

Anschluss für leitungsgebundene Netze

Der Anschluss für Sprach-, Daten und Signalübertragungen, der zur Verbindung mit weit verteilten Netzen zum direkten Anschluss an Einzel- oder Mehr-Nutzer-Kommunikationsnetze vorgesehen ist.

DIN EN IEC 61851-21-2 (VDE 0122-2-1-2)

Anschluss Ladepunkte an die Elektroinstallation

→ *Anschluss von Kundenanlagen*

→ *Anschlusspunkt*

Anschluss von Kundenanlagen ans Mittelspannungsnetz

Technische Anforderungen, die bei der Planung, bei der Errichtung, beim Anschluss und beim Betrieb von Kundenanlagen an das öffentliche Mittelspannungsnetz beachtet werden müssen sind in der VDE-Anwendungsregel → *VDE-AR-N 4110*; Mittelspannung geregelt. Für Erzeugungsanlagen und Speicher gelten die Anforderungen dieser TAR erst ab einer max. Wirkleistung von jeweils $P_{A\max} \geq 135 \text{ kW}$. Unter anderen Inhalten sind auch Anforderungen, die sich aus dem Anschluss von Ladeeinrichtungen für Elektrofahrzeuge ergeben, enthalten.

Wesentliche Inhalt für die Elektromobilität und Infrastruktur: Im Abschnitt 8.11 der *VDE-AR-N 4110* werden besondere Anforderungen an den Betrieb von Ladeeinrichtungen für Elektrofahrzeuge gestellt zur Blindleistung und zur Wirkleistungsbegrenzung.

Hinweise auf weitere Normen: Zusätzliche Anforderungen an Ladeeinrichtungen für Elektrofahrzeuge sind in → *VDE-AR-N 4105*, Erzeugungsanlagen am Niederspannungsnetz enthalten. Diese Anwendungsregel gilt unabhängig von der Spannungsebene auch dann, wenn es sich um Leistungsgrenzen von $P_{A\max} \geq 135 \text{ kW}$ handelt, d. h. Erzeugungsanlagen bzw. Speicher dieser Leistung sind auch nach *VDE-AR-N 4105* auszuführen.

Die Anwendungsregel → *VDE-AR-N 4110* gilt allgemein für die Integration von Kundenanlagen in das Mittelspannungsnetz. Als Mittelspannungsnetz wird in der VDE-Anwendungsregel das Drehstromnetz mit einer Netz-Nennfrequenz von 50 Hz und Nennspannungen größer 1 kV bis 60 kV betrachtet. Es handelt sich um ein sehr umfangreiches Normenwerk, das alle Belange der Kundenanlagen und der

Netzbetreiber abgedeckt. Soll eine Ladestation für Elektrofahrzeuge an das Mittelspannungsnetz angeschlossen werden, so müssen der Planer und der Errichter auf jeden Fall die Einzelheiten aus dieser Anwendungsregel erarbeiten. Wichtige Inhalte sind: Anschlussprozess und anschlussrelevante Unterlagen, Anschlussanmeldung einschließlich Vordrucken zur Nutzung durch den Errichter, Inbetriebsetzung der Übergabestation, Netzanschluss, Bemessung der Netzbetriebsmittel, Betriebsspannung und Kurzschlussleistung am Netzanschlusspunkt, zulässige Spannungsänderungen, Mindestkurzschlussleistung, Netzurückwirkungen, Blindleistungsverhalten, Übergabestation, Abrechnungsmessungen, Betrieb der Kundenanlage, Erzeugungsanlagen, Nachweis der elektrischen Eigenschaften. In den Anhängen zu dieser Anwendungsregel sind weitere, ausführliche Informationen zu technischen Details enthalten.

→ *Anschluss von Kundenanlagen ans Niederspannungsnetz*

VDE-AR-N 4105

VDE-AR-N 4110

Anschluss von Kundenanlagen ans Niederspannungsnetz

Die technischen Anforderungen an Kundenanlagen sind sehr vielfältig, denn es handelt sich bei den elektrischen Anlagen, Betriebs- und Verbrauchsmitteln darum, dass sie zuverlässig funktionieren müssen und von ihnen keine Gefahren für Personen, Sachgüter und das Umfeld ausgehen. Daher müssen bei der Planung, bei der Errichtung, beim Anschluss und beim Betrieb dieser Anlagen an das öffentliche Niederspannungsnetz viele Anforderungen berücksichtigt werden. Auch für den Anschluss von Ladeeinrichtungen an die ortsfeste Elektroinstallation sind Regeln und Schutzmaßnahmen durch die Elektrofachkraft durchzuführen, denn bei den verschiedenen Lademöglichkeiten für Elektrofahrzeuge handelt es sich aus Sicht der Elektroinstallation um eine Dauerbelastung von mehreren Stunden und das dann auch noch regelmäßig. In der → *VDE-Anwendungsregel*, → *VDE-AR-N 4100* sind unter anderen Inhalten auch Anforderungen enthalten, die sich aus dem Anschluss von Ladeeinrichtungen für Elektrofahrzeuge ergeben. Es sind dort auch Regeln für Anschlussschränke im Freien von Ladeeinrichtungen, z. B. unter dem Carport enthalten.

Meldepflicht für Ladepunkte: Der Kunde hat Ladeeinrichtungen für Elektrofahrzeuge z. B. über seinen Planer oder Errichter mit Bemessungsleistungen $\geq 3,6$ kVA sowie alle elektrischen Speicher nach VDE-AR-N 4100 anzumelden. Bei Einzelgeräten oder ortsveränderlichen Geräten mit einer Nennleistung von mehr als 12 kVA, stationären elektrischen Speichern mit einer höheren Bemessungsleistung als 12 kVA je Kundenanlage und auch Ladeeinrichtungen für Elektrofahrzeuge, deren Summen-

Bemessungsleistung 12 kVA überschreitet, müssen diese Anlagen beim Netzbetreiber zur *Genehmigung* eingereicht werden. Auch Anschlussschränke im Freien müssen beantragt und genehmigt werden. Die Netzbetreiber der öffentlichen Verteilungsnetze müssen, die an ihr jeweiliges Netz angeschlossenen elektrischen Anlagen, Betriebsmittel und Verbrauchsmittel kennen, damit sie die Messeinrichtungen leistungsgerecht auslegen und mögliche Netzurückwirkungen, die von diesen Anlagen ausgehen können, planerisch beurteilen und betrieblich steuern können.

