



Projektstudie

Innovationsdepot Elektrobus und E-Nutzfahrzeuge

Meininger Busbetriebs-GmbH und Kreiswerke Schmalkalden-Meiningen

Endergebnisse

Marius Schneider & Bjarne Heidelberg
Schmalkalden / Meiningen | 28.02.2024

-
- 1. Zusammenfassung der zweiten Zwischenergebnisse**

 - 2. Beschreibung der Umstellstrategie (ÖPNV)**

 - 3. Betrachtung der regionalen Rahmenbedingungen für das Innovationsdepot**

 - 4. Beschaffung von Infrastruktur für Busse / Kommunalfahrzeuge**

 - 5. Exkurs: HVO 100**

 - 6. Fazit und Handlungsempfehlung**

1. Zusammenfassung der zweiten Zwischenergebnisse

1. Zusammenfassung | Zweite Zwischenergebnisse

Technologiebewertung

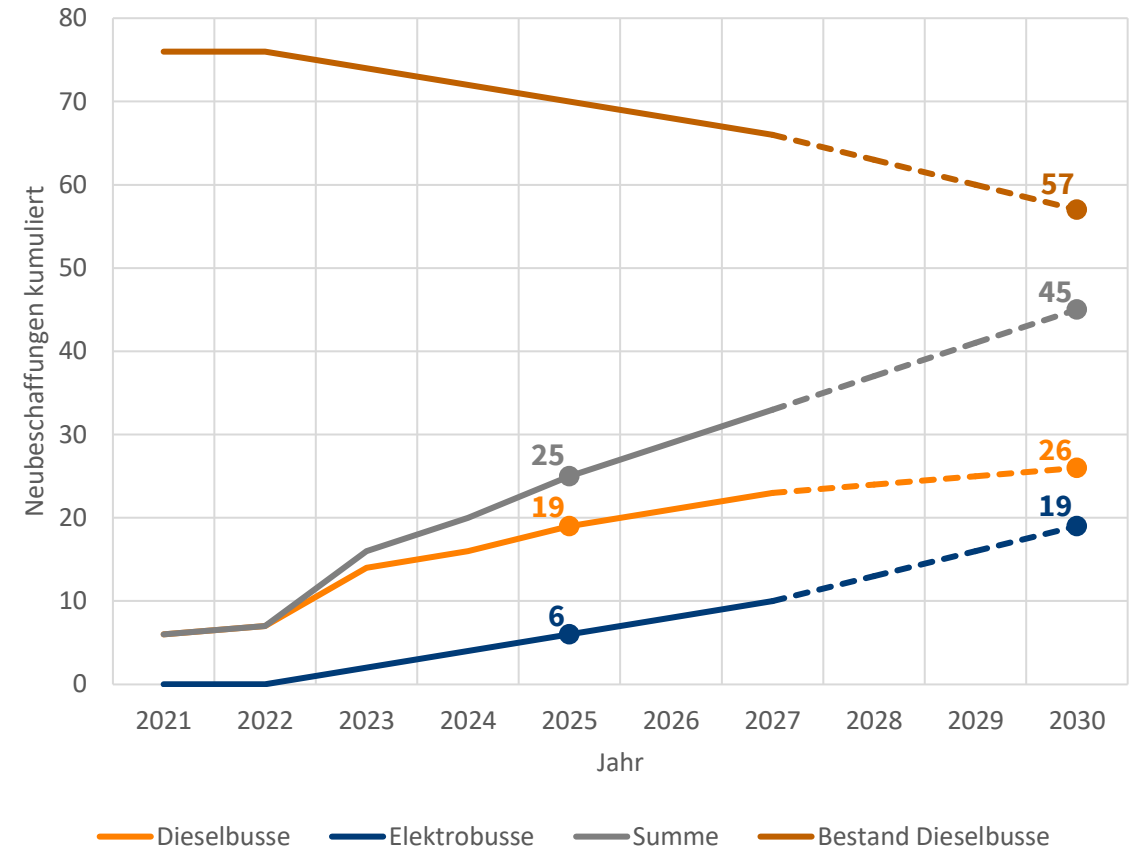
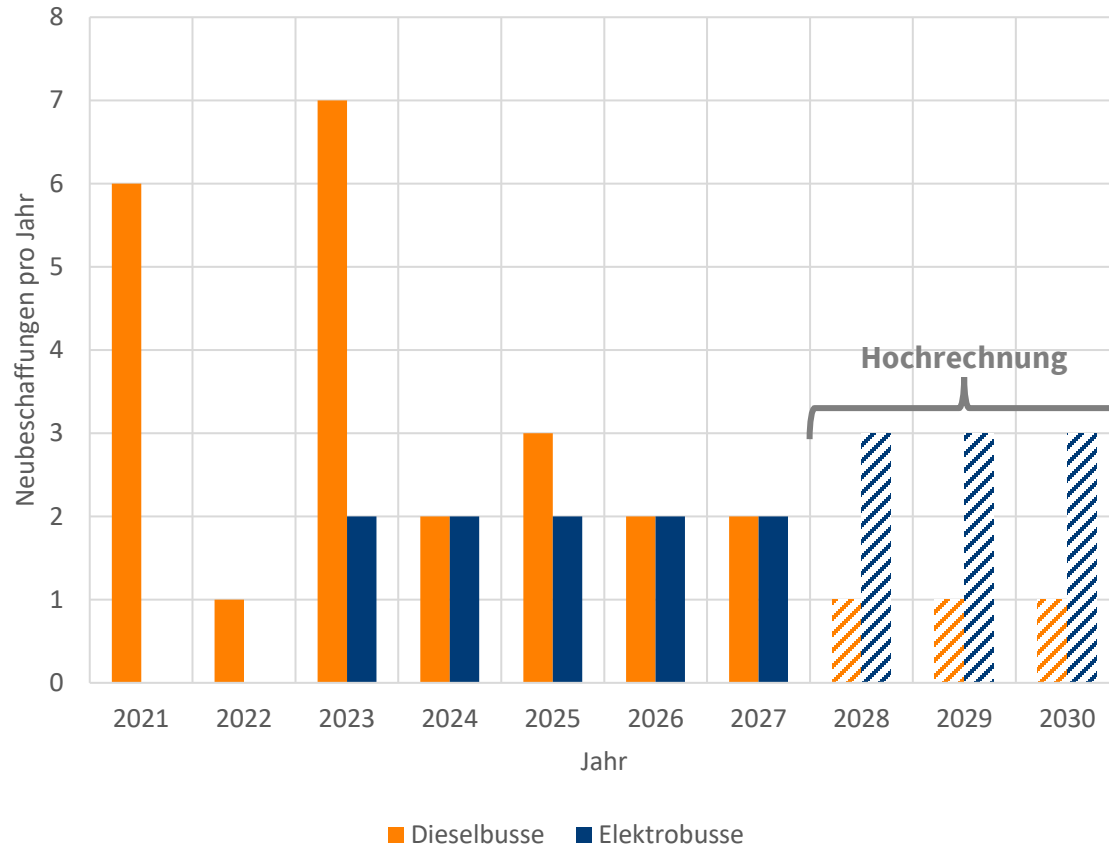
- › Wirtschaftlichkeitsanalyse bestätigt die Aussage der Technologiebewertung
 - ÖPNV: Umstellung auf Depotladung aus technischer und wirtschaftlicher Sicht geeignet
 - Kommunal: Umstellung auf Batterie für Fahrzeugklassen M1, N1 und N2 geeignet. Umstellung der CVD relevanten N3 Fahrzeuge auf Batterie oder Brennstoffzelle.

Auslegung Innovationsdepot

Parameter	Szenario 1 (100% Bat.)	Szenario 2 (Bat. + BZ)
Anzahl Ladepunkte (inkl. Schnellladung)[-]	ca. 73	ca. 40
Benötigter Netzanschluss [MVA]	ca. 3,5	ca. 2,4
Flächenbedarf gesamt [m ²]	ca. 6.600	ca. 5.600
Wasserstoffbedarf [kg _{H2} /Tag]	-	ca. 400
Flächenbedarf H2-Tankstelle [m ²]	-	ca. 500 ± 25 %

