

Aufbau öffentlicher Ladeinfrastruktur – ein Leitfaden für Kommunen



8. Technische Grundlagen

Aktuell sind in Deutschland sowohl die privaten als auch die im halböffentlichen oder öffentlichen Raum aufgestellten Lademöglichkeiten zum großen Teil mit Wechselstrom (AC) betrieben. Insbesondere im halböffentlichen und öffentlichen Bereich, wo die (möglichst kurze) Ladezeit eine große Rolle spielt, wird die Anzahl der Gleichstrom-Ladesäulen (DC) in Zukunft zunehmen, da hierüber ein deutlich schnelleres Laden ermöglicht wird.⁵⁶

In der EU-Richtlinie 2014/94/EU *Aufbau der Infrastruktur für alternative Kraftstoffe* sind die Definitionen für Normal- und Schnellladen festgelegt und ergeben sich aus den beim Ladevorgang eingesetzten Ladeleistungen. So werden alle Wechselstrom-Ladevorgänge mit einer Ladeleistung von bis zu 22 Kilowatt als Normalladen klassifiziert, Ladevorgänge mit höheren Leistungen werden als Schnellladen bezeichnet.

8.1. Strom, Ladebetriebsarten und Steckertypen

AC-Laden

Beim Laden mit Wechselstrom wird die elektrische Energie direkt aus dem Wechselstromnetz in das Fahrzeug übertragen. Die im Fahrzeug verbaute Ladeelektronik übernimmt die Umwandlung in Gleichstrom und steuert das Laden der Batterie. In den meisten Fällen wird das Fahrzeug per AC-Ladesäule oder -Wallbox mit dem Stromnetz verbunden.

In Deutschland sind sowohl die privaten als auch die im halböffentlichen oder öffentlichen Raum aufgestellten Lademöglichkeiten zum großen Teil mit Wechselstrom betrieben.

DC-Laden

Hierbei ist die Ladeelektronik für die Umwandlung des Wechselstroms in Gleichstrom bereits in der Ladestation fest verbaut, sodass das Fahrzeug direkt mit Gleichstrom geladen wird. Die Überwachung und Steuerung des Ladevorgangs erfolgt über eine spezielle Daten- bzw. Kommunikationsschnittstelle zwischen Fahrzeug und Ladesäule. Gegenüber dem AC-Laden können deutlich höhere Ströme und dadurch höhere Leistungen übertragen werden. Da dies zu geringeren Batterieladezeiten führt, spricht man beim DC-Laden auch vom *Schnellladen*.

Typische Anwendungsfälle

Bei AC-Ladestandorten ist zu beobachten, dass es sich vor allem um Standorte im urbanen Umfeld handelt. Die Ladestationen befinden sich meist in zentraler Lage in Städten mit einer Bevölkerung von mehr als 10.000 Personen. Die Ladeleistung liegt entweder bei 11 oder bei 22 Kilowatt. Bei DC-Ladestandorten sind die in manchen Fällen kostenlosen Ladeangebote von Supermärkten extrem beliebt. Diese, auch *Convenience Charging* genannte Lademöglichkeit, macht gut ein Viertel aller Ladevorgänge im öffentlich zugänglichen Raum aus. Die Gründe liegen in dem Gratisfaktor, die Kombination aus Parken - Laden - Einkaufen sowie dem Standortvorteil. Da auf Autobahnen die Ladedauer für einen Großteil der Nutzenden das wichtigste Kriterium ist, stehen die meistgenutzten Schnellladestationen grundsätzlich in direkter Nähe.⁵⁷

56 VDE: *Technischer Leitfaden Ladeinfrastruktur Elektromobilität* (2021)

57 Bayern Innovativ Whitepaper: *Whitepaper: Was macht Ladeorte attraktiv?* (2021)

Erläuterung der Steckertypen

Der **Ladestecker Typ 1** ist ein einphasiger Stecker und nur bei älteren E-Autos aus Asien und Nordamerika gängig. Daher gibt es auch kaum noch öffentliche Ladesäulen mit Typ-1-Anschluss. Mithilfe von Adapterkabeln können aber auch Typ-2-Ladepunkte genutzt werden. Abhängig von der Ladeleistung des Autos und der Netzkapazität kann man mit Typ 1 bei 230 Volt und 32 Ampere mit bis zu 7,4 Kilowatt Leistung aufladen.

