



EINFACH LADEN AN RASTANLAGEN – ONLINE-SEMINAR –

Dr. Stefan Kippelt - 23.11.2022

Storyline und Vision der Studie

- Die Dekarbonisierung des Schwerlastverkehrs erfolgt zukünftig vor allem durch batterieelektrische Nutzfahrzeuge
- Batterieelektrische LKW machen bis 2035 50% des Schwerlastverkehrs aus
- Der Fokus liegt auf Ladehubs entlang des Autobahnnetzes
 - Für andere Ladeszenarien ist die Infrastruktur bedarfsgerecht

Kernfragen

- 1) Wie muss eine Ladeinfrastruktur entlang des Autobahnnetzes beschaffen sein?
- 2) Wie kann diese an das Stromnetz angeschlossen werden?
 - Technische Konzepte und Gestaltungsoptionen
 - Umsetzungszeiten und Hindernisse
- 3) Wo ergeben sich Herausforderungen und welche Weichenstellungen müssen heute gesetzt werden?

Studie



Im Auftrag von



Nationale Leitstelle
Ladeinfrastruktur:
„Einfach Laden an
Rastanlagen“, Berlin,
2022, [link](#)

Gutachter





Kernfragen

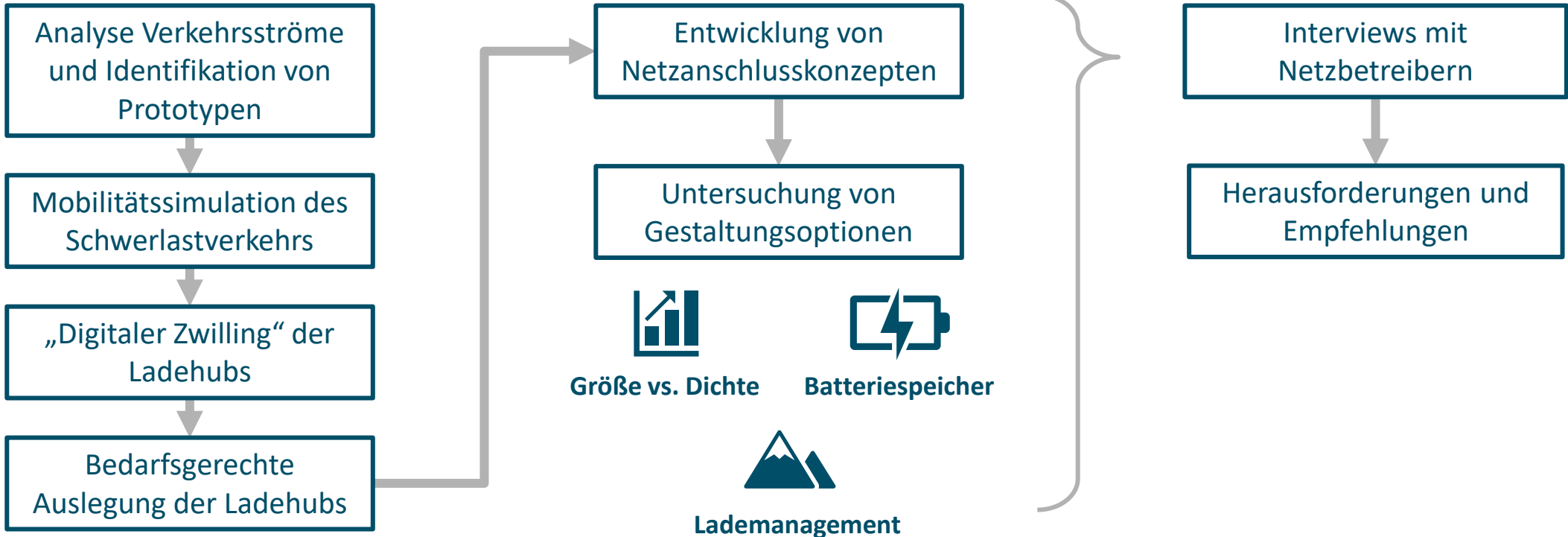
Wie muss eine Ladeinfrastruktur entlang des Autobahnnetzes dimensioniert sein?

Netzanschlusskonzepte und Gestaltungsoptionen

Herausforderungen und Empfehlungen

Vorgehen

e-mission



Zukünftige Ladeinfrastruktur im Autobahnnetz

Prototyp 1

- Sehr hohes Verkehrsaufkommen an internationaler Infrastrukturachse
- Vorhandener Netzanschluss in der Mittelspannung



Prototyp 2

- Mittleres Verkehrsaufkommen an Bundesautobahn
- Vorhandener Netzanschluss in der Mittelspannung



Prototyp 3

- Geringes Verkehrsaufkommen Bundesautobahn
- Bislang unbewirtschaftet, kein Netzanschluss



Quelle: google Maps

Megawatt-Charging

- Schnellladen während der verpflichtenden Pausenzeiten (45min)
- Ladestandard aktuell in Entwicklung
- Ladeleistungen bis > 3 MW pro Ladepunkt möglich
- Hier: **700 – 900 kW** pro Ladepunkt