2. Beschreibung der Umstellstrategie (ÖPNV)

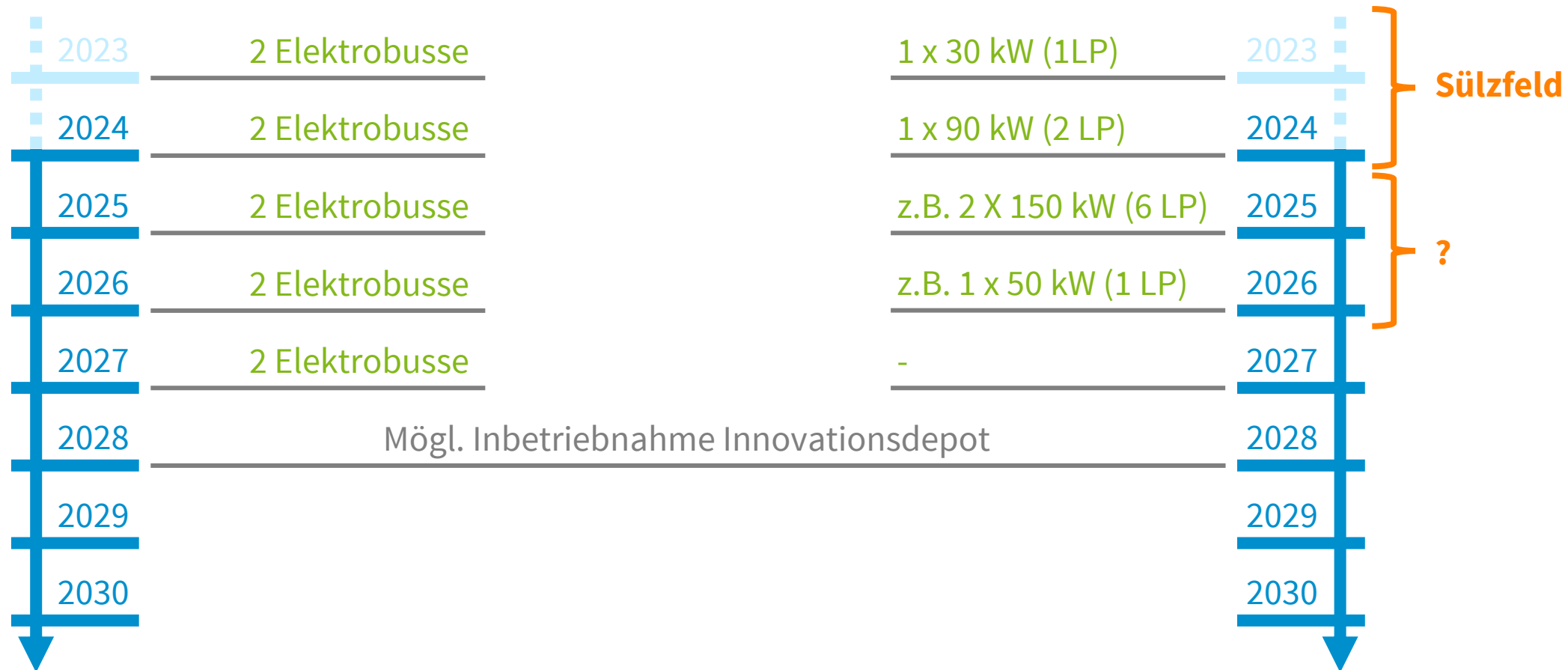
2. Umstellstrategie (ÖPNV) | Fahrzeugbeschaffung und Flottenentwicklung



Mit der Beschaffung von E-Bussen muss ein entsprechender Infrastrukturausbau einhergehen!

2. Umstellstrategie (ÖPNV) | Flotten- und Infrastrukturentwicklung

Mögliche Ausbaustufen bis zur Inbetriebnahme des Innovationsdepots



2. Standortbetrachtung | Betriebshof Sülzfeld

- + Heute genutzter Standort für Busabstellung
- + Gewohnte Betriebsabläufe können beibehalten werden
- + Erfahrung mit Ladeinfrastruktur vorhanden
- + Ausreichend Abstellfläche für 10 E-Busse
- PV nach Architektenaussage nicht möglich (Dachlast)
- Vorhandene Netzanschlusskapazitäten unklar^[1]

Infrastrukturbedarf bei voller Elektrifizierung:

Anzahl Fahrzeuge: ca. 42 Busse (10 Außenabstellung, 17 Abstellhalle, 15 autonome Shuttle)

Ø-Ladeleistung pro Bus: ca. 50 kW

Benötigte Netzanschlussleistung^[2] : ca. 2 MVA

Verlust von Stellplätzen aufgrund von LIS: min. 10%^[3]



Quelle: MBB Meiningen Busbetriebs GmbH

^[1]Kontakt zu Netzbetreiber aufgenommen – Antwort ausstehend; ^[2]Inkl. 25% Sicherheitsaufschlag; Unter Berücksichtigung eines intelligenten Lademanagements mit Optimierungspotential von ca. 30%;

^[3]“Der Verlust von Stellplätzen variiert und hängt von der Positionierung der Ladegeräte und der Kabelzuführung ab.“ Leitfaden für Busse mit alternativen Antrieben, NOW GmbH, 2021.

2. Standortbetrachtung | Garage Frankenheim

- + Heute genutzter Standort für Busabstellung
- + Gewohnte Betriebsabläufe können beibehalten werden
- Keine Erfahrung mit Ladeinfrastruktur vorhanden
- Lediglich Abstellfläche für 2 E-Busse (weiterer Standort benötigt)
- Wenig befestigte Fläche für Ladeinfrastruktur vorhanden
- Vorhandene Netzanschlusskapazitäten unklar



2. Standortbetrachtung | Betriebshof Melkers

- + Ausreichend Abstellfläche für 10 E-Busse
- Heute nicht zur Abstellung von Bussen genutzt
- Anpassung der Betriebsabläufe notwendig (z.B. Leerfahrten)
- Keine Erfahrung mit Ladeinfrastruktur vorhanden
- Vorhandene Netzanschlusskapazitäten unklar

Infrastrukturbedarf bei voller Elektrifizierung:

Anzahl Fahrzeuge: ca. 10 Busse

Ø-Ladeleistung pro Bus: ca. 50 kW

Benötigte Netzanschlussleistung^[1] : ca. 0,5 MVA



^[1]Inkl. 25% Sicherheitsaufschlag; Unter Berücksichtigung eines intelligenten Lademanagements mit Optimierungspotential von ca. 30%

2. Standortbetrachtung | Vergleich

Standort Sülzfeld

Aufwand: **niedrig**

Abstellkapazität: **hoch**

Mögliche Hürden: - Netzanschluss

Standort Frankenheim

Aufwand: **mittel**

Abstellkapazität: **gering**

Mögliche Hürden: - Netzanschluss
- Fläche LIS
- Zus. Standort

Standort Melkers

Aufwand: **hoch**

Abstellkapazität: **hoch**

Mögliche Hürden: - Netzanschluss
- Doppelter Umzug
- Betriebsablauf

3. Betrachtung der regionalen Rahmenbedingungen für das Innovationsdepot

3. Regionalen Rahmenbedingungen | Photovoltaik (PV)

Technische Eckdaten

- › Flächenbedarf für 1 kWp installierte Leistung: ca. 5 bis 7 m²
- › Durchschnittliche Erzeugung pro Wp: ca. 1 kWh im Jahr

Aktueller Stand Thüringen

- › Derzeit (2023) sind im Landkreis Schmalkalden-Meiningen ca. 142 MW PV-Leistung installiert (Suhl ca. 13 MW)
- › Anlage in Zella-Mehlis mit 107 kWp aufgestellt (Jahresertrag ca. 102 kWh)
- › Stadtwerke Erfurt setzt PV auf den Dächern von Betriebshof und Wirtschaftsgebäuden ein, um eigene E-Fahrzeugflotte zu laden



3. Regionalen Rahmenbedingungen | Kleinwindkraftanlagen (KWKA)

Definition „Kleinwindkraftanlage“ anhand Höhe inkl. Rotor

- › < 10 m → Klein/Micro-WKA (Aufstellen meist ohne Baugenehmigung möglich)
- › > 10 m → Klein-WKA (Baugenehmigung in Landesbauordnung festgeschrieben)
- › > 30m und < 50 m → Klein-WKA (Einstufung ggf. als Sonderbauten, Bauanforderung steigt)
- › > 50 m → Groß-WKA (es greift BImSchG)



Weitere Informationen

- › Keine Zertifizierung für Klein-WKA notwendig, mögliche Referenz zur Klein-WKA-Auswahl: IEC 61400-2
- › Marktspektrum von 30 kW bis 250 kW
- › Kosten ca. 3.000 bis 10.000 €/kW
- › Es wird von Dachinstallationen abgeraten

3. Regionalen Rahmenbedingungen | Gegenüberstellung PV und Klein-WKA

Was ist theoretisch möglich?



Fläche ^[1] : ca. 95.000 m ²			
Klein-WKA		PV	
ca. 170–175 Anlagen ^[2] (Höhe: 10m)	ca. 15–17 Anlagen ^[2] (Höhe: 30m)	ca. 10 MW PV-Anlage (konservativ)	
ca. 136-140 MWh/a	ca. 300-340 MWh/a	ca. 12.760 MWh/a	
ca. 0,38 MWh/d ^[3]	ca. 0,8– 0,9 MWh/d ^[3]	Sommertag: ca. 19-72,5 MWh/d	Wintertag: ca. 2-32,5 MWh/d
Energiebedarf Busse: ca. 6,5 MWh/d			
Energiebedarf Kommunalfahrzeuge: ca. 3,9 MWh/d			
Gesamt: ca. 10,4 MWh/d			

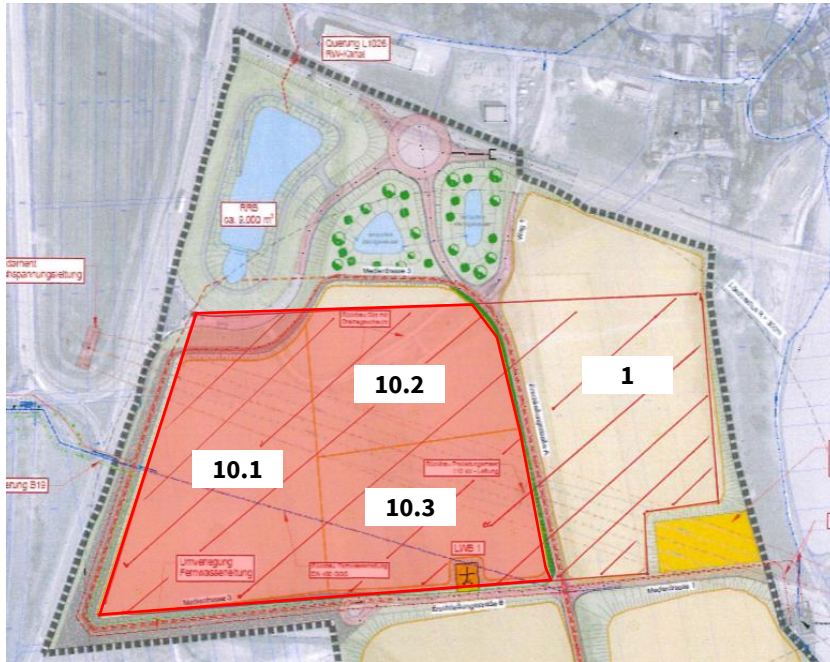
Eine detaillierte Auslegung bedarf einer individuellen Lastgang- und Solaranalyse bei fortgeschrittener Flächenplanung!

