

Schlussbericht

Bestands- und Anforderungsanalyse der Ladeinfrastruktur von Elektro-Lkw in Thüringen

als Ergänzung der im März 2021 abgeschlossenen Studie „Fortschreibung der Ladesäuleninfrastrukturstrategie des Freistaates Thüringen bis 2030“

Auftraggeber:

Freistaat Thüringen
Ministerium für Umwelt, Energie und Naturschutz
Beethovenstraße 3
D-99096 Erfurt

Auftragnehmer:

Prof. Dr.-Ing. Uwe Plank-Wiedenbeck
Professor für Verkehrssystemplanung an der Bauhaus-Universität Weimar
in Zusammenarbeit mit pwp-systems GmbH Halle (Saale) und JAVIDO GbR Weimar

Fachliche Bearbeitung:

Prof. Dr.-Ing. Uwe Plank-Wiedenbeck, Dipl.-Ing. Raimo Harder

Fassung vom 19.12.2022

1	Einordnung, Zielstellung und Vorgehensweise.....	1
2	Gesetzliche und untergesetzliche Rahmenbedingungen.....	2
3	Bestands- und Anforderungsanalyse der Ladeinfrastruktur von Elektro-Lkw in Thüringen	4
3.1	Szenarien für das Laden von Elektro-Lkw	4
3.2	Szenarien für das Laden von Lkw in Thüringen	6
4	Ergebnisse aus der Befragung Thüringer Unternehmen der Logistik-Branche	9
4.1	Methodik und Vorgehensweise	9
4.2	Zusammenfassende Ergebnisse.....	9
5	Empfehlungen für einen stufenweisen Ausbau der Ladeinfrastruktur für Lkw bis zum Jahr 2030	11

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Überblick der Maßnahmenfelder zum Gesamtkonzept klimafreundliche Nutzfahrzeuge	3
Abbildung 2: Ladeszenarien für schwere Nutzfahrzeuge	5
Abbildung 3: Ladeszenarien mit empfohlener Ladeleistung	5
Abbildung 4: Nutzfahrzeuge in Thüringen nach Fahrzeugklassen N1, N2 und N3 eingeordnet	7
Abbildung 5: Anzahl gemeldeter Zugmaschinen in Thüringen ohne land- und forstwirtschaftliche Fahrzeuge	7

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Einteilung der Klasse N zur Güterbeförderung nach zulässiger Gesamtmasse	4
Tabelle 2: Tabellarische Übersicht der Anzahl gemeldeter Zugmaschinen in Thüringen ohne Land- und Forstwirtschaft	8

Anlagenverzeichnis

Anlage I: Fragebogen für Experteninterviews	
---	--

Abkürzungsverzeichnis

AC	Wechselstrom (<i>alternating current</i>)
BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BDI	Bundesverband der Deutschen Industrie
BEV	Batterie-Elektrofahrzeug (<i>Battery Electric Vehicle</i>)
BImSchG	Bundes-Immissionsschutzgesetz
BMDV	Bundesministerium für Digitales und Verkehr
BMVI	Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
BNetzA	Bundesnetzagentur
CAPEX	CAPital EXpenditure - Investitionsausgaben
CO ₂	Kohlendioxid
CO _{2äq}	CO ₂ -Äquivalente (CO ₂ e) sind eine Maßeinheit zur Vereinheitlichung der Klimawirkung der unterschiedlichen Treibhausgase
CPO	Charge Point Operator (Ladeinfrastrukturbetreiber)
CS	Carsharing
CsgG	Carsharinggesetz
DC	Gleichstrom (<i>direct current</i>)
DLR	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V.
EmoG	Elektromobilitätsgesetz
EMP	E-Mobility Provider (Elektromobilitätsanbieter)
E-Pkw	Elektro-Personenkraftwagen
EU	Europäische Union
F&E	Forschung und Entwicklung
FCEV	Brennstoffzellen-Elektrofahrzeug (<i>Fuel Cell Electric Vehicle</i>)
Fraunhofer	Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e. V.
FRL-LIS	Förderrichtlinie Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge in Deutschland
HPC	High Power Charging
IEKS	Integrierte Energie- und Klimaschutzstrategie (Thüringen)
IVS	Intelligente Verkehrssysteme
KBA	Kraftfahrt-Bundesamt
Kfz	Kraftfahrzeug
kWh	Kilowattstunde
LIS	Ladeinfrastruktur
LISS	Ladeinfrastrukturstrategie
LP	Ladepunkt

LSV	Ladesäulenverordnung
MIV	Motorisierter Individualverkehr
MSC	Megawatt Charging System
NEP	Nationaler Entwicklungsplan Elektromobilität
NIP	Nationales Innovationsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie
NLL	Nationale Leitstelle Ladeinfrastruktur (https://nationale-leitstelle.de/)
N-LIS	Normal-Ladeinfrastruktur
NOW GmbH	Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (https://www.now-gmbh.de/)
NSR	Nationaler Strategierahmen
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
PHEV	Plug-In-Hybrid Elektrofahrzeug (<i>Plug-in Hybrid Electric Vehicle</i>)
S-LIS	Schnell-Ladeinfrastruktur
SPNV	Schienenpersonennahverkehr
StVG	Straßenverkehrsgesetz
StVO	Straßenverkehrsordnung
TEAG	Thüringer Energie AG
ThEGA	Thüringer Energie- und GreenTech-Agentur
THG	Treibhausgase
TMIL	Thüringer Ministerium für Infrastruktur und Landwirtschaft
TMUEN	Thüringer Ministerium für Umwelt, Energie und Naturschutz
TMWWDG	Thüringer Ministerium für Wirtschaft, Wissenschaft und digitale Gesellschaft
UN	Vereinten Nationen (United Nations)
UNFCCC	Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen (United Nation Framework Convention on Climate Change)

1 Einordnung, Zielstellung und Vorgehensweise

Mit der Fortschreibung der „Ladeinfrastrukturstrategie des Freistaates Thüringen bis 2030“ im Auftrag des TMUEN wurde ausführlich der Bedarf der öffentlichen und privaten Ladeinfrastruktur für batterieelektrische Pkw betrachtet und entsprechende Handlungsempfehlungen für einen stufenweisen Ausbau gegeben. Außen vor blieb bisher die Betrachtung von schweren Nutzfahrzeugen, die künftig ebenso elektrisch in Thüringen unterwegs sein werden. Nicht zuletzt, weil für die Hersteller ein zunehmender Handlungsdruck aufgrund greifender Flottengrenzwerte besteht, um die von der EU festgelegten Klimaziele zu erreichen. Lkw-Hersteller müssen die CO₂-Flottenemissionen ihrer Neufahrzeuge im Vergleich zu 2019 bzw. 2020 durchschnittlich um 15 Prozent bis 2025 und um 30% bis 2030 senken.