Übernacht-Laden

- Laden während der verpflichtenden Ruhezeiten (9-11h)
- Ladeleistung **100 – 150 kW**



HPC für ePKW

- Ladepunkte entsprechend Deutschlandnetz (200 kW) + Extrapolation für 2030 und 2035
- Ladeleistung nach 2030: **350 kW**

Zukünftige Ladeinfrastruktur im Autobahnnetz

Prototyp 1

- Sehr hohes Verkehrsaufkommen an internationaler Infrastrukturachse
- Vorhandener Netzanschluss in der Mittelspannung



Prototyp 2

- Mittleres Verkehrsaufkommen an Bundesautobahn
- Vorhandener Netzanschluss in der Mittelspannung

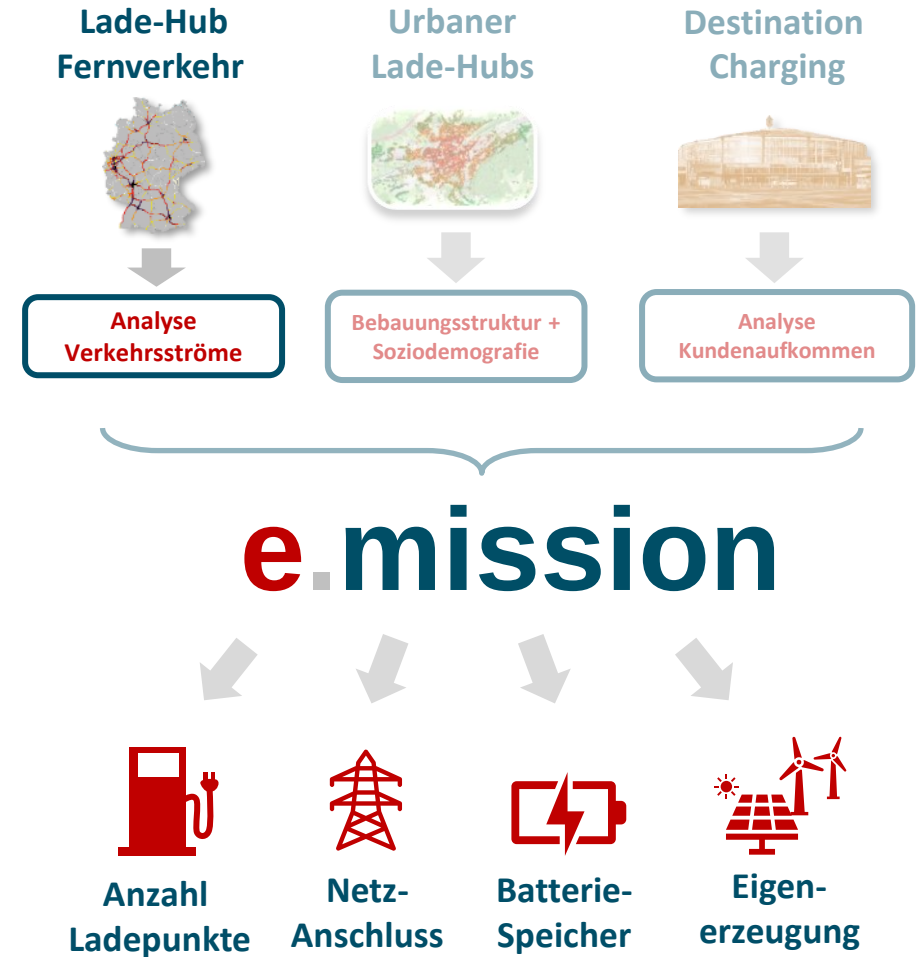


Prototyp 3

- Geringes Verkehrsaufkommen Bundesautobahn
- Bislang unbewirtschaftet, kein Netzanschluss



Quelle: google Maps



Prototyp 1

- **Sehr hohes Verkehrsaufkommen an internationaler Infrastrukturachse**
- Vorhandener Netzanschluss in der Mittelspannung



Prototyp 2

- **Mittleres Verkehrsaufkommen an Bundesautobahn**
- Vorhandener Netzanschluss in der Mittelspannung



Prototyp 3

- **Geringes Verkehrsaufkommen Bundesautobahn**
- Bislang unbewirtschaftet, kein Netzanschluss



Quelle: google Maps

Annahmen der Modellierung

- LKW starten voll geladen und laden nur LKW an Ladehubs, wenn dies tatsächlich notwendig ist (SoC bei Ankunft am Fahrtziel < 20%)
- Die Auslegung der Ladehubs erfolgt nach „Pareto-Prinzip“ – 95% der Ladevorgänge müssen mit max. 15 Minuten Wartezeit beginnen
- Verkehrszahlen der Standorte entstammen den Zählungen des BAST – zukünftige Steigerungen der Verkehrszahlen sind nicht berücksichtigt
- Das Mobilitätsverhalten (Verteilung von Tageszeiten, Strecken) entstammen Veröffentlichungen des Fraunhofer ISI / KID 2010
- Während der Lenkzeitunterbrechung darf nicht umgeparkt werden – der LKW blockiert den Ladepunkt min. 45 min. „Bierdeckel-Rechnung“:
$$4,5h \cdot 80 \frac{km}{h} \cdot 1,26 \frac{kWh}{km} \cdot \frac{1}{900 kW} = 30min$$
- Lademanagement ist erlaubt („Balancing“ zwischen MCS-Ladepunkten mit Priorisierung der notwendigen Ladeenergie“)