Anpassung der vorhandenen Elektroinstallation durch die Errichtung eines Ladepunkts: Die Anforderungen durch die Errichtung eines z. B. Ladepunkts, wie eine Wallbox, an die vorhandene Elektroinstallation gelten für Neuerrichtungen und bei deren Nachrüstung im Bestand. Die Anforderungen müssen also auch bei einem Anschluss von Ladepunkten an bestehenden Elektroinstallationen erfüllt werden. Normalerweise müssen für bestehende und unveränderte Teile von Kundenanlagen keine Anpassungen der Elektroinstallationen erfolgen, wenn ein sicherer und störungsfreier Betrieb der Anlage gewährleistet ist. Wenn allerdings wesentliche Änderungen der Anlagen vorgenommen werden, dann muss der Errichter die Notwendigkeit einer Anpassung überprüfen und erforderlichenfalls auch die Kundenanlage an die neuen Normen anpassen. Wann handelt es sich um eine wesentliche Änderung? Dies ist in der VDE-AR-N 4100 im Abschnitt 4.4 erläutert. Werden in bestehenden Kundenanlagen Erweiterungen oder Änderungen vorgenommen, so muss der Errichter, also die Elektrofachkraft prüfen, inwieweit die jeweils aktuellen Anforderungen an den Anschluss und den Betrieb von Kundenanlagen an das Niederspannungsnetz anzupassen sind. Eins ist auf jeden Fall klar, es gelten für die erweiterten oder geänderten Anlageteile die jeweils aktuell gültigen Anforderungen aus den Normen. Für Erweiterungen, Nutzungsänderungen oder Änderungen der Betriebsbedingungen gibt die VDE-AR-N 4100 noch Beispiele als Hinweise zum besseren Verständnis. Also, die Pflicht zur Anpassung besteht z. B. bei:

- Erhöhung der benötigten bzw. eingespeisten elektrischen Leistung
- Änderung von haushaltsüblichen Verbrauchsverhalten zu Anwendungen mit Dauerstrom (Ladeeinrichtungen für Elektrofahrzeuge)
- Nachrüstung von steuerbaren Verbrauchseinrichtungen nach § 14a EnWG
- Umwandlung einer Bezugsanlage in eine Bezugsanlage mit Netzeinspeisung, so wie es für Ladeeinrichtungen angedacht ist, also Rückspeisung von der Fahrzeugbatterie ins Netz
- Änderung der Raumnutzung
- Änderung der Anschlussnutzeranlage von einem einphasigen in einen dreiphasigen Anschluss
- Änderung des Netzsystems nach Art der Erdverbindung, TN-, TT- oder IT-System

Tabelle A.5 Anpassungspflicht vorhandener Elektroinstallation durch Hinzufügen einer Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge

Merke: Eine vorhandene Elektroinstallation muss auf jeden Fall vor der Errichtung einer Ladeeinrichtung für Elektrofahrzeuge durch eine Elektrofachkraft geprüft werden. Wichtig ist ebenfalls, dass Ladeeinrichtungen vom Planer oder Errichter bei dem zuständigen Netzbetreiber angemeldet bzw. je nach Größenordnung der Leistung eine Genehmigung eingeholt werden muss.

Im Falle einer notwendigen Änderung der Gesamtanlage, hervorgerufen durch den Anschluss einer Ladeeinrichtung für Elektrofahrzeuge muss der Errichter auch weitere Abschnitte innerhalb der VDE-AR-N 4100 auf entsprechende Anforderungen durchsehen und nicht nur die hier hervorgehobenen Abschnitte berücksichtigen.

Netzzrückwirkungen: Auch die Ladeeinrichtungen für Elektrofahrzeuge können Netzzrückwirkungen verursachen und sind nach VDE-AR-N 4100, Abschnitt 5.4 so zu planen, zu errichten und zu betreiben, dass Rückwirkungen auf das Niederspannungsnetz oder andere Kundenanlagen auf ein zulässiges Maß begrenzt werden.

Ladeeinrichtungen für Elektrofahrzeuge	
dürfen:	müssen:
mit einer Bemessungsleistung von $\leq 4,6$ kVA einphasig angeschlossen werden, sind jedoch auf max. drei Einrichtungen mit jeweils $\leq 4,6$ kVA begrenzt. Der Anschluss erfolgt an einen Außenleiter. Bei den Ladeeinrichtungen handelt es sich um Anlagen mit Dauerlastverhalten, daher darf der Netzbetreiber den zu verwendenden Außenleiter vorgeben (Erinnerung: Anmeldung der Ladeeinrichtung an den Netzbetreiber).	mit einer Bemessungsleistung $\geq 4,6$ kVA dreiphasig im Drehstromsystem errichtet werden. An der Übergabestelle ist immer eine Symmetrieeinrichtung erforderlich. Die Überwachung muss dreiphasig durchgeführt werden. Für die Einhaltung der Symmetriebedingungen ist der gleitende 1-Minuten-Leistungswert zugrunde zu legen. Weitere Details zur Symmetrieeinrichtung können demnächst (zurzeit in Bearbeitung) einem FFN-Hinweis zu diesem Thema entnommen werden.
Anmerkung: „Anforderungen für den symmetrischen Anschluss und Betrieb nach VDE-AR-N 4100“; FFN-Hinweis	

Tabelle A.6 Symmetrischer Anschluss von Ladeeinrichtungen für Elektrofahrzeuge

Hauptstromversorgungssystem: Da die Ladeeinrichtung für Elektrofahrzeuge im Dauerbetrieb ein wesentlicher Belastungsschwerpunkt innerhalb der Gesamtanlage darstellen könnte, ist bei der Errichtung streng auf die Anforderungen der VDE-Anwendungsregel $\rightarrow$ VDE-AR-N 4100 zu achten. Ladeeinrichtungen werden häufig in Garagen (unterschiedliche Gebäudeteile möglich) bzw. auf Außenstellplätzen errichtet, somit ist auf die Leitungsführung zum Hauptverteiler ($\rightarrow$ Anschlusssschränke im Freien) zu achten, denn VDE-AR-N 4100 fordert, dass die Leitungen durch allgemein, leicht zugängliche Räume geführt werden müssen und die Zuordnung zu den

jeweiligen Anschlussnutzeranlagen eindeutig und dauerhaft zu kennzeichnen ist. Für die Dimensionierung des Hauptstromversorgungssystems gilt → *DIN 18015-1*.

Koordination von Schutzeinrichtungen: Schutzeinrichtungen in der Anschlussnutzeranlage und den Einrichtungen im Hauptstromversorgungssystem bzw. den Hausanschluss Sicherungen ist bei der Errichtung zu koordinieren und auf die Selektivität zu achten (DIN VDE 0100-530, Abschnitt 536).

