

Aktuelle Ladesysteme für Elektroautos



Laden von E-Autos

Praktische Erfahrungen

Energieeffizienztag, Erlangen 19.5.2019

Roland Reichel

Gründungsmitglied des Solarmobil Vereins Erlangen, Ehrenvorsitzender Bundesverband Solare Mobilität e.V.

Dokumentationszentrum Elektromobilität, Herausgeber und Chefredakteur der Zeitschrift "EMobile"

www.solarmobil.net - reichel@solarmobil.net



Anschluss finden - Not- oder Heimladen - Mode 2

- **Traditionell:**
- **Einphasig 230V 16A, z.B. Schukosteckdose oder CEEblau (Campingdose) Aufladen zu Hause an Steckdosen oder Heimpladestationen:**
- Über Nacht laden 6 bis 14 Stunden
- Vorteile: Dose meist schon vorhanden
- Ladekabel (ICCB) dafür bei fast allen E-Autos mitgeliefert als Heim- oder Notladekabel
- Drehstrom Anschluss CEE rot meist nur nutzbar über spezielle Adapter
- Mode 2 - "Nur Strom" - keine Kommunikation



Anschluss finden - Mode 2 - weitere Beispiele



Biesinger Ladesäule 1993 Zenkerstr.



Anschluss finden - Mode 2 - weitere Beispiele



Globus Forchheim, seit ca. 15 Jahren
1x dreiphasig 16A, 2x einphasig 16A



Solarmobil Verein Erlangen, 2 Stationen mit je 3x Schuko und 3x CEEblau. Insgesamt bis 3x 16A = 11 kW Leistung



Anschluss finden - Laden über mobile Adapter



ICCB (In Circuit Control Box)
für das Laden einphasig über Schuko
an Typ1 oder Typ2
normalerweise bis 16A / 3,6 kW



go-e mobile
Wallbox
bis 22 kW




Juice booster mobile Wallbox bis 22 kW
mit Adaptern für verschiedene Anschlüsse



nrg-kick mobile
Wallbox bis 22 kW

Typ 2 Stecker kurz erklärt

Quelle: Veröffentlichungen von Fa. Mennekes im Internet

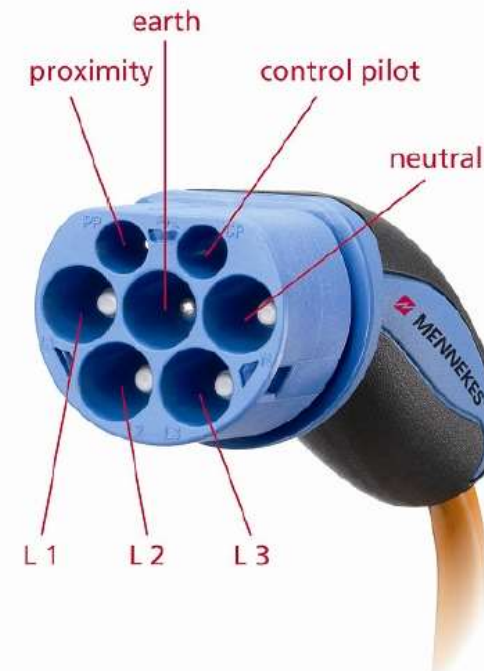
 **MENNEKES**® Ladesysteme für Elektrofahrzeuge



Kurze Erklärung des Typs 2

- Nur eine Steckgeometrie für 16A, 32A und 63A
- Ein- und dreiphasige Ladung mit gleichem System
- Stecker wird in der Steckdose verriegelt
- Eingesteckte Kupplung aktiviert die Wegfahrsperr
- Der Stecker verfügt über zusätzliche Kontakte zur Kommunikation CP / PP
- Ladeleistung

	230V	400V
16A	3,7 kW	11,0 kW
32A	7,4 kW	22,0 kW
63A	14,5 kW	43,5 kW



16A einphasig = 6 - 8 Stunden Ladezeit

63A dreiphasig = weniger als 1 Stunde Ladezeit

Anschluss finden - Typ2 Stromtankstelle - Mode 3

- **Heimladeboxen oder "Wallboxen"**
- **Ein- oder dreiphasig 230V normal bis 32A, Schnellladen bis 63A**
- **Leistungen normal bis 22 kW, Schnellladen bis 43 kW**
- **Typ 2 Stecker mit erhöhter Sicherheit**
- **Aufladen zu Hause an Wallboxen oder öffentlich an Stromtankstellen**
- Normalladen 1 bis 4 Stunden
- Schnellladen 1 bis 2 Stunden
- Erhöhte Sicherheit durch Kommunikation Auto-Ladesäule und normalerweise spannungslos
- Mode 3 - Strom erst nach Prüfung über Kommunikation
- Ladestrom kann von der Ladesäule eingestellt werden



Warum eigentlich eine Wallbox oder Typ2 Anschluss?

