



# ELEKTROBUSSE IM LÄNDLICHEN RAUM

Berlin, 27. März 2023



# VLP KURZ VORGESTELLT

- Ludwigslust-Parchim, zweitgrößter Landkreis Deutschlands, nur 45 EW je km<sup>2</sup>
- 13 Betriebsstandorte auf 5.000 km<sup>2</sup> mit ca. 223.600 EW
- 300 Beschäftigte, 203 Busse, 172 Linien
- 50 Mio. Fahrplan-km p.a. einschließlich Rufbus, 8,6 Mio. km p.a. Verkehrsleistung



KOMMT GUT AN.

# AUSGANGSLAGE

AUSBAU VON ERNEUERBAREN ENERGIEN UND NETZAUSBAU



[kloth-grafikdesign.de](http://kloth-grafikdesign.de)

Von Daniela Kloth - Eigenes Werk, GFDL 1.2,  
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=80798478>

- M-V war 2013 erstes Bundesland, welches bilanziell eigenen Strombedarf aus EE selbst deckte.
- Netzausbau hinkt hinterher, Abregelung von Anlagen und Entschädigung der Betreiber belasten Kunden im örtlichen Verteilnetz.

# AUSGANGSLAGE

KREISENTWICKLUNGSKONZEPT

**KEK 2030**  
KreisEntwicklungskonzept  
LANDKREIS LUDWIGSLUST-PARCHIM



- KEK 2030: Landkreis will bis 2035 seinen eigenen CO<sub>2</sub>-Ausstoß um 55 % reduzieren
- Kommunale Busflotte verursacht ca. 50 % der eigenen THG-Emissionen von Geschäftsbetrieb, Liegenschaften und Fuhrparken des Landkreises

# FÖRDERBESCHEIDE IN ERHEBLICHER HÖHE

 Bundesministerium  
für Umwelt, Naturschutz  
und nukleare Sicherheit

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit, 11055 Berlin

HAUSANSCHRIFT Stressemannstraße 128 - 130, 10117 Berlin  
POSTANSCHRIFT 11055 Berlin

Verkehrsgesellschaft Ludwigslust-Parchim mbH  
Bahnhofstr. 125  
19230 Hagenow

TEL +49 (0)3018 - 305 - 0 (Zentrale)  
FAX +49 (0)3018 - 305 - 4375 (Zentrale)

GZ 16EBS2006B - 42209/2.3 - IGI6  
GZ bitte stets angeben.

HOMEPAGE [www.bmu.bund.de](http://www.bmu.bund.de)

DATUM Berlin, 06.12.2019

**Zuwendungsbescheid**

Zuwendung im Rahmen der Richtlinie zur Förderung der Anschaffung von Elektrobussen im öffentlichen Personennahverkehr vom 5. März 2018 des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) aus dem Sondervermögen des „Energie- und Klimafonds“ (EKF), Kapitel 6092, Titel 68304, Haushaltsjahr 2019, für das Vorhaben:

„Verbundprojekt: Klimaschutz, Luftschadstoff- und Lärmreduktion im Regional- und Stadtverkehr in Mecklenburg-Vorpommern; KLL-MV“

Ausführende Stelle: Verkehrsgesellschaft Ludwigslust-Parchim mbH  
Förderkennzeichen: 16EBS2006B

Ihr Antrag vom: 19.09.2019  
Mit Ergänzungen vom: 22.10.2019, 08.11.2019

 LANDES  
FÖRDER  
INSTITUT  
Mecklenburg-Vorpommern

Förderbereich Infrastruktur

VLP  
Verkehrsgesellschaft Ludwigslust-Parchim mbH  
Bahnhofstraße 125  
19230 Hagenow

IHRE NACHRICHT  
UNSER ZEICHEN  
(BITTE AUSFÜHREN)  
ANSPRECHPARTNER  
TEL.  
FAX  
MAIL  
DATUM

ÖPNV-19-0047  
Henrike Backhaus  
0385 6363-1497  
0385 6363-1499  
Henrike.Backhaus@lfv-mv.de  
30. März 2020

**Z u e n d u n g s b e s c h e i d**

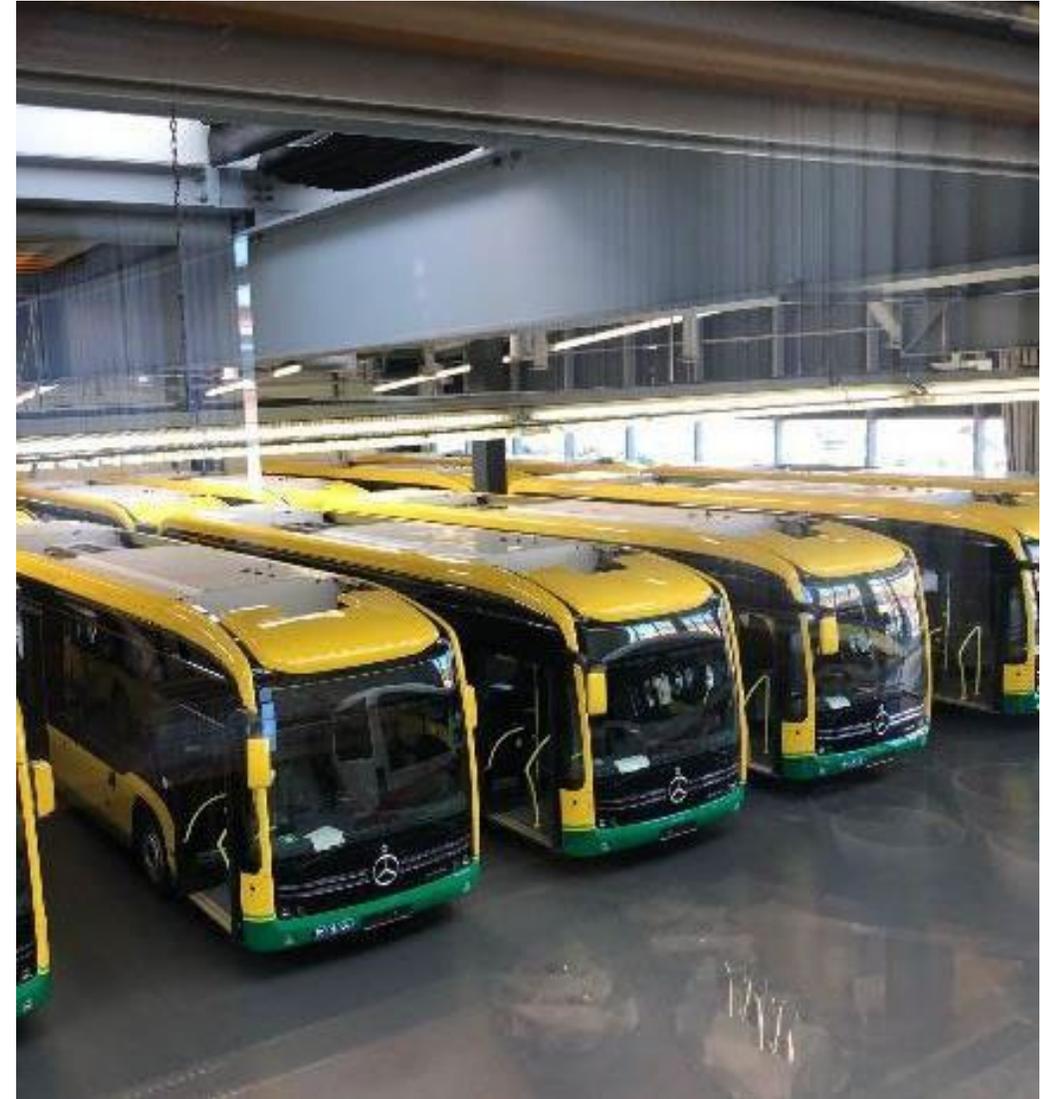
Gewährung einer Zuwendung des Landes Mecklenburg-Vorpommern für Investitionen und Maßnahmen im öffentlichen Personennahverkehr aus Mitteln des "Europäischen Fonds für regionale Entwicklung" (EFRE) gemäß der Förderrichtlinie

Aktenzeichen: ÖPNV-19-0047  
Vorhaben: Schaffung der Netzanschlüsse für die Ladeinfrastruktur der VLP-Betriebshöfe und Ergänzung des Rechnergestützten Betriebsleitsystems (RBL) der VLP um ein Betriebshofmanagementsystem mit Elektrobustionalitäten

- Zuwendungsbescheid des Bundes über 17 Mio. Euro
- Zuwendungsbescheid des Landes (EFRE-Mittel) über 2,67 Mio. €
- Zuwendungsbescheid des Landes über 167 T€

# FAHRZEUGE - BESCHAFFUNG

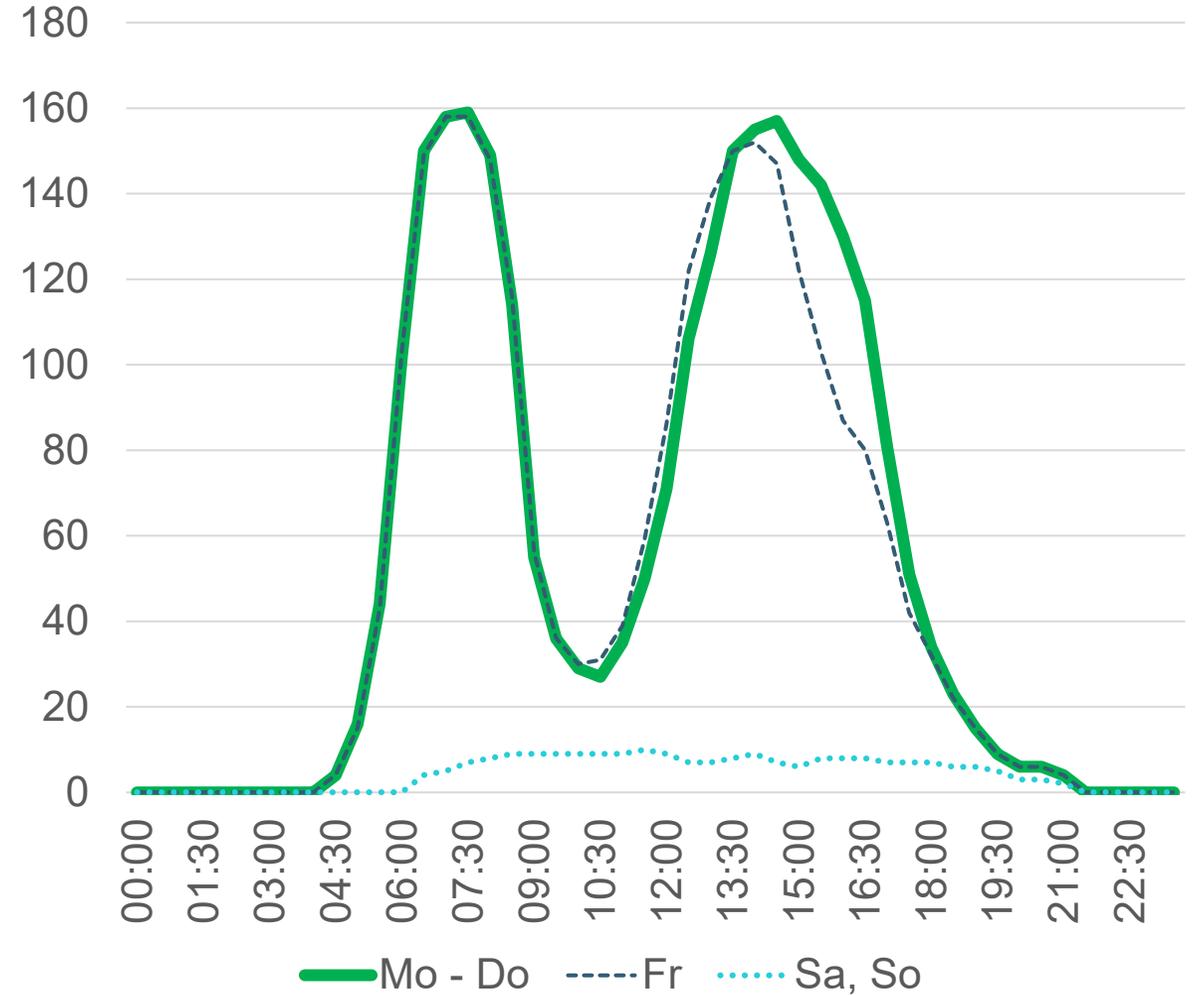
- 45 eCitaro - 22 % der Flotte
- Feststoffbatterien (Lithium-Eisenphosphat) 378 kWh
- elektrische CO<sub>2</sub>-Wärmepumpe
- 200 km Mindestreichweite garantiert auch bei winterlichen Extrembedingungen von -15 °C



