

Wirtschaftsfaktor Ladeinfrastruktur

Potenziale für Wertschöpfung in
Baden-Württemberg



Wirtschaftsfaktor Ladeinfrastruktur

Potenziale für Wertschöpfung in
Baden-Württemberg

Herausgeber

e-mobil BW
Landesagentur für neue Mobilitätslösungen
und Automotive Baden-Württemberg

Autoren

P3

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	4
Management Summary	6
1. Vorgehen und Aufbau der Studie	10
2. Marktstrukturen und Produkte im Ökosystem für das Laden von Elektrofahrzeugen ...	14
2.1 Grundlagen	14
2.1.1 Anwendungsfälle im öffentlichen und privaten Bereich	14
2.1.2 Ladebetriebsarten	15
2.1.3 Ladeinfrastruktur und Steckertypen für das Laden von Elektrofahrzeugen in Deutschland ...	16
2.1.4 Dauer eines Ladevorgangs für ein Elektrofahrzeug	18
2.2 Das Ökosystem für öffentliches und privates Laden	19
2.2.1 Charakterisierung und Beschreibung der Akteure im Ökosystem	20
2.2.2 Beschreibung und Bewertung der Kernprodukte, -technologien und -dienstleistungen	24
2.2.3 Beschreibung zukünftiger Trends für öffentliches Laden	29
2.3 Synergiepotenziale der Anwendungsfälle	32
2.3.1 Synergiepotenziale zwischen Akteuren und Anwendungsfällen	33
2.3.2 Chancen und Risiken der Akteure	34
2.3.3 Zuordnung von Unternehmen aus Baden-Württemberg	34
3. Marktpotenzial Ladeinfrastruktur	38
3.1 Beschreibung und Charakterisierung der Wertschöpfungskette Ladeinfrastruktur	38
3.2 Entwicklung Marktmodell	38
3.2.1 Markt für Elektrofahrzeuge	40
3.2.2 Markt für Ladeinfrastruktur	42
3.2.3 Berechnungsgrundlage Wertschöpfung	43
3.3 Wertschöpfungspotenziale Ladeinfrastruktur	48
3.3.1 Wertschöpfungspotenziale Ladeinfrastruktur Europa, USA und China	48
3.3.2 Wertschöpfungspotenziale Ladeinfrastruktur Deutschland und Baden-Württemberg	50
3.4 Strategische Positionierung der Akteure	50
3.4.1 Status quo	52
3.4.2 Ausblick und potenzielle Veränderungen	53
4. Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte für Baden-Württemberg	58
4.1 Aktuelle Positionierung ausgewählter Akteure in Baden-Württemberg	58
4.2 Zusammenfassung und Ergebnisse der Experteninterviews und der Umfrage unter den Clustermitgliedern	59
4.3 Künftige Entwicklungsszenarien für den Wirtschaftsstandort Baden-Württemberg	66
4.4 Künftige Wertschöpfungspotenziale „Ladeinfrastruktur“ in Baden-Württemberg	68
4.5 Künftige Beschäftigungseffekte „Ladeinfrastruktur“ in Baden-Württemberg	72
5. Fazit und Empfehlungen	76
5.1 Ergebniszusammenfassung	76
5.2 Abschließende Einordnung der Ergebnisse	78
Anhang	80
Literaturverzeichnis	82
Abbildungsverzeichnis	85
Tabellenverzeichnis	86
Abkürzungsverzeichnis	87

Vorwort

Elektromobilität ist ein zentraler Baustein der zukünftigen Mobilität. Der Markthochlauf von Elektrofahrzeugen entwickelt sich aktuell sehr dynamisch, bis zum Jahr 2030 könnte der Bestand nach Analysen der Bundesregierung auf insgesamt 14,8 Millionen Elektrofahrzeuge ansteigen, darunter rund 9,6 Millionen vollelektrische Fahrzeuge. Je nach Entwicklung bedeutet dies für das Jahr 2030 einen Bedarf von 440.000 bis 843.000 öffentlich zugänglichen Ladepunkten in Deutschland – bei einem aktuellen Bestand von rund 43.000.

Um diese ambitionierten Pläne zu unterstützen, hat sich die Landesregierung Baden-Württemberg ehrgeizige Ziele für einen schnellen Ausbau der Ladeinfrastruktur und der Netze gesetzt. Damit im Jahr 2030 jeder dritte PKW in Baden-Württemberg klimaneutral unterwegs sein kann, sollen bis dahin zwei Millionen private und öffentliche Ladepunkte im Land zur Verfügung stehen. Der Aufbau soll dabei bedarfsgerecht erfolgen: In Siedlungs- und Gewerbegebieten soll der nächste öffentliche Ladepunkt möglichst fußläufig erreichbar und die nächste Schnellladesäule maximal fünf Kilometer entfernt sein. Alle öffentlich zugänglichen Ladepunkte und Schnellladesäulen sollen mit einheitlichen, digitalen Bezahlungsmöglichkeiten möglichst einfach genutzt werden können. Über eine Kombiförderung für Elektrofahrzeuge mit Photovoltaikstrom soll ein Anreiz zum Ausbau erneuerbarer Energien geschaffen werden. Grundlage für die Schaffung weiterer Ladepunkte sind der Ausbau und die Ertüchtigung der Netze.

Angesichts dieser notwendigen und ambitionierten Ziele liegen im kommenden Jahrzehnt immense Herausforderungen vor uns. Gleichzeitig entstehen aber auch Perspektiven und Chancen für neue Wertschöpfung und Geschäftsmodelle. Die vorliegende Studie Wirtschaftsfaktor Ladeinfrastruktur – Potenziale für Wertschöpfung in Baden-Württemberg, die auf Anregung des Ministeriums für Wirtschaft, Arbeit und Tourismus von der Landesagentur für neue Mobilitätslösungen und Automotive Baden-Württemberg e-mobil BW GmbH in Auftrag gegeben wurde, analysiert die Anwendungsfälle sowie das Ökosystem des öffentlichen und privaten Ladens, nimmt Markt- und Wertschöpfungspotenziale in den Blick und zeigt vor allem die Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte für Baden-Württemberg auf.



Johann Wolfgang von Goethe schrieb: „An unmöglichen Dingen soll man selten verzweifeln, an schweren nie.“ Lassen Sie uns die großen Herausforderungen im kommenden Jahrzehnt gemeinsam angehen – denn die Kooperation und das Zusammenwirken von unterschiedlichen Akteuren aus Industrie, Forschung und öffentlicher Hand haben uns in Baden-Württemberg stets stark gemacht.

Dr. Nicole Hoffmeister-Kraut, MdL
Ministerin für Wirtschaft, Arbeit und Tourismus des Landes Baden-Württemberg

Franz Loogen
Geschäftsführer, e-mobil BW GmbH – Landesagentur für neue Mobilitätslösungen und Automotive Baden-Württemberg



Management Summary

Das Wertschöpfungspotenzial für Baden-Württemberg am weltweiten Lademarkt wird im Jahr 2025 zwischen 950 Millionen (Mio.) und 1,65 Milliarden (Mrd.) Euro betragen. Bis 2030 wächst das Wertschöpfungspotenzial, je nach Simulationsszenario, auf 1,8 bis 4,1 Mrd. Euro. Die Beschäftigungseffekte für das Land liegen im Zeitraum bis 2030 zwischen 4.800 und 10.200 Beschäftigten.

Eine Prognose, wie sich die Ladeinfrastruktur des Landes Baden-Württemberg bis 2030 entwickeln wird, ist aus heutiger Sicht noch mit großer Unsicherheit behaftet, weshalb in der Studie mit vereinfachenden Annahmen und verschiedenen Szenarien gearbeitet wurde. Die Wertschöpfungsstufen mit dem höchsten Potenzial in Baden-Württemberg sind kurz- bis mittelfristig der Hardwareverkauf sowie Installationsdienstleistungen. Auf lange Sicht bis 2030 ist der Stromverkauf die Wertschöpfungsstufe mit dem höchsten Potenzial. Exportmöglichkeiten für baden-württembergische Unternehmen bestehen überwiegend im Hardwareverkauf – bzw. im Export von Subkomponenten der Ladehardware –, durch Stromverkauf, den Betrieb von Ladeinfrastruktur oder durch den Export von IT-Dienstleistungen (IT-Backend, MSP-Dienstleistungen). Demgegenüber stehen Wertschöpfungsstufen mit geringem Exportpotenzial, die allerdings auch vor externen Wettbewerbern geschützt sind. Hierzu zählen insbesondere Installationsdienstleistungen, die fast ausschließlich durch das lokal organisierte Elektrohandwerk erbracht werden. Auch der Betrieb von Ladeinfrastruktur wird meist durch regionale Energieversorgungsunternehmen sichergestellt. Im Leitszenario beträgt das Wertschöpfungspotenzial für baden-württembergische Unternehmen im Jahr 2030 1,45 Mrd. Euro im Stromverkauf, 800 Mio. Euro für Ladehardware und 250 Mio. Euro für Installationsdienstleistungen.

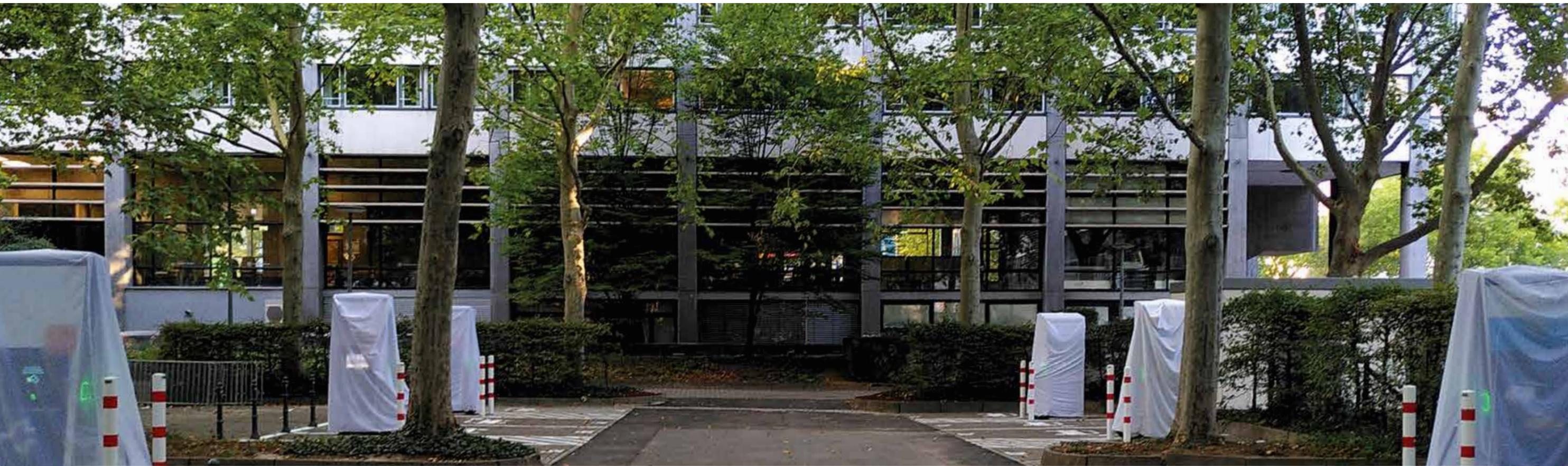
Auch Beschäftigungseffekte für Baden-Württemberg sind mit großer Unsicherheit behaftet und variieren je nach Szenario zwischen 4.800 und 10.200 Beschäftigten bis 2030. Im Leitszenario wurde ein Potenzial für 7.300 Beschäftigte errechnet. Der Großteil der Beschäftigten verteilt sich bis zum Jahr 2030 auf die Wertschöpfungsstufen Hardwareverkauf (~2.600), Stromverkauf (~1.800), Installation (~1.550) und

Betrieb (840). IT-basierte Wertschöpfungsstufen weisen sowohl im Wertschöpfungs- als auch im Beschäftigungspotenzial einen sehr geringen Anteil aus. Dennoch nehmen diese Wertschöpfungsstufen im Gesamtsystem Ladeinfrastruktur eine fundamental wichtige Rolle ein, da vor allem die Software Bindeglied für sektorenübergreifende Geschäftsmodelle ist, die heute noch nicht etabliert und deren Auswirkungen noch nicht ausreichend bekannt sind.

Verglichen mit anderen Wirtschaftsbereichen in Baden-Württemberg fallen die quantifizierbaren Effekte der Ladeinfrastruktur für den Wirtschaftsstandort eher gering aus. Dennoch kommt der Ladeinfrastruktur in Zukunft eine essenzielle Rolle bei der Vernetzung der Energie- und Mobilitätswende zu. Daraus können zum Teil gänzlich neue Geschäftsmodelle und Opportunitäten für den Industriestandort Baden-Württemberg resultieren. Um ansässigen Unternehmen hierfür Zugang zu verschaffen, ist eine aktive Beteiligung am Markt zwingend notwendig. Besonders der Politik kommt hierbei eine Schlüsselrolle zu. Durch die Etablierung von Austausch- und Vernetzungsplattformen können Unternehmen, Forschungseinrichtungen und Universitäten zusammengebracht, das gemeinschaftliche Lernen an neuen Technologien gefördert und Start-ups sowie kleineren und mittleren Unternehmen (KMU) der Zugang zum Markt erleichtert werden. So können gemeinsam zukunftsfähige und branchenübergreifende Konzepte entwickelt werden, die anschließend am Weltmarkt etabliert werden können.



© Scharfsinn/shutterstock



01

Vorgehen und Aufbau der Studie

01

Vorgehen und Aufbau der Studie

Die Studie hat das Ziel, das Wertschöpfungspotenzial für Ladeinfrastruktur (LIS) in Baden-Württemberg zu berechnen und darauf aufbauend das Beschäftigungspotenzial abzuleiten. Hierfür wurde ein mehrstufiges Simulationsmodell entwickelt, das im Verlauf der Studie detailliert beschrieben und vorgestellt wird.

In Kapitel 2 werden die Grundlagen für das Markt- und Rollenverständnis der Ladeinfrastruktur dargelegt. Es werden die Anwendungsfälle für privates und öffentliches Laden vorgestellt, Ladebetriebsarten, Ladeinfrastruktur- und Steckertypen beschrieben und typische Dauern für Ladevorgänge berechnet. Anschließend wird das Ökosystem für öffentliches und privates Laden inklusive der relevanten Akteure vorgestellt. Des Weiteren werden Kernprodukte, -technologien und -dienstleistungen sowie zukünftige Trends für öffentliches Laden dargestellt. Das Kapitel endet mit der Identifikation von Synergiepotenzialen zwischen Akteuren und Anwendungsfällen sowie Chancen und Risiken einzelner Akteure und einer Zuordnung von Unternehmen aus Baden-Württemberg.

Das 3. Kapitel widmet sich der Berechnung des Marktpotenzials für Ladeinfrastruktur auf weltweiter Ebene sowie für verschiedene Zielregionen. Berechnungsgrundlage ist ein Markthochlaufmodell für Elektrofahrzeuge, basierend auf regionalen Flottenvorgaben. Darauf aufbauend wird der Bedarf an Ladeinfrastruktur je Anwendungsfall abgeleitet. Im Anschluss werden die unterschiedlichen Wertschöpfungsstufen vorgestellt und die allgemeinen Wertschöpfungspotenziale für Ladeinfrastruktur in Europa, USA und China sowie für Deutschland und Baden-Württemberg berechnet.

Im 4. Kapitel werden die Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte für Baden-Württemberg berechnet. Hierzu werden die ansässigen Unternehmen zuerst entlang der Wertschöpfungskette positioniert. Es wurde eine Umfrage unter Mitgliedsunternehmen und Partnern des Clusters Elektromobilität Süd-West und Experteninterviews mit ausgewählten Unternehmen durchgeführt, deren Ergebnisse vorgestellt und ausgewertet werden. Darauf aufbauend wird das Wertschöpfungspotenzial für Baden-Württemberg am weltweiten Lademarkt in drei verschiedenen Szenarien bewertet und nach Regionen (inländische Wertschöpfung, exportierte Wertschöpfung) sowie Wertschöpfungsstufen bilanziert. Basierend auf dem Wertschöpfungspotenzial werden die Beschäftigungseffekte für den Lademarkt in Baden-Württemberg bis 2030 nach Wertschöpfungsstufen abgeleitet.

Die Studie endet mit einer Ergebniszusammenfassung, einer Bewertung des Industriestandortes Baden-Württemberg für Ladeinfrastruktur und einer abschließenden Einordnung der Ergebnisse.

Erstellungszeitraum der Studie war zwischen September 2020 und Januar 2021. Da zum Zeitpunkt der Finalisierung der Studie für das Jahr 2020 noch keine finalen Zahlen zur Anzahl von Elektrofahrzeugen, Ladeinfrastruktur oder Beschäftigungseffekten in Baden-Württemberg vorlagen, handelt es sich bei den ausgewiesenen Zahlen für 2020 um berechnete Werte.



© Detlef Dähne/AdobeStock

02

Marktstrukturen und Produkte im Ökosystem für das Laden von Elektrofahrzeugen



02

Marktstrukturen und Produkte im Ökosystem für das Laden von Elektrofahrzeugen



Abbildung 1: Anwendungsfälle für das Laden von Elektrofahrzeugen

In diesem Kapitel werden zuerst die Anwendungsfälle und Grundlagen für das Laden von Elektrofahrzeugen beschrieben. Anschließend werden das Ökosystem und die verschiedenen Marktakteure erklärt. Des Weiteren werden Kernprodukte, -technologien und -dienstleistungen vorgestellt und zukünftige Trends für die Ladeinfrastruktur bewertet. Das Kapitel endet mit der Identifikation von Synergiepotenzialen der Anwendungsfälle sowie einer Zuordnung von lokalen Unternehmen in Baden-Württemberg entsprechend den beschriebenen Markttrollen.

2.1 Grundlagen

Zunächst erfolgt die Beschreibung der Anwendungsfälle für öffentliches und privates Laden und deren technische Grundvoraussetzungen, bevor die Studie genauer auf die Markttrollen, Produkte und Technologietrends eingeht.

2.1.1 Anwendungsfälle im öffentlichen und privaten Bereich

Im Vergleich zu heutigen Nutzungsgewohnheiten wird sich das Kundenverhalten im Zusammenhang mit Elektrofahrzeugen in Zukunft maßgeblich ändern. Laden findet dann dort statt, wo das Fahrzeug ohnehin geparkt ist. Daher gibt es unterschiedliche Anwendungsfälle für das Laden im öffentlichen und privaten Bereich, die jeweils Anforderungen an den Lademodus, die Ladeleistung und weitere Dienstleistungen, beispielsweise die Abrechnung der Ladevorgänge, mit sich bringen. Diese Anforderungen sind in Abbildung 1 zusammengefasst.

Eine Ladestation wird gemäß Ladesäulenverordnung des Bundeswirtschaftsministeriums als öffentlich zugänglich bezeichnet, wenn sie sich „entweder im öffentlichen Stra-

ßenraum oder auf privatem Grund befindet, sofern der zum Ladepunkt gehörende Parkplatz von einem unbestimmten oder nur nach allgemeinen Merkmalen bestimmbarer Personenkreis tatsächlich befahren werden kann“.¹ Demgegenüber stehen private Lademöglichkeiten. Zu privaten Ladestationen zählen solche, die Zugangsbeschränkungen aufweisen und lediglich von einer bestimmten Personengruppe angefahren und genutzt werden können (z. B. am Arbeitsplatz oder in privaten Tiefgaragen).

Im Anwendungsfall des öffentlichen Ladens ist zwischen verschiedenen Kategorien zu unterscheiden. Öffentliches Laden kann an Ladestationen, die direkt am Straßenrand installiert sind (öffentliches AC-Laden), stattfinden. Eine weitere Kategorie des öffentlichen Ladens ist das DC-Schnellladen (zu AC- und DC-Laden siehe 2.1.2). In erster Linie sollen DC-Schnellladestationen Langstreckenmobilität ermöglichen. Daher sind diese Ladestationen mit sehr hohen Ladeleistungen meist direkt an Autobahnen, vielbefahrenen Landstraßen oder gut erreichbaren Knotenpunkten vorhanden. Eine weitere Anwendungsmöglichkeit sind Ladehubs in Stadtzentren, die hauptsächlich Stadtbewohnern ohne eigene Park- und Lademöglichkeit eine schnelle Aufladung der Fahrzeuge garantieren sollen und vergleichbar mit heutigen Tankstellen sind. Darüber hinaus können Ladestationen auch im halböffentlichen Bereich vorzufinden sein. In diesem Zusammenhang spricht man vom sogenannten "Zielort-Laden" (engl. „Destination Charging“). Anwendungsfälle hierfür sind beispielsweise Supermarkt- und Restaurantparkplätze oder auch bewirtschaftete Parkflächen (z. B. Parkhäuser).

Beim privaten Laden unterscheidet man zwischen zwei maßgeblichen Kategorien: Laden am Arbeitsplatz und Laden zu Hause. Ersteres trifft zum einen auf Flottenbetreiber zu, die zur Sicherstellung des reibungslosen Betriebs ausreichend Ladeinfrastruktur zur Verfügung stellen müssen. Beispielhaft hierfür steht die Deutsche Post – DHL, die bereits seit 2014 über eine große elektrische Flotte verfügt. Zum anderen gibt es das sogenannte Mitarbeiterladen. Hierbei stellt der Arbeitgeber seinen Arbeitnehmern Lademöglichkeiten zur Verfügung. Beim Heimladen muss unterschieden werden, ob der Fahrer eines Elektrofahrzeugs über einen Stellplatz in einer eigenen Garage oder im Carport verfügt oder ob es sich um einen Bewohner eines Mehrfamilienhauses mit gemeinschaftlich genutzter Parkfläche handelt. Aufgrund der meist langen Standzeiten ist für privates Laden oftmals AC-Laden mit geringen Ladeleistungen ausreichend.

2.1.2 Ladebetriebsarten

Die unterschiedlichen Arten des Ladens von Elektrofahrzeugen sind in den relevanten Normen als „Ladebetriebsarten“ (engl. „Mode“) bezeichnet. In der Norm IEC 61851 werden Ladevorgänge detailliert beschrieben und in insgesamt vier Ladebetriebsarten eingeteilt. Die Ladebetriebsarten 1 bis 3 entfallen auf das Laden mit Wechselstrom (engl. „Alternating Current“, AC), die Ladebetriebsart 4 beschreibt das Laden mit Gleichstrom (engl. „Direct Current“, DC).

Ladebetriebsart 1 bedeutet, dass Wechselstrom an einer landesüblichen Haushaltssteckdose oder einer ein- oder dreiphasigen Starkstromsteckdose bezogen wird. Dabei findet keine Kommunikation zwischen Fahrzeug und Ladepunkt statt. Zwingende Voraussetzung ist jedoch, dass die infrastrukturseitige Steckvorrichtung über eine Fehlerstrom-Schutzeinrichtung abgesichert ist. Dies kann insbesondere bei Bestandsinstallationen nicht immer gewährleistet werden, daher wird diese Ladebetriebsart nicht für die dauerhafte Nutzung empfohlen.

Bei der **Ladebetriebsart 2** ist die Ladeleitung bei der Verbindung mit der landesüblichen Haushaltssteckdose zusätzlich mit einem sogenannten In-Cable Control and Protection Device (ICCPD) ausgestattet. Es übernimmt den Schutz vor elektrischem Schlag bei Isolationsfehlern für den Fall, dass der Kunde sein Fahrzeug an eine Haushaltssteckdose anschließt, die bei der Errichtung nicht für das Laden von Elektrofahrzeugen vorgesehen war. Über ein Pilotsignal erfolgt eine Überwachung der Schutzleiterverbindung zwischen ICCPD und Fahrzeug. Diese Ladebetriebsart wird in Deutschland vorgesehen, falls keine spezielle Ladestation der Ladebetriebsarten 3 oder 4 verfügbar ist.

Bei der **Ladebetriebsart 3** wird das Fahrzeug an einer Ladestation oder Wallbox mit Wechselstrom an einer zweckgebundenen Steckdose geladen, es kann aber auch an der Ladestation ein fest angeschlossenes Ladekabel vorhanden sein. Die Steuerung des Ladevorgangs wird durch einen Datenaustausch zwischen der Ladestation und dem Fahrzeug ermöglicht. Dieser Lademodus basiert auf einer für Elektrofahrzeuge speziell errichteten Ladeinfrastruktur und bietet ein hohes Maß an elektrischer Sicherheit und Schutz der Installation vor Überlastung. Für das AC-Laden wird diese Ladebetriebsart empfohlen.

¹ Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2020): Ladesäulenverordnung (LSV)

Die **Ladebetriebsart 4** bezeichnet das Laden mit Gleichstrom (DC). Aufgrund der besonders hohen Ladeleistungen gelten erhöhte Sicherheitsanforderungen. Daher kommt bei diesem Lademodus ausschließlich ein fest an der Ladesäule angeschlossenes Ladekabel zum Einsatz, das ab hohen Ladeleistungen mit Strömen >200 Ampere (A) gekühlt werden muss. Eine steckbare Verbindung ist nur fahrzeugseitig vorgesehen. Im Vergleich zum AC-Laden sind die Kontakte und Leitungsquerschnitte größer dimensioniert, wodurch deutlich höhere Ladeleistungen übertragen werden können. Allgemein wird das DC-Laden daher auch Schnellladen (im Bereich 20–100 Kilowatt, kW) oder, bei noch höheren Leistungen, Ultraschnellladen (engl. „High Power Charging“, HPC – ca. 100–350 kW) genannt.

2.1.3 Ladeinfrastruktur und Steckertypen für das Laden von Elektrofahrzeugen in Deutschland

Die Ladeinfrastruktur lässt sich im Wesentlichen in AC-Normal- und DC-Schnellladen unterteilen. Für das AC-Laden wird ein fahrzeugseitiger AC-DC-Wandler benötigt, der den vom Netz verfügbaren Wechselstrom in Gleichstrom wandelt. Diese Wandlung ist notwendig, da die Hochvoltbatterie im Fahrzeug nur Gleichstrom (DC) aufnehmen kann. Beim DC-Laden befindet sich diese Komponente außerhalb des Fahrzeuges in der Ladeinfrastruktur. Eine Ladestation kann freistehend montiert oder auch als Wallbox an einer Wand angebracht werden. Die Wahl der Bauform hängt meist vom

verfügbaren Platz am Standort und den technischen Anforderungen ab. Wallboxen stellen aufgrund der kompakten Bauweise sowie nicht benötigter Komponenten (bspw. Rammschutz) im Vergleich zu freistehenden Ladesäulen eine günstigere Variante dar und sind mit weniger Aufwand zu installieren, aber aufgrund des geringen Bauraums insbesondere beim DC-Laden in der Ladeleistung limitiert.

Leistung einer DC-Ladestation allerdings bei mindestens 50 kW. Seit geraumer Zeit werden verstärkt HPC-Ladestationen mit Leistungen von 150 bis 350 kW installiert. Abbildung 3 gibt einen Überblick über derzeit verfügbare Ladeinfrastruktur sowie deren Ladeleistungen.

Bei AC-Ladeinfrastruktur liegt in der Regel eine Ladeleistung zwischen 3,7 und 22 kW vor. In seltenen Fällen verfügt AC-Ladeinfrastruktur auch über eine höhere Leistung. DC-Ladeinfrastruktur zeichnet sich durch deutlich höhere Ladeleistungen aus. Zwar existieren auch DC-Wallboxen mit geringeren Ladeleistungen von ca. 20 kW, in der Regel liegt die

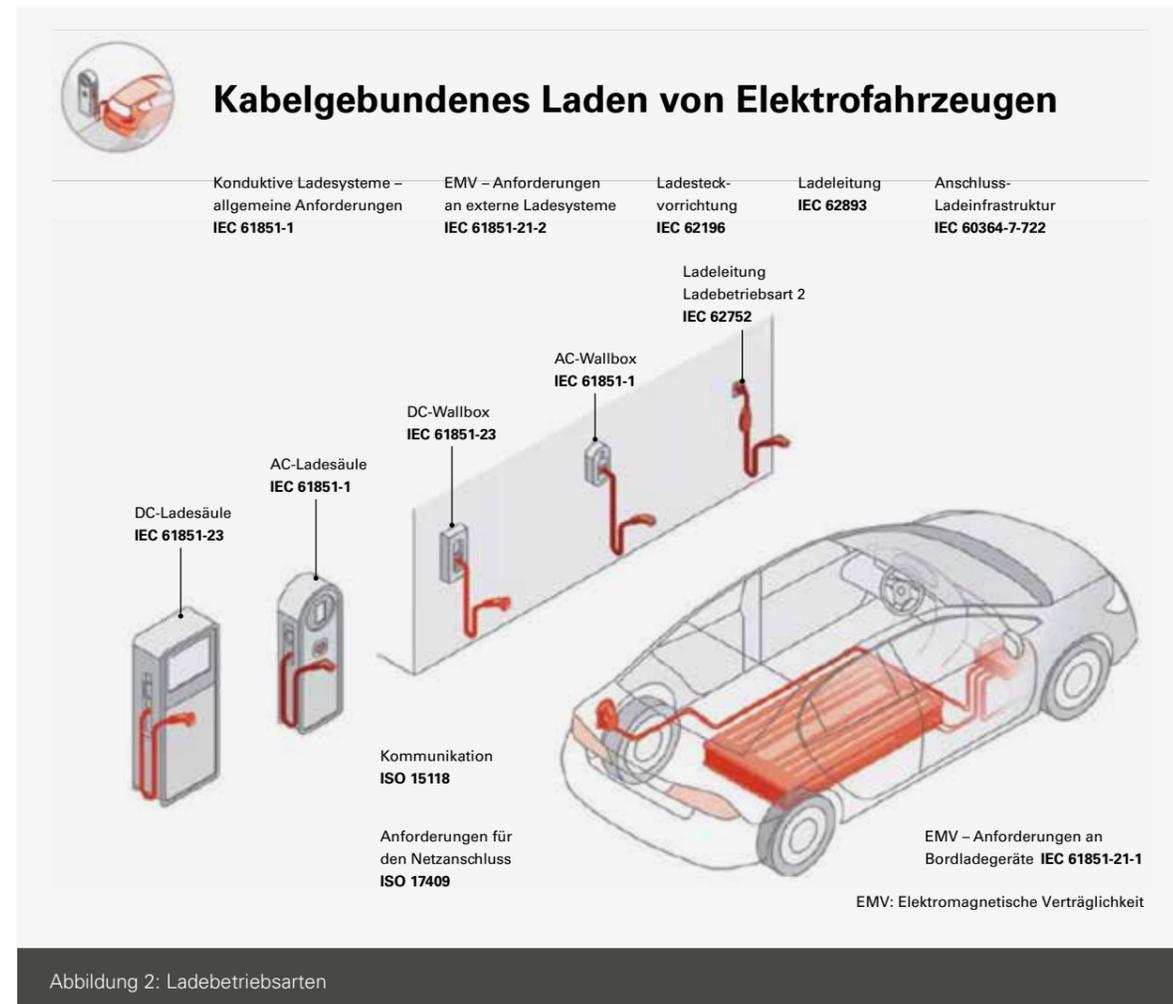


Abbildung 2: Ladebetriebsarten

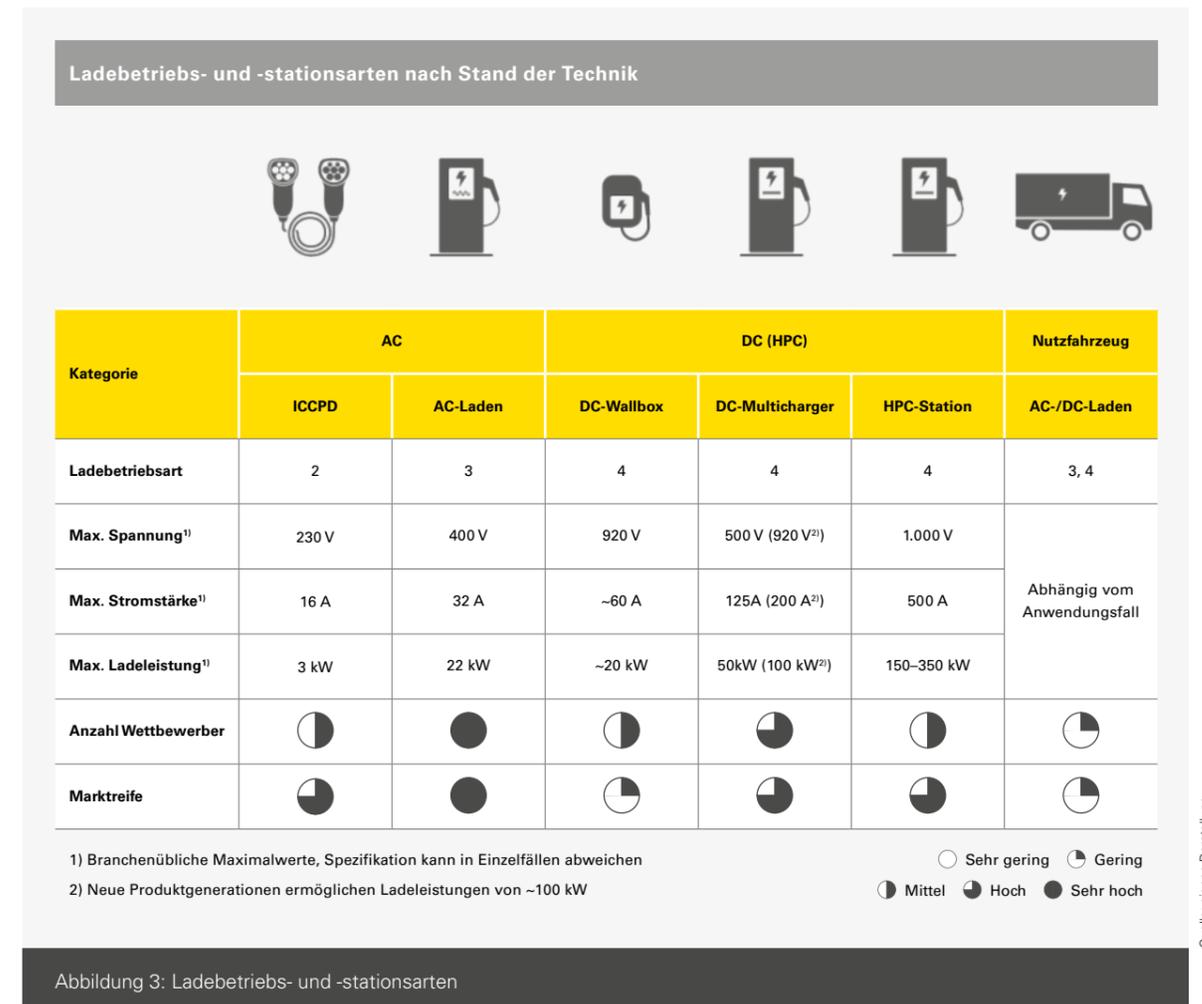


Abbildung 3: Ladebetriebs- und -stationsarten



Quelle: eigene Darstellung in Anlehnung an International Electrotechnical Commission 2014; Bildquellen: e-mobil BW / Laura Halbmann / Anatolij Kasnatschev

Abbildung 4: Steckertypen

Steckertypen für das Laden von Elektrofahrzeugen sind in der Norm IEC 62196 spezifiziert. In Europa sind seit 2014 der sogenannte Typ-2-Stecker sowie dessen Kupplung als Standard festgelegt. Der Stecker-Typ 2 besitzt drei Außenleiterkontakte (L1, L2 und L3), einen Kontakt für den Neutralleiter (N) und einen Schutzkontakt (PE: engl. „Protective Earth“). Weiterhin gibt es den PP-Kontakt (PP: engl. „Proximity Pilot“), um die Anwesenheit des Steckers festzustellen, und den CP (engl. „Control Pilot“), um die Steuersignale zwischen Elektrofahrzeug und Stromtankstelle auszutauschen. Mittels des Typ-2-Standards ist ein maximaler Ladestrom einphasig von 70 A und dreiphasig von 60 A zulässig.

Der Typ-2-Stecker kann in Kombination mit zwei DC-Kontakten nach IEC 62196-3 für das DC-Laden vorgesehen werden. Zusammen bildet diese Anordnung das Combined Charging System (CCS) in der Ausführung CCS Combo 2. Das CCS-Combo-2-Ladesystem verfügt auf der Basis des Typ-2-Steckers über die gleich angeordneten Steckkontakte (siehe Abbildung 4). Hierbei sind infrastrukturseitig die drei Phasen (L1, L2, L3) und der Neutralleiter (N) nicht vorhanden, da im Gegensatz zur Wechselstromladung die Leistungsübertragung über die unten abgebildeten DC-Kontakte (DC+, DC-) stattfindet. Die Kommunikationsleitungen CP und PP sind weiterhin vorhanden sowie der PE-Anschluss für die Erdung.

Die Übertragungsgrenzen liegen bei ungekühlten CCS-Combo-2-Ladesystemen bei bis zu 950 V mit maximal 200 A und bei flüssiggekühlten Kabeln bei maximal 500 A. Daraus resultiert theoretisch eine maximale Übertragungsleistung >400 kW und damit ein Vielfaches der Wechselstromladung.

2.1.4 Dauer eines Ladevorgangs für ein Elektrofahrzeug

Die Dauer eines Ladevorgangs hängt von der tatsächlich realisierbaren Ladeleistung sowie von der Batteriekapazität ab und wird daher entweder von der Ladestation oder vom Fahrzeug beschränkt. Beim AC-Laden begrenzen die Netzanschlussleistung sowie die Kapazität des fahrzeugseitigen On-Board Chargers (AC-DC-Wandler) die Ladeleistung, die in der Regel 2,3/3,7/7/11 oder 22 kW beträgt. Im DC-Bereich wird meist in realisierbare Ladeleistungen von 50, 100, 150 und 350 kW unterschieden, wobei auch Zwischengrößen möglich sind. Die entscheidenden Faktoren für die Ladedauer sind im DC-Bereich die Fähigkeit der Leistungsaufnahme der Fahrzeugbatterie (insbesondere der Zellen), die anliegende Spannung und auch die Netzanschlussleistung. Abbildung 5 zeigt die Ladezeiten bei unterschiedlichen Leistungen sowie die maximalen Ladeleistungen für verschiedene Fahrzeugsegmente.