Als Ergänzung zu der zuvor genannten Hauptstudie soll eine erste Bestands- und Anforderungsanalyse den Bedarf und die Dringlichkeit der Ladeinfrastruktur von Elektro-Lkw in Thüringen feststellen. Hierfür wurde eine Stakeholderanalyse mit Experten-Interviews von Thüringer Unternehmen vorgenommen.

Der regulatorische Rahmen wird dabei nur peripher behandelt. Technische Aspekte und Standardisierungen von Lade- und Fahrzeugtechnik sind nicht Teil dieser Studie, da mit diesen Aufgaben andere Institutionen bereits befasst sind. Gleichwohl wird hier aber an geeigneter Stelle auf entsprechende Studien verwiesen.

Der thematische Fokus dieser Studie liegt auf fünf Kernfragen, die an Thüringer Unternehmen der Logistikbranche adressiert worden sind:

- Wie wird die E-Mobilität allgemein als Beitrag zum Klimaschutz eingeschätzt?
- Ist der Einsatz von batterieelektrischen Lastkraftwagen im Unternehmen grundsätzlich vorstellbar?
- Unter welchen Randbedingungen und für welche Einsatzzwecke käme der Einsatz von E-Lkw überhaupt in Frage?
- Welche Form und örtliche Lage einer Ladeinfrastruktur für Lkw wäre für das jeweilige Unternehmen am besten geeignet: Öffentlich zugängliche Ladeparks oder eher Angebote auf dem eigenen Firmensitz?
- Welches Potential wird bei Wasserstoff-Lkw gesehen?

2 Gesetzliche und untergesetzliche Rahmenbedingungen

Die Förderung hin zu einer nachhaltigen, umwelt- und klimafreundlichen Mobilität stellt ein wesentliches Bestreben auf allen politischen Ebenen des Bundes, der Länder und der Kommunen dar. Mit dem Klimaschutzplan 2050 und dem Klimaschutzprogramm 2030 hat Deutschland sich zum Ziel gesetzt, die Treibhausgasemissionen bis 2050 um mindestens 80 Prozent gegenüber 1990 zu senken. Gleichzeitig soll der Primärenergieverbrauch bis 2050 um 50 Prozent gegenüber 2008 gesenkt werden. Für den Verkehrssektor wird eine Reduktion des Endenergieverbrauchs um rund 40 Prozent bis 2050 gegenüber 2005 angestrebt.

Der Straßenverkehr hat mit etwa 95 Prozent den mit Abstand größten Anteil im Verkehrssektor. Nach Berechnungen des Umweltbundesamtes waren aber die Treibhausgas-Emissionen im Verkehrssektor im Jahr 2018 noch auf dem gleichen Niveau von 1990. Trotz einer generell emissionsärmeren Fahrzeugtechnik waren der steigende Kraftstoffverbrauch durch deutlich schwerere Fahrzeuge und die Steigerung der Jahresverkehrsleistungen dafür ursächlich.

Um die ambitionierten Ziele in den kommenden Jahren dennoch zu erreichen, ist die Elektrifizierung insbesondere des Straßenverkehrs unter Einbezug von Lastkraftwagen unerlässlich. Für den Markthochlauf der Elektromobilität bedarf es dafür eine angemessene, verbraucherfreundliche und verlässliche Ladeinfrastruktur für Pkw und Lkw. Im Hinblick auf diese Zielstellungen und basierend auf die Europäische Gesetzgebung setzten Bund und Länder die notwendigen gesetzlichen und untergesetzlichen Rahmenbedingungen für die erfolgreiche Entwicklung der Elektromobilität um. Gleichzeitig wurden entsprechende Anreizprogramme initiiert, um den Umstieg von Verbrennern zu Elektrofahrzeugen zu fördern und somit die Nachfrage von emissionsarmen Fahrzeugen zu stärken.

Der Markthochlauf klimafreundlicher Nutzfahrzeuge funktioniert nur im Zusammenspiel verschiedener Maßnahmenfelder. Das BMDV hat deshalb ein integriertes Maßnahmenpaket aus den drei Bereichen Fahrzeugförderung, Regulatorischer Rahmen und Infrastrukturaufbau aufgestellt und im Masterplan Ladeinfrastruktur II¹ für die Jahre bis 2030 aufgezeichnet. Eine Übersicht zeigt die Abbildung 1.

Im Oktober 2022 wurde vom Bundeskabinett dieser Masterplan, der vorrangig das Vorgehen und die Verstärkung des Aufbaus von öffentlicher Ladeinfrastruktur adressiert, verabschiedet. Erstmals wird die Ladeinfrastruktur für E-Nutzfahrzeuge in einem eigenen Kapitel thematisiert. Insgesamt wurden 68 Maßnahmen für den schnelleren Aufbau von Ladeinfrastruktur beschlossen.

Wichtige Treiber für den Markthochlauf von batterieelektrifizierten Nutzfahrzeugen sind dabei insbesondere folgende Maßnahmen

- Nr. 60: Bedarfsanalyse und Ausbauplanung der Ladeinfrastruktur für Lkw
- Nr. 61: Konzept für den Aufbau eines initialen Ladenetzes für Lkw entlang des Fernverkehrsnetzes unter Beteiligung der Autobahn GmbH und der NLL bis Q1/2023
- Nr. 62: Erste Ausschreibung eines initialen Ladenetzes für Lkw bis Q3/2023
- Nr. 63: Finanzierung von Ladeinfrastruktur für Lkw außerhalb des initialen Netzes auf Betriebsgeländen, an Umschlagpunkten, in Gewerbegebieten, an Ladehubs und an Flächen neben den Bundesfernstraßen

¹ [Download](#) Masterplan Ladeinfrastruktur II

- Nr. 66: Standardisierung Lkw-Laden (Ladebrücken, Verortung von Ladebuchsen am Fahrzeug, neuer MSC-Standard) bis Ende 2023

Um die auf allen politischen Ebenen beschlossenen Klimaschutzziele zu erreichen, muss daher auch in Thüringen in den kommenden Jahren weiter in den bedarfsgerechten Ausbau der Ladeinfrastruktur investieren. Dies ist auch im Jahr 2019 verabschiedeten Masterplan Elektromobilität des Thüringer Ministeriums für Umwelt, Energie und Naturschutz (TMUEN) so festgestellt und abgestimmt worden.