# FAHRZEUGE - EINSATZ

- typischer Dienst „Schülerlinienverkehr“:
- ca. 90 km vormittags
- 3 bis 4 Stunden Dienstunterbrechung
- ca. 130 km nachmittags

Tagesganglinie Busse im Verkehr

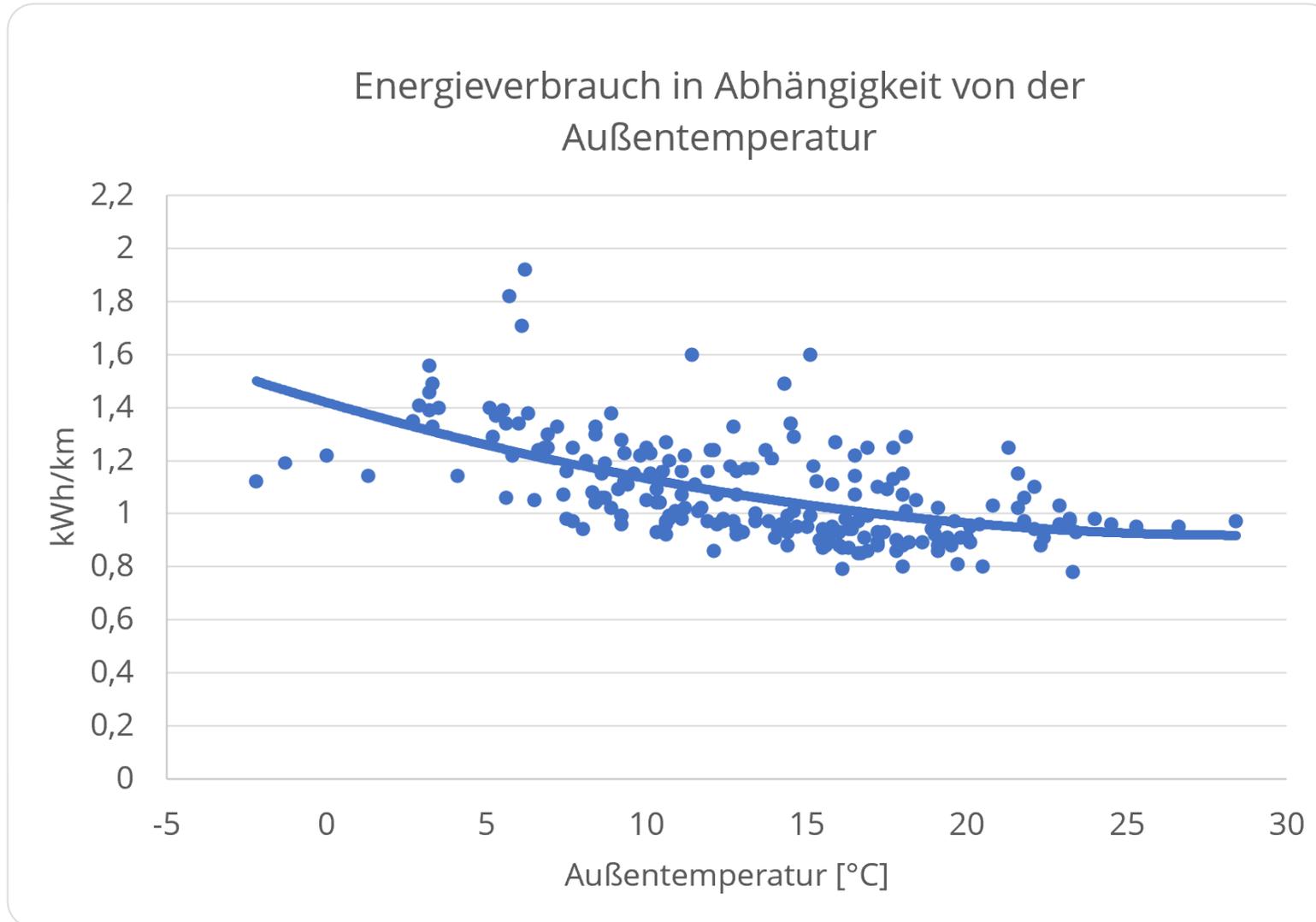


## FAHRZEUGE - INNEN

- Linienverkehr mit Schülern bestimmt die Anforderungen:
- 2 Türen
- maximale Anzahl an Sitzplätzen
- alle Sitze begurtet



# FAHRZEUGE - FAHRSTROM



- Regionalverkehr
- 40 km/h Durchschnittsgeschwindigkeit
- durchschnittlich 3 km Haltestellenabstand
- „plattes Land“

# FAHRZEUGE - AKKUHEIZUNG



- Lithium-Eisenphosphat-Batterien weisen eine höhere Zyklenfestigkeit als herkömmliche Lithium-Ionen-Batterien auf.
- Aber:  
Ladeleistung ist auf 80 kW begrenzt.
- Aber:  
Batterien müssen im Depot konstant auf eine Temperatur von 80 °C geheizt werden. Je nach Außentemperatur sind 2 bis 4 kW Leistung notwendig.

# NETZANSCHLUSS

- Netzausbau ist getrieben vom Ausbau der Erneuerbaren Energien
- Anschlussleistung Bushof ist kleiner als Leistung einer einzelnen WEA
- Netzanschluss im ländlichen Raum ist kein Problem



# NETZANSCHLUSS

- Netzanschluss ist ausgelegt für alle 203 Fahrzeuge
- alle 12 Standorte in M-V mit jeweils 630 bis 2.000 kVA angeschlossen
- 7 Netzbetreiber!



# LADEINFRASTRUKTUR

- Busse stehen auf festen Stellplätzen in Carports
- Betriebshofmanagement und Brandschutz leicht umsetzbar



# LADEINFRASTRUKTUR

- eCharger mit 600 kW für bis zu 12 Ladepunkte



# LADEINFRASTRUKTUR

- Doppelladesäulen oder Wallboxen mit maximal 2 x 55 kW oder 110 kW
- Ladeleistung selten über 37 kW