- **Warum "umsteigen" auf Typ2 oder "Wallboxen"**
 - wenn man denn an Schuko oder CEE Dosen auch laden kann?

Typ 2 bietet viele weitere Funktionalitäten

- Sicherheit: normal spannungslos, Spannung erst nach Sicherheitscheck
- Sicherheit: Kontrolle ob das Ladekabel den Strom aushält
- Sicherheit: der Netzstrom kann von der Station eingestellt werden
- Ein Stecker für alle Leistungen von 3,6 kW einphasig bis 43 kW dreiphasig
- Leistungen bis 43 kW über einen vergleichsweise handlichen Stecker

- Netzstrombegrenzung oder Einstellung von 6 bis 43 A durch Pulsweitsignal.
Voraussetzung: Die Ladegeräte im Auto müssen das können, also "Typ2-gerecht" sein.
- Loadsharing, also Lastverteilung zur Verhinderung von Überlast möglich. Heute Standard.
- Einbindung in Heimnetze mit Solarstromversorgung, Optimierung von Solarstrom-Eigenverbrauch, Heimakku und Verbrauchersteuerung möglich.
- Viele Wallboxen bieten heute Internetanschluss zur Fernüberwachung der Ladung per APP an. Es gibt Wallboxen mit eingebauter SIM Karte und Telefon Modul.



Anschluss finden - Typ2 Stromtankstelle - Mode 3

- Öffentliche Ladesäulen bzw. Stromtankstellen:



Stadtwerke Forchheim



Polizei Ebermannstadt



Tiefgarage Forchheim

Weitere öffentliche Ladesäulen (AC, Typ2 (Europa), Typ1 (USA, Asien))



Laden für Gäste frei am Hotel oder Café

(alles Typ2)



Landhotel Geiselwind: Tesla "Destiny Charger", 2x Tesla only, 1x Electric Vehicle

Laden mit Typ2 Stecker am fest montierten Kabel



Café Schrüfer in Gosberg mit ABL Wallbox

Typ2 Dose , Laden mit eigenem Kabel

Normung: Die neuen Ladestecker





Typ 1-Stecker (USA, Asien)

Einphasiger Stecker für Ladeleistungen bis zu 7,4 kW (230 V, 32 A).

Standard vielfach noch in Asien und den USA
Typ1 Inlets (Stecker) findet man fahrzeugseitig z.B. am Opel Ampera, älteren Nissan Leaf, Mitsubishi iMiEV und Peugeot ION, Peugeot Partner und anderen.

Bei Typ1 Ladestationen in den USA ist im allgemeinen ein Kabel mit Stecker fest angeschlossen, so dass kein Ladekabel im Auto mitgeführt werden muss.

Für Europa gibt es Ladekabel mit Typ2 auf Typ1 Steckern, so dann an üblichen Ladesäulen bis zu 7,4 kW geladen werden kann.

I	Typ 1	Typ 2	Standard
AC Inlet			IEC 62196-2
AC/DC Inlet			IEC 62196-3

Typ 2-Stecker (Europa)

Der dreiphasige Stecker wurde als Standard festgelegt. Im privaten Raum sind Ladeleistungen bis 22 kW (400 V, 32 A) gängig, während an öffentlichen Ladesäulen Ladeleistungen bis zu 43 kW (400 V, 63 A) möglich sind. Die meisten öffentlichen Ladestationen sind mit einer Typ 2-Steckdose ausgestattet. Daran kann jedes Mode 3-Ladekabel angeschlossen werden, also können sowohl Elektroautos mit Typ 1 als auch Typ 2-Stecker geladen werden. Auf der Seite der Ladestation haben alle Mode 3-Kabel den sogenannten Mennekes-Stecker (Typ 2).



Combined Charging System CCS

(Stand 4.3.2018: ca. 820 Stationen in Deutschland)

Das Combined AC/DC-Charging System, CCS

Ladestecksystem für Elektrofahrzeuge nach IEC 62196 für AC-Laden (Wechselstrom) und DC-Laden (Gleichstrom). Es wurde von Phoenix Contact in Zusammenarbeit mit deutschen Automobilherstellern (Volkswagen AG, Daimler AG, BMW Group) entwickelt und besteht im Wesentlichen aus einer fahrzeugseitigen Buchse, dem sogenannten Inlet, und den beiden Steckern zum AC- und DC-Laden. Die AC-Seite entspricht dem Typ 2 Stecker. DC bis 850V und bis 200 A.