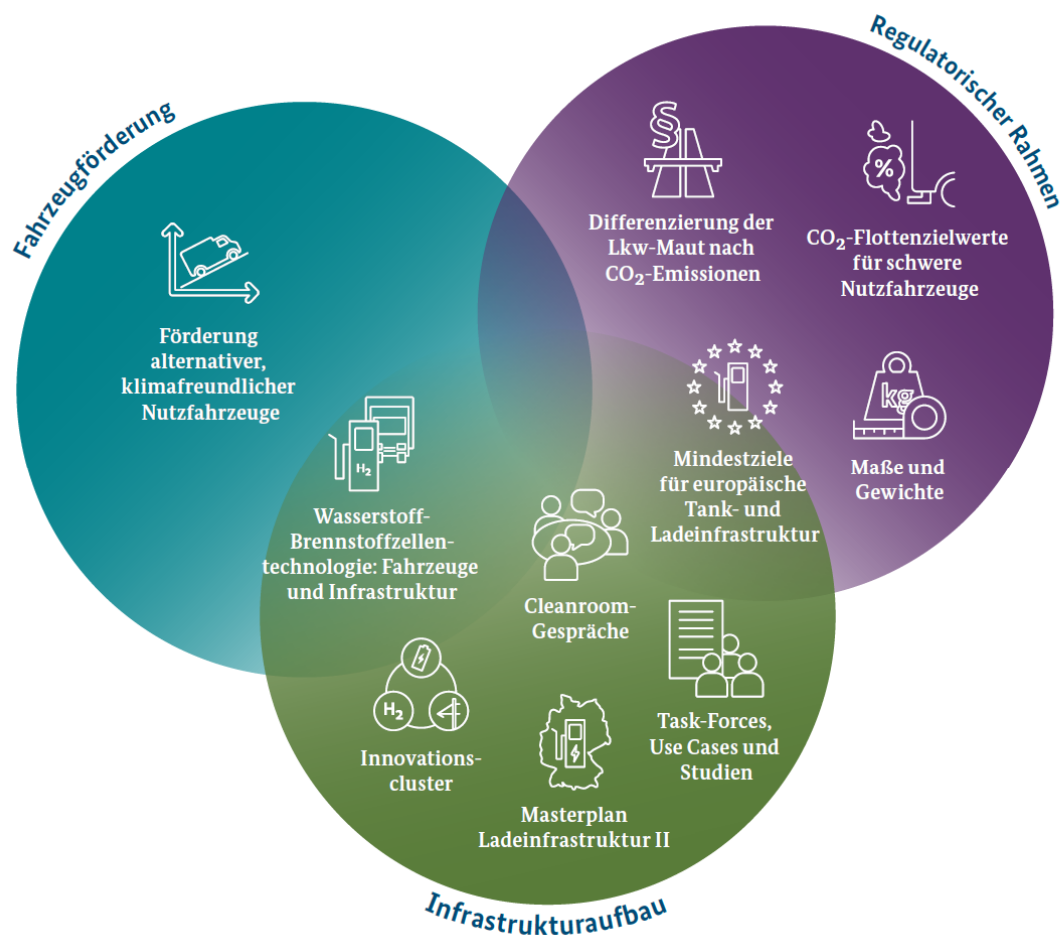


Abbildung 1: Überblick der Maßnahmenfelder zum Gesamtkonzept klimafreundliche Nutzfahrzeuge
Quelle: Fortschrittsbericht zum Gesamtkonzept klimafreundliche Nutzfahrzeuge, BMDV 2022

3 Bestands- und Anforderungsanalyse der Ladeinfrastruktur von Elektro-Lkw in Thüringen

3.1 Szenarien für das Laden von Elektro-Lkw

Nach der EU-Verordnung 2018/858 erfolgt die Klassifizierung von Fahrzeugen zur Güterbeförderung nach zulässiger Gesamtmasse des Fahrzeugs. Dabei werden drei Klassen von N1 bis N3 unterschieden (s. Tabelle 1).

Tabelle 1: Einteilung der Klasse N zur Güterbeförderung nach zulässiger Gesamtmasse

N1	zulässige Gesamtmasse bis zu 3,5 Tonnen
N2	zulässige Gesamtmasse von mehr als 3,5 Tonnen bis zu 12 Tonnen
N3	zulässige Gesamtmasse von mehr als 12 Tonnen (in Deutschland bis max. 40 Tonnen)

Aufgrund der unterschiedlichen Anwendungsfälle, geringerer Tageskilometer und den geringeren Kraftstoffverbräuchen, ist davon auszugehen, dass die überwiegende Mehrheit der Elektro-Lkw in den Klassen N1 und N2 die Ladeinfrastruktur für Pkw nutzen kann und somit der CCS-Standard mit Steckertyp 2 und Ladeleistungen von künftig bis zu 500 kW ausreichend ist.

Schwere Nutzfahrzeuge hingegen benötigen beim Zwischendurchladen während der Pausenzeiten oder beim ad-hoc-Laden außerhalb der Pausenzeiten hohe Ladeleistungen von 750 kW und mehr, um in kurzer Zeit entsprechend notwendige Reichweiten aufzuladen. Ein Schaubild der NOW GmbH zeigt anschaulich die Ladeszenarien schwere Nutzfahrzeuge für öffentlich zugängliche und nicht-öffentlich zugängliche Ladeinfrastruktur (s. Abbildung 2).

Je länger die Standzeit von Elektro-Lkw ist, desto weniger Ladeleistung wird benötigt. Für das Übernachten während der Ruhezeit würden z. B. Ladeleistungen von 100 bis 150 kW auch für schwere Nutzfahrzeuge ausreichend sein, um sie bis zur nächsten Fahrt am Morgen voll aufzuladen. Grundsätzlich sind geringe Ladeleistungen für die Batterien schonender und sind somit aus Sicht der Langlebigkeit und Erhalt der Kapazität zu bevorzugen.