^[1] Betrachtung rot markierter Fläche (Parzellen 1, 10.1, 10.2, 10.3) ohne Berücksichtigung von möglichen Gebäuden und der Stromtrasse

^[2] Mit Abstandsregelung zwischen den einzelnen WKA mit 2-mal die Anlagenhöhe

^[3] Durchschnittliche Werte, welche über das Jahr verteilt periodische schwanken können.

Was ist theoretisch möglich?



Fläche ^[1] : ca. 63.000 m ²			
Klein-WKA		PV	
ca. 120-125 Anlagen ^[2] (Höhe: 10m)	ca. 7-8 Anlagen ^[2] (Höhe: 30m)	ca. 6,5 MW PV-Anlage (konservativ)	
ca. 96-100 MWh/a	ca. 140-160 MWh/a	ca. 8.320 MWh/a	
ca. 0,27 MWh/d ^[3]	ca. 0,38-0-43 MWh/d ^[3]	Sommertag: ca. 12-46,7 MWh/d	Wintertag: ca. 1,2-22,7 MWh/d
Energiebedarf Busse: ca. 6,5 MWh/d			
Energiebedarf Kommunalfahrzeuge: ca. 3,9 MWh/d			
Gesamt: ca. 10,4 MWh/d			

Eine detaillierte Auslegung bedarf einer individuellen Lastgang- und Solaranalyse bei fortgeschrittener Flächenplanung!

^[1] Betrachtung rot markierter Fläche (Parzellen 10.1, 10.2, 10.3) ohne Berücksichtigung von möglichen Gebäuden und der Stromtrasse

^[2] Mit Abstandsregelung zwischen den einzelnen WKA mit 2-mal die Anlagenhöhe

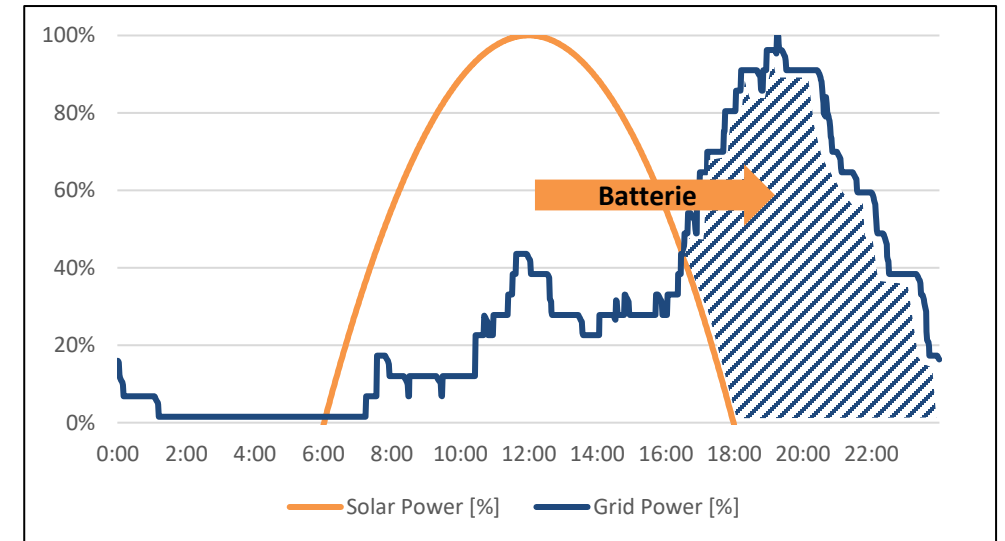
^[3] Durchschnittliche Werte, welche über das Jahr verteilt periodische schwanken können.

3. Regionalen Rahmenbedingungen | Potential Batteriespeicher und PV

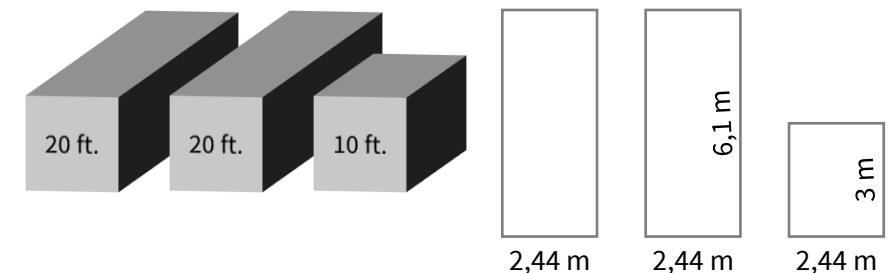
- › Zeitraum des maximalen Energiebedarfs und der PV-Erzeugung stimmen nicht überein
- › Batteriespeicher können überschüssige PV-Energie für den Abend bzw. die Nacht speichern
- › Batteriespeicher erhöhen somit den Eigenanteil an der erzeugten PV-Energie

Abschätzung des Speicherpotentials anhand eines Beispiels:

- › Annahme ca. 5.000 kWh pro Tag werden gespeichert
- › Grobe Schätzung der Investitionskosten:
ca. 700 €/kW = ca. 3,5 Mio. €
- › Einsparung durch Eigenverbrauch:
 $5.000 \text{ kWh/d} \times 300 \text{ d/a} \times (0,30 - 0,06) \text{ €/kWh} \approx 360.000 \text{ €/a}$
- › Amortisation der Investitionskosten nach ca. 10 Jahren



Beispielhafter Lastgang der 24 Busse des Nordkreises (blau)



Eine detaillierte Auslegung bedarf einer individuellen Lastgang- und Solaranalyse bei fortgeschrittener Flächenplanung!

Im Hinblick auf den neuen Standort kann Batteriespeicherung ein Potential zur Erhöhung des Eigenverbrauchs bieten. Die technische und wirtschaftliche Machbarkeit muss mit fortgeschrittener Flächenplanung jedoch überprüft werden.

Fazit PV und Klein-WKA

- › Der Ertrag aus Klein-WKA ist auf gleicher Fläche geringer als aus PV
- › Der Ertrag aus PV schwankt deutlich über das Jahr
- › Die zuvor bestimmten Werte sind unter Berücksichtigung der gesamten Fläche
 - Zukünftige Flächenplanung (Gebäude, Asphaltflächen, etc.) oder auch die Stromtrasse haben großen Einfluss auf den tatsächlich zu erwartenden Ertrag
- › Eine Batterie als Tagespeicher (z.B. PV-Energie des Tages für die Nacht speichern) kann Potential bieten
 - Als saisonaler Langzeitspeicher ist das Potential jedoch begrenzt