CCS-Stecker



Inlet am Auto mit Steckerpins

Steckverbinder-Typen · Connector types			
I	Typ 1	Typ 2	Standard
AC Inlet			IEC 62196-2
AC/DC Inlet			IEC 62196-3



Die richtige Ladeleistung wählen

Entscheiden Sie, welche Ladeinfrastruktur Sie wirklich benötigen.



• Langsames Laden

- über Nacht, für Pendlerparkplätze, Mitarbeiterparkanlagen, Parkhäuser von Wohnanlagen (+ Möglichkeit zum Schnellladen)



• Beschleunigtes Laden

- CarSharing: z.B. tags sind die Fahrzeuge für die Gemeinde unterwegs, nachts z.B. für Sicherheitsdienst, im freien CarSharing, für Zeitungszusteller, Hotel- und Campingplatz-Gäste etc.
- Erhöhte km-Leistung pro Fahrzeug



• Schnellladen

- Mit Gleichstrom oder Drehstrom für hohe km-Leistungen:
Taxen, Lieferverkehr, KEP, Durchreisende, CarSharing



Quelle: ..aus einem Vortrag von Anette Schwabenhaus, Beraterin Elektromobilität am 25.1.2018 bei Bayern Innovativ



Begriffe(n): Notladen - Normalladen - Schnellladen

- **Notladen oder Heimpladen:**
 - über Schuko und ICCB normalerweise mit 230V normal bis 10A, max. 16A, also **bis 3,6 kW**
 - einphasig sind auch über Typ2 Wallboxen nur bis max. 20 A erlaubt zur Vermeidung von Schiefast, also bis ca. 4,6 kW
 - CEEblau (sogenannte Campingdosen) können dauerhaft bis 16A belastet werden. Man findet sie häufig an Wohnmobilstellplätzen, meist mit Münzautomaten
- **Normalladen**
 - **über 3,6 und bis 22 kW** über stationäre oder mobile Wallboxen
 - üblicher Standard an öffentlichen Ladestationen: ein- oder zweimal Typ2, manchmal mit "loadsharing", d.h. zwei Ladedosen an einer Säule mit gesamt 22 kW (einmal 22 oder zweimal 11kW)
- **Schnellladen**
 - **alles über 22 kW**, sowohl AC (Drehstrom) als auch DC (Gleichstrom) Laden
 - AC Laden über Typ2 Anschluss bis max. 63A, also max. 43kW
 - DC Laden über Chademo oder CCS Standard, Standard bisher bis 125A oder ca. 50 kW
 - DC "Supercharger" heute bis 175 kW (CCS) sind installiert. Höhere Leistungen sind möglich durch höhere Batteriespannungen um 800 V (statt bisher um die 400V).
 - Sonderstellung: DC Supercharger für Tesla. Nur nutzbar für Tesla Fahrzeuge



Wieviel Energie braucht ein E-Auto?

- Beispiel: Fahrleistung 100 km pro 24 Stunden
= 18 kWh Verbrauch + 15%, da Ladewirkungsgrad von ca. 85%
= **21 kWh pro 24 Stunden bei 100 km täglich**

- Ladezeiten bei einer Ladeleistung von:

- 1-phasig 10 A = 2,3 kW => 9,1 Stunden
- 1-phasig 16 A = 3,7 kW => 5,7 Stunden
- 3-phasig 16 A = 11kW => 1,9 Stunden
- 3-phasig 32 A = 22 kW => 1 Stunde

- Gleichstrom (DC) 50 kW => 25 Minuten,
- Gleichstrom (DC) 150 kW => 8,5 Minuten



Quelle: ..aus einem Vortrag von Anette Schwabenhaus, Beraterin Elektromobilität am 25.1.2018 bei Bayern Innovativ

Die "Ladegeschwindigkeit" in km/h

Ladegeschwindigkeiten in km/h bedeutet, daß pro Stunde die Energie für eine Fahrstrecke von x km geladen werden kann. Das hängt von der Leistung der Ladesäule ab, aber auch, was das Fahrzeug wirklich nehmen kann.

Ladeleistung	Fahrzeug braucht 15 kWh/100km	Fahrzeug braucht 20 kWh/100km	Fahrzeug braucht 25 kWh/100km
10 A, 2,2 kW	13 km/h	10 km/h	8 km/h
16 A, 3,7 kW	22 km/h	17 km/h	13 km/h
32 A, 7,4 kW	44 km/h	33 km/h	27 km/h
16 A, 11 kW	66 km/h	50 km/h	40 km/h
32 A, 22 kW	132 km/h	99 km/h	79 km/h
AC 63 A, 43 kW	264 km/h	198 km/h	155 km/h
DC 50 kW	300 km/h	360 km/h	180 km/h
DC 120 kW	720 km/h	540 km/h	432 km/h