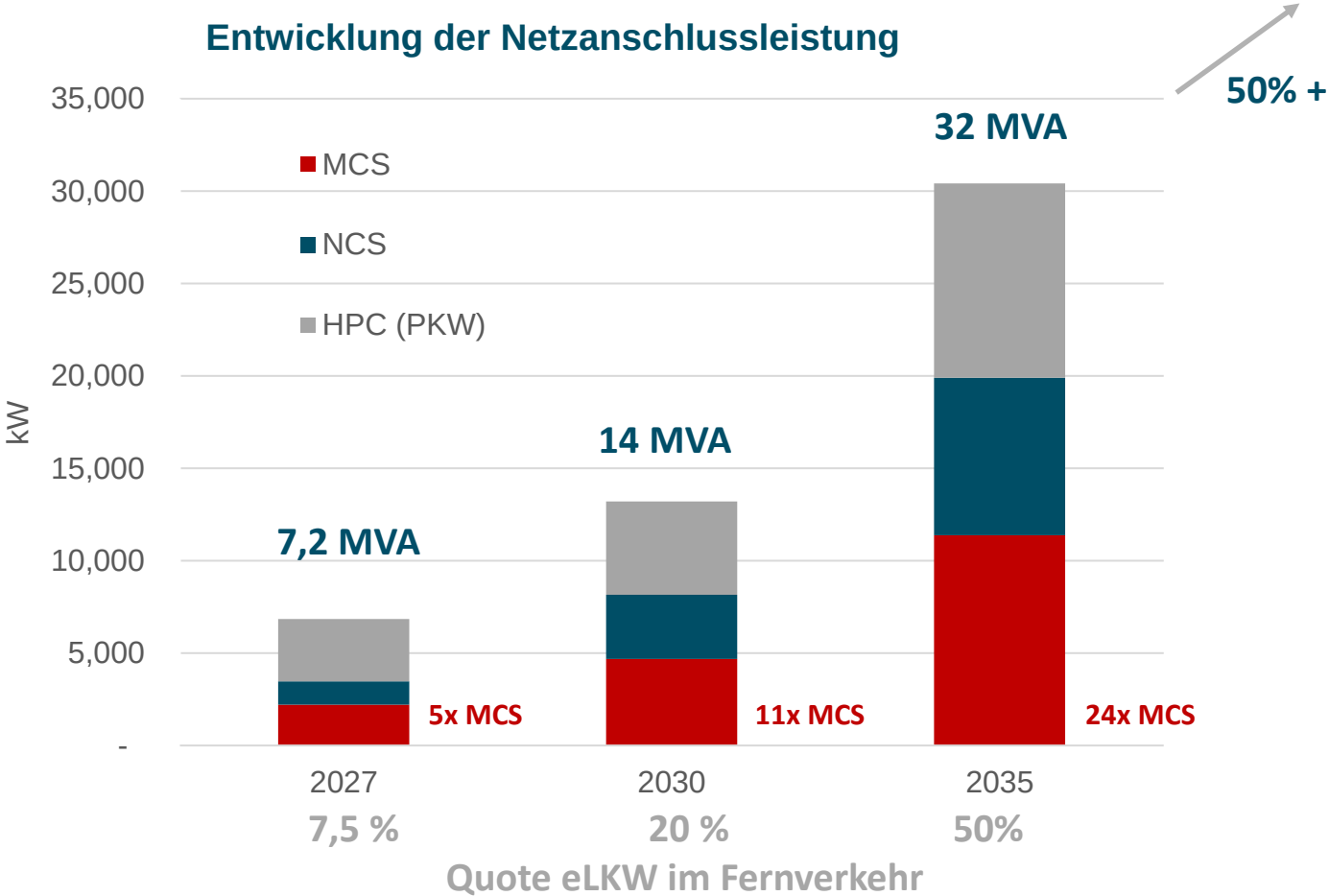
Prototyp 1

Sehr hohes Verkehrsaufkommen an internationaler Infrastrukturachse

- Vorhandener Netzanschluss in der Mittelspannung
- Ladehub alle 60 km
- Werte für eine Fahrtrichtung



