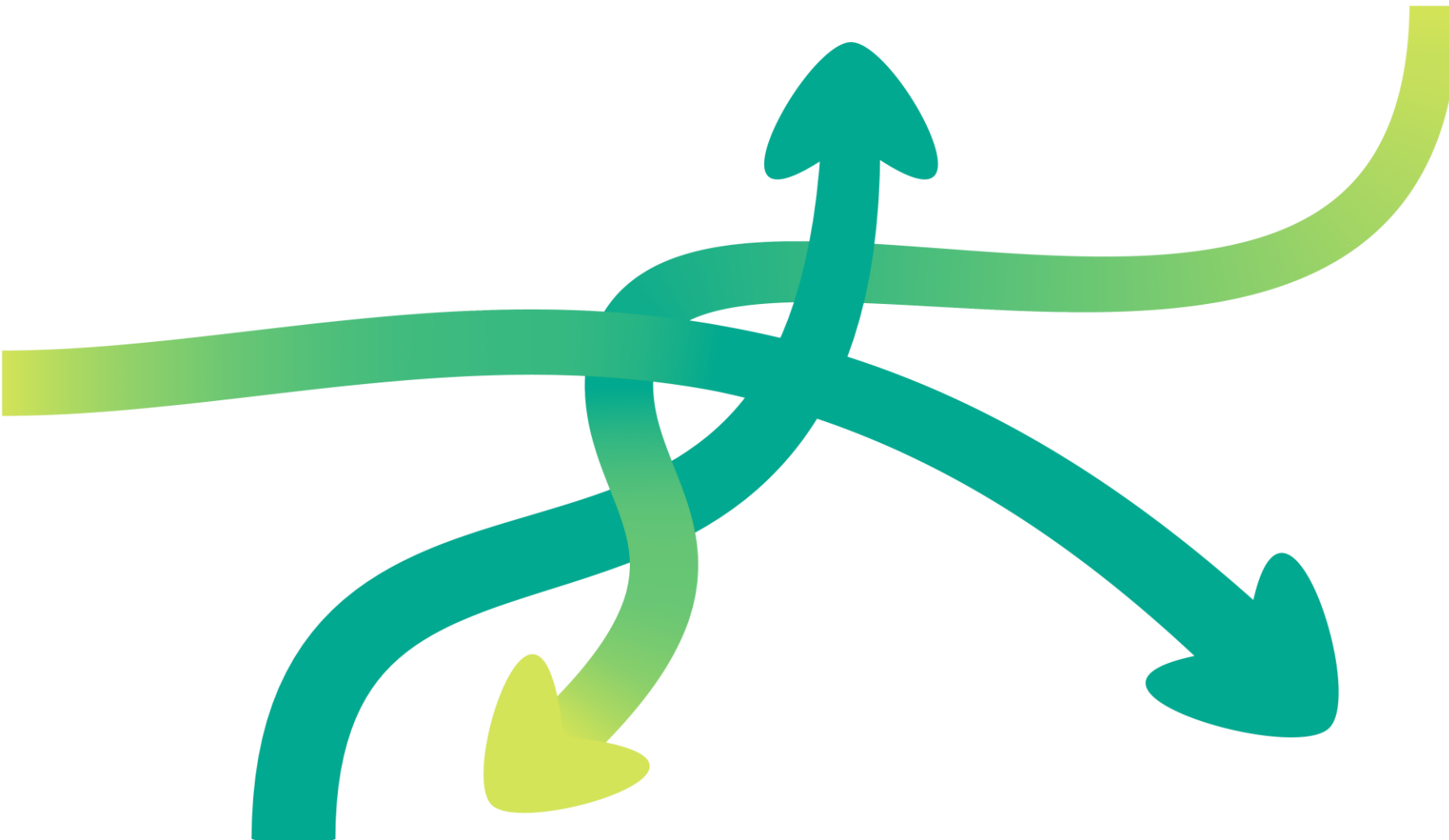
Regelleistung

Arbitrage Handel

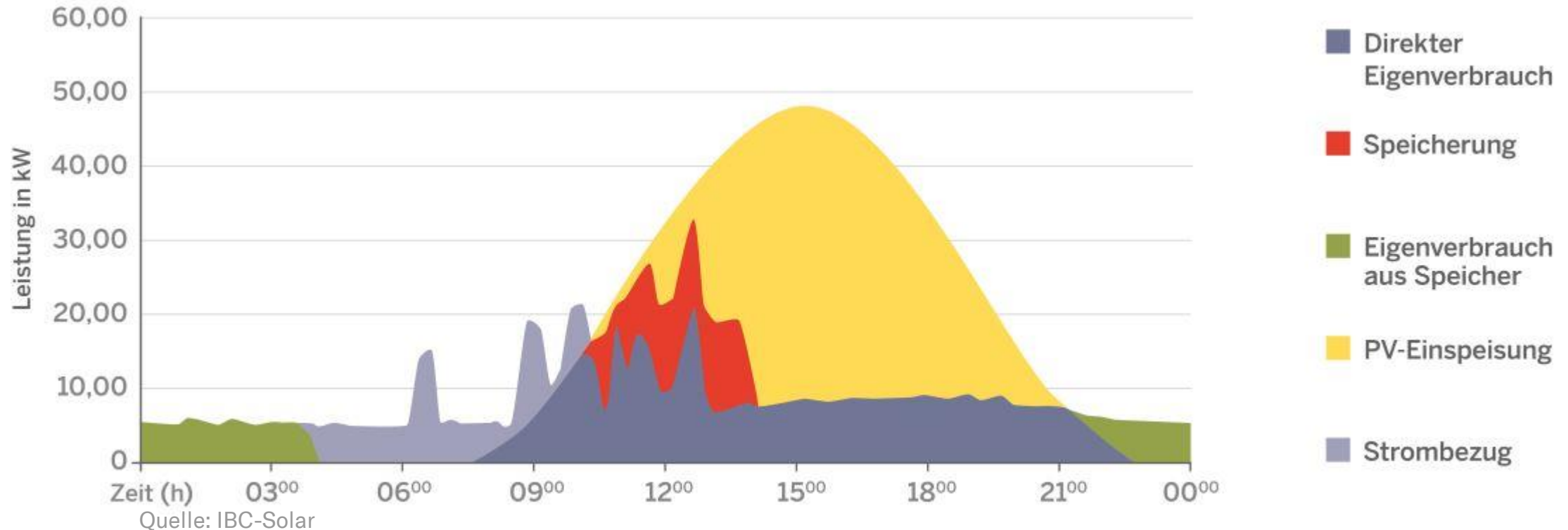
AGENDA

- 1 Grundsätzliches
- 2 Anwendungsformen
- 3 Technische Umsetzung
- 4 Zusammenfassung
- 5 Ansprechpartner





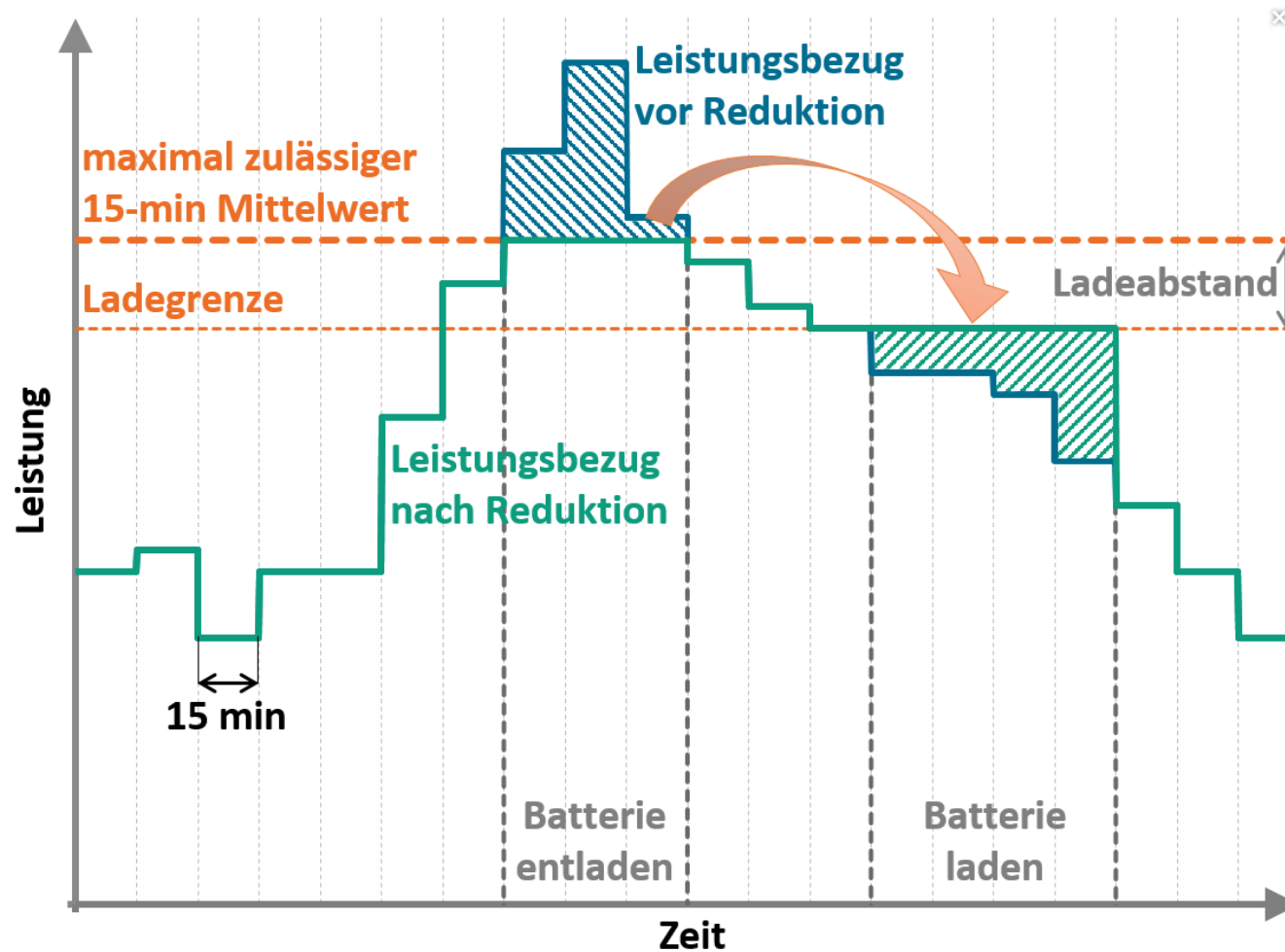
Eigenverbrauchsoptimierung - Erläuterung