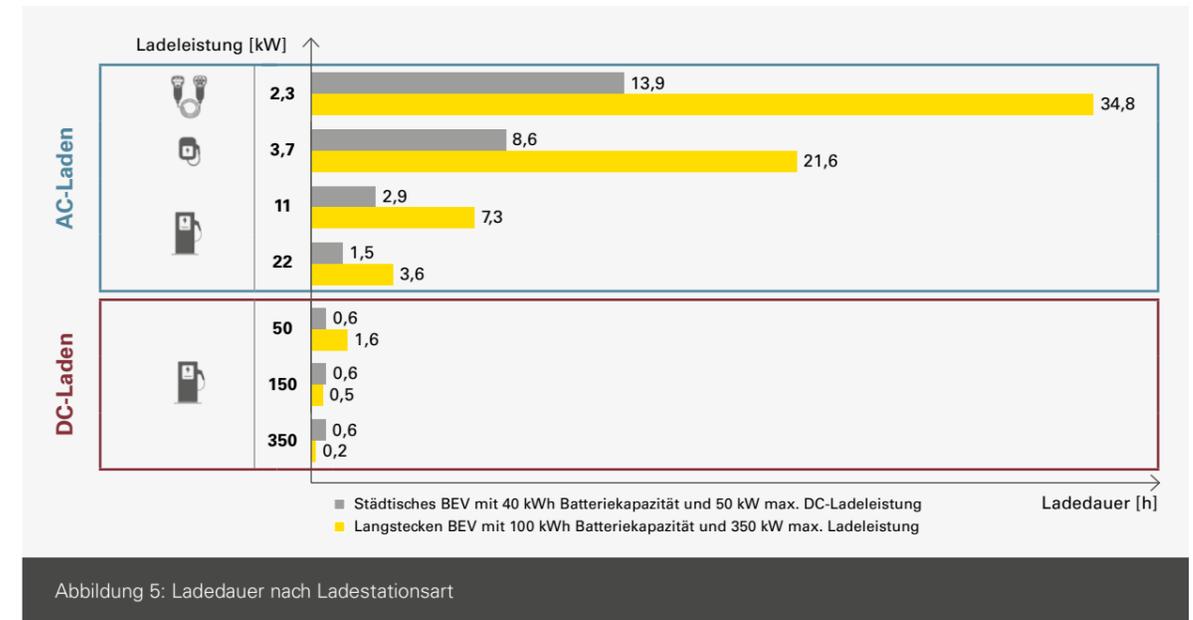


Abbildung 5: Ladedauer nach Ladestationsart

Die Ladezeiten wurden für zwei verschiedene Fahrzeuge berechnet: ein städtisches Elektrofahrzeug mit 40 kWh Batteriekapazität und einer maximalen DC-Ladeleistung von 50 kW sowie ein langstreckentaugliches Premiumfahrzeug mit 100 kWh Batteriekapazität und einer DC-Ladeleistung von 350 kW. Die realisierbare AC-Ladeleistung beider Fahrzeuge beträgt 22 kW. Die Berechnung wurde anhand einfacher Annahmen durchgeführt. So bezieht sich die Ladezeit auf eine Nachladung von 10 % auf 90 % Batteriekapazität (engl. „State of Charge“, SoC). Zudem wurden mögliche Ladeverluste oder sich reduzierende Ladeleistungen bei fortschreitendem SoC nicht berücksichtigt. Die Auswertung zeigt, dass Ladeleistungen von 3,7 kW bereits ausreichend sind, um Fahrzeuge mit kleineren Batteriekapazitäten während längerer Standzeiten wieder voll aufzuladen. Dies betrifft vor allem die Anwendungsfälle Heim- und Flottenladen, wo Fahrzeuge im Normalfall Standzeiten von über acht Stunden aufweisen. Hinzu kommt, dass in diesen Anwendungsfällen die Fahrzeuge nur selten mit komplett entladener Batterie am Ziel ankommen und zur Abfahrt nicht wieder komplett aufgeladen sein müssen. Entsprechend können auch schon Ladestationen mit geringen Ladeleistungen für langstreckentaugliche Elektrofahrzeuge ausreichen. Ab einer Ladeleistung von 11 kW können beide Fahrzeugtypen innerhalb von normalen Standzeiten im Anwendungsfall Heim- und Flottenladen aufgeladen werden. Weitere Unter-

schiede ergeben sich beim DC-Laden. Da die Ladeleistung des städtischen Elektrofahrzeugs in diesem Beispiel auf 50 kW begrenzt wurde, kann auch an einer leistungsfähigen HPC-Ladestation nur besagte Ladeleistung realisiert werden. Beim langstreckentauglichen BEV hingegen verkürzt sich die Ladezeit von 96 Minuten an einer 50-kW-Ladesäule auf knapp 14 Minuten bei 350 kW Ladeinfrastruktur.

2.2 Das Ökosystem für öffentliches und privates Laden

Im folgenden Unterkapitel werden die Anwendungsfälle für öffentliches und privates Laden definiert und die Akteure im Ökosystem charakterisiert. Anschließend werden Kernprodukte, -technologien und -dienstleistungen beschrieben und bewertet.

2.2.1 Charakterisierung und Beschreibung der Akteure im Ökosystem

Der Markt für öffentliche Ladeinfrastruktur besteht aus verschiedenen Marktakteuren, die ihren Ursprung in unterschiedlichen Branchen haben, beispielsweise der Energiewirtschaft, Elektronik, IT oder Automobilindustrie. Zu den Branchen lassen sich konkrete Akteure zuordnen, die im

Folgenden genannt und deren Geschäftsmodelle erläutert werden. Die Akteure sind über vertragliche oder physische Beziehungen in Form von Dienstleistungen, Stromlieferung oder Datenkommunikation miteinander verbunden (siehe Abbildung 6).

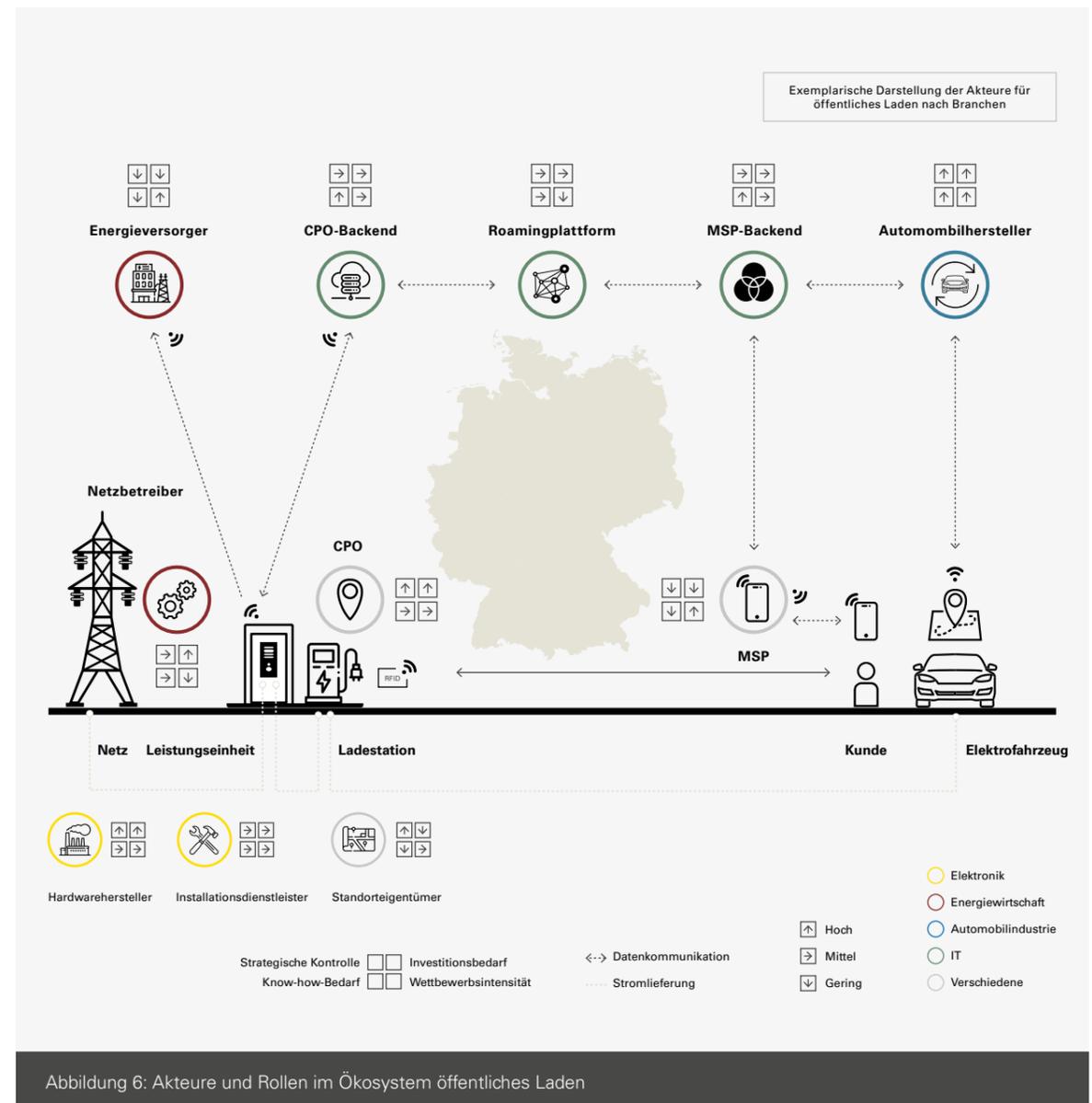


Abbildung 6: Akteure und Rollen im Ökosystem öffentliches Laden

Netzbetreiber stellen den Anschluss der Ladepunkte an das Energienetz sicher. Im Falle eines Netzausbaus oder der zusätzlichen Verstärkung des Netzanschlusses sind die Netzbetreiber auch für die Genehmigung und die Gewährleistung des Anschlusses zuständig. Vor allem für die Netzbetreiber liegt ein hoher Investitionsbedarf vor, da für private Anwendungsfälle langfristig viele örtliche Trafostationen ausgebaut werden müssen und für das öffentliche HPC-Laden zusätzliche Anschlüsse an das Mittelspannungsnetz geschaffen werden.

Energieversorger beliefern die Ladestation mit (Grün-)Strom. Zu den Kunden der Energieversorger zählen in erster Linie die Betreiber der Ladeinfrastruktur beim öffentlichen Laden sowie Privatkunden und Unternehmen im Anwendungsfall des privaten Ladens.

Hardwarehersteller entwickeln die Ladestation und sind für Herstellung und Endmontage der Ladegeräte verantwortlich. Sie erwerben oftmals elektrische/elektronische (E/E)-Standardkomponenten und entwickeln spezifische Ladekomponenten, um hieraus ein Produkt herzustellen. Hardwarehersteller haben eine hohe strategische Kontrolle, da sie die Marktkonditionen für die Ladehardware bestimmen. Aufgrund der Wettbewerbsvielfalt ist das aber nur von begrenztem Wert. Das Geschäftsmodell der Hardwarehersteller besteht darin, dass mit dem Verkauf der Ladestation Margen erwirtschaftet werden. Kunden sind sowohl Ladestationsbetreiber für öffentliches Laden als auch Privatpersonen oder Unternehmen im Anwendungsfall des privaten Ladens. Der Vertrieb der Ladehardware kann hierbei auch häufig über Zwischenhändler/Großhändler erfolgen.

Unternehmen der **Elektronikbranche** sowie **lokale Handwerker** bieten technische Dienstleistungen zur Errichtung und regelmäßigen Wartung der Ladeinfrastruktur an. Während große Ladestationsbetreiber meist Verträge mit Dienstleistern schließen, die ganze Märkte abdecken können, besteht besonders im privaten Anwendungsfall großes Potenzial für lokale und regionale Handwerksbetriebe zur Erbringung von Installations- und Wartungsdienstleistungen. Diese Unternehmen rechnen ihre Dienstleistung meist auf Stundenbasis ab. Kunden sind hauptsächlich Privatpersonen oder Unternehmen (privates Laden) sowie Ladestationsbetreiber.

Der **Ladestationsbetreiber** (engl. „Charge Point Operator“, **CPO**) betreibt, wie der Name schon sagt, die Ladeinfrastruktur und ist für die Errichtung, den technischen Betrieb sowie das Meldewesen verantwortlich. Der CPO hat die Aufgabe, die Funktionalität der Ladeinfrastruktur zu gewährleisten und eine hohe Verfügbarkeit für Kunden sicherzustellen. Für den Betrieb von Ladeinfrastruktur gibt es grundsätzlich zwei Geschäftsmodelle:

- Beim Betrieb von öffentlicher Ladeinfrastruktur muss der CPO die Aufwände für den Einkauf der Ladestation, die Standortbereitstellung und den operativen Betrieb durch den Stromverkauf refinanzieren. Erlöse werden in diesem Geschäftsmodell lediglich durch den Verkauf von Strom an Endkunden erzielt. Dieses Geschäftsmodell wird im weiteren Verlauf als kundenorientierter Betrieb beschrieben.

- Im halböffentlichen Bereich ist ein anderes Geschäftsmodell verbreitet, das sogenannte „Charging as a Service“ Modell (CaaS). Der CPO tritt als Serviceanbieter auf und vertreibt die Ladehardware und zusätzliche Dienstleistungen wie Beratung, Installation, Wartung oder eine Software zum Betrieb der Ladestationen entgeltlich an Leistungsnehmer. Dabei generiert der CPO meist wiederkehrende Einnahmen in bestimmten Zeitintervallen, während der Leistungsnehmer oft die Gewinne aus dem Stromverkauf erhält, aber auch andere Geschäftsmodelle sind möglich. CaaS ist in der Praxis weit verbreitet, da Leistungsnehmer vom CPO ein Gesamtpaket aus Hardware und Software erhalten und der eigene Aufwand minimiert wird. Dieses Geschäftsmodell wird für den weiteren Verlauf dieser Studie als serviceorientierter Betrieb definiert.

CPO haben umfangreiche strategische Kontrolle. Sie können die Stromverkaufspreise an ihren Ladesäulen bestimmen und durch die Auswahl geeigneter Hard- und Softwarelieferanten maßgeblich die Implementierung von Ladefunktionen mitgestalten. Allerdings haben CPO auch ein hohes Risiko. Der Betrieb von Ladesäulen mit hohem Umsatzpotenzial, insbesondere HPC-Laden an strategisch gut gelegenen Standorten, ist mit sehr hohen Investitionskosten für Hardware, Netzanschluss und Standortbereitstellung verbunden.

Das **CPO-Backend** ist das Betriebssystem zur Steuerung und Überwachung der Ladeinfrastruktur. Vernetzte Ladef-

rastruktur kommuniziert laufend mit einem meist cloud-basierten CPO-Backend und übermittelt Daten der Ladeinfrastruktur. In öffentlichen und privaten Anwendungen können Betreiber, Flotten- oder Fuhrparkverwalter über das CPO-Backend direkt auf die Ladeinfrastruktur zugreifen und diese verwalten (Remote Control). Da sich über das CPO-Backend jeder einzelne Ladepunkt im System ansteuern und überwachen lässt sowie zentrale Ladefunktionen über das Backend realisiert werden, fällt diesem Akteur eine wesentliche Rolle beim Betrieb von Ladeinfrastruktur zu. CPO-Backend Betreiber generieren wiederkehrenden Umsatz, im Normalfall über einen Fixbetrag je angebundener Ladesäule. Das Geschäftsmodell ist stark skalierbar und die Entwicklungskosten einer solchen Plattform werden über eine hohe Anzahl an angebotenen Ladestationen refinanziert, so dass hier eine ausreichend hohe Auslastung sichergestellt werden muss.

MSP (engl. „Mobility Service Provider“, auch „E-Mobility Provider“, EMP) bieten Elektromobilitätskunden Zugang zu (halb-)öffentlicher Ladeinfrastruktur über ein bestimmtes Authentifizierungsmedium, beispielsweise eine RFID²-Karte oder eine Ladeapp. Der Elektromobilitätskunde kann einen Vertrag mit dem MSP abschließen, der ihm die Nutzung von Ladeinfrastruktur unter bestimmten Bedingungen ermöglicht. Aufgrund der Abhängigkeit von Angeboten und Verfügbarkeiten der Ladenetzwerke, die durch die CPO betrieben werden, haben MSP eine geringe strategische Kontrolle im Ökosystem für Ladeinfrastruktur. Die Netzwerkgröße eines MSP misst sich maßgeblich an der Anzahl der angebotenen Ladepunkte und -netzwerke sowie am Preis. Der MSP ist dabei entweder durch eine direkte Schnittstelle an ein oder mehrere bestimmte CPO-Netzwerke angebunden oder die Anbindung erfolgt über eine Roamingplattform. Viele Automobilhersteller agieren inzwischen als MSP, um ihren E-Autokunden eine Lademöglichkeit an die Hand zu geben.

Im Zusammenhang mit MSP hat sich ein weiterer Akteur im Ökosystem der Elektromobilität etabliert. Sogenannte **Datenbündler** oder auch **MSP-Backends** aggregieren über verschiedene Schnittstellen ein Ladenetz und stellen im Business-to-Business (B2B)-Verhältnis ihren Kunden ein MSP-Produkt zur Verfügung. Dabei agieren die Datenbündler im Hintergrund und treten gegenüber dem Elektromobilitätsnutzer nicht auf. Vor allem Automobilhersteller nutzen solche Angebote, um ihren Kunden einen MSP-Dienst zur Verfügung zu stellen. Darüber hinaus bieten auch große MSP-Whitelabel-Lösungen am Markt an.

Roamingplattformen agieren als Bindeglied oder Vermittlerplattform zwischen CPO und MSP. In den Anfängen der Elektromobilität mussten Elektromobilitätskunden oftmals zahlreiche MSP-Verträge abschließen, um Zugang zu unterschiedlichen CPO-Netzwerken zu erhalten. Heutzutage sind die meisten CPO und MSP über Roamingplattformen miteinander verbunden. Das Ziel einer solchen Plattform ist es, eine hohe Abdeckung von CPO-Netzwerken und MSP zu garantieren. Sie bieten somit dem Elektromobilitätsnutzer mehr Komfort in der Nutzung der Ladeinfrastruktur und eröffnen CPO und MSP ein größeres Kundenpotenzial.

Für **Standort- oder Grundstückseigentümer** existieren ebenfalls zwei Geschäftsmodelle. Zum einen können sie Flächen, auf denen die Ladeinfrastruktur errichtet wird, an CPO gegen ein Entgelt vermieten und so bestehende Flächen effektiv einsetzen. Zum anderen können sie ihren Kunden selbst Ladeinfrastruktur anbieten. In diesem Fall werden sie zum Leistungsnehmer eines serviceorientierten Betreibers und erhöhen das Nutzenversprechen an die eigenen Kunden durch das Angebot von Ladeinfrastruktur (vgl. Kapitel 4.1).

Auch die **Automobilindustrie** ist als relevanter Akteur im Ladeumfeld zu nennen. In erster Linie produziert der Fahrzeughersteller (engl. „Original Equipment Manufacturer“, OEM) das Elektrofahrzeug und schafft die benötigten physischen und Kommunikationsschnittstellen, damit das Elektrofahrzeug geladen werden kann. Die Fahrzeuge unterscheiden sich maßgeblich nach verfügbaren Ladesteckern, Batteriekapazitäten und potenziellen Ladeleistungen. Des Weiteren kann der OEM die Markteinführung von weiteren Ladeservices forcieren. Hier ist beispielsweise die Plug & Charge-Technologie zu nennen, bei der der herkömmliche Authentifizierungsprozess über eine RFID-Karte oder eine Ladeapp entfällt und das Fahrzeug sich beim Verbinden des Ladesteckers ohne zusätzliche Fahreraktivität authentifiziert. Allerdings ist die Einführung solcher Technologien auch immer abhängig von weiteren beteiligten Akteuren, im Fall von Plug & Charge u. a. von den Hardwareherstellern, den CPO und deren Backend sowie von Roamingplattformen.

Die Akteure im Ökosystem werden in Abbildung 7 dargestellt und entlang der Kategorien Geschäftsmodell und Technologie eingeordnet. Die Kategorie Geschäftsmodell wurde in die Kriterien Produkte und Services aufgeteilt, die Kategorie Technologie in die Kriterien Hardware und Software.

meisten Akteure sind den klassischen bzw. Primärprodukten zuzuordnen. Allen voran Unternehmen der Energiewirtschaft und die Automobilindustrie finden sich hier wieder. Standorteigentümer und Unternehmen der Elektronikbranche sowie lokale Handwerker erbringen Dienstleistungen. CPO-Backend-Betreiber und Datenbündler können Technologieprodukten zugeordnet werden und Roaminganbieter sind klassische Plattformunternehmen.

Das Laden im privaten Anwendungsfall unterscheidet sich vom öffentlichen Laden insofern, als bestimmte Marktakteure nicht mehr relevant sind. Beispielsweise entfällt die Rolle des Standorteigentümers, da die Ladeinfrastruktur entweder auf privatem Grund oder auf Unternehmensparkplätzen installiert wird. Des Weiteren ist für private Anwendungen die Rolle der Roamingplattform und des Datenbündlers von geringer Bedeutung. Sollte eine Authentifizierung

an der privaten Ladeinfrastruktur überhaupt erforderlich sein, kann diese direkt über das CPO-Backend in einem geschlossenen System realisiert werden. Auch die Anforderungen an Ladehardware unterscheiden sich vom öffentlichen Anwendungsfall. Aufgrund der meist längeren Standzeiten reichen oftmals geringe AC-Ladeleistungen aus. Die Anforderungen an ein CPO-Backend im Anwendungsfall des Heimladens sind ebenfalls unterschiedlich. Wenn überhaupt, wird hier eine Anbindung an Smart-Home-Systeme gefordert, um beispielsweise eine zeitversetzte Steuerung des Ladevorgangs zu ermöglichen. Oftmals wird in diesem Anwendungsfall jedoch auch kein CPO-Backend oder MSP benötigt und der Ladevorgang startet direkt nach Verbinden des Fahrzeugs mit der Ladestation (oder Wallbox) oder bietet eine lokale Authentifizierungsmöglichkeit. Abbildung 8 zeigt das Schaubild für privates Laden mit den relevanten Akteuren.

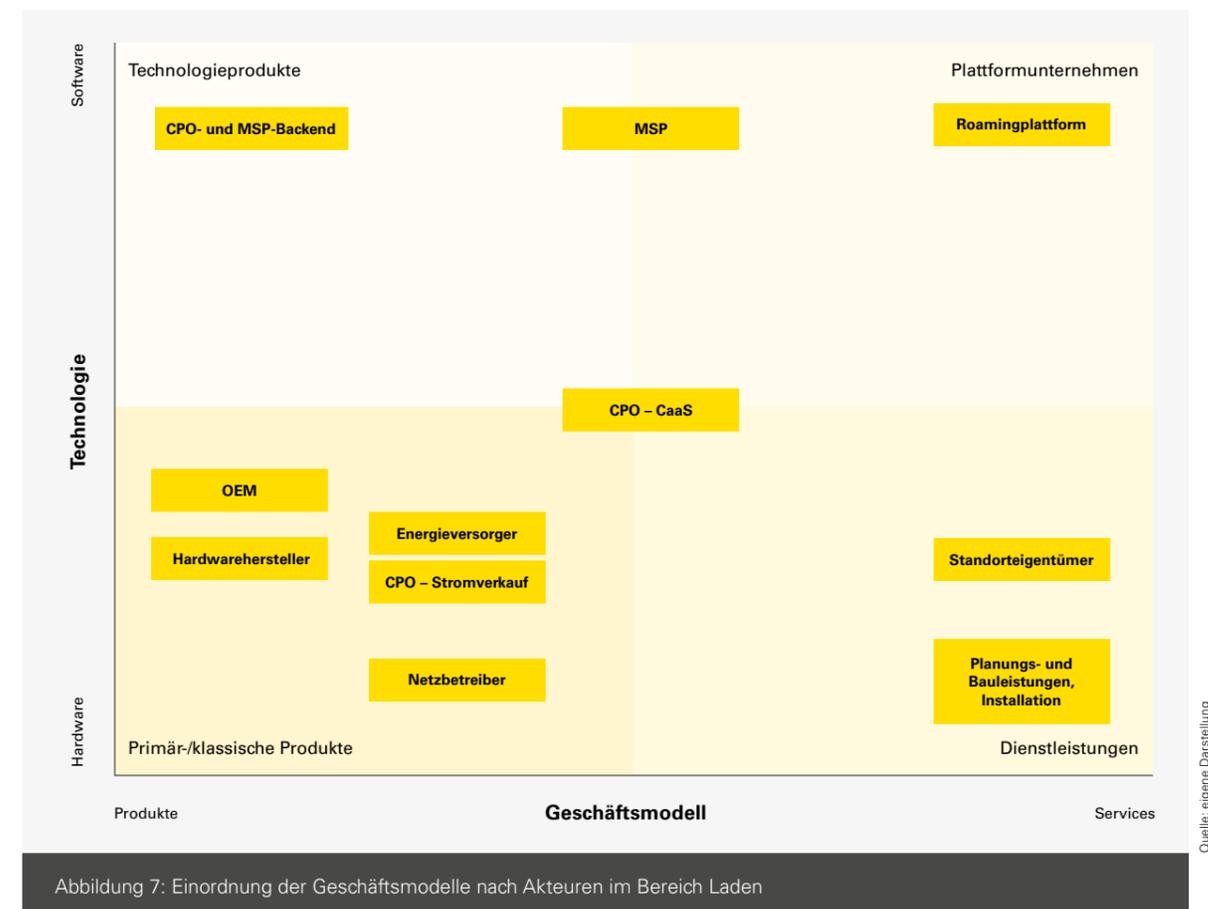
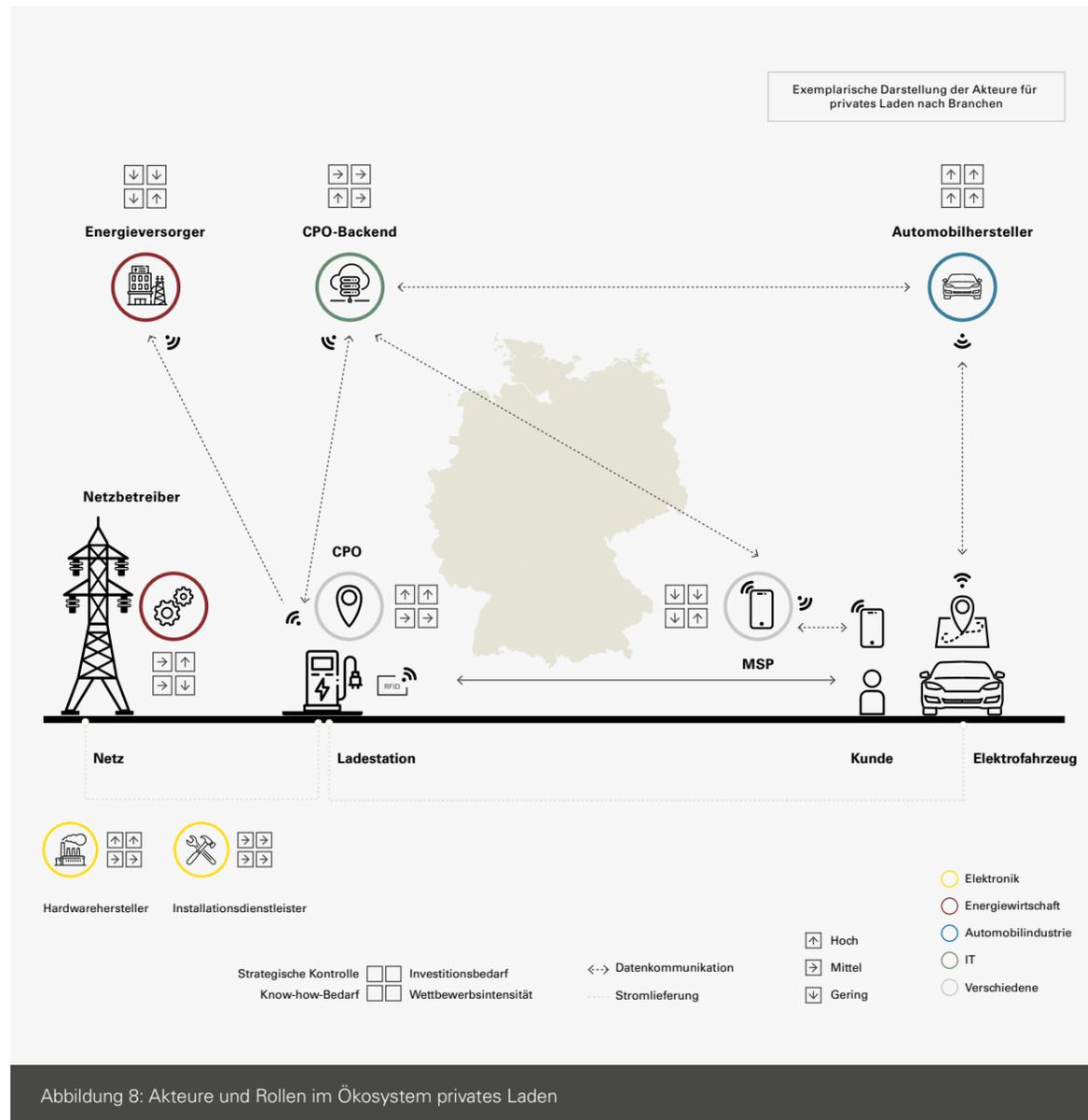


Abbildung 7: Einordnung der Geschäftsmodelle nach Akteuren im Bereich Laden

² engl. „Radio Frequency Identification“, Technologie für kontaktlosen Datenaustausch zwischen Transponder und Schreib-/Lesegerät



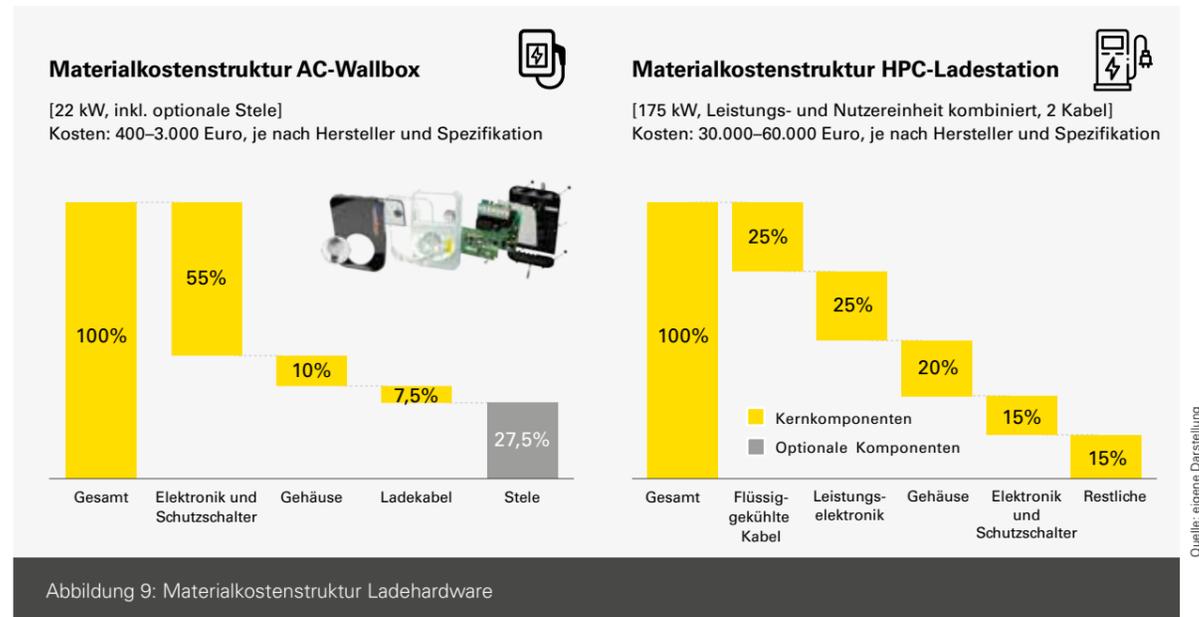
Quelle: eigene Darstellung

2.2.2 Beschreibung und Bewertung der Kernprodukte, -technologien und -dienstleistungen

Kernprodukt Ladesäule

Die Ladeinfrastruktur im Markt unterscheidet sich erheblich nach Aufbau und unterstützter Ladeleistung. AC-Ladestatio-

nen sind in der Regel deutlich einfacher konzipiert als DC-Ladestationen, da sie den Wechselstrom aus dem Versorgungsnetz nicht gleichrichten müssen. Die Kosten für eine Wallbox in Deutschland betragen je nach Hersteller und Spezifikation zwischen 400 und 3.000 Euro. Der Preisunterschied ist hauptsächlich auf zusätzliche Schutzschalter zurückzuführen oder auf Komponenten, die intelligente Ladefunktionen ermöglichen. Mit ca. 55 % entfällt der Groß-



Quelle: eigene Darstellung

teil der Materialkosten einer AC-Wallbox auf Elektronikkomponenten (Hoch- und Niedervoltplatine) sowie elektrische Schutzschalter. Intelligente Wallboxen erfordern zusätzliche Komponenten zur (Fern-)Steuerung der Ladeinfrastruktur. Das Gehäuse der Wallbox ist für ca. 10 % der Materialkosten verantwortlich, ein fest verbundenes Ladekabel macht weitere 7,5 % der Materialkosten aus. Wenn die Wallbox auf einer Stele montiert wird, entfallen 27,5 % der Materialkosten auf dieses Bauteil. Ladesäulen sind in der Regel teurer als Wallboxen, da sie freistehend errichtet werden und somit zusätzliche mechanische Anforderungen, beispielsweise an den Rammschutz, stellen. Da sie häufig direkt am Verteilnetz angeschlossen werden, ist oftmals ein Hausanschlusskasten verbaut, der die Ladestation teurer macht. Je nach Hersteller und Spezifikation liegen die Preise für AC-Ladesäulen zwischen 4.000 und 10.000 Euro – oftmals verfügen sie dann aber über zwei Ladepunkte, so dass der Preis pro Ladepunkt bei 2.000 bis 5.000 Euro liegt. Abbildung 9 zeigt die Materialkostenstruktur einer AC-Wallbox sowie einer HPC-Ladestation.

Der wesentliche Unterschied zwischen AC- und DC-Ladeinfrastruktur liegt im Gleichrichter, der Wechselstrom in Gleichstrom wandelt. Bei AC-Ladeinfrastruktur ist diese Komponente fahrerseitig vorgesehen, bei DC-Infrastruktur ist der Gleichrichter in der Ladehardware verbaut (vgl. Kapitel 2.1.2). Des

Weiteren ist DC-Ladeinfrastruktur meist auf deutlich höhere Ladeleistungen ausgelegt, weshalb auch die Materialkosten im Vergleich zur Wechselstromtechnologie deutlich höher sind. Für DC-Ladeinfrastruktur gibt es zwei verschiedene Konzepte.

- Bei integrierten Lösungen befindet sich die Leistungselektronik in der Ladestation, das heißt, der dreiphasige AC-Eingangsstrom wird vom Gleichrichter in der Ladestation in DC-Ausgangsstrom konvertiert. Dieses Konzept kommt derzeit meist bei DC-Ladestationen mit Ladeleistungen bis 50 kW vor. Es gibt allerdings auch erste Hersteller, die HPC-Ladestationen mit Leistungen bis 400 kW als integrierte Lösungen anbieten.
- Bei separierten Lösungen befindet sich die Leistungselektronik außerhalb der Ladestation. In diesem Fall wird der AC-Eingangsstrom in der vorgelagerten Leistungselektronik konvertiert und anschließend zu den Benutzereinheiten der Ladesäulen geleitet. Dieses Konzept wird vor allem bei HPC-Ladeparks mit mehreren Ladestationen und hohen Ladeleistungen verwendet, da sich hier im Aufbau Synergiepotenziale ergeben können.

Mit 25 % des Preises zum Beispiel einer HPC-Ladestation mit 150 kW macht die Leistungselektronik einen großen Materialkostenblock aus. Da es sich bei Leistungsmodulen al-

lerdings um standardisierte Komponenten handelt, ist aufgrund von Skaleneffekten eine erhebliche Kostendegression erkennbar und der Anteil an den Kosten wird bereits kurzfristig sinken. Weitere 25 % entfallen auf gekühlte Kabel und Stecker, die erforderlich sind, um Stromstärken von mehr als 200 A zu realisieren. Ohne ein solches Kühlkonzept kann bei einem DC-Ladevorgang eine Maximalleistung von 100 kW (bei einem 400-Volt (V)-Fahrzeug) erreicht werden. 20 % der Kosten einer HPC-Ladestation mit 150 kW Leistung entfallen auf das Gehäuse und weitere 15 % auf Elektronikkomponenten (Hoch- und Niedervoltplatinen) sowie den elektrischen Schutz (galvanische Trennung, Schutzschalter etc.). Die restlichen 15 % sind weiteren Komponenten zuzuordnen, beispielsweise dem Display zur Bedienung der Ladesäulen oder Lüftern.

Kerntechnologie Kommunikation und deren Produkte

Im Ökosystem für Ladeinfrastruktur nehmen die unterschiedlichen Kommunikationsstandards, Schnittstellen und Protokolle eine entscheidende Rolle ein. Sie sind maßgeblich dafür verantwortlich, welche Daten ausgetauscht werden und welche Ladefunktionen umgesetzt werden können. Im Folgenden werden die wichtigsten Standards, Schnittstellen und Protokolle zwischen den Akteuren beschrieben, welche in Abbildung 10 grafisch dargestellt sind. Nachfolgend werden typische Produkte und Funktionen, die auf der spezifischen Kommunikation basieren, vorgestellt.

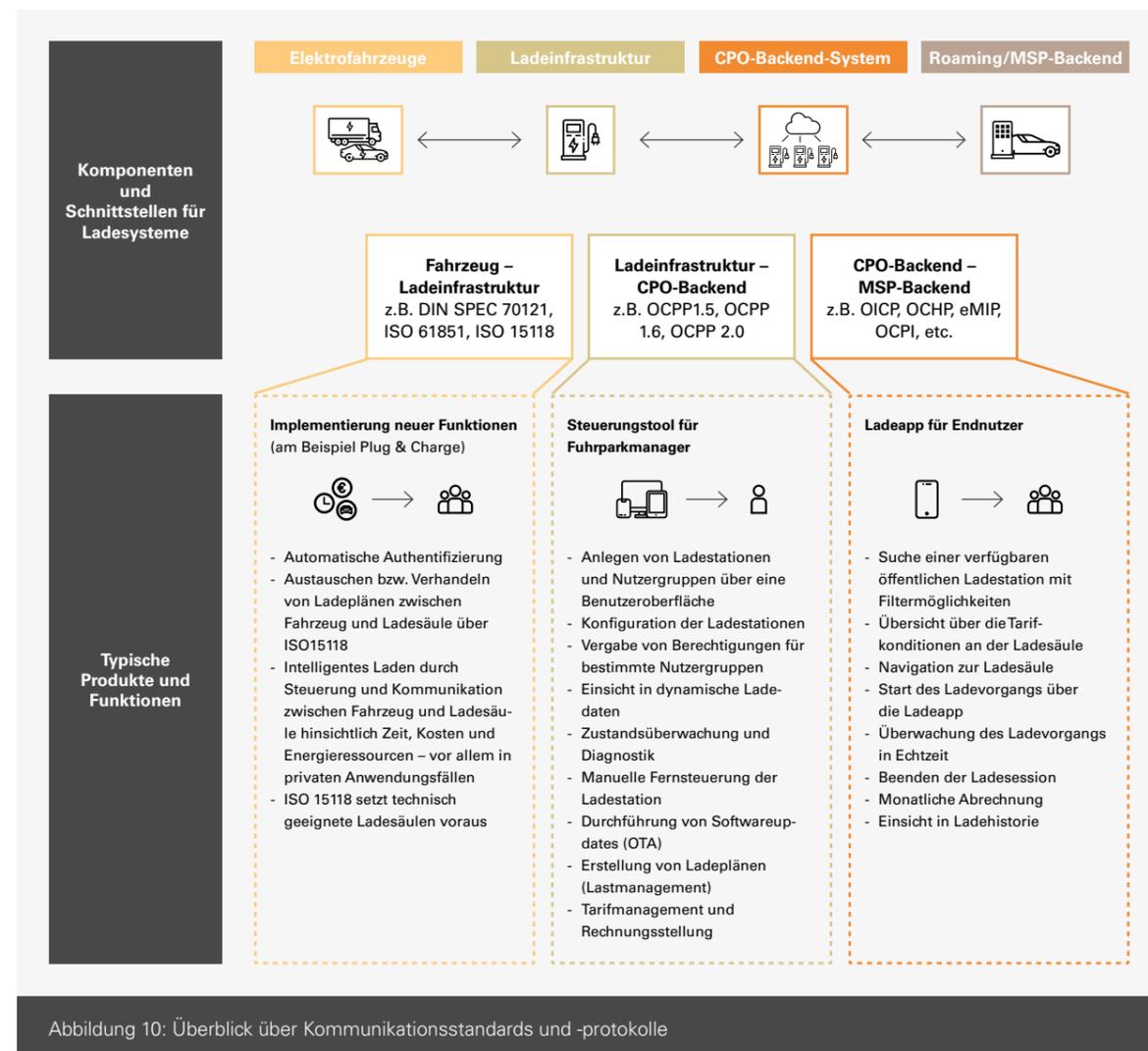


Abbildung 10: Überblick über Kommunikationsstandards und -protokolle

Die grundlegendste Form des Informationsaustausches zwischen Ladeinfrastruktur und Elektrofahrzeug findet mittels Pulsweitenmodulation statt. Die sogenannte Low-Level-Kommunikation wird für Wechselstromladung (Ladebetriebsart 3) und Gleichstromladung (Ladebetriebsart 4) unter der IEC 61851 beschrieben. Die digitale High-Level-Kommunikation zwischen Fahrzeug und Ladeinfrastruktur für DC-Ladevorgänge ist in der DIN SPEC 70121 geregelt, über die das Elektrofahrzeug den Ladevorgang durch den Austausch von Leistungsprofilen steuert. Allerdings können keine intelligenten Ladefunktionen umgesetzt werden. Die DIN SPEC 70121 basiert auf einer frühen und unveröffentlichten Version der ISO 15118 und hat eine weitreichende Verbreitung am Markt bei DC-Bestandsladeinfrastruktur. Zukünftig soll die Kommunikation nach ISO 15118 realisiert werden. Innerhalb verschiedener Teilnormen werden die Themenfelder AC-Laden, gesteuertes bzw. zeitversetztes Laden, DC-Laden, kabelloses (induktives) Laden und das bidirektionale Laden behandelt. Die Steuerung bei kabelgebundenen Systemen wird über den Typ-2-Stecker sowie das Combined Charging System (in der Ausführung CCS Combo 2) abgewickelt und die Datenübertragung wird über die Powerline-Kommunikation abgebildet. Nach ISO 15118 können zukünftig fortschrittliche Ladefunktionen realisiert werden. Als prominentes Beispiel ist die Plug & Charge-Technologie zu nennen, über die sich das Elektrofahrzeug automatisch durch das Stecken des Ladekabels authentifizieren kann. Des Weiteren sollen auch Ladevorgänge hinsichtlich Zeit, Kosten und Ressourcen intelligent gesteuert werden können.