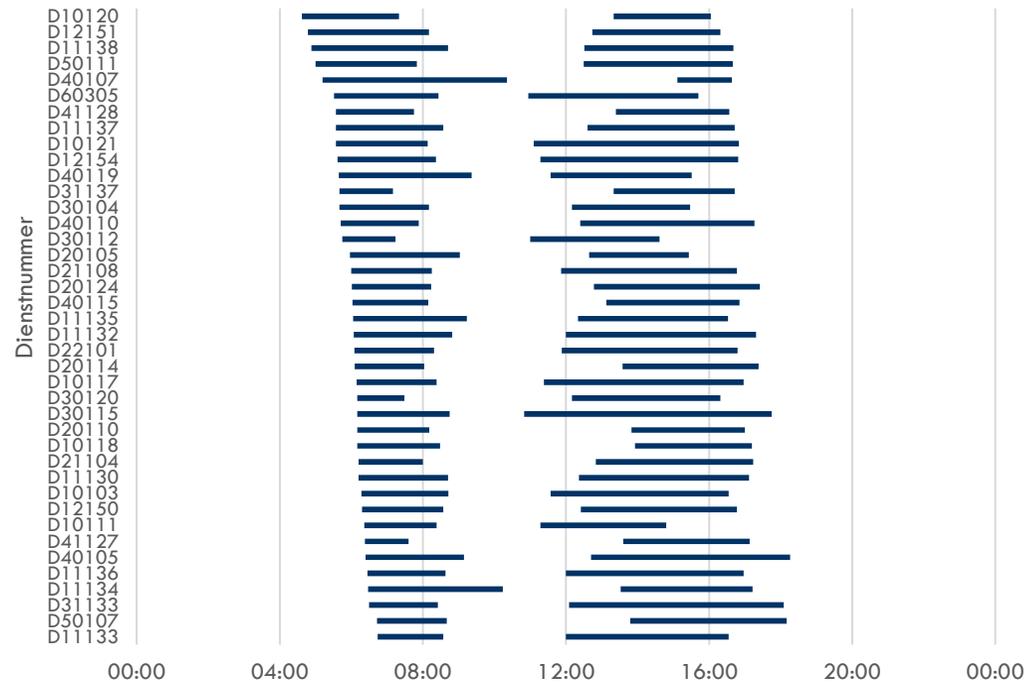


# WERKSTATT AUSSTATTUNG



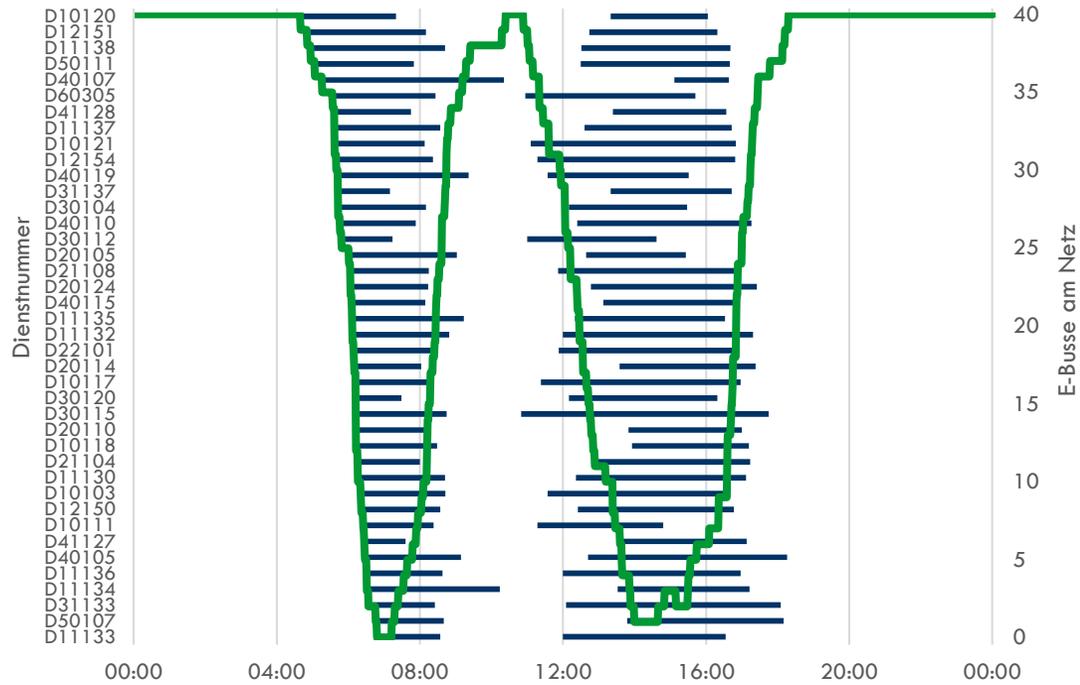
# DIENSTSCHICHTEN

Dienstschichten im geteilten Dienst

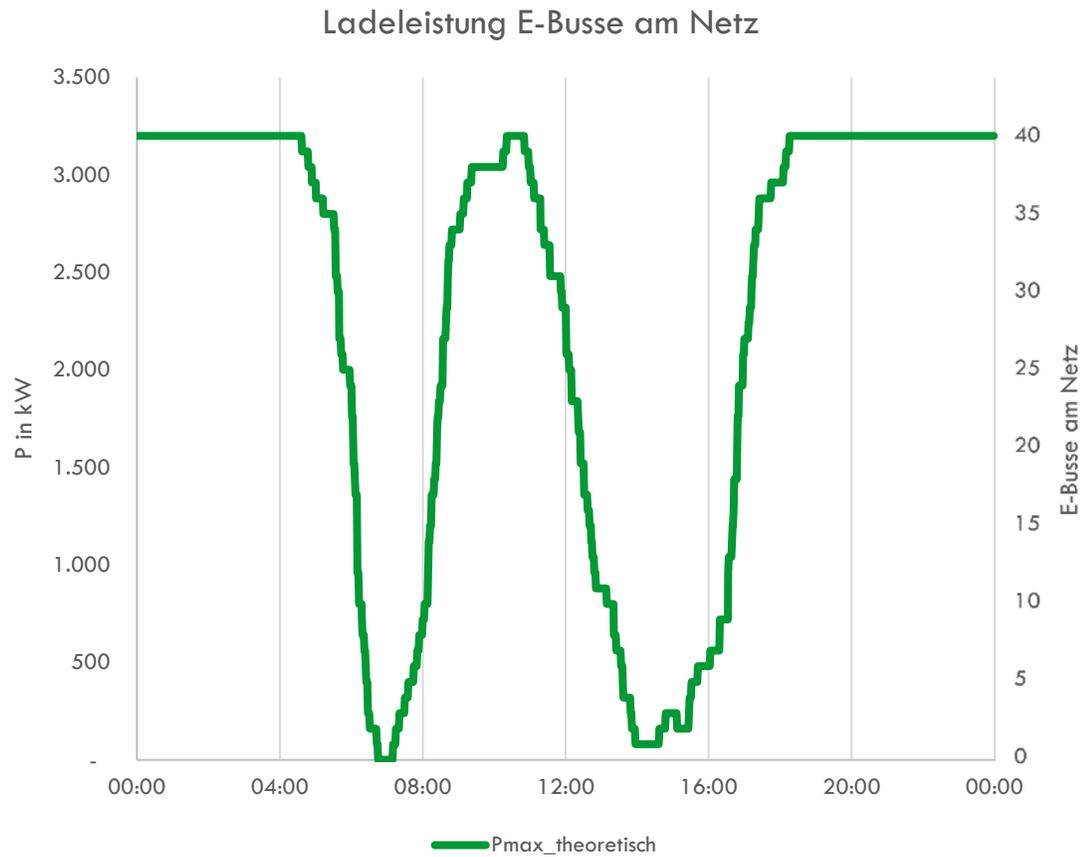


# BUSSE AM NETZ

Dienstschichten im geteilten Dienst, E-Busse am Netz

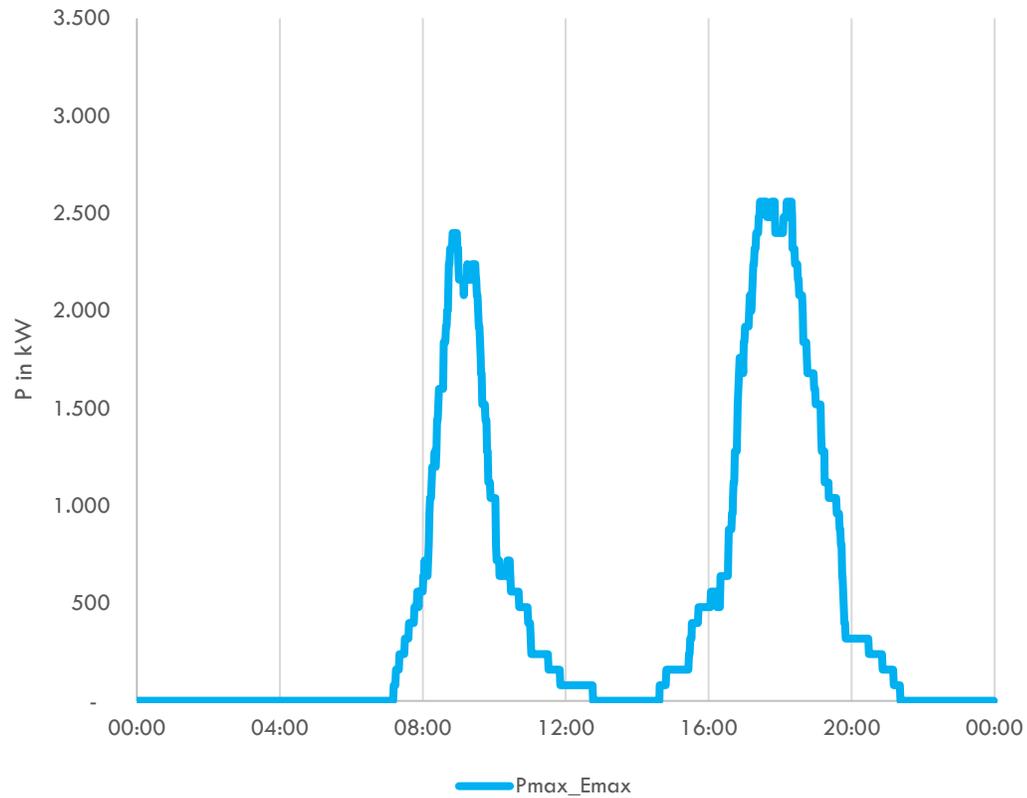


# LADELEISTUNG BUSSE AM NETZ

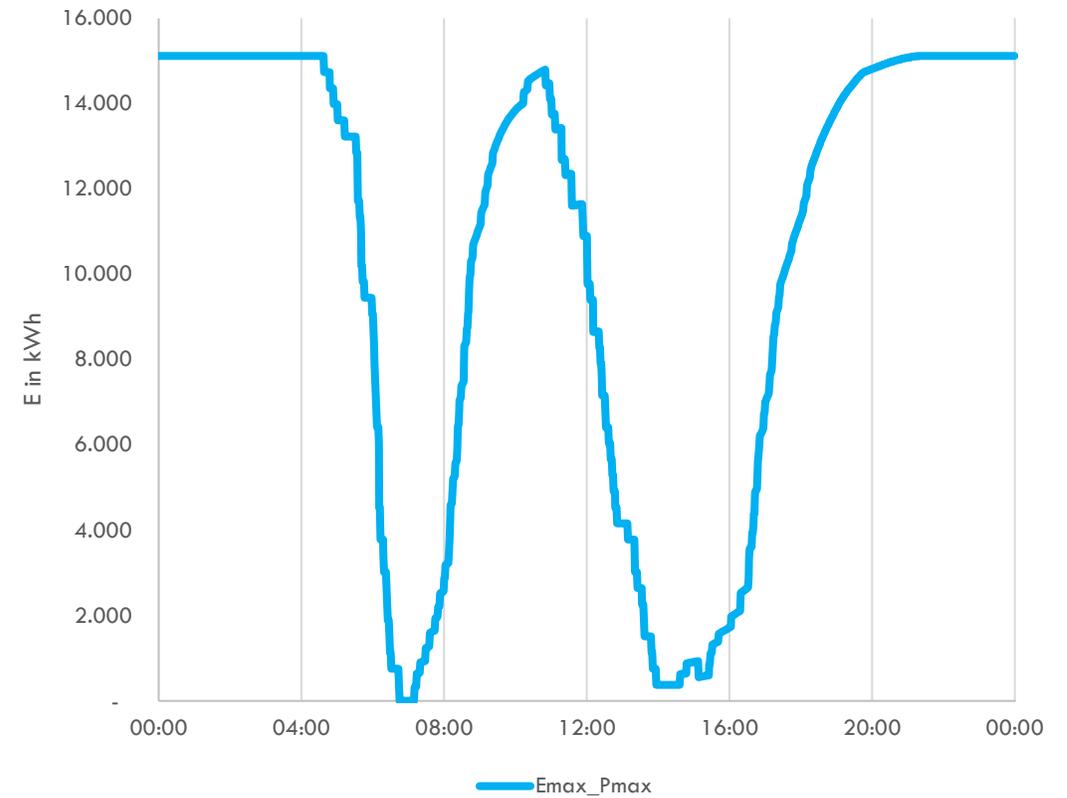


# FALL 1: HOHE LEISTUNG, UNGESTEUEERTES LADEN

Ladeleistung E-Busse am Netz

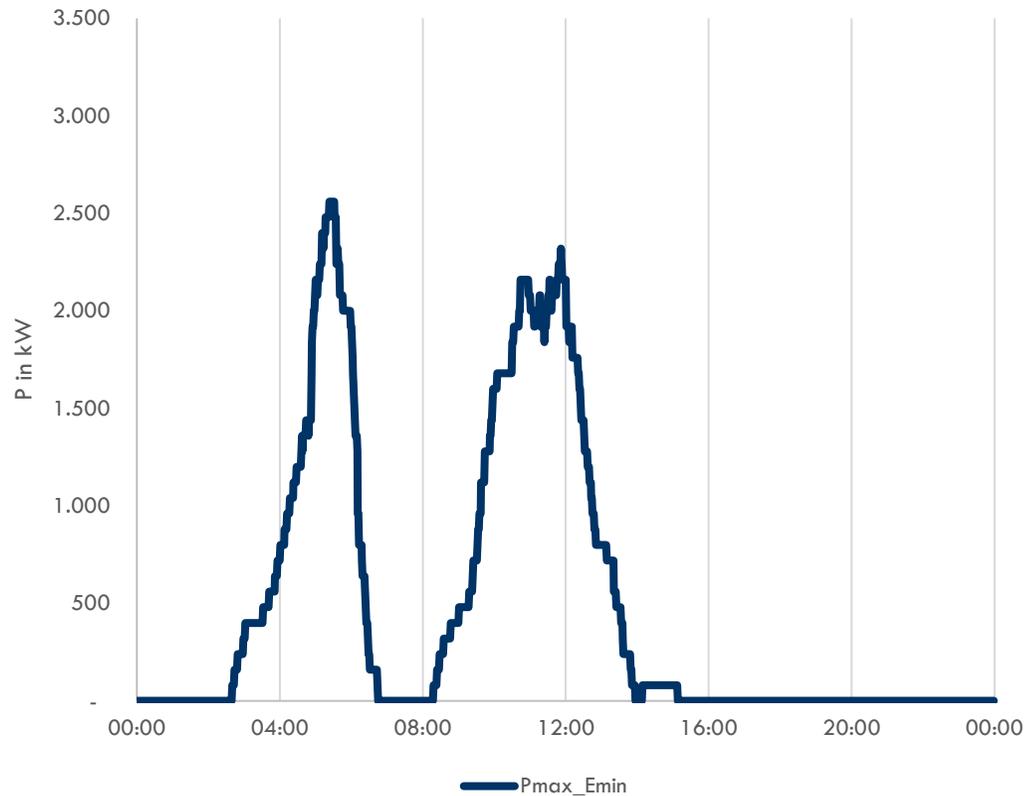


Energie in E-Bussen am Netz

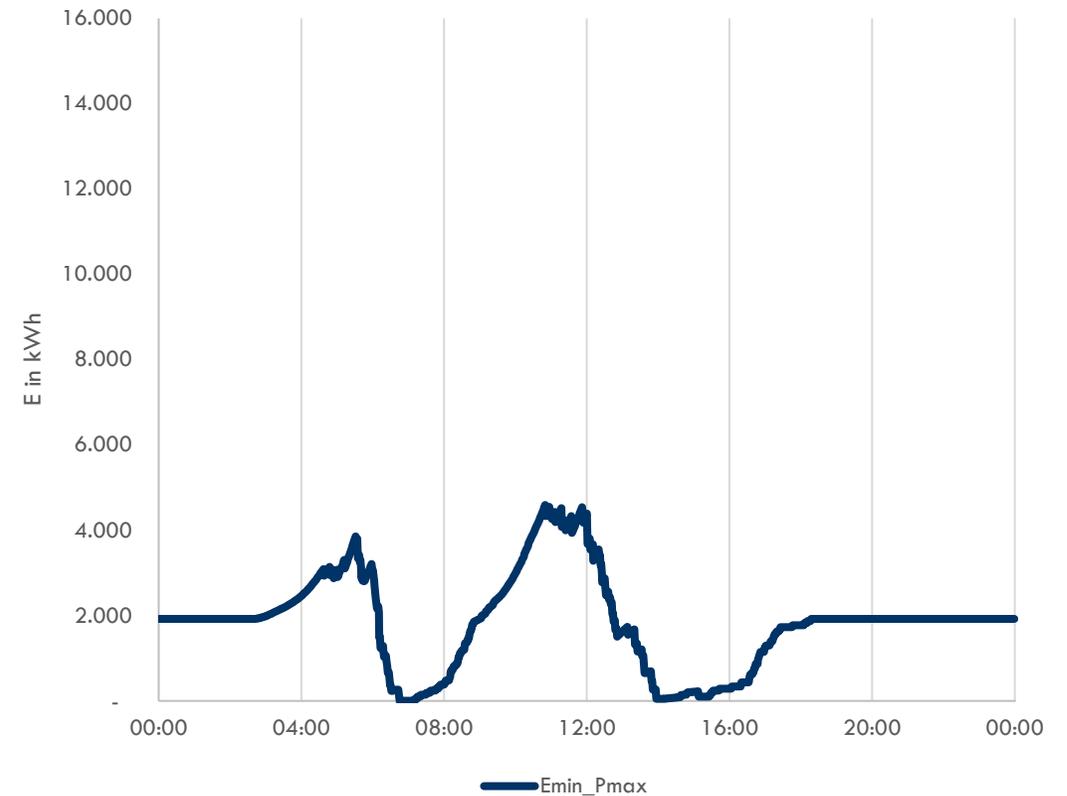


# FALL 2: HOHE LEISTUNG, NIEDRIGSTE ENERGIE IM AKKU

Ladeleistung E-Busse am Netz

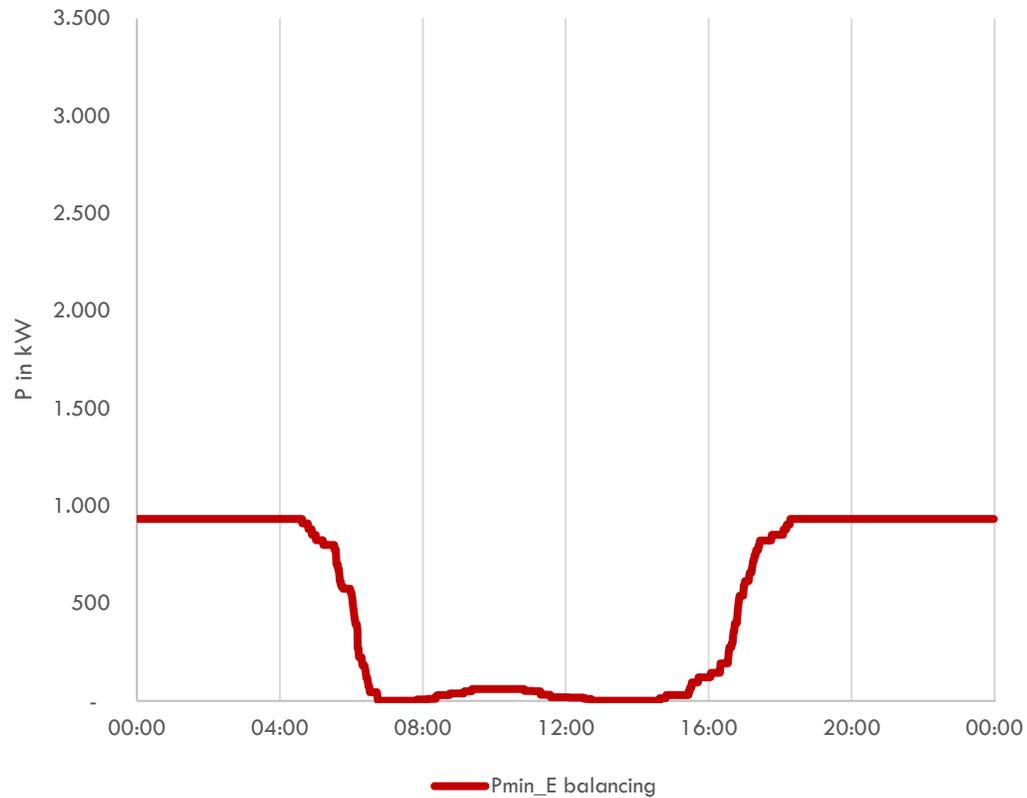


Energie in E-Bussen am Netz

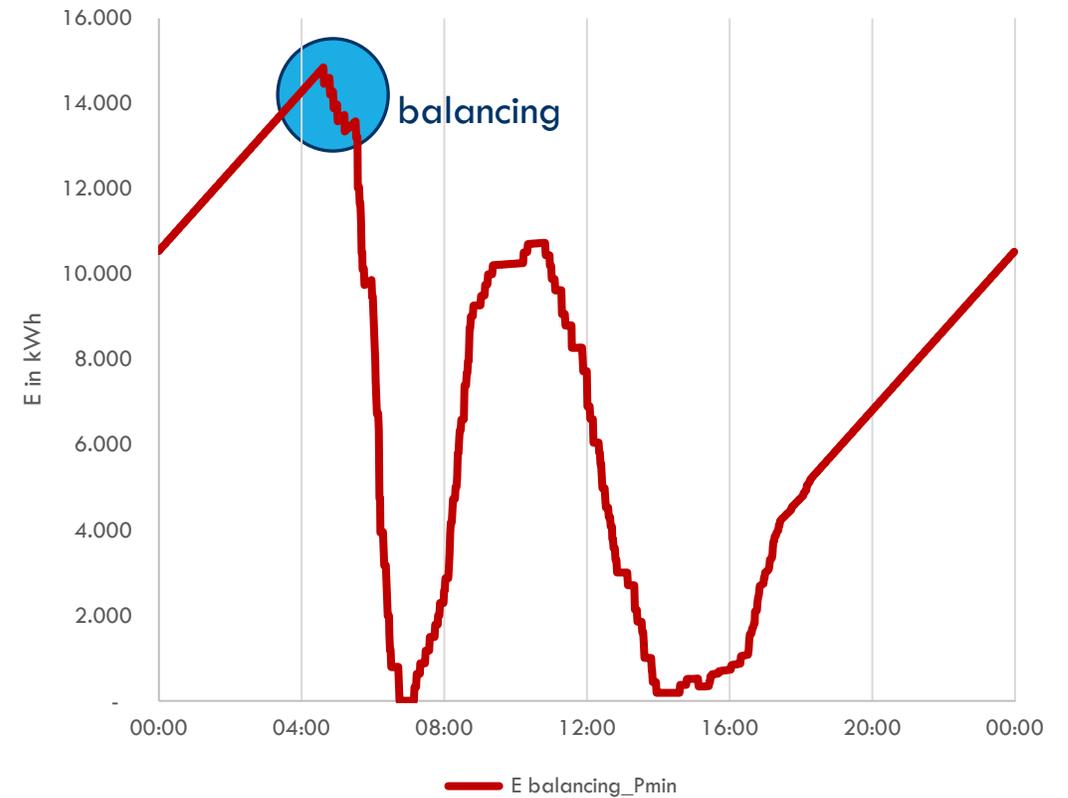


# FALL 3: NIEDRIGSTE LEISTUNG, MORGENS BALANCING

Ladeleistung E-Busse am Netz

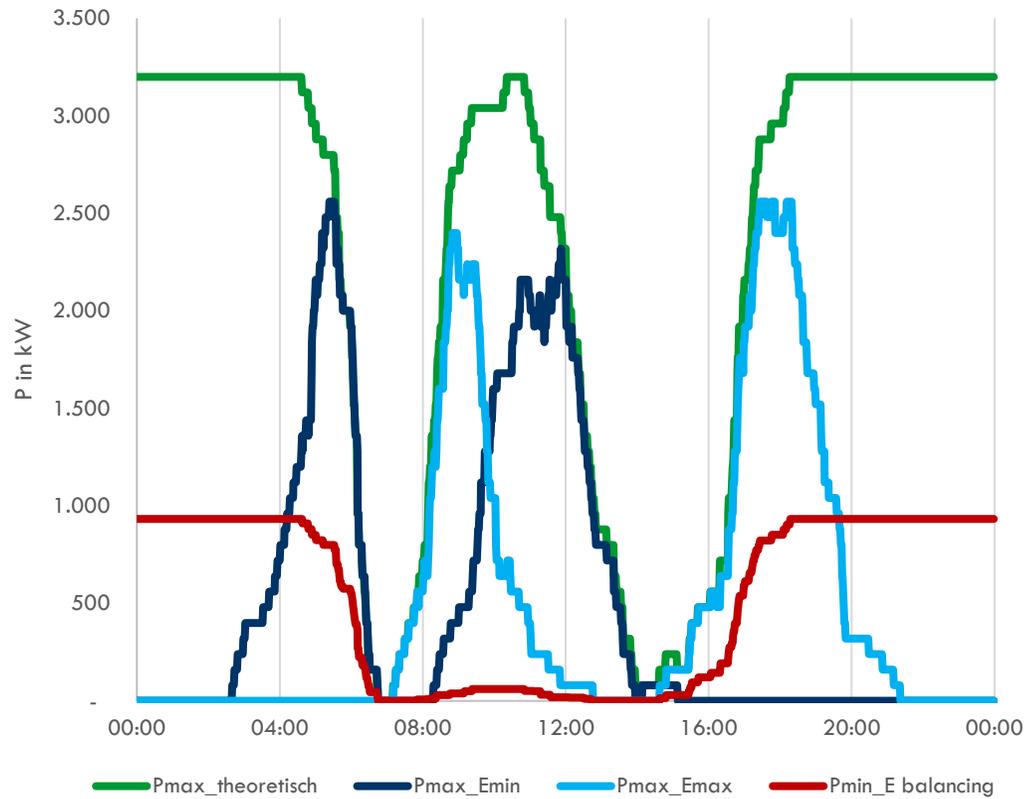


Energie in E-Bussen am Netz