Je nach Auslegung und Strompreissituation Amortisationszeiten von 8 bis 15 Jahren (aktuell ca. 10 Jahre – bei 20 ct/kWh Einsparung und einem Ladezyklus pro Tag → ca. 70 EUR/kW/a)

ANWENDUNGSARTEN – BEHIND-THE-METER

Beispielhafte Darstellung zur Lastspitzenreduzierung



© Fraunhofer IISB Schematische Darstellung der Lastspitzenreduktion

Je nach Netzentgelten (LP) und Nutzung (</>2.500 h) Amortisationszeiten von unter 5 Jahren möglich (z. B. bei RLM, >2.500 h, US MS/NS: 196 €/kW (N-ERGIE 2023))

ANWENDUNGSARTEN – BEHIND-THE-METER

Beispielhafte Darstellung zur Erzeugung einer Atypische Netznutzung nach § 19 Abs. 2 Satz 1 StromNEV

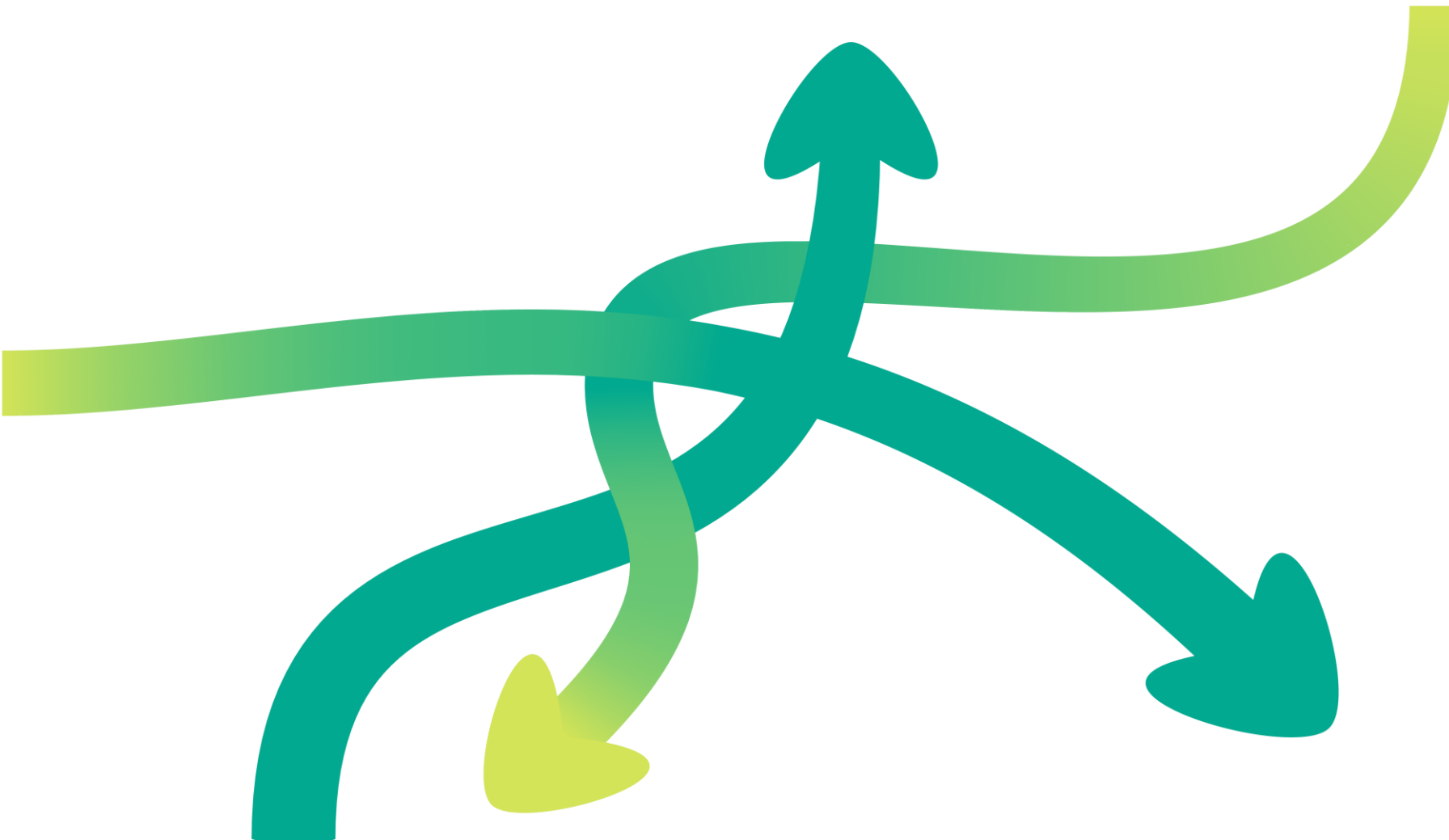


→ In dem oben dargestellten Beispiel erfolgt Wochentags zwischen 9:00 – 13:00 Uhr und 16:00 - 19:00 Uhr die Reduzierung der Lasten auf die sog. Erheblichkeitsschwelle von ca. 1 MW. Dies wird mit der Zuschaltung einer Batterie erreicht, wodurch in der Folge eine atypische Netznutzung nach §19 Abs. II Satz 1 erzeugt und die Netzentgelte reduziert werden

Zusammenfassung

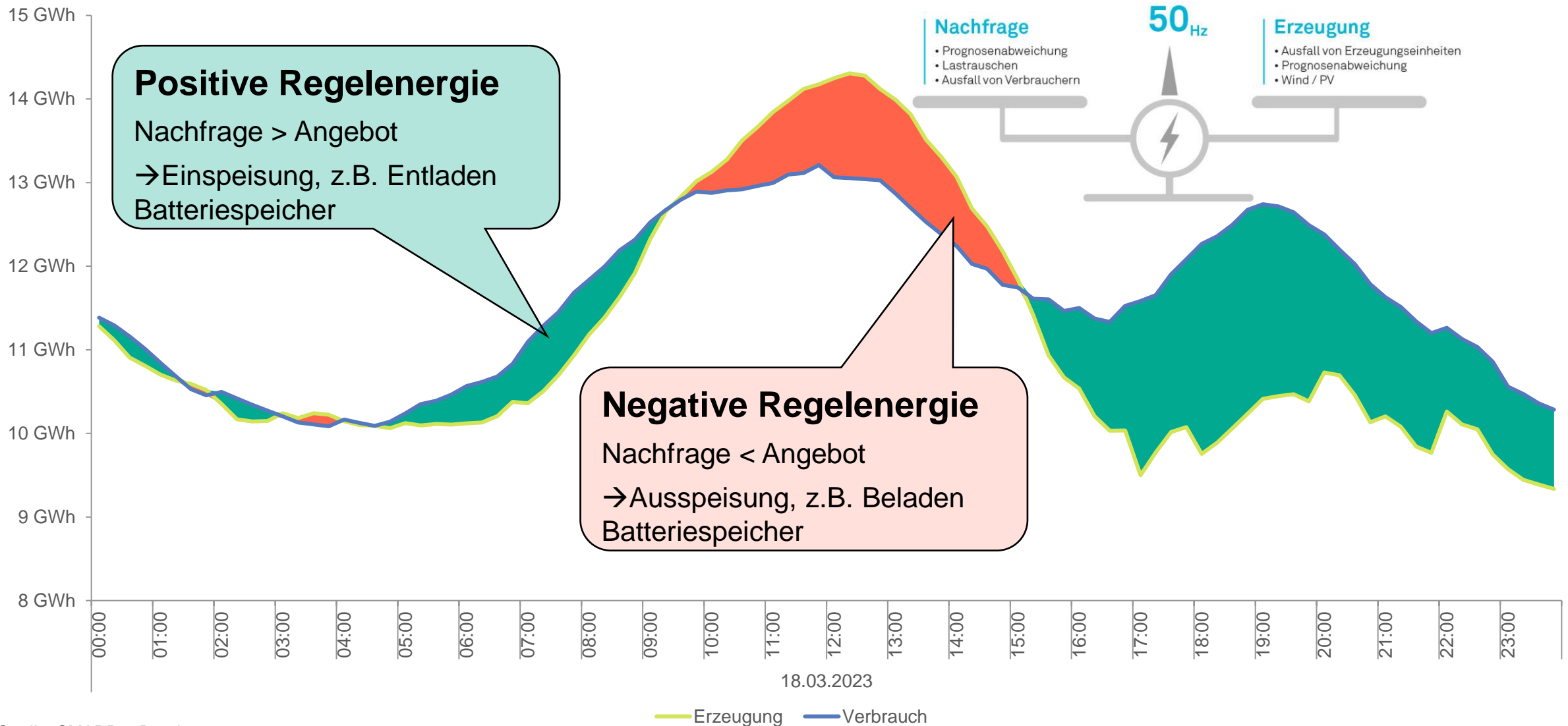
- Die Erhöhung der Eigenverbrauchsquoten ist in Zeiten hoher / steigender Strompreise eine zentrale Funktion von Batteriespeichern – insbesondere im Haushaltsbereich und Gewerbebereich.
- Die höchstbezogene Leistung (pro Jahr) kann durch einen Batteriespeicher reduziert werden, die meisten Anwendungsfälle finden sich im Gewerbe und Industriebereich. (Peakshaving)
- Insbesondere die Nutzung oder Optimierung der „Atypischen Netznutzung“ nach §19 StromNEV können durch Batteriespeicher ermöglicht werden. Zu prüfen sind hierbei die unterschiedlichen Vorgaben der atypischen Netznutzung (z.B. Erheblichkeitsschwellen) sowie die Hochlastzeitfenster der Netzbetreiber.
- Die Nutzung von Arbitragehandelsspannen und/oder Regelenergievermarktung kann eine Netzentgelt-optimierung (Peak-Shaving / §19 StromNEV) ausschließen oder erschweren.