Stromkreisverteiler: Wird ein Stromkreisverteiler verwendet, der sich außerhalb von Zählerschränken befindet, so müssen die Anforderungen aus DIN EN 60670-24 (**VDE 0606-24**) oder bei einem Strombedarf von mehr als 125 A DIN EN 61439-3 (**VDE 0660-600-3**) Anwendung finden. In den Stromkreisverteilern sind Wechselstromkreise den Außenleitern so zuzuordnen, dass sich eine möglichst gleichmäßige Aufteilung der Leistung ergibt. Für die Installation der Ladeeinrichtung muss auch → *DIN 18015-1:2020-05* berücksichtigt werden.

Weitere technische Details zum Anschluss von Kundenanlagen können den VDE-Anwendungsregeln VDE-AR-N 4100, Niederspannung, VDE-AR-N 4110, Mittelspannung und VDE-AR-N 4105, Erzeugungsanlagen am Niederspannungsnetz entnommen werden.

→ *Anschluss von Kundenanlagen ans Mittelspannungsnetz*

→ *Anschlusspunkt Zählerplatz*

→ *Anschluss Schränke im Freien*

VDE-AR-N 4100

VDE-AR-N 4105

VDE-AR-N 4110

Anschluss von Zählerplätzen

→ *Zähler, Zählerplätze*

Anschlussart

Leitungsgebundene Anschlussarten sind nach → *DIN EN IEC 61851-1 (VDE 0122-1)* als Ladebetriebsarten bzw. → *Anschlussfälle* definiert.

→ *Anschlussfall A*

→ *Anschlussfall B1*

→ *Anschlussfall B2*

→ *Anschlussfall C*

DIN EN IEC 61851-1 (VDE 0122-1)

Anschlussfall

die elektrische Verbindung zwischen der ortsfesten elektrischen Anlage und dem Elektrofahrzeug kann auf verschiedene Weise erfolgen, dazu sind Anschlussfälle festgelegt:

→ *Anschlussfall A*

→ *Anschlussfall B1*

→ *Anschlussfall B2*

→ *Anschlussfall C*

DIN EN IEC 61851-1 (VDE 0122-1)

Anschlussfall A

Der einfachste Anschlusspunkt ist eine Steckdose im oder am Gebäude, die von einer ortsfesten elektrischen Anlage versorgt wird und in der Regel aus einer einphasigen Steckdose besteht (vorzugsweise aus einer CEE-Steckdose der Serie I).

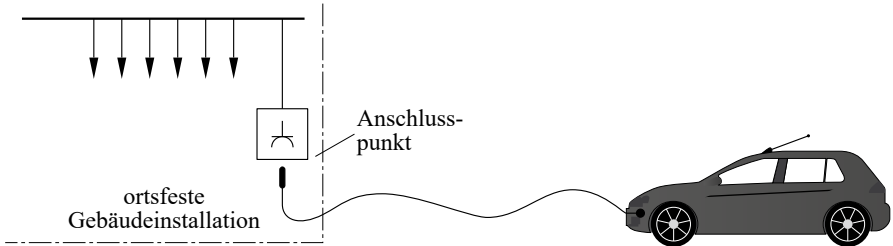


Bild A.1

Die Ladeleitung ist mit dem Batterieladegerät im Elektrofahrzeug fest verbunden.

DIN EN IEC 61851-1 (VDE 0122-1)

Anschlussfall B1

im Anschlussfall B1 verfügt das Elektrofahrzeug über einen Fahrzeugstecker und wird mittels einer vom Elektrofahrzeug lösbaren Ladeleitung über eine Steckdose im oder am Gebäude von einer ortsfesten elektrischen Anlage versorgt.

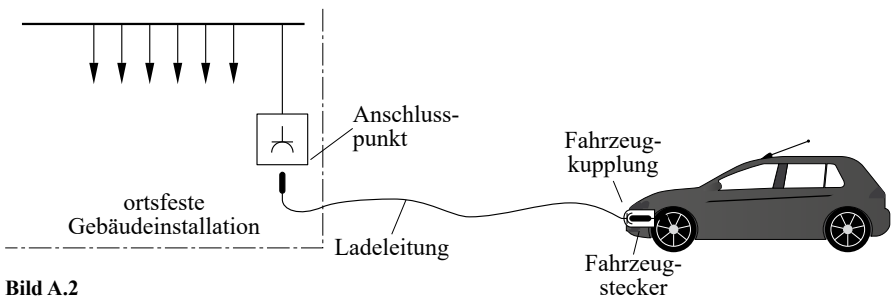


Bild A.2

DIN EN IEC 61851-1 (VDE 0122-1)

Anschlussfall B2

im Anschlussfall B2 wird das Elektrofahrzeug über eine Ladestation, mittels einer vom Elektrofahrzeug lösbaren Ladeleitung mit einer ortsfesten elektrischen Anlage versorgt. Die Ladeleitung ist auf beiden Seiten steckbar ausgeführt.

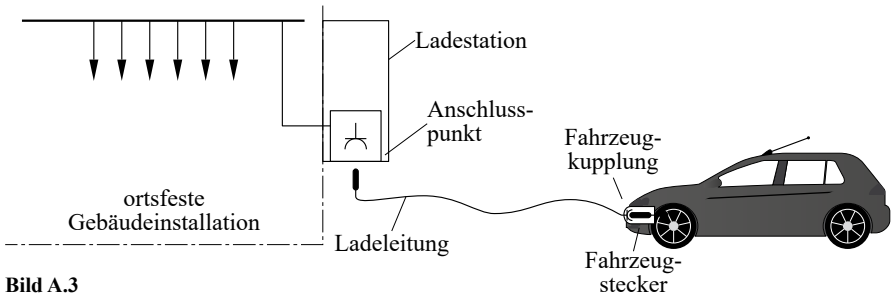


Bild A.3

Die Ladeleitung ist nicht Bestandteil der Ladestation

DIN EN IEC 61851-1 (VDE 0122-1)

Anschlussfall C

im Anschlussfall C wird das Elektrofahrzeug über eine an der Ladestation fest angeschlossene Ladeleitung versorgt. Die Ladestation ist dabei dauerhaft an einer ortsfesten elektrischen Anlage angeschlossen. Die Ladeleitung ist dauerhaft mit der Ladestation verbunden.