Quelle: google Maps



➤ je nach konkretem Netz und Netzbetreiber kann die Zuordnung stark variieren

9

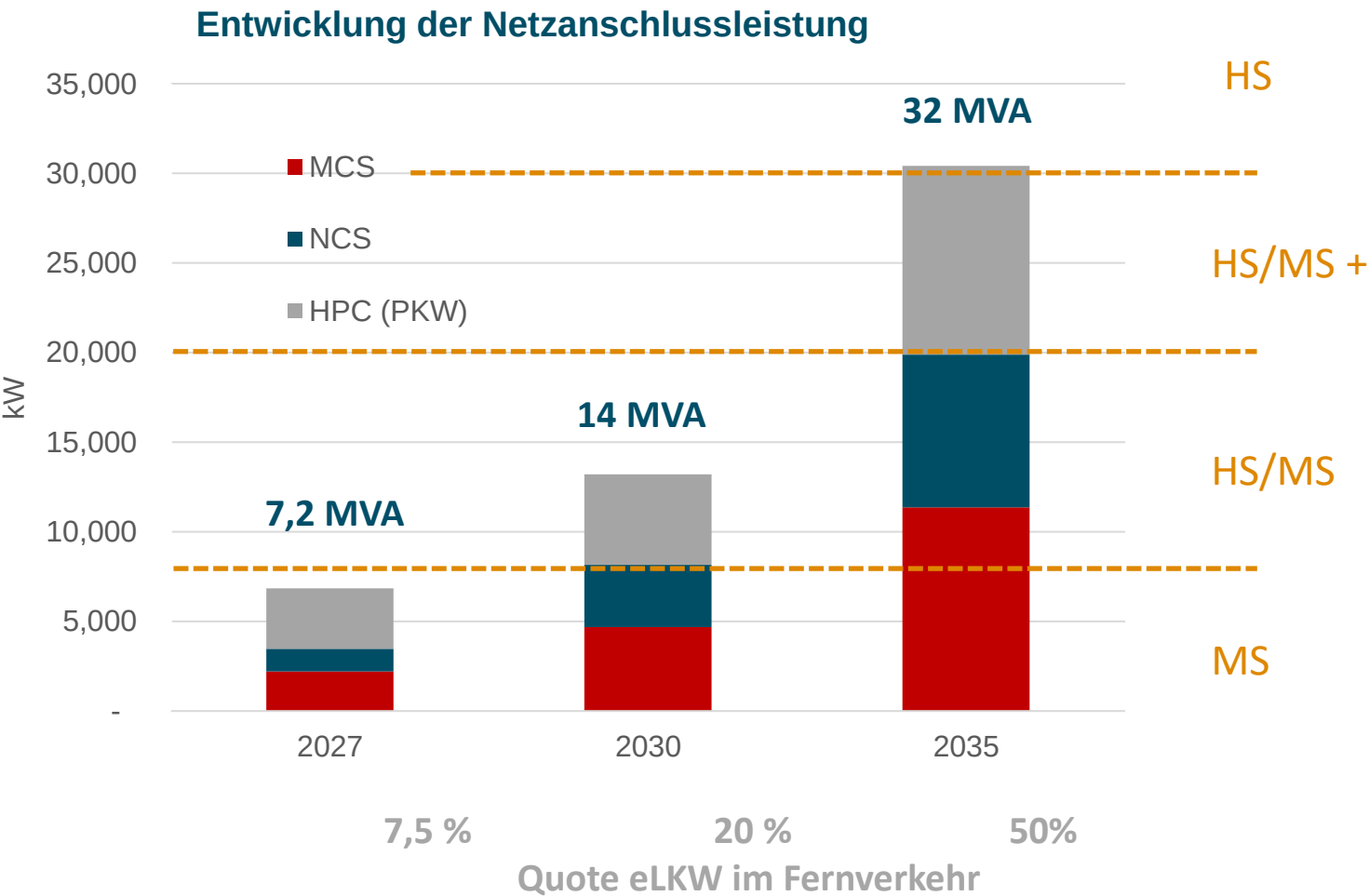
Prototyp 1

Sehr hohes Verkehrsaufkommen an internationaler Infrastrukturachse

- Vorhandener Netzanschluss in der Mittelspannung
- Ladehub alle 60 km
- Werte für eine Fahrtrichtung