REGELLEISTUNG



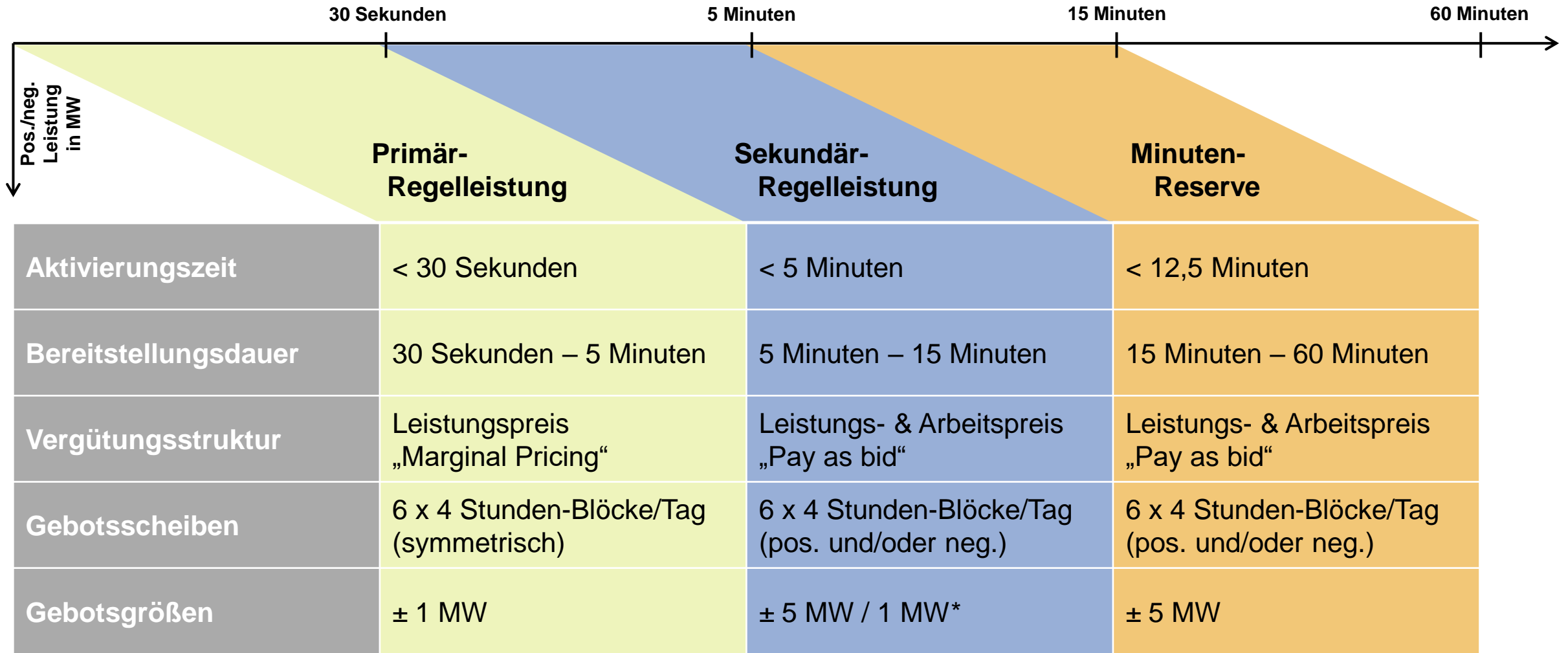
ÜBERSICHT REGELENERGIEMARK

REGELENERGIEBEDARF ENTSTEHT DURCH ABWEICHUNG VON ANGEBOT UND NACHFRAGE



ÜBERSICHT REGELENERGIEMARKT

DIE DER REGELENERGIEARTEN IM VERGLEICH

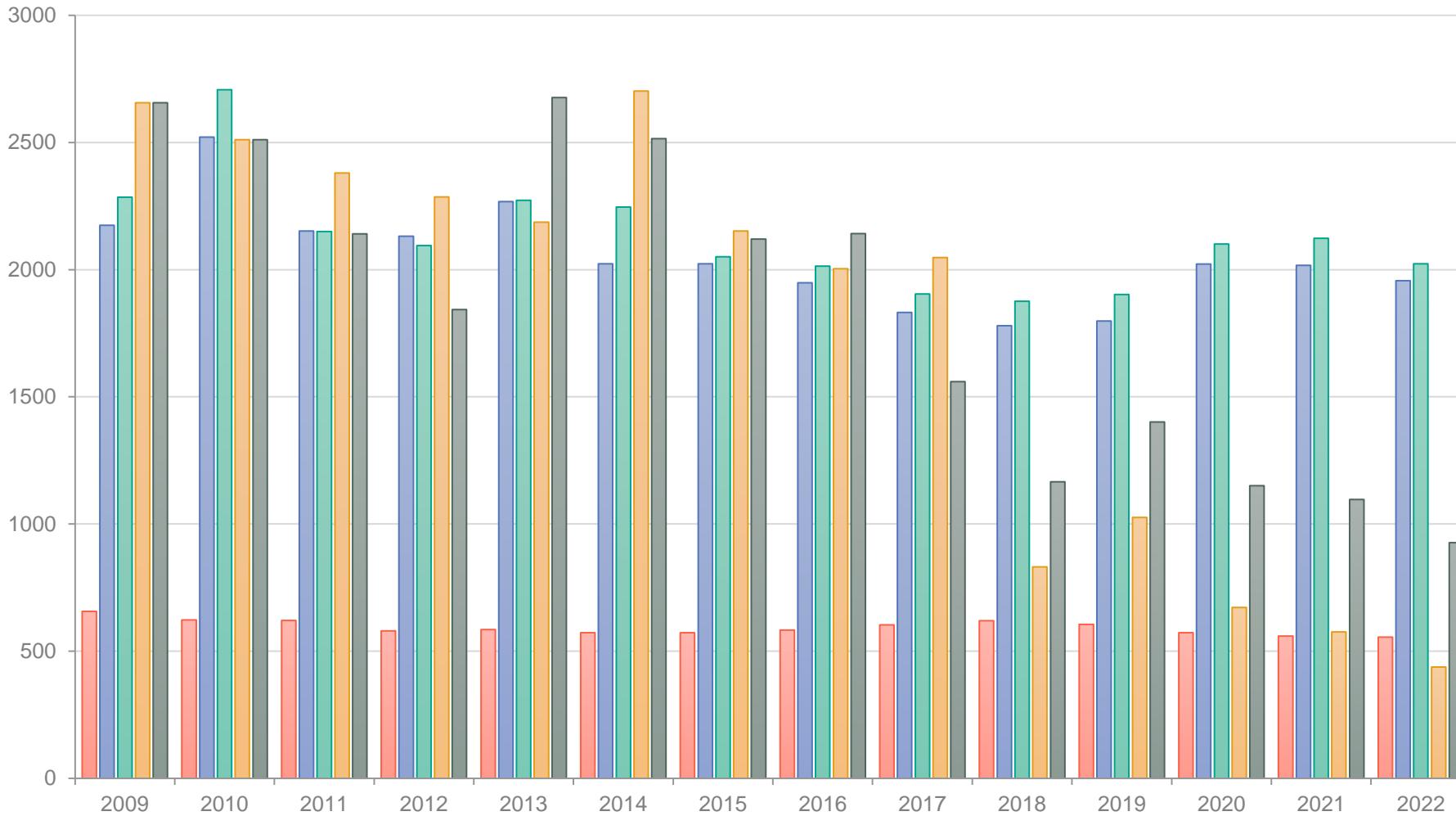


*Reduzierte Abgabemenge (in MW-Abstufungen) unter der Bedingung zulässig, dass der Anbieter nur ein negatives oder positives Angebot je Gebotsscheibe einreicht