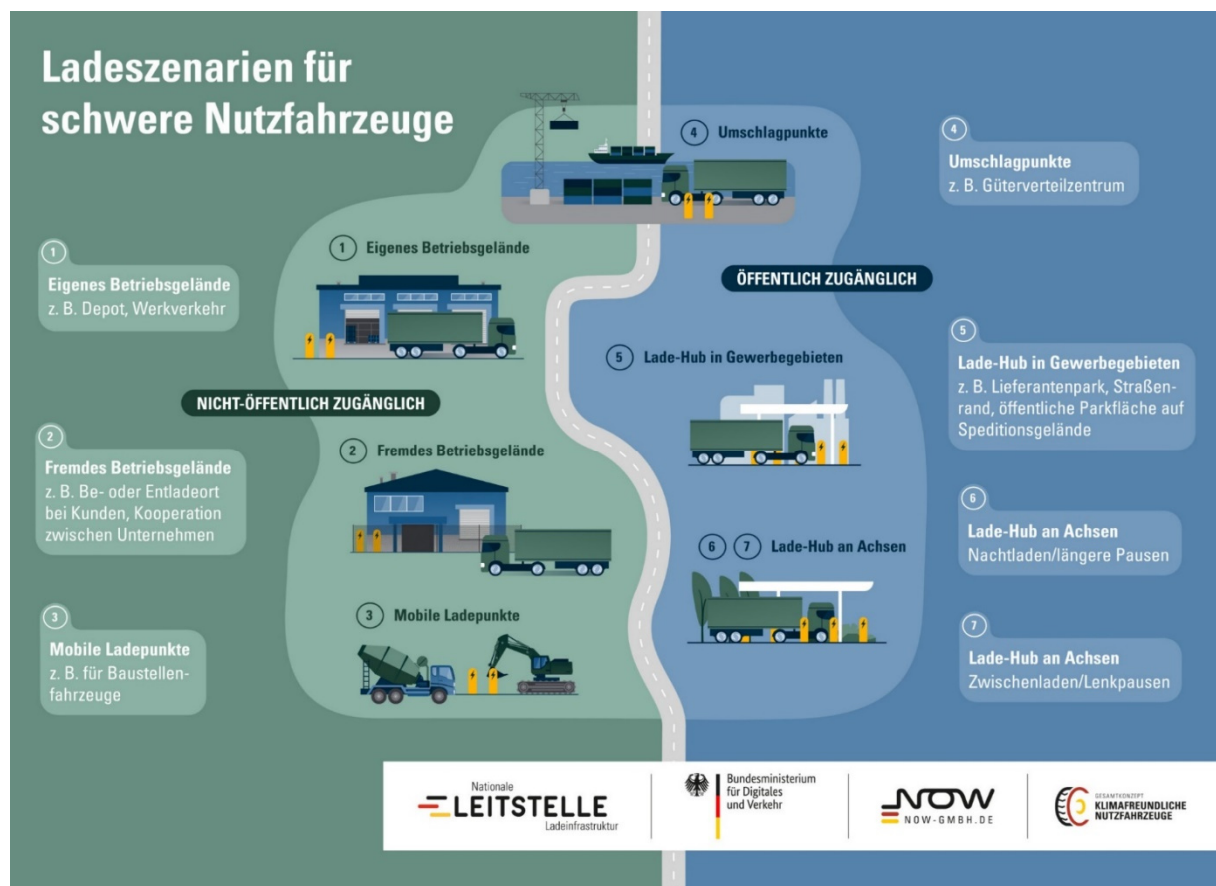


Abbildung 2: Ladeszenarien für schwere Nutzfahrzeuge

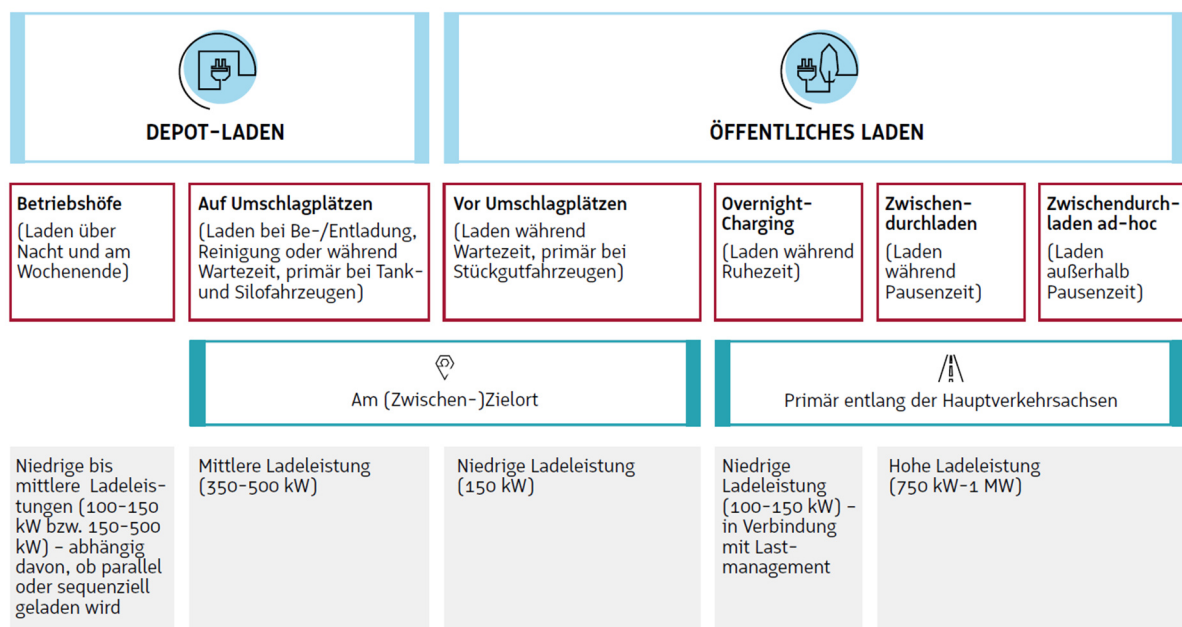


Abbildung 3: Ladeszenarien mit empfohlener Ladeleistung

Quelle: Nationale Plattform „Zukunft der Mobilität“, NOW GmbH 2022

3.2 Szenarien für das Laden von Lkw in Thüringen

Zahlreiche Unternehmen der Speditions- und Logistik-Branche sind in Thüringen angesiedelt und haben ihre Fahrzeugflotte in Thüringer Kreisen und Kommunen zugelassen. Laut Angaben des Kraftfahrtbundesamtes (KBA) waren am 1.10.2022 insgesamt 121.300 Lastkraftwagen und 67.700 Zugmaschinen in Thüringen gemeldet. Bei den Zugmaschinen ist mit 80% der Großteil in der Land- und Forstwirtschaft im Einsatz. Die Sattelzugmaschinen (5.300) und die sonstigen Zugmaschinen (8.100) haben zusammen einen Anteil von 20% und sind überwiegend den schweren Nutzfahrzeugen über 12 t zulässiger Gesamtmasse zugeordnet.

Die Abbildung 1 zeigt die in Thüringen zugelassenen Lastkraftwagen nach den drei Fahrzeugklassen N1, N2 und N3 für Nutzfahrzeuge. Die 15.858 Lastwagen, die der Klasse N3 zugeordnet sind, würden (je nach Anwendungsfall) größere Ladeleistungen benötigen. Neben den Zugmaschinen sind dieser Klasse z. B. auch schwere Baufahrzeuge enthalten.

Viele Lastkraftwagen in Thüringen sind ausschließlich im Nah- und Regionalverkehr unterwegs. Die Tagesstrecken liegen dabei in der Regel deutlich unter 300 Kilometer. Würde man diese Lastkraftwagen elektrifizieren, wäre eine Lademöglichkeit im Depot des Betriebsgeländes in den meisten Fällen die optimale Lösung. Ein Nachladen wäre nicht notwendig und die Standzeit über Nacht könnte zum Aufladen genutzt werden. Vorausgesetzt es stehen entsprechende Stellflächen für die Lkw zur Verfügung und das Stromnetz kann nach den individuellen Bedürfnissen vor Ort ertüchtigt werden.

Im Fernverkehr werden überwiegend Lkw der Nutzfahrzeugklasse 3 über 12 t zulässiger Gesamtmasse eingesetzt. Hierbei ist zu unterscheiden, ob es sich um Transitverkehre handelt, die weder Ausgangsort noch Bestimmungsort in Thüringen haben oder ob es Quell- oder Zielverkehre sind, die in Thüringen starten oder enden.