Die Kommunikation zwischen Ladeinfrastruktur und CPO-Backend findet hauptsächlich über das „Open Charge Point Protocol“ (OCPP) statt. Das Protokoll wurde im Jahr 2009 entwickelt und sollte eine unabhängige Lösung als Alternative zu den proprietären Systemen der CPO bieten.³ Durch den Open-Source-Ansatz entwickelte es sich schnell zu einem der wichtigsten Quasistandards im Markt. Das Protokoll besitzt einen großen Funktionsumfang, der exemplarisch neben der Authentifizierung, Übermittlung von Zählerdaten, Fernwartung und -diagnose auch Firmwareupdates umfasst. Die Typologie des Protokolls beschränkt sich dabei auf die Kommunikation zwischen Ladeinfrastruktur und CPO-Backend-System. Eine Integration weiterer Akteure im Ökosystem ist unter der Spezifikation nicht vorgesehen. Über die Anbindung der Ladeinfrastruktur an eine Betriebssoftware kann beispielsweise ein Flottenmanager neue Ladestationen und Nutzergruppen anlegen, Nutzergruppen Berechtigungen für Ladestationen erteilen, Lade-

stationen konfigurieren, fernsteuern und deren Zustand überwachen, Ladepläne erstellen und administrative Aufgaben zur Abrechnung erledigen.

Es gibt verschiedene Kommunikationsprotokolle, die den Datenaustausch zwischen einem CPO-Backend und einer Roamingplattform beschreiben. Das ist darauf zurückzuführen, dass es in Europa verschiedene große Roamingplattformen gibt, die jeweils ihr eigenes Kommunikationsprotokoll besitzen. Der deutsche Anbieter Hubject kommuniziert über das „Open Interchange Protocol“ (OICP), die deutsch-niederländische Kooperation e-clearing.net benutzt das „Open Clearing House Protocol“ (OCHP) und Gireve aus Frankreich verwendet das „eMobility Interoperation Protocol“ (eMIP). Je nachdem, über welche Roamingplattform CPO und MSP miteinander verbunden sind, läuft die Kommunikation über das entsprechende Protokoll ab. Für die direkte bilaterale Kommunikation eines CPO mit einem nachgelagerten MSP setzt sich immer stärker das Open Charge Point Interface (OCPI) durch, bei dem keine Roamingplattform als Intermediär notwendig ist. Dieses Protokoll dient zum Austausch von Informationen über Ladepunkte zwischen CPO und MSP und besitzt daher eine besondere Bedeutung bei Roaminganwendungen. Das Endprodukt dieser Kommunikationsprotokolle ist die Ladeapp oder die Ladekarte für Fahrer von Elektrofahrzeugen. Über die App kann ein verfügbarer Ladepunkt gesucht und anschließend der Ladevorgang gestartet und beendet werden. Nach dem Ladevorgang erhält der Fahrer ein Protokoll über die beendete Session (engl. „Charge Detail Record“, CDR) mit den Ladedaten und zu bestimmten Zeitpunkten eine Rechnung vom MSP.

³ | OCPP wurde von ElaadNL, einem Zusammenschluss niederländischer Netzbetreiber, entwickelt und hatte das Ziel, einen offenen Standard für die Verknüpfung von Ladeinfrastruktur und Backendssystemen zu schaffen.

Kerndienstleistung Planung und Installation

Planung, Installation und Wartung von Ladeinfrastruktur sind Dienstleistungen, die großes Potenzial für lokale Elektriker und Handwerker mit sich bringen (vgl. Kapitel 2.2.1). Die Dauer des Installationsprozesses inklusive der Planung richtet sich stark nach der jeweiligen Ladetechnologie, notwendigen Genehmigungsprozessen und deren Anforderungen. Abbildung 11 zeigt die durchschnittliche Dauer des Installationsprozesses und der Anforderungen.

Die Installation von Ladeinfrastruktur im privaten und (halb-) öffentlichen Bereich ist zwingend von qualifiziertem Personal durchzuführen. Nach DIN VDE 1000-10 dürfen nur Elektrofachkräfte mit Aufgaben rund um Bewertung, Planung, Errichtung, Erweiterung, Änderung und Instandhaltung von Ladeinfrastruktur betraut werden. Darüber hinaus ist für das Errichten, Erweitern und Ändern sowie die Instandhaltung bestimmter Teile der Ladeinfrastruktur die Eintragung des Installationsunternehmens in das Verzeichnis des Verteilnetzbetreibers erforderlich. Gewerberechtlich ist dafür die Eintragung des Firmeninhabers oder des Betriebsleiters in die Handwerksrolle erforderlich.

Bei der Planung muss die korrekte Dimensionierung der Anschlussleistung berücksichtigt werden. Hierzu müssen die Art und Anzahl der Fahrzeuge, die für einen Standort zu erwarten sind, sowie die Ladeleistung der angeschlossenen Fahrzeuge und deren Parkdauer berücksichtigt werden. Die Auswahl der Örtlichkeit hat so zu erfolgen, dass alle Handhabungen rund um das Laden immer sicher möglich sind. Das Elektrofahrzeug muss ohne Verwendung von Verlängerungsleitungen oder Kabeltrommeln angeschlossen werden können. Die Ladestation muss folglich in unmittelbarer Nähe der zu versorgenden Stellflächen montiert werden, ohne aber selbst eine Gefährdung für Personen oder Fahrzeuge darzustellen. Details zu Installationsorten im öffentlichen und halböffentlichen Raum sollten frühzeitig mit kommunalen Konzepten zu Elektromobilität und Ladeinfrastruktur abgestimmt werden. Darüber hinaus ist für eine ausreichende Beleuchtung am Betriebsort zu sorgen. Je nach Aufstellungsort und Art der Nutzung muss die Ladestation Anforderungen gegenüber umweltbedingten Einflussfaktoren erfüllen, bspw. mechanische Festigkeit bezüglich Rammschutz, Wetterfestigkeit (geeignete Schutzart, Betriebstemperaturbereich) sowie UV-Lichtbeständigkeit und Korrosionsbeständigkeit.

Verteilnetz als auch im Wohn- und Gewerbebereich sind im Niederspannungsnetz die Anforderungen der VDE⁴-Anwendungsregel VDE-AR-N 4100 zu berücksichtigen.

Für HPC-Ladestationen mit Anschluss an das Mittelspannungsnetz sind die Anforderungen der VDE-AR-N 4110 einzuhalten. Dabei ist insbesondere zu beachten, dass aus Netzbetreibersicht die Gesamtheit der Anlage – bestehend aus Netztransformator mit angeschlossenen Ladeeinrichtungen – die Anforderungen bezüglich der zulässigen Netzurückwirkungen eingehalten werden. Darüber hinaus sind alle Anschlüsse schon in der Planungsphase vor Bestellung der wesentlichen Komponenten mit dem Netzbetreiber abzustimmen.

2.2.3 Beschreibung zukünftiger Trends für öffentliches Laden

Im Folgenden werden die Trends Eichrecht, intelligentes Laden und dynamische Preisgestaltung nach der ISO 15118, lokales Lastmanagement, spontanes Laden und Abrechnungssysteme näher erläutert. Dabei wird jeder Trend zuerst beschrieben und anschließend werden die zentralen Herausforderungen erörtert. Es wird vermerkt, wann der Trend am Markt eintritt und wann er seine Marktreife erreicht. Des Weiteren wird erläutert, wie hoch die Eintrittswahrscheinlichkeit, das Veränderungs- und Disruptionspotenzial und der Implementierungsaufwand sind und welche Akteure im Ökosystem der Ladeinfrastruktur betroffen sind. Zur Beschreibung der Trends wurden One-Pager angefertigt, die am Beispiel des Eichrechts in der Studie enthalten sind. Die One-Pager zu den vier weiteren Trends befinden sich im Anhang.

Beim Laden in privaten Anwendungsfällen kann es notwendig werden, für die Versorgung der Elektrofahrzeuge den Netzanschluss im Haus zu verstärken oder zu erweitern. Die notwendigen Angaben erhält der Netzbetreiber durch den Inbetriebnahmeantrag des Elektroinstallateurs. Vor der Installation von Ladeinfrastruktur in Bestandsgebäuden muss die bestehende elektrische Installation auf Übereinstimmung mit der DIN VDE 0100-722 überprüft werden. Planungsgrundlage für elektrische Anlagen in Neubauten ist die DIN 18015-1. Sie sieht für eine Ladeeinrichtung eine Zuleitung, ausgelegt für eine Dauerstrombelastbarkeit von 32 A, von der Hauptverteilung bzw. dem Zählerschrank zum Ladeplatz vor.

Ladeinfrastruktur mit Leistungen kleiner als 12 kW muss Netzbetreibern gemeldet werden – es gelten die lokalen Regeln. Insbesondere bei Ladestationen mit einer Leistung ab 12 kW aufwärts sind gemäß der Niederspannungsanschlussverordnung (NAV), VDE-AR-N 4100 sowie der Technischen Anschlussbedingungen (TAB) eine Zustimmung des Netzbetreibers gefordert, ein Datenblatt der Ladeeinrichtung und eine Inbetriebsetzungsanzeige erforderlich sowie eine Steuerungsschnittstelle bereitzustellen. Beim direkten Anschluss von Ladeinfrastruktur sowohl an das öffentliche

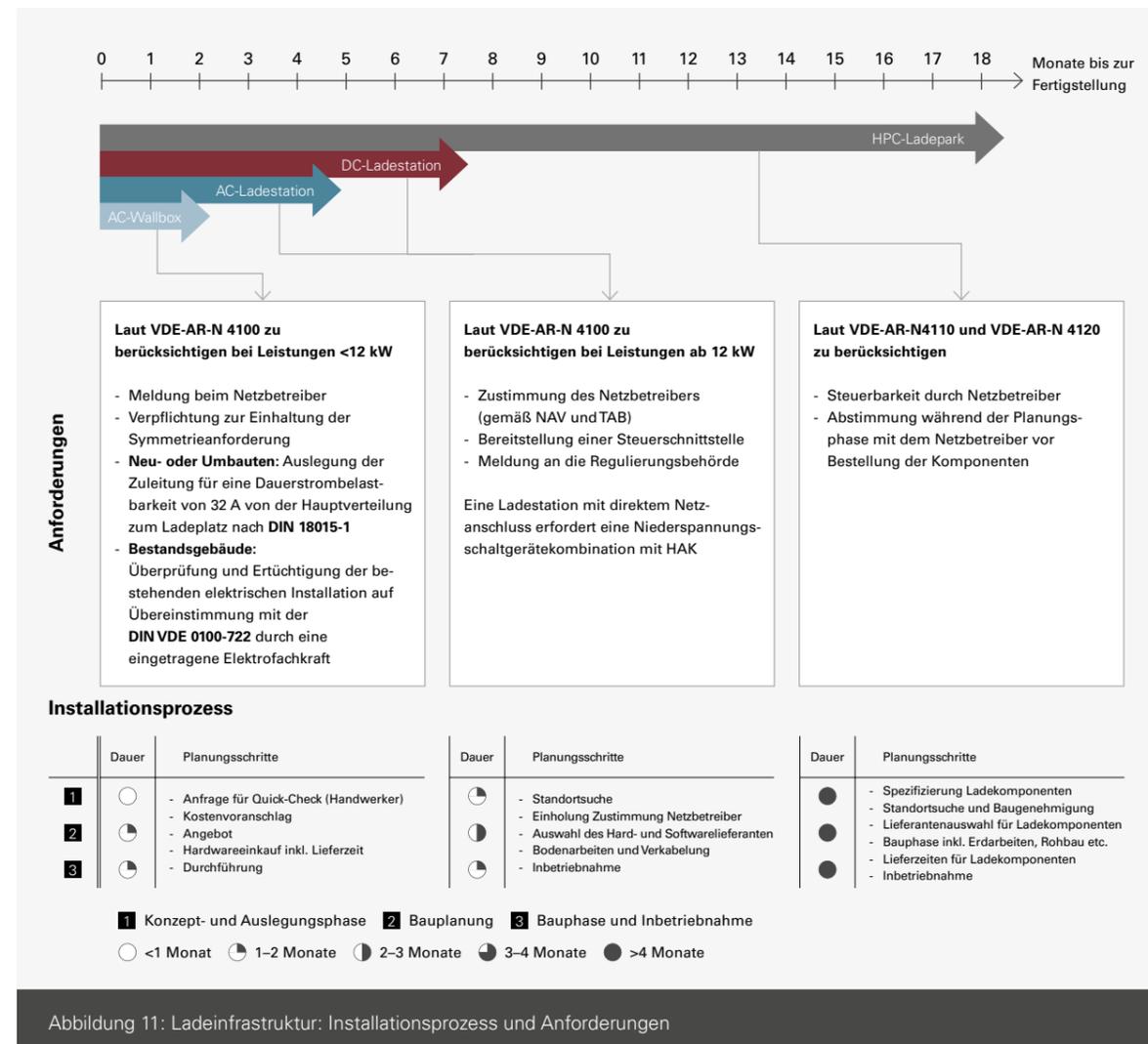


Abbildung 11: Ladeinfrastruktur: Installationsprozess und Anforderungen

4 | VDE: Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik

Eichrecht

Eichrechtskonforme Zählung und Belegführung sind beim Verkauf von Energie an Ladestationen gefordert. Die Anforderung bezieht sich nicht nur auf die geladene Energiemenge an der Ladestation, sondern auch auf weitere Tarifkonditionen des MSP (bspw. Zeitkomponenten oder Start-, Grund- oder Infrastrukturnutzungsgebühr), daher ist eine Ende-zu-Ende-Implementierung notwendig. Während für den AC-Bereich viele Hardwarehersteller bereits eichkonforme Ladesysteme anbieten, befinden sich im DC-Bereich die meisten Hersteller noch im Konformitätsbewertungsprozess. Die Herausforderungen bei der Umsetzung des Eichrechts sind folgende.

- Daten und Konditionen des Ladevorgangs werden durch verschiedene Protokolle übertragen und auf unterschiedlichen Servern gespeichert. Die Zusatzeinrichtungen zur Datenaufbereitung und -übermittlung müssen in der Konformitätsbewertung berücksichtigt werden.
- Hohe Entwicklungskosten für Hardwarehersteller, insbesondere für eichkonforme DC-Zähler.

- Kosten für die Aufrüstung von Bestandshardware können je nach Hersteller und Ladeinfrastruktur (AC, DC) zwischen 400 und 4.500 Euro je Ladesäule betragen.
- Die individuelle, manuelle Aufrüstung der Bestandshardware inklusive Protokollierung und Konformitätsbewertung in Anwesenheit der Eichbehörde stellt die Betreiber vor große finanzielle Anforderungen.
- Zum Teil liegen selbst bei den Prüfbehörden Engpässe im Konformitätsbewertungsprozess vor.
- Anforderungen an den Konformitätsbewertungsprozess wurden von den Prüfbehörden verändert.

Es wird voraussichtlich noch bis Mitte 2022 dauern, bis die komplette Bestandsladeinfrastruktur eichrechtskonform umgerüstet ist. Während größere Betreiber diesen Prozess bereits bis Mitte/Ende 2021 abgeschlossen haben, dauert es voraussichtlich speziell bei kleineren CPO noch etwas länger. Vom Eichrecht sind fast alle Akteure im Ökosystem der Ladeinfrastruktur betroffen. Lediglich Netzbetreiber, Energieversorger und Automobilhersteller werden nicht tan-

giert. Das Veränderungs- und Disruptionspotenzial ist gering, allerdings ist der Implementierungsaufwand, speziell für die CPO, sehr hoch.

Spontanes Laden (auch Ad-hoc- oder punktuelles Laden)

Durch die Ladesäulenverordnung ist vorgeschrieben, dass in Deutschland spontanes Laden (auch punktuell beziehungsweise Ad-hoc-Laden genannt) an jeder Ladesäule möglich sein muss, die seit dem 15. Dezember 2017 in Betrieb genommen worden ist. Konditionen für spontanes Laden müssen dabei ausgewiesen werden, beispielsweise über Aufkleber an der Ladesäule, der Anzeige im Display der Ladesäule oder durch die Anzeige auf einer mobilen Webseite, die ohne Registrierung per QR-Code an Ladesäulen aufgerufen werden kann. Die Herausforderungen des spontanen Ladens sind folgende:

- Trotz des Angebots von spontanem Laden werden Ladestationsbetreiber ihre Infrastruktur voraussichtlich an einer Roamingplattform angebunden haben, um sicherzustellen, dass Kunden die Verfügbarkeit der Ladestation über MSP-Dienste einsehen können.
- Spontanes Laden ist derzeit oft noch mit höherem manuellem Aufwand durch die Eingabe von Kreditkarten- oder Adressdaten verbunden oder erfordert ein angelegtes Nutzerkonto bei einem Bezahlleistungsunternehmen.
- Bei Direktbezahlung über physische Medien (Kredit- und EC-Karten) kann der Nutzer den Ladevorgang weder einsehen noch aus der Ferne überwachen oder stoppen. Zudem ist die Nachrüstung der Ladestationen kostspielig.
- Bei der Integration von Bezahldiensten fallen hohe Transaktionskosten an (bis zu 0,5 %).

Langfristig gesehen könnten Ladekarten und Ladeapps an Bedeutung verlieren und physische Zahlungsmedien (Kredit- und EC-Karten) sowie mobile Bezahldienste (Apple Pay, Google Pay, Ayden, Paypal) sich durchsetzen. Flächendeckende Marktreife und -akzeptanz für spontanes Laden wird vor 2023 nicht erreicht werden. Es besteht hohes Veränderungs- und Disruptionspotenzial, da Akteure im Ökosystem ihr Geschäftsmodell auf der Vernetzung von CPO und MSP aufgebaut haben (bspw. Roamingplattform). Darüber hinaus besteht Implementierungsaufwand, da Ladestationen durch den CPO bspw. mit NFC-Technik⁵ ausgestattet werden müssten.

Lokales Lastmanagement über OCPP

Der zusätzliche Strombedarf für Elektromobilität in Deutschland kann grundsätzlich gedeckt werden und auch die durchschnittliche Auslastung des Verteilnetzes ermöglicht eine ausreichende Versorgung. Von deutlich größerer Relevanz als die benötigte Energiemenge ist die gleichzeitig benötigte Leistung an der Ortsnetzstation, im lokalen Netzstrang oder am Netzanschluss. Es ist wichtig, den Leistungsbedarf intelligent und flexibel an die Netzbedingungen anpassen zu können. Aus diesem Grund finden zunehmend intelligente Leistungs- und Energiemanagementsysteme hinter dem Netzanschlusspunkt Anwendung. Laut einer Analyse der Netze BW kann der prozentuale Anteil an Niederspannungsstromkreisen mit elektromobilitätsbedingten Netzengpässen durch dynamisches Lastmanagement etwa um die Hälfte reduziert werden.

OCPP unterscheidet im Kontext des Smart Charging zwischen drei Anwendungen (Lastmanagement, zentrales und lokales Smart Charging). Über alle Anwendungen kann die Ladeleistung an der Ladestation gesteuert werden, auch die Übermittlung von Ladeprofilen mit Lastprognosen eines Netzbetreibers ist theoretisch möglich. Die Arbeitsgruppe 6 der Nationalen Plattform Zukunft der Mobilität (NPM) hat in ihrem Bericht von April 2020 darauf verwiesen, dass für lokales Lastmanagement dringender Normungs- und Standardisierungsbedarf besteht. Die Herausforderungen sind folgende:

- OCPP betrachtet in seiner neusten Version (OCPP 2.0) auch die externe Übermittlung von Steuerbefehlen aus dem Übertragungsnetz mittels beispielhafter Protokolle, weist jedoch gleichzeitig auf das Problem bei eventuell konkurrierenden Ladevorgaben hin.
- Mittelfristig soll das OCPP in die als Entwurf vorliegende IEC 63110 integriert werden. Insofern keine einheitlichen Normen und Standards geschaffen werden, werden proprietäre Protokolle den Markt weiterhin dominieren.

Die Eintrittswahrscheinlichkeit für lokales Lastmanagement über OCPP (oder die IEC 63110) ist sehr hoch, allerdings wird die Marktreife nicht vor 2024 erwartet. Durch lokales Lastmanagement kann die benötigte Netzanschlussleistung deutlich reduziert werden, weshalb hauptsächlich Energieversorger, Hardwarehersteller und das CPO-Backend betroffen sind. Technisch realisierbar ist lokales Lastmanagement über OCPP bereits heute, allerdings ist weitere Standardisierung nötig, um der Dominanz von proprietären Protokollen am Markt vorzubeugen.

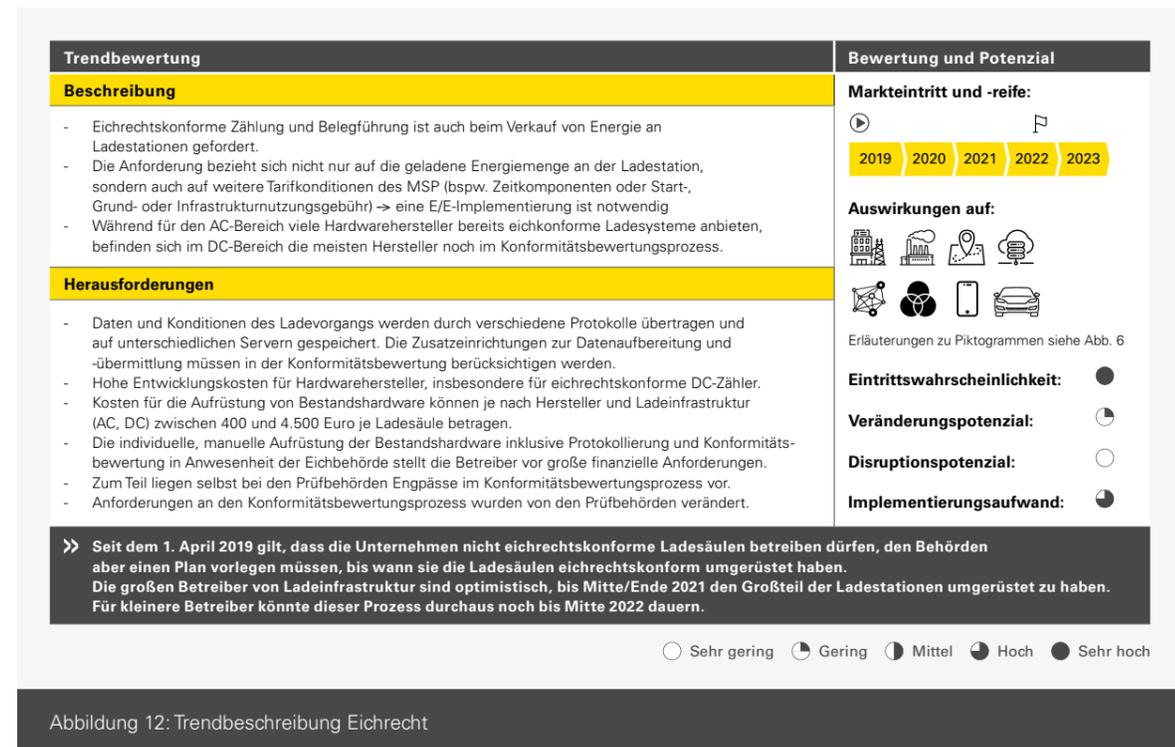


Abbildung 12: Trendbeschreibung Eichrecht

⁵ engl. „Near Field Communication“, drahtloser Datenaustausch aus kurzer Distanz

Smart Charging und dynamisches Pricing über ISO 15118

Die Kerntrends „Smart Charging“ und „dynamisches Pricing“ korrelieren sehr stark mit der Implementierung der ISO 15118, die langfristig zum Kommunikationsstandard zwischen Fahrzeug und Infrastruktur wird und dem Kunden zahlreiche Mehrwertfunktionen bietet. Innerhalb der ISO 15118 werden in verschiedenen Teilnormen die Themenfelder AC-Laden, gesteuertes bzw. zeitversetztes Laden, DC-Laden, kabelloses (induktives) Laden und das bidirektionale Laden behandelt. ISO 15118 ist der technische Wegbereiter für eine fortgeschrittene Kommunikation zwischen Fahrzeug und Infrastruktur. Im Ladeinfrastrukturmarkt konzentrieren sich die Aktivitäten derzeit vorrangig auf das öffentliche DC-Laden zur Etablierung von Plug & Charge sowie den Zertifikatsaustausch. Die Herausforderungen bei der Markteinführung der ISO 15118 sind folgende:

- OCPP ist erst ab Version 2.0 mit der ISO 15118 kompatibel, was nur wenige Hardwarehersteller umgesetzt haben. Darüber hinaus müssen viele Hardwarehersteller die Ladeinfrastruktur manuell auf die ISO 15118 updaten.
- Signifikante Stückzahlen auf Fahrzeugseite sowie eine vollumfassende Systemintegration zur ganzheitlichen Nutzung der ISO 15118-Funktionalitäten sind erst nach 2021 zu erwarten.
- Hersteller fokussieren sich bei der Implementierung von ISO 15118 hauptsächlich auf DC-Ladeinfrastruktur. Da in diesem Bereich jedoch der Fokus auf schneller Nachladung liegt, sind die Trends „Smart Charging“ oder „dynamisches Pricing“ von sekundärer Relevanz.
- Bei AC-Ladevorgängen sind Fahrzeuge in der Regel deutlich länger mit der Ladestation verbunden und intelligentes Laden gewinnt an Bedeutung. Allerdings ist derzeit lediglich die AC-Ladehardware sehr weniger Hersteller für die ISO 15118 befähigt. Der Großteil der Ladehardware müsste manuell nachgerüstet werden, was erheblichen logistischen Aufwand darstellt und hohe Kosten mit sich bringt.

Die ISO 15118 wird in Zukunft definitiv zum Standard für die Kommunikation von Ladeinfrastruktur mit Fahrzeugen werden und hat Auswirkungen auf alle Akteure im Ökosystem für Ladeinfrastruktur. Die flächendeckende Einführung ist

jedoch nicht vor 2023 zu erwarten. Allen voran wird die Ausrüstung der Bestandshardware viel Zeit in Anspruch nehmen. Viele Funktionen der ISO15118 können bereits heute von bestimmten Akteuren angeboten werden. Beispielsweise bietet der CPO-Fastned eine proprietäre Plug & Charge-Lösung, die eine vorherige Registrierung erfordert, und einige MSP haben bereits auf statischer Ebene zeitbasierte Ladetarife eingeführt (bspw. Preisreduktionen zu bestimmten Uhrzeiten).

Transparente Abrechnung von Ladevorgängen

Kundenverwaltung und Abrechnung ist insbesondere bei der Verwaltung von Mitarbeiter-Parkhäusern, Mietobjekten oder Dienstflotten ein wichtiges Produkt. Verschiedene Anbieter (bspw. has.to.be oder ChargeCloud) bieten individualisierbare Verwaltungsoptionen für verschiedene Kundengruppen als integrierten Bestandteil ihres CPO-Backend an. Die Funktionsspanne reicht von individualisierbaren Produktkatalogen über manuelle Rechnungserstellung und die Integration von Zahlungsmedien (bspw. für Kreditkarte oder NFC-Payment) bis hin zur vollautomatischen Abrechnung (bspw. für Dienstwagen). Darüber hinaus bestehen direkte Schnittstellen zu Roamingplattformen. Somit kann Kunden der Zugriff auf andere Stationen ermöglicht werden oder das eigene Netz anderen MSP und deren Kunden zu bestimmten Konditionen zur Verfügung gestellt werden. Zentrale Herausforderungen bei der Kundenverwaltung und Abrechnung:

- Interoperabilität unterschiedlicher Hard- und Softwarelösungen ist nicht zwingend gegeben.
- Verschiedene OCPP-Versionen der Ladestationen (bspw. 1.5, 1.6 oder 2.0) in Ladeparks erschweren die Umsetzung bestimmter Funktionen.

Kundenspezifische Abrechnungslösungen sind eine immer wichtiger werdende Funktion, insbesondere bei höheren Anteilen von Elektrofahrzeugen in Flottenunternehmen. Der Markt unterliegt starker Konkurrenz, da zahlreiche Anbieter individuelle Lösungen anbieten.

2.3 Synergiepotenziale der Anwendungsfälle

Im folgenden Unterkapitel werden Synergiepotenziale entlang der beschriebenen Rollen im Lademarkt und der unterschiedlichen Anwendungsfälle unter Einbeziehung der Kun-

denanforderungen untersucht. Darauf aufbauend werden den Rollen mittel- und langfristige Chancen und Risiken zugeordnet. Das Kapitel schließt mit einem Überblick und einer Einordnung der in Baden-Württemberg lokal vertretenen Unternehmen, die bereits am Lademarkt partizipieren.

2.3.1 Synergiepotenziale zwischen Akteuren und Anwendungsfällen

Im ersten Schritt werden die Synergiepotenziale der Rollen und der unterschiedlichen Anwendungsfälle untersucht. Auffällig ist zum einen, dass die Rollen Hardwarehersteller und Installationsdienstleister in jedem Ladeanwendungsfall Anwendung finden. Darüber hinaus sind in den öffentlichen Anwendungsfällen alle beschriebenen Rollen von hoher Relevanz, während im privaten Anwendungsfall weniger Akteure benötigt werden. Abbildung 13 zeigt die Synergiepotenziale zwischen Akteuren und Anwendungsfällen.

Die Produkte von Hardwareherstellern werden zwar für alle Anwendungsfälle benötigt, allerdings variieren die Anforderungen an die Ladehardware stark. So sind beim Heimpladen die Anforderungen an die Ladeleistung eher gering (3,7–22 kW), während an Autobahnen sehr hohe Ladeleistungen für kurze Ladeaufenthalte gefragt sind (150 kW+). Hardwarehersteller können also durch gezielte Produktentwicklung mehrere Anwendungsfälle abdecken und somit Skaleneffekte besser nutzen (bspw. unterschiedliche Varianten desselben AC-Wallbox-Modells für das Heim-, Flotten- und halböffentliches Laden). Insbesondere lassen sich hohe Synergiepotenziale zwischen Anwendungsfällen, die AC-Ladeinfrastruktur erfordern, festhalten. CPO-Backend-Betreiber haben starke

Synergiepotenziale über alle Anwendungsfälle hinweg. So sind die Anforderungen an ein CPO-Backend für die Anwendungsfälle öffentliches DC-/Autobahnladen, öffentliches AC-Laden und halböffentliches Laden nahezu identisch. Durch die Sicherstellung der Interoperabilität mit möglichst vielen Hardwareprodukten über einheitliche Kommunikationsschnittstellen kann eine große Anzahl an potenziellen Kunden adressiert werden. Einen klaren Vorteil stellt hier ein modularer Softwareaufbau dar, der eine zusätzliche Integration von weiteren Services (bspw. ein Lastmanagement für Flottenladen) erlaubt, womit die Anzahl an adressierbaren Kunden nochmals erhöht wird. Da sich CPO-Backend-Plattformen generell durch eine hohe Skalierbarkeit auszeichnen, sollten die individuellen Anforderungen von Flottenkunden grundsätzlich abgedeckt werden können. Starke Synergien existieren beim Betrieb von Ladeinfrastruktur und dem gleichzeitigen Angebot einer eigenen MSP-Lösung im öffentlichen Anwendungsfall. Hier können den Endkunden über einen eigenen MSP gezielt günstige oder zeitvariable Ladetarife und fortschrittliche Ladefunktionen angeboten werden, wie beispielsweise eine Reservierungsfunktion. Dieser Effekt kann nochmals verstärkt werden, wenn der CPO über ein eigenes Backend verfügt, das die Entwicklung solcher Funktionen beschleunigen kann. Darüber hinaus ist ein eigenes CPO-Netzwerk auch bei MSP-Preisverhandlungen im B2B-Bereich von großem Nutzen, wodurch Verhandlungspartner Verträge schließen können, die die kostengünstige Nutzung beider CPO-Ladernetzwerke beinhalten. Grundsätzlich gilt festzuhalten, dass vertikal integrierte CPO einen Wettbewerbsvorteil gegenüber solchen Unternehmen haben, die sich lediglich auf den Betrieb von Ladeinfrastruktur fokussieren.

Anwendungsfälle	Privates Laden		Öffentliches Laden		
	Heimpladen	Flottenladen	Halböffentliches Laden	Öffentliches AC-Laden	Öffentliches DC-/Autobahnladen
Hardwarehersteller	✓	✓	✓	✓	✓
Installationsdienstleister	✓	✓	✓	✓	✓
CPO		✓	✓	✓	✓
CPO-Backend	✓	✓	✓	✓	✓
Roamingplattform		✓	✓	✓	✓
MSP-Backend		✓	✓	✓	✓
MSP		✓	✓	✓	✓

✓ Synergiepotenziale vorhanden
 ✓ Synergiepotenziale teilweise vorhanden

Abbildung 13: Synergiepotenziale zwischen Akteuren und Anwendungsfällen

Quelle: eigene Darstellung

2.3.2 Chancen und Risiken der Akteure

Die Geschäftsmodelle der beschriebenen Akteure für öffentliches und privates Laden sind von zahlreichen Variablen und der derzeit noch nicht vorhersehbaren Marktentwicklung abhängig. Dennoch lassen sich rollenspezifische Chancen und Risiken ableiten, die in Tabelle 1 dargestellt sind.

2.3.3 Zuordnung von Unternehmen aus Baden-Württemberg

In Baden-Württemberg gibt es bereits zahlreiche Unternehmen, die im Geschäftsfeld für Ladeinfrastruktur aktiv sind. In Abbildung 14 werden den Marktrollen exemplarisch Unternehmen aus Baden-Württemberg gemäß ihrem aktuellen Betätigungsfeld zugeordnet.

Auffällig ist, dass die Energie Baden-Württemberg AG (EnBW) bei nahezu allen Akteuren vertreten ist. Um im dynamischen Marktumfeld der Elektromobilität das Ausbaitempo – vor allem als CPO und MSP – hoch zu halten, wurde Ende Dezember 2020 sogar die Ausgründung des Geschäftsbereiches Elektromobilität angekündigt. Bis 2025 soll das CPO-Netzwerk an Schnellladeinfrastruktur von EnBW in Deutschland auf eine Größe anwachsen, die mit jener großer Tankstellenbetreiber vergleichbar ist. Weitere Unternehmen, die in Baden-Württemberg ansässig sind, können maximal drei Akteuren zugeordnet werden.

Aufgrund der Struktur von kommunalen Energieversorgungsunternehmen (EVU, Stadtwerke) in Deutschland befinden sich auch in Baden-Württemberg zahlreiche Stadt- und Gemeindewerke. Diese sind meist im mehrheitlichen Besitz einer oder mehrerer Kommunen und haben den Auftrag, die Grundversorgung der Bevölkerung sicherzustellen und/oder kommunale Infrastruktur bereitzustellen. Aus diesem Grund sind auch viele Stadtwerke der Rolle des CPO zuzuordnen, da sie auf lokal begrenzter Ebene Ladeinfrastruktur betreiben. Meist verfügen Stadtwerke auch über ein MSP-Angebot, um der Bevölkerung Zugang zu Ladeinfrastruktur zu gewährleisten. Die Stadtwerke, die in Abbildung 14 als Energieversorger, CPO und MSP gelistet sind, stellen also nur eine kleine Auswahl der zahlreichen Akteure in Baden-Württemberg dar.

Installationsdienstleister sind meist lokal angesiedelte Handwerksbetriebe mit regionalem Kundengebiet, die im Bereich Elektromobilität für die Installation und Wartung von Ladestationen zuständig sind. Neben der Installation der Ladeeinheit an sich besteht vor allem im Bereich Elektroinstallation (Vorinstallation vor dem Haus, im Haus bis hin zur Wallbox) ein großes Potenzial für das lokale Handwerk. Standorteigentümer sind größtenteils das Land Baden-Württemberg selbst oder dessen Städte und Gemeinden. Hier können zahlreiche attraktive Standorte für Ladeinfrastruktur erschlossen werden, bspw. auf Parkplätzen von Behörden, Landratsämtern und medizinischen Einrichtungen. Auch stark frequentierte Ausflugsziele eignen sich hervorragend für den Aufbau von Ladeinfrastruktur und befinden sich

Rolle	Chancen	Risiken
Hardwarehersteller	- Realisierung attraktiver Margen durch Nutzung von Skaleneffekten ab entsprechenden Stückzahlen	- Hohe Investitionen (FuE), die nicht amortisiert werden können - Starker Kostenwettbewerb bei eintretender Marktsättigung - Technologieunsicherheit
Installationsdienstleister	- Hoher Bedarf an Installations- und Wartungsdienstleistungen	
CPO	- Lokale Monopolstellung - Preisbestimmung für Ladebedingungen - Standortvorteile bei Langzeitkonzessionen	- Hohe Investitionen für Standorte und Ladehardware - Geringe Auslastung - Staatliche Regulierung (Preise, technische Vorgaben etc.)
CPO-Backend	- Hohe Skalierbarkeit und großes Umsatzpotenzial ab bestimmter Netzwerkgröße	- Hohe Entwicklungskosten
Roamingplattform	- Heterogene Betreiberlandschaft und komplexe Marktstrukturen	- Marktkonsolidierung - Steigende Relevanz von Direktanbindung zwischen CPO und MSP über OCPI - Steigende Nachfrage für spontanes Laden (Ad-hoc)
MSP-Backend	- Skalierbarkeit durch Angebot von Whitelabel-Lösungen	- Austauschbarkeit/schnelle Entwicklungszyklen/Global Player (The Winner Takes It All)
MSP	- Geringe Investitionskosten und überschaubarer Know-how-Bedarf	- Hohe Wettbewerbsintensität - Abhängigkeit von Preisgestaltung der CPO

Quelle: eigene Darstellung

Tabelle 1: Chancen und Risiken der Akteure

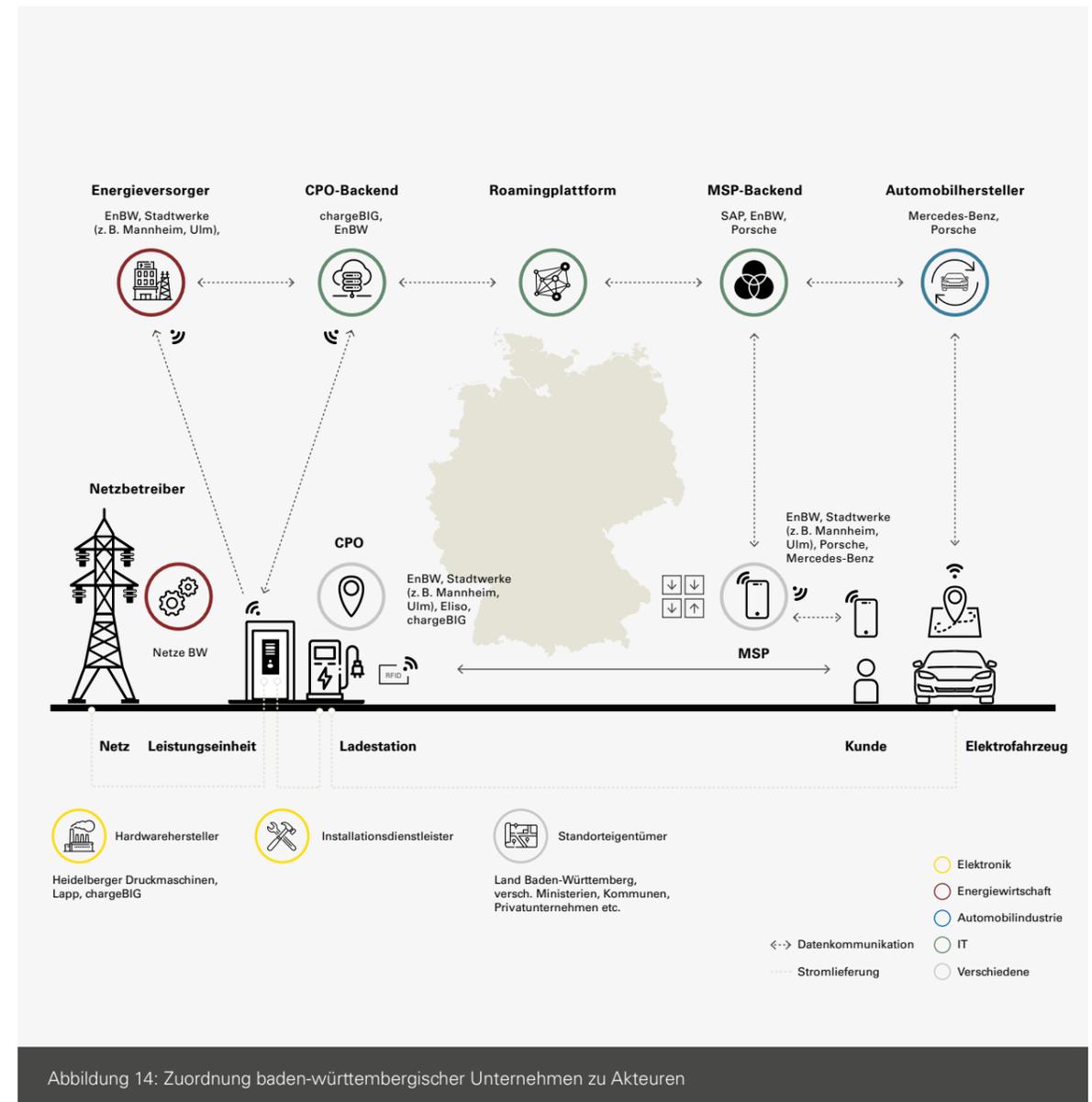


Abbildung 14: Zuordnung baden-württembergischer Unternehmen zu Akteuren

Quelle: eigene Darstellung

meist im Besitz der öffentlichen Hand. Zudem steht mit der landeseigenen Parkraumgesellschaft Baden-Württemberg (PBW) ein Betreiber zur Verfügung, der bereits über mehrjährige Erfahrung im Bereich Ladeinfrastruktur verfügt. Auch im Bereich der Herstellung der Ladehardware sind bereits einige Unternehmen in Baden-Württemberg vertreten. Die Heidelberg Druckmaschinen AG, chargeBIG (ein Corporate Start-up von Mahle) und die Lapp Mobility GmbH

als Kabelhersteller sind die prominentesten Beispiele. In Baden-Württemberg sind keine auf Ladesoftware spezialisierten Unternehmen ansässig, die die Rolle des CPO- und/oder MSP-Backend ausfüllen. Dennoch können EnBW, chargeBIG, SAP und Porsche dieser Rolle zugeordnet werden, da deren Ladeprodukte ein CPO- und/oder MSP-Backend enthalten. Lediglich der Akteur Roamingplattform ist in Baden-Württemberg nicht vertreten.