FOKUS: ÜBERSICHT REGELENERGIEMARKT

DIE ENTWICKLUNG DER REGELENERGIEMENGEN SEIT 2009

Ausgeschriebene Regelenergie in MW



Trend

PRL

SRL negativ

SRL positiv

MRL negativ

MRL positiv

1 **Präqualifikation** beim zuständigen Übertragungsnetzbetreiber (ÜNB)

2 **Vertragsschluss** über die Bereitstellung von Primärregelleistung zwischen Anbieter und ÜNB

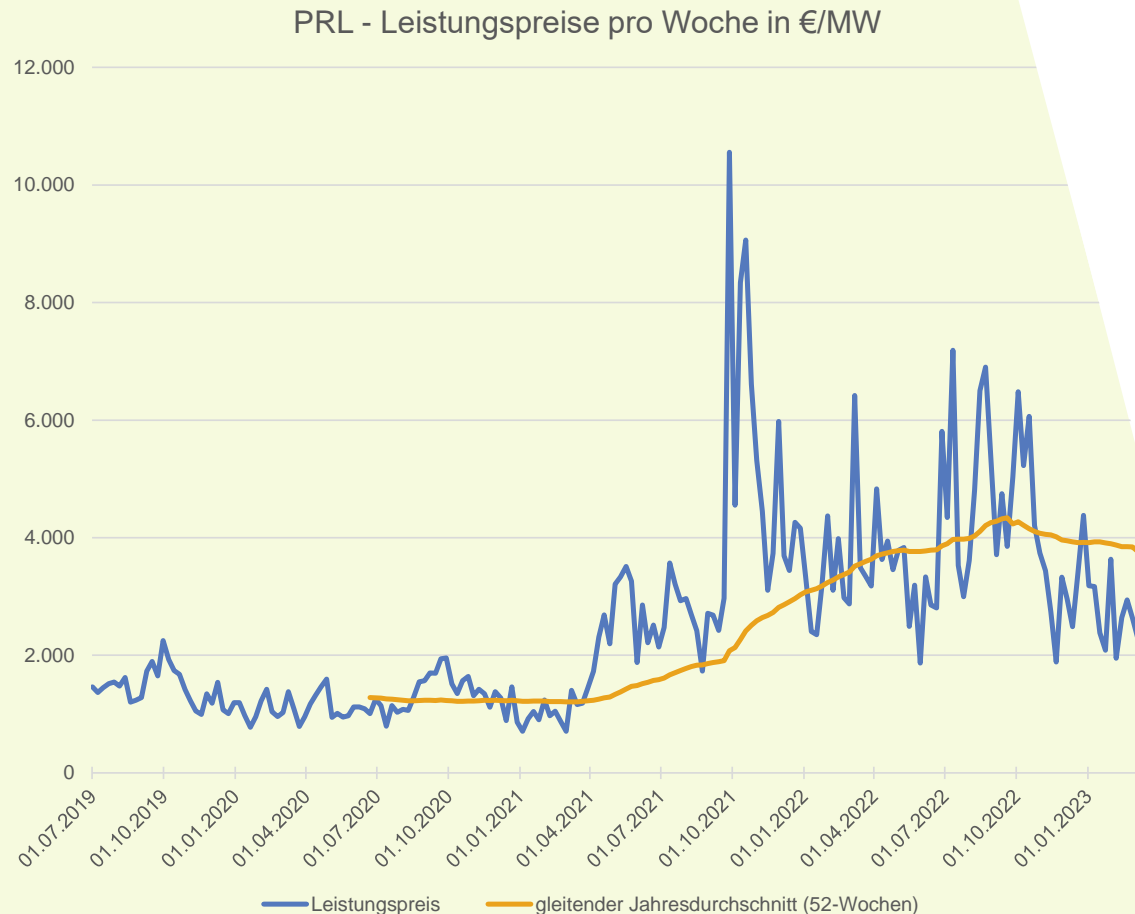
3 Entwicklung Gebotsstrategie und **Tägliche Angebotslegung** je Gebotsscheibe (4 Stunden) des Folgetages bis 08:00 Uhr

4 Bezuschlagung der Gebote nach dem „**Marginal Pricing**“ (Merit Order Modell)
→ Zuschläge bis Bedarf an Primärregelleistung gedeckt ist, Vergütung richtet sich nach dem letzten bezuschlagten Gebot.

5 Verpflichtung zur **Vorhaltung der gebotenen Regelleistungsleistung** sowie bei Bedarf automatische Aktivierung

FOKUS: ÜBERSICHT REGELENERGIEMARKT

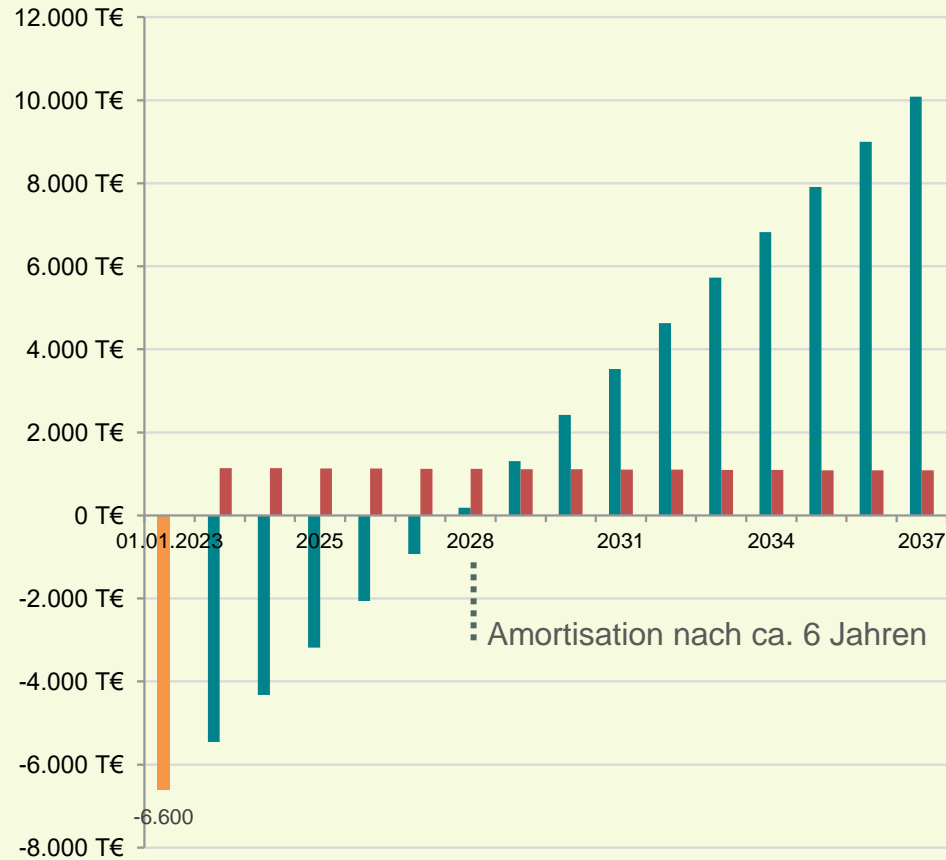
DIE ENTWICKLUNG DES LEISTUNGSPREISES IN DER PRIMÄRENERGIERESERVE



- Seit dem 01.07.2020 erfolgt eine kalendertägliche Ausschreibung in 4-Stunden-Gebotsscheiben
- In der Primärenergiereserve wird die Bereitstellung je MW vergütet, unabhängig von dem tatsächlichen Abruf. Somit gibt es im Gegensatz zur Sekundär-/Minutenregelreserve kein Arbeitspreis.
- In der Tendenz ist seit Umstellung auf die täglichen Ausschreibungen ein Anstieg des Wochen-Jahresdurchschnittes von rd. 1.280 €/MW auf über 4.330 €/MW im September 2022 zu sehen.
- In 2023 ist derzeit eine leicht sinkende Tendenz ersichtlich.