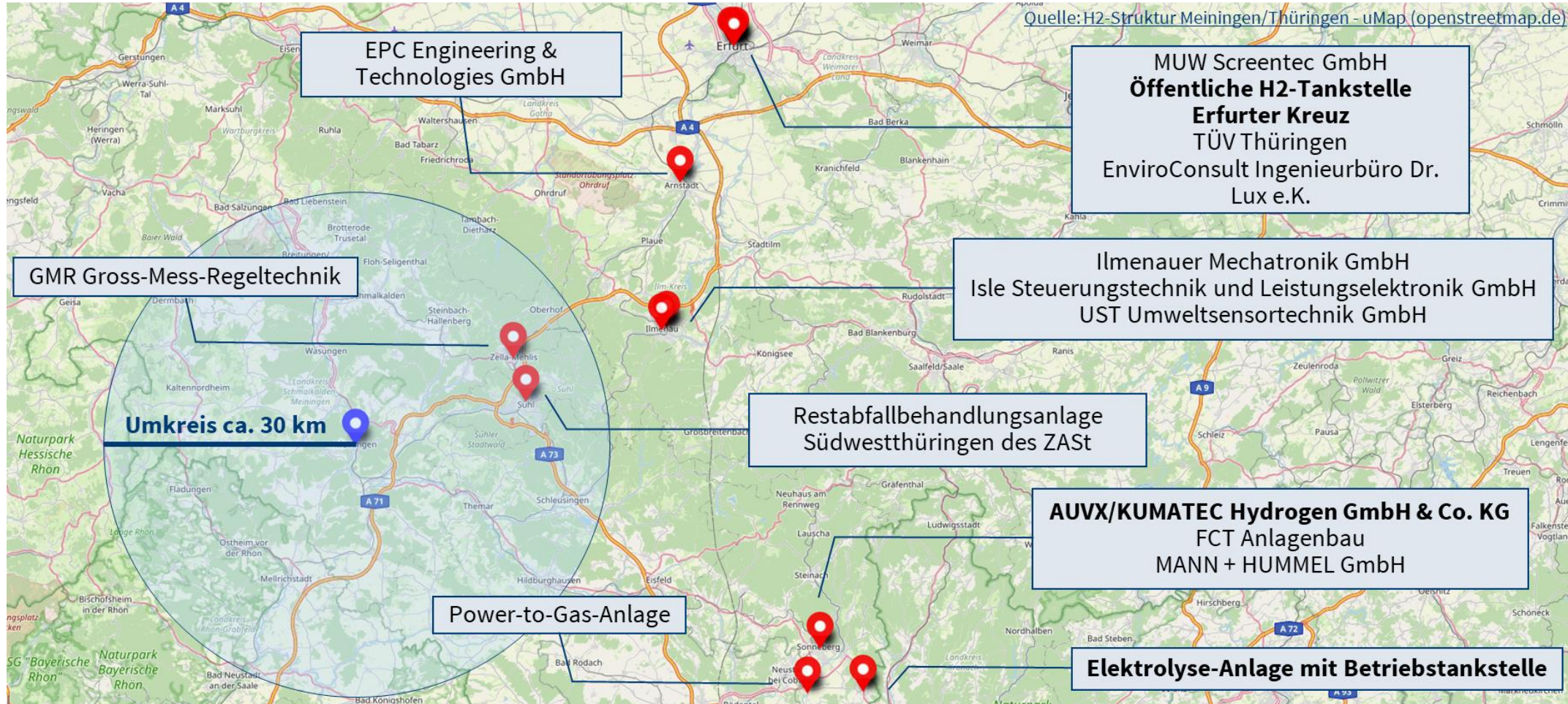
Thüringer Landesstrategie

- › **Ziel:** Klimaneutralität Thüringens mit H₂ als Energieträger und damit einhergehend der Ausbau erneuerbarer Energien
- › H₂-Einsatz immer da, wo Dekarbonisierung schwierig durch andere Technologien zu leisten ist (Anwendungen in Hochtemperatur-Industrieprozessen & Verkehrsbereich)
- › **Neue Forschungsstandorte:** „H₂-Region Thüringen/Franken (Sonneberg-Süd)“ (Institut für angewandte Wasserstoffforschung) und „Erfurter Kreuz“ (Anwendungszentrum für Wasserstoff-Technologien)

Laufende Projekte/H₂-Einrichtungen

- › BZ-Busse und BZ-Abfallsammelfahrzeug der Stadtwerke Weimar ([Link](#))
- › [HySON-Institut](#) erforscht u.a. praxisnahe Anwendungen von H₂-Technologien
- › Thüringer Allianz für Wasserstoff in der Industrie ([ThAWI](#)): Informationen für Unternehmen und Institutionen über passende Förderungen, Hilfe beim Finden von Projektpartnern und beim Stellen von Projektanträgen

3. Regionalen Rahmenbedingungen | Wasserstoff-Strategie Thüringen

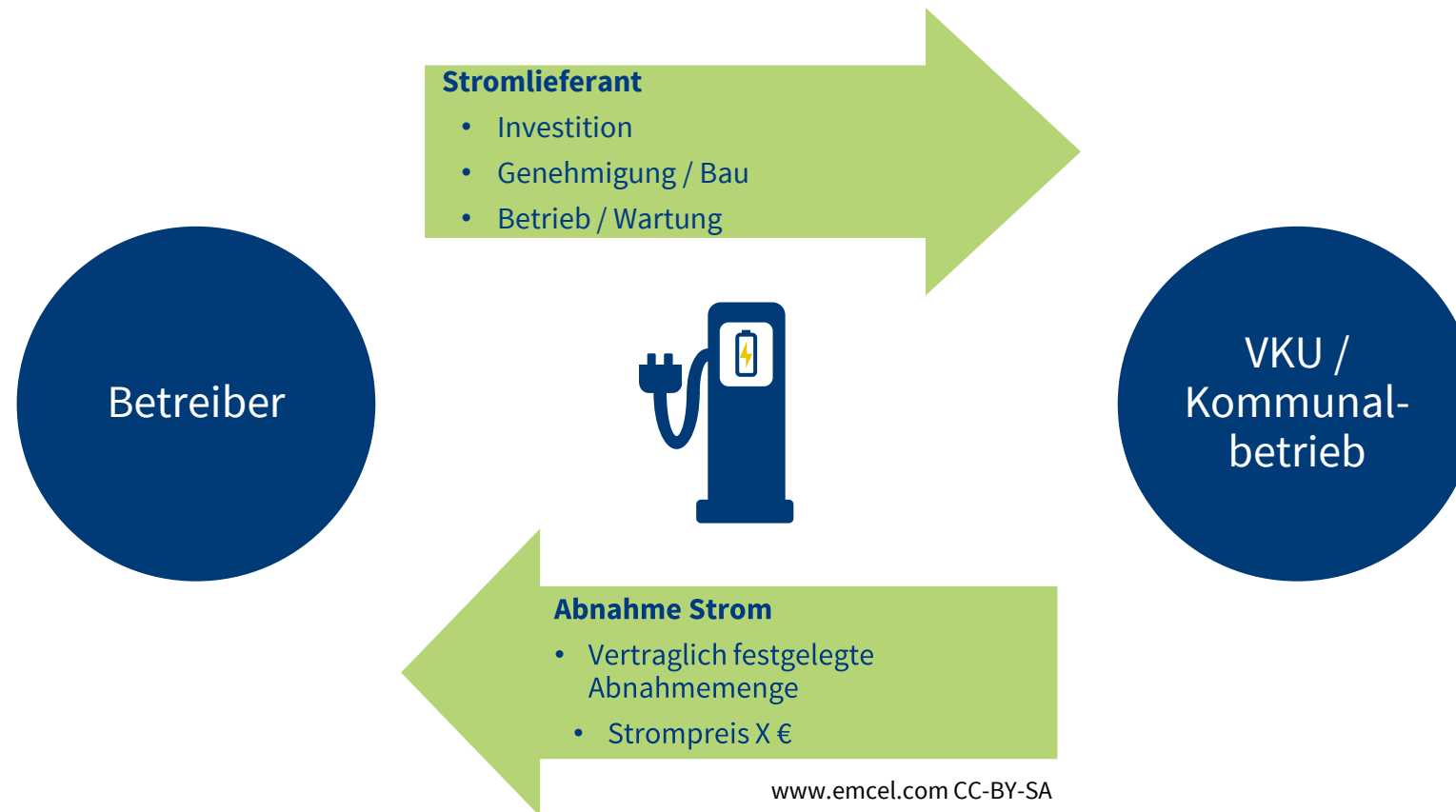


Wenig Möglichkeiten für Synergien in näherer Umgebung

4. Beschaffung von Infrastruktur für Busse / Kommunalfahrzeuge

4.1 Ladeinfrastruktur

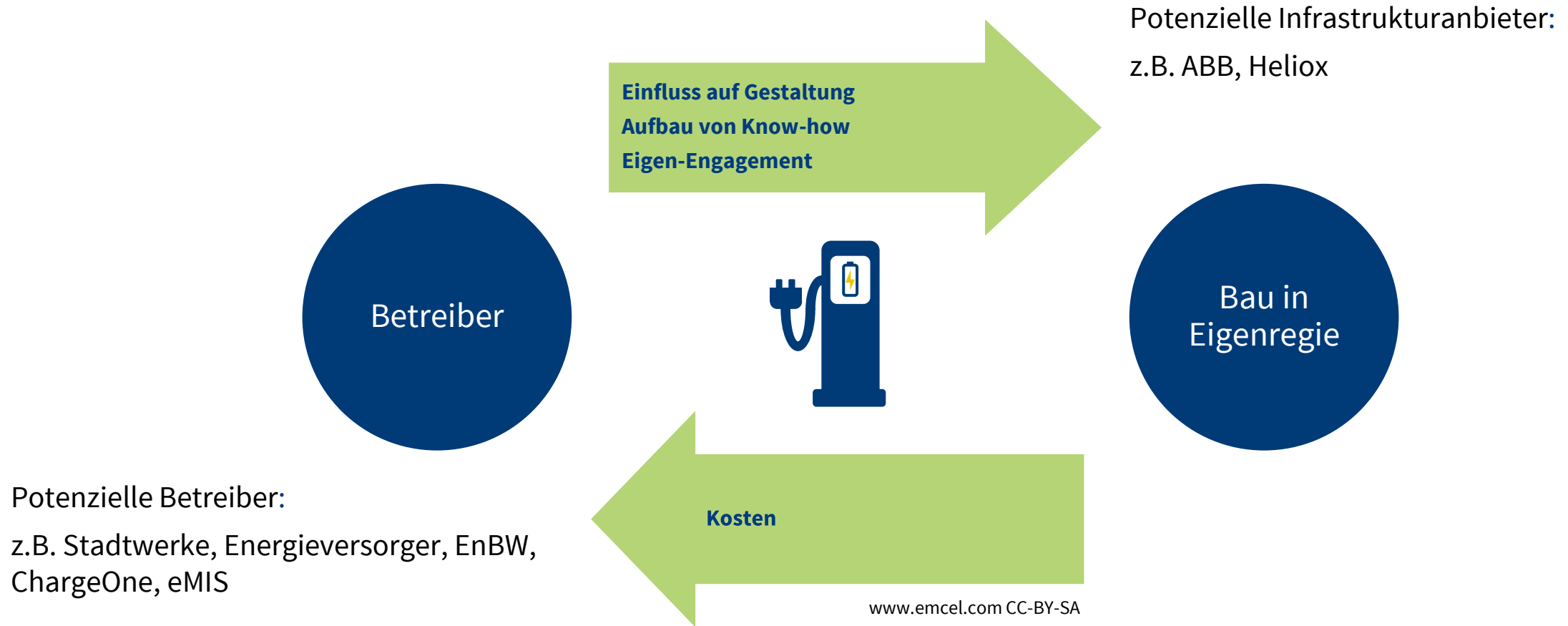
4.1 Beschaffung von Infrastruktur | Ladeinfrastruktur