Der Transitverkehr nutzt vor allem das Thüringer Autobahnnetz der A 4 in Ost-West-Richtung und der A 9 in Nord-Süd-Richtung. Auch die A 38 zwischen Leipzig und Göttingen und die A 71 bzw. A 73 dienen im geringeren Maße den Transitverkehren des insgesamt 525 km langen Autobahnnetzes. Für die Errichtung von notwendiger Lade-Hubs mit hoher Ladeleistung wird sich entlang dieser Achsen die Autobahn GmbH im Auftrag des Bundes verantwortlich kümmern.

Voraussetzung ist dafür allerdings, dass der Aufbau der nötigen Strominfrastruktur und die damit rechtzeitig zu startenden Genehmigungsprozesse für neue Stromleitungen mit Mittel- oder Hochspannungsnetz eingeleitet werden. Je nach örtlichen Gegebenheiten könnten die Genehmigungs- und Umsetzungsprozesse bis zu 10 Jahre in Anspruch nehmen.

Die Anzahl örtlich gemeldeter Zugmaschinen, die nicht der Land- und Forstwirtschaft zugeordnet sind, sind ein Indiz für den künftigen Bedarf an öffentlich zugänglichen Lademöglichkeiten mit hohen Ladeleistungen, wenn künftig entsprechende konventionelle Fahrzeuge durch batterieelektrische Fahrzeuge ausgetauscht werden und Ladeoptionen auf dem eigenen Betriebsgelände nicht realisierbar sind. Die Abbildung 5 zeigt grafisch für jeden Landkreis und die kreisfreien Städte die Anzahl gemeldeter Zugmaschinen. Eine Rangordnung der gleichen Angaben ist der Tabelle 2 zu entnehmen.

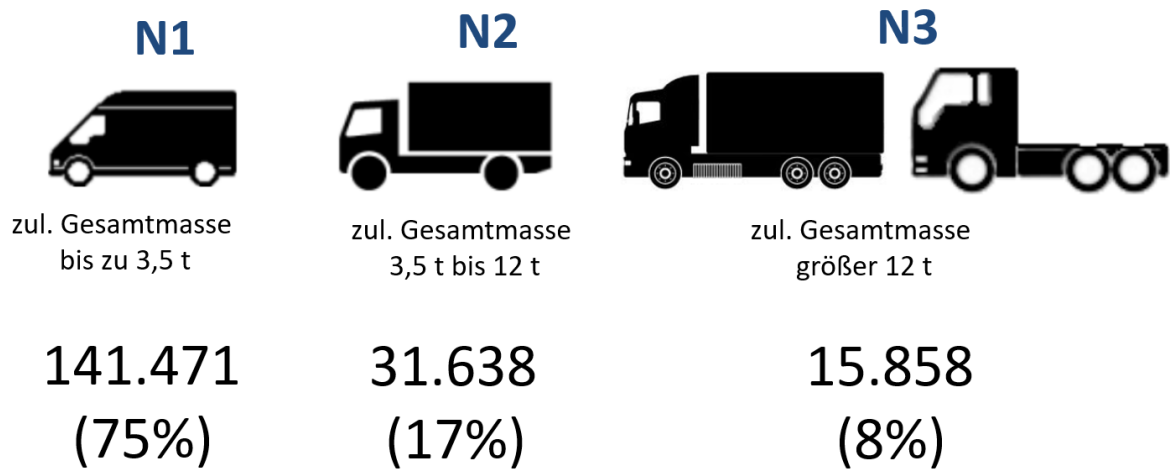


Abbildung 4: Nutzfahrzeuge in Thüringen nach Fahrzeugklassen N1, N2 und N3 eingeordnet



Abbildung 5: Anzahl gemeldeter Zugmaschinen in Thüringen ohne land- und forstwirtschaftliche Fahrzeuge

Tabelle 2: Tabellarische Übersicht der Anzahl gemeldeter Zugmaschinen in Thüringen ohne Land- und Forstwirtschaft

Kreisfreie Stadt, Landkreis	Zugmaschinen ohne Land- und Forstwirtschaft
	01.10.2022
Wartburgkreis	1.170
Saale-Orla-Kreis	1.066
Schmalkalden-Meiningen	968
Eichsfeld	950
Saalfeld-Rudolstadt	886
Greiz	843
Saale-Holzland-Kreis	825
Unstrut-Hainich-Kreis	705
Hildburghausen	699
Gotha	670
Kyffhäuserkreis	661
Weimarer Land	650
Ilm-Kreis	542
Sömmerda	513
Nordhausen	495
Sonneberg	378
Altenburger Land	361
Stadt Erfurt	253
Stadt Gera	153
Stadt Jena	103
Stadt Suhl	86
Stadt Eisenach	79
Stadt Weimar	64
SUMME	13.120

4 Ergebnisse aus der Befragung Thüringer Unternehmen der Logistik-Branche

4.1 Methodik und Vorgehensweise

Mit Hilfe einer Stakeholderanalyse von online durchgeführten Experteninterviews mit Thüringer Logistik-Unternehmen wurden Einschätzungen, Strategien und Anforderungen an eine Ladeinfrastruktur für leichte und schwere Nutzfahrzeuge abgefragt.

Als Interviewform wurde eine offene, semistrukturierte Befragung gewählt. Hierfür wurde vorab ein Fragebogen mit einer groben Struktur zum Ablauf entworfen (s. Anlage I). Insgesamt wurden 15 Experten aus Thüringer Logistik-Unternehmen ausgewählt und Anfang November persönlich per Email angeschrieben. Fünf Experten nahmen letzten Endes die Chance wahr und wählten einen der etwa 30 angebotenen Terminoptionen für ein Interview aus. Die Interviews wurden im Zeitraum vom 11.11. bis 28.11. per Video-Konferenz durchgeführt und dauerten im Schnitt etwa 30 Minuten. Die Auswertung der Interviews erfolgte anhand von digitalen Aufzeichnungen im Nachgang.

Die Ergebnisse der Stakeholderanalyse wurden bei einem Workshop am 14.12.2022 beim TMUEN vorgestellt und das weitere Vorgehen mit Vertretern der Stromwirtschaft und den Infrastrukturbetreibern diskutiert.

4.2 Zusammenfassende Ergebnisse

Unternehmensgröße, Fahrzeugflotte und Hauptrouten

Die befragten Unternehmen haben ihren Sitz an unterschiedlichen Orten in Thüringen (u. a. Erfurt, Ohrdruf und Gößnitz). Ihre individuellen Aufgabenbereiche der Unternehmen reichen von regionaler Zustelllogistik von Paketen und Briefen bis zu Speditionstransporten ins benachbarte Ausland. Die Anzahl der Beschäftigten im Unternehmen variierte von 300 bis 2000 Beschäftigte. Bei den A

Die Fahrzeugflotten beinhalteten leichte und schwere Nutzfahrzeuge bis 40 t zulässige Gesamtmasse. Bei zwei Unternehmen stehen erste Tests mit schweren Elektro-Fahrzeugen an. Ein Fahrzeug davon im Fernverkehr, das andere auf eigenem Betriebsgelände zum Rangieren von Sattelaufliegern. Vereinzelt gib es auch schon elektrifizierte leichte Nutzfahrzeuge, batterie-elektrische Pkw (BEV), Plug-in-Hybrid-Pkw (PHEV) und E-Bikes.