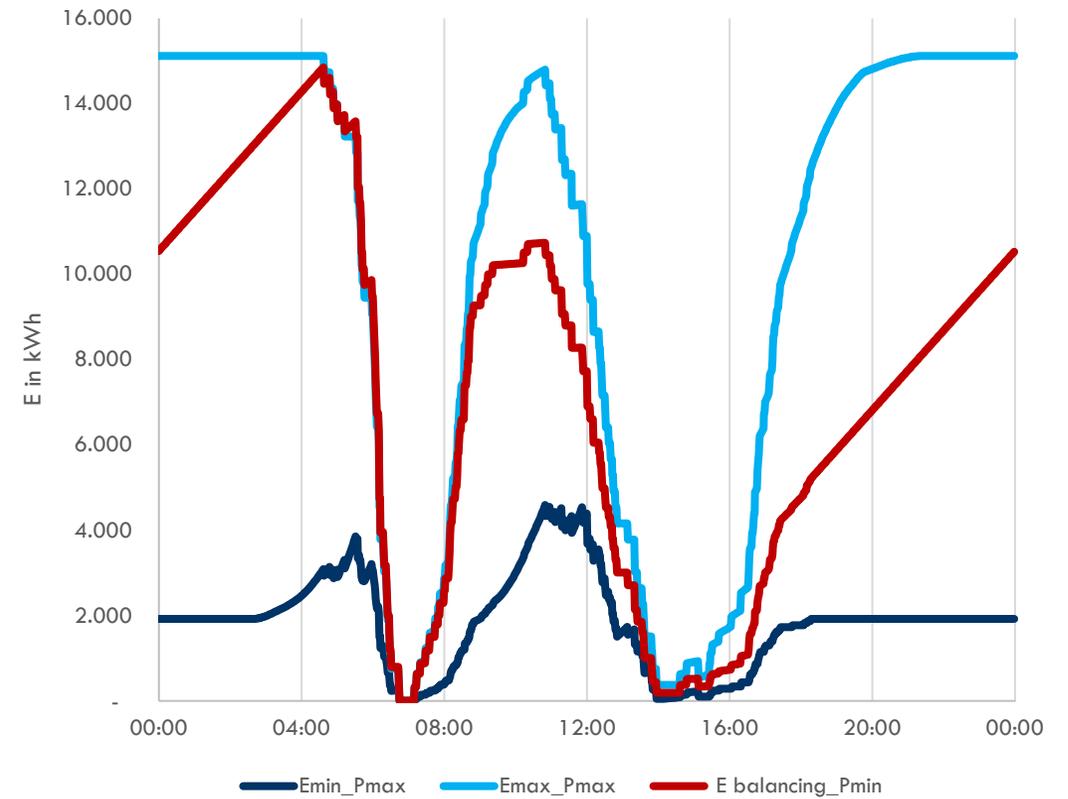


# LADE- UND LASTMANAGEMENT - DER RAHMEN

Ladeleistung E-Busse am Netz

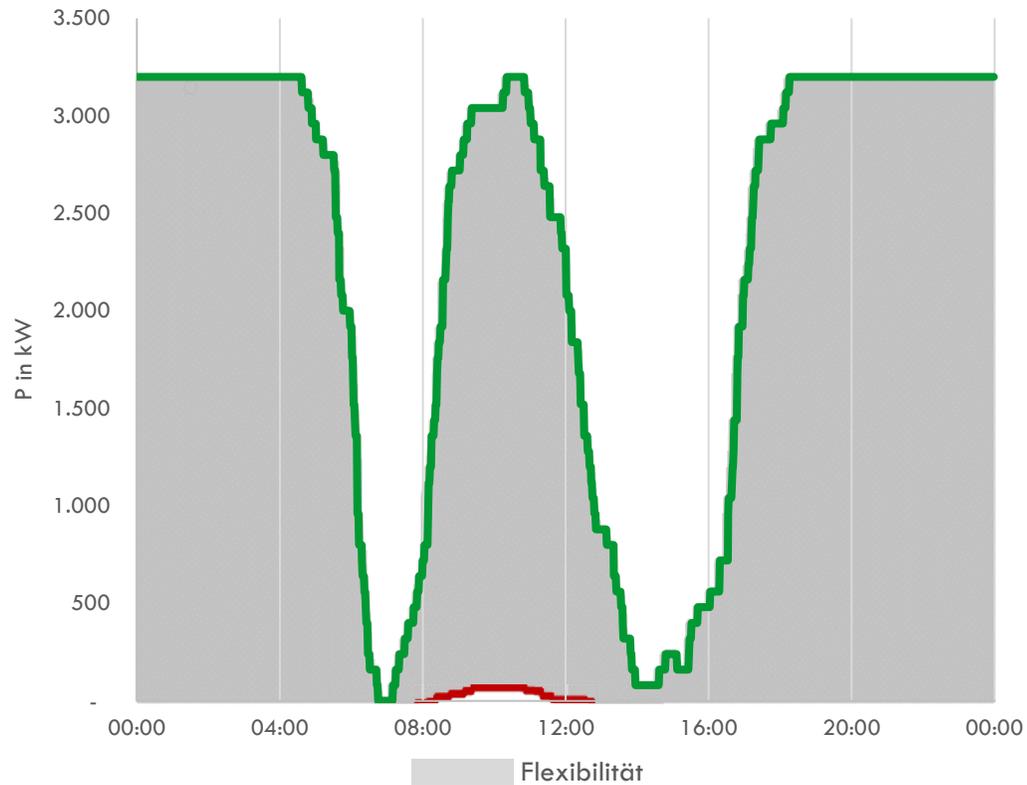


Energie in E-Bussen am Netz

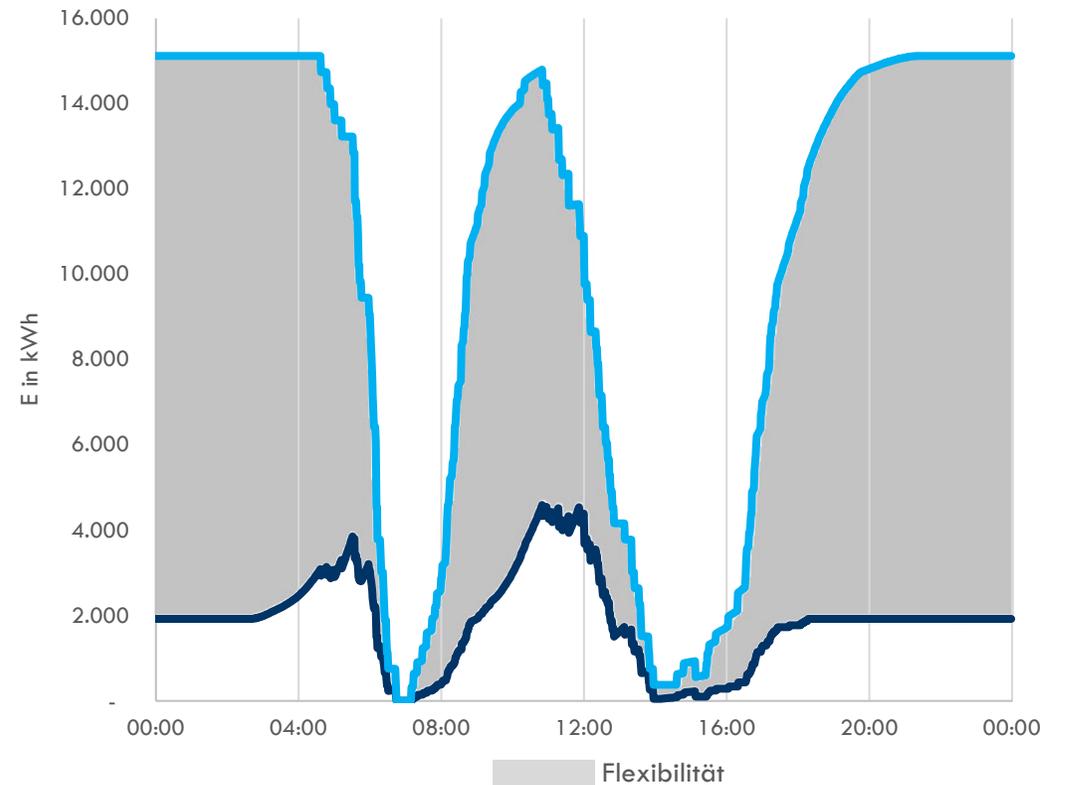


# FLEXIBILITÄT - SEKTORENKOPPLUNG ENERGIE/VERKEHR

Ladeleistung E-Busse am Netz



Energie in E-Bussen am Netz



# FLEXIBILITÄT NUTZEN - OPTIMIERUNGSPROBLEM

## Strombezugskosten optimieren

- Strombezug nach stündlichen Spotmarktpreisen
- Laden in Zeiten mit teurem Strom vermeiden
- ggf. Sonnenstrom-Peak und Windaufkommen bzw. entsprechend niedrige Preise flexibel nutzen
- Flexibilität an Wochenenden, an Feiertagen und zum Ferienende ausnutzen

# FLEXIBILITÄT NUTZEN - OPTIMIERUNGSPROBLEM

## Technische Rahmenbedingungen Akku

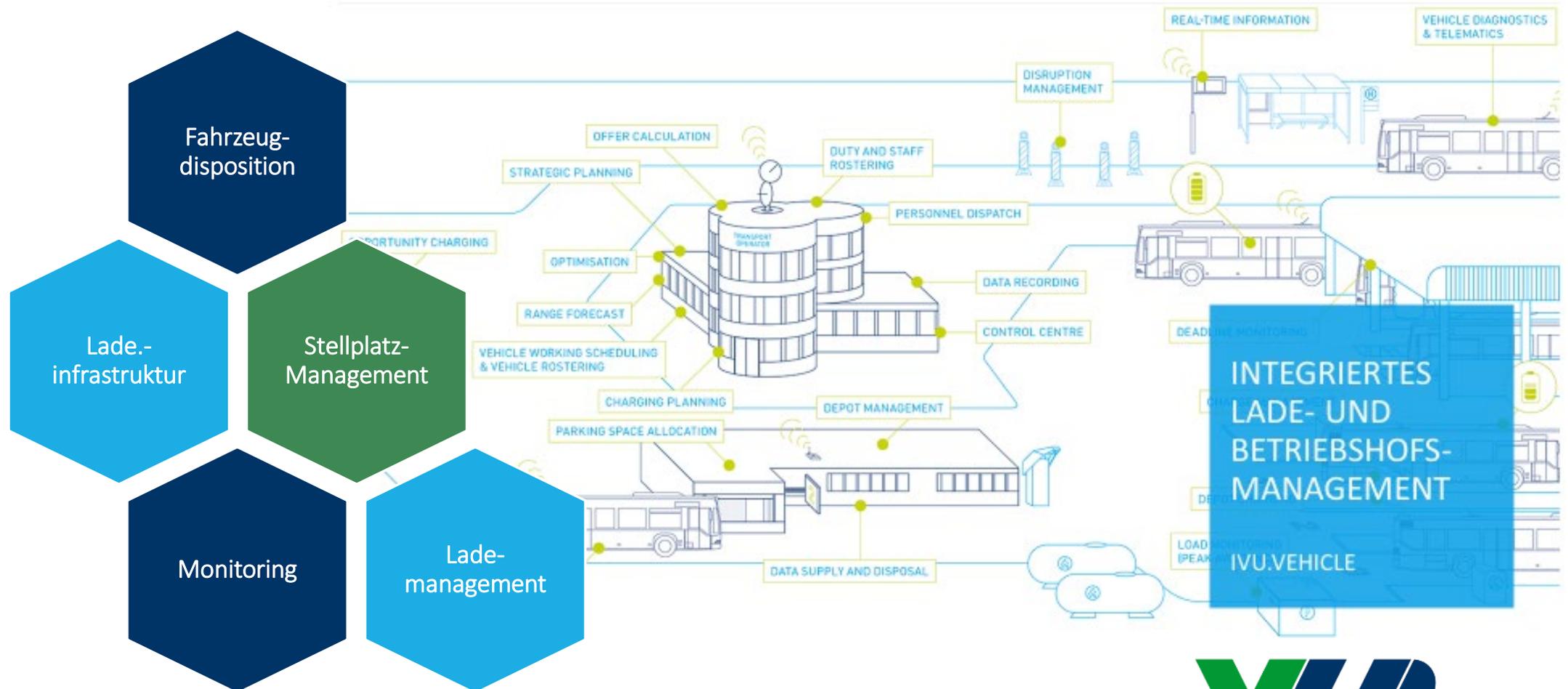
- niedrige Ladeleistung erhöht Standhaltigkeit der Akkus
- Ladeleistung im Bereich mit gutem Ladewirkungsgrad wählen