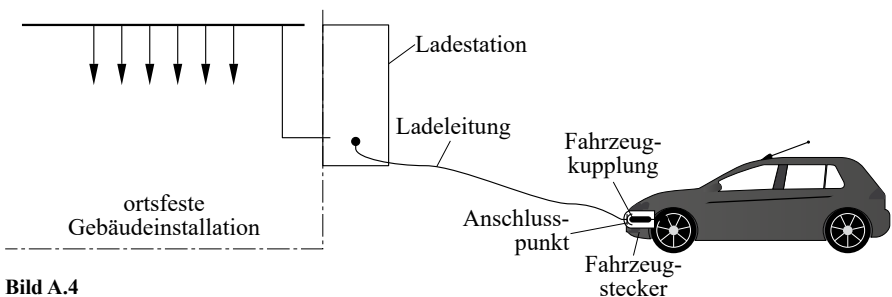


Bild A.4

Die Ladeleitung ist Bestandteil der Ladestation.

Zusammenfassend zu allen möglichen Anschlussfällen zeigt die **Tabelle A.7** die verschiedenen möglichen Anschlussfälle, die Art und Weise des Anschlusses eines Elektrofahrzeugs an das Verteilungsnetz der öffentlichen Stromversorgung nach DIN EN IEC 61851-1 (**VDE 0122-1**).

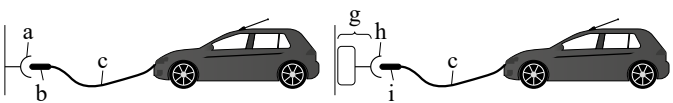
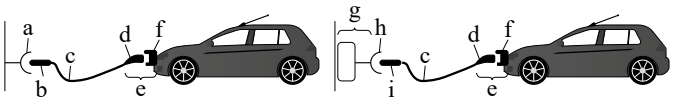
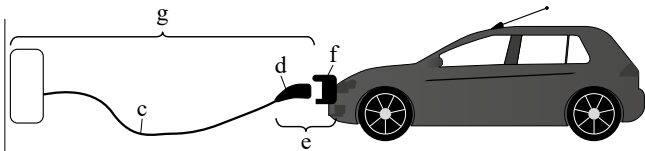
Anschlussfall	Definition		
Anschlussfall A	Der Anschluss eines Elektrofahrzeugs an das Verteilungsnetz über einen Stecker und eine Leitung, die dauerhaft am Elektrofahrzeug angebracht ist. Die Leitungsgarnitur ist Teil des Fahrzeugs. 		
Anschlussfall B	Der Anschluss eines Elektrofahrzeugs an das Verteilungsnetz über eine an beiden Seiten lösbare Leitungsgarnitur. Die lösbare Leitungsgarnitur ist weder Teil des Fahrzeugs noch der Ladestation. 		
Anschlussfall C	Der Anschluss eines Elektrofahrzeugs an das Verteilungsnetz unter Verwendung einer Leitung und einer Fahrzeug-Kupplung, die dauerhaft mit der Ladestation verbunden ist. Die Leitungsgarnitur ist Teil der Elektro-Ladestation. 		
a	Steckdose,	f	Fahrzeug-Gerätestecker,
b	Stecker,	g	Ladestation,
c	Leitung,	h	Elektrofahrzeug-Steckdose,
d	Fahrzeugkupplung,	i	Elektrofahrzeug-Stecker
e	Fahrzeug-Steckvorrichtung,		

Tabelle A.7 Anschlussfälle mit begrifflichen Erläuterungen nach DIN EN IEC 61851-1 (**VDE 0122-1**): 2019-12

DIN EN IEC 61851-1 (VDE 0122-1)

Anschlussleistung

Für die Dimensionierung nach → *DIN 18015-1* muss die Anschlussleistung aller im jeweiligen Gebäude vorhandenen elektrischen Betriebs- und Verbrauchsmittel bekannt bzw. durch die Elektrofachkraft ermittelt werden, um dann mit der benötigten Ladeleistung zur gesamten Anschlussleistung zu gelangen. Nach NAV § 19 sind Betriebs- und Verbrauchsmittel so zu betreiben, dass Störungen der Netze und auf andere Kundenanlagen ausgeschlossen sind. Die elektrische Versorgung eines Ladepunkts ist für die vorgesehene bzw. notwendige Ladebetriebsart zu bemessen. Nach → *VDE-AR-N 4100:2018-11* und der TAB ist für den einphasigen Betrieb nur ein max. Ladestrom von 20 A (4,6 kVA) zulässig.

Die Elektrofachkraft sollte den evtl. Wunsch des Nutzers nach der Notwendigkeit einer hohen Anschlussleistung hinterfragen, denn eine hohe Anschlussleistung, z. B. Wallbox 22 kW, ist nicht in jedem Fall erforderlich, denn die Ladung wird begrenzt durch die Leistungsaufnahme des Fahrzeugs, z. B. 7,4 kW, da hilft eine evtl. höhere Anschlussleistung nicht, es sei denn, der Nutzer will Reserve schaffen für den späteren Anschluss eines anderen Fahrzeugs.

Bei einer Integration eines Ladepunkts und damit eine Erhöhung der Leistung der bestehenden Installation, ist der Netzbetreiber gefragt, daher muss der Ladepunkt bei den Netzbetreibern auch angemeldet (→ *Anmeldepflicht*) oder sogar durch den Netzbetreiber genehmigt werden. Eine Leistungserhöhung entspricht einer Erweiterung der Nutzungsänderung der jeweiligen Anlage. Der Netzbetreiber muss die benötigte Anschlussleistung am → *Anschlusspunkt* zur Verfügung stellen, aber gleichzeitig dafür sorgen, dass die Netzversorgungszuverlässigkeit und Netzqualität nicht darunter leiden.

DIN 18015-1

VDE-AR-N 4100

Anschlussleistung von Ladeplätzen

Damit der Leistungsbedarf bei einem evtl. Projekt richtig ermittelt werden kann, sind in [Tabelle A.8](#), [Tabelle A.9](#) und [Tabelle A.10](#) als Überblick zu typischen Energiebedarfen, Energieverbräuchen und verschiedene Ladeleistungen unterschiedlicher Fahrzeugklassen nach der VDI-Richtlinie → *VDI 2166 Blatt 2* enthalten.