Theoretisch erreichbare **Ladegeschwindigkeiten in km/h.**

Quelle: ..der Zeitschrift EMobile plus solar Nr. 99



Stromtankstellen Statistik: Was ist erreicht

Quelle: 14.5.2019, www.goingelectric.de

Deutschland: 15.755 Standorte mit 45.085 Ladepunkten

Anzahl der Ladestecker

Typ 2 Dose (25.426)

Typ 2 Stecker (1.457)

Combo Typ 2 (CCS) (2165)

CHAdeMO (1.720)

Tesla Supercharger EU (511)

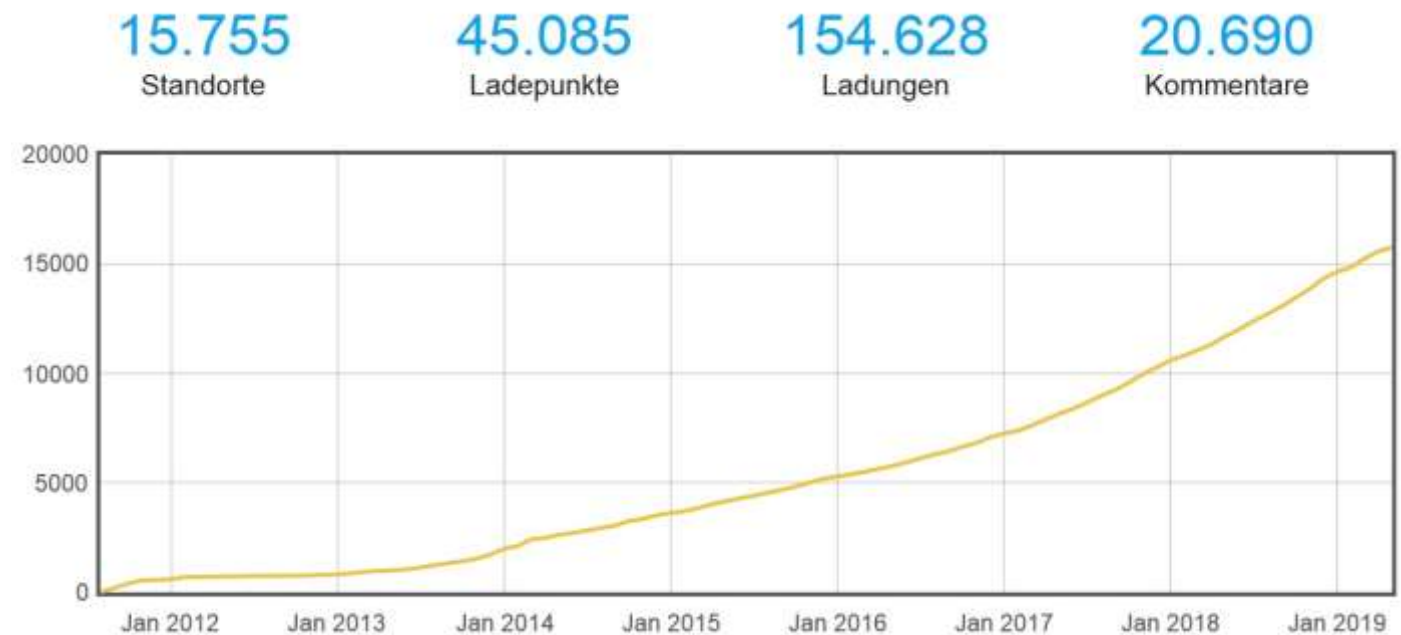
Tesla Supercharger CCS (308)

Typ 2 (Tesla Dest. Ch.) (99)

Schuko (10.715)

CEE Blau (Camping) (1.432)

CEE Rot (1.151)



Schnelllade-Stationen: Triple Charger mit allen Systemen



ABB Triple-Ladesäule



Veniox-Ladesäule



Ladesäulen für Tank und Rast

Schnelllade-Stationen Geiselwind mit 175 kW pro Säule



Schnellladestation Geiselwind

EON: 4 Ladesäulen je max. 175kW bzw.

- CCS bis 950V und max. 200A
- Chademo bis 500V und max. 200A

TESLA: Supercharger mit 8 Ladesäulen



TESLA Supercharger

Quelle: http://www.teslamotors.com/de_AT/supercharger

- Laden lebenslang kostenlos für TESLA Model S und X (ab Bat. 85 kWh)
- ca.60 Stationen in Deutschland mit 373 Ladeplätzen
Laden mit Gleichstrom bis 120 kW Ladeleistung
- 4 bis 10 Ladeplätze pro Station
- Viele Stationen mit Solardach, nach und nach sollen in sonnigen Gegenden weltweit alle damit ausgestattet werden
- TESLA Ladekabel fest an der Station mit Stecker ähnlich TYP2, (DC-Mid Standard)
- 80 % Aufladung in 40 Minuten
- Ladegeschwindigkeit bis ca. 600 km/h



Stromtankstellen: Kennzeichnungsprobleme

- **Problem „Kennzeichnung der Ladestationen“**

- Früher keine einheitliche Beschilderung von Ladestationen, die daher oft nicht gefunden wurden.
- Abhilfe sollen neue Verkehrszeichen schaffen, die Ende 2013/2014 amtlich eingeführt wurden.