Mit dem **Ladestecker Typ 2**, auch nach dem Hersteller *Mennekes-Stecker* genannt, ist an öffentlichen Ladestationen eine maximale Ladeleistung von 43 kW möglich. Im Jahr 2013 wurde in Europa dieser Steckertyp als Standard festgesetzt, es wurde eigens zum Laden von Elektroautos von der Herstellerfirma Mennekes in Zusammenarbeit mit RWE und Daimler entwickelt.

Der **CCS-Combo 2 Stecker** ist die Erweiterung des Typ 2 Steckers nach dem europäischen Standard Combined Charging System (CCS). Der fahrzeugseitige CCS-Anschluss vereint dreiphasiges Wechselstromladen mit der Möglichkeit zum schnellen Gleichstromladen in einem einzigen System. Mit ihm ist AC- und DC-Laden möglich. An modernen Schnellladern sind sogar bis 350 Kilowatt, bei Ultraschnellladern sogar 450 Kilowatt möglich. In Deutschland ist CCS als Mindeststandard für Ladesäulen vorgeschrieben.

Der **CHAdeMO** (*CHArge de MOve für Laden zum Bewegen*) CHAdeMO ist der japanische Standardstecker für die Gleichstrom-Schnellladung eines E-Autos und erreicht in der Regel 50 Kilowatt, je nach Ladestation sind auch 100 Kilowatt möglich.

Beim **Megawatt Charging System (MCS)** handelt es sich um ein Schnellladesystem für Lastkraftwagen. Der Standard befindet sich seit 2018 in der Entwicklung und wird derzeit in einem Pilotprojekt aufgebaut, das ab Herbst 2023 zur Verfügung stehen soll. Das technische Ladesystem basiert auf dem Combined Charging System. Es wird Ladeleistungen von bis zu 4,5 Megawatt erlauben. Die Geometrie eines künftigen Ladesteckers ist noch nicht standardisiert.

Die Anforderungen an Steckertypen sind durch die Ladesäulenverordnung (LSV) folgendermaßen festgelegt:

Normalladepunkte, an denen AC-Laden möglich ist, müssen aus Gründen der Kompatibilität mindestens mit Steckdosen des Typs 2 ausgerüstet werden. Bei DC Normal- und Schnellladepunkten sind die Ladepunkte mindestens mit Kupplungen des Typs Combo 2 auszurüsten.

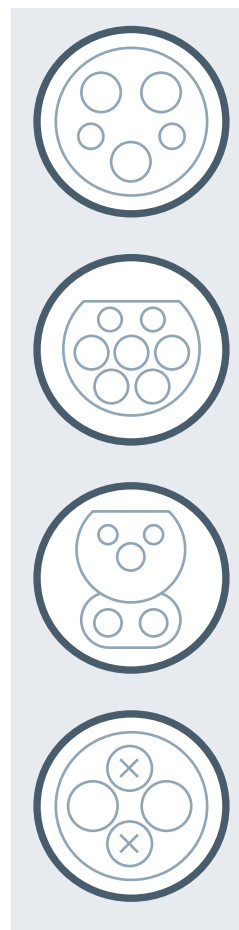


Abbildung 18:
Eigene Dargestellung



→ Laden: elektromobilitaet.nrw

→ EnBW: [Welche Steckertypen gibt es?](#)

→ DKE: [Megawatt Charging System](#)

8.2. Überblick Elektrofahrzeuge

Voll- und Mild-Hybrid-Fahrzeuge (Hybrid Electric Vehicle – HEV)

Die Batterie beim Hybrid wird durch den Verbrennungsmotor geladen. Eine externe Lademöglichkeit per Kabelverbindung ist nicht möglich. Die Funktion der Rekuperation (Bremsenergierückgewinnung) wird auch in Hybridautos angewendet. Aufgrund des leistungsfähigen Elektromotors kann der Vollhybrid kleinere Strecken auch voll elektrisch zurücklegen im Gegensatz zum sogenannten Mildhybrid, welcher mithilfe des Elektromotors hauptsächlich beim energieintensiven Anfahren unterstützt. Hybridfahrzeuge haben bessere Verbrauchswerte als Fahrzeuge mit reinen Verbrennungsmotoren, aber bedingt durch die zusätzliche Batterie und den Elektromotoren auch ein höheres Gewicht.