www.emcel.com CC-BY-SA

Betreibermodell für Ladeinfrastruktur denkbar

4.1 Beschaffung von Infrastruktur | Ladeinfrastruktur



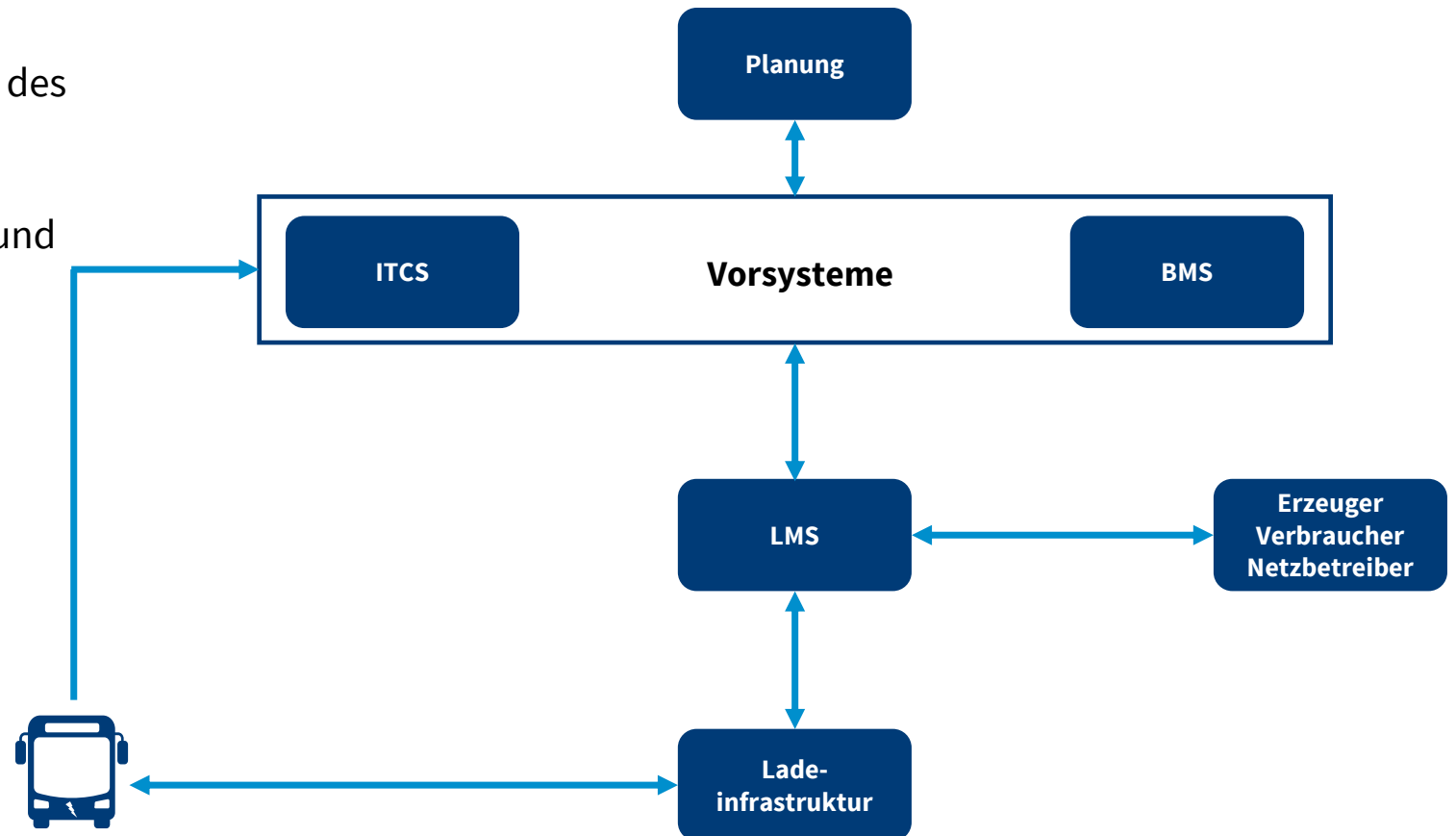
4. Beschaffung von Infrastruktur für Busse / Kommunalfahrzeuge

4.2 Lademanagement- und Betriebshofsysteme

4.2 Beschaffung von Infrastruktur | Lademanagement- und Betriebshofsysteme

Übersicht

- › Neue Anforderung durch die Elektrifizierung des Busverkehrs
- › Verschiedene Schnittstellen in der Planung und im Einsatz von E-Bussen



LMS = Lademanagementsystem; BMS = Betriebshofmanagementsystem

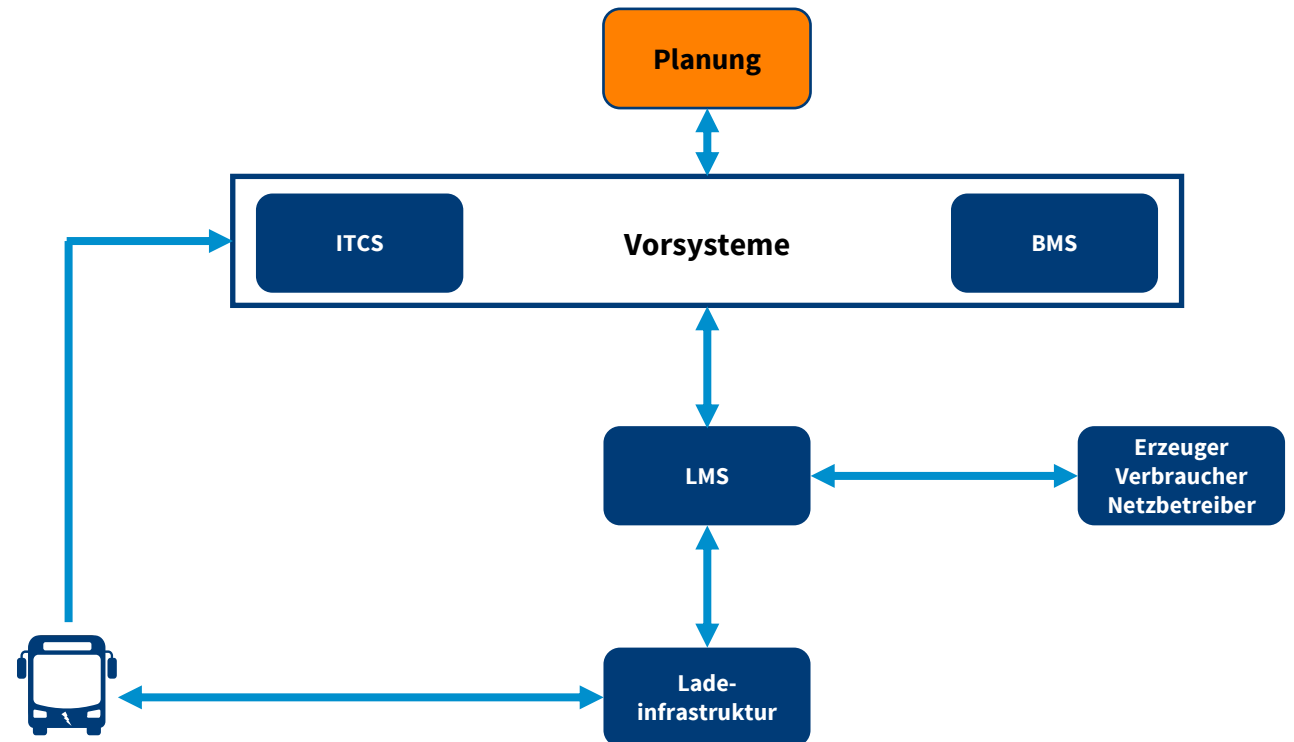
4.2 Beschaffung von Infrastruktur | Lademanagement- und Betriebshofsysteme

Planung

- › Umlaufplanung
- › Fahrplangenerierung
- › Fahrzeugverteilung
- › Dienstplan

Fragen, die im Vorfeld zu klären sind:

- › Welche Planungssoftware wird heute verwendet?
- › Welche Funktionen liefert die Software?
- › Welche Vor- Nachteile bietet die aktuelle Planungssoftware?