Quelle: google Maps



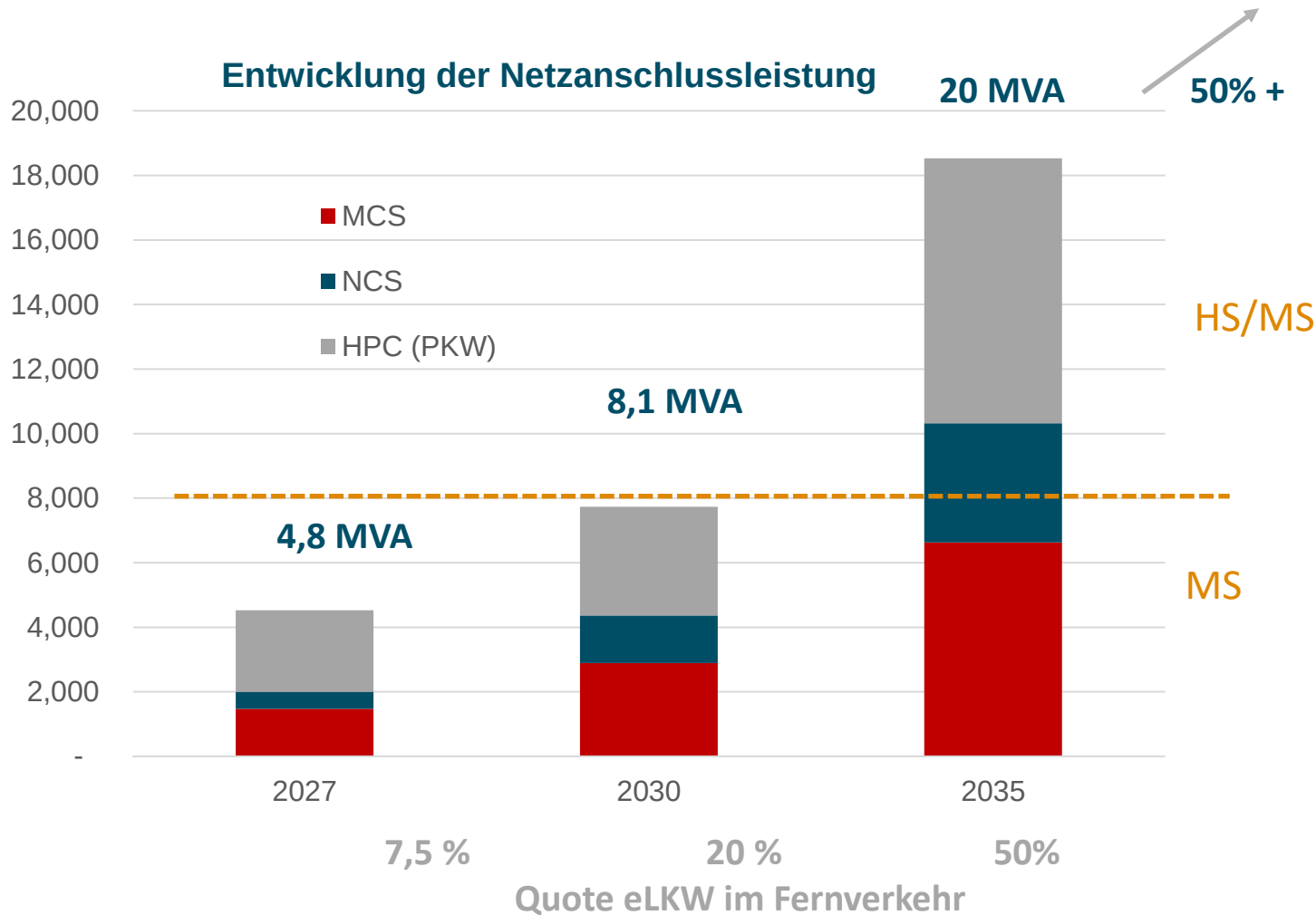
Prototyp 2

Mittleres Verkehrsaufkommen
an BAB

- Vorhandener Netzanschluss in der Mittelspannung
- Ladehub alle 100 km
- Werte für eine Fahrtrichtung