Die befragten Experten gaben an, überwiegend feste Routen zu haben, die regelmäßig befahren werden. Die meisten Fahrten im Fernverkehr haben Ziele im Bundesgebiet und vereinzelt auch in darüber hinaus in benachbarte Länder, wie z. b. in die Schweiz und die Benelux-Länder. Zahlreiche Warenlieferungen aus Skandinavien und Osteuropa haben ihre Abnehmer in Thüringen.

Ladeinfrastruktur

Die Unternehmen wünschen sich vorrangig Ladeinfrastruktur am Standort des Betriebsgeländes. Sie sind sich aber bewusst, dass die Stromleitungen auf dem Betriebsgelände ertüchtigt werden müssen, erst recht, wenn später viele Lkw geladen werden müssen. Vereinzelt existieren bereits Wallboxen für Pkw auf dem Firmengelände.

Bei Fernfahrten soll das notwendige Zwischenladen während der Lenkpausen erfolgen. Grundsätzlich denkbar wäre auch das Laden beim Be- und Entladen des Lastkraftwagens, wenn entsprechende Optionen örtlich angeboten werden. Die Mehrzahl der Lkw könnte die Standzeit über Nacht für das Laden im Depot nutzen.

Öffentlich zugängliche Ladeinfrastruktur für schwere Nutzfahrzeuge sollte beim Fernverkehr in Autobahnnähe, bei Gewerbegebieten oder an Umschlagpunkten (GVZ) errichtet werden und vorab reservierbar sein. Bei mehrtägigen Fahrten wurde auf die Problematik unzureichender Parkmöglichkeiten auf den Tank-und-Rastanlagen der Autobahnen bzw. der Autohöfe neben der Autobahn an vielen Stellen hingewiesen. Wenn künftig der Parkstand noch zusätzlich eine Lademöglichkeit haben muss, könnte das die Situation noch deutlich verschärfen. Für verlässliche Lieferzeiten ist eine Reservierbarkeit jedoch zwingend erforderlich. Weiteres Problem: während der Ruhezeit der Fahrer darf das Fahrzeug nicht bewegt werden. Somit können die Ladesäulen ggf. nicht vorzeitig für andere Fahrzeuge freigegeben werden.

Nachhaltigkeitsaspekte im Unternehmen

Einige Unternehmen haben Nachhaltigkeitsansätze mit Ausrichtung Klimaneutralität im Unternehmen aus Eigenantrieb formuliert. Andere werden von Kunden, die sich verantwortungsvoll zu Nachhaltigkeitsaspekten positionieren, dazu bei Ausschreibung und Vergabe von Aufträgen aufgefordert.

Die Errichtung von PV-Anlagen auf dem eigenen Betriebsgelände zur Gewinnung von grünem Strom können sich grundsätzlich alle Unternehmen vorstellen. Allerdings sind derzeit die gesetzlichen Rahmenbedingungen für Unternehmer unbefriedigend und sie wollen ungern ein zusätzliches Gewerbe für die Erzeugung von Strom anmelden und abrechnen müssen. Ein Gesprächspartner konnte sich auch vorstellen, ausgediente Batterien von Elektrofahrzeugen als Pufferspeicher zu nutzen.

Potentiale der H2-Technologie

Nur ein Unternehmen sieht für sich keine Potentiale durch Wasserstoff-Lkw. Ansonsten sind die Unternehmen grundsätzlich bei der Antriebstechnik technologieoffen. In einem Interview wurde explizit die Kombination aus batterieelektrisch und Oberleitung positiv hervorgehoben. In einem anderen Interview wurde der Wunsch nach mehr Beachtung der E-Fuels² geäußert.

² E-Fuel ist ein synthetischer Kraftstoff, der aus Wasser und CO₂ mittels Strom hergestellt wird

5 Empfehlungen für einen stufenweisen Ausbau der Ladeinfrastruktur für Lkw bis zum Jahr 2030

Auf Grundlage der Studie Ladeinfrastrukturstrategie für Elektrofahrzeuge des Freistaats Thüringen für die Jahre 2016-2020 (LISS 2020) ist es gelungen, in Thüringen eine flächendeckende und angemessene Grundausrüstung an Ladeinfrastruktur zu implementieren. Insbesondere durch die enge Kooperation und das große Engagement der Thüringer Energiewirtschaft ist somit eine sehr gute Basis für den weiteren Markthochlauf gegeben. Die Fördermodalitäten des Freistaats Thüringen und des Bundes sind effizient genutzt worden, was eine Umsetzung ermöglicht hat, obwohl ein wirtschaftlicher Betrieb bei den geringen Nutzerzahlen am Beginn des Markthochlaufs nicht abbildbar war und ist. Neben der eigentlichen Infrastruktur ist auch ein einheitliches Abrechnungssystem implementiert worden.

Es sind somit sehr gute Grundlagen geschaffen worden, um die nächsten Phasen für die Ladeinfrastruktur zu realisieren. Für diese Phasen ist jetzt ein Paradigmenwechsel mit einem anderen konzeptionellen Ansatz erforderlich. Das Angebot an Ladeinfrastruktur kann und sollte sich jetzt an der konkreten Nachfrage orientieren, das heißt an der realen Entwicklung der zugelassenen Elektrofahrzeuge. Aus vielen Indikatoren lässt sich ableiten, dass diese Nachfrage in den nächsten zehn Jahren deutlich ansteigen wird. Der konkrete Verlauf der Zulassungszahlen ist nicht exakt prognostizierbar. Es existiert eine Vielzahl von Prognosen und Zielwerten, die aber alle größeren Unsicherheiten unterliegen. Auf dieser Basis sind in der Studie zum Ausbau der Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge bis zum Jahr 2030 Handlungsempfehlungen angeleitet worden, die für die Belange der Lkw teilweise erweitert werden müssen:

- **Erfassung der relevanten Markthochlauf-Indikatoren im 3-Jahres-Rhythmus sowie Ableitung von Kurz- und Mittelfristprognosen:**
Die vorhandene Datenbasis und die erprobte Methodik der LISS-Studie können genutzt werden, um die Datenbasis für E-Lkw zu ergänzen. Dabei ist zwischen öffentlichem Laden und Depot-Laden mit unterschiedlicher Ladeleistung und den drei Fahrzeugklassen N1, N2 und N3 zu differenzieren. Der Großteil der Ladevorgänge wird durch kleinere Nutzfahrzeuge (N1/N2) auf den Betriebsgeländen als Overnight-Charging mit niedrigen Ladeleistungen bis 150 kW durchgeführt werden. Für schwere Lkw im Fernverkehr ist ein Zwischendurchladen vorzugsweise während der verpflichtenden 45 Minuten Lenkzeitungbrechung notwendig; hier sind insbesondere die Bundesautobahnen und die Autohöfe mit entsprechender Infrastruktur entlang der Achsen auszustatten.
- **Berücksichtigung der Elektro-Lkw beim Gesamtbedarf an Ladeinfrastruktur für jeden Landkreis bzw. jede kreisfreie Stadt mit Ableitung des Förderbedarfs aus Mitteln des Bundes und des Freistaats Thüringen:**
Für die Berechnung sind die Standorte der Betriebshöfe und die Verkehrsstärken des Schwerverkehrs an den Fernstraßen mit heranzuziehen.
- **Entwicklung lokaler Konzepte zur Anpassung des Stromnetzes:**
Die Bereitstellung des Stroms für die Ladeinfrastruktur sollte auch unter Einbeziehung der E-Lkw zumindest bilanziell komplett aus regenerativer Energie erfolgen. Die hohen Ladeleistungen entlang der Bundesautobahnen und ausgewählter Fernstraßen sowie an hoch-frequentierten Betriebshöfen macht den Ausbau und die Ertüchtigung der Netze erforderlich. Hier sind insbesondere lange Planungs- und Umsetzungszeiten problematisch,

zumal der Netzausbau auch durch zahlreiche andere Nutzungsszenarien beeinflusst wird. Hier ist ein Gesamtkonzept für Thüringen mit einer Priorisierung erforderlich. Dies ist insbesondere mit der Autobahn GmbH abzustimmen.

- **Unterstützung des Aufbaus von privaten Ladepunkten:**

Auch für E-Lkw sind die nicht öffentlich zugänglichen Ladeszenarien im Vergleich zu öffentlicher Ladeinfrastruktur relativ kostengünstig. Der Freistaat Thüringen sollte die Betreiber von Betriebshöfen im Verbund mit den Energieversorgern intensiv unterstützen, beispielsweise durch Beratungsangebote und Öffentlichkeitsarbeit.

- **Verdichtung des Netzes von Schnellladepunkten:**

Lademöglichkeiten für Haushalte ohne Parkmöglichkeit auf dem privaten Grundstück sind vor allem in den Städten erforderlich. Mittlerweile gibt es für diese große Nachfragegruppe die Möglichkeit, sogenannte Schnelllade-Hubs mit 50 kW, 150 kW oder mit noch höherer Leistung zu installieren. Konkrete Erfahrungen liegen noch nicht vor, so dass empfohlen wird, an etwa drei Standorten in Thüringer Städten Pilotvorhaben zu realisieren und auszuwerten. Dabei sollten auch Lademöglichkeiten für E-Lkw integriert und deren spezifischer größerer Platzbedarf mit berücksichtigt werden.

- **Realisierung von Wasserstofftankstellen im Rahmen von Pilotvorhaben:**

Im Bereich der schweren Fahrzeuge wird die Brennstoffzelle als eine zentrale Technologie mit großem Potential angesehen. Aktuell hat der Bund im Rahmen der nationalen Wasserstoffstrategie mehrere Großprojekte gestartet und auch in Thüringen gehen von der H2well-Initiative wichtige Impulse aus. Es wird empfohlen, im Rahmen von Pilotvorhaben weitere Wasserstofftankstellen zu realisieren und den Marktvorlauf weiter zu unterstützen.

Zusammenfassend ist davon auszugehen, dass der Markthochlauf für E-Lkw in den nächsten 10 Jahren für einen hohen Bedarf an Ladeinfrastruktur sorgen wird. Zu einem großen Teil kann dieser Bedarf durch Lademöglichkeiten:

- auf privaten Betriebsgeländen (niedrige Ladeleistungen),
- auf den Raststätten und Parkplätzen an den Bundesautobahnen und auf den Autohöfen (Schnellladen (750-1000 kW) und Übernachtladen mit niedriger Ladeleistung) sowie
- auf einzelnen Schnellladehubs in den größeren Städten

gedeckt werden.

Zur Schaffung einer angemessenen Ladeinfrastruktur sind auf Grundlage regelmäßiger Marktanalysen auf Ebene der Landkreise und kreisfreien Städte unterstützende Maßnahmen des Freistaates Thüringen notwendig oder zumindest sehr förderlich. Das umfasst Beratungs- und Moderationsleistungen, die Unterstützung einzelner Pilotvorhaben sowie punktuelle Fördermaßnahmen. Als größte Herausforderung kann derzeit die notwendige Anpassung der Stromnetze gesehen werden. Hier ist ein integriertes Gesamtkonzept erforderlich, dass die möglichen Entwicklungsszenarien, aber auch die finanziellen und planerischen Ressourcen berücksichtigt.

Literaturverzeichnis

- BMDV (2022) Fortschrittsbericht zum Gesamtkonzept klimafreundliche Nutzfahrzeuge
- BMVI (2019): Gesetzeskarte Elektromobilität, Karte zentraler Strategien, Gesetze und Verordnungen, März 2019, [LINK Gesetzeskarte Elektromobilität](#), zuletzt überprüft am 18.02.2021
- BMVI (2020): Masterplan Ladeinfrastruktur der Bundesregierung, BMVI, 2020, [LINK Masterplan Ladeinfrastruktur](#), zuletzt überprüft 18.2.2020
- BUW (2019): Wasserstoff in Thüringen, Ausgangslage, Potentiale und Handlungsoptionen, Bauhaus-Universität Weimar, 2019, [LINK Wasserstoff Thüringen](#), zuletzt überprüft am 18.2.2020
- NOW (2018): Elektromobilität vor Ort, NOW GmbH, 2018, [LINK Elektromobilität vor Ort](#), zuletzt überprüft am 18.2.2020
- DENA (2020): dena-Studie: Privates Ladeinfrastrukturpotenzial in Deutschland, Deutsche Energie-Agentur, im Auftrag der EnBW, 2020, [LINK dena-Studie](#), zuletzt überprüft 18.2.2020
- EU (2014): Richtlinie 2014/94/EU des europäischen Parlamentes und des Rates vom 22. Oktober 2014 über den Aufbau der Infrastruktur für alternative Kraftstoffe, [LINK Richtlinie 2014/94/EU](#), zuletzt überprüft am 18.02.2021
- KBA (2021): Pressemitteilung Nr. 01/2021: Elektromobilität in Deutschland auf der Überholspur, Kraftfahrtbundesamt (KBA), 6.1.2021, [LINK KBA Pressemitteilung 01/2021](#)
- Fraunhofer (2019): Eine Wasserstoff-Roadmap für Deutschland, Fraunhofer ISI, Fraunhofer ISE, 2019, [LINK Roadmap Deutschland](#), zuletzt überprüft am 20.2.2021
- Infas (2019): Mobilität in Deutschland - MiD, Ergebnisbericht, infas Institut für angewandte Sozialwissenschaft GmbH Bonn, [LINK MiD 2017 Ergebnisbericht](#), zuletzt überprüft am 21.2.2021
- KBA FZ13 (2020): Fahrzeugzulassungen (FZ) Bestand an Kraftfahrzeugen nach Umwelt-Merkmalen, fortlaufende Jahresergebnisse, www.kba.de
- KBA FZ8 (2020): Fahrzeugzulassungen (FZ) Neuzulassungen von Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeuganhängern – fortlaufende Monatsergebnisse, www.kba.de
- LBS (2019): Infrastrukturbedarf E Mobilität, Ludwig-Bölkow-Stiftung, 2019, [LINK Infrastrukturbedarf E-Mobilität](#), zuletzt überprüft am 18.02.2021
- LEMnet (2020): Lemnet, Verzeichnis von Stromtankstellen für Elektrofahrzeuge, www.lemnet.org
- LISS 2020 (2016): Ladeinfrastrukturstrategie für Elektrofahrzeuge des Freistaates Thüringen für die Jahre 2016-2020, Bauhaus-Universität Weimar, Fraunhofer IOSB Institutsteil Angewandte Systemtechnik AST, im Auftrag Thüringee Ministerium für Umwelt, Energie und Naturschutz, 2016, [LINK LISS 2020](#)
- EMob (2017): Masterplan Elektromobilität für Thüringen 2030, Bauhaus-Universität Weimar, Fachhochschule Erfurt, [LINK Masterplan Elektromobilität 2030](#), zuletzt überprüft am 18.02.2021
- NOW (2019): NOW GmbH, Die Deutsche H2-RCS-Roadmap 2025, [LINK Deutsche H2 Roadmap](#)