Schild auf Madeira bisher üblich (D) Gebot und Verbot mit Symbolen (F) Ladestation f. Elektrofahrzeuge Wasserstofftankstelle
neue Verkehrszeichen 365-65 und 365-66 im VzKat

- **Problem „Zugeparkte Ladesäulen“**

Ein häufiges Ärgernis, von den Behörden bisher nicht recht ernst genommen. U.a. Zuständigkeitsprobleme.

Abhilfe durch klare Beschilderung als Ladestation (s.o) und Änderung der rechtlichen Rahmenbedingungen (Gesetze, Verwaltungsvorschriften). Mittlerweile wird auf Wunsch häufiger abgeschleppt.

- **Mittlerweile gesetzliche Grundlagen im EMO und der Ladesäulenordnung verbessert bzw. erstmalig definiert.**

Mittlerweile können Falschparker abgeschleppt werden.



Stromtankstellen: Möglichkeiten der Kennzeichnung

- Beschilderung von Ladestationen durch Verkehrszeichen 365-65 laut VzKat
- Bei Verstößen darf heute abgeschleppt werden



- Farbige Kennzeichnung der Parkfläche (empfohlen!)

Erfahrungsgemäß wirkt das sehr gut, hier wird kaum von "Verbrennern" geparkt



- Eigene "kreative" Beschilderung

Dieses "Ladezonen-Schild" soll sich laut Anwendererfahrungen als sehr wirkungsvoll erwiesen haben.

Ladezone für Elektrofahrzeuge



Öffentliche Stromtankstelle und Ladezone für das Aufladen von Elektrofahrzeugen.

Warnung:

Unberechtigt parkende Fahrzeuge können abgeschleppt werden



Vielen Dank für Ihr Verständnis!

Stromtankstellen: Vorbildliche Kennzeichnung



Ladestation für 2 Fahrzeuge in der Tiefgarage Forchheim

"Ladeetikette": Die Ladescheibe im Wagen



Ladescheibe

nach Art einer Parkscheibe
mit einstellbarer Uhrzeit.

Die Scheibe liegt gut sichtbar im
Fahrzeug und zeigt an, bis wann
voraussichtlich geladen wird.

Der nächste Interessent weiß dadurch,
wie lange er evtl. warten müßte, bis sein
Fahrzeug an die Ladesäule kann. Im
unteren Feld kann man seine
Telefonnummer angeben, so daß
Absprachen und Rückfragen möglich
sind.

Die Scheibe hat sich in der Praxis sehr
bewährt. Sie sollte zur Standard-
ausrüstung eines jeden E-Fahrzeugs
gehören.



Keine Probleme: "Zugang" und "Abrechnung"

- **Nr. 1 in der Beliebtheitscala, Barriere- und Kostenfrei - es gibt sie wirklich**

ALDI Süd (es werden immer mehr...), alle IKEA Häuser, viele Kaufland-Stationen (u.a. in Erlangen), Globus-FO, Burger King (angekündigt), Restaurants, Hotels: einfach einstecken und Laden, meist kostenfrei, manchmal zeitbegrenzt (ALDI Schnelllader auf 1 Stunde begrenzt), Tesla Supercharger (bei älteren Tesla Fahrzeugen kostenloses Laden im Kaufpreis enthalten), auch (noch) Park&Charge (Jahresvignette und Schlüssel - einfach und funktioniert immer).



ALDI Süd



IKEA



Kaufland



Globus FO



Park&Charge



Probleme gelöst: "Zugang" und "Abrechnung"