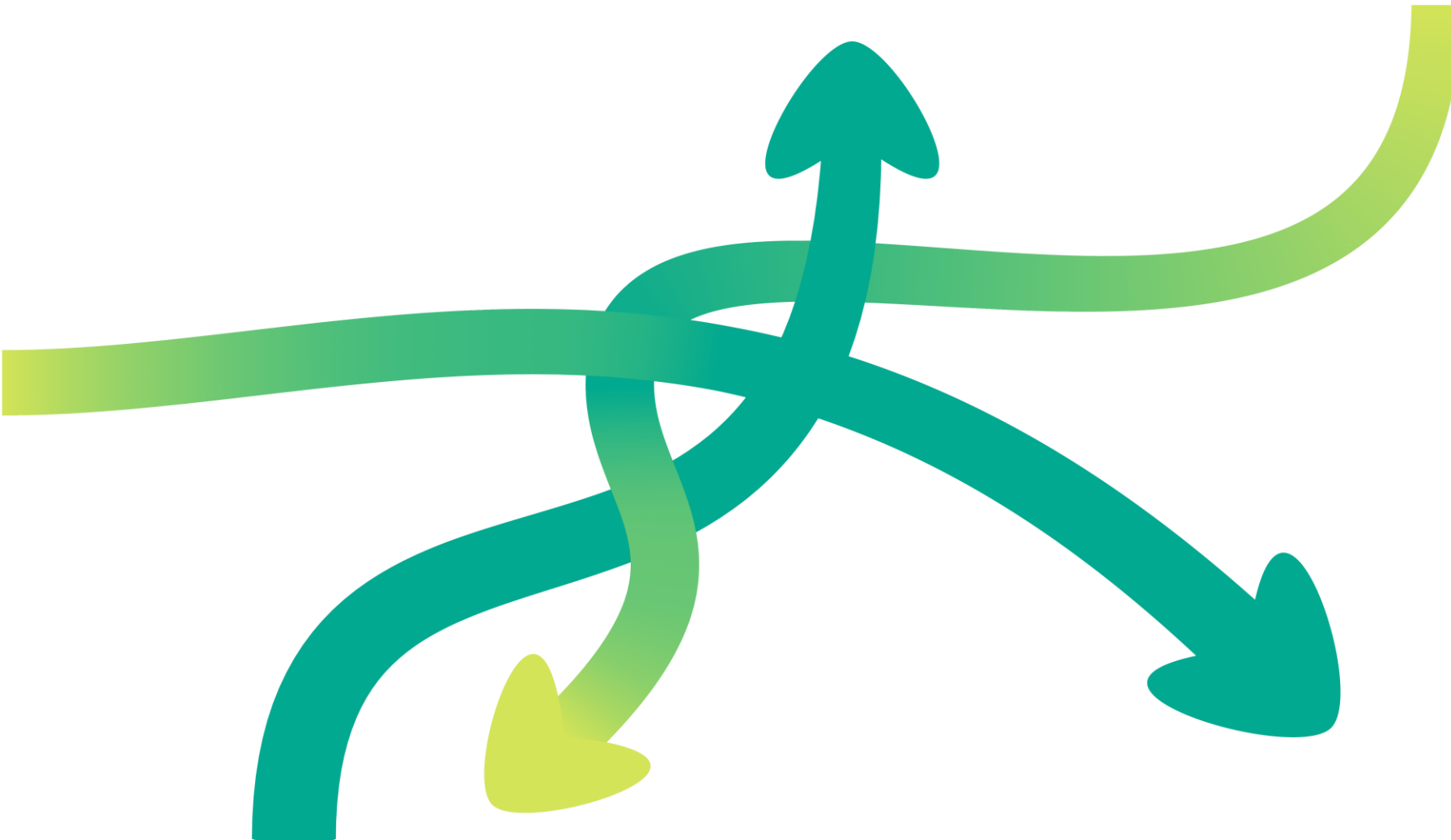
- **Reaktion** auf Frequenzabweichung innerhalb von **Millisekunden** (schneller als bei herkömmlichen Kraftwerken).
- **Exakte und feine Frequenzregelung** aufgrund kurzer Reaktionszeit bedeutet letztlich eine **höhere Netzstabilität**.
- **Emissionsfreie** Bereitstellung von Regelenergie durch **Aufnahme** (Einspeichern) **als auch Abgabe** (Ausspeichern) mit hohem **Wirkungsgrad**.
- **Gesamte Kapazität** kann in der Primärregelreserve eingesetzt werden, wodurch eine **negative Beeinflussung anderer Bereiche des bestehenden/zukünftigen Energiesystems** (z. B. erneuerbare Energien aus Photovoltaik- und Windkraftanlagen) **vermieden** werden können.



- Installierte Kapazität 10 MW
- Ausschließlicher Einsatz zur Erbringung von Primärregelenergie
- Gesamtinvestitionshöhe von rd. 6,6 Mio. €
- Eigenkapital i.H.v. 25 % der Investitionssumme
- Erlöse auf Basis der Leistungspreis-Annahme 2023 i.H.v. 162 T€/a/MW (aktuell eher 100 T€)
- Verfügbarkeit von 90% im Jahr
- Die Amortisationsdauer in dem Beispielfall liegt bei ca. 6 Jahren.

* Vereinfachte Annahmen auf Basis von Beispielprojekten

ARBITRAGE HANDEL



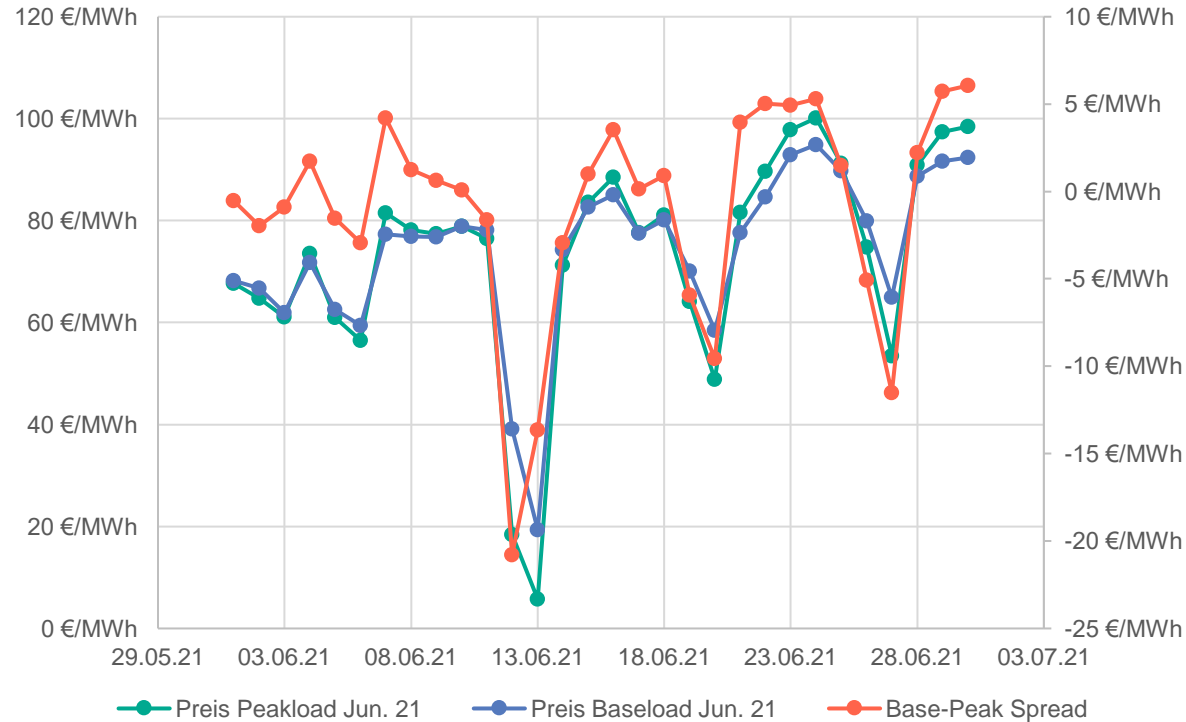
Arbitrage Handel- Erläuterung

- „Ausnutzung von Kurs- oder Preisunterschieden am Day-Ahead- und Intraday-Markt“
- Ziel ist es, Strom zu günstigen Zeiten zu kaufen, gegebenenfalls zwischenspeichern und zu Zeiten hoher Strompreise wieder zu verkaufen. Die Erlöshöhe stellt demnach das Delta zwischen dem Einkauf und dem Verkauf dar. Zu berücksichtigen sind die Kosten der Batterieladezyklen und die anfallenden Transaktions- und Transformationskosten.