03

Marktpotenzial Ladeinfrastruktur

03

Marktpotenzial Ladeinfrastruktur

Nach der Erläuterung der allgemeinen Rahmenbedingungen, Produkte und Rollen im Markt für Ladeinfrastruktur konzentriert sich das nachfolgende Kapitel auf die Bestimmung der Marktpotenziale im Bereich Ladeinfrastruktur. Hierbei geht es vor allem um die Herleitung der Umsatzpotenziale entlang der Wertschöpfungskette. Als Basis wird hierfür zunächst die Wertschöpfungskette für Ladeinfrastruktur dargestellt.

3.1 Beschreibung und Charakterisierung der Wertschöpfungskette Ladeinfrastruktur

Die Wertschöpfungskette Ladeinfrastruktur zeichnet sich durch eine Mischung aus Hardwareprodukten, digitalen Produkten sowie traditionellen Dienstleistungen aus. Durch große Unterschiede im Zentralisierungspotenzial der Geschäftsfelder unterscheiden sich auch die Skalierungspotenziale maßgeblich und bestimmen hiermit auch die langfristige Ausgestaltung der Geschäftsfelder.

Tabelle 2 zeigt, basierend auf dem Anwendungsfall öffentliches Laden, welche Geschäftsfelder bzw. Wertschöpfungsstufen sich unterscheiden lassen.

In Abbildung 15 finden sich die Beschreibung und Charakterisierung der Wertschöpfungsstufen grafisch aufbereitet, um einen besseren Überblick zu erzeugen.

Die Anwendungsfälle privates und halböffentliches Laden sind Teilaspekte der oben genannten Wertschöpfungskette, so dass sie nicht noch mal im Einzelnen beschrieben werden. Abweichend vom öffentlichen Laden ist die Standortbereitstellung für das private Laden in der Regel kein eige-

nes Geschäftsfeld, da der Standort bereits dem Kunden gehört bzw. vom Kunden zur Nutzung angemietet ist. Ebenso entfallen die Felder Roaming und MSP-Dienstleistung, da die privaten Ladestationen im Normalfall nicht an ein größeres Ladenetzwerk angeschlossen sind. Eine wachsende Bedeutung hingegen haben auch im privaten Bereich die Aspekte IT-Backend und Betrieb, da immer mehr vernetzte Ladestationen verkauft werden (siehe auch Förderbedingungen für Charge@BW oder KfW-Förderung 440), um eine zukunftsfähige Steuerung der Ladeinfrastruktur und einen effizienten Betrieb der Heimpladestationen zu ermöglichen. Der Betrieb wird vor allem bei Mehrfamilienhäusern und flottenbasierten Anwendungen wichtiger, bei denen der Gesamtbetrieb entsprechend abgestimmt werden muss, so dass am besten ein Bündler die übergeordnete Betriebsführung der einzelnen Wallboxen übernimmt.

3.2 Entwicklung Marktmodell

Basierend auf einem von P3 entwickelten Modell wird pro Wertschöpfungsstufe das jeweilige Umsatzpotenzial ermittelt, um eine Gesamtgröße für den adressierbaren Markt abzuleiten. Diese allgemeine Ableitung ist die Voraussetzung zur Bestimmung der Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte in Baden-Württemberg durch die Ladeinfrastruktur (siehe Kapitel 4).

Grundlage für das Modell ist die Prognose der Entwicklung des Elektrofahrzeugmarktes, da dieser ebenfalls entscheidend dafür ist, wie viel und welche Art von Infrastruktur benötigt wird.

Standortbereitstellung	Nutzung bzw. Bereitstellung einer (Park-)Fläche als Standort für Ladeinfrastruktur. Standorteigentümer stellen Fläche entweder einem CPO zur Nutzung zur Verfügung oder werten ihre Flächen durch das Angebot von Ladeinfrastruktur auf (z. B. Parkhausbetreiber), so dass ein Zusatznutzen und damit auch ein Zusatzwert entstehen (vgl. Kapitel 2.2).
Ladehardware	In der Wertschöpfungsstufe Ladehardware wird geeignetes Equipment für die Beladung von Elektrofahrzeugen entwickelt und hergestellt. Hierzu zählen vor allem wechselstrombasierte AC-Wallboxen und Ladestationen sowie Gleichstrom-DC-Ladestationen, aber auch entsprechendes Zubehör wie Kabel und Stecker. Insbesondere Typ 2-AC-Ladekabel sind separat erhältlich, da die Mehrheit der (öffentlichen) AC-Ladestationen in Deutschland nicht über ein festangeschlagenes Kabel verfügt.
Installation und Inbetriebnahme	Die Installation und Inbetriebnahme von Ladeinfrastruktur umfasst zum einen notwendige Tiefbauarbeiten sowie Arbeiten zur Vorinstallation von Ladestationen, z. B. das Gießen geeigneter Fundamente. In der Folge werden im Rahmen der Inbetriebnahme hier auch die Ladestationen montiert und aktiviert, so dass die Stationen in Betriebsbereitschaft gesetzt sind. Zum anderen fällt in den Bereich der Installation auch die Bereitstellung eines geeigneten Netzanschlusses durch den jeweiligen Netzbetreiber. Bei geringeren Leistungsbereichen ist hierfür ein geeigneter Niederspannungsanschluss notwendig, ab Leistungen von ~200–300 kW, das heißt für ein Projekt mit vielen Ladestationen oder im HPC-Bereich, erfolgt der Anschluss an das Mittelspannungsnetz. Ausgehend von der Netzebene fallen hier Kosten für den baulichen und administrativen Aufbau ausreichender Netzanschlusskapazitäten an. Weitere Kosten im Zusammenhang mit der Nutzung des Netzanschlusses sind zusätzlich im Stromverkauf allokiert.
Betrieb	Der Betrieb der Ladeinfrastruktur umfasst auf der einen Seite den technischen Betrieb der Ladeinfrastruktur, auf der anderen Seite aber auch die Verwaltung und Vermarktung der Ladestationen vor Ort. Hierzu zählen beispielsweise die Herstellung einer Internetanbindung, die Bereitstellung geeigneter Support- und Servicefunktionen sowie die regelmäßige Wartung und Instandhaltung der Ladeinfrastruktur. Typischerweise übernehmen CPO diese Aufgabe.
IT-Backend/ Management-Software	Hierbei geht es um die Bereitstellung eines digitalen Betriebssystems zur Steuerung und Überwachung von Ladeinfrastruktur. Die Funktionen der Management-Software umfassen beispielsweise Fernwartungsmöglichkeiten, aber auch Analysetools zur Überwachung der Auslastung und Nutzung von einzelnen Ladestationen. Ebenso können Tarifbedingungen geändert werden.
Stromverkauf	Ladestationen als „Letztverbraucher“ stellen elektrische Energie für Elektroautofahrer zur Verfügung.
Roaming	Im Fokus steht der Betrieb einer digitalen Vermittlerplattform zum anonymisierten Datenaustausch zwischen CPO und MSP, um ein kundenfreundliches Laden anbieterübergreifend zu ermöglichen.
MSP-Dienstleistungen	Hierbei geht es um Datenbereitstellung und Angebot für den Zugang zur (öffentlichen) Ladeinfrastruktur über App oder RFID-Karte. Der MSP-Dienstleister ist Vertragspartner gegenüber dem Endkunden und verantwortlich für Abrechnung und Datenbereitstellung.

Tabelle 2: Charakterisierung der Wertschöpfungskette Ladeinfrastruktur für öffentliches Laden

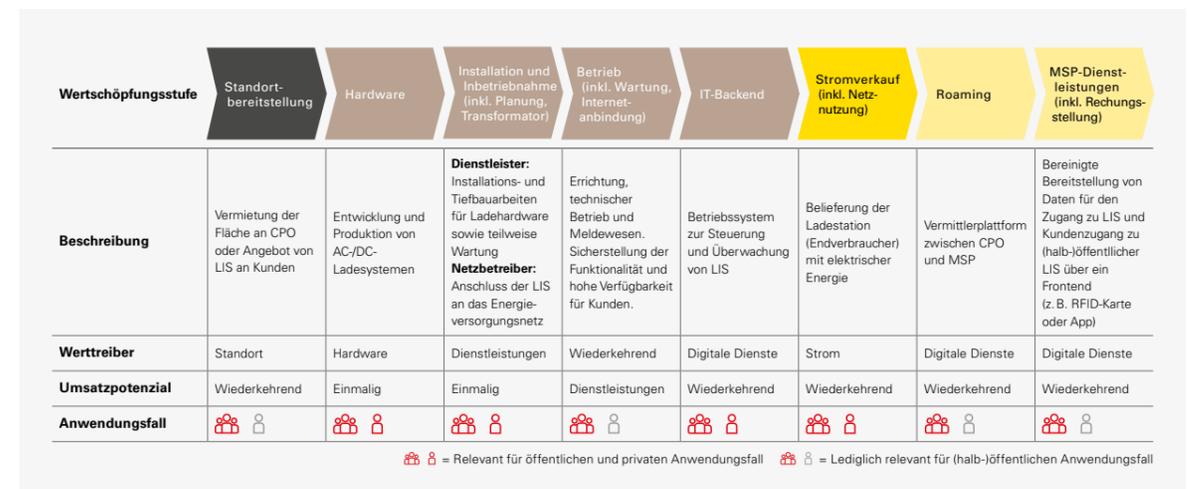


Abbildung 15: Wertschöpfungskette Ladeinfrastruktur

3.2.1 Markt für Elektrofahrzeuge

Der Markthochlauf der Elektromobilität ist insbesondere in den kommenden Jahren stark vom regulatorischen Rahmen abhängig. Die verschärften Vorgaben zu Emissionswerten und CO₂-Flottenausstoß tragen maßgeblich zu einer Elektrifizierung der Fahrzeugportfolios bei. Basierend auf dieser Voraussetzung hat P3 ein Marktmodell entwickelt, das die regionalen CO₂-Gesetzgebungen in Europa, den USA sowie China berücksichtigt und pro Fahrzeughersteller potenzielle Elektrifizierungsstrategien zur Zielerreichung ableitet. Im Modell sind ca. 95 % des herstellerbezogenen Marktvolumens enthalten. Die zugrundeliegenden Herstellerstrategi-

en basieren u. a. auch auf Fahrzeugankündigungen und Elektrifizierungsstrategien, so dass das Modell auch zwischen batterieelektrischen Fahrzeugen (BEV), Plug-in-Hybridfahrzeugen (PHEV), weiteren nicht extern aufladbaren Hybridfahrzeugen sowie Brennstoffzellenfahrzeugen (FCEV) unterscheidet.

Aus dem Modell lässt sich ein Markthochlauf ableiten, der bis 2025 einen Bestand von 56,1 Mio. batterieelektrischen Fahrzeugen und Plug-in-Hybridfahrzeugen prognostiziert und bis 2030 in der Folge 161,5 Mio. E-Fahrzeuge weltweit ausweist – davon sind ca. 2/3 rein elektrische Fahrzeuge und 1/3 Plug-in-Hybridfahrzeuge. Um diese Marktzahlen im

Bestand zu erreichen, sind weltweit beispielsweise 17 % E-Fahrzeug-Anteil an den Neuzulassungen im Jahr 2025 notwendig. Dieser Anteil steigt auf 30 % bis 2030. In den weltweit führenden Regionen sind die Zahlen, auch aufgrund unterschiedlicher regulatorischer Anforderungen, unterschiedlich. Sie sind im Einzelnen in Abbildung 16 dargestellt.

Hinter China nimmt Europa mit bis zu 35 % jährlich neu zugelassenen Elektrofahrzeugen eine führende Position ein. Die derzeitigen Flottenvorgaben in der EU für 2025 erfordern eine herstellerübergreifende Quote von 21 % jährlich – mehr als jedes fünfte neu verkaufte Fahrzeug wäre dann also bereits elektrisch. Dies würde zu einem Bestand von über 16 Mio. E-Fahrzeugen bis 2025 in Europa führen. Bis 2030 wird die Zielvorgabe nochmals strenger und erfordert, die Flottenemissionen im Vergleich zum erreichten Wert im Jahr 2020 um 37,5 % zu senken (bis 2025 ist lediglich eine Senkung von 15 % zu erreichen). Eine herstellerübergreifende Zielerreichung bis 2030 resultiert in einer Neuzulassungsquote von 35 % und in einem Bestand von 42,5 Mio. Elektrofahrzeugen in Europa. Im Zuge der Senkung des EU-Treibhaus-

gasausstoßes im Rahmen des „Green Deal“ wird auf politischer Ebene sogar über eine weitere Verschärfung der Flottengrenzwerte für OEM bis 2030 diskutiert (55 % Emissionsreduktion). Dies würde zu noch höheren Elektrifizierungsquoten führen, wird im P3-Modell allerdings noch nicht berücksichtigt, da zum Zeitpunkt der Erstellung der Studie das Gesetz nicht final verabschiedet war.

Beispielhaft wird im Folgenden der E-Fahrzeug-Hochlauf für Europa bis 2030 dargestellt. Es ist erkennbar, dass sukzessive ein Wandel hin zu rein batterieelektrischen Fahrzeugen stattfindet. Dies verdeutlicht ebenfalls, dass Plug-in-Hybridfahrzeuge eher eine Übergangstechnologie hin zu einer vollständigen Elektrifizierung darstellen. Entsprechend wächst der Anteil an PHEV-Neuzulassungen bis 2025 auf knapp 1,5 Mio. Fahrzeuge im Jahr an, geht dann aber bis zum Zieljahr 2030 wieder zurück. Für rein batterieelektrische Fahrzeuge gehen die Autoren von einem sehr starken Wachstum aus, das in einem Marktanteil von 66 % im Jahr 2030 resultiert. Abbildung 17 zeigt den berechneten Bestand von Elektrofahrzeugen in Europa bis 2030 unterteilt in BEV und PHEV.

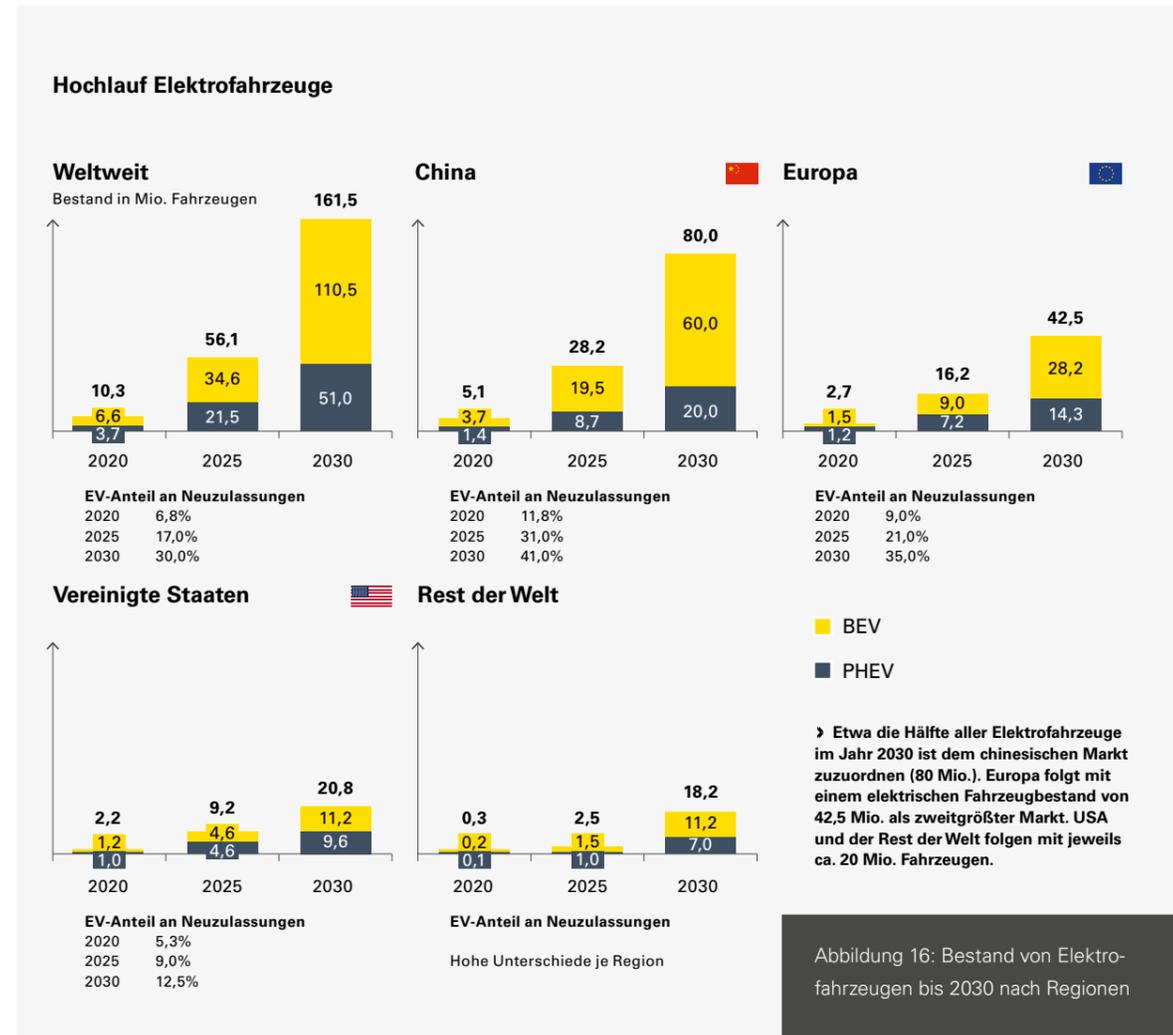


Abbildung 16: Bestand von Elektrofahrzeugen bis 2030 nach Regionen

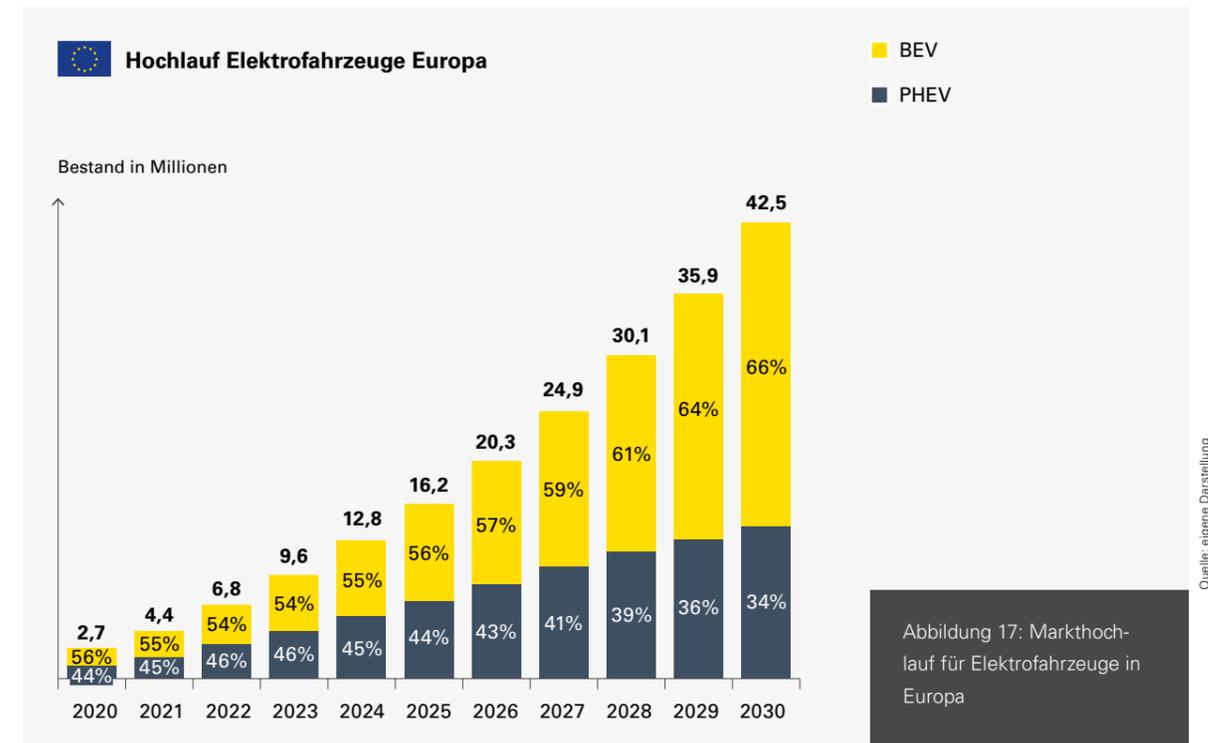


Abbildung 17: Markthochlauf für Elektrofahrzeuge in Europa

3.2.2 Markt für Ladeinfrastruktur

Die Entwicklung des Marktes für Ladeinfrastruktur folgt maßgeblich der Entwicklung des Fahrzeugmarktes – sowohl im Bedarf als auch in der Ausgestaltung der Technologie, zum Beispiel im Bereich der Ladeleistung.

Maßgeblich für die Verteilung der Ladeinfrastruktur sind die in Kapitel 2.1.1 beschriebenen Anwendungsfälle. Ausgehend von einer Top-Down-Betrachtung wurden spezifische Quoten zur Verteilung der Ladepunkte pro Elektrofahrzeug definiert. Hierzu wurde auch auf bereits vorhandene Studien und deren Einschätzung zur quotalen Verteilung von Ladepunkten pro E-Fahrzeug zurückgegriffen (u.a. Alternative Fuel Infrastructure Directive (AFID), NPM). Natürlich verändern sich diese Quoten dynamisch über die Weiterentwicklung des Marktes, da sich beispielsweise auch die typischen Kundengruppen der Elektromobilität verändern. Daher hat P3 die Ergebnisse zusätzlich über eine Bottom-Up-Betrachtung der Marktverhältnisse validiert. Dazu gehören beispielsweise verfügbare Standorte entlang den Autobahnen zur Verbreitung von Schnellladeinfrastruktur oder marktspezifische Wohnverhältnisse.

Es ergeben sich Quoten, die für die Ableitung der Anzahl an Ladepunkten in den Märkten herangezogen werden. Diese Quoten wurden für das Ausgangsjahr an die realen Markt-

verhältnisse angepasst. Somit ergibt sich für Europa im Jahr 2020 eine Quote von öffentlichen AC-Ladepunkten zu Elektrofahrzeugen von 1:15, für öffentliches DC-Laden liegt diese Quote bereits bei 1:800. Dieser hohe Unterschied ist u. a. dem Umstand geschuldet, dass sich in Europa viele DC-Ladestationen im halböffentlichen Bereich befinden und somit zu einem anderen Anwendungsfall zählen, der wiederum mit einer höheren Quote von 1:25 ausgewiesen wird. Die Quoten sind im Detail in Tabelle 3 aufgeführt.

Auffällig ist beispielsweise der Unterschied zwischen Europa und USA/China, was die Bedeutung des halböffentlichen Ladens angeht. Während in den USA und vor allem in China ein starker Fokus auf diesem Anwendungsfall liegt, da dort das öffentliche AC-Laden geringer ausgeprägt ist, hat die EU einen stärkeren Fokus auf dem öffentlichen AC-Laden. Grundsätzlich lässt sich auch festhalten, dass in China das DC-Laden eine höhere Priorität genießt als das AC-Laden. Des Weiteren wird deutlich, dass Europa und China bis 2030 über einen höheren Anteil an Heimpladestationen verfügen als die USA.

Verhältnis Ladepunkt/Elektrofahrzeug	Europa		USA		China		Durchschnitt	
	2020	2030	2020	2030	2020	2030	2020	2030
Heimpladen	1:1,3	1:2	1:1,7	1:3	1:2,5	1:2	1:1,8	1:2,3
Flottenladen	1:10	1:10	1:6,5	1:6	1:10	1:20	1:8,8	1:12,7
Halböffentliches Laden	1:25	1:40	1:20	1:20	1:15	1:10	1:20	1:23,3
Öffentliches AC-Laden	1:15	1:100	1:100	1:500	1:20	1:150	1:45	1:250
Öffentliches DC-Laden	1:800	1:800	1:1.000	1:400	1:1.000	1:300	1:2.800	1:500
Autobahnladen	1:1.000	1:700	1:1.250	1:500	1:4.000	1:700	1:2.080	1:633

Tabelle 3: Verhältnis Ladepunkt zu Elektrofahrzeug nach Anwendungsfall

Quelle: eigene Darstellung

Anzahl Ladepunkte [in 1.000 Einheiten]	Europa		USA		China		Durchschnitt	
	2020	2030	2020	2030	2020	2030	2020	2030
Heimpladen	2.100	21.200	1.300	7.000	2.000	40.000	5.400	68.200
Flottenladen	275	4.250	350	2.600	500	4.000	1.125	10.850
Halböffentliches Laden	110	1.050	110	1.050	300	8.000	520	10.100
Öffentliches AC-Laden	180	425	20	40	250	160	450	625
Öffentliches DC-Laden	3,5	50	2,2	50	5	265	10,7	365
Autobahnladen	2,8	60	1,8	40	1,3	115	5,9	225

Tabelle 4: Anzahl Ladepunkte nach Anwendungsfall

Quelle: eigene Darstellung

Aus dieser Verteilung ergibt sich ein Hochlauf von Ladepunkten in den Märkten, wie in Tabelle 4 gezeigt. Beispielsweise prognostiziert das Modell bis 2030 21,2 Mio. Heimpladepunkte in Europa, weitere 4,25 Mio. Ladepunkte im Bereich des Flottenladens, über 1 Mio. Ladepunkte im halböffentlichen und insgesamt >100.000 Ladepunkte im Bereich des öffentlichen DC- und HPC-Ladens in Metropolen und entlang der Autobahn.

Weltweit ergibt sich damit bis 2030 ein Potenzial von über 90 Mio. Ladepunkten bei einem Fahrzeugbestand von ca. 143 Mio. Fahrzeugen in den Kernregionen EU, USA und China.

3.2.3 Berechnungsgrundlage Wertschöpfung

Zur Berechnung der Wertschöpfungspotenziale im Markt für Ladeinfrastruktur hat P3 ein mehrstufiges Verfahren gewählt.

Zuerst wurde der Bedarf an elektrischer Energie für die prognostizierten E-Fahrzeug-Zahlen in den Märkten bis zum Zieljahr 2030 berechnet. Hierfür wurden die durchschnittlichen Jahresfahrleistungen (in km) pro Markt, die durchschnittlichen Verbräuche von BEV und PHEV sowie der Anteil an rein elektrisch zurückgelegter Strecke von PHEV-Fahrern berücksichtigt. Der elektrische Fahranteil von

PHEV-Fahrzeugen wurde in Anlehnung an eine kürzlich veröffentlichte Studie des Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (Fraunhofer ISI) und des International Council on Clean Transportation (ICCT) festgelegt. Dementsprechend variiert der elektrische Fahranteil heute in Deutschland zwischen 18 % und 43 %, langfristig wird ein Anteil von 50 % angestrebt. Zwar ist derzeit insbesondere die Jahresfahrleistung von PHEV deutlich höher, dieser Effekt müsste sich aber kurzfristig wieder relativieren, sobald die PHEV im Massenmarkt angekommen sind. Aus diesen Annahmen errechnet sich eine Energiemenge in Terrawattstunden (TWh), die dem Gesamtstromverbrauch durch Elektrofahrzeuge entspricht. Die Berechnung erfolgte auf Basis der vorliegenden Daten (beispielhafte Darstellung aus dem umfangreichen Marktmodell) in den Tabellen 5 und 6.

Markt	Jahresfahrleistung [km]	Stromverbrauch [kWh/100 km]		Anteil vollelektrischer Strecke PHEV [km]
		BEV	PHEV	
Europa	15.000	20	25	5.500
USA	21.500	20	25	7.800
China	20.000	20	25	5.700

Quelle: eigene Darstellung

Tabelle 5: Berechnungsgrundlage Stromverbrauch 2020

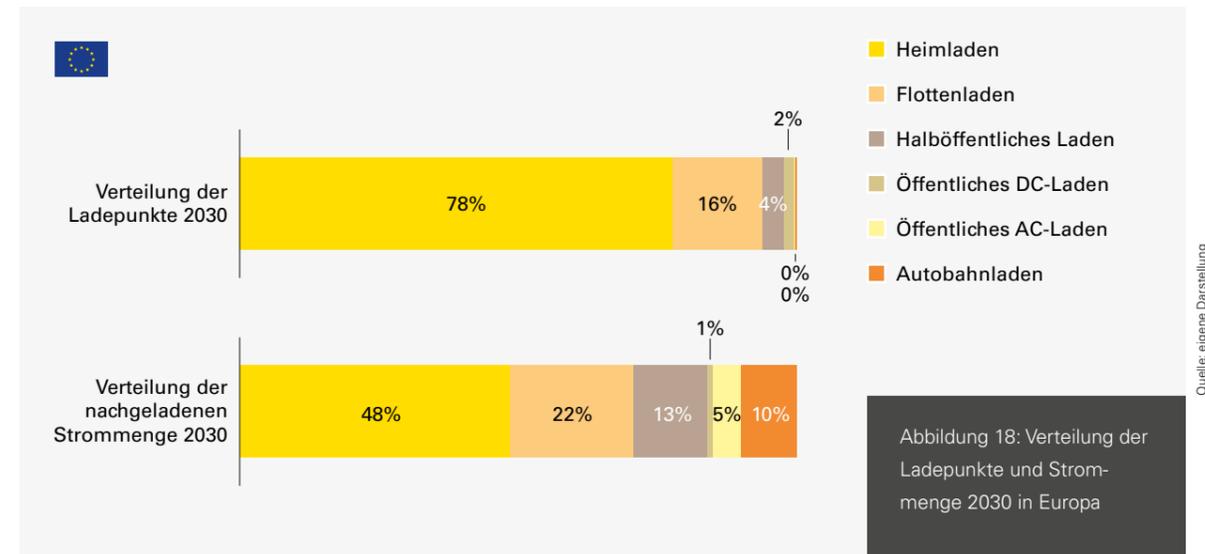
Markt	Jahresfahrleistung [km]	Stromverbrauch [kWh/100 km]		Anteil vollelektrischer Strecke PHEV [km]
		BEV	PHEV	
Europa	15.000	18	22	7.500
USA	21.500	22	25	10.750
China	18.000	18	22	11.900

Quelle: eigene Darstellung

Tabelle 6: Berechnungsgrundlage Stromverbrauch 2030

Anschließend wurde die Energiemenge auf die beschriebenen Anwendungsfälle aufgeteilt. Grundlage hierfür bilden die in Kapitel 3.2.2 beschriebenen Ladepunkte und das individuelle Ladeverhalten je Anwendungsfall. So ist beispielsweise die täglich geladene Energiemenge eines Pendlers mit Heimlademöglichkeit eher gering, während auf Langstrecken beim HPC-Laden eine verhältnismäßig große Energiemenge nachgeladen wird, um mit möglichst wenigen Ladestopps ans Ziel zu kommen. Diese Parameter wurden von den Technologie- und Marktexperten von P3 festgelegt und durch weitere Kundeninterviews und internationale Umfragen validiert. Abbildung 18 zeigt die Verteilung der Ladepunkte und Strommenge nach Anwendungsfall in Europa für das Zieljahr 2030.

Als Ergebnis lässt sich festhalten, dass die Anzahl der Ladepunkte mit der geladenen Energiemenge nur bedingt korreliert. Zwar sind knapp 80 % aller verfügbaren Ladepunkte in Europa dem Anwendungsfall Heimladen zuzuordnen, der Anteil an nachgeladener Energie in diesem Anwendungsfall liegt aber lediglich bei 48 %. 16 % aller verfügbaren Ladepunkte sind dem Flottenladen zuzuschreiben, jedoch entfallen insgesamt 22 % des geladenen Stroms auf diesen Anwendungsfall. HPC-Ladepunkte machen am Gesamtmarkt weniger als 1 % aus, sind aber für mehr als 10 % des nachgeladenen Stroms verantwortlich. Der Anwendungsfall öffentliches AC-Laden wird langfristig aufgrund von vergleichsweise weniger attraktiven Geschäftsmodellen an Bedeutung verlieren, dafür wird für die AC-Ladetechnologie ein wachsender Trend Richtung halböffentlichem Laden prognostiziert. Insgesamt beträgt der kumulierte Energiebedarf aller Elektrofahrzeuge in Europa im Jahr 2030 knapp 100 TWh.



Quelle: eigene Darstellung

Abbildung 18: Verteilung der Ladepunkte und Strommenge 2030 in Europa

Zur Berechnung des Wertschöpfungspotenzials wurden die durchschnittlich anfallenden Kosten der Anwendungsfälle definiert. Zur Verdeutlichung der Annahmen und zugrunde liegenden Prämissen sind im Folgenden die Gesamtkosten-sichten auf ausgewählte Anwendungsfälle dargestellt.

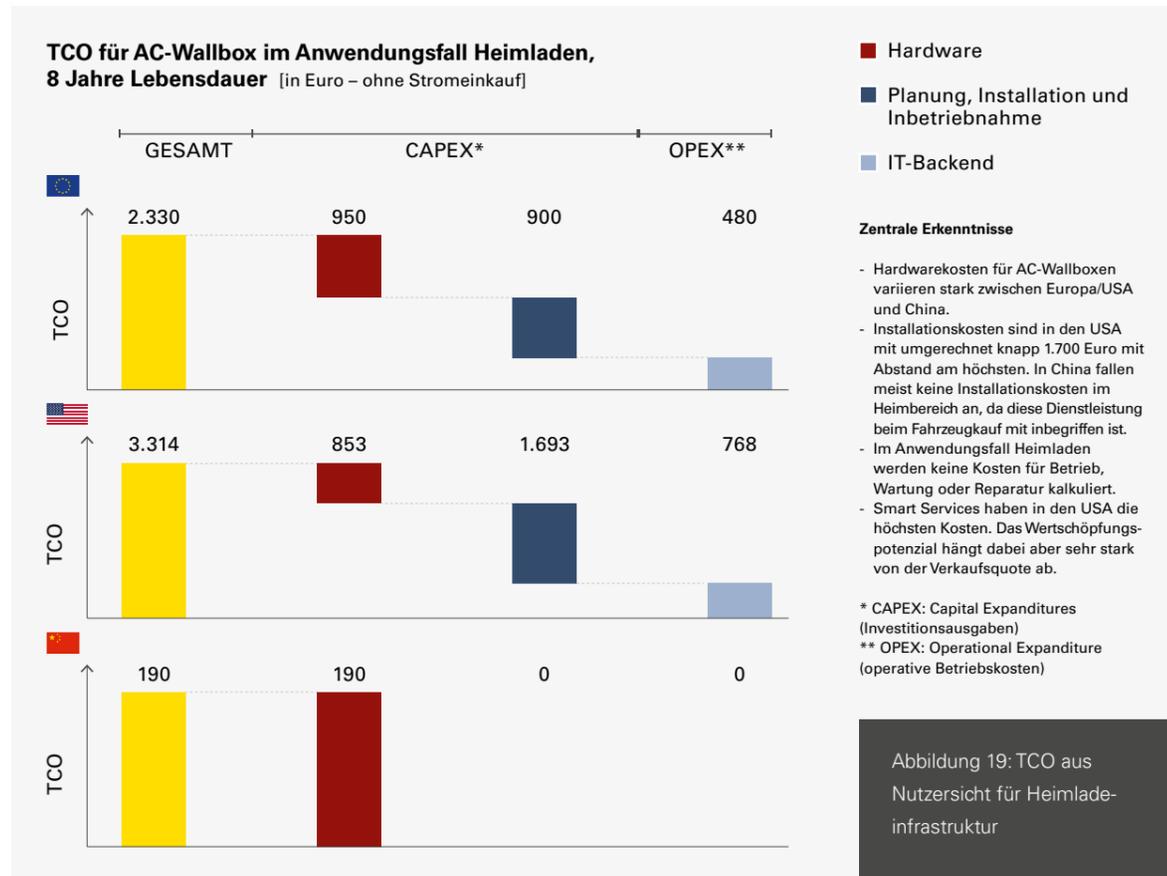
Heimladen Europa, USA und China

Im Bereich Heimladen sind die Wertschöpfungselemente Hardware, Installation und Inbetriebnahme sowie IT-Backend (Smart Services) von zentraler Bedeutung. Die durchschnittliche Lebensdauer einer Heimladestation wird mit acht Jahren veranschlagt, basierend auf Erfahrungen aus der Haltbarkeit der Ladeeinrichtung und auf einer Lebenszykluskalkulation zu Reparaturmöglichkeiten einer vernetzten Wallbox. Auch wenn markttypische Werte zugrunde liegen, sind diese in Euro umgerechnet, so dass eine einheitliche Auswertung möglich ist.