Fahrzeugklasse	Energie- verbräuche in Wh/km	Fahrleistung Durchschnitt km pro Tag	Energie pro Tag ¹⁾ in kWh	Ladetage ³⁾ pro Jahr	Energie pro Jahr ²⁾ in kWh
Pedelec	5	18	0,1	110	10
E-Roller	50	30	2,0	140	210
Leicht-Elektrofahrzeug ⁴⁾	85	75	6,38	180	1 148
Plug-in-Hybrid-Fahrzeug	215	40	9,0	180	1 548
Mittelklasse-Elektrofahrzeug	155	90	14,0	200	2 790
Oberklasse-Elektrofahrzeug	225	70	16,0	180	2 835
Anmerkung: Die spezifischen Energieverbräuche, die durchschnittliche Fahrleistung pro Tag sind angenommene Werte aus VDI 2166 Blatt 2 für eine Musterrechnung.					
¹⁾ Die Energie pro Tag errechnet sich aus der Fahrleistung multipliziert mit dem spez. Verbrauch					
²⁾ Die Energie pro Jahr errechnet sich aus der Energie pro Tag multipliziert mit den Ladetagen					
³⁾ Die Ladetage sind ebenfalls nur als Muster angesetzt worden, es lassen sich andere Tage pro Jahr ansetzen.					
⁴⁾ aus Entwurf VDI 2166 Blatt 2:2019-06					

Tabelle A.8 Typische spezifische Energieverbräuche von Elektrofahrzeugen und als Muster gerechnete Energie pro Tag und Jahr

Fahrzeugklasse	Typische max. AC-Lade- leistung in kW	Typische max. DC-Lade- leistung in kW ²⁾	Max. Reichweitengewinn in 1 h AC-Laden bei:			Max. Reichweitengewinn in 15 min DC-Laden bei:		
			3,7 kW	11 kW	22 kW	50 kW	150 kW	350 kW
Leicht-Elektro- fahrzeug ¹⁾	3,7	–	24 km	–	–	–	–	–
Plug-in-Hybrid- Fahrzeug	4,0	30	19 km	19 km	19 km	–	–	–
Mittelklasse- Elektrofahrzeug	11	80	24 km	68 km	68 km	100 km	100 km	100 km
Oberklasse- Elektrofahrzeug	22	310	19 km	45 km	98 km	60 km	170 km	275 km
¹⁾ Anmerkung: Ein Fahrzeug mit einer begrenzten Ladeleistung, z. B. 3,7 kW, kann eine höhere Ladeleistung nicht nutzen.								
²⁾ Anmerkung: Mittelklasse-Elektrofahrzeuge bewegen sich bei Ladeleistungen bis 150 kW, Oberklasse-Elektrofahrzeuge bei Spitzenladeleistungen bis über 300 kW. Die Ladeleistung fällt während des Ladens mit steigendem Ladezustand deutlich ab.								

Tabelle A.9 Typische Ladeleistungen von Elektrofahrzeugen und Reichweitengewinne unterschiedlicher Ladezeiten

	Übliche Steckverbinder	Ausführung	Norm	Leistung in kW
Zweirad	Schutzkontaktsteckdose	Steckdose	DIN VDE 0620-1	2,3 (1-phasig)
Normalladen, 1-phasig	Typ 2	Steckdose ^{a)}	DIN EN 62196-2 (VDE 0623-5-2) Normenblatt 2-IIa	3,7 (1-phasig)
Normalladen, 3-phasig	Typ 2	Steckdose ^{a)}	DIN EN 62196-2 (VDE 0623-5-2) Normenblatt 2-IIa	bis 22 (3-phasig)
Schnellladen, DC	CCS	fest angeschlossene Leitung mit Kupplung	DIN EN 62196-3 (VDE 0623-5-3) Normenblatt FF	55 (3-phasig) oder mehr ^{b)}
^{a)} Hinweis auf fest angeschlossene Ladeleitung ^{b)} Eingangsleistung des DC-Laders (Vorgaben des Herstellers der Ladestation sind zu beachten)				

Tabelle A.10 Anschlussleistungen von Ladeplätzen nach VDI 2166 Blatt 2

VDI 2166 Blatt 2

Anschlussnehmer

Das ist eine natürliche oder juristische Person, dessen Kundenanlage unmittelbar über den Anschluss mit dem Netz des Netzbetreibers verbunden ist.

DIN 18015-1

VDE AR-N 4100

Anschlussnutzeranlage

Es ist die Gesamtheit aller elektrischen Betriebsmittel hinter der Messeinrichtung zur Entnahme oder Einspeisung von elektrischer Energie.

DIN 18015-1

VDE AR-N 4100

Anschlusspunkt

Das ist der Teil einer ortsfesten Anlage innerhalb einer Gebäudeinstallation, über den Strom von der Elektroinstallation über den Anschlusspunkt, z. B. eine Wallbox in die Batterie des Elektrofahrzeugs übertragen wird. Aber der Anschlusspunkt muss nicht nur leitungsggebundene Ladevorgänge beinhalten, sondern er kann, je nach → *Anschlussart* auch Teil der ortsveränderlichen Leitungsgarnitur oder Teil eines automatischen Anschlussystems oder der stationäre Teil des → *induktiven Ladens* sein. Es ist der Verbindungspunkt zwischen der ortsfesten Elektroinstallation und dem Elektrofahrzeug, also eine Stelle, an welcher ein einzelnes Elektrofahrzeug mit der ortsfesten Elektroinstallation verbunden ist.

DIN EN 61851-23 (VDE 0122-2-3)

DIN VDE 0100-600

DIN VDE 0100-722

VDE-AR-N 4100

VDI 2166 Blatt 2

Anschlusschränke im Freien

Für Anschlusschränke im Freien galt bis zum Beginn der Gültigkeit von → *VDE-AR-N 4100:2019-04* die Anwendungsregel *VDE-AR-N 4102*, deren Anforderungen in die neue Anwendungsregel übernommen und überarbeitet worden sind. Da es sich bei Ladeeinrichtungen für Elektrofahrzeuge durchaus auch um *Anlagen im Freien* handeln kann, weil Ladestationen z. B. auch im Freien in Garageneinfahrten, auf öffentlichen oder halböffentlichen Geländen o. Ä. aufgestellt werden können, sollen hier einige der wichtigen Anforderungen aus *VDE-AR-N 4100* erläutert werden. Grundsätzlich sind Anschlusschränke im Freien dreiphasig an das Niederspannungsnetz anzuschließen. Ein einphasiger Anschluss ist nur in Ausnahmefällen mit $\leq 4,6$ kVA zulässig. Durch die besonderen Umgebungsbedingungen im Freien herrschen extreme Temperaturen, hohe Feuchtigkeit und evtl. Überflutungsgefahr, daher sind die Art und die Ausstattung des Schrankes zwischen dem Netzbetreiber und dem Errichter der Anlage abzustimmen. Ladeeinrichtungen für Elektrofahrzeuge in Anschlusschränken im Freien sind nach *DIN EN IEC 61439-7 (VDE 0660-600-7)* auszuführen. Die Schutzart des Gehäuses muss mindestens IP44 oder IP34D entsprechen. Werden Anschlusschränke in unmittelbarer Nähe von Fahrwegen errichtet, so sind sie so zu gestalten, dass sie einen besonderen Anfahrschutz erhalten. Beispiele für die Anordnung von Funktionsflächen in Anschlusschränken im Freien können *VDE-AR-N 4100*, Abschnitt 12.1, Bilder H1 bis H3 entnommen werden.