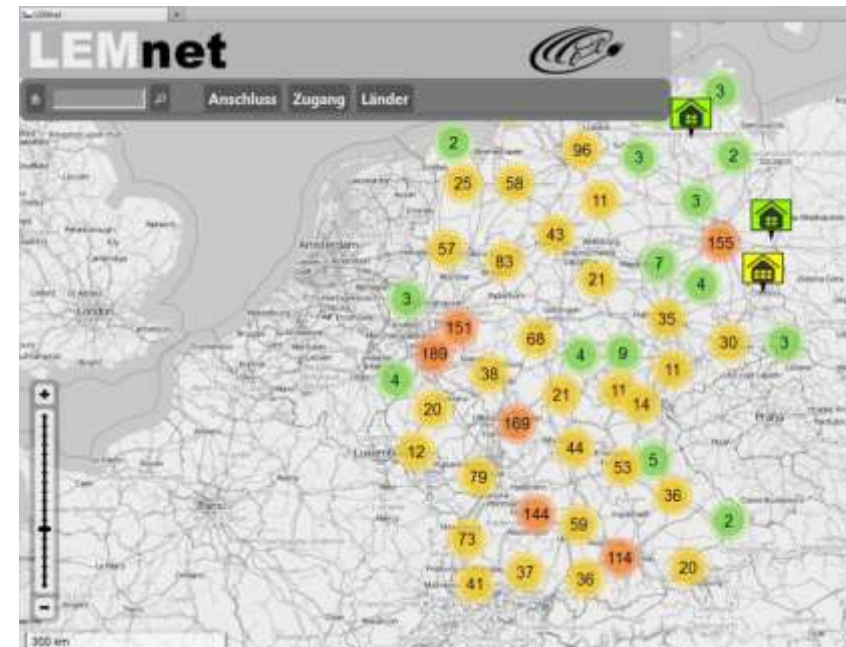
- **Nr. 2 in der Beliebtheitsscala, einfacher Zugang, kostenlos Parken, günstige und vorhersehbare Preise, kWh-genaue Abrechnung (na endlich Pflicht seit dem 1.4.2019) kostenlose Ladekarte und einfache Abrechnung per Sammelrechnung oder Lastschrift**
Ladekarte mit RFID Chip: einfach dranhaltend und freischalten zum Ladebeginn und Ende, z.B.
 - **Maingau- EinfachStromLaden:** kWh-genaue Abrechnung, 25 C/kWh für AC und DC-Laden, 15 C/kWh für Maingau-Stromkunden, 35.000 Ladepunkten in Europa - davon fast 9.000 Ladepunkte in Deutschland
Nachteil: günstig nur für 4 Stunden (bei AC, 1 h bei DC), danach hohe "Zeitstrafe" mit 10C/min
 - **ADAC/EnBW:** kWh-genaue Abrechnung, 29 C/kWh für AC und 39 C/kWh für DC Laden, keine Grundgebühr für ADAC Kunden, EnBW Netz, dichtestes Ladenetz in Deutschland, Österreich und der Schweiz mit Zugang zu über 28.000 Ladepunkten
 - **GetCharge** (ehem. Telekom Ladestrom): 29 C/kWh für AC und 39 C/kWh für DC Laden für "bevorzugte" Ladestationen (bundesweit an über 13.400 Ladesäulen) und 89 C/kWh für "Sonstige"
 - **NewMotion:** "Zugang zu über 100.000 öffentlichen Ladestationen in ganz Europa" Preise des Ladesäulenbetreibers werden weiterberechnet plus ca. 30 C "Servicegebühr" pro Ladung. NewMotion hat auch eigene Ladesäulen installiert und bietet Ladesäulen und Wallboxen an sowie Abrechnungen für eigene Ladestationen.
- - und **viele weitere Betreiber**, siehe <https://www.goingelectric.de/stromtankstellen/anbieter/>



Stromtankstellen finden, z.B. für die Streckenplanung



- <http://www.goingelectric.de/stromtankstellen>
- **LemNet:** www.lemnet.org
- Ladenetz: www.ladenetz.de
- https://newmotion.com/de_DE
- Stadtwerke: www.ich-tanke-strom.com
- <https://www.plugsurfing.com/de/>
- e-tankstellen-finder.com, mit Belegungsanzeige
- SmartTanken (ADAC/Yellowmap): www.smarttanken.de



Austria

- Elektrotankstellen / Eurosolar: www.elektrotankstellen.net
- Kelag: www.e-tankstellen-finder.at
- ElectroDrive Salzburg: www.electrodrive-salzburg.at

Switzerland

- Park & Charge Schweiz: www.park-charge.ch
- RiParTI (Tessin): www.infovel.ch
- e'mobile: www.e-mobile.ch
- Elektromobil Club der Schweiz ECS: www.elektromobilclub.ch

POI - Daten für gängige Navis findet man bei www.lemnet.org oder bei [goingelectric](http://goingelectric.de)