- Tiefenentladung vermeiden, Sicherheit einplanen (z.B. Akkuheizung bei Ausfall Ladeinfrastruktur, unvorhersehbare Verkehrssituationen)
- regelmäßig vollladen, nur danach findet balancing statt (gilt für Lithium-Eisenphosphat-Akku wie vorliegend), Zeit für balancing einkalkulieren (60 min)

# FLEXIBILITÄT NUTZEN - OPTIMIERUNGSPROBLEM

## Lastmanagement

- Ladeleistung technisch durch Fahrzeug, Ladeinfrastruktur und Netzanschlusses begrenzt
- Ladeleistung begrenzen, um Netzentgelte zu reduzieren oder besser
- individuelle Netzentgelte für atypische Netznutzung vereinbaren und Ladeleistung in Hochlastzeitfenstern reduzieren
- Vorklimatisierung einplanen, da zeitweise erhebliche Leistung erforderlich ist, die nicht mehr zum Laden verfügbar ist

# FLEXIBILITÄT NUTZEN - SOFTWARE

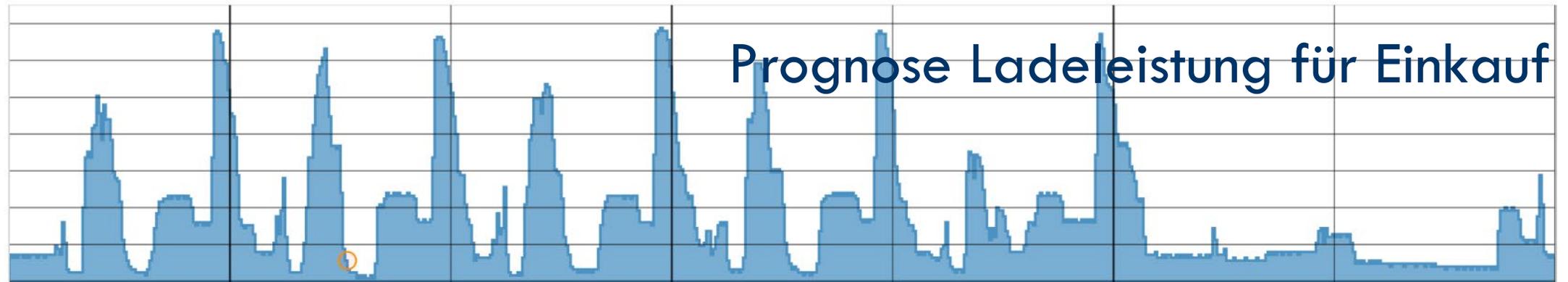


# STROMBEZUG

- elektrische Energie aus erneuerbaren Energieträgern
- Einkauf der Strommengen für 15-Minuten-Zeit-Slot eine Woche im Voraus