- *Anschluss von Kundenanlagen ans Mittelspannungsnetz*
- *Anschluss von Kundenanlagen ans Niederspannungsnetz*

VDE-AR-N 4100

Antriebsbatterie

Eine Antriebsbatterie ist ein mobiler Stromspeicher, der sich im Fahrzeug befindet und mithilfe der zuvor (durch → *Ladung*) gespeicherten Energie einen oder mehrere Elektromotoren für die Fortbewegung des Fahrzeugs antreibt. Hauptsächlich wird seit einigen Jahren der → *Lithium-Ionen-Akku* für diese Aufgabe verwendet.

DIN EN 62485-3 (**VDE 0510-47**)

Antriebsstrang

Der elektrifizierte Antriebsstrang besteht im Wesentlichen aus den Komponenten des Elektromotors, des Akkus/der Fahrzeugbatterie und der Leistungselektronik.

→ *Elektromotor*: Er ersetzt in Elektrofahrzeugen den herkömmlichen Verbrennungsmotor und benötigt ein ausreichendes Drehmoment in einem weiten Drehzahlbereich. Folgende Anforderungen werden an Elektroantriebe gestellt:

- wichtig ist ein hoher Wirkungsgrad
- eine Drehzahl- und Drehmomentsteuerung, die sich sehr fein regulieren lässt
- ein geringes Gewicht, um nicht zu viel Energiekapazität zu verbrauchen
- ein geringes Volumen, um im Fahrzeug Platz zu sparen
- ein gutes Preis-Leistungsverhältnis, weil für das gesamte Fahrzeug noch hohe Kosten durch die Batterie hinzukommen
- hohe Funktionalität in allen erdenkbaren Umgebungsbedingungen (Klimabedingungen am Einsatzort, mechanische Stoßbelastungen)
- Möglichkeit zur → *Rekuperation* (Rückspeisung elektrischer Energie in die Batterie z. B. durch Bremsvorgänge)

In Elektrofahrzeugen kommen nur Drehstrommotoren zum Einsatz.

→ *Drehstrommotoren in Elektrofahrzeugen*

Anwendungsfälle zum Laden

Nach der Norm → *DIN EN IEC 61851-1 (VDE 0122-1)*:2019-12 werden drei Arten unterschieden, wie der Ladepunkt und das Fahrzeug verbunden sein können:

- *Anschlussfall A*
- *Anschlussfall B*
- *Anschlussfall C*

Der Nutzer bzw. der Autofahrer möchte einen unkomplizierten und komfortablen Vorgang und die Elektrofachkraft erledigt vorher dazu die notwendigen technischen Grundlagen unter Berücksichtigung der DIN-VDE-Normen. Die Standardisierung umfasst die verschiedenen → *Ladekonzepte*, die zur sicheren Ladung erforderlichen → *Steckvorrichtungen*, die möglichen Anschlussfälle eines Elektrofahrzeugs an das Verteilungsnetz der öffentlichen Stromversorgung (→ *DIN EN IEC 61851-1 (VDE 0122-1)*:2019-12), die Ladebetriebsarten 1 bis 4 auch nach *DIN EN IEC 61851-1 (VDE 0122-1)*:2019-12 mit ihren entsprechenden Anforderungen, die → *DIN EN 62196 (VDE 0623-5)* als Norm für Stecker, Steckdosen für Elektrofahrzeuge, notwendige Regelungen für die vorgeschaltete Elektroinstallation aus der die Energie bezogen wird, z. B. *DIN → VDE 0100-722*:2019-06 und die VDE-Anwendungsregel → *VDE-AR-N 4100*.

DIN EN 62196 (VDE 0623-5)

DIN EN IEC 61851-1 (VDE 0122-1)

DIN VDE 0100-722

VDE-AR-N 4100

Anzahl von Ladepunkten

Die Bundesnetzagentur führt eine Statistik über die Anzahl der öffentlichen Ladepunkte in Deutschland. Danach waren am 1. Dezember 2021 insgesamt 50 901 öffentliche Ladepunkte gemeldet, davon 43 325 → *Normalladepunkte*, → *AC-Ladepunkte* mit bis zu 22 kW Leistung und 7 576 → *Schnellladepunkte*, → *DC-Ladepunkte* mit über 22 kW Leistung. Im Dezember 2019 verzeichnete die Bundesnetzagentur erst 28 671 öffentliche Ladepunkte, d. h. fast eine Verdoppelung in 2 Jahren. Insgesamt sind mittlerweile ca. 1,5 GW öffentliche Ladeleistung installiert. Die große Anzahl der öffentlichen Ladepunkte mit 50 901 werden von insgesamt 3 500 → *CPO (Charge Point Operator)* betrieben. Die 50 größten Betreiber verfügen über rund die Hälfte

der Ladepunkte, bei der anderen Hälfte handelt es sich meist um lokal zur Verfügung gestellter Ladepunkte, wie von Kommunen, einigen Ladenketten oder auch von dem Einzelhandel.

<https://www.bundesnetzagentur.de>

Anzahl von RCDs

Für die Planung ist selbstverständlich ein wichtiges Kriterium die Anzahl der einzusetzenden Fehlerstromschutzeinrichtungen (RCDs). Dazu gab es über längere Zeit keine eindeutig klare Regelung, dies ist jedoch durch → *DIN 18015-1:2020-05* festgelegt. Für die Anzahl der Stromkreise hinter einer RCD gilt:

- RCD zweipolig: max. Anzahl von einphasigen Endstromkreisen sind 2,
- RCD vierpolig: max. Anzahl von einphasigen Endstromkreisen sind 6.

Jeder Ladepunkt für Elektrofahrzeuge muss durch einen eigenen Fehlerstrom-Schutzschalter (RCD) von mind. Typ A bei einem Bemessungsdifferenzstrom nicht größer als 30 mA geschützt sein. Sollte der Ladepunkt mit einer Steckdose nach Normenreihe → *DIN EN 62196-x (VDE 0623-5-x)* ausgestattet sein, müssen im versorgenden Stromkreis Schutzvorkehrungen gegen Gleichfehlerströme vorgesehen werden, es sei denn, diese Vorkehrungen sind in der Ladeeinrichtung integriert.