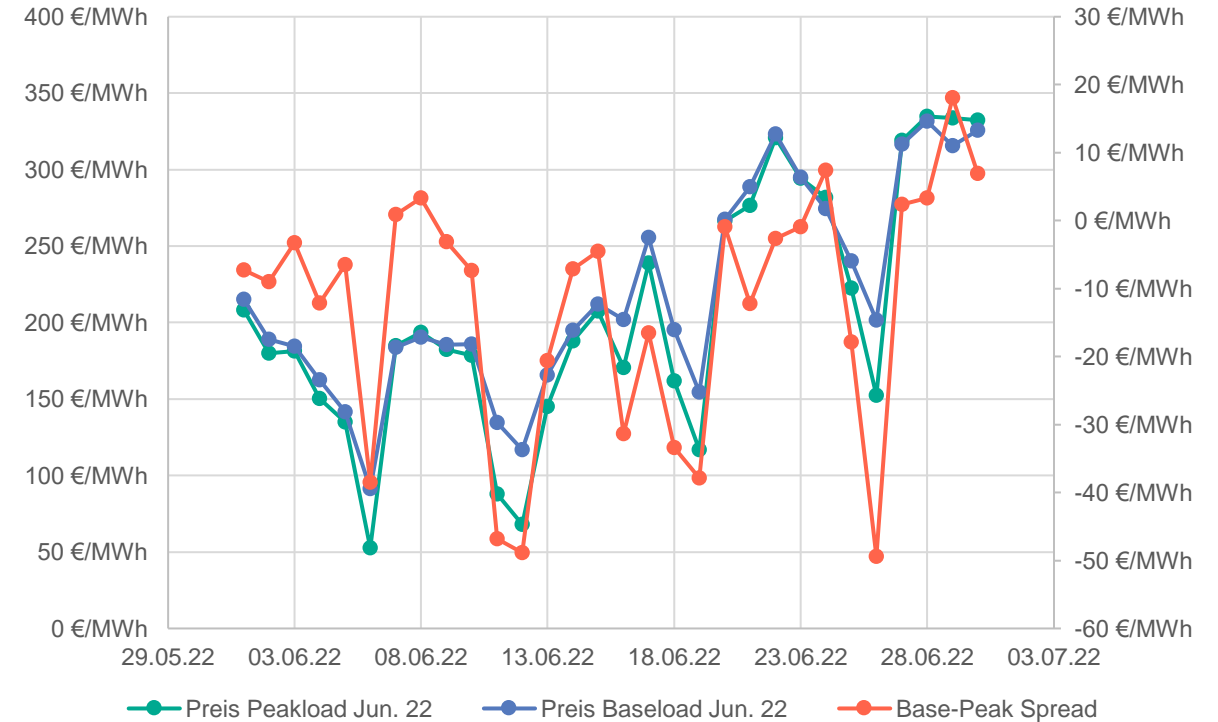
ANWENDUNGSARTEN – FRONT-OF-THE-METER

Entwicklung des Price Spreads in Juni 2021 / 2022

Base-Peak Spread Juni 2021



Base-Peak Spread Juni 2022



→ Durchschnittlicher Preisspread (absolut) **4,24 €/MWh**
 → Maximaler Preisspread (absolut) **20,77 €/MWh**

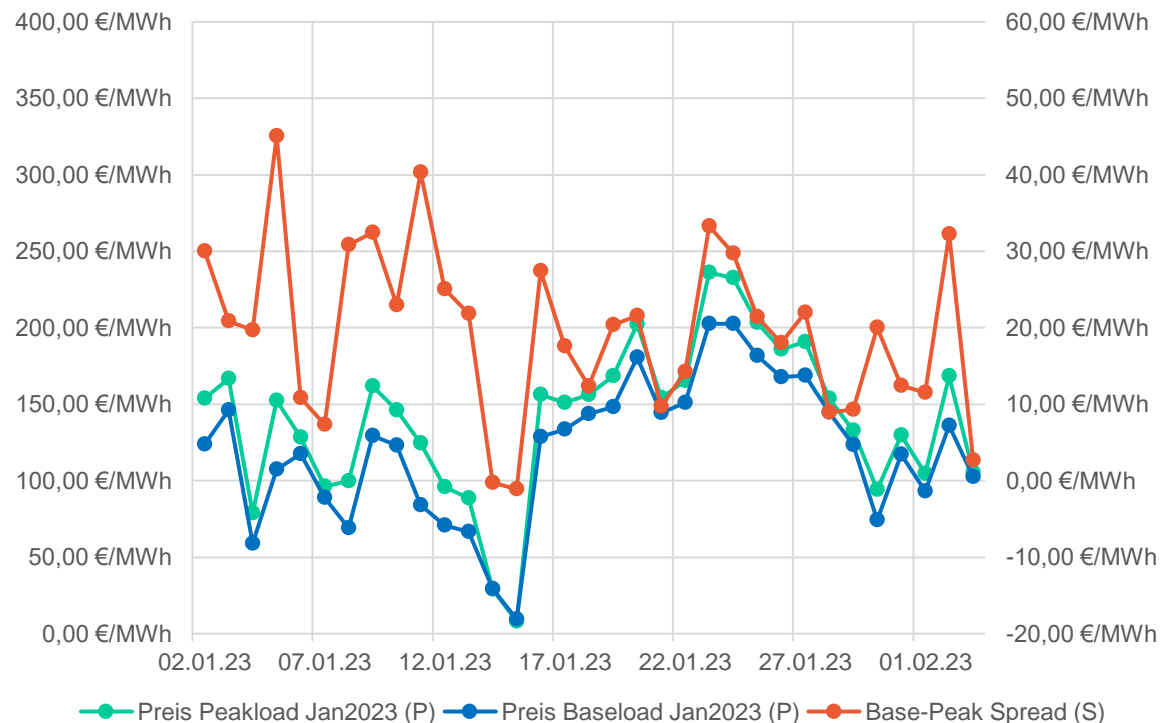
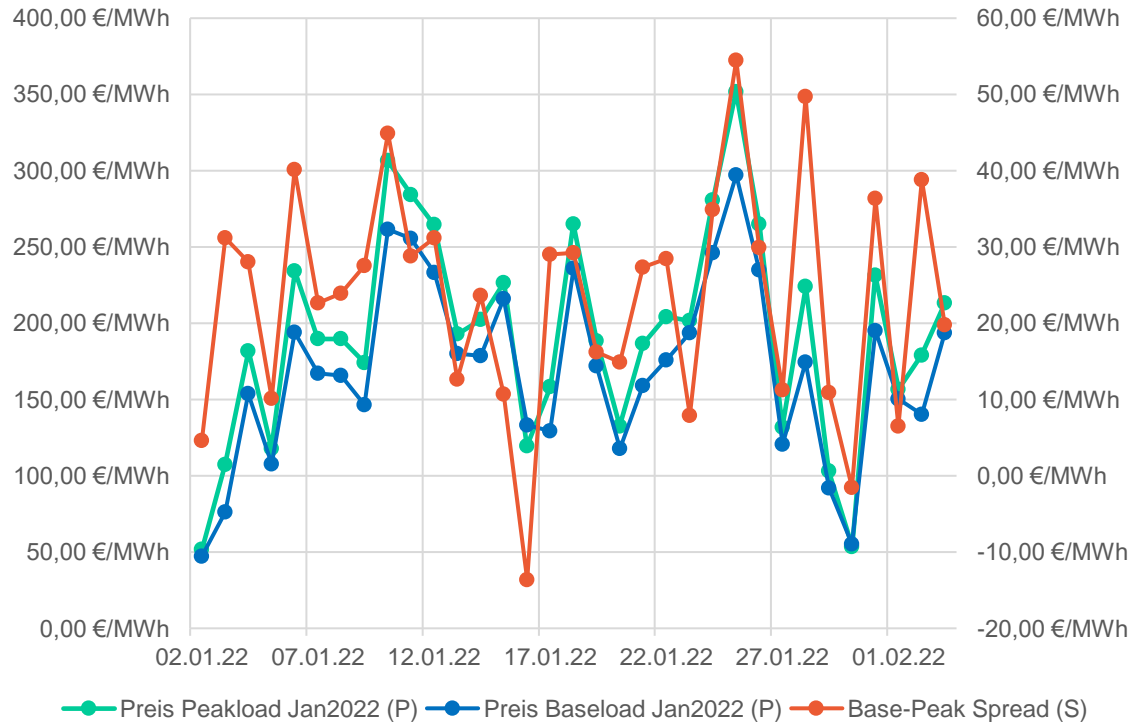
→ Durchschnittlicher Preisspread (absolut) **15,35 €/MWh**
 → Maximaler Preisspread (absolut) **49,42 €/MWh**