Beim Heimladen sind einmalige Investitionen in die entsprechende Hardware, zumeist eine AC-Wallbox mit marktspezifischer Ladeleistung, notwendig. Ebenso fallen aus Nutzersicht einmalige Aufwände für die Installation und den Anschluss der Wallbox an die bestehende Elektroinstallation an. Je nach Anwendungsfall kann diese Position stark abweichen. Die herangezogenen Werte basieren auf Studien, Experteninterviews, marktspezifischen Benchmarks der Hardwareprodukte und Installationsdienstleistungen. Zu-

sätzlich gehen die Autoren davon aus, dass in Zukunft deutlich mehr vernetzte Ladeeinrichtungen im Heimmarkt zum Einsatz kommen werden, so dass es hier auch über die Nutzungsdauer wiederkehrende Aufwände aus Nutzersicht für intelligente digitale Dienste geben wird. Auch nationale Förderprogramme, wie beispielsweise die derzeitige KfW-Förderung von 900 Euro für Heimladestationen, sehen diese Förderung nur für vernetzungsfähige Ladestationen vor.

Aus Industriesicht sind dies die relevanten Erlöspotenziale im Heimladen. Wie in Abbildung 19 zu sehen, ergeben sich so über die Lebensdauer und pro Anwendungsfall gerechnet Wertschöpfungspotenziale von 2.330 Euro für Europa, 3.314 Euro in den USA aufgrund höherer Kosten für die Installation sowie lediglich 190 Euro in China. Die geringen Gesamtkosten des Betriebs (engl. „Total Cost of Ownership“, TCO) in China sind der Tatsache geschuldet, dass eine Wallbox meist zu sehr günstigen Preisen beim Fahrzeugkauf enthalten ist, auch die Installation ist im Kaufpreis mitbegriffen. Zur Kalkulation des Wertschöpfungspotenzials im Stromverkauf wurden die marktspezifischen, durchschnittlichen Haushaltsstrompreise herangezogen und mit der im Anwendungsfall Heimladen geladenen Energiemenge verrechnet. Es wurden keine Aufwendungen für Betrieb, Wartung oder Reparatur einkalkuliert. In den ersten drei Jahren sind diese über Garantielaufzeiten abgedeckt, im Anschluss daran wird der Austausch der Wallbox einer Reparatur meist vorgezogen.



Die Werte beziehen sich dabei auf das Referenzjahr 2020. Vor allem im Bereich der Hardware wird es aus Sicht der Autoren in den kommenden Jahren zu sinkenden Preisen kommen, so dass sich auch das Wertschöpfungspotenzial verringert.

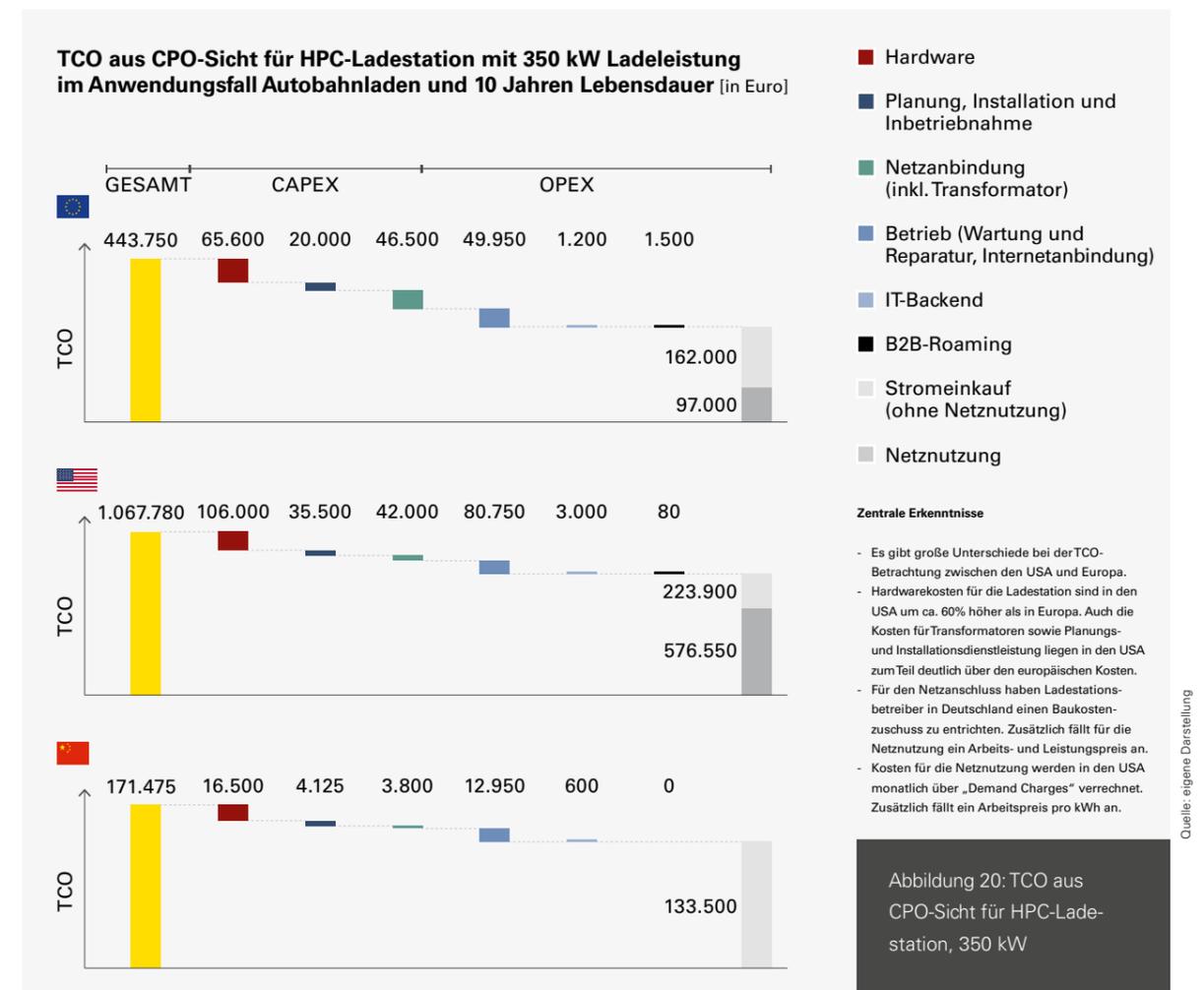
HPC-Laden Europa, USA und China

Im Bereich des öffentlichen Schnellladens mit Ladeleistungen >100 kW (HPC-Laden) gestaltet sich die Verteilung der Wertschöpfungspotenziale deutlich vielfältiger. Die grundsätzliche Struktur weist eine große Nähe zum öffentlichen Laden (AC und DC) auf. Die Nutzungsdauer für HPC-Ladeparks wird auf acht Jahre festgelegt, auch entsprechend den bisherigen Annahmen der NOW GmbH/NPM (NPM 2020a). Auch im vorliegenden Beispiel sind alle Werte in Euro angegeben.

Neben hohen Kosten für die Hardware zwischen 65.000 und 100.000 Euro je Ladesäule entstehen auch beim Aufbau von HPC-Ladeinfrastruktur Kosten für Projektierung, Installation und Inbetriebnahme der Parks. Je nach Standortgegebenheiten können diese Ausgaben sehr hoch sein, beispielsweise wenn der nächste Mittelspannungsanschlusspunkt entsprechend weit entfernt ist und umfangreiche Tiefbauarbeiten notwendig sind. Darüber hinaus wird bei den hohen Ladeleistungen ein Anschluss an das Mittelspannungsnetz erforderlich. Hierfür entstehen Kosten im Bereich der Netzanbindung, aber auch für zusätzliches Equipment, wie beispielsweise Transformatoren. Der Betrieb der Ladeinfrastruktur beinhaltet notwendige Ausgaben für Wartung und Reparatur, aber auch die Internetanbindung der Standorte und Basis-Support. Zusätzlich entstehen Ausgaben für die Bereitstellung und Nutzung des Betriebssystems (IT-Backend), das den Zugang, die Steuerung und Überwachung der Ladestationen sowie die Abrechnung von Ladevorgängen ermöglicht. Es gibt große Unterschiede bei

der TCO-Betrachtung zwischen den USA und Europa. Hardwarekosten für die Ladestation sind in den USA um ca. 60% höher als in Europa. Auch die Kosten für Transformatoren sowie Planungs- und Installationsdienstleistung liegen in den USA zum Teil deutlich über den europäischen Kosten. Auf dem chinesischen Markt liegen die Hardwarekosten deutlich unter den europäischen Verhältnissen. Zusätzlich spielen im Anwendungsfall HPC-Kosten für Stromerwerb und Netznutzung eine wichtige Rolle, vor allem wenn die Auslastung der Ladeparks in den kommenden Jahren weiter zunehmen wird. Zur Kalkulation des Wertschöpfungspotenzials im Stromverkauf wurden die marktspezifischen, durchschnittlichen Industriestrompreise herangezogen und mit der im Anwendungsfall Autobahnladen geladenen Energiemenge verrechnet. Für den Netzan-

schluss haben Ladestationsbetreiber in Deutschland einen Baukostenzuschuss zu entrichten. Zusätzlich fällt für die Netznutzung ein Arbeits- und Leistungspreis an, der bereits im Strompreis abgebildet ist. Kosten für die Netznutzung werden in den USA monatlich über „Demand Charges“ verrechnet. Zusätzlich fällt ein Arbeitspreis pro kWh an. Insgesamt kommt es hierdurch zu großen regionalen Unterschieden, wie in Abbildung 20 zu sehen. Für Europa ergeben sich in Summe über die Lebensdauer von zehn Jahren Aufwände von 259.000 Euro pro Ladestation. In den USA sind diese Preise sehr stark abhängig vom jeweiligen Netzbetreiber und liegen mit ca. 800.000 Euro deutlich höher. Im regionalen Vergleich hat China die geringsten Material- und Dienstleistungskosten, allerdings sind die Stromerwerbskosten für CPO in China nicht unerheblich.



Allgemeine Annahmen beispielsweise zu den Laufzeiten wurden auf Basis von Experteninterviews und marktüblichen Konditionen getroffen. Ebenso wurden bestehende Studien und Veröffentlichungen herangezogen, um die Annahmen zu validieren (z. B. NOW GmbH, ICCT).

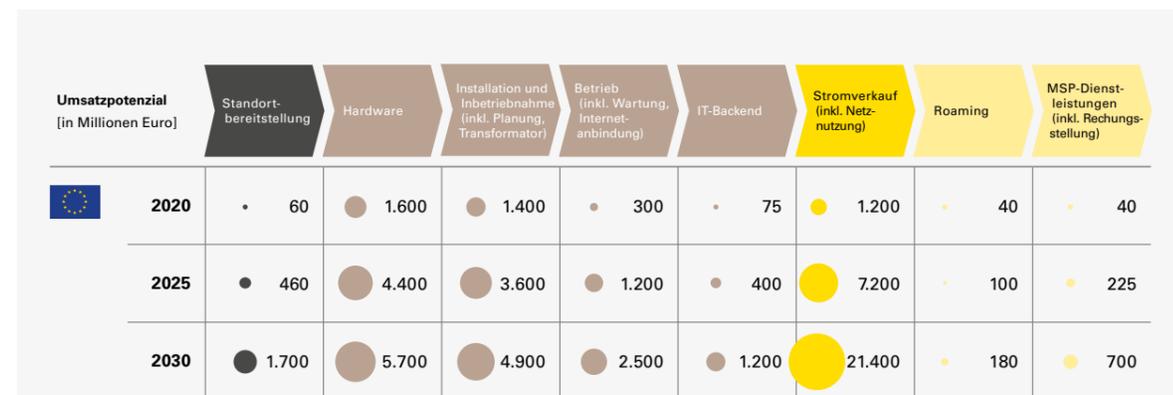
3.3 Wertschöpfungspotenziale Ladeinfrastruktur

Auf Basis des beschriebenen Marktmodells werden die Umsatzpotenziale im Bereich Ladeinfrastruktur entlang der verschiedenen Wertschöpfungselemente und über die Anwendungsfälle für Ladeinfrastruktur kumuliert. Entlang der länderspezifischen Annahmen und Hochlaufszenerarien ergeben sich hierdurch beispielhafte Wertschöpfungspotenziale.

Die Potenziale werden immer schwerpunktmäßig für die Jahre 2020, 2025 und 2030 beschrieben, so dass auch Wachstumsraten über die Zeit verdeutlicht werden können.

3.3.1 Wertschöpfungspotenziale Ladeinfrastruktur Europa, USA und China

Für Europa ergeben sich entlang der Wertschöpfungskette im Überblick die in Abbildung 21 zu sehenden Umsatzpotenziale. Im entwickelten Marktmodell stellt die Wertschöpfung den Außenumsatz der Wertschöpfungsstufen dar.



Quelle: eigene Darstellung

Abbildung 21: Umsatzpotenzial Ladeinfrastruktur Europa

Die Umsatzpotenziale im Zusammenhang mit der Standort-bereitstellung wachsen mit der zunehmenden Verbreitung von Ladeinfrastruktur von 60 Mio. Euro im Jahr 2020 auf bis zu 1,7 Mrd. Euro im Jahr 2030.

Insbesondere in der Phase des starken Marktausbaus bietet die Bereitstellung von Ladehardware heute das größte Umsatzpotenzial mit 1,6 Mrd. Euro Jahresumsatz. Das Wachstum schwächt sich hier etwas ab, was zum einen daran liegt, dass der Netzwerkausbau nicht mehr in derselben Geschwindigkeit fortgeführt wird, zum anderen aber auch, weil Umsätze pro Ladestation weiter sinken werden.

Im Bereich der Installation und Inbetriebnahme wachsen die Umsätze von 1,4 Mrd. Euro 2020 auf fast 5 Mrd. Euro 2030. Für den Betrieb fällt die Wachstumsrate noch deutlich höher aus, da mit wachsendem Bestand auch der Bedarf für den laufenden Betrieb stark ansteigt, so dass sich hier die Umsatzpotenziale von 300 Mio. Euro (heute) auf bis zu 2,5 Mrd. Euro (2030) erhöhen. Somit stellen Installation und Inbetriebnahme sowie der laufende Betrieb signifikante Wertschöpfungselemente dar.

Ebenso wie für den Betrieb sind die Wachstumsraten im Bereich IT-Backend sehr hoch, da auch hier wiederkehrende Erlöse für die Bestandsinfrastruktur entstehen, so dass dieses Wertschöpfungselement exponentiell wächst.

Langfristig den größten Wertschöpfungsanteil hat der Stromverkauf mit bis zu 21,4 Mrd. Euro im Jahr 2030. Bereits 2025 beläuft sich dieser Anteil auf 7,2 Mrd. Euro. Daraus wird u. a. ersichtlich, warum viele Energieversorger und Stadtwerke sehr aktiv am Thema Ladeinfrastruktur arbeiten. Die Ladeinfrastruktur stellt einen weiteren signifikanten Vertriebskanal für Elektrizität dar, der in Zukunft weiterhin wachsen wird.

Die digitalen Dienstleistungen im Bereich Roaming und MSP haben vergleichsweise eher kleinere Wertschöpfungsanteile. Gemeinsam entstehen hier im Jahr 2030 880 Mio. Euro Umsatzpotenzial. Insbesondere im Bereich Roaming ist das Wachstum limitiert, da dieses Geschäftsmodell durch technologische Alternativen, die zunehmende Konsolidierung im Markt und auch regulatorische Anforderungen, wie z. B. Spontan-Laden, zunehmend bedroht sein könnte.

Neben Europa wurden auch die Umsatzpotenziale der weiteren Kernmärkte der Elektromobilität USA und China bewertet, die in Abbildung 22 zusammengefasst sind.

Grafisch dargestellt verteilen sich die Anteile wie in Abbildung 23 zu sehen. Weltweit wächst das Umsatzpotenzial durch Ladeinfrastruktur bis 2030 auf über 147 Mrd. Euro. Im Jahr 2021 machen die Wertschöpfungsstufen Hardwareverkauf sowie Installation und Inbetriebnahme noch über 65 % des gesamten Umsatzpotenzials aus, sinken bis 2030 aber auf knapp 45 %. Langfristig gesehen entwickelt sich der Stromverkauf zur Wertschöpfungsstufe mit dem höchsten Umsatzpotenzial und knapp 90 % der kompletten Wertschöpfung entfallen auf die drei genannten Stufen. Der Anteil der IT-basierten Wertschöpfung wächst zwar kontinuierlich, beträgt 2030 allerdings nur knapp 3 %. Weitere Wertschöpfung findet im Betrieb (4 % Anteil) und in der Standortbereitstellung (5 %) statt.



Quelle: eigene Darstellung

Abbildung 22: Umsatzpotenzial Ladeinfrastruktur USA und China

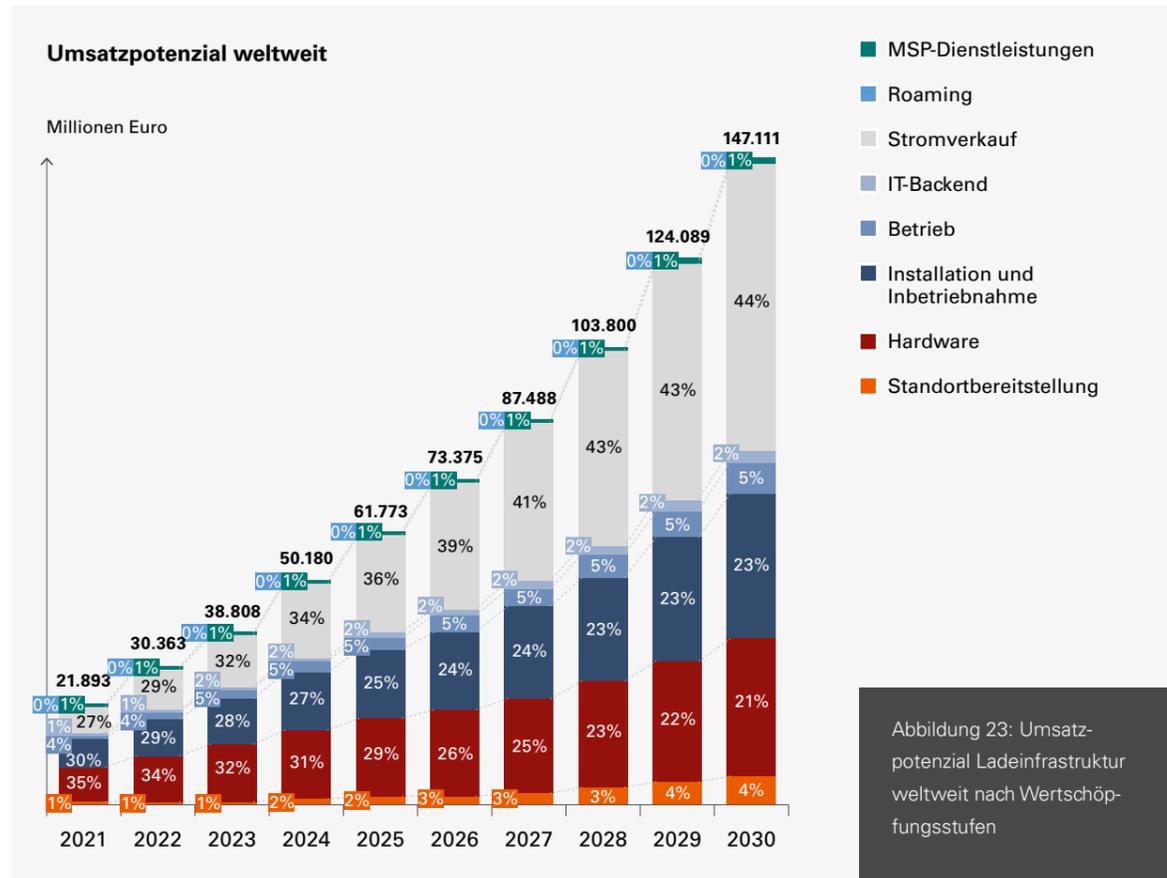


Abbildung 23: Umsatzpotenzial Ladeinfrastruktur weltweit nach Wertschöpfungsstufen

3.3.2 Wertschöpfungspotenziale Ladeinfrastruktur Deutschland und Baden-Württemberg

Zur Berechnung der Umsatzpotenziale für Deutschland und Baden-Württemberg wurde der Elektrofahrzeughochlauf auf die Zielmärkte heruntergebrochen. Der prozentuale Anteil an Elektrofahrzeugen in Deutschland wurde über dem europäischen Durchschnitt simuliert, da aufgrund sehr attraktiver Förderbedingungen sowie eines vergleichsweise guten Ausbaustands der öffentlichen Ladeinfrastruktur Deutschland zukünftig als ein Leitmarkt für Elektrofahrzeuge gesehen wird. Dies bestätigt u.a. auch der Anteil an jährlichen Elektrofahrzeugneuzulassungen, der 2020 bereits im zweistelligen Prozentbereich lag. Der Fahrzeughochlauf in Baden-Württemberg wurde ebenfalls anteilig von der Marktentwicklung in Deutschland simuliert und liegt bei knapp unter 20 %, basierend auf den Verkaufszahlen für 2020. Aus-

gehend von dieser Logik und den beschriebenen Annahmen für den europäischen Markt ergeben sich folgende Verteilungen der Potenziale entlang der Wertschöpfungskette, aufgeführt in Abbildung 24.

3.4 Strategische Positionierung der Akteure

Der Markt für Ladeinfrastruktur bietet aufgrund seines Schnittstellencharakters zwischen Automobilwirtschaft, Energiewirtschaft und digitaler Infrastruktur sowie der hohen künftigen prognostizierten Wachstumsraten attraktive Potenziale aus Sicht verschiedener Branchen. Dieser Abschnitt beschreibt die derzeitige Positionierung verschiedener Akteure sowie zentrale Einflussfaktoren und zu erwartende Veränderungen in der Marktpositionierung.

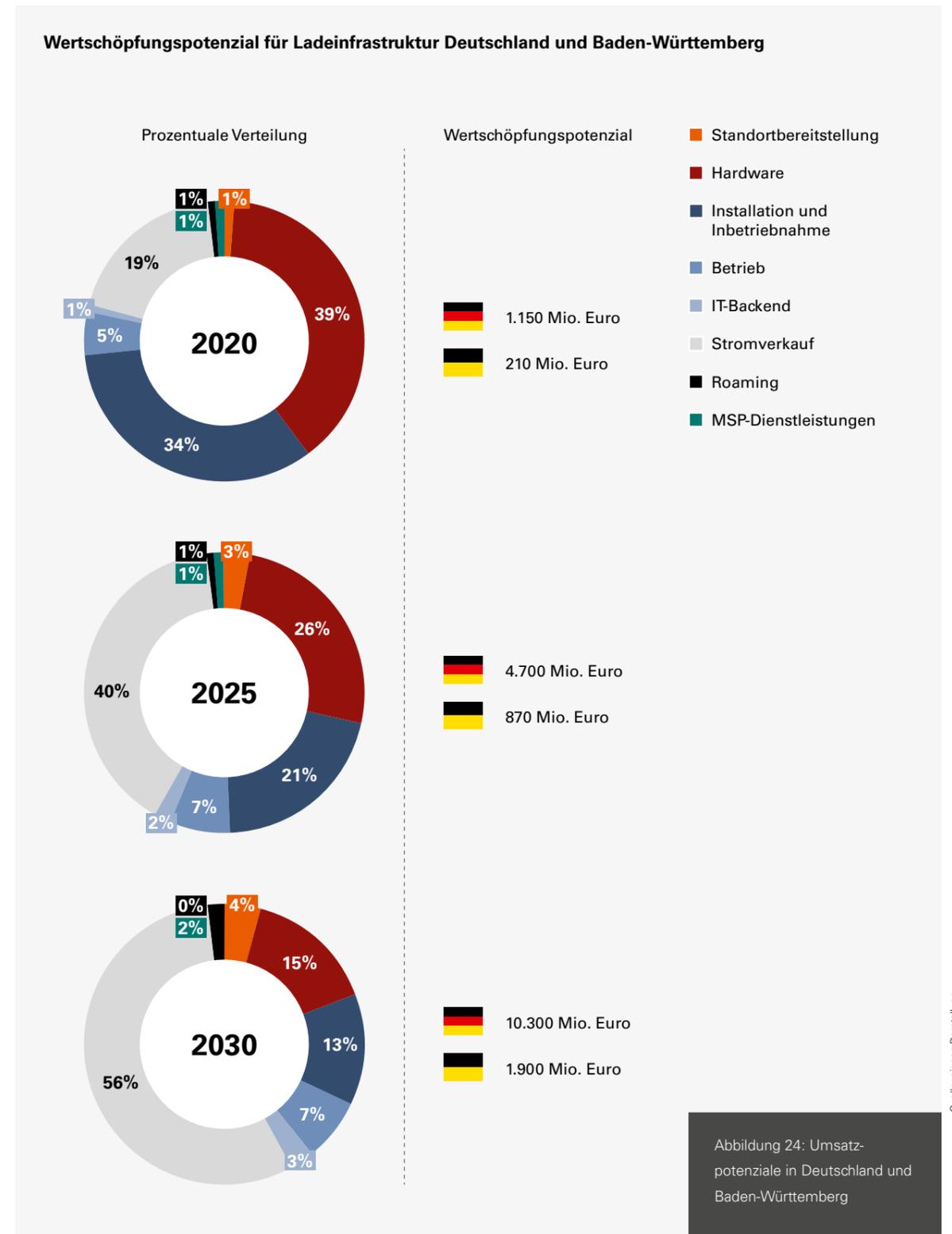


Abbildung 24: Umsatzpotenziale in Deutschland und Baden-Württemberg

3.4.1 Status quo

An der Entwicklung der Ladeinfrastruktur sind vielfältige Wirtschafts- und Industriezweige beteiligt, wie in Abbildung 25 dargestellt.



Abbildung 25: Wirtschafts- und Industriezweige mit Beteiligung an der Ladeinfrastruktur

Die Aktivitäten im Bereich der Ladeinfrastruktur weisen häufig einen Bezug zu den bisherigen Aktivitäten der Unternehmen auf und stellen eine Ergänzung des bestehenden Geschäftsmodells dar. Hiervon hängt ab, an welcher Stelle entlang der Wertschöpfungskette der Ladeinfrastruktur der Markteintritt erfolgt und wie die weitere Entwicklung aussieht. In Abbildung 26 sind typische Aktivitäten der verschiedenen Branchen entlang der Wertschöpfungsstufen dargestellt: Markteintritt als Ausgangspunkt und die weitere Entwicklung in der jeweiligen Bewegungsrichtung.

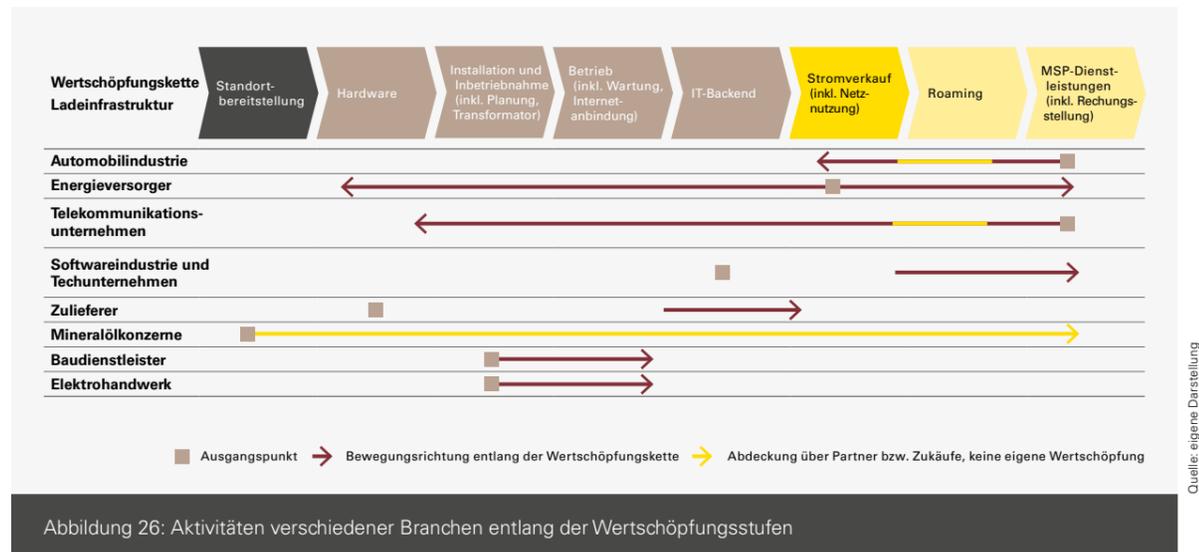


Abbildung 26: Aktivitäten verschiedener Branchen entlang der Wertschöpfungsstufen

Es gibt auch Akteure der Branche, die eine andere Positionierung im Markt wählen. So geht beispielsweise der Volkswagen-Konzern mit dem Tochterunternehmen ELLI über Aktivitäten an der Schnittstelle zum Fahrzeug hinaus und bietet auch Ladehardware sowie Dienstleistungen wie Installation oder Wartung (über Drittunternehmen).

Energieversorger sind im Markt für Ladeinfrastruktur in der Rolle eines Stromhändlers aktiv und bieten zunehmend auch weitere Dienstleistungen in den Anwendungsfällen an, um für die Kunden eine Komplettlösung aus Hardware und Software anzubieten. Zusätzlich sind die Energieversorger häufig auch selbst als CPO im öffentlichen Laden aktiv.

Die Rolle der Software- und Technologieunternehmen ist relativ klar und beschränkt sich vor allem auf die digitalen Bestandteile der Wertschöpfungskette. Ziel der Aktivitäten ist häufig der Aufbau und die Etablierung eines Plattformgeschäfts, bei dem die geeignete Technologie als Basis für das Angebot verschiedener kundenspezifischer Dienste genutzt wird.

Auch die Rolle klassischer Zulieferer im Markt für Ladeinfrastruktur beschränkt sich vor allem auf die Zulieferung von Hardware (z.B. Webasto, Heidelberger, Lapp). Zusätzlich bieten einige Zulieferer abhängig von der Ausgangssituation auch digitale Dienste an – so ist Bosch beispielsweise auch im Bereich des IT-Backends für Ladelösungen aktiv.

Verstärkt melden auch Mineralölkonzerne den Aufbau von Ladeinfrastruktur an. Hierbei besteht der Markteintrittspunkt in den bestehenden Tankstellenstandorten, die auch für das Laden genutzt werden sollen. Darüber hinaus entwickeln die Mineralölkonzerne über Zukäufe im Markt derzeit ein Angebotsportfolio im Bereich Ladeinfrastruktur, z.B. BP ChargeMaster, Shell NewMotion und Shell Greenlots oder TOTAL mit G2 Mobility oder Digital Energy Solutions (ehemaliges Joint Venture von BMW und Viessmann). Langfristig lässt sich hieraus die Tendenz einer ganzheitlichen Marktabdeckung erkennen. Baudienstleister und das Elektrohandwerk fokussieren ihre Aktivitäten im Lademarkt vor allem auf die lokalen klassischen Dienstleistungen von Installation und Inbetriebnahme sowie den Betrieb vor Ort (z.B. regelmäßige Wartung).

3.4.2 Ausblick und potenzielle Veränderungen

Mit dem Wachstum des Marktes bilden sich Geschäftsmodelle und Aktivitäten klarer heraus. Neben einer anhaltenden Konsolidierung des Marktes deuten sich vor allem auch Verschiebungen entlang der Wertschöpfungskette an.

Neben Akteuren aus bereits etablierten Branchen und Unternehmen, die ihr bestehendes Portfolio erweitern, ist der Markt auch geprägt von Start-ups und Spezialisten für Ladeinfrastruktur. Exemplarische Beispiele hierfür werden entlang der Wertschöpfungskette dargestellt, siehe Abbildung 27.

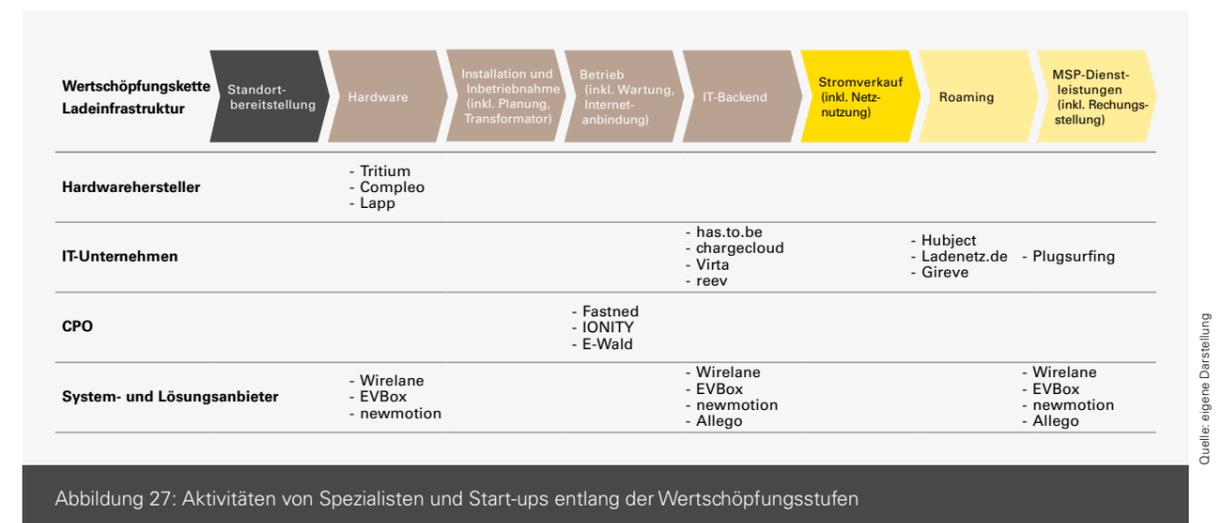


Abbildung 27: Aktivitäten von Spezialisten und Start-ups entlang der Wertschöpfungsstufen

Einige dieser Unternehmen wurden bereits von Akteuren der oben genannten Branchen aufgekauft. Tabelle 7 zeigt Beispiele für größere Transaktionen im Markt für Ladeinfrastruktur der vergangenen Jahre:

Unternehmen	Investor	Datum	Fokus		Motivation
			Hardware	Software	
newmotion	Shell	2017	x	x	Markteintritt
Chargemaster	BP	2018	x	x	Markteintritt
EVBox/EVTronic	ENGIE	2017/18	x		Markteintritt, Portfolio-Erweiterung
has.to.be	VW	2019		x	Portfolio-Erweiterung
Allego	Meridiam	2018	x	x	Finanzinvestment
Fortum Charge & Drive/Recharge	Infracapital	2020	x	x	Finanzinvestment
eMotorwerks	ENEL	2017	x	x	Internationalisierung
BTCPower	innogy	2018	x		Internationalisierung, Portfolio-Erweiterung
Aeronvironment	Webasto	2018	x		Internationalisierung
Plugsurfing	Fortum	2018		x	Portfolio-Erweiterung
E-WALD/eeMobility	Statkraft	2019/21	x	x	Internationalisierung
G2Mobility/Digital Energy Solutions	TOTAL	2018/20		x	Markteintritt, Portfolio-Erweiterung

Quelle: eigene Darstellung

Tabelle 7: Unternehmensfusionen und -käufe im Bereich Ladeinfrastruktur

Die getätigten Transaktionen verfolgen verschiedene Zwecke. Entweder dienen sie einem beschleunigten Markteintritt, der Internationalisierung der bestehenden Marktposition oder der sinnvollen Erweiterung des Angebotsportfolios. Zusätzlich gibt es im Markt verschiedene Akteure, die ihre Aktivitäten im Bereich Ladeinfrastruktur in eine eigene Geschäftseinheit ausgliedern. Auch hierfür gibt es verschiedene Beispiele.

- Volkswagen hat 2019 mit ELLI eine eigene Tochter für Ladeprodukte gegründet, die heute beispielsweise markenübergreifende Ladeapps oder Wallboxen zur Verfügung stellt und auch den Aufbau von Ladeinfrastruktur an Werk- und Händlerstandorten des Konzerns verantwortet.
- Das Energieunternehmen innogy SE, das mittlerweile zu E.ON gehört, hat 2019 eine eigene Gesellschaft für die Bereitstellung von Ladeinfrastruktur gegründet. Die innogy eMobility Solutions GmbH bietet Hardware- und Softwareprodukte im Bereich Ladeinfrastruktur.
- Die EnBW AG hat 2020 ihre Aktivitäten im Bereich Ladeinfrastruktur in der EnBW mobility+ AG & Co. KG gebündelt. Hier sind vor allem die Aktivitäten zum Betrieb des Schnellladenetzes, aber auch die Hardware- und Softwareprodukte angesiedelt. Zusätzlich

hat die EnBW gemeinsam mit dem österreichischen Unternehmen SMATRICS ein Joint Venture gegründet, „SMATRICS mobility+“, um ein Schnellladernetzwerk in Österreich aufzubauen und zu betreiben.

- Der italienische Energieversorger Enel Group hat seine E-Mobilitäts-Aktivitäten ebenfalls in der eigenen Gesellschaft Enel-X zusammengefasst.
- BMW als Automobilhersteller hat frühzeitig zwei Unternehmen zum Thema Ladeinfrastruktur ausgegründet: Digital Charging Solutions ist mittlerweile Teil des Joint Ventures ChargeNow und stellt MSP-Dienstleistungen für die Automobilindustrie zur Verfügung. Digital Energy Solutions, ehemals ein Joint Venture von BMW und Viessmann, gehört mittlerweile zu TOTAL.

Generell ist zu beobachten, dass viele Akteure ihre Aktivitäten ausweiten und auf verwandte Bereiche ausdehnen. Auch das zunehmende kombinierte Angebot von Hardware- und Softwareprodukten scheint ein Trend zu sein. Beeinflusst wird die Marktentwicklung vor allem auch durch die Aktivitäten und Ankündigungen der öffentlichen Hand, die eine wichtige Rolle für die weitere Ausgestaltung des Marktes spielt. Gerade auch in Deutschland gibt es verschiedene Beispiele, wie der Markt sich auch durch Aktivitäten der Regierung verändert.

- **Mess- und Eichgesetz:** Die Vorgabe des deutschen Bundeswirtschaftsministeriums, dass abrechnungsrelevante Ladevorgänge eichrechtskonform gemessen werden müssen, hat die Anforderungen an die Ladehardware und -software verändert. Hersteller, die bereits eine zertifizierte Lösung im Angebot hatten, konnten höhere Absatzzahlen verzeichnen als andere. Für Betreiber im Feld besteht das Risiko, dass eine nachträgliche Zertifizierung erforderlich wird – derzeit vor allem relevant im Schnellladebereich (DC-Laden), wo die Verfügbarkeit eichrechtskonformer Zähler derzeit noch relativ begrenzt ist.

- **KfW-Förderung (KfW-Zuschuss 440) für Wallboxen für privates Heimladen:** Mit bis zu 900 Euro wird die Anschaffung von Ladeeinrichtungen für das private Laden zu Hause gefördert. Neben der Ladeeinrichtung sind auch notwendige Arbeiten zur Installation und Inbetriebnahme sowie die Kosten eines Energiemanagementsystems zur Steuerung der Ladestation förderfähig. Die Hersteller von Wallboxen müssen sich für die Teilnahme am Programm zertifizieren lassen und gewisse Anforderungen erfüllen, u. a. eine Normalladeleistung von 11 kW. Des Weiteren muss der Strom zu 100% aus erneuerbaren Energien kommen und die Ladestation muss vom Netzbetreiber steuerbar sein. Damit beschleunigt die öffentliche Hand den Trend hin zu vernetzten Wallboxen deutlich und verändert somit die bisherige Marktentwicklung. Anfangs war das Fördervolumen seitens des Bundesverkehrsministeriums auf 200 Mio. Euro beschränkt, wurde aber aufgrund der hohen Nachfrage vier Mal auf insgesamt 800 Mio. Euro erhöht - somit stehen Fördermittel für über 880.000 Wallboxen zur Verfügung.