Merke: Schutzvorkehrungen für jeden Ladepunkt: Fehlerstromschutzeinrichtung (RCD) Typ B oder Fehlerstromschutzeinrichtung Typ A in Verbindung mit einer geeigneten Einrichtung zur Abschaltung der Versorgung im Fall von Gleichfehlerströmen > 6 mA (alternativ zu Typ A auch Typ F möglich, mit Einschränkungen).

→ *Fehlerstromschutzeinrichtungen (RCDs)*

DIN 18015-1

APN (Access Point Name)

Das ist ein Zugangspunkt zu einem GPRS-Mobilfunknetz. Er wird für eine Mobilfunkverbindung via SIM verwendet. Der Mobilfunkbetreiber gibt diese Daten an.

Apps

Für Nutzer von Elektrofahrzeugen sind sehr viele Apps auf dem Markt, die jeweils dem Fahrer etliche Vorteile bei der Bedienung des Elektrofahrzeugs und der Fahrt bzw. dem Ladevorgang bieten können.

Arbeitssicherheit

Die Arbeitssicherheit ist ständiger Begleiter bei allen Arbeiten rund um den elektrischen Strom, in elektrischen Anlagen und an Betriebsmitteln und dies gilt für alle Spannungsebenen, von der Kleinspannung bis zur Höchstspannung. Die Methoden und Vorgehensweisen zur Arbeitssicherheit und die Bestimmungen der DIN-VDE-Normen und Unfallverhütungsvorschriften sind in allen Arbeitsbereichen für die Elektrofachkraft mittlerweile ausgereift.

Aber Gefährdungen können sich unter anderem durch das Arbeitsverfahren, Arbeitsabläufe, eingesetzte Arbeitsmittel oder die Arbeitsumgebung ergeben. Auch durch psychische Belastungen, unzureichende Qualifikation und Unterweisung der Beschäftigten können sich Gefährdungen einstellen. Daraus schlussfolgernd gelten besondere Anforderungen für diejenigen, die mit Arbeiten an elektrischen Anlagen betraut werden.

Bei den Elektrofahrzeugen haben sich die Spannungen im Gegensatz zu den Fahrzeugen mit Verbrennungsmotoren und einer Starterbatterie von 12 V/24 V erheblich erhöht. Spannungen von AC 230/400 V und bis zu DC 420 V sind Standard in Elektrofahrzeugen und bei leistungsstarken Antrieben werden Spannungen bis über 900 V eingesetzt. Von diesen hohen Spannungen könnten Gefahren ausgehen. Allerdings wenden die Fahrzeughersteller sehr hohe Sicherheitsstandards an, sodass für den Nutzer des Elektrofahrzeugs und Rettungskräfte nach einem evtl. Unfall keine Gefahren zu erwarten sind, d. h. bei den eigensicheren Fahrzeugen sind Gefahren für die Gesundheit und das Leben von Menschen für den normalen Betrieb nahezu völlig auszuschließen.

Aber an diesen Komponenten müssen sicher auch durch Personen bei z. B. Inspektion und Wartung gearbeitet werden. Um die Gefährlichkeit hervorzuheben, sind die Begriffe *Hochvolt* und *Hochvoltsystem* entwickelt worden, und zwar wird unter Hochvolt verstanden:

- von AC 30 V bis 1 000 V
- von DC 60 V bis 1 500 V

Die Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung, DGUV hat in einer Informationsschrift „Qualifizierung für Arbeiten an Fahrzeugen mit Hochvoltssystemen“, DGUV-Information 200-005:2012-04 *Hinweise für Unternehmer und Vorgesetzte zur Qualifizierung* erarbeitet, wie auf der Grundlage der Gefährdungsbeurteilung für verschiedene Tätigkeitsschwerpunkte elektrotechnische Arbeiten zu beurteilen sind und geeignete Schutzmaßnahmen abgeleitet werden können.

DGUV-Information 200-005

DIN EN 60984 (VDE 0682-312)

Argumente für die zukünftige positive Entwicklung der Elektrofahrzeuge

- Der Dieselskandal und die negativen Folgen auf die Käufer von Fahrzeugen.
- Die schlechte Luft im unmittelbaren Umfeld der konventionellen Fahrzeuge, die immer deutlich negativer empfunden werden
- Die persönlichen Erfahrungen der Menschen in den letzten Jahren zur Bestätigung der Klimasituation in der Welt.
- Die Hinwendung der Politik zu Elektrofahrzeugen durch staatliche Förderung der Fahrzeuge und der Ladeinfrastruktur
- Die Entwicklung neuer Autokonzerne als Wettbewerber mit ersten großen Erfolgen, z. B. Tesla oder Nio.
- Das Umdenken zu anderen Notwendigkeiten und Lebensweisen durch das Virus Corona.
- Wenn der Strom weitestgehend aus regenerativen Quellen erzeugt wird, reduzieren Elektrofahrzeuge die CO₂-Emissionen deutlich und bereits heute ergibt sich bei dem Strommix aus regenerativer und herkömmlicher Stromerzeugung über die gesamte Lebensdauer eines Elektrofahrzeugs eine positive Umweltbilanz.
- Weitere Vorteile durch die Nutzung der Elektrofahrzeuge im Verkehrssektor durch Senkung der Lärm-, Schadstoff- und Feinstaubbelastungen.
- Der Strombedarf für Elektrofahrzeuge stellt bereits heute aus Sicht der Verteilungsnetze keine Herausforderungen für die positive Entwicklung der Elektromobilität dar.
- Die Ladeinfrastruktur wird sich zunehmend in nächster Zeit verbessern durch verschiedene Alternativen des Ladens privat, halböffentlich und öffentlich und durch die Errichtung von Schnellladestationen an den Schnellstraßen.