ANWENDUNGSARTEN – FRONT-OF-THE-METER

Entwicklung des Price Spreads in Januar 2022 / 2023

Base-Peak Spread Januar 2022

Base-Peak Spread Januar 2023

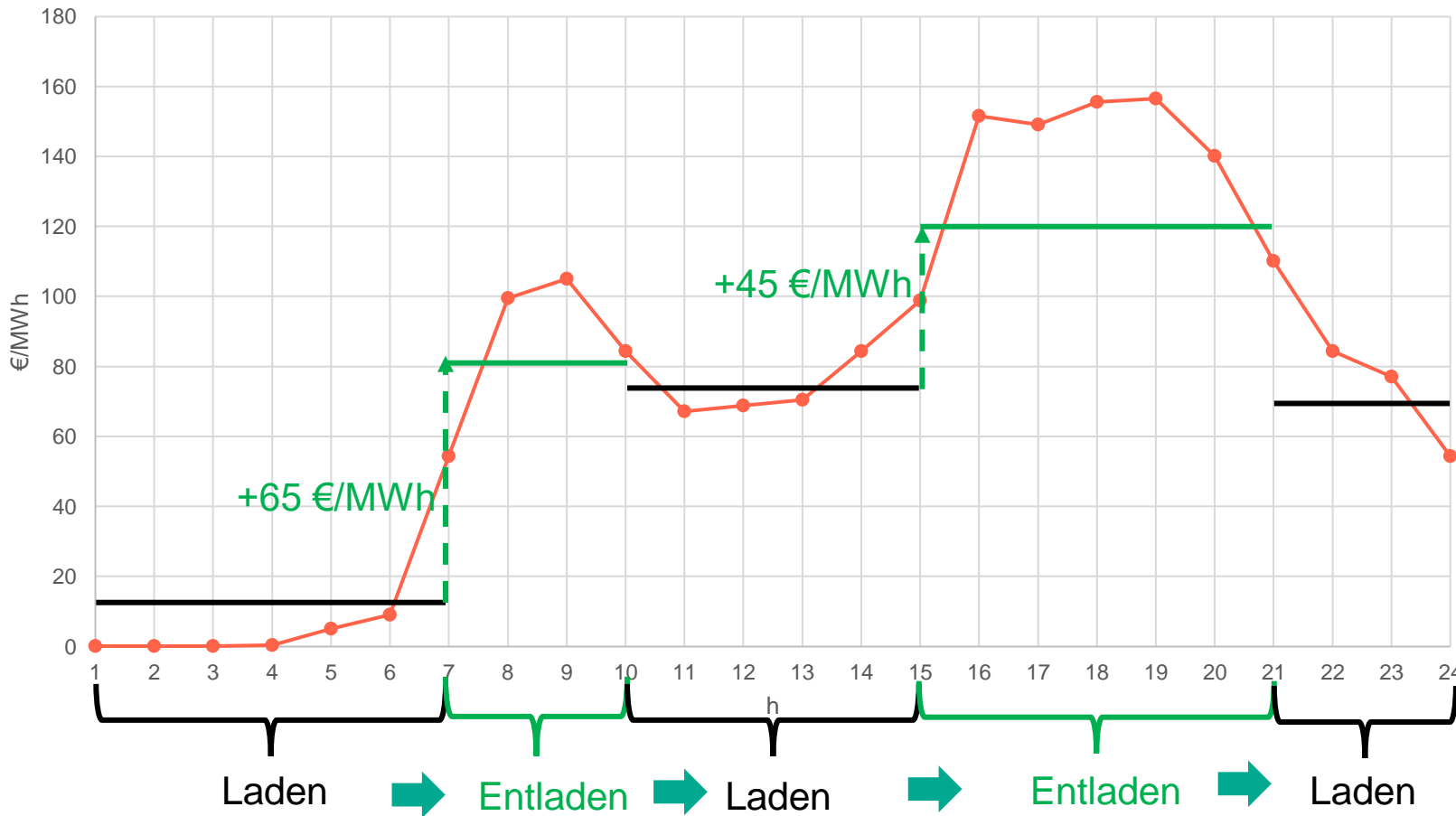


→ Durchschnittlicher Preisspread (absolut) **24,27 €/MWh**
 → Maximaler Preisspread (absolut) **54,47 €/MWh**

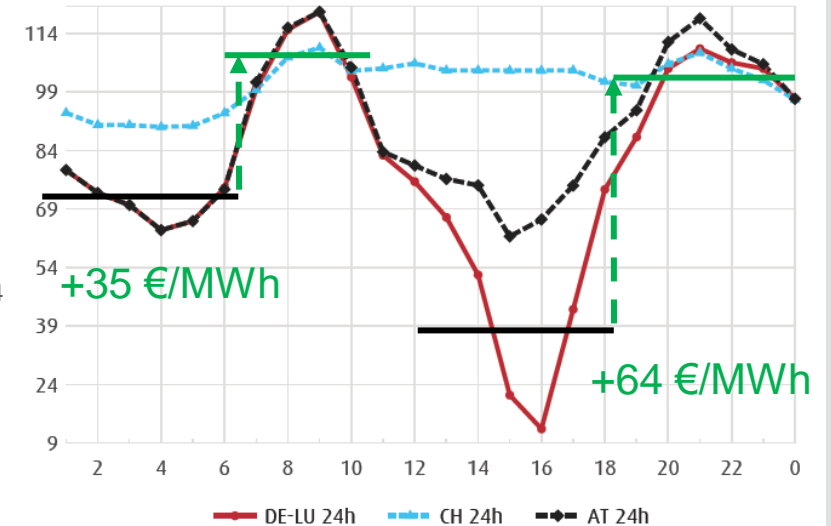
→ Durchschnittlicher Preisspread (absolut) **19,79 €/MWh**
 → Maximaler Preisspread (absolut) **45,08 €/MWh**

ANWENDUNGSARTEN – FRONT-OF-THE-METER

EPEX SPOT DE-LU (PHELIX) STUNDEN



- Base/Peak ist nur ein grober Indikator
- Intraday Auktionen je 15 min. weisen eine weitaus höhere Volatilität auf
- Volatilität bleibt trotz sinkender Preise (hier 16.05.23):

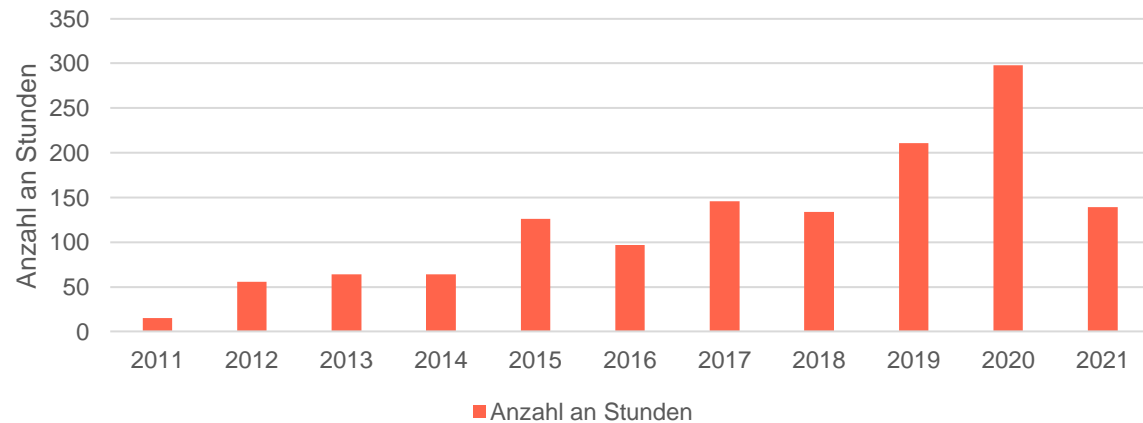


Quelle: EPEX SPOT
08.11.22

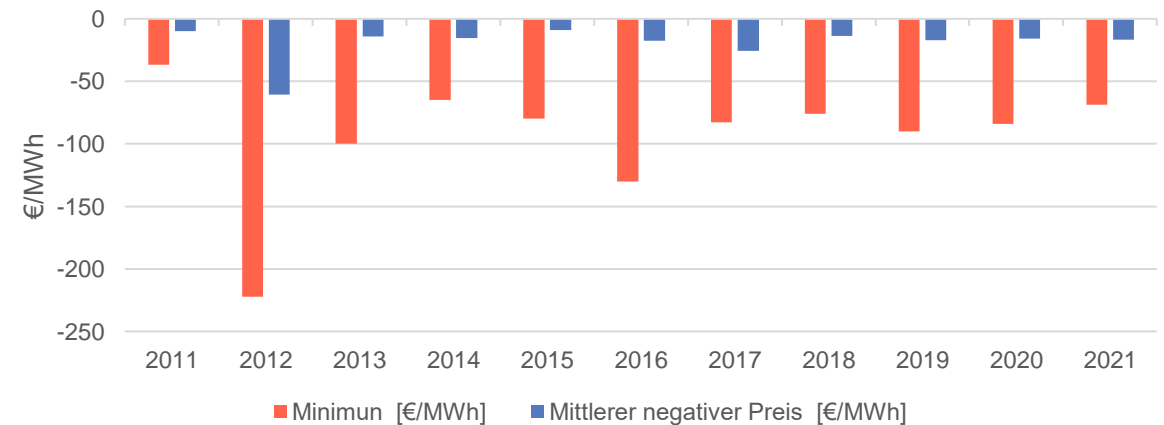
Negative Strompreise in Deutschland

- Bei Überschreitung der Stromerzeugung gegenüber dem Stromverbrauch können seit 2008 in dem Day-Ahead- und dem Intraday-Markt negative Strompreise entstehen
- Diese sind zumeist auf eine hohe Einspeisung Strom aus erneuerbaren Energien wie beispielsweise Wind- und PV-Anlagen zurückzuführen
- Entsprechend wird der Stromkauf bei negativen Strompreisen „vergütet“
- Seit der Einführung negativer Strompreise weist die Anzahl an Stunden in welchen diese auftreten eine steigende Tendenz auf. Aktuell wird jedoch davon aufgegangen, dass zukünftig trotz einer anzunehmenden Erhöhung des Anteils an erneuerbaren Energien, die Anzahl an negative Strompreisstunden abnehmen wird

Negative Strompreise in Deutschland



Negative Strompreise in Deutschland



Zusammenfassung

- Die zunehmende Volatilität und die damit zusammenhängenden hohen Preisspreads sorgen für gestiegene Erlösmöglichkeiten durch Arbitragehandel und Batteriespeicher
- Neben den Erlösen sind jedoch die Kosten ebenso zu berücksichtigen. Neben Umlagen und Netzentgelten (sofern keine Befreiung möglich ist) ist hierbei insbesondere die Alterung der Batterie zu nennen. Durch die gesteigerte Anzahl an Lade- und Entladezyklus kann die Lebensdauer merklich verkürzt werden (LCOS ca. 3-6 ct/kWh)

AGENDA

- 1 Grundsätzliches
- 2 Anwendungsformen
- 3 Technische Umsetzung
- 4 Zusammenfassung
- 5 Ansprechpartner