- **Beschluss des Schnellladegesetzes (SchnellLG):** Mit dem Schnellladegesetz haben Bundestag und Bundesrat ein Gesetz zur „Bereitstellung flächendeckender Schnellladeinfrastruktur für reine Batterieelektrofahrzeuge“ verabschiedet. Auf Basis des Gesetzes sollen 1.100 neue Standorte für HPC-Ladeinfrastruktur ausgeschrieben werden, wofür bis Ende 2023 Fördermittel in Höhe von 1,9 Mrd. Euro zur Verfügung stehen. 200 Standorte sollen entlang der Autobahn entstehen, die weiteren 900 Standorte sorgen für eine Flächendeckung – u. a. auch in ländlicheren Gebieten. Im Gesetz sind Anforderungen an die Standortgestaltung, die Ladeleistung (mind. 150 kW) sowie die regionale Verteilung der Ladeinfrastruktur festgelegt. Die Ausschreibung erfolgt in vier Autobahnlosen und 18 regionalen Losen, die festgelegte Suchräume enthalten und verschieden groß sind. Bei der Losbildung werden die Belange mittelständischer Unternehmen berücksichtigt. Darüber hinaus werden bundesweite

Lose auf unbewirtschafteten Flächen entlang der Autobahnen ausgeschrieben. Für die Betreiber von Ladeinfrastruktur bedeutet das zum einen finanzielle Unterstützung bei Aufbau und Betrieb von investitionsintensiver Ladeinfrastruktur, die vor allem bei geringer Auslastung in der Phase des Markthochlaufs ansonsten nur schwer zu realisieren wäre. Auf der anderen Seite greift der Gesetzgeber damit aber in die Marktentwicklung ein und beeinflusst mit der Vergabe verschiedener Standorte an die Betreiber auch deren zukünftiges Geschäftsmodell mit – z. B. indem diskriminierungsfreie Preise gegenüber verschiedenen MSP vorgegeben werden. Außerdem sieht die Ausschreibung des „Deutschlandnetzes“ eine Umsatzbeteiligung des Bundes vor.

Dadurch, dass der Markt nach wie vor in einer hochdynamischen Entwicklungsphase ist, ist zu erwarten, dass die öffentliche Hand auch weiterhin regulatorisch auf ihn einwirken wird. So gibt es beispielsweise laufende Diskussionen, wie die Preisgestaltung für öffentliches Laden geregelt werden könnte. Eine Neufassung der Ladesäulenverordnung ist angekündigt, die dann wohl auch die Bezahlung per Kreditkarte an (Schnell-)Ladestationen ermöglichen soll, und im Bereich von Plug & Charge (via ISO 15118), also der automatischen Authentifizierung der Fahrzeuge an Ladestationen, besteht weiterer Bedarf für eine Regulierung zum Aufbau einer einheitlichen Zertifizierung und Zuordnung der Fahrzeuge. Ein weiteres zentrales Thema, zu dem noch Regelungsbedarf besteht, ist die Einbindung der Ladeinfrastruktur in vernetzte Gesamtsysteme (z. B. Smart Home, Smart Grid). Auch hier ist es sehr wichtig, dass einheitliche und standardisierte Schnittstellen geschaffen werden, so dass auch hier eine durchgängige Interoperabilität sichergestellt wird und die Integration der Ladeinfrastruktur in die dezentralen Energiesysteme der Zukunft möglichst effizient gestaltet werden kann. Diese Veränderungen und zusätzlichen Anforderungen werden auch die Positionen und die weitere Entwicklung der Akteure entlang der Wertschöpfungskette prägen. Langfristig ist zu erwarten, dass neben der Energiewirtschaft auch die Automobilhersteller weiterhin eine wesentliche Rolle spielen werden, da sich die Ladeinfrastruktur an der Schnittstelle beider Branchen befindet. Darüber hinaus werden mit dem Thema bidirektionales Laden und netzdienliches Laden auch zunehmend die Netzbetreiber in den Markt für Ladeinfrastruktur eingreifen (Beispiel: NetzeBW – E-Mobility-Chaussee und E-Mobility-Car-ré). Hierbei ist zu erwarten, dass die Fahrzeugbatterien zur Netzstabilisierung mit zunehmender Verfügbarkeit entsprechender Fahrzeuge und technischer Möglichkeiten integriert werden. Es gibt bereits erste Feldversuche zur Bereitstellung von Regelenergie oder Spitzenlastglättung durch Elektrofahrzeuge.



04

**Wertschöpfungs- und
Beschäftigungseffekte für
Baden-Württemberg**

04

Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte für Baden-Württemberg

Basierend auf der Ableitung allgemeiner Marktpotenziale für Ladeinfrastruktur werden im Folgenden die Effekte und adressierbaren Marktanteile für Baden-Württemberg abgeleitet. Hierzu wurden zunächst Mitglieder des Clusters Elektromobilität Süd-West, die im Bereich Ladeinfrastruktur aktiv sind, sowie weitere Akteure aus Baden-Württemberg befragt und interviewt. Auf Basis der Ergebnisse werden Schwerpunkte der baden-württembergischen Wirtschaft im Bereich Ladeinfrastruktur abgeleitet und zukünftige Potenziale aufgezeigt.

4.1 Aktuelle Positionierung ausgewählter Akteure in Baden-Württemberg

Entlang der allgemeinen Wertschöpfungskette für Ladeinfrastruktur sind verschiedene Unternehmen aus Baden-Württemberg bereits positioniert. Abbildung 28 zeigt lediglich eine Auswahl der Unternehmen, basierend auf Mitgliedern und Partnern des Clusters Elektromobilität Süd-West. Ein Anspruch auf Vollständigkeit besteht nicht.

Es wird deutlich, dass bereits viele traditionelle Unternehmen im Bereich Ladeinfrastruktur aktiv sind. Auch die Automobilhersteller aus Baden-Württemberg betätigen sich in diesem Bereich und haben mit Mercedes Me Charge und Porsche Charging Service bereits eigene MSP-Produkte auf dem Markt. Mercedes-Benz kooperiert in diesem Bereich unter anderem mit Digital Charging Solutions, einem Joint Venture von Daimler und BMW zur Bereitstellung von Ladedaten und der Ermöglichung eines möglichst großen Netzwerkzugangs. Porsche hat zudem eigene Schnellladehardware entwickelt und stellt diese u. a. auch an den Porsche-Autohäusern zur Verfügung. Betrieben werden die Stationen mit einem eigenen Backend-System, das die Ladestationen steuert und verwal-

tet. Porsche hat damit bereits ein relativ breites internes Ladeinfrastrukturangebot.

Im Bereich der Energieversorger ist das Bild nur mit wenigen Beispielen gefüllt. Schon heute betätigen sich weitaus mehr Stadtwerke und regionale Energieversorger als Betreiber von Ladeinfrastruktur. Beispielhaft sei hier das Konsortium SAFE BW genannt, das vom Ministerium für Verkehr in Baden-Württemberg gefördert wurde und ein flächendeckendes Ladenetzwerk in Baden-Württemberg mit rund 400 Ladestationen aufgebaut hat. Beteiligt waren insgesamt 78 Partner, insbesondere Stadtwerke, Versorger und Kommunen.⁶ Eine Sonderstellung nimmt der überregionale Energieversorger EnBW ein. Die EnBW hat ein Angebot entlang der Wertschöpfungskette entwickelt: von der Entwicklung von AC-Hardware über die Entwicklung und den Betrieb einer Software-Plattform sowie den physischen Betrieb von (Schnell-)Ladeinfrastruktur im Feld bis hin zu der Beteiligung am Roaming-Unternehmen Hsubject und dem Angebot eines MSP-Dienstes mit der EnBW mobility+ App. Diese App nutzt EnBW auch als White-Label-Angebot für B2B-Kunden und stellt so die Basistechnologie etwa für ADAC oder Hyundai zur Verfügung.

Im Bereich der Software- und Technologieunternehmen sind etablierte Unternehmen wie IBM und SAP auch im Umfeld der Ladeinfrastruktur aktiv und stellen digitale Basisplattformen und ausgewählte Dienste im Bereich der Steuerung, der Datenauswertung sowie zur Abrechnung zur Verfügung, um Betreiber und Anbieter im Markt mit digitalen Diensten zu unterstützen. Hierbei treten die Akteure oftmals nicht nach außen sichtbar auf, sondern stellen im Hintergrund die notwendige digitale Basisinfrastruktur zur Verfügung. Darüber hinaus gibt es aus der Branche der Soft-

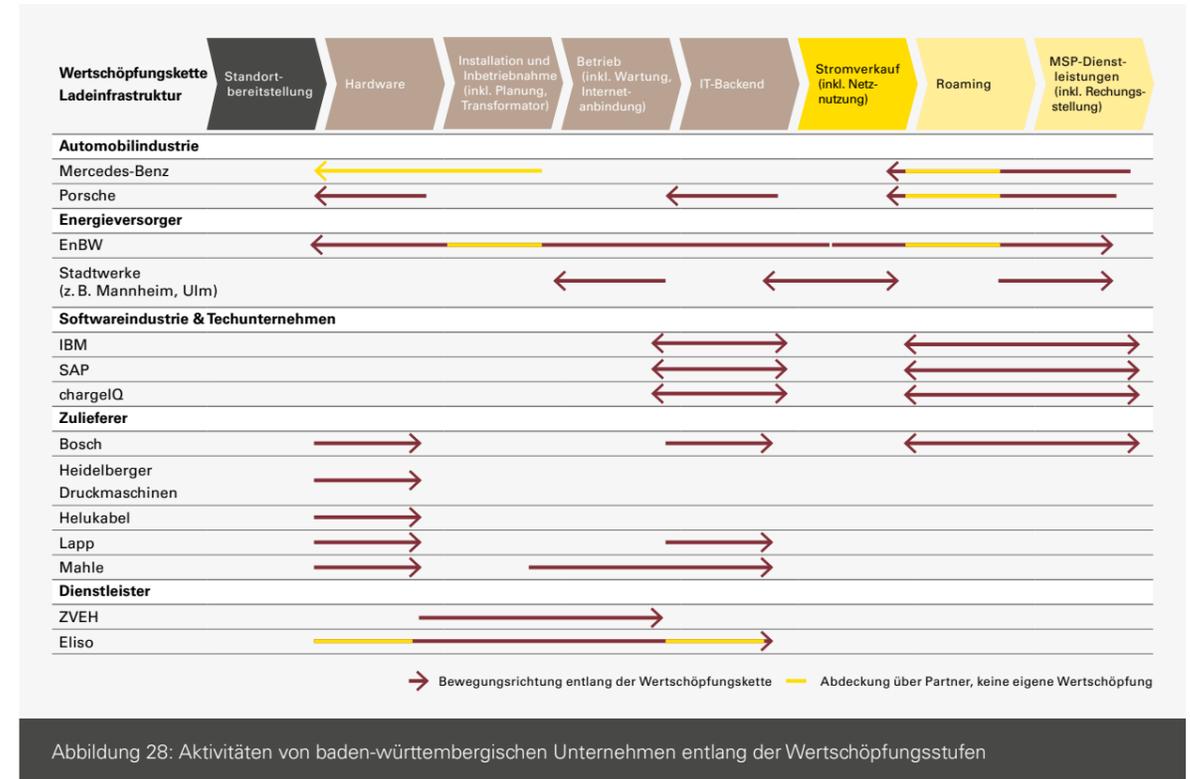


Abbildung 28: Aktivitäten von baden-württembergischen Unternehmen entlang der Wertschöpfungsstufen

Quelle: eigene Darstellung

ware- und Technologieunternehmen auch Start-ups, wie ChargelQ, das sich auf die Entwicklung eines hardware-agnostischen Backend-Systems fokussiert. Sicherlich stehen Software- und Technologieunternehmen vor einer großen Herausforderung, da das Geschäft stark auf eine globale Skalierung ausgelegt ist. Entsprechend müssen sich die Anbieter hier einem globalen Wettbewerb stellen. Eine Konsolidierung im Markt ist zu erwarten.

Ein Schwerpunkt der derzeitigen Aktivitäten in Baden-Württemberg liegt im Bereich der Zuliefererindustrie. Neben klassischen Zulieferern aus der Automobilindustrie, wie Bosch oder Mahle, die Hardware und digitale Produkte im Bereich Ladeinfrastruktur liefern, sind vor allem auch Kabelhersteller aus Baden-Württemberg im Markt aktiv, so zum Beispiel Lapp Kabel und Helukabel.

Außerdem spielen die Unternehmen aus dem Elektrowerk eine wichtige Rolle im Bereich Ladeinfrastruktur. Gerade weil die Dienstleistungen zu Installation, Inbetriebnahme, Wartung und Reparatur stark lokal geprägte Faktoren sind, ist zu erwarten, dass ein großer Anteil der Wertschöpfung in diesem Bereich auch durch lokale Unternehmen erbracht

wird. Insgesamt decken Anbieter aus Baden-Württemberg bereits einen erheblichen Teil der Wertschöpfungskette im Bereich Ladeinfrastruktur ab. Schwerpunkte gibt es im Bereich der Hardwareherstellung sowie im Betrieb (vor allem durch regionale Versorger).

4.2 Zusammenfassung und Ergebnisse der Experteninterviews und der Umfrage unter den Clustermitgliedern

Im Rahmen der Studie wurde eine Umfrage unter Mitgliedsunternehmen und Partnern des Clusters Elektromobilität Süd-West und Experteninterviews mit ausgewählten Unternehmen durchgeführt, um deren aktuelle Positionierung sowie künftige Potenziale im Bereich der Ladeinfrastruktur zu evaluieren. Die Umfrage inklusive der detaillierten Auswertungen ist im Anhang der Studie beigefügt.

Die Umfrage wurde von 15 Unternehmen beantwortet, Branche und Unternehmensgröße der Unternehmen sind Abbildung 29 zu entnehmen. Zusätzlich wurden acht Experteninterviews durchgeführt, die maßgeblich als Hintergrundinformationen für die Ausweisung von Potenzialen in die Studie mit einbezogen wurden.

⁶ | <https://safe-bw.net/konsortium/>

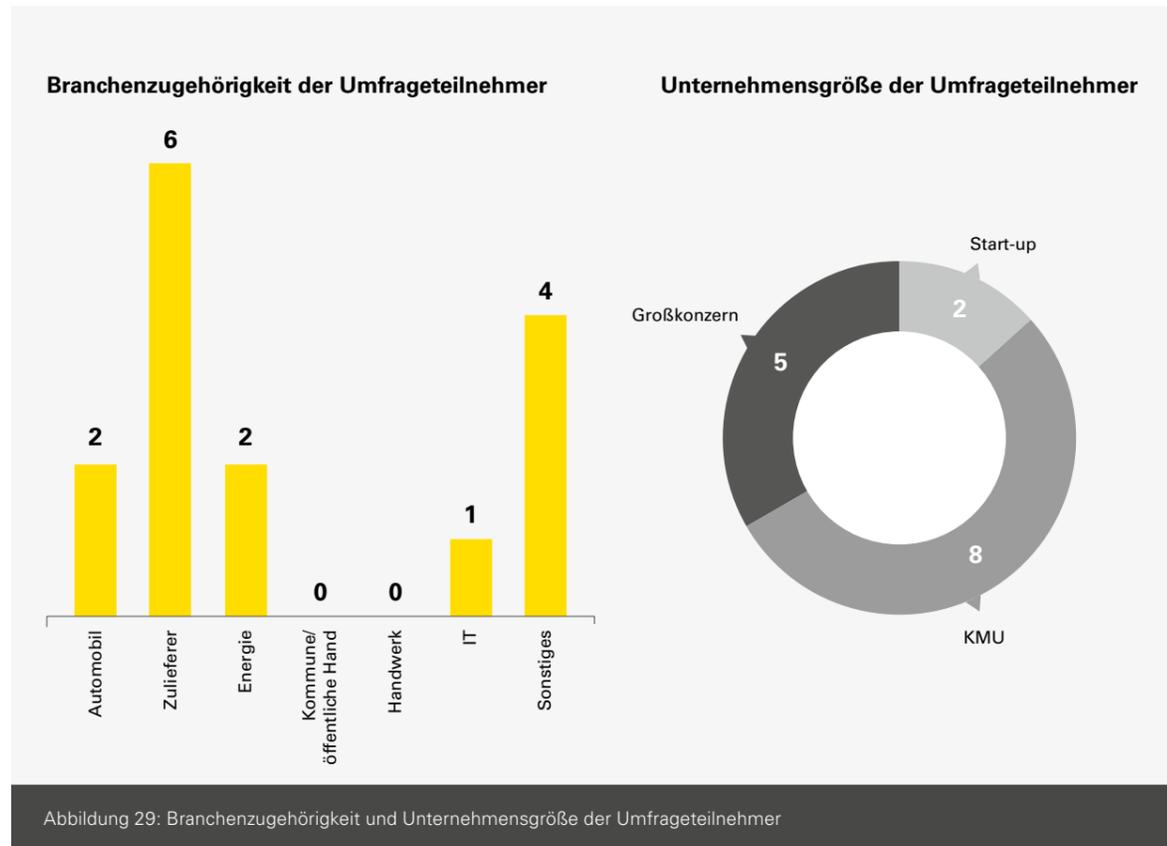


Abbildung 29: Branchenzugehörigkeit und Unternehmensgröße der Umfrageteilnehmer

Sieben der 15 teilnehmenden Unternehmen sind bereits vor dem Jahr 2010 in das Thema Elektromobilität eingestiegen und somit schon einige Jahre im Geschäftsfeld aktiv. Vier weitere Unternehmen sind 2017/18 in den Markt für Elektromobilität eingestiegen. 2010 wurde u. a. auch e-mobil BW als Landesagentur für Elektromobilität gegründet, da zu diesem Zeitpunkt verstärkte Diskussionen zum Thema aufkamen und auch die Nationale Plattform Elektromobilität (NPE) hat bereits 2010 das Ziel von einer Mio. Elektrofahrzeuge bis 2020 ausgegeben.

Im Folgenden wurde das Produktportfolio der in Baden-Württemberg ansässigen Unternehmen abgefragt. Der Großteil der Unternehmen bietet AC- (10) und DC-Hardwareprodukte (7) an. Lediglich vier Unternehmen haben Elektrik/Elektronik(E/E)-Komponenten im Angebot. Auf die Frage nach angebotenen Dienstleistungen gehen die Antworten in eine ähnliche Richtung. Die meisten Unternehmen gaben hier hardwarenahe Dienstleistungen an, beispielsweise

se die Installation (6) oder Wartung (5) von Ladeinfrastruktur. IT-Service-bezogene Dienstleistungen wie Abrechnung oder Datenanalyse (jeweils 3) werden seltener angeboten. Entsprechend den Antworten fällt auch die Rollenverteilung der Akteure aus. Knapp die Hälfte der Unternehmen (7) sehen sich in der Rolle des Hardwareherstellers, jeweils drei Unternehmen sind CPO und Datenbündler. Die detaillierten Auswertungen sind Abbildung 30 zu entnehmen (Mehrfachnennungen waren möglich).

Bereits an dieser Stelle lässt sich festhalten, dass die an der Umfrage teilnehmenden Unternehmen einen sehr starken Fokus auf den Wertschöpfungsstufen Ladehardware und Installations- und Wartungsdienstleistungen haben. Hier spiegelt sich auch die starke Rolle der Zuliefererindustrie in Baden-Württemberg wider, die ebenfalls einen engen Bezug zu Hardwareprodukten besitzt. Softwarebezogene Wertschöpfungsstufen sind in Baden-Württemberg eher gering vertreten.

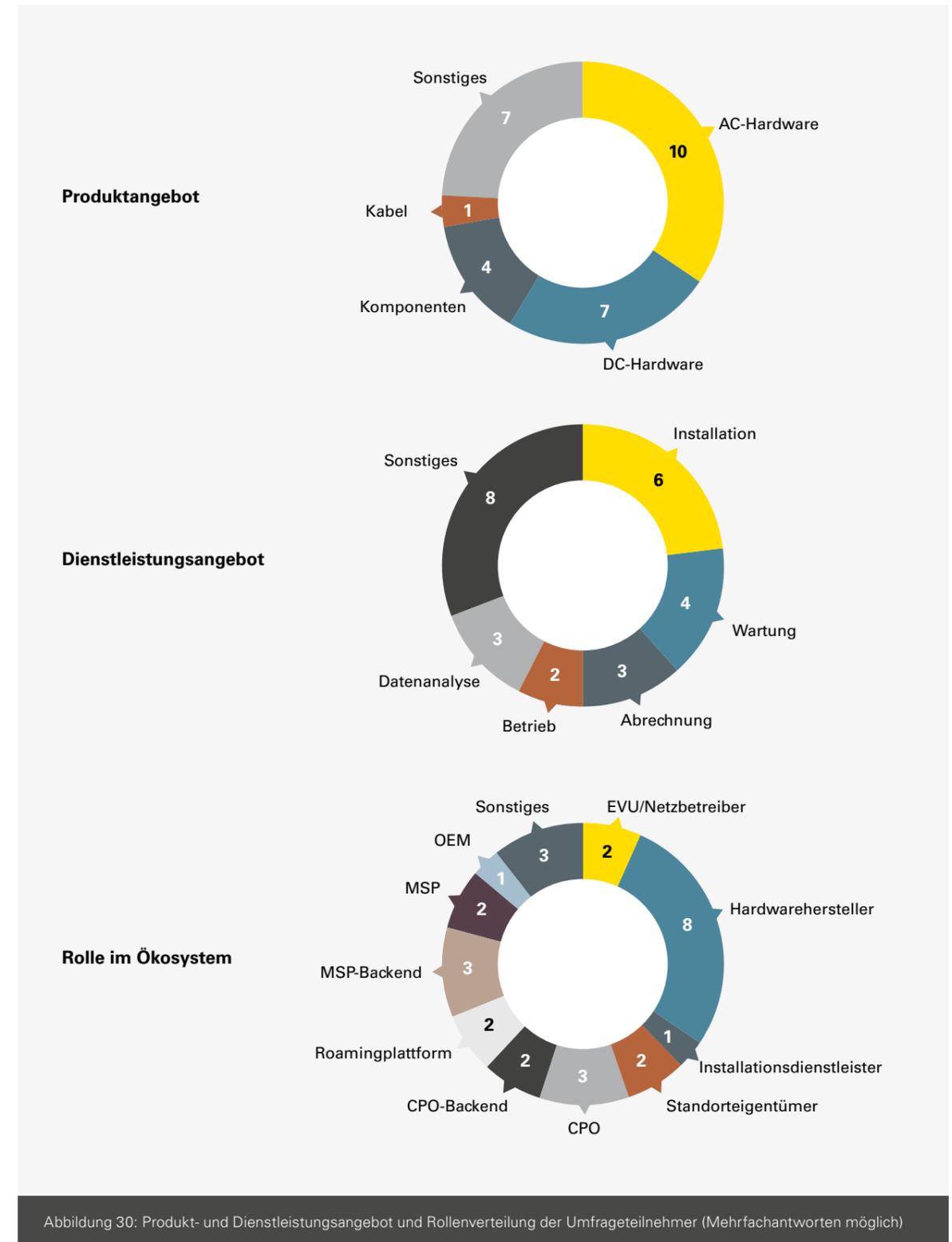


Abbildung 30: Produkt- und Dienstleistungsangebot und Rollenverteilung der Umfrageteilnehmer (Mehrfachantworten möglich)

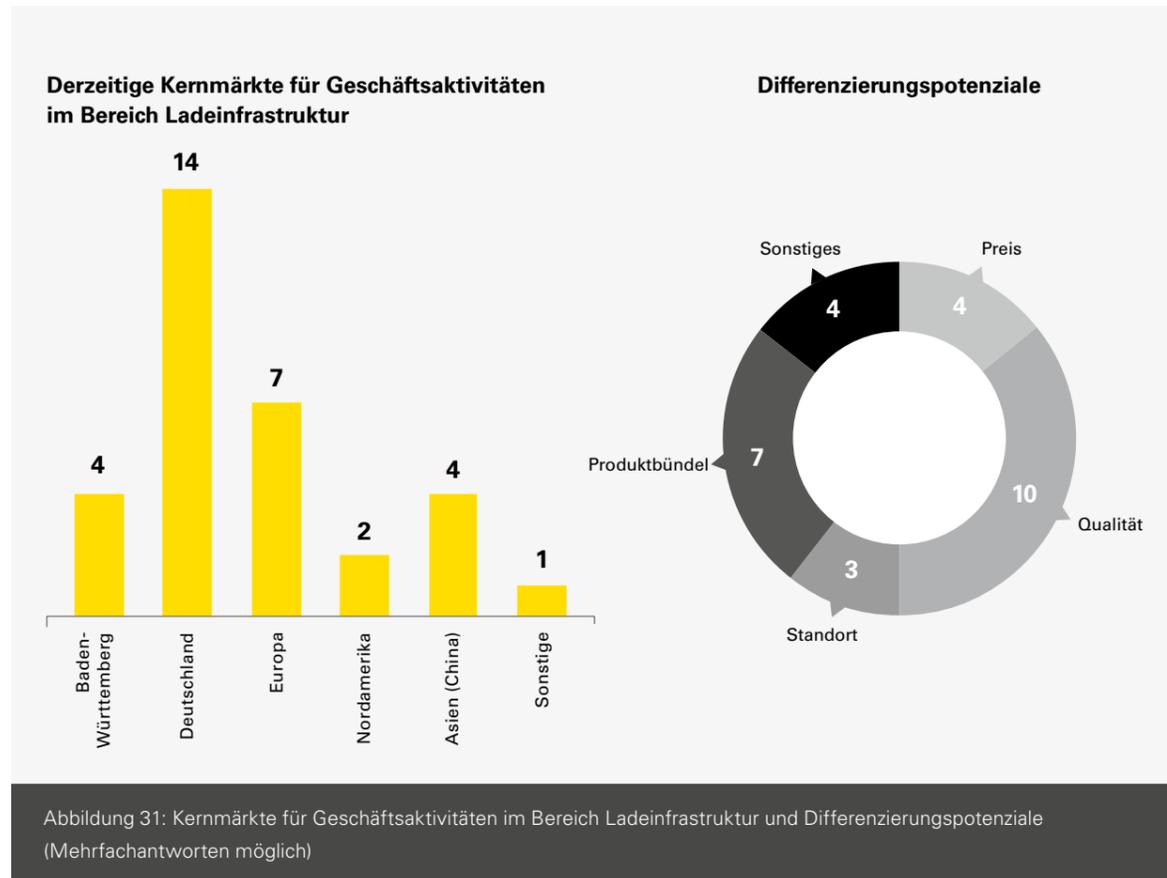


Abbildung 31: Kernmärkte für Geschäftsaktivitäten im Bereich Ladeinfrastruktur und Differenzierungspotenziale (Mehrfachantworten möglich)

Wie in Abbildung 31 zu sehen, sind für den Großteil der befragten Unternehmen die Märkte Deutschland (14 Nennungen) und Europa (7 Nennungen) derzeit wesentlicher Treiber für das Wachstum der Geschäftsaktivitäten im Bereich Ladeinfrastruktur. Nur wenige Unternehmen haben wesentliche Geschäftsaktivitäten in den Märkten China (4) und Nordamerika (2). Die Frage nach grundsätzlichen Differenzierungspotenzialen im Bereich Ladeinfrastruktur beantwortet ein Großteil der Unternehmen mit Qualität (10) oder dem Angebot von Produktbündeln (7). Somit besteht in Deutschland und Europa Nachfrage nach qualitativ hochwertigen Lade-(hardware-)produkten.

Die derzeitige Wettbewerbsintensität im Geschäftsumfeld der Ladeinfrastruktur wird von den meisten Unternehmen als hoch (6) oder mittel (7) eingeschätzt, allerdings mit der Tendenz einer zukünftig zunehmenden Intensität. Hauptwettbewerber der Umfrageteilnehmer kommen meist aus Deutschland (10) oder Europa (9) und der Großteil der Unter-

nehmen ist der Ansicht, dass zukünftig weitere Unternehmen in den Markt der Ladeinfrastruktur einsteigen werden. Allen voran wurde die Automobilindustrie (9), Start-ups (8) und Unternehmen der Energiebranche (7) genannt. Eine Übersicht zeigt Abbildung 32.

Um sich zukünftigen Herausforderungen im Markt für Ladeinfrastruktur zu stellen, werden von den in Baden-Württemberg ansässigen Unternehmen meist Kooperationen angestrebt (11 Nennungen). Auch die Themen Forschung und Entwicklung (8) und Förderprojekte (6) wurden häufig genannt.

Geschäftsaktivitäten im Bereich Ladeinfrastruktur werden in den meisten Unternehmen über verteilte Funktionen in mehreren Abteilungen gestreut (7 Nennungen), drei Unternehmen haben die Aktivitäten bereits in einen eigenen Geschäftsbereich ausgegliedert. Die Anzahl der direkt und indirekt beschäftigten Mitarbeiter der Unternehmen ist hin-

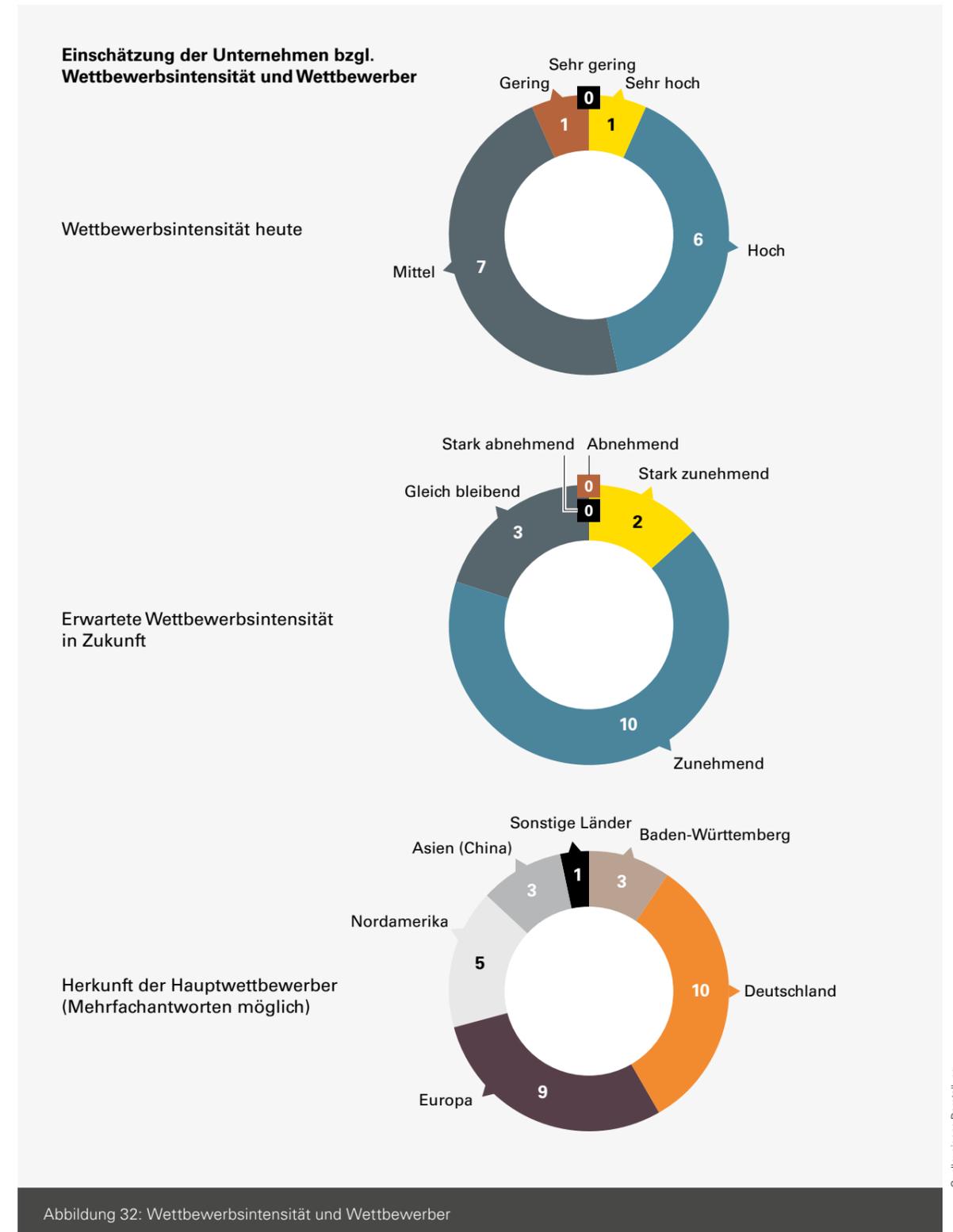
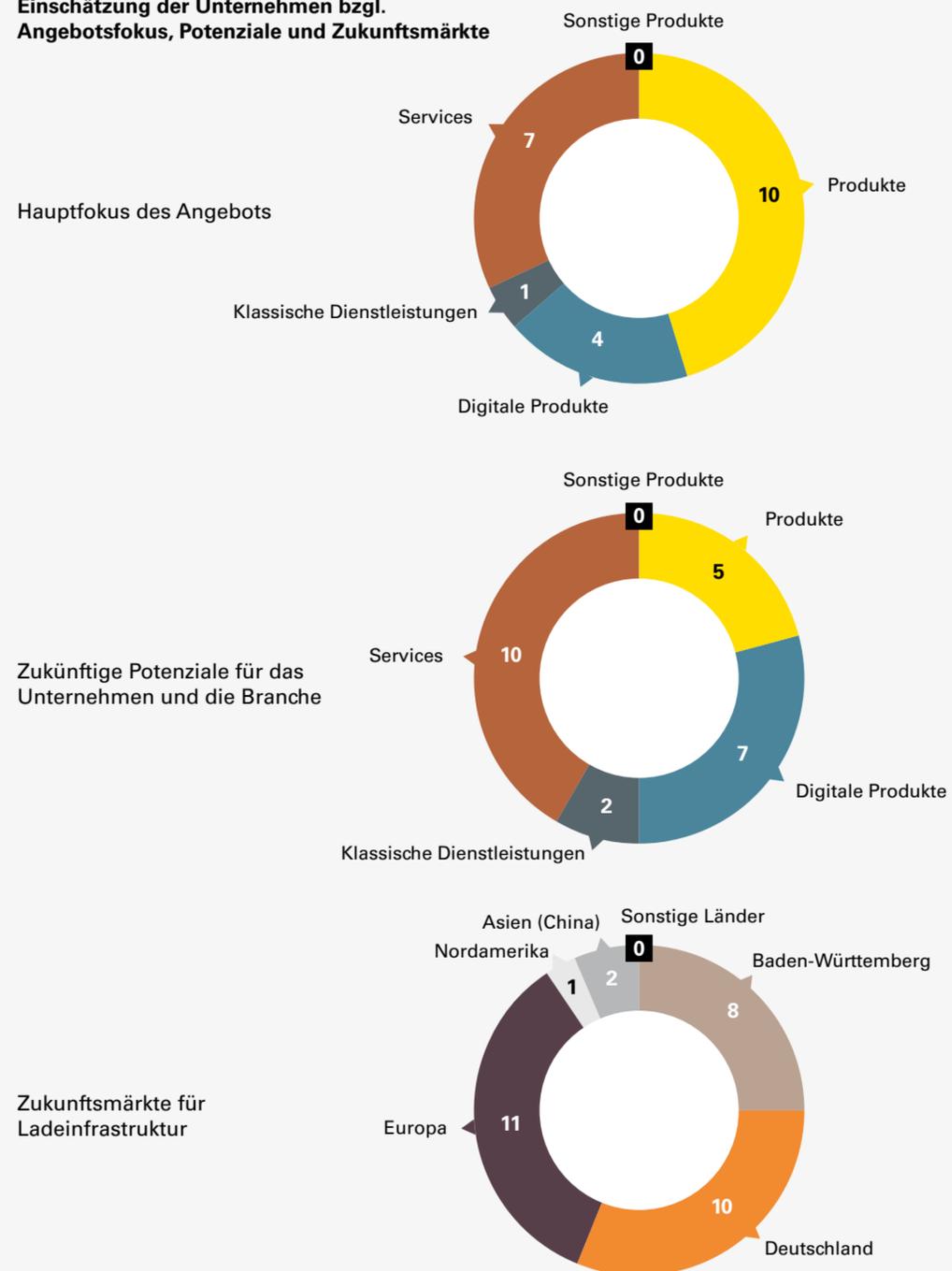


Abbildung 32: Wettbewerbsintensität und Wettbewerber

Einschätzung der Unternehmen bzgl. Angebotsfokus, Potenziale und Zukunftsmärkte



Quelle: eigene Darstellung

Abbildung 33: Angebotsfokus, Zukunftsmärkte und Potenziale (Mehrfachantworten möglich)

gegen eher gering. Zwar gibt es einen Umfrageteilnehmer, der deutlich mehr Mitarbeiter im Bereich E-Mobilität/Ladeinfrastruktur beschäftigt, der Großteil der Unternehmen beschäftigt jedoch im Durchschnitt ca. zehn Mitarbeiter. Die meistgenannte Hauptausbildung der Beschäftigten liegt im Bereich Elektrotechnik (10), gefolgt von Maschinenbau und IT (jeweils 4) sowie BWL, Wirtschaftsinformatik und Sonstigem (jeweils 2 Nennungen).

Die meisten Umfrageteilnehmer gehen in den kommenden ein bis zwei Jahren von einem sehr starken Marktwachstum aus, sowohl für das Geschäftsfeld der Elektromobilität als auch für den Bereich der Ladeinfrastruktur. Der Hauptfokus der Unternehmen liegt dabei auf dem Angebot klassischer Produkte, wohingegen vor allem für Services und digitale Produkte hohe Wachstumspotenziale gesehen werden. Neben Deutschland wird vor allem Europa als zukünftig wichtigster Markt für Geschäftsaktivitäten im Bereich Ladeinfrastruktur gesehen. Nordamerika und China haben unter den Umfrageteilnehmern lediglich eine geringe Relevanz für das künftige Geschäftspotenzial im Bereich Ladeinfrastruktur. Eine grafische Übersicht ist in den Diagrammen in Abbildung 33 dargestellt.

Viele Umfrageteilnehmer sehen die Stärken des Wirtschaftsstandortes Baden-Württemberg im Bereich Ladeinfrastruktur in hoher Innovationskraft, der vielfältigen Unternehmerlandschaft inklusive Start-ups, der starken Automobil- und Zuliefererindustrie sowie in der guten Forschungs- und Institutslandschaft. Nicht ausreichend abgedeckte Kompetenzen wurden vor allem im Bereich IT identifiziert. Des Weiteren wird das Thema Abrechnung und Tarifschmelze für öffentliches Laden als wesentliches Hemmnis für den Durchbruch der Elektromobilität gesehen, was sich aber nicht nur auf Baden-Württemberg beschränkt, sondern mindestens auch auf Bundesebene zutrifft. Für Baden-Württemberg wird zudem bemängelt, dass noch immer viele Unternehmen am Verbrennungsmotor festhalten und der Umstieg hin zur Elektromobilität hinausgezögert wird.

Grundsätzlich wurde von den Umfrageteilnehmern, besonders aber auch in den Experteninterviews, der Wunsch nach einer besseren Vernetzung und der Förderung des Plattformgedankens in Baden-Württemberg zum Ausdruck gebracht. Heterogene Forschungskonzepte mit Akteuren aller Branchen und Größen können Unternehmen zusammenbringen und vor allem Start-ups sowie KMU den Zugang zum

Markt erleichtern. Beispielsweise kann durch öffentlich geförderte Schaufenster- und Leuchtturmprojekte das gemeinsame Lernen gefördert werden und gemeinsam können zukunftsfähige Konzepte entwickelt werden, die dann am Weltmarkt etabliert werden können.

Durch die Medienberichterstattung entwickelt sich nach Meinung der Umfrageteilnehmer zum Teil eine negative öffentliche Wahrnehmung zum Thema Ladeinfrastruktur, vor allem, was das öffentliche Laden angeht. Da allerdings mehr als 85% der Ladevorgänge privaten und halböffentlichen Anwendungen zuzuordnen sind, sollte dieser Anwendungsfall sowohl in der Berichterstattung als auch bei zukünftigen Förderprogrammen eine höhere Aufmerksamkeit genießen.

Des Weiteren wird die Elektromobilität als wesentlicher Treiber im Kontext der Energiewende gesehen. Es bestehen beispielsweise hohe Synergiepotenziale mit dem erforderlichen Netzausbau zur Integration von lokaler, erneuerbarer Energieerzeugung. Hier könnte durch gezielte, ganzheitliche Förderkonzepte die lokale und regionale Infrastruktur für die Energiewende sowie die Elektromobilität ertüchtigt werden.