- Zusätzlich zu den öffentlichen Netzen werden weiterhin PV-Anlagen und Speicher in privaten Haushalten entstehen, die ergänzend zu den Netzen die Ladung der Elektrofahrzeuge übernehmen können.
- Die rasante Entwicklung der Batterietechnik, sodass die Energiedichte und die Umweltbilanz sich weiter verbessern werden.
- Die neuen Batterien benötigen immer weniger umweltschädliche Rohstoffe (z. B. Feststoffbatterien) und das Recycling von Altbatterien muss für alle Autohersteller zur Selbstverständlichkeit werden, sodass aus Sicht des Umweltschutzes alle negativen Bedenken gegen Batterien ausgeräumt werden können.
- Die Herstellkosten der Batterien und damit auch der Elektrofahrzeuge lassen sich durch die zunehmende Serienfertigung und Automatisierung verringern und die Autos werden das Niveau der heutigen Verbrenner erreichen.
- Die Service- und Wartungskosten für Elektrofahrzeuge werden geringer, denn die Anzahl der bewegten Teile in einem elektrischen Antriebsstrang ist um zwei Größenordnungen niedriger als in einem verbrennungsmotorischen Antrieb.
- Die Lebensdauer einer Batterie erreicht heute schon eine Reichweite von 200 000 km Fahrtstrecke und wird sich zunehmend auf 1 Mio. km erhöhen.
- Die Reichweiten von Elektrofahrzeugen werden schon in kürzester Zeit Streckenlängen bewältigen, die die Nutzer der Fahrzeuge aus der Vergangenheit kennen und damit akzeptieren werden.
- Die Ladedauern sind schon jetzt bei Schnellladestationen auf etwa 30 min für 80 % der Batteriekapazität erreicht und werden sich bald ebenfalls verkürzen lassen.
- Bei der Wertstabilität im Gebrauchtwagenmarkt stehen heute schon Elektrofahrzeuge in der Spitzengruppe.
- Der tiefe Schwerpunkt durch die Anordnung der Batterie, verbessert das jeweilige Fahrverhalten der Elektrofahrzeuge gegenüber der herkömmlichen Technik.
- Die erheblich geringere Anzahl von einzelnen Teilen erhöht den verfügbaren Innen- und Kofferraum von Elektrofahrzeugen bei gleichen Außenabmessungen.
- Brennstoffzellen-Pkw werden die Elektrofahrzeuge durch die benötigte, komplexere und voluminösere Technik und die hohen Herstell- und Servicekosten und weiteren Nachteilen beim nutzbaren Fahrzeuginnenraum nicht verdrängen, sondern sie erhalten eine Chance bei schweren Nutzfahrzeugen.
- Das → *Wohnungseigentumsmodernisierungsgesetz* und das → *Gebäude-Elektromobilitätsinfrastruktur-Gesetz* werden die Ladeinfrastruktur verbessern helfen.

Asynchronmotor

Die Bauart des Asynchronmotors ist bereits 1889 von dem Russen *Michael von Dolivo-Dobrowolsky* erfunden und entsprechend patentiert worden. Er nutzte das Prinzip des symmetrischen Dreileiter-Dreiphasensystems und eine zylindrische, verteilte Drehstromwicklung für den Stator der Motoren und erfand den Käfigläufer, den dreiphasigen Kurzschlussläufer mit Schleifringen zur Verbesserung des Anlaufs durch Einschaltung von Vorwiderständen. Bis heute werden jährlich viele Millionen Asynchronmotoren nach diesem Konstruktionsprinzip für vielfältigste Anwendungen gebaut. Der Asynchronmotor wird auch für die Herstellung von Elektrofahrzeugen eingesetzt, z. B. von Audi, Mercedes und Tesla.

Ativo

Mennekes Ativo ist eine digitale Abrechnungsdienstleistung. Angeboten in Zusammenhang mit Ladestationen. Sie wird vom Benutzer (in der Regel der Investor der Ladestation) rein digital per App am PC oder Tablet/Smartphone bedient. Mennekes Ativo ist ein Angebot der Mennekes Digital Services GmbH.

<https://www.mennekes.de>

Aufbau einer Wallbox

Von den verschiedensten Herstellern gibt es das Produkt → *Wallbox* in einer Vielzahl von Ausführungen, aber im Wesentlichen sind nachfolgende Komponenten in der Wallbox enthalten:

- Ladesteckdose mit Verriegelungsfunktion
- Kommunikationsmöglichkeiten zur Identifizierung und zur Freigabe des Ladevorgangs
- Überstromschutzeinrichtungen
- Fehlerstromschutzeinrichtungen (RCDs)
- Messeinrichtungen zur Abrechnung
- Gleichstromfehlererkennung
- Relais zur Spannungsfreigabe
- Spannungsversorgung für die Kommunikation mit dem Elektrofahrzeug

- PWM-Modulationseinheit
- Auswerteeinheit

Weitere wichtige Komponenten sind im jeweiligen Elektrofahrzeug enthalten.

→ *Wallbox*

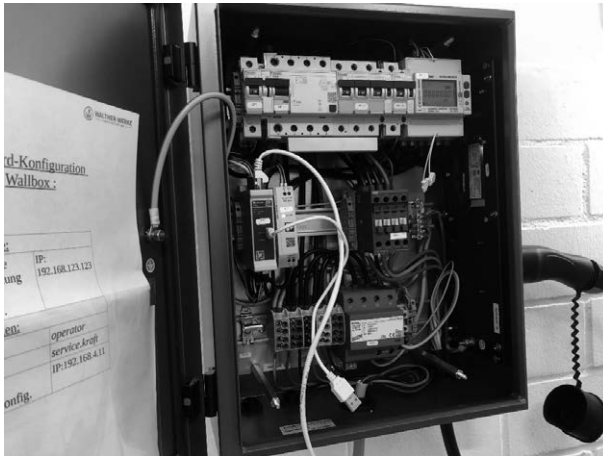


Bild A.5 Wallbox von Walther Werke
(Foto: Rolf Rüdiger Cichowski)

Auffinden von Ladestationen

Das Auffinden von öffentlichen Ladepunkten ist relativ einfach über das in den modernen Fahrzeugen eingebaute Navigationssystem möglich. Je nach Art des Navigationssystems und je nach Anbieter der Ladesäule kann der Fahrer sich anzeigen lassen, ob der gewünschte Ladepunkt verfügbar, d. h. zum gewünschten Zeitpunkt frei und zum Laden bereit ist.

Eine Suche per Smartphone oder über die Internetseiten oder Apps der Ladekartenanbieter ist ebenfalls möglich. Es gibt verschiedene → *Ladekartenanbieter*, hier sei nur ein Anbieter genannt, z. B. die Ionity-Ladestationen. Die Nutzer können schnelle und unkomplizierte Zahlungen per Smartphone vor Ort tätigen. Ionity stellt allerdings selbst keine RFID-Karten aus. Wenn mobil bezahlt werden soll, so ist dies über die Ionity App oder die Payment Website <https://payment.ionity.eu> oder über den QR-Code möglich.