Plug-In-Hybrid Electric Vehicle (PHEV)

Ein Plug-in Hybrid Electric Vehicle (PHEV) hat ebenfalls zwei Antriebsmotoren, einen Verbrennungsmotor sowie einen zusätzlichen elektrischen Antrieb mit Batterie. Der Unterschied besteht jedoch darin, dass PHEV extern über das Stromnetz mit einem Stecker aufgeladen werden können und daher in der Definition auch als Elektroauto im engeren Sinne gezählt wird. PHEV haben im Gegensatz zu normalen Hybriden eine größere Batterie. Um als Elektrofahrzeug im Sinne des EmoG zu gelten, müssen sie eine elektrische Mindestreichweite von 60 Kilometer erreichen oder maximal 50 Gramm CO₂ pro Kilometer ausstoßen.

Batterieelektrische Fahrzeuge: Battery Electric Vehicle (BEV)

Reine Elektrofahrzeuge sind ausschließlich mit einem Elektromotor ausgestattet. Diese E-Autos beziehen die für den Antrieb benötigte Energie aus der Fahrzeugbatterie, welche aus dem Stromnetz extern geladen wird. Ebenfalls kann die zurückgewonnene Bremsenergie gespeichert werden.

Batterieelektrische Fahrzeuge mit Range Extender (BEV-REX)

Bei dieser Fahrzeugvariante handelt es sich um ein Elektrofahrzeug, welches jedoch zusätzlich einen kleinen Verbrennungsmotor hat, der ausschließlich als Reichweitenverlängerung (engl. Range Extender) zum Nachladen der Batterie dient. Der Zusatzmotor ist nicht direkt mit dem Antrieb des Fahrzeuges verbunden. Bei Erreichung

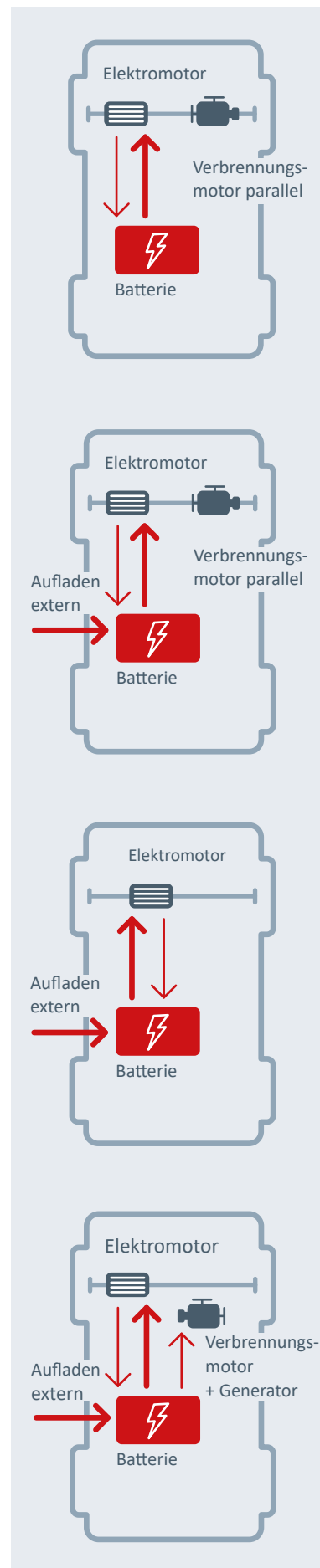


Abbildung 19:
Eigene Dargestellung

der definierten Mindestreichweite wird der Verbrennungsmotor automatisch aktiviert, der die Batterie mit Strom speist. Die rein elektrische Reichweite beträgt je nach Fahrzeugtyp bis zu 100 Kilometer.⁵⁸

Elektroautos und deren Lademöglichkeiten entwickeln sich schnell weiter. Noch vor wenigen Jahren waren die heutigen Reichweiten und Ladeleistungen nur mit unverhältnismäßig hohem Aufwand erreichbar. Neben der Batteriekapazität an sich wird auch an neuen Technologien und Materialien geforscht, so verfügen Elektroautos heute über Lithium-Ionen-Batterien mit siebenfach höherer Kapazität als herkömmliche und mittlerweile veraltete Bleiakkus bei gleicher Größe. Die ersten Elektro-Großserienfahrzeuge ab ca. 2012 hatten Batteriekapazitäten von ca. 24–30 Kilowattstunden (z. B. Nissan Leaf) mit Reichweiten um 175 Kilometer. Inzwischen erreichen die aktuellen Modelle mit einer Batteriekapazität von etwa 50 bis 100 Kilowattstunden Reichweiten zwischen 350 bis 600 Kilometer.