TECHNISCHE UMSETZUNG – VORAUSSETZUNGEN

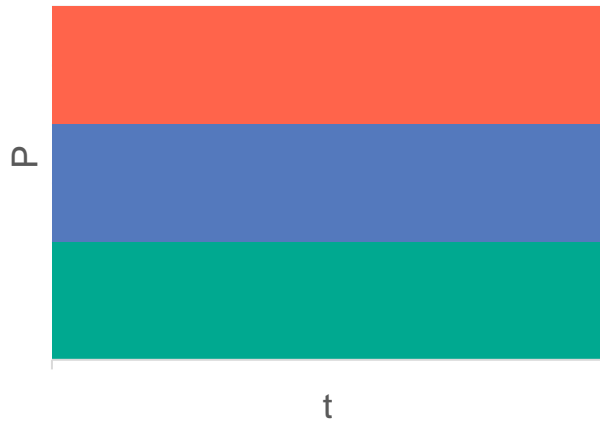
Zuweisung von:



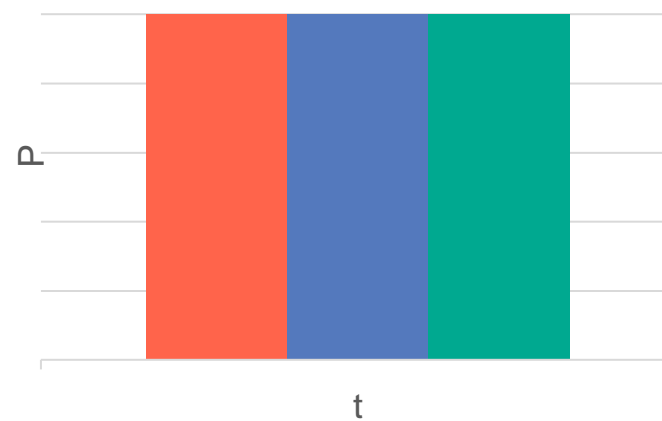
TECHNISCHE UMSETZUNG – STAFFELUNG

Es gibt 3 Arten technischer Umsetzung von Batterie Mischnutzung sequentiell, parallel und dynamisch. Der Unterschied liegt dabei in der Art und Weise wie die Anwendungen gestaffelt sind.

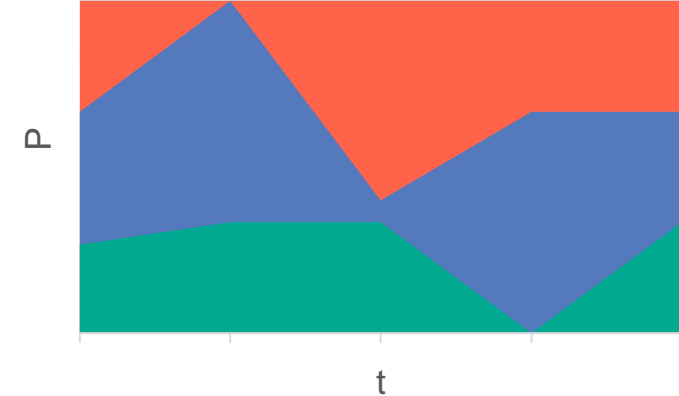
Parallel



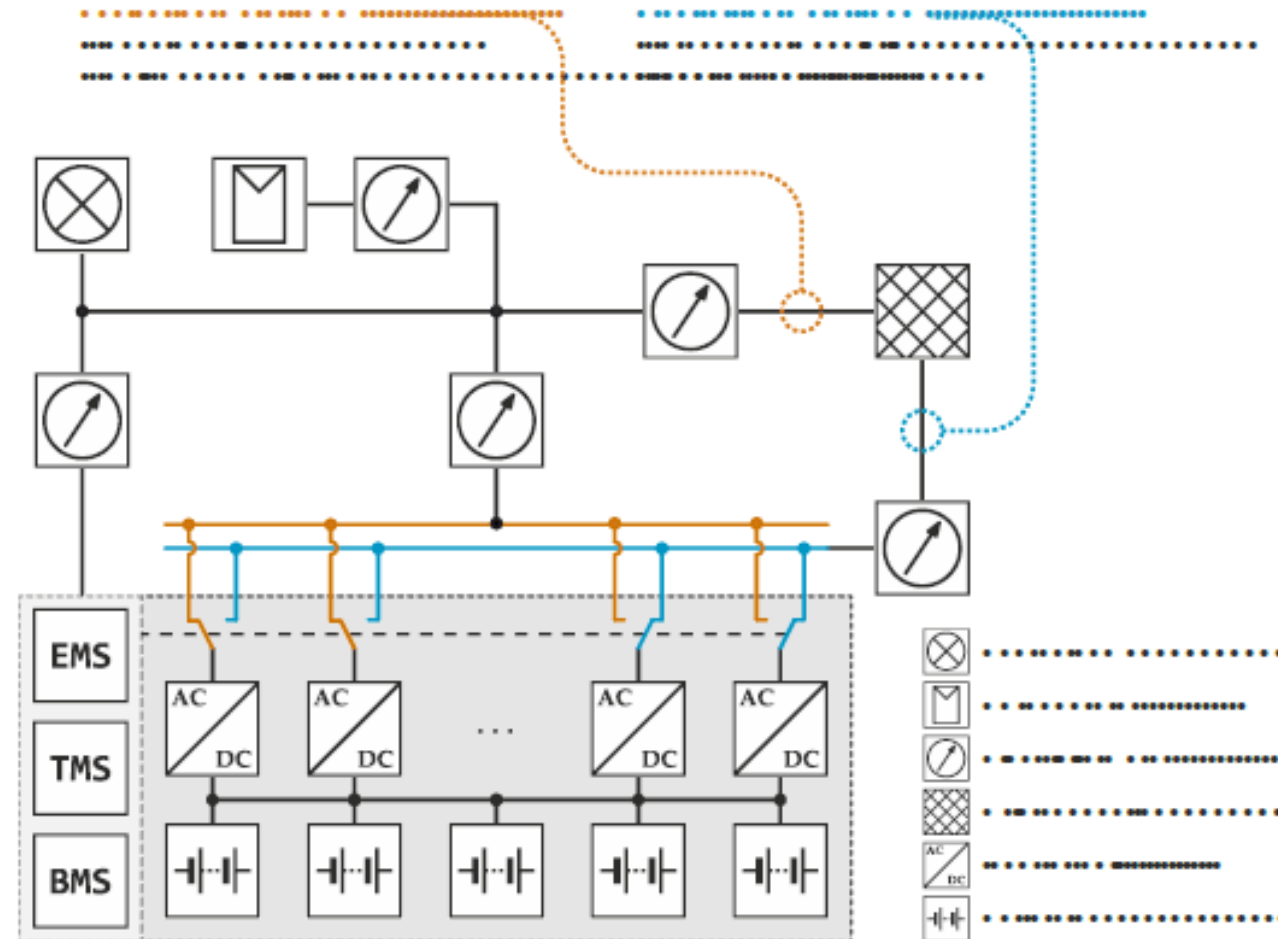
Sequentiell



Dynamisch



Multi-Use-Speicher: Umsetzung Exkurs Messtechnik



EMS: energy management system

TMS: thermal management system

BMS: battery management system

AGENDA

- 1 Grundsätzliches
- 2 Anwendungsformen
- 3 Technische Umsetzung
- 4 Zusammenfassung
- 5 Ansprechpartner



- Die **ausschließliche** Nutzung eines Batteriespeichers zur Regelenergievermarktung, Handel, Netzentgeltoptimierung **oder** Eigenverbrauchsoptimierung lohnt sich meist nur knapp (teils aktuell abweichend). → Die Kombination von Erlösströmen kann somit erhebliche Zusatzerlöse ermöglichen.
- In unserem künftigen Energiesystem sind Batteriespeicher ein integraler Bestandteil – durch die Flexibilität von Multi-Use-Konzepten kann auf dem jeweils attraktivsten Markt angeboten werden (zunehmende Preisvolatilität, technologiespezifische Kannibalisierungseffekte, steigende Netzentgelte, steigende Energiekosten)
- Die Wahl einer, oder die Kombination verschiedener Erlösoptionen ist im Einzelfall unter Berücksichtigung verschiedener Aspekte (**technisch, wirtschaftlich, rechtlich**) zu prüfen. Die sich gegenüber der Einzelnutzung ergebenden Vor- und Nachteile sind von einer Vielzahl verschiedener Faktoren abhängig und müssen Einzelfall-spezifisch untersucht werden.
- Das erforderliche Mess- und Bilanzierungskonzept muss zwingend im Vorfeld mit Messtellenbetreiber und Netzbetreiber abgestimmt werden.

AGENDA

- 1 Grundsätzliches
- 2 Anwendungsformen
- 3 Technische Umsetzung
- 4 Zusammenfassung
- 5 Ansprechpartner





Benjamin Hufnagel

Wirtschaftsingenieur (B.Eng.)
Energiewirtschaftsmanager (zert.)
Europäische Energiewirtschaft (M.A.)
Associate Partner

T +49 911 9193 3570

M +49 151 16636007

E benjamin.hufnagel@roedl.com