Quelle: google Maps



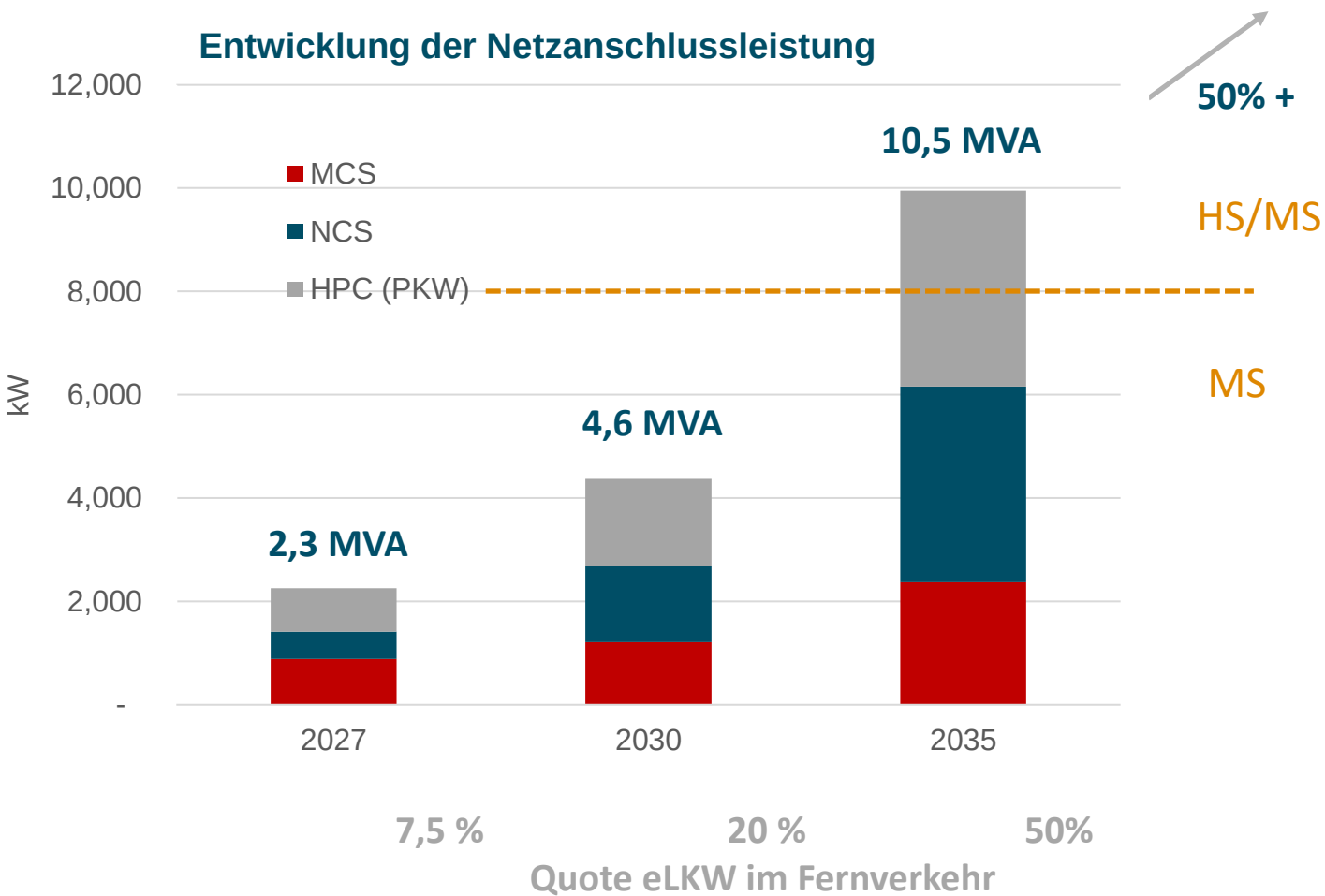
Prototyp 3

Geringes Verkehrsaufkommen

- Bislang unbewirtschaftet, kein Netzanschluss
- Alle 100 km
- Werte für eine Fahrtrichtung

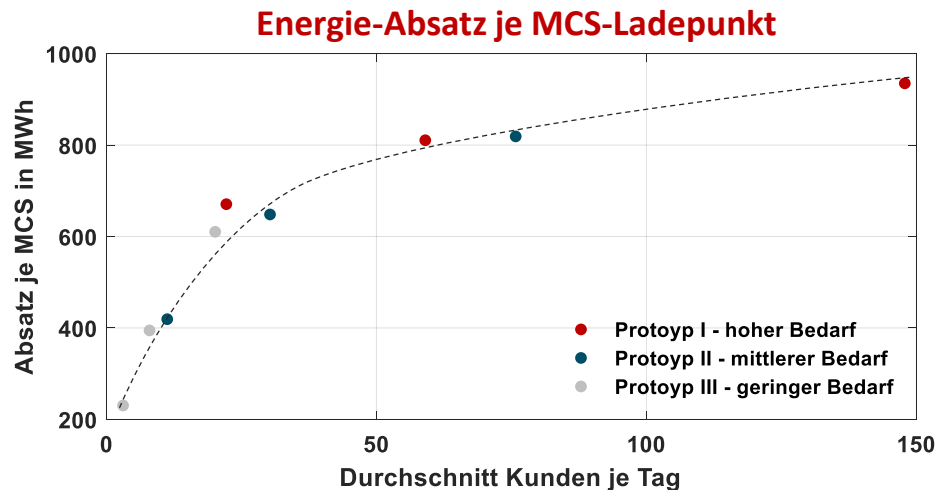


Quelle: google Maps



Hub-Größe vs. Hubdichte

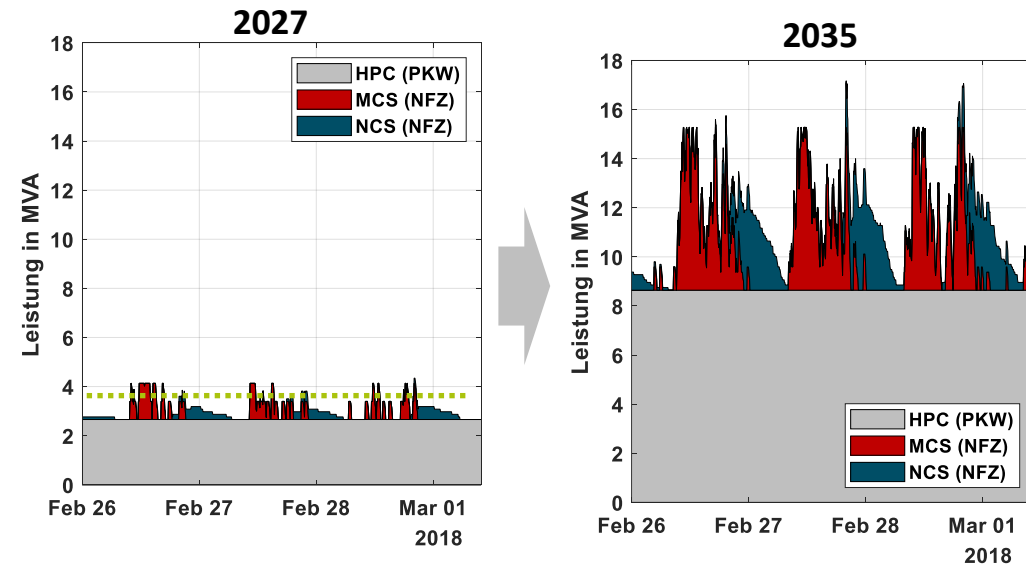
- Aus Netzsicht sollten Standorte mit HS-Anschluss so groß wie möglich werden – hier ist die Netzkapazität prinzipiell kaum begrenzt
- Sehr kleine Standorte sind perspektivisch schlecht ausgelastet und weisen hohe spezifische Infrastrukturkosten auf
- Dazwischen individuelle Abwägung zwischen perspektivischer Entwicklung, verfügbarer Netzanschlussleistung und weiteren Faktoren