# STROMBEZUG - WOCHENBEISPIEL



Montag

Dienstag

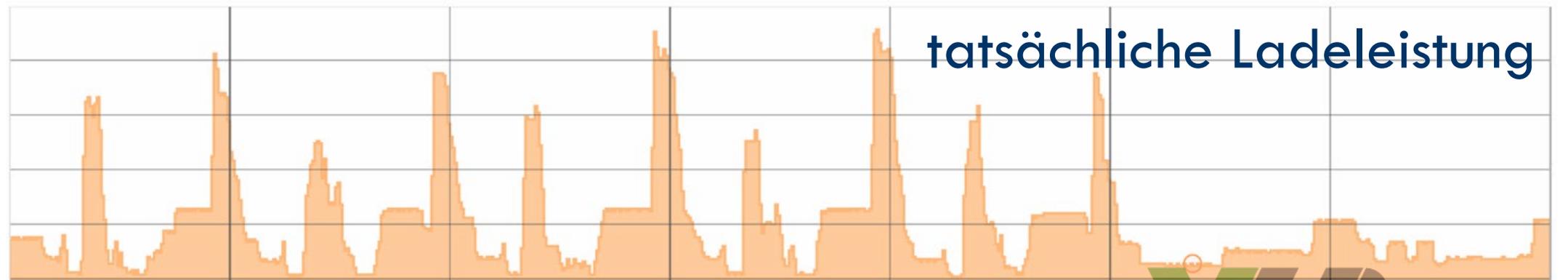
Mittwoch

Donnerstag

Freitag

Sonnabend

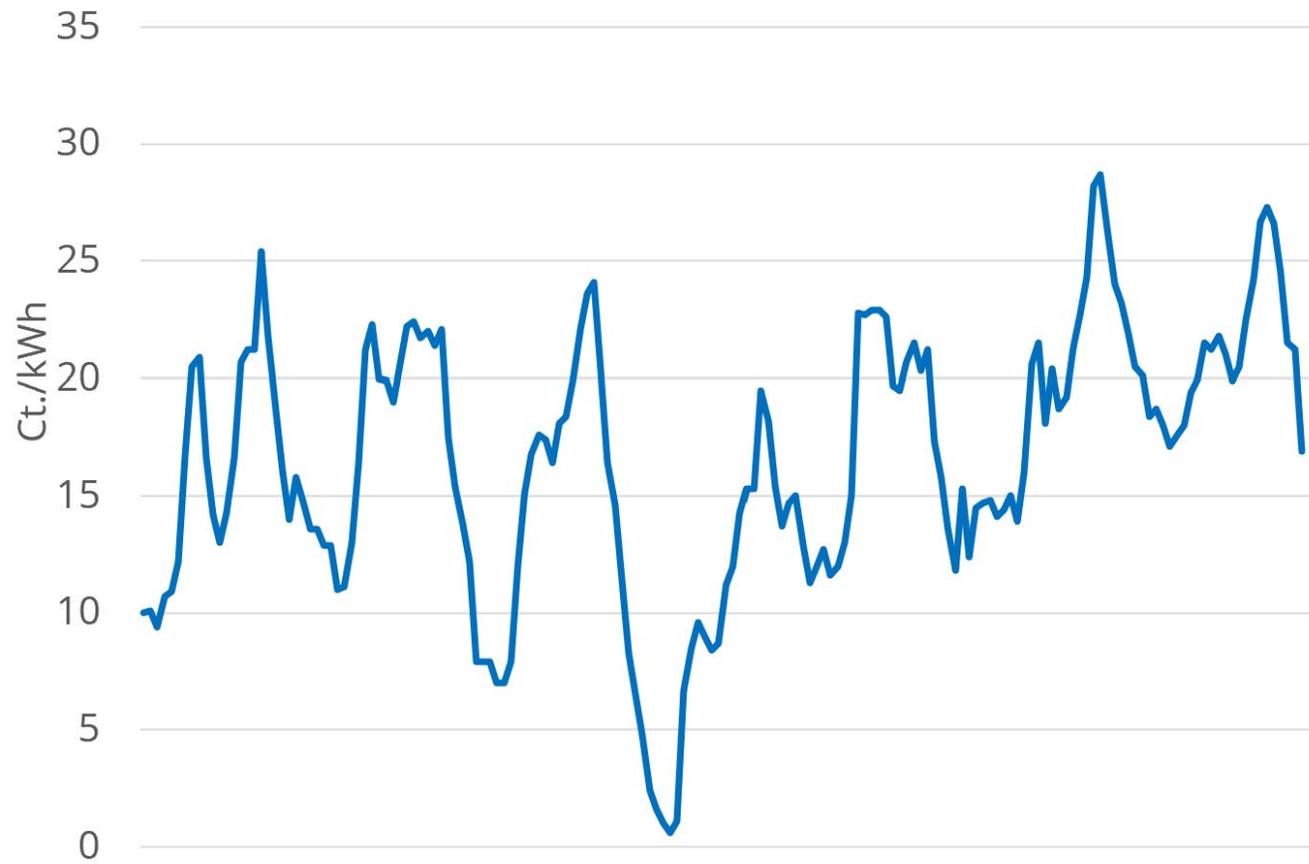
Sonntag



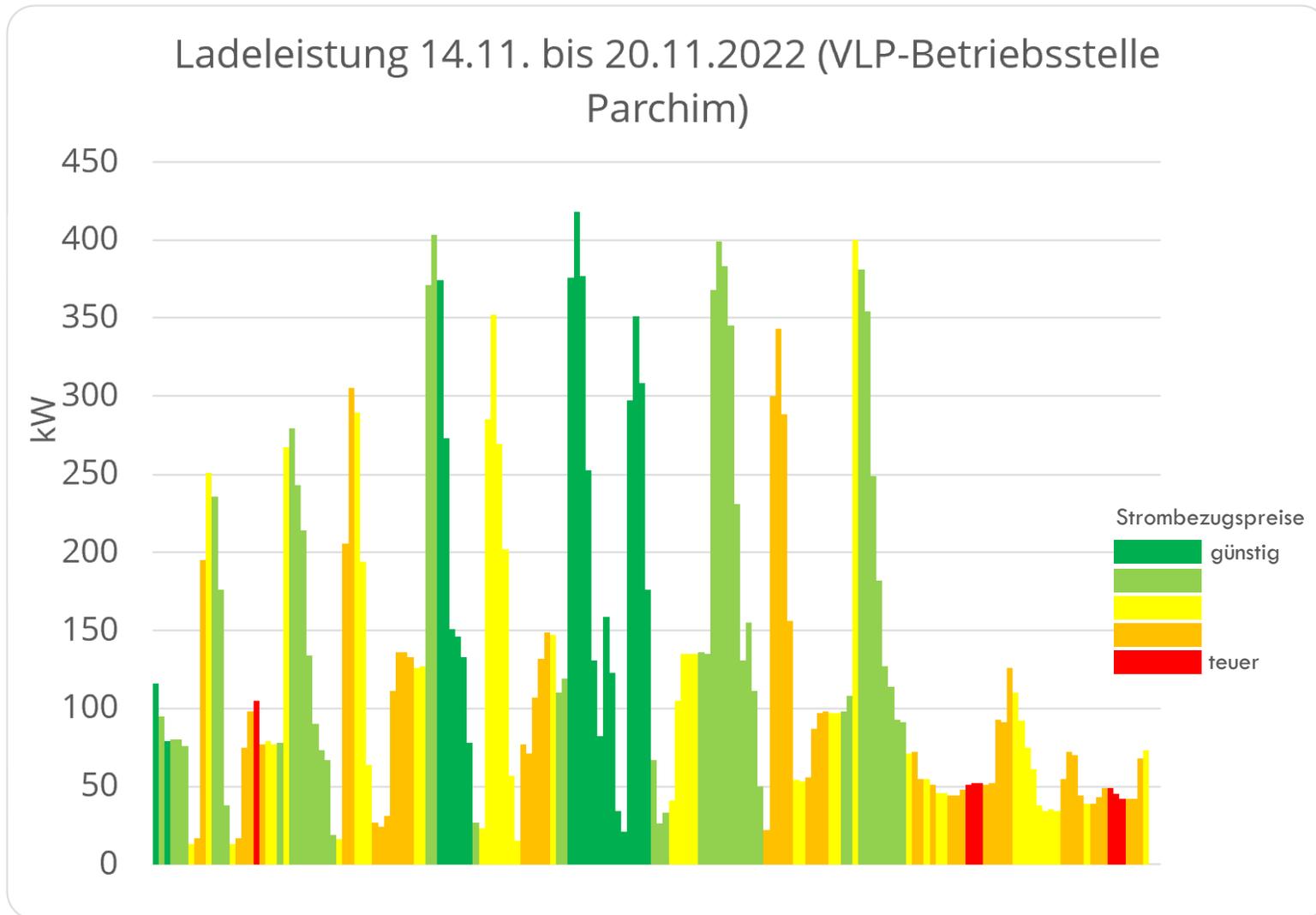
KOMMT GUT AN.

# STROMBEZUG - SPOTMARKTPREISE

Spotmarkt Strompreis 14.11. bis 20.11.2022



# KOSTENOPTIMIERTE LADELEISTUNG



# WIE SETZT SICH DER STROMPREIS ZUSAMMEN?

<b>VLP-Betriebsstelle Parchim</b>	<b>14.11. bis 20.11.2022</b>		<b>Reduzierung, Rechtsgrundlage</b>	
Erzeugung und Vertrieb	14,967	Ct/kWh		
Herkunftsnachweise	0,220	Ct/kWh		

# STEUERLICHE VORTEILE LINIENVERKEHR

## Stromsteuergesetz (StromStG)

### § 9c Steuerentlastung für den Öffentlichen Personennahverkehr

- (1) Eine Steuerentlastung wird auf Antrag gewährt für Strom, der nachweislich nach § 3 versteuert worden ist und der
1. in Kraftfahrzeugen im genehmigten Linienverkehr nach den §§ 42 und 43 des Personenbeförderungsgesetzes in der Fassung der Bekanntmachung vom 8. August 1990 (BGBl. I S. 1690), das zuletzt durch Artikel 5 des Gesetzes vom 29. August 2016 (BGBl. I S. 2082) geändert worden ist, in der jeweils geltenden Fassung, oder
  2. in Kraftfahrzeugen in Verkehren nach § 1 Nummer 4 Buchstabe d, g und i der Freistellungs-Verordnung vom 30. August 1962 (BGBl. I S. 601), die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 4. Mai 2012 (BGBl. I S. 1037) geändert worden ist, in der jeweils geltenden Fassung,

zum Antrieb des Kraftfahrzeuges verwendet worden ist, wenn in der Mehrzahl der Beförderungsfälle eines Verkehrsmittels die gesamte Reiseweite 50 Kilometer oder die gesamte Reisezeit eine Stunde nicht übersteigt. Die Steuerentlastung nach Satz 1 wird nur für den Anteil an Strom gewährt, der im Steuergebiet nach § 1 Absatz 1 Satz 2 verwendet worden ist. Die Steuerentlastung wird nicht gewährt, sofern der Strom bereits anderweitig von der Stromsteuer befreit oder für betriebsinterne Werkverkehre verwendet worden ist.

(2) Die Steuerentlastung beträgt 9,08 Euro für eine Megawattstunde.