Auch der Ladevorgang an sich hat sich weiterentwickelt. Dauerte es in der Anfangszeit an einer normalen 230 Volt Steckdose mit einer Ausgangsleistung von 2,3 Kilowatt mit der oben genannte 30-Kilowattstunden-Batterie noch gute 13 Stunden, so dauert es an den gängigen 22-Kilowatt-Ladepunkten nur noch etwas mehr als eine Stunde für die gleiche Batteriekapazität. An Schnellladepunkten kann man heute mit 150 Kilowatt laden, diese Ladeleistung wird bei immer mehr Fahrzeugtypen zum Standard. In Zukunft sollen Elektroautos Ultra-High-Power-Laden, damit soll eine Batterie mit einer Leistung von bis zu 350 Kilowatt geladen werden können. Mit solch einer Ladeleistung wäre eine 60-Kilowattstunden-Batterie in wenigen Minuten zu 80% geladen. Derzeit liegt die maximale Ladeleistung im Pkw-Bereich bei 270 Kilowatt (z. B. Porsche Taycan, Audi e-tron GT, Kia EV 6, Hyundai Ioniq 5). Damit ist ein Nachladen von 100 Kilometer in etwa fünf Minuten möglich. Voraussetzung für schnelles Laden ist immer, dass sowohl die Ladeinfrastruktur die hohe Leistung zur Verfügung stellt und dass auch das Fahrzeug über eine entsprechende Ladetechnologie verfügt.



- **ElektroMobilität NRW: Marktübersicht E-Fahrzeuge**
- **ElektroMobilität NRW: Broschüre *Elektromobilität kurz erklärt***
- **Alternativ mobil: Fahrzeugfinder: Elektrofahrzeuge (BEV/PHEV)**

58 Hans Böckler Stiftung: *Elektromobilität und Beschäftigung* (2012)

Impressum

Herausgeber:

ElektroMobilität NRW
Karl-Heinz-Beckurts-Straße 13
52428 Jülich
c/o Forschungszentrum Jülich GmbH
E-Mail: info@elektromobilitaet.nrw

Erstellt und koordiniert durch:

Georg Grothues,
EE Energy Engineers GmbH für ElektroMobilität NRW

Redaktionsteam:

Axel Costard, Stadt Aachen
Maik Hanken, Nationale Leitstelle Ladeinfrastruktur
Sebastian Höller, Stadt Bergisch-Gladbach
Michael Kremer, ElektroMobilität NRW
Laetitia Müller, Stadt Herford
Andrea Pfeiffer, Ministerium für Wirtschaft, Industrie,
Klimaschutz und Energie des Landes NRW (MWIKE)
Kurt Pommerenke, Stadt Dortmund
Stefan Vöcklinghaus, Kommunal Agentur NRW GmbH

Disclaimer

Die in diesem Leitfaden beschriebenen Aspekte dienen der allgemeinen Information und nicht der Beratung in konkreten Fällen – insbesondere nicht der Rechtsberatung. Wir sind um die Richtigkeit und Aktualität aller in diesem Leitfaden enthaltenen Informationen und Daten bemüht. Für die Korrektheit, Vollständigkeit, Aktualität oder Qualität der bereitgestellten Informationen und Daten wird jedoch keine Gewähr übernommen. Die Haftung für den Inhalt der Informationen wird ausgeschlossen, soweit es sich nicht um vorsätzliche oder grob fahrlässige Falschinformationen handelt.

Stand: 07.2022

Partner:



Gefördert durch:

Ministerium für Wirtschaft,
Industrie, Klimaschutz und Energie
des Landes Nordrhein-Westfalen



ElektroMobilität NRW

ElektroMobilität NRW ist eine Dachmarke des NRW-Wirtschaftsministeriums. Unter dieser Marke werden sämtliche Elektromobilitäts-Aktivitäten des Landes gebündelt. Unter diesem Dach arbeiten das Kompetenzzentrum ElektroMobilität NRW und die EnergieAgentur. NRW im Auftrag des NRW-Wirtschaftsministeriums an der Fortentwicklung der Elektromobilität in NRW – gefördert von den Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE).

Elektromobilität ist im Koalitionsvertrag der Landesregierung NRW ein explizites Fokusthema. Nordrhein-Westfalen hat das Ziel, Vorreiter der Elektromobilität in Deutschland zu werden.

ElektroMobilität NRW ist der erste Ansprechpartner für Elektromobilität in Nordrhein-Westfalen.



Weitere Informationen zu Elektromobilität
und Ansprechpartner finden Sie hier:

www.elektromobilitaet.nrw