Einsatz von Pufferspeichern

- Pufferspeicher sind in diesem dynamischen Hochlauf immer nur eine extrem kurzfristige Lösung
- Pufferspeicher eignen sich höchstens zur temporären Überbrückung evtl. verzögerter Erweiterungen des Netzanschlusses

Entwicklung der Netzlast bei Prototyp II



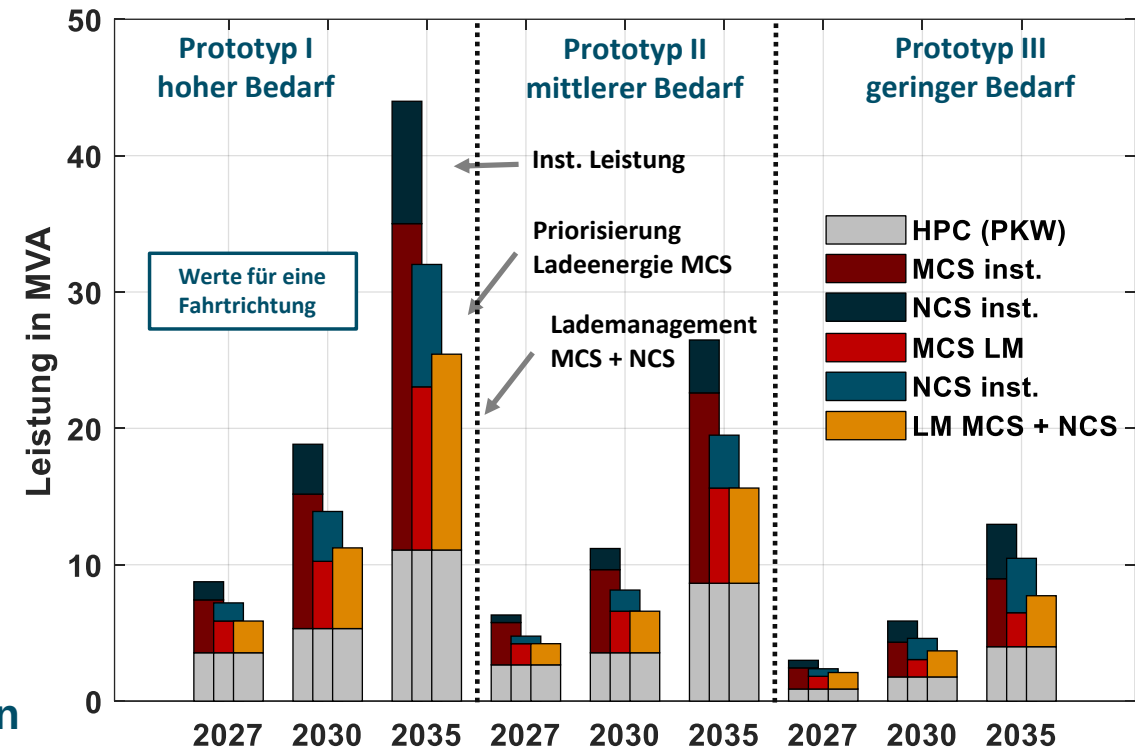
Grundlagen

- Lademanagement ist in bei Ladehubs für Nutzfahrzeugen auf mehreren Wegen möglich
 - Die Lenkzeitunterbrechung (45min) ist i.d.R. länger als die notwendige Standzeit an einem MCS-Lader. Durch Priorisierung tatsächlich notwendiger Ladeenergien kann der Leistungsbedarf der MCS-Lader reduziert werden
- Speziell das Übernacht-Laden von eLKW weist eine hohe zeitliche Flexibilität auf. Diese können zugunsten des MCS-Ladens unterbrochen werden
- Es existieren Synergieeffekte mit dem Laden von PKW (nicht untersucht)

Fazit

- Der Einsatz von Lademanagement hat das Potenzial, die notwendige **Netzanschlussleistung** deutlich zu **reduzieren**
- Das **Serviceniveau** des Ladehubs wird bei moderatem Einsatz **nicht beeinträchtigt**
- Mit Hinblick auf lange Realisationszeit von Netzanschlüssen in der Hochspannung sollte **Lademanagement** zunächst **zur Überbrückung verzögerter Netzanschlüsse** verwendet werden