Die im Weiteren beschriebenen Markt- und Beschäftigungspotenziale für Baden-Württemberg wurden auf Basis der Umfragerückmeldungen, Experteninterviews und einer Analyse der Mitgliedsunternehmen des Clusters Elektromobilität Süd-West simuliert.

4.3 Künftige Entwicklungsszenarien für den Wirtschaftsstandort Baden-Württemberg

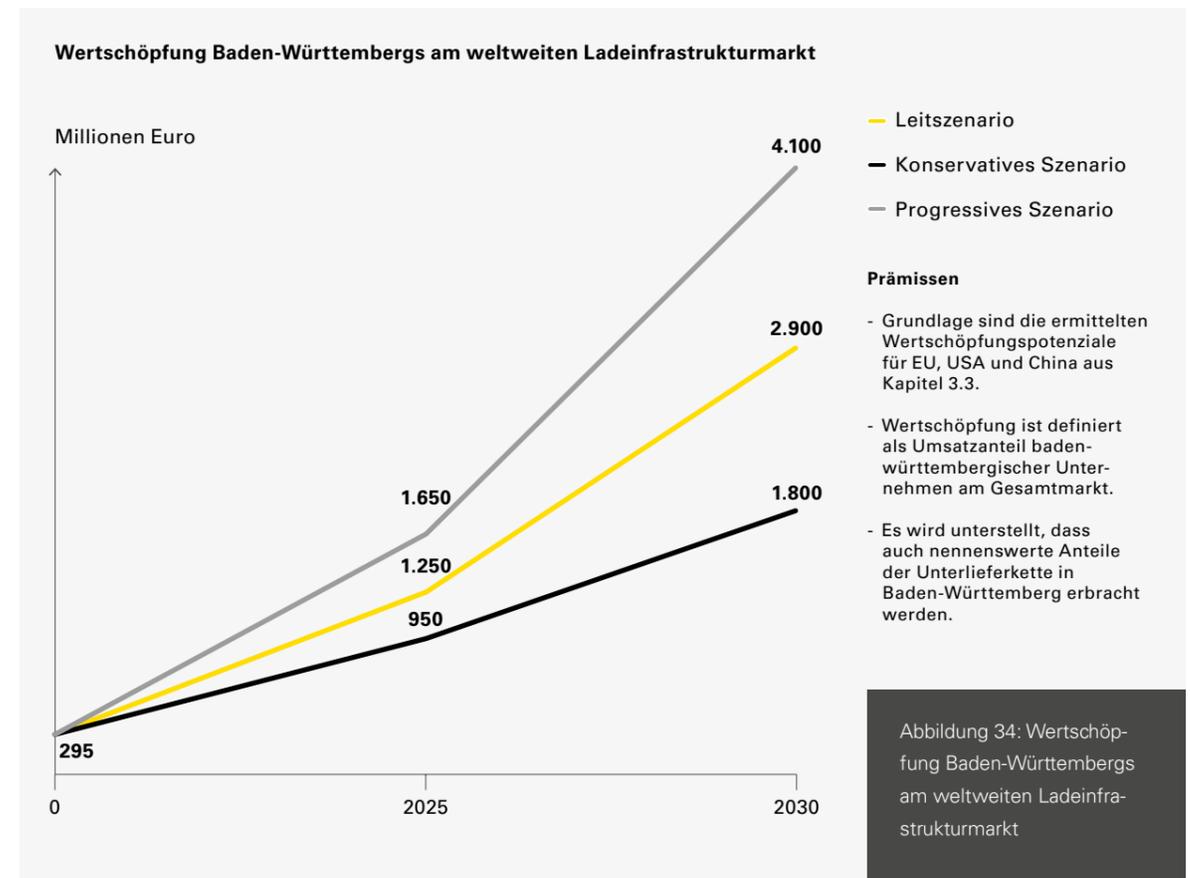
Im Kapitel 3.2 wurde bereits anhand des Hochlaufs für die Zulassungszahlen für Elektrofahrzeuge ein starkes Marktwachstum (mit einer durchschnittlichen jährlichen Wachstumsrate von ~20 %) für den nachlaufenden Ladeinfrastrukturmarkt hergeleitet. Aktuell zeigt sich der Lademarkt als noch recht unreifer Markt in einer Expansionsphase, der durch Markteintritte neuer Unternehmen, Neu- und Ausgründungen eigener Gesellschaften sowie Konsolidierungen geprägt ist. Deshalb ist eine Prognose der Entwicklung bis 2030 für den Standort Baden-Württemberg aus heutiger Sicht noch mit großer Unsicherheit behaftet. Aufgrund dieser Unschärfe wurde für die Bewertung der Wertschöpfung und der resultierenden Beschäftigungseffekte eine Modellierung anhand von drei möglichen Szenarien vorgenommen.

- Im **Leitszenario** wird angenommen, dass die bereits heute durch baden-württembergische Unternehmen erreichten Anteile in den einzelnen Wertschöpfungsstufen im Zuge des prognostizierten Marktwachstums gefestigt und dass Marktanteile in wertschöpfungsintensiven Bereichen moderat ausgebaut werden können.
- Szenario 2 bildet ein **konservatives Szenario** ab. Dieses unterstellt, dass zunehmende Konkurrenz im Hardwaregeschäft, z. B. durch den Markteintritt großer asiatischer Anbieter, zu einem starken Kostenwettbewerb führt. Zudem wird hier angenommen, dass weitere CPO in den HPC- sowie in den Flottenmarkt eintreten. Darüber hinaus wird ein zunehmender Anteil an MSP simuliert, die mit den Angeboten der baden-württembergischen Automobilhersteller im Wettbewerb stehen.
- Szenario 3 stellt hingegen ein **progressives Szenario** dar. Es wird davon ausgegangen, dass bestehende Wertschöpfungsanteile konsequent ausgebaut und erhöht werden. Dabei gelingt die Expansion der ansässigen Unternehmen über die Landesgrenzen hinaus insbesondere in den europäischen Markt. Gleichzeitig wird unterstellt, dass die in Baden-Württemberg heute noch unterrepräsentierte DC-Hardware gestärkt wird. Des Weiteren behaupten sich die baden-württembergischen Unternehmen im deutschen und internationalen MSP- sowie CPO-Geschäft und sind auch bei den digitalen Dienstleistungen, bspw. dem CPO-Backend, wettbewerbsfähig.

Berechnungsgrundlage sind die ermittelten Wertschöpfungspotenziale für EU, USA und China aus Kapitel 3.3. In jeder Wertschöpfungsstufe wurde der prozentuale Anteil an Wertschöpfung durch baden-württembergische Unternehmen abgeschätzt. Diese Abschätzungen basieren auf den durchgeführten Experteninterviews mit ausgewählten Mitgliedsunternehmen und Partnern des Clusters Elektromobilität Süd-West, der Auswertung der Umfrage sowie eigenen Marktrecherchen von P3. Für die Bewertung der zukünftigen Wertschöpfungsanteile wurden ebenfalls die Indikationen der befragten Unternehmen, sich abzeichnende Entwicklungstendenzen im Markt sowie parallele Entwicklungen in anderen Märkten herangezogen.

Abbildung 34 zeigt die aktuellen und prognostizierten Wertschöpfungsanteile durch baden-württembergische Unternehmen im weltweiten Lademarkt. Dieser beträgt heute ca. 295 Mio. Euro über alle Wertschöpfungsstufen hinweg. Das Leitszenario zeigt ein Wachstum von über 400 % bis 2025 und mit 2.900 Mio. Euro eine zehnfache Wertschöpfung im Jahr 2030. Die höchste Bedeutung in der Wertschöpfung haben heute die Ladehardware mit einem Anteil von über 50 % sowie die Planungs- und Installationsleistungen mit über 25 %.

Im konservativen Szenario fällt der prognostizierte Wertschöpfungsanteil langfristig um 40 % geringer aus und beläuft sich bis Ende der Dekade lediglich auf ca. 1.800 Mio. Euro. Hier zeigt sich insbesondere, welche Auswirkungen eine abgeschwächte CPO- und MSP-Position und damit einhergehend geringere Stromverkäufe sowie eine Halbierung des Marktanteils bei Hardware im europäischen Lademarkt mit sich bringen. Demgegenüber zeigt sich bei einer vorteilhaften Entwicklung ein Wertschöpfungspotenzial von 4.100 Mio. Euro, was einem jährlichen durchschnittlichen Marktwachstum von 30 % entspricht. Hierzu müsste bei der Ladehardware ein Wertschöpfungsanteil von 15 bis 20 % sowie ein Marktanteil von 20 % (als MSP und CPO in Kombination) im europäischen HPC-Markt erreicht werden.



4.4 Künftige Wertschöpfungspotenziale „Ladeinfrastruktur“ in Baden-Württemberg

Für eine genauere Betrachtung wurde analysiert, wie sich die in Baden-Württemberg erbrachte Wertschöpfung im Lademarkt nach Regionen bilanziert. Dabei wurde unterschieden in inländische Wertschöpfung, d.h. Wertschöpfung mit Ladeprodukten und -diensten, die in Baden-Württemberg verbleiben und in exportierte Wertschöpfungspotenziale mit Aufschlüsselung nach den Regionen Deutschland, EU ohne Deutschland sowie USA und China. Die Landkarte in Abbildung 35 veranschaulicht die in Baden-Württemberg erbrachte Wertschöpfung mit Effekten auf einzelne Regionen aus heutiger Perspektive und zeigt die Potenziale für das Jahr 2030 auf Basis des Leitszenarios auf.

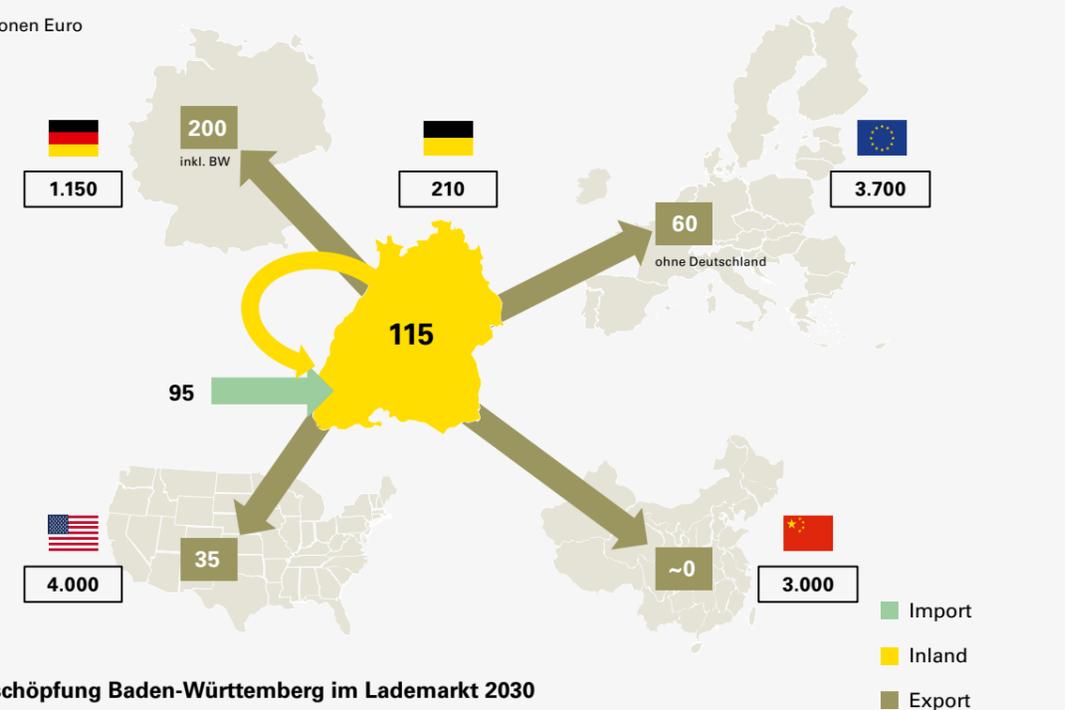
Heute wird mit 115 Mio. Euro ein Anteil von >50 % als Eigenwertschöpfung am inländischen Lademarkt erbracht. Die Wertschöpfung aus Baden-Württemberg für den Lademarkt Deutschland umfasst ein Volumen von ca. 200 Mio. Euro und stellt einen Marktanteil von ~17 % dar. Exporte in andere europäische Länder sowie in die USA fallen derzeit (noch) sehr gering aus. In den Experteninterviews wurde flächendeckend bestätigt, dass der bisherige Fokus sehr stark auf dem Aufbau des regionalen Ladegeschäftes in Baden-Württemberg und Deutschland lag. Zudem wird bereits hier deutlich, dass der Lademarkt durch einen großen lokalen Fußabdruck geprägt ist und der Aufbau eines Exportgeschäftes nicht in allen Wertschöpfungsstufen möglich ist. In den Interviews wurde aber auch deutlich, dass sich der Fokus zahlreicher Unternehmen nun verstärkt auf die Internationalisierung und den Rollout des Geschäftes auf weitere Märkte richtet. Bis 2030 zeigt die Simulation im Leitszenario eine Vergrößerung des EU-Geschäfts ohne Deutschland um Faktor 15. Insgesamt könnte die Wertschöpfung im Land Baden-Württemberg einen Anteil von 7 bis 8 % am europäischen Lademarkt im Jahr 2030 erreichen. Exporte in die USA fallen weiterhin gering aus. Dies liegt darin begründet, dass der Markt für Ladehardware bereits größtenteils durch lokale Unternehmen besetzt ist. Ladehardware wird entweder lokal gefertigt oder von namhaften internationalen Herstellern zugekauft, die derzeit nicht in Baden-Württemberg lokalisiert sind. Des Weiteren sind auch keine Stromexporte möglich. Exportmöglichkeiten hingegen bestehen für Subkomponenten für Ladehardware sowie für Entwicklungsleistungen von MSP-Diensten sowie Backend-Systemen, die – gekoppelt an den Export von Elektrofahrzeugen

aus Baden-Württemberg – den Kunden mit zur Verfügung gestellt werden. In Richtung des Lademarktes China sind heute keine nennenswerten Exporte aus Baden-Württemberg zu verzeichnen. Auch die Trends im Lademarkt sowie die Aussagen in den geführten Interviews lassen kein größeres Exportpotenzial dorthin erkennen. China verfolgt wie auch im Fahrzeugmarkt eine eigene Strategie im Lademarkt und stärkt hier die eigenen lokalen Unternehmen. Mit den meistverkauften Elektrofahrzeugen weltweit nimmt China im Elektromobilitätsmarkt eine führende Rolle ein. Des Weiteren verfügt China über starke Positionen bei Wertschöpfung und Skalierung im Bereich Ladehardware, aber auch bei IT und Software. Daher wird hier eher als realistischeres Szenario gesehen, dass China zukünftig den eigenen Export von Ladehardware und Softwarelösungen weiter forcieren wird.

Im nächsten Schritt soll die Frage beantwortet werden, wie die Wertschöpfungspotenziale für Baden-Württemberg über die Wertschöpfungsstufen verteilt sind und wo sich Potenziale für höhere Exportleistungen ergeben. Im Modell wurde die Wertschöpfung in Baden-Württemberg auf Basis heutiger Marktanteile sowie Annahmen über zukünftige Marktanteile auf die Wertschöpfungsstufen heruntergebrochen. Die Annahmen wurden durch die Experteninterviews und die Umfrage unter den Clustermitgliedern validiert. Abbildung 36 stellt die zeitliche Entwicklung der Anteile im Leitszenario dar. Zudem wurde über die gesetzten Marktanteile nach Regionen simuliert, welcher Wertschöpfungsanteil im Lademarkt Baden-Württemberg verbleibt („Inland“) und welche Exportanteile in den Wertschöpfungsstufen realisiert werden können. Dabei zeigt sich ein sehr differenziertes Bild.

Wertschöpfung Baden-Württemberg im Lademarkt 2020

in Millionen Euro



Wertschöpfung Baden-Württemberg im Lademarkt 2030

in Millionen Euro

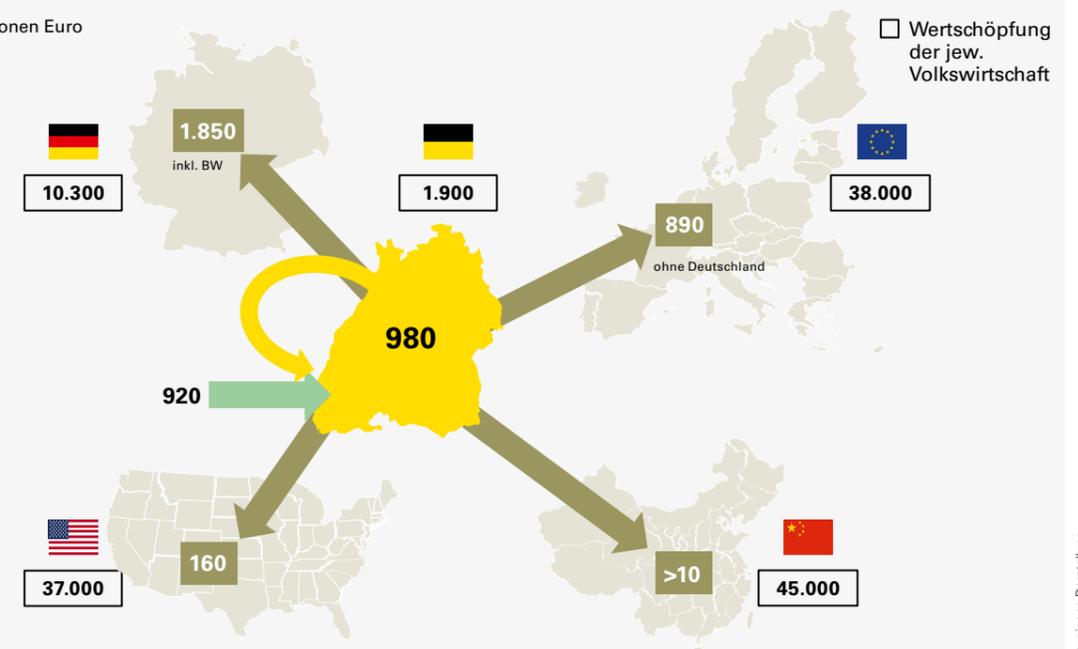
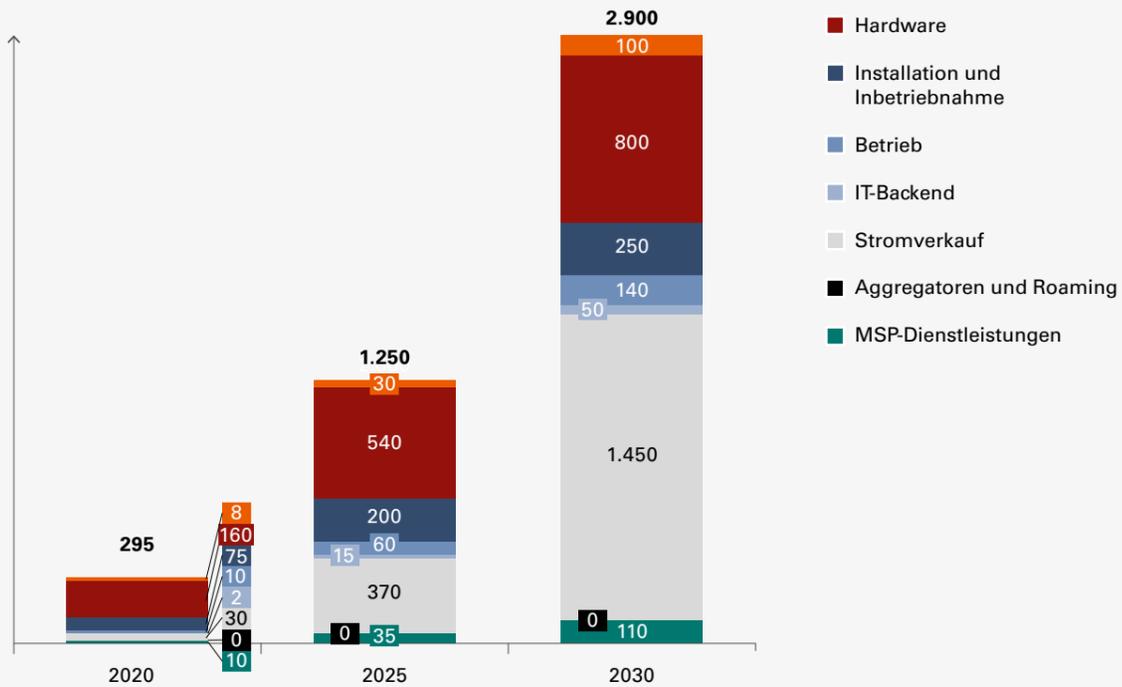


Abbildung 35: Wertschöpfung Baden-Württembergs im Lademarkt 2020 und 2030

Quelle: eigene Darstellung

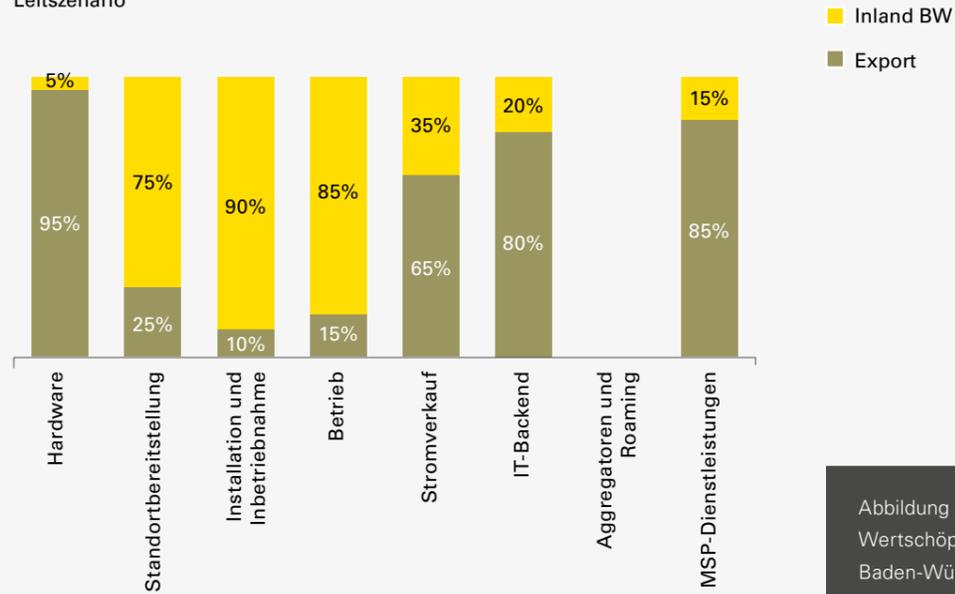
Wertschöpfung in Baden-Württemberg innerhalb der Value Pools (vgl. Abb. 15)

Leitszenario [in Millionen Euro]



Wertschöpfungsanteile nach Inland vs. Export 2030

Leitszenario



Quelle: eigene Darstellung

Abbildung 36:
Wertschöpfungsanteile für
Baden-Württemberg

Heute finden sich 50 % der baden-württembergischen Wertschöpfung in Ladehardware wieder. Etwa 85 Mio. Euro entstehen bei Handwerksbetrieben und technischen Dienstleistern für die Installation und Inbetriebnahme von Wallboxen (~70 %) in privaten und Ladesäulen (~30 %) in öffentlichen Anwendungsfällen. Mit ca. 10 % hat der Stromverkauf heute noch einen kleinen Anteil am Umsatz, gewinnt aber in den kommenden zehn Jahren stark an Bedeutung. Davon ausgehend, dass in Europa im Jahr 2030 jedes sechste zugelassene Fahrzeug rein elektrisch angetrieben wird oder zumindest über ein PHEV-Konzept verfügt, wird der Stromverkauf bis dahin ca. 50 % an der Gesamtwertschöpfung ausmachen. Obwohl im Leitszenario ein konstant bleibender Marktanteil bei der Hardware für inländische Unternehmen unterstellt wurde, ist eine relativ sinkende Bedeutung zu beobachten, da in der zweiten Hälfte der Dekade von einer ersten Marktsättigung an Ladepunkten und geringeren Erweiterungsinvestitionen sowie sinkenden Material- und Produktionskosten ausgegangen wird. Effekte durch Ersatzinvestitionen kommen hier bei betriebsgewöhnlichen Laufzeiten zwischen sechs und zehn Jahren nicht stark zum Tragen und können auch den Rückgang der Erstinvestitionen nicht kompensieren.

Die Wertschöpfung durch den Betrieb eines IT-Backends gewinnt über die Zeit etwas an Bedeutung, spielt jedoch auch zukünftig aufgrund der geringen Zahlungsbereitschaft und des verhaltenen Marktanteils keine große Rolle. Jedoch kann davon ausgegangen werden, dass der Datenpool des IT-Backends zukünftig auch neue Geschäftsmodelle eröffnet, die heute noch nicht ausreichend vorausgesehen werden können und deshalb nicht in die Bewertung einbezogen wurden. Ähnliches gilt für die Position des MSP. Für sich betrachtet zeigt diese Wertschöpfungsstufe auch zukünftig nur kleine Potenziale. Die MSP- und CPO-Rolle in Kombination ermöglicht aber den direkten Kundenkontaktpunkt und damit eine starke Kontrolle des Geschäftsmodells mit Verkauf des Stromes und weiteren Services wie z. B. Lastmanagement, zeitlich gesteuerte Tarife und das Platzieren von Werbung.

Mit zunehmender Reife des Marktes entscheidet auch die Exportfähigkeit eines Produktes oder einer Dienstleistung über das Wertschöpfungspotenzial. Generell ist festzuhalten, dass sich nicht alle Wertschöpfungsstufen des Lademarktes für den Export gleichermaßen skalieren lassen. Zulieferkomponenten für Ladehardware können international exportiert werden, abhängig von Verbrauraten und Markt-

anteil des Ladehardwareanbieters. Bei Ladesäulen gewinnt aufgrund der zunehmenden Größe des Marktes und steigenden Logistikkostenanteils eine Lokalisierung wiederum an Bedeutung.

Den stärksten lokalen Fußabdruck zeigen die Planungs- und Installationsleistungen, die fast immer vom Elektrohandwerk vor Ort erbracht werden. Zwar arbeiten bestimmte CPO mit großen internationalen Installationsdienstleistern zusammen, die aber wiederum lokale Niederlassungen besitzen und auch über das lokale Elektrohandwerk organisiert sind. Gleiches gilt für Wartung und Instandhaltung, die immer durch das lokale Handwerk oder durch lokale Dienstleister erbracht werden. Beide Wertschöpfungsstufen sind mit Vor-Ort-Handwerksleistung verbunden. Das Risiko eines starken Wettbewerbs von außen ist gering, da längere Anfahrtswege aufgrund der hohen Personalintensität wirtschaftlich unattraktiv werden. Zugleich wird die Exportfähigkeit mit steigender Distanz sehr stark limitiert.

Der Stromverkauf bietet ein mittleres Exportpotenzial. Hier ist es wichtig, entweder ein attraktives Preismodell für den eigenen MSP-Dienst oder entsprechend günstige B2B-Stromtarife anzubieten. IT-Backend und MSP-Services sind Wertschöpfungsstufen mit hohem Internationalisierungspotenzial, da z. B. große internationale CPO dasselbe Backend nutzen oder die OEM für ihre E-Fahrzeuge den Kunden i. d. R. auch ein MSP-Angebot bereitstellen.

4.5 Künftige Beschäftigungseffekte „Ladeinfrastruktur“ in Baden-Württemberg

Neben dem Wertschöpfungspotenzial stellt sich auch die Frage, welche Beschäftigungseffekte der Lademarkt für Baden-Württemberg mit sich bringt. Zur Ermittlung der Beschäftigtenzahlen wurden je Wertschöpfungsstufe für das Geschäftsmodell übliche Pro-Kopf-Umsatzrelationen herangezogen. In der Hardwareherstellung erwirtschaftet ein Mitarbeiter im Jahr durchschnittlich 250.000 Euro. Im Handwerk Baden-Württemberg liegt diese Kennzahl bei 160.000 Euro pro Mitarbeiter. Für Energieerzeuger liegt der Pro-Kopf-Umsatz mit 800.000 Euro im Branchendurchschnitt deutlich höher. Bei IT-Backend und MSP-Services wird dagegen heute von einer geringen Umsatzrelation i. H. v. 50.000 Euro ausgegangen, da diese Geschäfte durch noch unreife Produkte gekennzeichnet und noch nicht ausreichend skaliert sind. Bis 2030 wird hier mit einem deutlichen Anstieg auf 400.000 Euro pro Mitarbeiter gerechnet, also einer Angleichung an heutige Branchendurchschnitte für Software und Technologie.

Ausgehend von dem ermittelten Wertschöpfungspotenzial i. H. v. 295 Mio. Euro ergeben sich für Baden-Württemberg heute Beschäftigungseffekte von ca. 1.500 Beschäftigten im Ladeinfrastrukturmarkt. Das heute noch niedrige Beschäftigungsniveau wurde auch in den Interviews reflektiert. Hier wurden fast bei allen interviewten Unternehmen derzeitige kleine Mitarbeiterzahlen im Bereich Laden ge-

nannt, die sich i. d. R. zwischen zehn und 50 Mitarbeitern bewegen. Jedoch wurde auch unterstrichen, dass diese Teams und Abteilungen derzeit in starken Aufbauphasen sind und hier mit Verdopplung oder sogar Verdreifachung der Mitarbeiter in den nächsten zwei bis drei Jahren gerechnet wird. Auch das entwickelte Simulationsmodell bestätigt dieses Wachstum. Bis 2025 kann für Baden-Württemberg im Leitszenario mit einer Verdopplung der Beschäftigung auf ca. 4.300 Mitarbeiter im Lademarkt gerechnet werden. Bei Nutzung von Wachstumschancen und weiteren Impulsen kann die Beschäftigung bis in das Jahr 2030 um einen Faktor 5 bis 7 steigen. Im progressiven Szenario könnten bis 2030 über 10.000 Beschäftigte in Baden-Württemberg ihren Arbeitsplatz im Ladeinfrastrukturmarkt finden. Abbildung 37 stellt die sich aus den Szenarien ergebenden Beschäftigungseffekte gegenüber.

Bei der Berechnung wurden nur direkte Beschäftigungseffekte mit eingeschlossenen Vorketten und deren Wertschöpfungsstufen berücksichtigt. Sekundäreffekte durch Schnittstellen zu Energie-, Immobilien- (wie z.B. Hausanschlüsse) und anderen Branchen wurden nicht berücksichtigt.

Ein abschließender Blick in die Wertschöpfungsstufen zeigt, dass die größte Beschäftigung für Baden-Württemberg durch Ladehardware und Installationsdienstleistungen entsteht. Bereits heute sind über 550 Handwerker im Ladeinfrastrukturmarkt in Baden-Württemberg beschäftigt. Auch in der Vorschau zeigt sich gerade im Handwerk ein großer Beschäftigungseffekt. Zwar wachsen die Neuinstallationen

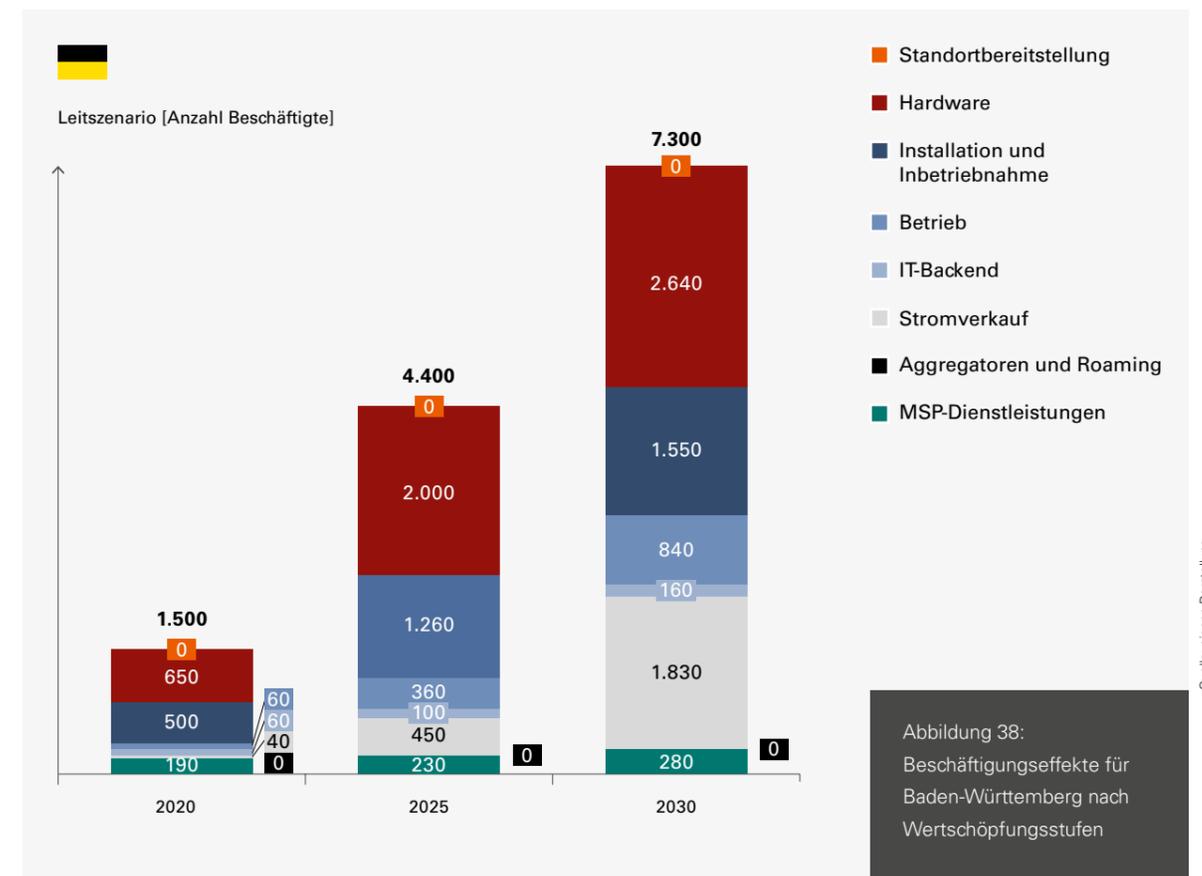
ab der zweiten Hälfte der Dekade nicht mehr so stark an, da dann vermehrt Personen auch ohne Heimlademöglichkeit auf Elektromobilität umsteigen werden, jedoch steigt dann der Bedarf an Fachkräften für Wartung und Instandhaltung der Ladeinfrastruktur stark an. Die Ladehardware ist weiterhin der größte Treiber für Beschäftigung, auch wenn das Wachstum durch notwendige Effizienzmaßnahmen und sinkende Material- und Produktionskosten geringer ausfällt als in anderen Wertschöpfungsstufen. Großes Beschäftigungswachstum wird im Stromverkauf erwartet. Im Jahr 2030 werden in diesem Value Pool ca. 25 % der Beschäftigung für Baden-Württemberg erwartet. IT-Backend und MSP zeigen nur kleine Beschäftigungseffekte. Dies liegt zum einen an den verhaltenen Umsätzen, zum anderen aber auch an notwendigen Skaleneffekten über die angeschlossenen Ladepunkte und User, um hier im internationalen Vergleich wettbewerbsfähig zu sein. Jedoch ist zu beachten, dass Softwarelösungen i. d. R. die Kundenschnittstelle abbilden.

Somit ergeben sich insbesondere hier Differenzierungsmöglichkeiten, z. B. benutzerfreundliche MSP-Apps, die einfache Verwaltung von Ladesäulen für Flottenmanager oder die Einbindung des Fuhrparks in ERP-Systeme. Die Beschäftigungseffekte mit prognostizierter Entwicklung sind in Abbildung 38 für das Leitszenario zusammenfassend dargestellt.

Anzahl Beschäftigte in BW	2020	2025	2030
Leitszenario	1.500	4.400	7.300
Konservatives Szenario		3.300	4.800
Progressives Szenario		5.700	10.200

Quelle: eigene Darstellung

Abbildung 37: Beschäftigungseffekte in Baden-Württemberg



Quelle: eigene Darstellung

Abbildung 38: Beschäftigungseffekte für Baden-Württemberg nach Wertschöpfungsstufen



05

Fazit und Empfehlungen

05

Fazit und Empfehlungen

Abschließend werden die Kernergebnisse der Studie zusammengefasst und allgemeine Empfehlungen abgegeben, die zur Stärkung des Wirtschaftsstandortes für Ladeinfrastruktur in Baden-Württemberg umgesetzt werden sollten.

5.1 Ergebniszusammenfassung

Basierend auf einer Grundlagenbeschreibung des Marktes für Ladeinfrastruktur inklusive der unterschiedlichen Anwendungsfälle, Charakterisierung von Marktrollen und -akteuren sowie einer Beschreibung von Kernkomponenten, -produkten und -dienstleistungen wurde das Marktpotenzial für Ladeinfrastruktur abgeleitet. Hierzu wurde die Wertschöpfungskette für Ladeinfrastruktur charakterisiert und darauf aufbauend ein Marktmodell entwickelt, anhand dessen das Umsatzpotenzial je Wertschöpfungsstufe errechnet werden konnte. Für die Studie wurden die ermittelten Wertschöpfungspotenziale auf die Zielmärkte der Studie heruntergebrochen, um so auch die adressierbaren Wertschöpfungsanteile für Baden-Württemberg abzuleiten.

Kurz- bis mittelfristig bieten die Wertschöpfungsstufen Ladehardware sowie lokale Dienstleistungen im Bereich Installation und Inbetriebnahme die höchsten Wertschöpfungspotenziale in Deutschland und Baden-Württemberg. Langfristig betrachtet wird sich jedoch der Stromverkauf als Wertschöpfungsstufe mit dem höchsten Potenzial etablieren. Softwarebezogene Dienstleistungen wie die Bereitstellung eines Betriebssystems zur Steuerung der Ladeinfrastruktur, Roaming oder MSP-Dienstleistungen haben sowohl kurz- als auch langfristig ein eher geringes Wertschöpfungspotenzial. Das Umsatzpotenzial durch Bereitstellung der Software ist stark skalierbar und unterliegt exponentiellem Wachstum, ist im Vergleich zu hardwarenahen Wertschöpfungs-

elementen aber auch langfristig geringer. Es lässt sich festhalten, dass der Markt für Ladeinfrastruktur in Deutschland und Baden-Württemberg sehr stark durch den Verkauf von Ladehardware, Installationsdienstleistungen und vor allem durch den Stromverkauf geprägt ist. Der Betrieb von Ladeinfrastruktur stellt aufgrund vieler Unsicherheiten, zum Beispiel auch in der Standortplanung oder in Bezug auf den künftigen regulatorischen Rahmen, ein eher risikoreiches Geschäftsmodell dar. Am Markt ist mit weiteren Verschiebungen, Rückwärtsintegration der Akteure und der Fokussierung auf skalierbare Geschäftsmodelle im Hintergrund (z.B. Technologiebereitstellung) zu rechnen. Dem gegenüber stehen sehr attraktive Umsatzpotenziale in Form von Stromverkauf, besonders an Ladestationen mit hohen Leistungen. Je nach Szenario wurde für den Wirtschaftsstandort Baden-Württemberg ein jährliches Wertschöpfungspotenzial von 1,8 Mrd. Euro bis 4,1 Mrd. Euro in 2030 prognostiziert.

Basierend auf der Detailanalyse der Wertschöpfungsstufen ergeben sich für Baden-Württemberg ein interner Wertschöpfungsanteil sowie Potenziale für Exportleistungen. Dabei sind bestimmte Wertschöpfungsstufen durch einen hohen lokalen Aufwand charakterisiert und vor externen Wettbewerbern geschützt, allerdings auch nicht für Exportleistungen geeignet. Als Beispiel hierfür können Installationsdienstleistungen genannt werden, die fast ausschließlich durch das lokale Elektrohandwerk erbracht werden. Auch der Betrieb von Ladeinfrastruktur wird meist durch regionale Energieversorgungsunternehmen sichergestellt. Demgegenüber stehen die Wertschöpfungsstufen mit hohem Potenzial für Exportleistungen. Hierzu zählen insbesondere der Hardwareverkauf und die Bereitstellung von Softwareprodukten für Ladeinfrastruktur. Expertenin-

terviews und die Umfrage unter den Mitgliedern des Clusters Elektromobilität Süd-West haben ergeben, dass derzeitige Geschäftsaktivitäten der in Baden-Württemberg ansässigen Unternehmen heute noch hauptsächlich auf den deutschen Markt abzielen. Zeitgleich liegt der Fokus zahlreicher Unternehmen nun verstärkt auf der Internationalisierung und auf dem Rollout des Geschäfts in weiteren EU-Märkten, insbesondere in den Nachbarländern Deutschlands. Hohe Exportpotenziale werden von den lokal ansässigen Unternehmen hauptsächlich in Ladehardware(-komponenten) und in ganzheitlichen Ladelösungen, die aus Hardware, Software und Installationsdienstleistungen bestehen, gesehen. Im Leitszenario wurde ein internes Wertschöpfungspotenzial von 920 Mio. Euro für das Jahr 2030 simuliert. Exportleistungen von baden-württembergischen Unternehmen in andere Bundesländer könnten dann 1,85 Mrd. Euro betragen, nach Europa könnten weitere 890 Mio. Euro exportiert werden. Exportpotenziale in die USA und China fallen mit 160 bzw. 10 Mio. Euro sehr gering aus.