# ABGABENVORTEILE LINIENVERKEHR

## **Verordnung über Konzessionsabgaben für Strom und Gas (Konzessionsabgabenverordnung - KAV) § 2 Bemessung und zulässige Höhe der Konzessionsabgaben**

(3) Bei der Belieferung von Sondervertragskunden dürfen folgende Höchstbeträge je Kilowattstunde nicht überschritten werden:

- |    |           |               |
|----|-----------|---------------|
| 1. | bei Strom | 0,11<br>Cent, |
|----|-----------|---------------|

# WIE SETZT SICH DER STROMPREIS ZUSAMMEN?

VLP-Betriebsstelle Parchim	14.11. bis 20.11.2022		Reduzierung, Rechtsgrundlage	
Erzeugung und Vertrieb	14,967	Ct/kWh		
Herkunftsnachweise	0,220	Ct/kWh		
Stromsteuer	1,142	Ct/kWh	-44%	§ 9c Abs. 2 StromStG
Konzessionsabgabe	0,110	Ct/kWh	-92%	§ 2 Abs. 3 Ziff. 1 KAV
KWK-Umlage, §-19-Umlage, Offshore-Netzumlage, AbLa-Umlage	1,237	Ct/kWh		

# INDIVIDUELLE NETZENTGELTE BEI ATYPISCHER NETZNUTZUNG

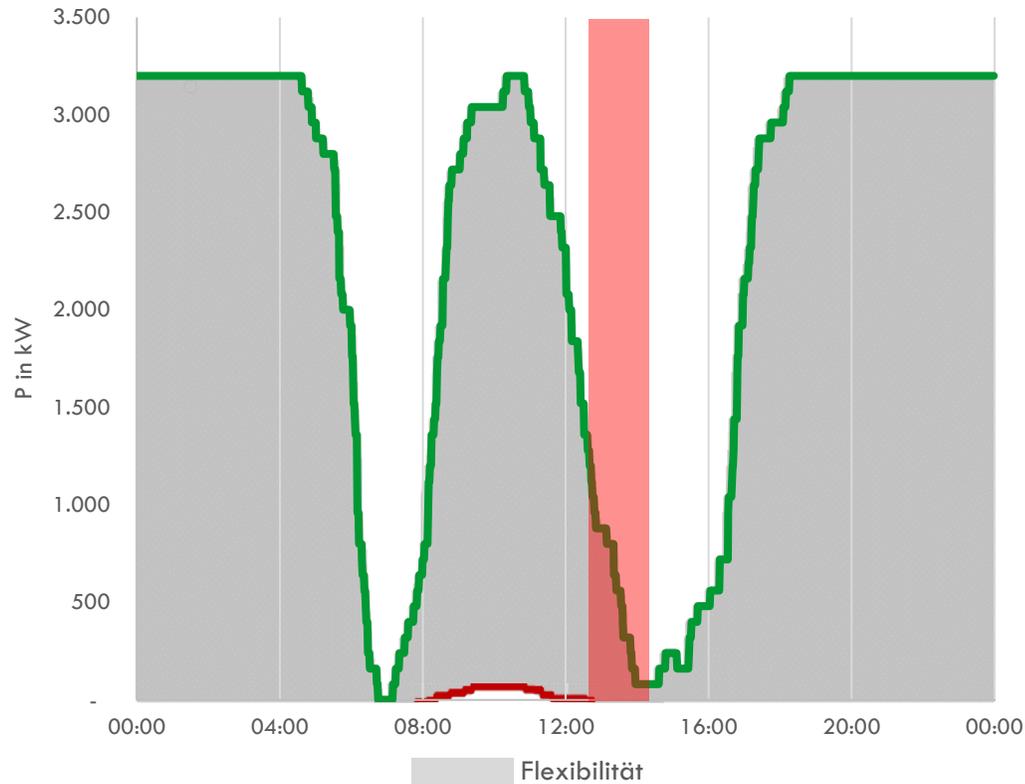
## **Verordnung über die Entgelte für den Zugang zu Elektrizitätsversorgungsnetzen (Stromnetzentgeltverordnung - StromNEV) § 19 Sonderformen der Netznutzung**

(2) Ist auf Grund vorliegender oder prognostizierter Verbrauchsdaten oder auf Grund technischer oder vertraglicher Gegebenheiten offensichtlich, dass der Höchstlastbeitrag eines Letztverbrauchers vorhersehbar erheblich von der zeitgleichen Jahreshöchstlast aller Entnahmen aus dieser Netz- oder Umspannebene abweicht, so haben Betreiber von Elektrizitätsversorgungsnetzen diesem Letztverbraucher in Abweichung von § 16 ein individuelles Netzentgelt anzubieten, das dem besonderen Nutzungsverhalten des Netzkunden angemessen Rechnung zu tragen hat und nicht weniger als 20 Prozent des veröffentlichten Netzentgeltes betragen darf. Ein individuelles Netzentgelt ist außerdem

# INDIVIDUELLE NETZENTGELTE BEI ATYPISCHER NETZNUTZUNG



Ladeleistung E-Busse am Netz



Hochlastzeitfenster für das Jahr 2022 für die Spannungs- bzw. Umspannebene MS  
(Datenbasis Zeitraum 01.09.2020 bis 31.08.2021)

	¼-Intervall	¼-Intervall	¼-Intervall
	Hochlastzeit 1	Hochlastzeit 2	Hochlastzeit 3
Herbst			
Winter			
Frühling	12:30 – 14:00		
Sommer			

Berechnung allgemeines Entgelt:	Berechnung individuelles Entgelt:
Leistungspreis x Jahreshöchstleistung	Leistungspreis x höchste Leistung in den Hochlastzeitfenstern
+ Arbeitspreis x Jahresarbeit	+ Arbeitspreis x Jahresarbeit
= allgemeines Entgelt	= individuelles Entgelt
Bedingung: Individuelles Netzentgelt $\geq$ allg. Entgelt x 20 %	

# WIE SETZT SICH DER STROMPREIS ZUSAMMEN?

VLP-Betriebsstelle Parchim	14.11. bis 20.11.2022		Reduzierung, Rechtsgrundlage	
Erzeugung und Vertrieb	14,967	Ct/kWh		
Herkunftsnachweise	0,220	Ct/kWh		
Stromsteuer	1,142	Ct/kWh	-44%	§ 9c Abs. 2 StromStG
Konzessionsabgabe	0,110	Ct/kWh	-92%	§ 2 Abs. 3 Ziff. 1 KAV
KWK-Umlage, §-19-Umlage, Offshore-Netzumlage, AbLa-Umlage	1,237	Ct/kWh		
Netzentgelt	3,400	Ct/kWh	-58%	§ 19 Abs. 2 StromNEV

# ERLÖSE AUS DEM THG-QUOTENHANDEL

## **Achtunddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes- Immissionsschutzgesetzes 1, 2 (Verordnung zur Festlegung weiterer Bestimmungen zur Treibhausgasminderung bei Kraftstoffen - 38. BImSchV) § 7 Energetische Menge des elektrischen Stroms in anderen Fällen**

(1) Die Anrechnung von Strom, der nicht über öffentlich zugängliche Ladepunkte entnommen wurde, auf die Erfüllung der Verpflichtung zur Minderung der Treibhausgasemissionen ist nur dann möglich, sofern dieser Strom für reine Batterieelektrofahrzeuge genutzt wurde und ein Schätzwert nach Absatz 3 bekanntgegeben wurde.

(3) Das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit gibt die Schätzwerte der anrechenbaren energetischen Mengen elektrischen Stroms für reine Batterieelektrofahrzeuge im Bundesanzeiger bekannt. Der Schätzwert basiert auf aktuellen Daten über den durchschnittlichen Stromverbrauch von reinen Batterieelektrofahrzeugen in Deutschland.

(4) Die energetische Menge des im jeweiligen Verpflichtungsjahr nach § 5 anrechenbaren elektrischen Stroms ergibt sich durch die Multiplikation der Zahl der reinen Batterieelektrofahrzeuge, die nach Absatz 2 zu den Dritten gerechnet werden, mit dem Schätzwert.

# ERLÖSE AUS DEM THG-QUOTENHANDEL



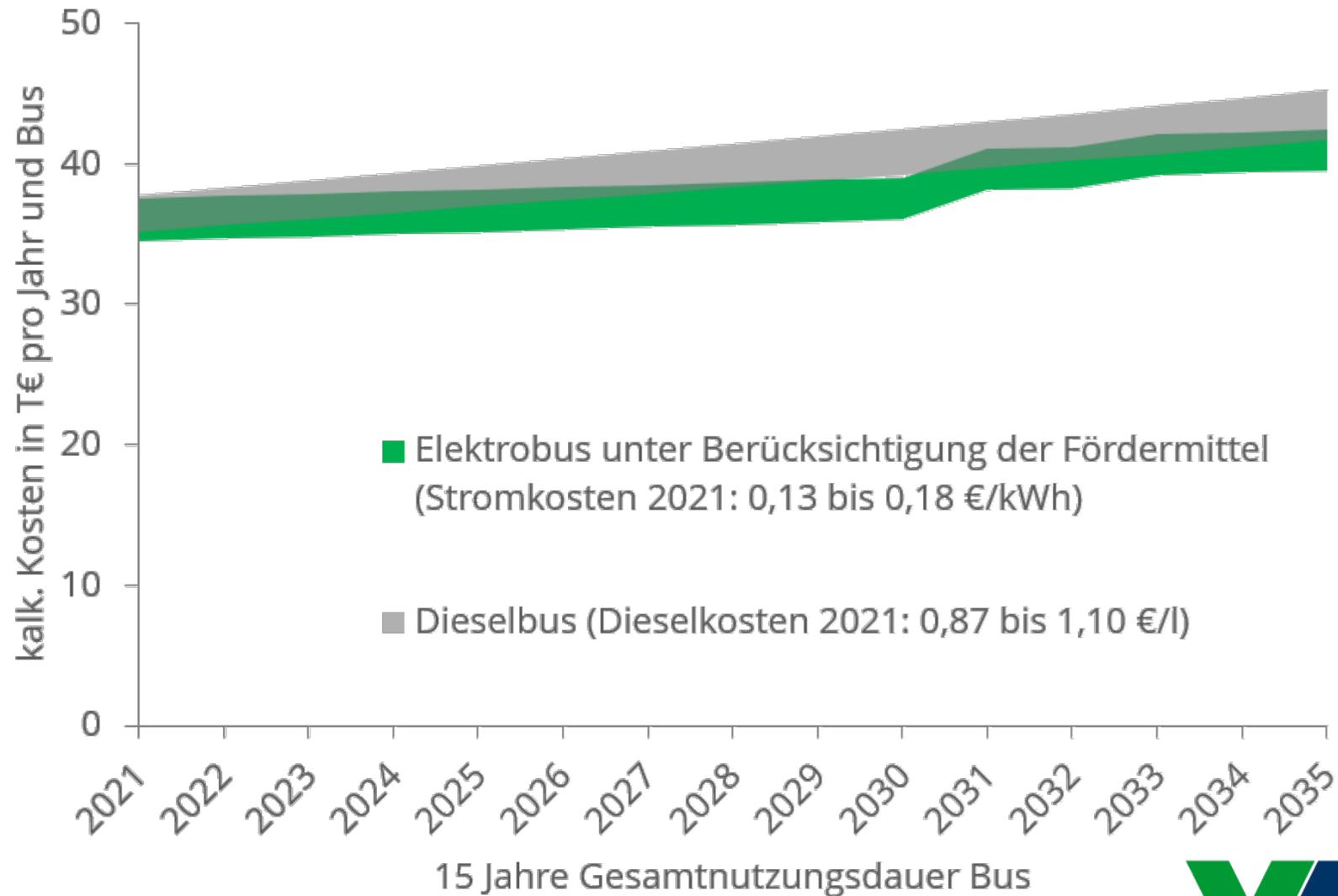
Von Ikar.us (talk) - Karlsruhe:Raffinerie, CC BY 2.0 de,  
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=249251>