Stromtankstellenbelegung finden im Internet

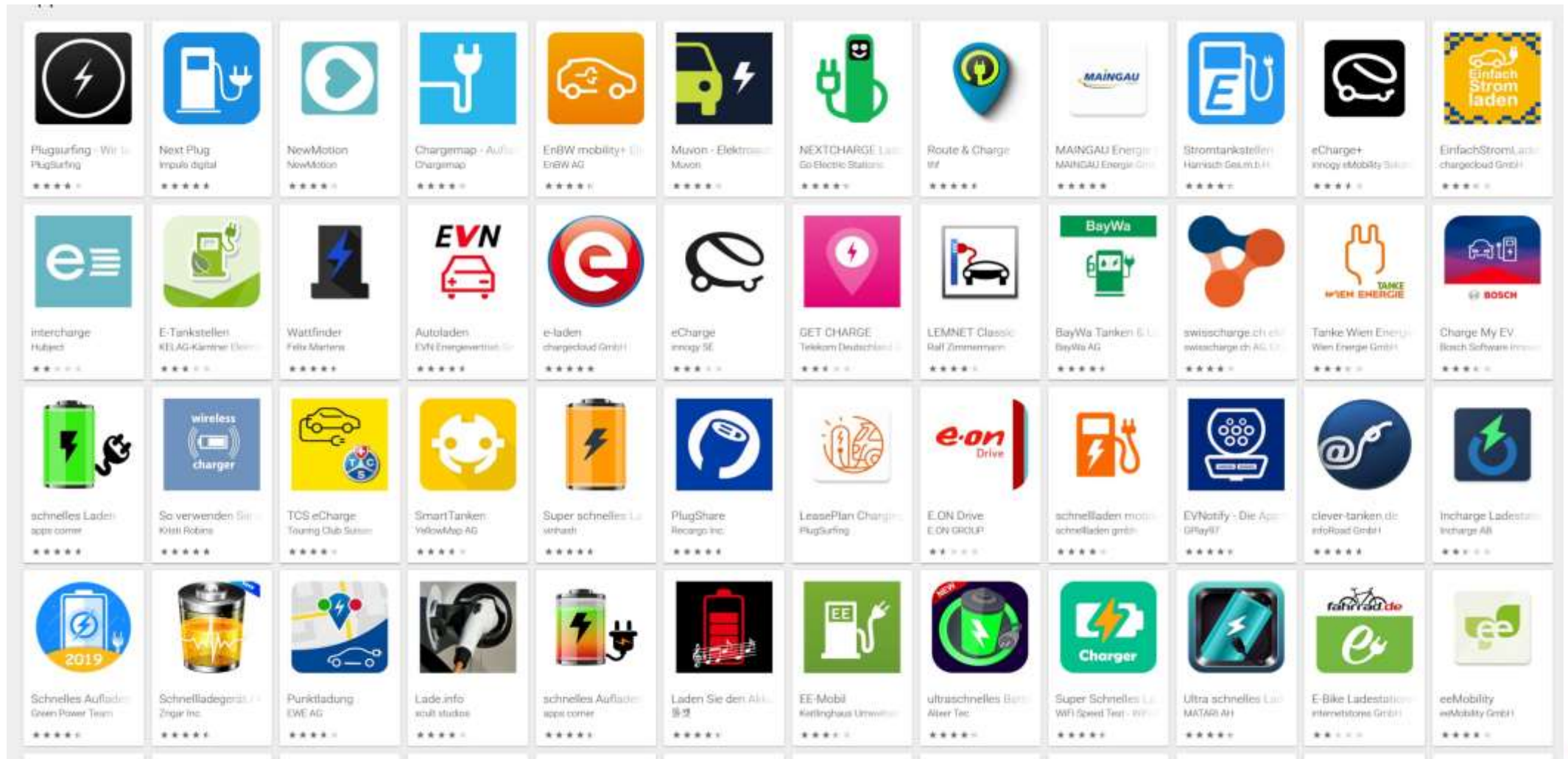
- **Nicht alle Stromtankstellen melden den aktuellen Belegungsstandard**
- **Nicht alle Ladesäulenverzeichnisse können den aktuellen Belegungsstatus anzeigen**
- **z.B. der e-tankstellen-finder.com zeigt auch den aktuellen Belegungsstatus der Stromtankstellen**

The screenshot shows the website **e-tankstellen-finder.com** with a navigation menu including 'Startseite', 'News', 'Routenplaner', 'Services', 'Info', and 'Login'. A search bar is labeled 'E-Tankstellen finden' and contains the text 'Ort bzw. Adresse'. Below the search bar are 'Erweiterte Suchkriterien' (Advanced search criteria) with dropdown menus for 'Status', 'Steckertyp', 'Ladeleistung', 'Öffnungszeiten', 'Kosten', and 'Geeignet für', all set to 'alle'. There are also buttons for 'zurücksetzen' and 'E-Tankstellen finden'. The main content is a map of Europe with numerous green charging station icons, each with a number indicating the number of stations. A legend at the bottom of the map shows four status icons: a green plug for 'frei' (free), a red plug for 'belegt' (occupied), a grey plug for 'außer Betrieb' (out of service), and a white plug for 'Status nicht bekannt' (status unknown). The map also shows labels for 'Vereinigtes Königreich', 'Polen', and 'Ungarn'.