Potenzielle Lademanagement



- Keiner der interviewten Netzbetreiber wurde zuvor mit der Notwendigkeit von Ladehubs für Nutzfahrzeuge konfrontiert oder berücksichtigt dies in der langfristigen Netzplanung (Interviews Ende 2021)
- Für Standorte mit **HS-Anschluss** ist eine frühzeitige Planung erforderlich – die Realisationszeiten liegen bei bis **zu 10 Jahren und mehr**
 - Erweiterung von **Umspannwerken ca. 5 Jahre**
 - Anschlüsse in der **MS** können im Idealfall in **6 Monaten bis 2 Jahren** bereitgestellt werden
- Anschlüsse auf der **MS-Ebene** dürften mit den in der Modellierung getroffenen Annahmen zu den maximalen Leistungen der Ladehubs **regelmäßig nicht möglich sein**
- Der **konkrete Standort** ist entscheidend. Wenige Kilometer Unterschied können eine Veränderung des geeigneten Netzverknüpfungspunktes und eine komplett andere Trassierung erzwingen.
- Ein **weitsichtiger und abgestimmter Ausbau** von Ladehubs durch verschiedene Stakeholder ist Voraussetzung für eine **effiziente Planung durch den Netzbetreiber**. Mögliche bzw. empfohlene Bausteine:
 - Planungen bündeln – sonst besteht die Gefahr großer ‚stranded investments‘
 - Anweisen eines ‚Standortkonzeptverantwortlichen‘, der den Kontakt mit dem VNB unterhält und die Anliegen der auf dem Ladehub aktiven Akteure koordiniert vertritt
 - Anweisen eines lokalen Areal-Netzbetreibers, der einerseits gegenüber dem Netzbetreiber als Vertragspartner auftritt und andererseits als Anbieter für die auf dem Standort aktiven Akteure agiert
- HS-Anschlüsse können auch aufgrund geringerer Netzentgelte längerfristig für Betreiber attraktiv sein.



Auf Basis von Interviews mit einigen der größten deutschen Netzbetreiber

- 1) An Standorten mit einem hohen Bedarf an Ladeinfrastruktur wird mittelfristig ein Netzanschluss in der HS erforderlich sein. Angesichts der langen Planungs- und Genehmigungsdauern sollten für diese Standorte die dafür notwendigen Prozesse **zügig angestoßen** werden.
 - Das Wachstum des Infrastrukturbedarfs ist sehr dynamisch – weitere Verzögerungen können die Entwicklung stark bremsen!
- 2) Eine koordinierte, auf den Zielbedarf ausgerichtete **Planung und frühzeitige Abstimmung mit dem Netzbetreiber** hilft allen Beteiligten, die Ladeinfrastruktur rechtzeitig und kosteneffizient zu errichten.
 - Die Verteilnetzbetreiber sollten auf geeignete Weise (z.B. über ihre Branchenorganisationen) in die weitere Planung der Ladeinfrastruktur strategisch eingebunden werden
- 3) Regulatorische Vorgaben, speziell die Lenkzeitunterbrechung haben hohen Einfluss auf die Nutzung und Auslegung des Ladehubs
 - Es sollte also untersucht werden, ob eine Weitergabe durch Anpassungen in der Fahrzeitenregulierung oder durch technische Maßnahmen (z.B. Laderoboter, autonomes Fahren) ermöglicht werden kann.
- 4) Das Lademanagement sollte von Anfang an verbindlich Hub-übergreifend organisiert werden und alle Typen von Ladepunkten einschließen.
 - Dies erfordert eine Veränderung in der vertraglichen Vereinbarung zwischen Netzbetreiber und Netznutzer. Individuelle Netzanschlüsse werden seitens des Anschlussnetzbetreibers aktuell immer für eine gesicherte Leistung ausgelegt.
 - Förderung und Anreizen von Konzepten mit Standortbezogenen Arealnetzbetreibern, die zwischen Netzbetreiber und Anbietern auf dem Standort vermittelnd agieren.

- 5) Neugestaltung der Beziehung zwischen Netzbetreibern und Anschlussnehmern an Ladehubs ermöglichen und anreizen
- 6) Leit- und Buchungssysteme beeinflussen die sinnvolle Skalierung (dichter gelegene mittlere oder wenige große Ladehubs). Diese zusätzliche Flexibilität in der Planung sollte frühzeitig erschlossen werden und integriert in die Planungen einfließen.
- 7) Ein klares Infrastrukturkonzept gibt Netzbetreibern Sicherheit für eine langfristige Ausbauplanung.
 - Zukünftige Entwicklungen beobachten und abbilden (Beispiel: autonomes Fahren)

Take-away Message

Mit der Planung großer Ladestandorte und deren Netzanschlüsse muss schnellstmöglich begonnen werden!

ef RUHR

DIE ENERGIEDENKFABRIK

ef.Ruhr GmbH

Emil-Figge-Straße 76
D-44227 Dortmund

Dr.-Ing. Stefan Kippelt

stefan.kippelt@efruhr.de
www.efruhr.de

RE-xpertise

Bölschestr. 30
12587 Berlin

Dr.-Ing. Karsten Burges

info@re-xpertise.com
www.re-xpertise.com