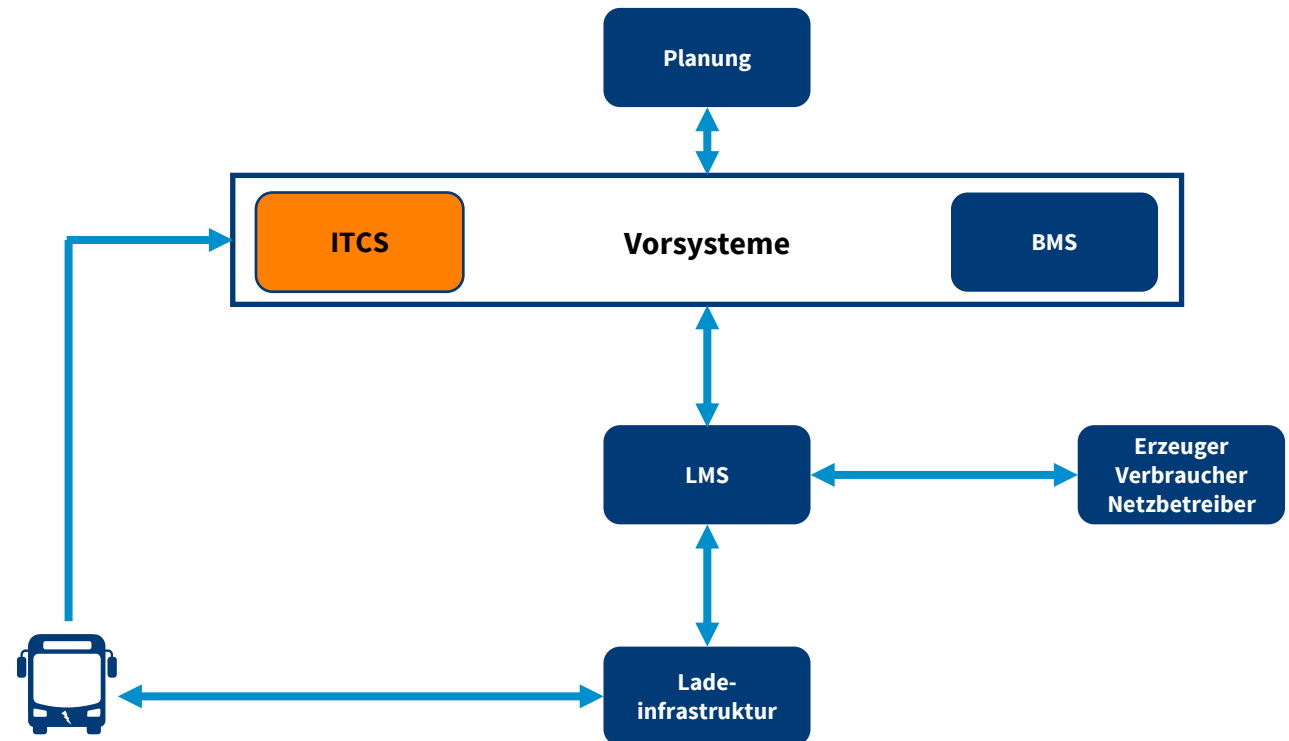
4.2 Beschaffung von Infrastruktur | Lademanagement- und Betriebshofsysteme

ITCS (Intermodal Transport Control System)

- › Anwendung zur Überwachung des intermodalen Verkehrs
- › Leitsystem
- › Verantwortlich für Disposition auf der Strecke

Fragen, die im Vorfeld zu klären sind:

- › Welches ITCS wird heute verwendet?
- › Welche Vor- Nachteile bietet das ITCS?



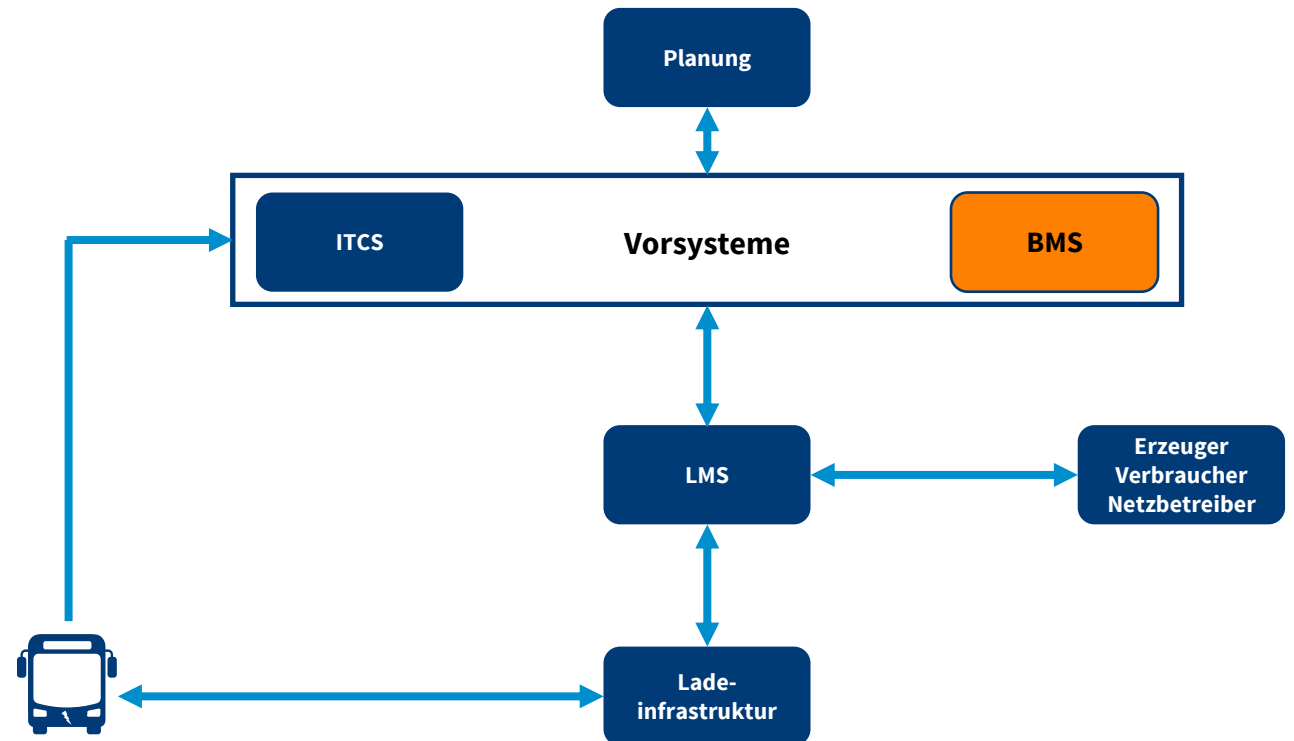
4.2 Beschaffung von Infrastruktur | Lademanagement- und Betriebshofsysteme

BMS (Betriebshofmanagementsystem)

- › Anwendung zur Automatisierung der Abläufe im Betriebshof
- › Optimiert den Fahrzeugeinsatz
- › Verantwortlich für Disposition auf dem Depot bzw. Betriebshof

Fragen, die im Vorfeld zu klären sind:

- › Welches BMS wird heute verwendet?
- › Welche Vor- Nachteile bietet das BMS?



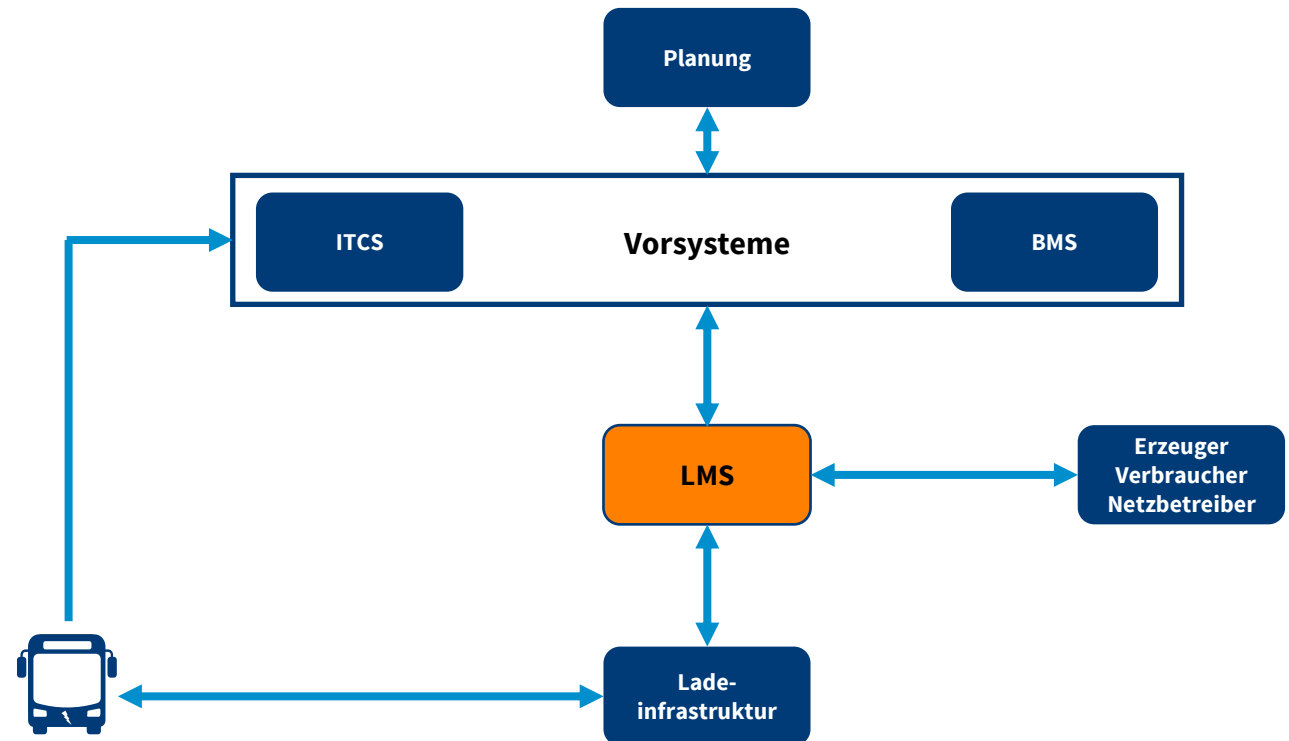
4.2 Beschaffung von Infrastruktur | Lademanagement- und Betriebshofsysteme