- Elektrobus konnte in 2022 mit 31 Mg CO<sub>2</sub> am THG-Quotenhandel teilnehmen
- bei 60.000 kWh/a realem Verbrauch im VLP-Regionalverkehr ergab sich für VLP in 2022 ein Erlös von 23,054 Ct/kWh

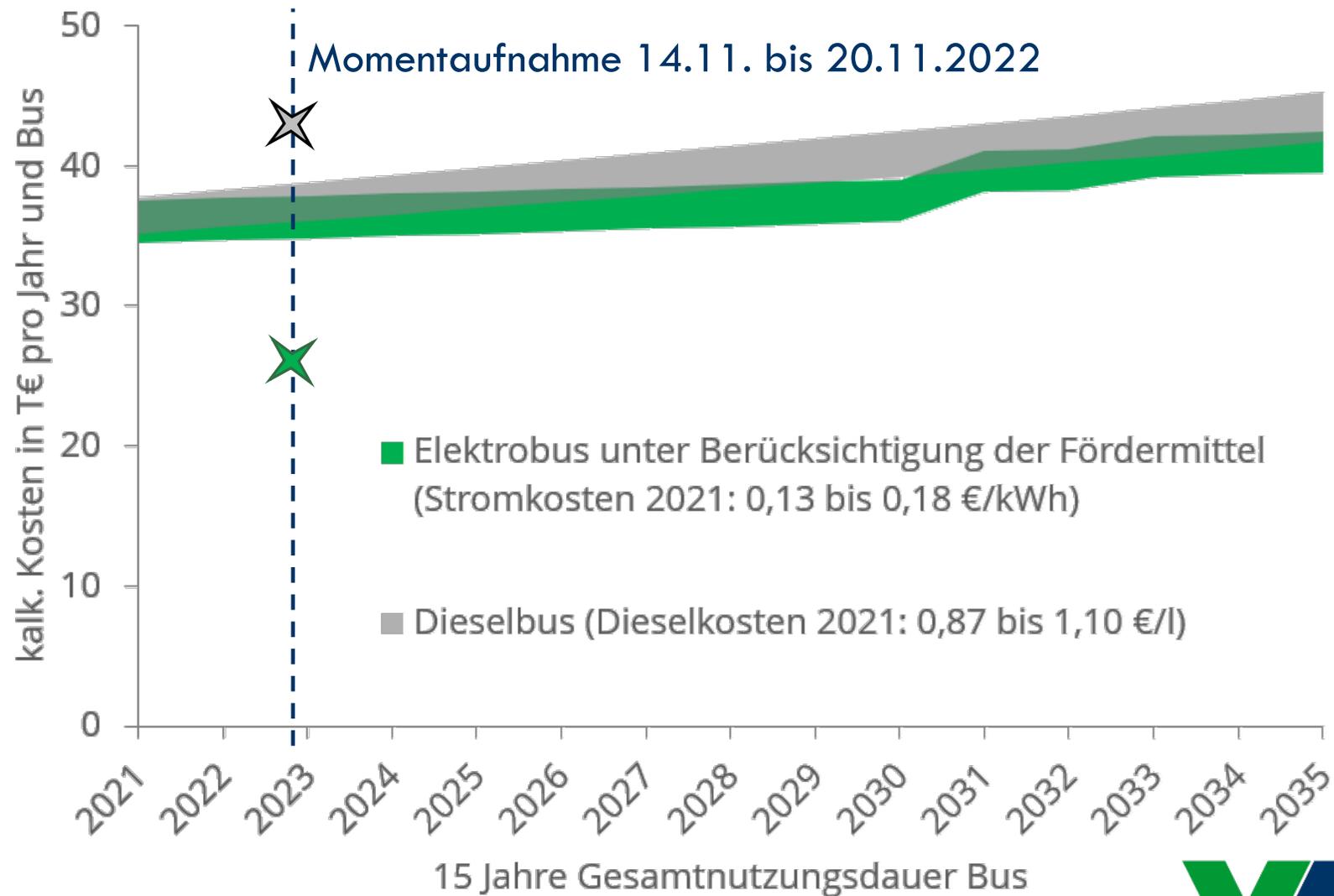
# WIE SETZT SICH DER STROMPREIS ZUSAMMEN?

VLP-Betriebsstelle Parchim	14.11. bis 20.11.2022		Reduzierung, Rechtsgrundlage	
Erzeugung und Vertrieb	14,967	Ct/kWh		
Herkunftsnachweise	0,220	Ct/kWh		
Stromsteuer	1,142	Ct/kWh	-44%	§ 9c Abs. 2 StromStG
Konzessionsabgabe	0,110	Ct/kWh	-92%	§ 2 Abs. 3 Ziff. 1 KAV
KWK-Umlage, §-19-Umlage, Offshore-Netzumlage, AbLa-Umlage	1,237	Ct/kWh		
Netzentgelt	3,400	Ct/kWh	-58%	§ 19 Abs. 2 StromNEV
THG-Quotenhandel	-23,054	Ct/kWh		§ 7 38. BImSchV
<b>Gesamtstrompreis netto</b>	<b>-1,978</b>	<b>Ct/kWh</b>		

# TCO (PLAN 2019)



# TCO (PLAN 2019)

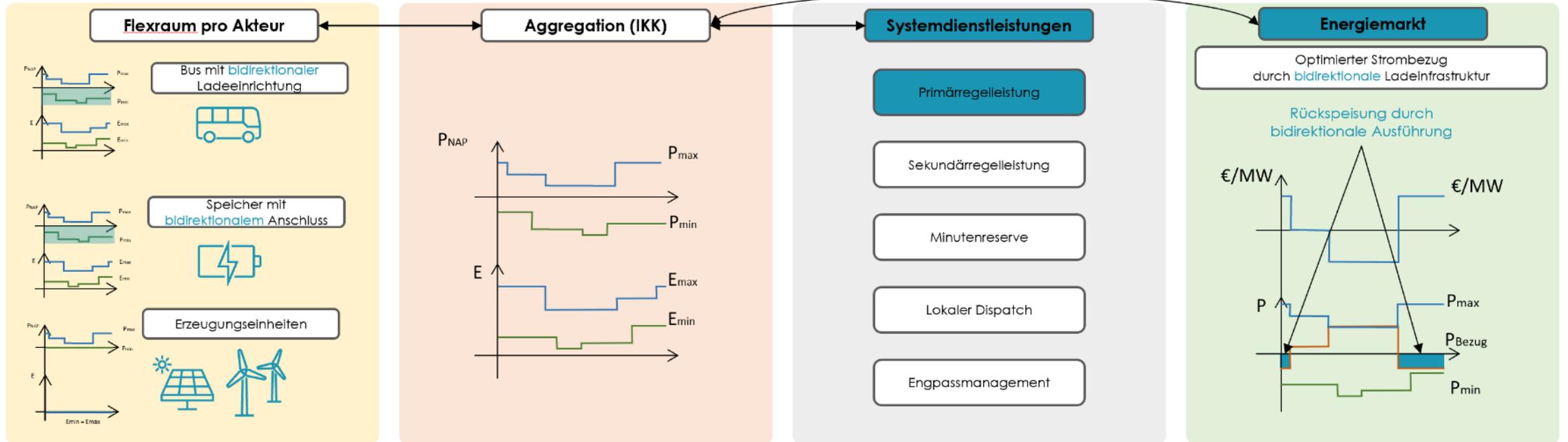


# PROJEKT EU<sub>n</sub>S

Optimaler Energiebezug

Anbieten von Systemdienstleistungen

Direkte Einbindung regenerativer Stromerzeugung



Gefördert durch:  
 Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur

Koordiniert durch:  
 NOW - NOW-GMBH.DE

Projekträger:  
 PTJ - Projektträger für die Forschungszentren Jülich

Projektpartner:  
 eMIS

WEMAGNETZ GmbH

WEMAG

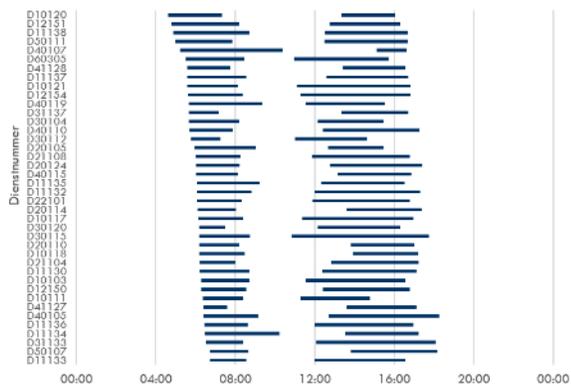
IKEM

ENERCON  
 ENERGIE FÜR DIE WELT

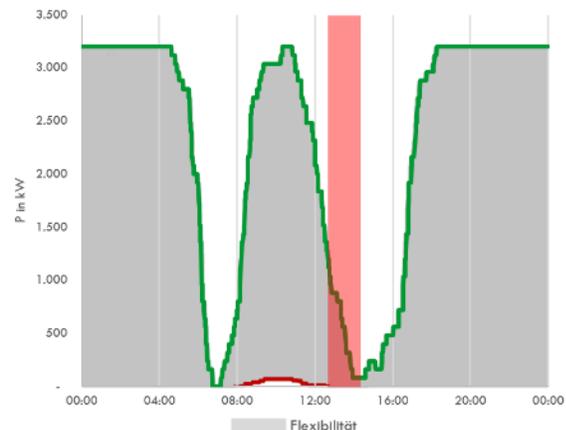
VLP  
 KOMMT GUT AN.

# FAZIT - E-BUSSE UND E-MANAGEMENT KÜNFTIG NORMALES GESCHÄFT

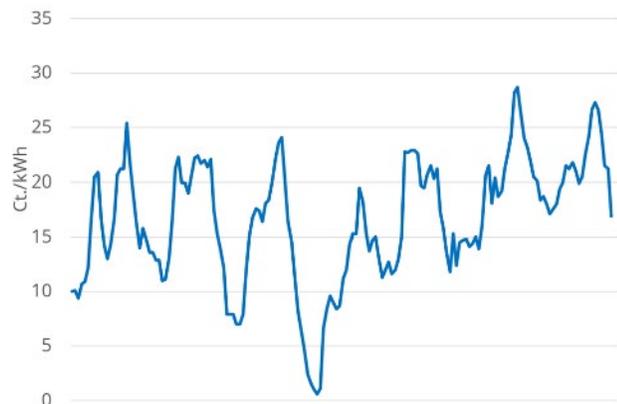
Dienstschichten im geteilten Dienst



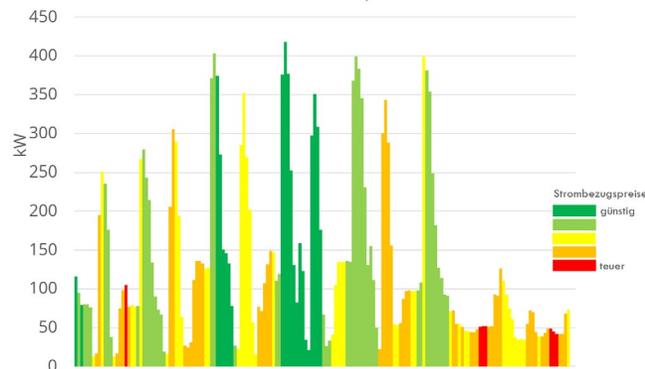
Ladeleistung E-Busse am Netz



Spotmarkt Strompreis 14.11. bis 20.11.2022



Ladeleistung 14.11. bis 20.11.2022 (VLP-Betriebsstelle Parchim)



## VLP-Betriebsstelle Parchim 14.11. bis 20.11.2022

Erzeugung und Vertrieb	14,967	Ct/kWh
Herkunftsnachweise	0,220	Ct/kWh
Stromsteuer	1,142	Ct/kWh
Konzessionsabgabe	0,110	Ct/kWh
KWK-Umlage, §-19-Umlage, Netzumlage, AbLa-Umlage	1,237	Ct/kWh
Netzentgelt	3,400	Ct/kWh
THG-Quotenhandel	-23,054	Ct/kWh
<b>Gesamtstrompreis netto</b>	<b>-1,978</b>	<b>Ct/kWh</b>



# ELEKTROBUSSE IM LÄNDLICHEN RAUM

Berlin, 27. März 2023