Stromtankstellen finden: (zu viele) Smartphone Apps

Quelle: Auszug aus <https://play.google.com/store/search?q=stromtankstellen&c=apps>

Problem der Vielfalt: Die Auflistung unten zeigt ca. 1/3 von dem, was der google playstore als APPs für Android anbietet.



Stromtankstellen finden: (die besten) Smartphone Apps

("nur" einige Apps - subjektive Erfahrung - persönliche Meinung - da können wir lange diskutieren..)



- **NEXT PLUG** Android App, kostenlos, Daten laut goingelectric Ladesäulenverzeichnis, stets aktuell, übersichtlich, schnell, beste APP für unterwegs, Details zur Stromtankstelle, Selektionsmöglichkeiten.



- **Google Maps** bietet seit Oktober 2018 auch Stromtankstellensuche an. Nach Stichworten wie "Ladestation E-Auto" suchen und es erscheinen die Stationen in der Nähe mit Informationen über die Art und Anzahl der verfügbaren Anschlüsse und deren Ladegeschwindigkeiten.



- **plugchecker** - keine App, sondern per Internet und browser. Zeigt die Tarife in €/kWh je nach Zugang bzw. Ladekarte an. Eine der vier vorher genannten Karte ist meist dabei und unter den günstigsten. open source Programm. Direkte links zu goingelectric für Detailinfos zur Ladestation.



- **plugshare** - laut Eigenwerbung "genaueste und vollständigste Karte für Ladestationen weltweit" Empfehlenswert also insbesondere für Fahrten ins Ausland



- **LEMNET** (und LEMNET classic) basieren auf den Daten von Lemnet.org, mit Karten von openstreetmap.

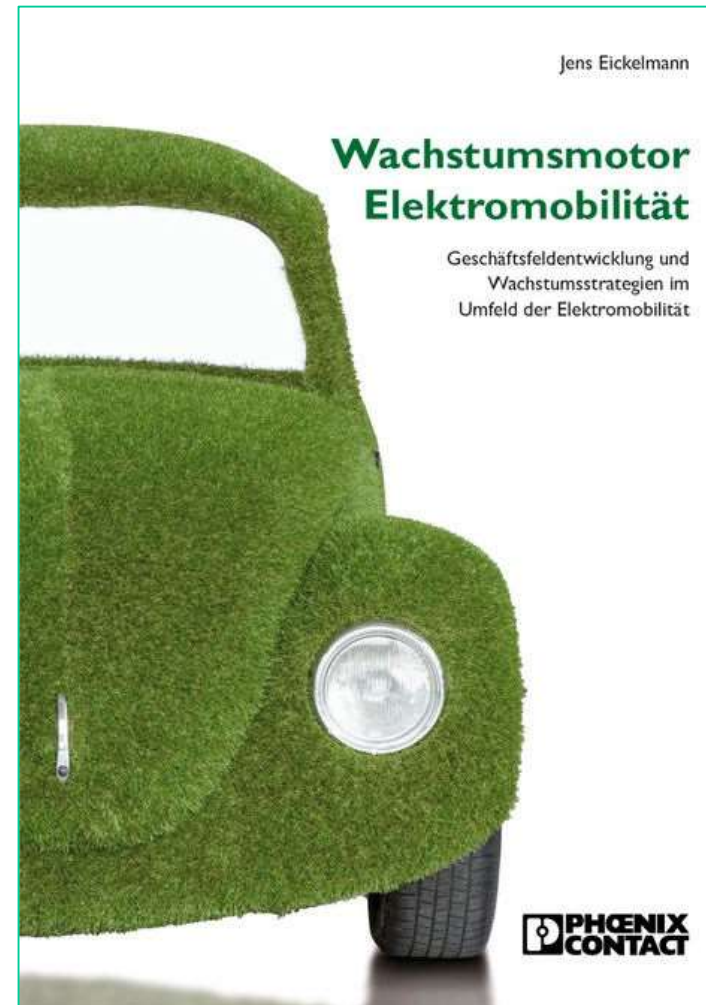
- und unbedingt nötig die Apps der Ladekarten "**EinfachStromLaden**" (Maingau), "**mobility+**" (EnBW), "**NewMotion**" und "**Telekom Ladestrom**" bzw. **GetCharge**.



Literatur zum Thema



55 Seiten "E-Auto laden" Erhältlich beim Autor (Abo) oder über die Mitgliedschaft im Solarmobil Verein



317 Seiten Ladetechnik, kostenlos bei Phoenix Contact bestellbar, auch über das Internet