LMS (Lademanagementsystem)

- › Vermeidet Überlastungen und Lastspitzen im Stromnetz - Kostenreduktion
- › Berücksichtigt die verfügbare Anschlussleistung
- › Ermittelt und überwacht Ladestrategie bzw. Ladeplan und gibt diese(n) an die Ladeinfrastruktur weiter

Fragen, die im Vorfeld zu klären sind:

- › Welches LMS wird heute verwendet?
- › Welche Vor- Nachteile bietet das LMS?



4.2 Beschaffung von Infrastruktur | Lademanagement- und Betriebshofsysteme

Weitere Fragen

- › Warum soll ein Lademanagementsystem primär angeschafft werden?
Z.B. für die Vorkonditionierung der Fahrzeuge, zur Kostenreduktion, um den Netzanschluss stabilisieren, zur Vermeidung hoher Spitzenlasten oder für das reine Monitoring der Ladevorgänge
- › Welche Drittsysteme sollen in die Architektur eingebunden werden?
Z.B. vorhandene Software für eine Energiemanagement, bestehende IT-Umgebung, etc.
- › Welche Art von Fahrzeugen sollen integriert werden?
Z.B. Einbindung von Fahrzeugen unterschiedlicher Art und Hersteller; Busse, kommunale Fahrzeuge, PKW, etc.
- › Wie viele Fahrzeuge bzw. Ladegeräte sollen integriert werden?
Z.B. Einbindung von Ladestationen unterschiedlicher Art und Hersteller, sind zukünftige Erweiterung geplant? sollen Subunternehmer oder mehrere Betriebshöfe berücksichtigt werden?
- › Wie sollen bzw. können BZ-Fahrzeuge integriert werden inkl. H₂-Infrastruktur?

Ein geeignetes System kann auf dem Markt in Abhängigkeit von den eigenen Anforderungen ausgewählt werden.

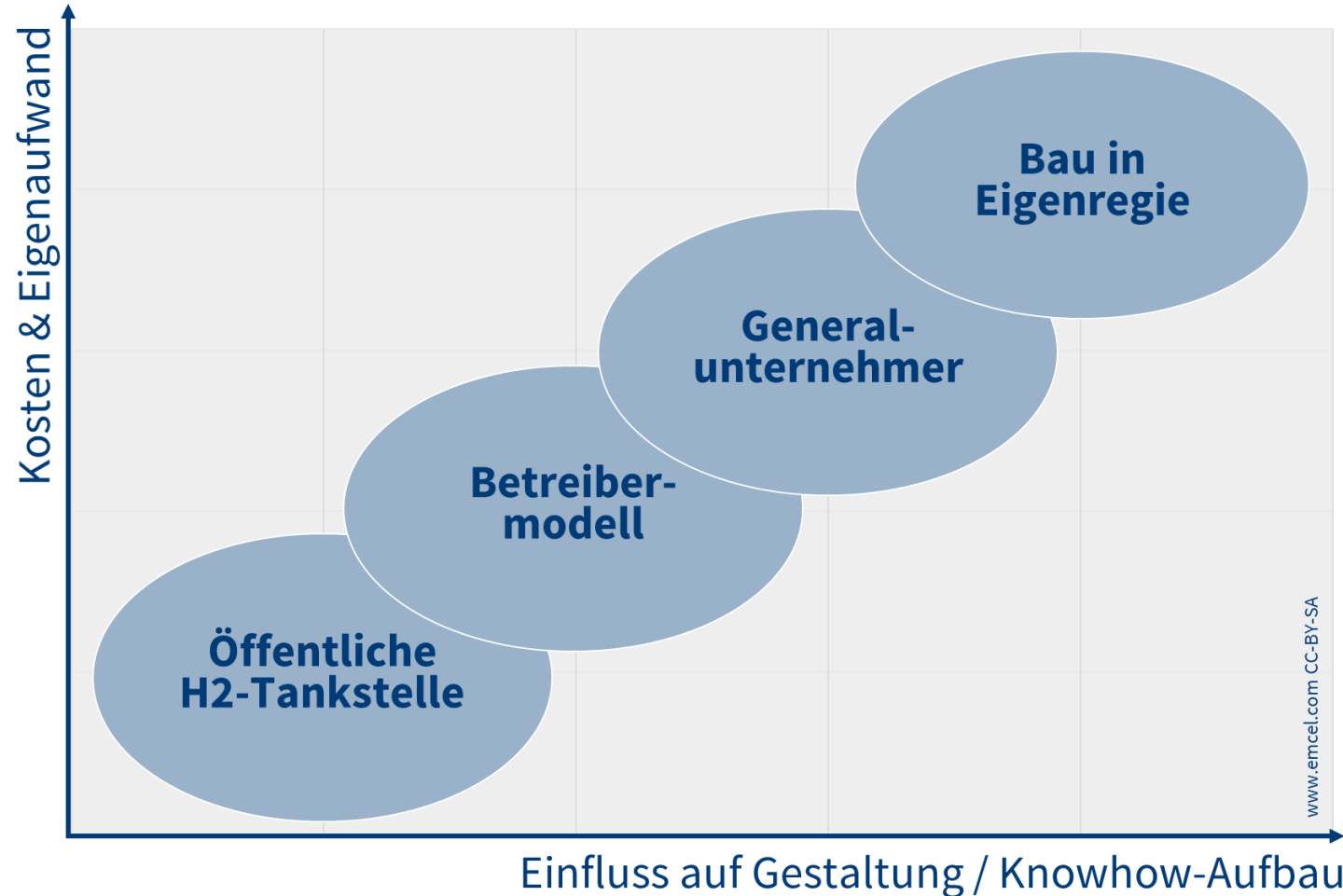
4.2 Beschaffung von Infrastruktur | Lademanagement- und Betriebshofsysteme

Marktübersicht

Anbieter	Softwarename	Lösung	Anmerkung	Link
ABB	Optimax	LMS		ABB
init / CarMedialab	MOBILEcharge	LMS		Einführung eines Lademanagementsystems (initse.com)
SINOS	Charging management electric buses	LMS		Lademanagement für Elektrobusse im Depot (sinos.de)
SBRS	System Orange	LMS		software solution – SBRS Efficiency First
IVU	IVU.suite	LMS		IVU Elektromobilität
IO-Dynamics	IO-Dynamics	LMS		E-Mobilität im Fuhrpark: Flotten- und Lademanagement vereinen (iodynamics.de)
NEWEnergie	NEWEnergie	LMS		Lademanagement für Ihre E-Flotte (new-energie.de)
Flotteladen		LMS	Eher für PKW	
chargeBIG	chargeBIG	LMS	Eher für PKW, öffentliche LIS	Home - chargeBIG
IVU	IVU.suite	BMS	Integriert im LMS möglich	IVU Elektromobilität
PSI	PSIeDMS	BMS	Integriert mit LMS möglich	PSI eBus
COSware	COSware Betriebshofmanagement	BMS		COSware BMS
init	MOBILE-DMS	BMS		Planung und Disposition (initse.com)
GIRO	Hastus	BMS		Startseite - GIRO Inc.
VAB	VABdepot-eBMS	BMS		VAB eBMS

4. Beschaffung von Infrastrukturen für Busse / Kommunalfahrzeuge

4.3 Wasserstoffinfrastruktur



Betriebsmodelle

- › Bau, Genehmigung, Eigentum und Betrieb einer Wasserstoff-Tankstelle können sehr unterschiedlich organisiert werden
- › Das hat massive Auswirkungen auf den Preis

5. Exkurs: HVO 100

5. Exkurs: HVO 100 | Hydrotreated Vegetable Oil

Herstellung HVO 100 („100“ = 100 % HVO-Treibstoff (keine Beimischung))

Input: Abfall- und Reststoffe (bspw. Altfette, Zellulose-Abfälle, Holzreste, Fischreste, **Plastikabfälle**)

- › Cracken und katalytische Hydrierung (katalytische Reaktion mit Wasserstoff)
- › Hydrierung in **Mineralölraffinerien** oder in **Pflanzenölanlagen**
- › Sehr ähnliche physikalische und chemische Eigenschaften wie herkömmlicher Diesel

Nutzungsbeispiel: Kiel

- › Nutzung des KlimaDiesel90 (HVO 100) durch die Kieler Müllabfuhr ABK
- › Einsatz in rund 35 Müllsammelfahrzeugen
- › Import aus Finnland
- › Geringfügig erhöhte Kraftstoffkosten