Zur weiteren Bewertung des Industriestandorts Baden-Württemberg hinsichtlich Exportpotenzialen von Ladeinfrastruktur wurde eine SWOT-Analyse⁷ durchgeführt. Die Ergebnisse sind Abbildung 39 zu entnehmen.

Der Wirtschaftsstandort Baden-Württemberg zeichnet sich durch etablierte OEM und Zulieferketten sowie durch eine hervorragende Forschungslandschaft mit zahlreichen Universitäten und Forschungseinrichtungen aus. Der Bereich

Ladeinfrastruktur wurde bereits früh im Rahmen von Leuchtturmprojekten (bspw. die durch Bundes- und Landesregierung geförderten Großforschungsprogramme Schaufenster Elektromobilität Living Lab BW^e mobil oder Spitzencluster Elektromobilität Süd-West) aktiv angegangen und Unternehmen konnten wertvolle Erfahrungen mit der neuen Technologie sammeln. Darüber hinaus haben einige etablierte Unternehmen bereits spezialisierte Start-ups gegründet, die die Entwicklung von Produkten und Dienstleistungen abseits des Kerngeschäfts vorantreiben (z.B. ChargeHere von EnBW oder chargeBIG von Mahle).

Allerdings gibt es in Baden-Württemberg noch wenig Ladeinfrastrukturspezialisten. Viele KMU sind zwar inzwischen im Bereich Ladeinfrastruktur aktiv, nehmen die Ladeinfrastruktur allerdings noch nicht als eigenen Wirtschaftszweig wahr. Des Weiteren gibt es in Baden-Württemberg nur sehr wenige führende Hard- und Softwareanbieter für Ladeinfrastruktur. Vor allem die Wertschöpfungsstufe Hardwareherstellung hat ein sehr hohes Exportpotenzial und Baden-Württemberg ist durch keinen renommierten DC-Ladestationshersteller vertreten. Auch im deutschlandweiten Vergleich hat Baden-Württemberg teilweise Nachteile (in der Region Sauerland, Nordrhein-Westfalen, sind mehrere namhafte Hersteller von AC- und DC-Ladestationen vertreten, z.B. Mennekes, Phoenix Contact, Compleo, innogy eMobility Solutions).



Quelle: eigene Darstellung

⁷ engl. Akronym für Stärken (Strengths), Schwächen (Weaknesses), Chancen (Opportunities) und Risiken (Threats).

Die hohe Innovations- und Wirtschaftskraft in Baden-Württemberg ist eine Chance, weiterhin wettbewerbsfähige Produkte zu entwickeln und am Markt zu etablieren. Besonders in Kombination mit der Forschungslandschaft können durch die Etablierung von Austausch- und Vernetzungsplattformen Unternehmen, Universitäten und Forschungseinrichtungen zusammengebracht, das gemeinschaftliche Lernen an neuen Technologien gefördert und Start-ups sowie KMU der Marktzugang erleichtert werden. Der Politik kommt bei der Schaffung dieser Plattformen eine zentrale Rolle zu. Eine weitere Chance des Wirtschaftsstandortes Baden-Württemberg ist der grundsätzlich hohe Kapitalbedarf im Markt für Ladeinfrastruktur in Verbindung mit hoher Marktdynamik und Konsolidierungsdruck. Viele Unternehmen sind für weiteres Wachstum auf externe Investoren angewiesen und offen für Beteiligungen/Übernahmen von finanzstarken Partnern, die es am etablierten Wirtschaftsstandort Baden-Württemberg gibt.

Risiken im Bereich Ladeinfrastruktur wurden für den Wirtschaftsstandort Baden-Württemberg allen voran im hohen (Kosten-)Wettbewerb sowie in der Wirtschaftlichkeit der Geschäftsmodelle identifiziert. Besonders Hardwareprodukte mit hohem Exportpotenzial sehen sich zunehmend Kostendruck ausgesetzt, der hauptsächlich durch asiatische Hersteller, die zunehmend in den europäischen Markt expandieren, weiter verstärkt wird. Viele Geschäftsmodelle wie beispielsweise der Betrieb von Schnellladeinfrastruktur oder das Angebot einer Softwareplattform sind mit hohen Investitionskosten verbunden und amortisieren sich erst nach einer bestimmten Laufzeit oder der Skalierung über signifikante Marktanteile. Des Weiteren wurden noch fehlende Standards als Risiko bewertet. Vor allem für die Integration von Elektrofahrzeugen in das Stromnetz (bspw. Lastmanagement, V2G⁸) herrscht noch Unsicherheit, welche Kommunikationsstandards und -protokolle zum Einsatz kommen werden.

5.2 Abschließende Einordnung der Ergebnisse

In der vorliegenden Studie wurde das aktuelle und künftige Wirtschaftspotenzial für Ladeinfrastruktur in Baden-Württemberg über ein Modell dargestellt. Da sich der Markt derzeit in einer sehr dynamischen Expansionsphase befindet, ist eine Prognose der Entwicklung bis 2030 mit großen Unsicherheiten behaftet. Daher basiert die Studie zum Teil auf vereinfachenden Annahmen, zusätzlich wurde zur Bewer-

tung der Wertschöpfung und der Beschäftigungseffekte mit drei verschiedenen Szenarien gearbeitet.

Das Umsatzpotenzial für Ladeinfrastruktur wird maßgeblich durch den Stromverkauf, Installationsdienstleistungen und den Hardwareverkauf geprägt. IT-basierte Wertschöpfungsstufen weisen einen sehr geringen Anteil am gesamten Umsatzpotenzial auf. Dennoch nehmen diese Wertschöpfungsstufen im Gesamtsystem Ladeinfrastruktur eine fundamental wichtige Rolle ein, da vor allem die Software Bindeglied für sektorenübergreifende Geschäftsmodelle ist, die heute noch nicht etabliert sind und deren Auswirkungen und Umfang heute noch nicht ausreichend bekannt sind.

Das in der Studie beschriebene Leitszenario ist das Szenario mit der höchsten Eintrittswahrscheinlichkeit. Hierfür wurde angenommen, dass in Baden-Württemberg ansässige Unternehmen die bereits erreichten Anteile in den Wertschöpfungsstufen festigen und in wertschöpfungsintensiven Bereichen (bspw. Hardware, Betrieb (Stromverkauf)) Marktanteile moderat ausbauen und auch verstärkt Exportleistungen nach Europa erbringen können. Dieses Szenario bringt ein direktes Beschäftigungspotenzial für ca. 7.300 Erwerbstätige in Baden-Württemberg über alle Wertschöpfungsstufen hinweg. Im progressiven Szenario erhöht sich das Beschäftigungspotenzial auf 10.100 Erwerbstätige bis 2030. Insbesondere im Vergleich zu anderen Wirtschaftsbranchen können diese Zahlen als gering eingestuft werden.

Das simulierte Beschäftigungspotenzial spiegelt auch die generelle Einschätzung der befragten Unternehmen sowie der durchgeführten Experteninterviews wider, dass der Markt für Ladeinfrastruktur noch nicht als eigener Wirtschaftszweig wahrgenommen wird. Jedoch kann dieser Markt als elementarer Bestandteil eines großen Transformationsprozesses im Rahmen der Energiewende gesehen werden und stellt die Verbindung zwischen den Sektoren Automobilindustrie, Immobilien- und Energiewirtschaft dar. Energieerzeugung, -transport, -speicherung und -verbrauch werden sich in den kommenden Jahren fundamental verändern. Die Ladeinfrastruktur fügt sich immer stärker in ein vernetztes Gesamtsystem ein, so dass auch die Entwicklung der Ladeinfrastruktur als Wirtschaftszweig häufig in einem größeren Gesamtzusammenhang gesehen werden muss, siehe Abbildung 40.



Abbildung 40: Einordnung Ladeinfrastruktur in Systemschaubild

Quelle: eigene Darstellung

Die Stärke des Wirtschaftsstandortes Baden-Württemberg liegt in der Vielfalt an innovativen Unternehmen, die in unterschiedlichen Branchen angesiedelt sind. Der Schnittstellenbereich Ladeinfrastruktur bietet eine gute Möglichkeit der Schaffung einer Vernetzungsplattform, um diese Unternehmen unterschiedlichster Branchen und Größen zusammenzubringen und mit der hervorragenden Forschungs- und Hochschullandschaft zu vernetzen. Hierbei kann die Politik geeignete Rahmenbedingungen schaffen und ist ein wichtiger Aggregator der vielfältigen Akteure und Sektoren im Umfeld der Ladeinfrastruktur. Im Rahmen des Strategiedialogs Automobilwirtschaft BW könnten die zukünftigen Herausforderungen einer ganzheitlichen Energie- und Mobilitätswende mit der Vielzahl an betroffenen Akteuren diskutiert werden. Es kann eine Plattform geschaffen werden, um die relevanten Akteure der Automobil-, Energie- und Immobilienbranche wie auch des Handwerks zur Stärkung des Ökosystemgedankens zu vernetzen, Kompetenzen z. B. im Bereich Softwareentwicklung für Ladeinfrastruktur zu entwickeln und allgemein den Wissenstransfer zwischen Unternehmen, Hochschulen und Forschungseinrichtungen sicherzustellen.

Die Aktivitäten der öffentlichen Hand werden von vielen Akteuren grundsätzlich positiv bewertet. Allerdings müssen sie langfristige Planungssicherheit ermöglichen. Im Bereich Ladeinfrastruktur kann das beispielsweise über Bestandschutz oder Konstanz in den Förderbedingungen (um eine Verzögerung im Aufbau zu vermeiden) sichergestellt werden. Eine Festlegung auf gewisse Plattformen, Protokolle und notwendige Schnittstellen bietet auch Anbietern digitaler Lösungen langfristige Planungs- und Entwicklungssicherheit. Kernvoraussetzung hierfür ist der enge Austausch mit den vielfältigen Anspruchsgruppen im Markt.

Abschließend lässt sich festhalten, dass der Ladeinfrastruktur in Zukunft eine essenzielle Rolle zukommt, sowohl bei der Vernetzung der Energie- mit der Mobilitätswende als auch für den generellen Erfolg der Elektromobilität als einem der entscheidenden Faktoren für die positive Gestaltung der Transformation der Automobilwirtschaft. Die daraus entstehenden Anforderungen führen zum Teil zu gänzlich neuen Geschäftsmodellen und Opportunitäten für den Industriestandort Baden-Württemberg. Auch wenn die quantifizierbaren Effekte der Ladeinfrastruktur für den Wirtschaftsstandort bis 2030 vergleichsweise gering ausfallen, ist die aktive Beteiligung am Markt zwingend notwendig, um Zugang zu vielen weiteren zukünftigen Geschäftsmodellen zu erhalten.

⁸ engl. „Vehicle-to-Grid“; Rückspeisung vom Fahrzeug zum Netz

Anhang

Spontanes Laden: Langfristig gesehen könnten Ladekarten und Ladeapps an Bedeutung verlieren und physische Zahlungsmedien (Kredit- und EC-Karten) sowie mobile Bezahldienste (Apple Pay, Google Pay, Adyen, Paypal) sich durchsetzen.

Trendbewertung	Bewertung und Potenzial
Beschreibung <ul style="list-style-type: none"> - Durch die Ladesäulenverordnung ist vorgeschrieben, dass spontanes Laden (auch punktuell beziehungsweise Ad-hoc-Laden) an jeder Ladesäule möglich sein muss, die seit dem 15. Dezember 2017 in Betrieb genommen worden ist. - Konditionen für spontanes Laden müssen dabei ausgewiesen werden, beispielsweise über Aufkleber an der Ladesäule, der Anzeige im Display der Ladesäule oder durch die Anzeige auf einer mobilen Webseite, die ohne Registrierung per QR-Code an Ladesäulen aufgerufen werden kann. - Bestehende Zahlungsmethoden im öffentlichen Laden sind aus Kundensicht unbefriedigend. Uneinheitliche Tarife mit zum Teil sehr hohen Preisunterschieden, eingeschränkter Zugang und komplizierte Abrechnungsverfahren sind gute Argumente für die sehr einfach gehaltenen Bezahlösungen von Apple, Google u.a. 	Markteintritt und -reife:  Auswirkungen auf:  Erläuterungen zu Piktogrammen siehe Abb. 6 Eintrittswahrscheinlichkeit: ● Veränderungspotenzial: ● Disruptionspotenzial: ● Implementierungsaufwand: ●
Herausforderungen <ul style="list-style-type: none"> - Trotz des Angebots von spontanem Laden müssen Ladestationsbetreiber ihre Infrastruktur an eine Aggregatorplattform anbinden um sicherzustellen, dass Kunden die Verfügbarkeit der Ladestation über verschiedene MSP-Produkte einsehen können. - Spontanes Laden ist derzeit oft noch mit höherem manuellem Aufwand durch die Eingabe von Kreditkarten- oder Adressdaten verbunden oder erfordert ein angelegtes Nutzerkonto bei einem Bezahldienstleistungsunternehmen. - Bei Direktzahlung über physische Medien (Kredit- und EC-Karten) kann der Nutzer den Ladevorgang weder einsehen noch aus der Ferne überwachen oder stoppen. Zudem ist die Nachrüstung der Ladestationen kostspielig. - Hohe Transaktionskosten von Bezahldiensten (bis zu 0,5%). 	
>> Von Elektromobilitätskunden wird oftmals der Wunsch einer grundsätzlichen Möglichkeit für eine (kontaktlose) Giro- oder Kreditkartenbezahlfunktion für das spontane Laden geäußert. Diese nutzerfreundliche Authentifizierungsmöglichkeit hat einen hohen Implementierungsaufwand für Bestandsladesäulen bezüglich Nachrüstung und Eichrecht.	

Quelle: eigene Darstellung

Smart Charging und dynamisches Pricing über ISO 15118: Die Kerntrends „Smart Charging“ und „dynamisches Pricing“ korrelieren sehr stark mit der Implementierung der ISO 15118, die langfristig zum Kommunikationsstandard wird und den Kunden zahlreiche Mehrwertfunktionen bietet.

Trendbewertung	Bewertung und Potenzial
Beschreibung <ul style="list-style-type: none"> - Innerhalb der ISO 15118 werden in verschiedenen Teilnormen die Themenfelder AC-Laden, gesteuertes, bzw. zeitversetztes Laden, DC-Laden, kabelloses (induktives) Laden und bidirektionales Laden behandelt. - ISO 15118 wird langfristig zum Kommunikationsstandard und bietet den Kunden erhebliche Mehrwerte sowie eine verbesserte Ladeerfahrung, beispielsweise durch intelligentes Laden und dynamische Preisgestaltung. - Im Ladeinfrastrukturmarkt konzentrieren sich die Aktivitäten derzeit vorrangig auf das öffentliche Laden zur Etablierung von Plug and Charge. 	Markteintritt und -reife:  Auswirkungen auf:  Erläuterungen zu Piktogrammen siehe Abb. 6 Eintrittswahrscheinlichkeit: ● Veränderungspotenzial: ● Disruptionspotenzial: ● Implementierungsaufwand: ●
Herausforderungen <ul style="list-style-type: none"> - Signifikante Stückzahlen auf der Fahrzeugseite sowie eine vollumfassende Systemintegration zur ganzheitlichen Nutzung der ISO 15118-Funktionalitäten sind erst deutlich nach 2021 zu erwarten. - OCPP ist erst ab Version 2.0 mit der ISO 15118 kompatibel, welches nur wenige Hardware-Hersteller umgesetzt haben. Darüber hinaus müssen viele Hardware-Hersteller die Ladeinfrastruktur manuell auf die ISO 15118 updaten. - Hersteller fokussieren sich bei der Implementierung von ISO 15118 hauptsächlich auf DC-Ladeinfrastruktur. Da in diesem Bereich jedoch der Fokus auf schneller Nachladung liegt, sind die Trends „Smart Charging“ oder „dynamisches Pricing“ von sekundärer Relevanz. - Bei AC-Ladevorgängen sind Fahrzeuge in der Regel deutlich länger mit der Ladestation verbunden und intelligentes Laden gewinnt an Bedeutung. Allerdings ist derzeit lediglich die AC-Ladehardware eines Herstellers für die ISO 15118 befähigt. Der Großteil der Ladehardware müsste manuell nachgerüstet werden, was erheblichen logistischen Aufwand darstellt und hohe Kosten mit sich bringt. 	
>> Die Implementierung von intelligenten Ladefunktionen erfordert den flächendeckenden Rollout der ISO 15118 für AC- und DC-Ladeinfrastruktur. Dieser ist jedoch mit enormem Entwicklungs- und Nachrüstaufwand – vor allem im AC-Bereich – verbunden und daher nicht vor 2023 zu erwarten. Flexible Ladetarife werden bereits heute durch diverse MSP-Ladedienste abgedeckt, allerdings nur auf statischer Ebene (z. B. Nachttarife zwischen 0 und 6 Uhr).	

Quelle: eigene Darstellung

Lokales Lastmanagement über OCPP: Lokales Lastmanagement ist heutzutage über OCPP theoretisch zwar möglich, allerdings ist die Umsetzung noch keine gängige Praxis. Bisher wird lokales Lastmanagement über proprietäre Protokolle der Hersteller und Betreiber umgesetzt. Diese werden weiterhin dominieren, sollten keine einheitlichen Normen und Standards geschaffen werden.

Trendbewertung	Bewertung und Potenzial
Beschreibung <ul style="list-style-type: none"> - Der zusätzliche Strombedarf für Elektromobilität in Deutschland kann grundsätzlich gedeckt werden und auch die durchschnittliche Auslastung des Verteilnetzes ermöglicht eine problemlose Versorgung. - Von deutlich größerer Relevanz als die benötigte Energiemenge ist die gleichzeitig benötigte Leistung an der Ortsnetzstation, im lokalen Netzstrang oder am Netzanschluss. - Es ist wichtig, den Leistungsbedarf intelligent und flexibel an die Netzbedingungen anpassen zu können. Aus diesem Grund finden zunehmend intelligente Leistungs- und Energiemanagementsysteme hinter dem Netzanschlusspunkt Anwendung. - Das Protokoll OCPP unterscheidet im Kontext des Smart Charging zwischen drei Anwendungen (Lastmanagement, zentralem und lokalem Smart Charging). Über alle Anwendungen kann die Ladeleistung an der Ladestation gesteuert werden, auch die Übermittlung von Ladeprofilen mit Lastprognosen eines Netzbetreibers ist theoretisch möglich. 	Markteintritt und -reife:  Auswirkungen auf:  Erläuterungen zu Piktogrammen siehe Abb. 6 Eintrittswahrscheinlichkeit: ● Veränderungspotenzial: ● Disruptionspotenzial: ● Implementierungsaufwand: ●
Herausforderungen <ul style="list-style-type: none"> - Die Arbeitsgruppe 6 der NPM hat in ihrem Bericht von April 2020 darauf verwiesen, dass für lokales Lastmanagement dringender Normungs- und Standardisierungsbedarf besteht (NPM 2020c). - OCPP betrachtet in seiner neuesten Version (OCPP 2.0) auch die externe Übermittlung von Steuerbefehlen aus dem Übertragungsnetz mittels beispielhafter Protokolle, weist jedoch gleichzeitig auf das Problem bei eventuell konkurrierenden Ladevorgängen hin. - Mittelfristig soll das OCPP-Protokoll in die als Entwurf vorliegende IEC 63110 integriert werden. Insofern keine einheitlichen Normen und Standards geschaffen werden, werden proprietäre Protokolle den Markt weiterhin dominieren. 	
>> Eine erste Publikation der IEC 63110 ist für Ende 2021 mit grundlegenden Definitionen und Anwendungsfällen geplant. Hier wird bereits die abstrakte Kommunikation zwischen LIS und CPO-Backend definiert, allerdings noch keine Vereinheitlichung der konkreten Kommunikation vorgenommen. Normungs- und Standardisierungsbedarf besteht insbesondere zu Funktionalitäten bezüglich der Überwachung und Beeinflussung der Lade- und Entladeleistung.	

Quelle: eigene Darstellung

Transparente Abrechnung von Ladevorgängen: Kundenverwaltung und Abrechnung ist ein starkes Verkaufsargument, insbesondere bei der Verwaltung von Mitarbeiter-Parkhäusern, Mietobjekten oder Dienstflotten.

Trendbewertung	Bewertung und Potenzial
Beschreibung <ul style="list-style-type: none"> - Verschiedene Anbieter (bspw. has.to.be oder ChargeCloud) bieten individualisierbare Verwaltungsoptionen für verschiedene Kundengruppen als integrierten Bestandteil ihres CPO-Backends an. - Die Funktionsspanne reicht von individualisierbaren Produktkatalogen über manuelle Rechnungserstellung, die Integration von Zahlungsmedien (bspw. für Kreditkarte oder NFC-Payment) bis hin zur vollautomatischen Abrechnung (bspw. Dienstwagen). - Darüber hinaus bestehen direkte Schnittstellen zu Roamingplattformen. Somit kann Kunden der Zugriff zu anderen Stationen ermöglicht werden oder das eigene Netz anderen MSP und deren Kunden zu bestimmten Konditionen zur Verfügung gestellt werden. 	Markteintritt und -reife:  Auswirkungen auf:  Erläuterungen zu Piktogrammen siehe Abb. 6 Eintrittswahrscheinlichkeit: ● Veränderungspotenzial: ● Disruptionspotenzial: ● Implementierungsaufwand: ●
Herausforderungen <ul style="list-style-type: none"> - Interoperabilität unterschiedlicher Hard- und Softwarelösungen nicht zwingend gegeben. - Verschiedene OCPP-Versionen der Ladestationen (bspw. 1.5, 1.6 oder 2.0) in Ladeparks erschweren die Umsetzung bestimmter Funktionen. 	
>> Kundenspezifische Abrechnungslösungen sind immer wichtiger werdende Funktionen, insbesondere bei höheren Anteilen von Elektrofahrzeugen in Flottenunternehmen. Der Markt unterliegt starker Konkurrenz, da zahlreiche Anbieter individuelle Lösungen anbieten.	

Quelle: eigene Darstellung

● Markteintritt ● Marktreife ○ Sehr gering ● Gering ● Mittel ● Hoch ● Sehr hoch

Literaturverzeichnis

Aral (2020): Aral errichtet über 100 ultraschnelle E-Ladepunkte an Tankstellen	Deutsches Dialog Institut GmbH (2015): Rechtliche Rahmenbedingungen für Ladeinfrastruktur im Neubau und Bestand	Hove; Sandalow (2019): Electric Vehicle Charging in China and the United States	Nationale Plattform Elektromobilität (2015): Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge in Deutschland. Statusbericht und Handlungsempfehlungen
BDEW (2020): Bestand der öffentlichen Ladeinfrastruktur in Deutschland	Deutsches Dialog Institut GmbH (2016): Begleit- und Wirkungsforschung Schaufenster Elektromobilität, Ergebnispapier 19: Energierechtliche Einordnung der Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge	Huject (2020): intercharge direct: Ad-hoc laden und direkt bezahlen	Nationale Plattform Elektromobilität (2017a): Technischer Leitfaden Ladeinfrastruktur
BDEW (2020): Der Technische Leitfaden – Ladeinfrastruktur Elektromobilität Version 3	Deutsches Dialog Institut GmbH; VDE (2019): Befragung zur Umrüstung des Bestandes von DC-Ladestationen und des geplanten Aufbaus konformitätsbewerteter DC-Ladestationen mit DC-Messgeräten in Deutschland	Ingenieurgruppe IVV GmbH & Co. KG (2020): Standorttool	Nationale Plattform Elektromobilität (2017b): Die Deutsche Normungs-Roadmap Elektromobilität 2020
Bundesanstalt für Verwaltungsdienstleistungen (2020): Förderung der Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge – 6. Förderaufruf Fragen und Antworten	Deutsches Dialog Institut GmbH; VDE (2019): Auswertung der Umfrage unter Herstellern von Wechselstrom-Ladeeinrichtungen	Innovationhouse Deutschland GmbH (2020): LINOx BW Projekt Website	Nationale Plattform Zukunft der Mobilität (2019a): Fortschrittsbericht 2019
Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2021): Bundestag verabschiedet Schnellladegesetz – Rechtsgrundlage für Ausschreibung von 1.000 Schnellladehubs steht	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V.; Institut für Verkehrsforschung (2016): Laden 2020 Abschlussbericht	International Council on Clean Transportation ICCT (2020): Analysis of plug-in hybrid electric passenger car data confirms real-world CO ₂ emissions are two to four times higher than official values	Nationale Plattform Zukunft der Mobilität (2019b): Sofortpaket Ladeinfrastruktur 2019
Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2020): Verordnung über technische Mindestanforderungen an den sicheren und interoperablen Aufbau und Betrieb von öffentlich zugänglichen Ladepunkten für Elektromobile – Ladesäulenverordnung (LSV)	DIN SPEC 91433:2020-08 (2020): Leitfaden zur Suchraum- und Standortidentifizierung sowie Empfehlungen für Melde- und Genehmigungsverfahren in der Ladeinfrastrukturplanung	International Council on Clean Transportation ICCT (2019): Estimating electric vehicle charging infrastructure costs across major U.S. metropolitan areas	Nationale Plattform Zukunft der Mobilität (2020a): Bedarfsgerechte und wirtschaftliche öffentliche Ladeinfrastruktur – Plädoyer für ein dynamisches NPM-Modell
Bundesregierung (2019): Masterplan Ladeinfrastruktur	DKE; BDEW et al.: Der Technische Leitfaden Ladeinfrastruktur Elektromobilität, Version 3	Jelonnek; Krommes (2019): Wissenschaftliche Begleitung „Betreibermodelle für (halb-)öffentliche Ladeinfrastruktur“ im Rahmen des Projekts e-MOTICON	Nationale Plattform Zukunft der Mobilität (2020b): Kundenfreundliches Laden – Fokus öffentliche Ladeinfrastruktur
Bundesregierung (2020): Konjunkturpaket	e-mobil BW (2013): Systemanalyse BW ^e mobil 2013. IKT- und Energieinfrastruktur für innovative Mobilitätslösungen in Baden-Württemberg	KfW (2021): Ladestationen für Elektroautos – Wohngebäude	Nationale Plattform Zukunft der Mobilität (2020c): Schwerpunkt-Roadmap Intelligentes Lastmanagement
bw-invest (2018): Automobilwirtschaft in Baden-Württemberg	e-mobil BW (2019): Strukturstudie BW ^e mobil 2019. Transformation durch Elektromobilität und Perspektiven der Digitalisierung	Klinger (2018): Ladeinfrastruktur für Elektromobilität im privaten und halböffentlichen Bereich – Auswahl, Planung, Installation	Netze BW; Institut für elektrische Anlagen und Netze, Digitalisierung und Energiewirtschaft (2020): Elektromobilität und netzorientierte Spitzenglättung
Capgemini (2019): Wachstumsmarkt Ladeinfrastruktur in Deutschland	EnBW AG (2019): Projekt SAFE BW	Landesregierung Baden-Württemberg (2017): Landesinitiative Elektromobilität III – Marktwachstum Elektromobilität BW	NOW (2018): Das Förderprogramm Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge in Deutschland
Delta-EE (2020): European EV Chargepoint Forecast	Gizzi; Beckers (2019): Die Bereitstellung von (Basis-) Ladeinfrastruktur für die Elektromobilität im öffentlichen Straßenraum – Eine ökonomische Analyse	L-Bank (2019): Charge@BW: Förderausschreibung	Open Charge Alliance (2020): OCPP 1.6: Open Charge Point Protocol. Edition 2 FINAL
dena, Prognos (2020): Privates Ladeinfrastrukturpotenzial in Deutschland		Nationale Leitstelle Ladeinfrastruktur (2020): Ladeinfrastruktur nach 2025/2030 – Szenarien für den Markthochlauf. Studie im Auftrag des BMVI	P3 (2019): P3 Charging Index
Deutsches Dialog Institut GmbH (2015): Begleit- und Wirkungsforschung Schaufenster Elektromobilität, Ergebnispapier 16		Nationale Plattform Elektromobilität (2014): Fortschrittsbericht 2014	P3; Cirrantic (2020): E-Mobility Excellence
			Prognos (2020): Lade-Report. Entwicklung der öffentlich zugänglichen Ladeinfrastruktur für die Elektromobilität sowie Vergleich der Ladetarife in Deutschland.

Abbildungsverzeichnis

Röckle; Schmitt et al. (2019): SLAM Projekt-Abschlussbericht

Shell (2019): Shell startet mit dem Bau von Schnellladesäulen an seinen Tankstellen

Transport & Environment (2020): Recharge EU: how many charge points will Europe and its Member States need in the 2020s

VDE (2019): Wo ist der Eichstrich beim Laden von Elektroautos?

VDE|FNN; BDEW (2018): Forschungsüberblick Netzintegration Elektromobilität

VDE|FNN (2019): Netzintegration Elektromobilität – Leitfaden für eine flächendeckende Verbreitung von E-Fahrzeugen

Verband Sächsischer Wohnungsgenossenschaften e. V. (2019): Leitfaden Ladeinfrastruktur und Elektromobilität für die Wohnungswirtschaft

Waxmann (2018): Hochlaufszszenarien für Ladeinfrastruktur (Masterarbeit bei P3 zur Erstellung von Markthochlaufszszenarien für die Ladeinfrastruktur)

Abbildung 1: Anwendungsfälle für das Laden von Elektrofahrzeugen	14
Abbildung 2: Ladebetriebsarten	16
Abbildung 3: Ladebetriebs- und -stationsarten	17
Abbildung 4: Steckertypen	18
Abbildung 5: Ladedauer nach Ladestationsart	19
Abbildung 6: Akteure und Rollen im Ökosystem öffentliches Laden	20
Abbildung 7: Einordnung der Geschäftsmodelle nach Akteuren im Bereich Laden	23
Abbildung 8: Akteure und Rollen im Ökosystem privates Laden	24
Abbildung 9: Materialkostenstruktur Ladehardware	25
Abbildung 10: Überblick über Kommunikationsstandards und -protokolle	26
Abbildung 11: Ladeinfrastruktur: Installationsprozess und Anforderungen	28
Abbildung 12: Trendbeschreibung Eichrecht	30
Abbildung 13: Synergiepotenziale zwischen Akteuren und Anwendungsfällen	33
Abbildung 14: Zuordnung baden-württembergischer Unternehmen zu Akteuren	35
Abbildung 15: Wertschöpfungskette Ladeinfrastruktur	39
Abbildung 16: Bestand von Elektrofahrzeugen bis 2030 nach Regionen	40
Abbildung 17: Markthochlauf für Elektrofahrzeuge in Europa	41
Abbildung 18: Verteilung der Ladepunkte und Strommenge 2030 in Europa	45
Abbildung 19: TCO aus Nutzersicht für Heimpladeinfrastruktur	46
Abbildung 20: TCO aus CPO-Sicht für HPC-Ladestation, 350 kW	47
Abbildung 21: Umsatzpotenzial Ladeinfrastruktur Europa	48
Abbildung 22: Umsatzpotenzial Ladeinfrastruktur USA und China	49
Abbildung 23: Umsatzpotenzial Ladeinfrastruktur weltweit nach Wertschöpfungsstufen	50
Abbildung 24: Umsatzpotenziale in Deutschland und Baden-Württemberg	51
Abbildung 25: Wirtschafts- und Industriezweige mit Beteiligung an der Ladeinfrastruktur	52
Abbildung 26: Aktivitäten verschiedener Branchen entlang der Wertschöpfungsstufen	52
Abbildung 27: Aktivitäten von Spezialisten und Start-ups entlang der Wertschöpfungsstufen	53
Abbildung 28: Aktivitäten von baden-württembergischen Unternehmen entlang der Wertschöpfungsstufen	59
Abbildung 29: Branchenzugehörigkeit und Unternehmensgröße der Umfrageteilnehmer	60
Abbildung 30: Produkt- und Dienstleistungsangebot und Rollenverteilung der Umfrageteilnehmer	61
Abbildung 31: Kernmärkte für Geschäftsaktivitäten im Bereich Ladeinfrastruktur und Differenzierungspotenziale	62
Abbildung 32: Wettbewerbsintensität und Wettbewerber	63
Abbildung 33: Angebotsfokus, Zukunftsmärkte und Potenziale	64
Abbildung 34: Wertschöpfung Baden-Württembergs am weltweiten Ladeinfrastrukturmarkt	67
Abbildung 35: Wertschöpfung Baden-Württembergs im Lademarkt 2020 und 2030	69
Abbildung 36: Wertschöpfungsanteile für Baden-Württemberg	70
Abbildung 37: Beschäftigungseffekte in Baden-Württemberg	72
Abbildung 38: Beschäftigungseffekte für Baden-Württemberg nach Wertschöpfungsstufen	73
Abbildung 39: SWOT-Analyse für den Industriestandort Baden-Württemberg	77
Abbildung 40: Einordnung Ladeinfrastruktur in Systemschaubild	79

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Chancen und Risiken der Akteure	34
Tabelle 2:	Charakterisierung der Wertschöpfungskette Ladeinfrastruktur für öffentliches Laden	39
Tabelle 3:	Verhältnis Ladepunkt zu Elektrofahrzeug nach Anwendungsfall	42
Tabelle 4:	Anzahl Ladepunkte nach Anwendungsfall	43
Tabelle 5:	Berechnungsgrundlage Stromverbrauch 2020	44
Tabelle 6:	Berechnungsgrundlage Stromverbrauch 2030	44
Tabelle 7:	Unternehmensfusionen und -käufe im Bereich Ladeinfrastruktur	54

Abkürzungsverzeichnis

A	Stromstärke (Ampere)
AC	Alternating Current (Wechselstrom)
AFID	Alternative Fuel Infrastructure Directive
B2B	Business-to-Business (Geschäftsbeziehungen zwischen zwei oder mehr Unternehmen)
BEV	Battery Electric Vehicle (Batterieelektrisches Fahrzeug)
BW	Baden-Württemberg
CaaS	Charging as a Service (hier: Laden als Dienstleistung)
CAPEX	Capital Expenditures (Investitionsausgaben)
CCS Combo	Combined Charging System (Steckerstandard)
CDR	Charge Detail Record (Aufzeichnung einer Ladesession)
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
CP	Control Pilot (Signalkontakt)
CPO	Charge Point Operator (Ladestationsbetreiber)
DC	Direct Current (Gleichstrom)
E/E	Elektrik/Elektronik
eMIP	eMobility Interoperation Protocol (Roamingprotokoll)
EMP	E-Mobility Provider (Ladedienst)
EMV	Elektromagnetische Verträglichkeit
EnBW	Energie Baden-Württemberg AG
EU	Europäische Union
EV	Electric Vehicle (Elektrofahrzeug)
EVU	Energieversorgungsunternehmen
FCEV	Fuel Cell Electric Vehicle (Brennstoffzellenfahrzeug)
Fraunhofer ISI	Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung
h	Stunde Ladedauer
HAK	Hausanschlusskasten
HPC	High Power Charging (Hochleistungsladen)
ICCPD	In-Cable Control and Protection Device (ladeleistungsintegrierte Steuer- und Schutzeinrichtung)

ICCT	International Council on Clean Transportation
IEC	International Electrotechnical Commission (privatrechtliches internationales Gremium für Normierungen im Bereich der Elektrotechnik und der Elektronik)
ISO	Internationale Organisation für Normung
km	Kilometer
KMU	Kleine und mittlere Unternehmen
kW	Kilowatt
kWh	Kilowattstunde
LIS	Ladeinfrastruktur
Mio.	Million
Mrd.	Milliarde
MSP	Mobility Service Provider (Ladedienst)
N	Neutralleiter
NAV	Niederspannungsanschlussverordnung
NFC	Near Field Communication (drahtloser Datenaustausch aus kurzer Distanz)
NPE	Nationale Plattform Elektromobilität
NPM	Nationale Plattform Zukunft der Mobilität
OCHP	Open Clearing House Protocol (Roamingprotokoll)
OCPI	Open Charge Point Interface (Roamingprotokoll)
OCPP	Open Charge Point Protocol (CPO-Backend-Protokoll)
OEM	Original Equipment Manufacturer (hier: Automobilhersteller)
OICP	Open Interchange Protocol
OPEX	Operational Expenditure (operative Betriebskosten)
OTA	Over-the-Air-Update (Softwareaktualisierung über Funkverbindung)
PBW	Parkraumgesellschaft Baden-Württemberg
PE	Protective Earth (Schutzkontakt)
PHEV	Plug-in-Hybrid Electric Vehicle (Plug-in-Hybridfahrzeug)
PP	Proximity Pilot (Signalkontakt)
RFID	Radio Frequency Identification (Technologie für kontaktlosen Datenaustausch zwischen Transponder und Schreib-/Lesegerät)
SchnellLG	Schnellladegesetz
SoC	State of Charge (Ladezustand)
SWOT	Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats (Analyse der Stärken, Schwächen, Chancen, Risiken)
TAB	Technische Anschlussbedingungen
TCO	Total Cost of Ownership (Gesamtkosten des Betriebs)
TWh	Terawattstunde
USA	United States of America (Vereinigte Staaten von Amerika)
V	Volt
V2G	Vehicle to Grid (Rückspeisung vom Fahrzeug zum Netz)
VDE	Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik

Impressum

Herausgeber

e-mobil BW GmbH – Landesagentur für neue
Mobilitätslösungen und Automotive Baden-Württemberg

Autoren

P3 automotive GmbH
Niko Waxmann (Senior Consultant E-Mobility)
Johanna Heckmann (Head of Charging Infrastructure)
Hermann Pyschny (Partner Cost Management)

Redaktion und Koordination der Studie

e-mobil BW GmbH
Anatolij Kasnatscheew
Dr. Wolfgang Fischer
Stephan Braun

Layout/Satz/Illustration

markentrieb
Die Kraft für Marketing und Vertrieb

Fotos

Umschlag: Quelle: EnBW /Fotograf: Endre Dulic
Die Quellennachweise aller weiteren Bilder befinden
sich auf der jeweiligen Seite.

Druck

Karl Elser Druck GmbH
Kißlingweg 35
75417 Mühlacker

Auslieferung und Vertrieb

e-mobil BW GmbH
Leuschnerstraße 45
70176 Stuttgart
Telefon +49 711 892385-0
Fax +49 711 892385-49
info@e-mobilbw.de
www.e-mobilbw.de

Genereller Hinweis

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird bei
Personenbezeichnungen und personenbezogenen
Hauptwörtern in dieser Studie die männliche Form
verwendet. Entsprechende Begriffe gelten im Sinne
der Gleichbehandlung grundsätzlich für alle Geschlechter.
Die verkürzte Sprachform hat nur redaktionelle Gründe
und beinhaltet keine Wertung.

Oktober 2021

© Copyright liegt bei den Herausgebern

Alle Rechte vorbehalten. Dieses Werk ist einschließlich seiner Teile urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die über die engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes hinausgeht, ist ohne schriftliche Zustimmung des Herausgebers unzulässig und strafbar. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen sowie die Speicherung in elektronischen Systemen. Für die Richtigkeit der Herstellerangaben wird keine Gewähr übernommen.



www.e-mobilbw.de

e-mobil BW GmbH

Landesagentur für neue Mobilitätslösungen und
Automotive Baden-Württemberg

Leuschnerstraße 45 | 70176 Stuttgart

Telefon +49 711 892385-0 | Fax +49 711 892385-49

info@e-mobilbw.de