- NOW (2020): Ladeinfrastruktur nach 2025/2030, Nationale Leitstelle Ladeinfrastruktur, NOW GmbH Berlin, [LINK Ladeinfrastruktur nach 2025/2030](#), zuletzt überprüft am 18.02.2021
- Prognos (2020): Lade-Report, erstellt im Auftrag der EnBW, Februar 2020, [LINK Prognos Lade-Report](#), zuletzt überprüft am 18.02.2021
- Shell (2017): Shell Wasserstoff-Studie: Energie der Zukunft?, Shell AG, 2017, [LINK Shell Wasserstoff-Studie](#), zuletzt überprüft am 18.02.2021
- TMUEN (2019): Richtlinie des Freistaates Thüringen zur Förderung der Elektromobilität „E-Mobil Invest“, Thüringer Ministerium für Umwelt, Energie und Naturschutz (TMUEN)

Anlage I: Fragebogen für Experteninterviews

Fortschreibung der „Ladeinfrastrukturstrategie des Freistaates Thüringen bis 2030“

Kernfragen für die Experteninterviews

Einverständnis zum Aufnehmen der Videokonferenz einholen.

Nennen Sie zum Einstieg gerne einige Eckdaten zu Ihrem Unternehmen.

Anzahl Beschäftigte, Fuhrpark, Gründungsjahr, Jahresumsatz

Status Quo

Wie charakterisiert sich die Fahrzeugflotte im Unternehmen?

Inwiefern spielt die Elektrifizierung der Mobilität im und durch das eine Rolle? (Gibt es möglicherweise bereits E-Pkw und elektrifizierte leichte Nutzfahrzeuge?)

Gibt es Hauptrouten oder Fahrziele die besonders frequentiert genutzt oder angefahren werden?

Welche Distanzen werden täglich von ihren schweren Lkw zurückgelegt?

Sind (logistischen) Abläufe durch elektrifizierte Lkw in naher Zukunft überhaupt denkbar? Wenn ja, welche wären das?

Erwartungen und Anforderungen

Wird die Errichtung von Ladepunkten auf öffentlichem Gelände oder auf dem eigenen Betriebsgelände präferiert?

Wie wird der Bedarf von Nachtlademöglichkeiten auf öffentlichem Gelände eingeschätzt? Oder werden die Fahrzeuge des Unternehmens ausschließlich tagsüber eingesetzt und geladen?

Welche Anforderungen und Erwartungen gibt es hinsichtlich der Nutzerfreundlichkeit der Ladeinfrastruktur? (Verfügbarkeit, Reservierung, Preistransparenz, Bezahlungssystem, Einheitlichkeit)

Welches Betreibermodell für den Ladestrom bzw. die Ladeinfrastruktur wäre optimal? Lieber Kauf oder Leasing der „Hardware“? Stromkosten: Lieber ein Tarif für alle Ladesäulen gleich oder dort laden, wo es gerade am günstigsten ist?

Wasserstoff-Brennstoffzellentechnologie

Inwiefern könnte die Wasserstoff-Brennstoffzellentechnologie Ihrer Meinung nach eine Lösung zur Elektrifizierung der Lkw Ihres Unternehmens sein?

Weitere mögliche Fragen

Batterieelektrische Mobilität allgemein und Beitrag zum Klimaschutz

Gibt es generelle Ideen oder bereits Lösungen wie der ökologische Fußabdruck des Unternehmens verringert werden kann?

Besteht Interesse beispielsweise grünen Strom aus der Eigenerzeugung mit möglichen Ladeinfrastrukturen zur Eigennutzung zu kombinieren?

Einsatz von E-Lkw in naher und ferner Zukunft im Unternehmen

Wie viel zusätzliche Wartezeit aufgrund von Ladevorgängen ist (neben den Lenkzeitpausen) mit den Erwartungen an logistische Abläufe vereinbar?

Lage einer Ladeinfrastruktur für Lkw

Bedarf es, aufgrund spezieller Logistikabläufe (z.B. Baustellenbelieferungen), mobiler Ladepunkte?

Gibt es Unternehmenskooperationen, die bezüglich der Errichtung von Ladeinfrastruktur eine Rolle spielen könnten (z.B. Be- und Entladevorgänge)?

Wie wichtig ist eine Ladeinfrastruktur außerhalb Thüringens bzw. außerhalb Deutschlands für das Unternehmen?

Randbedingungen für den Einsatz von E-Lkw

Wie wichtig ist die Koordinierung der Ladeinfrastruktur mit Navigationssystemen im Kontext logistischer Abläufe?

*Inwiefern wird sich die Möglichkeit zur Mit- und Weitergestaltung der Ladeinfrastruktur durch die Nutzer*innen- bzw. Unternehmensseite gewünscht (Stichwort User Journey E-Lkw)?*

Form einer Ladeinfrastruktur für Lkw

Gibt es Präferenzen hinsichtlich der Gestaltung der Ladeinfrastruktur (z. B. Ladesäule oder Ladebrücke)?

Besteht das Interesse an speziellen Ladeformen wie beispielsweise dem induktiven Laden, dem bidirektionalen Laden oder Wechselbatterien für Nutzfahrzeuge?

Welche Wichtigkeit wird der Errichtung von Hochleistungsstandorten, also Standorten zum „Megawattladen“ durch das Unternehmen zugesprochen?

Einschätzung der Potenziale der Wasserstoff-Brennstoffzellentechnologie bei Lkw

Bestehen Potenziale, dass die Wasserstoff-Brennstoffzellentechnologie für die Fahrzeugflotte des Unternehmens selbst eine positive Rolle spielen könnte?