10. BImSchV

- › Noch ist HVO100 in Deutschland nicht Teil der 10. BImSchV
 - Nutzung nur über geschlossenen Benutzerkreis
 - Bestätigung der Fahrzeughersteller bei Einsatz des Kraftstoffes derzeit noch erforderlich
- › Voraussichtlich Mitte April 2024: Aufnahme von paraffinischem Dieselkraftstoff (XTL) aus Synthese oder Hydrierungsverfahren als Reinkraftstoff nach der Norm DIN EN 15940 in die 10. BImSchV
 - HVO 100 kann als Kraftstoff frei öffentlich verkauft werden

SaubFahrzeugBeschG

- › Vermeidung unbeabsichtigter Förderung fossiler paraffinischer Dieselkraftstoffe
- › Ausschluss fossiler Quellen erfolgt im Rahmen des SaubFahrzeugBeschG
 - nur HVO 100 Pflanzenölanlagen auf Basis biogener Abfall- und Reststoffe CVD-konform (Zertifikate erforderlich)

5. Exkurs: HVO 100 | Verfügbarkeiten

Produktionsvolumen HVO pro Jahr:

- › Europaweit 2022 (ca. 3,5 Millionen Tonnen)
- › Weltweit 2020 (ca. 7 Millionen Tonnen)
- › Weltweit geschätzt 2025 (fast 30 Millionen Tonnen)
 - davon Großteil USA (ca. 12,6 Millionen Tonnen)
 - davon Europa (ca. 11,3 Millionen Tonnen)

Auch HVO aus Mineralö raffinerien mit
inbegriffen

Jährlich werden ca. 44 Milliarden Liter
Diesel (ca. 36,5 Millionen Tonnen) in
Deutschland abgesetzt (Stand 2017)¹

¹destatis.de

- Markthochlauf erwartet, aber nur begrenzte Ausgangsstoffe vorhanden, Risiko des Greenwashings
- Anteil zertifizierten HVO 100 aus Pflanzenölanlagen fraglich

Kosten: Mehrkosten von ca. 10 bis 35 ct/L zu herkömmlichem Diesel erwartet, Preisunsicherheit bei steigender Nachfrage und Markthochlauf

Produzenten*: Neste (FIN, NL), Orange Gas (NL), Preem (S), Greenpont (NL), ENI, Goodfuels (NL), TotalEnergies (F), Phillips 66 (USA)

5. Exkurs: HVO 100

- + CVD – „Sauber“ – bei 100% HVO für Fahrzeuge N2 & N3
- + Bis zu 90 % Emissionsreduzierung global über den Lebenszyklus
- + Leichte Senkung lokale Emissionen (verbrennt sauberer als herkömmlicher Diesel)
- + Gewohnte Reichweiten für sicheren/flexiblen Einsatz
- + Gewohnte Fahrzeuge (Ab 2024)
- Nicht CVD – „Sauber“ für N1 Fahrzeuge
Nicht CVD- „emissionsfrei“
- Keine lokale Emissionsfreiheit (Abgase und Lärmemissionen)
- Höhere Kraftstoffkosten (ggü. Diesel)
- Beschränkte Verfügbarkeit, heute und zukünftig
- Aktueller Stand: Nutzung nur über geschlossenen Benutzerkreis. Keine offizielle Zulassung in Deutschland
- Aktueller Stand: Bestätigung der Fahrzeughersteller bei Einsatz des Kraftstoffes derzeit noch erforderlich

- Kurz bis Mittelfristig kann eine Umstellung schwerer Nutzfahrzeuge auf HVO 100 als Übergangslösung genutzt werden
- Risiko: Eine Anpassung der CVD langfristig denkbar (Vergleich ÖPNV – Anteilige Emissionsfreiheit ist Pflicht, neue LKW-Ziele ab 2030 im Gespräch)
- Durch den Markthochlauf können Engpässen des zertifizierten Kraftstoffes auftreten

6. Fazit und Handlungsempfehlung

6. Fazit und Handlungsempfehlung | Kommunal

- › Fahrzeugklassen M1, N1 und N2 sowie der CVD-relevanten N3 Fahrzeuge bieten Potenzial sowohl für Umstellung auf die Batterie- als auch Brennstoffzellentechnologie.
- › Aktuelle Marktsituation (Hersteller und Fahrzeugvarianten) ist überschaubar. Verfügbares Angebot in den Klassen M1, N1 und N2 überwiegend durch Batterietechnologie geprägt. Mittel- bis langfristig ist eine deutliche Marktentwicklung auch in Richtung Brennstoffzellentechnologie zu erwarten. Für N3-Fahrzeuge sind bereits heute Lösungen für den Umstieg auf beide Technologien verfügbar.
- › Einstiegshürde für batterieelektrische Fahrzeuge aufgrund geringerer Infrastrukturaufwendungen und geringerer Mehrkosten im Vergleich zu BZ-Fahrzeugen derzeit niedriger.
- › Fuhrparkumstellung soll emissionsfrei entsprechend der gesetzlichen Vorgaben fortgeführt werden (erste Elektrofahrzeuge im Fuhrpark), Erfahrungen sollen im Einsatz mit der neuen Technologie gesammelt werden.
- › Innovationsdepot soll technologieoffen geplant werden (z.B. Flächen für H₂-Infrastruktur vorsehen), so dass unter Berücksichtigung der Marktentwicklungen und der gesetzlichen Vorgaben die Umstellung mittel- bis langfristig schrittweise vorangetrieben wird. Entweder Fokussierung auf eine einzige Technologie (z.B. bei ausbleibender Marktentwicklungen oder deutlich günstigeren Anschaffungspreisen) oder technologieoffene Umstellung

6. Fazit und Handlungsempfehlung | ÖPNV

Mobility Move 2024
(ehem. Elektrobuskonferenz)
in Berlin

EMCEL

05. – 07. März (KW 10)

- › Die Umstellung auf Depotladung ist gegenüber der Brennstoffzelle technisch und wirtschaftlich sinnvoll und sollte weiter verfolgt werden.
- › Erste E-Busse inkl. LIS sind bereits vorhanden, weitere in Planung. Mit der Beschaffung von E-Bussen muss ein entsprechender Infrastrukturausbau einhergehen.
- › Aufbau LIS für erste Busse (Zeit bis Innovationsdepot) auf möglichst wenige Standorte verteilen. Ausbaupotenzial am Standort Sülzfeld hierfür am höchsten → Vorhandene Netzkapazitäten sollten genutzt werden (Gespräche mit Netzbetreiber aufnehmen/fortsetzen).
- › Sollte am Innovationsdepot eine H₂-Infrastruktur entstehen, können entsprechende Synergien genutzt werden. In diesem Fall sollte bei zukünftigen Beschaffungen technologieoffen auf Marktentwicklungen (Fahrzeuge und Kraftstoff) reagiert werden.



**Ingenieurbüro für Brennstoffzelle,
Wasserstofftechnologie und Elektromobilität**

VIELEN DANK FÜR IHRE AUFMERKSAMKEIT

... damit Ihre Energiewende gelingt!

Marius Schneider

Fon +49 (0) 221 29 26 95-230

Fax +49 (0)221 29 26 95 -229

ms@emcel.com

EMCEL GmbH

Am Wassermann 28a

50829 Köln

www.emcel.com



Marius Schneider

Projektingenieur

Kontakt

Tel +49(0) 221.29 26 95-230

Fax +49(0) 221.29 26 95-229

ms@emcel.com

EMCEL GmbH

Ingenieurbüro für Brennstoffzelle
Wasserstofftechnologie und Elektromobilität

Am Wassermann 28a | 50829 Köln

www.emcel.com

EMCEL GmbH

Am Wassermann 28a
50829 Köln

Die in dieser Präsentation aufgeführten Gedanken, Ideen und Aktionen sind in ihrer Gesamtheit, sowie einzeln und in jeder daraus abgeleiteten Form geistiges Eigentum der EMCEL GmbH und unterliegen den geltenden Urhebergesetzen.

Die Verwirklichung von Ideen und Ideenansätzen ist nur mit vorheriger vertraglicher Vereinbarung mit dem Rechteinhaber möglich.

Die ganze oder teilweise Vervielfältigung sowie jede Weitergabe an Dritte ist nicht gestattet. Der Empfänger dieser Unterlagen haftet bei unberechtigter Verwendung oder Weitergabe an Dritte für daraus entstehenden Schaden.

Dem Empfänger werden durch die Überlassung der Unterlagen keine Nutzungsrechte eingeräumt. EMCEL GmbH widerspricht durch die Überlassung der Unterlagen ausdrücklich einer wirtschaftlichen Verwertung durch den Empfänger. EMCEL GmbH behält sich in jedem Fall der Zuwiderhandlung die Geltendmachung von Schadensersatzansprüchen vor.

Der Empfänger dieser Unterlagen bestätigt durch Entgegennahme der Unterlagen absolute Vertraulichkeit und absolutes Stillschweigen über die darin genannten Ideen und Vorschläge zu wahren.

Alle angegebenen Preise sind als Richtpreise zu verstehen. Die Preise sind derzeit am Markt üblich. Allerdings ist zu berücksichtigen, dass den angegebenen Preisen keine spezifischen Angebote mit einem detaillierten Lastenheft zugrunde liegen. (Stand Februar 2024)