

Durchblick und Ausblick beim Laden von Elektroautos

von Ulrich Heitmann, Geschäftsführer und Gründer, CIRRANTiC GmbH, München

Das Laden des Elektroautos ist bereits Alltag, wie das Betanken eines herkömmlichen Fahrzeugs auch. Nur stehen dem Fahrer von E-Fahrzeugen bereits heute weit mehr Möglichkeiten zum Laden zur Verfügung, als dem Fahrer von Benzin-, Diesel- oder Erdgasbetriebenen Fahrzeugen. Man kann bereits daheim laden, beim Arbeitgeber, bei Serviceanbietern wie Hotels, Restaurants oder Fitnessstudios oder eben auch an öffentlichen Ladestationen. Klingt ungewöhnlich, nicht wie die übliche Litanei?

Privates Laden reicht nicht aus

Häufig hört man auch, dass das Laden an öffentlichen Ladestationen keine besondere Rolle spiele, aufgrund der doch besseren Alternativen zuhause und am Arbeitsplatz. So aus der Sicht des „Standard-Pendlers“ eben. Jedoch gilt dies insbesondere nicht auf anderen Alltagsfahrten, längeren Ausfahrten oder gar Urlaubsreisen. Früher oder später wird ein Elektroautofahrer sich daher auch mit dem Laden an öffentlichen Ladestationen auseinandersetzen müssen. Nachfolgend erfahren Sie, was der sogenannte EV-Fahrer (Electronic Vehicle-Fahrer) wissen muss und worauf er sich künftig einzustellen hat.

Welche öffentlichen Ladestationen gibt es prinzipiell und wann werden sie genutzt?

Man unterscheidet bei öffentlichen Ladestationen zwei Grundarten, nämlich

- AC-Normalladen an öffentlichen Straßen und Plätzen und
- DC-Schnellladen an Autobahnen und Schnellstraßen

Im Einzelnen:

AC-Normalladen an öffentlichen Straßen und Plätzen

Diese Ladestationen nutzt man, wenn man während eines längeren Aufenthaltes, z.B. Restaurantbesuch, Kinobesuch, Einkaufsbummel oder auch über Nacht, das Elektroauto aufladen möchte. Derzeit ist das Angebot an AC-Normalladesäulen in den Städten und Gemeinden auch in Deutschland dank der Förderungsinitiativen stetig zu, so dass man davon sprechen kann, dass in Kürze eine nahezu flächendeckende

Versorgung auch in kleinen und mittelgroßen Städten mit AC-Normalladestationen gesprochen werden kann.



Abb. 1: AC-Normalladestation (Quelle: Stromnetz Hamburg)

Die Ladegeschwindigkeit liegt zwischen 3,7 kWh bis zu 22 kWh. Was nicht nur an der Ladestation liegt, sondern auch von der Technik im Auto beeinflusst wird. Man unterscheidet dabei nach 1-phasigem und 3-phasigem Laden. Als Steckerstandard setzt sich der sogenannte Typ2 Stecker, der „Mennekes“-Stecker, flächendeckend durch. Inkompatibilitäten werden dann ggfs. durch das im Auto mitzuführende Kabel überbrückt.

DC-Schnellladen an Autobahnen und Schnellstraßen

Auf Reisen über eine Batterielänge hinaus kann man mittlerweile bereits auf ein ausreichend großes Netz an DC-Schnellladestationen zurückgreifen. Diese finden sich bevorzugt an Autobahnraststätten und Autohöfen, seltener aber auch im Stadtbereich. Die Ladegeschwindigkeit ist beim DC-Schnellladen deutlich höher als beim AC-Normalladen, üblicherweise lädt man hier mit bis zu 50 kWh, die ersten sogenannten Ultra-Schnelllader entstehen bereits und bieten bis zu 350 kWh in den Ausbaustufen. Üblicherweise wird man dort für ca. 30-45 Minuten laden und die Ladezeit für eine Kaffeepause, zum Bearbeiten von eiligen E-Mails oder zum Austoben für die Kinder auf Urlaubsreisen gerne nutzen. IONITY, Ultra-E, Fast-E, Corridor, EVA+ und

viele mehr sind die EU- und Hersteller geförderten Projekte der Betreiber von E.ON, EnBW, Allego, FastNed, SMATRICS und anderen.



Abb. 2: Ultra Schnellladestation,; Quelle: Ionity

Bei den DC-Schnellladern steht, noch mehr als bei den AC-Normalladern, die Funktionssicherheit, Flexibilität und Einfachheit der Bedienung im Vordergrund. Nichts ist schließlich schlimmer als eine Ladestation, die der EV-Fahrer nicht nutzen kann und bis zur nächsten Station nicht mehr über genügend Reichweite verfügbar ist.

Die Konsequenz: Als EV-Fahrer zahle ich an einer DC-Schnellladestation, die mir meine Mobilität bestmöglich unterstützt und wo ich während der Ladezeit die Zeit nutzen kann, gerne einen angemessenen Preis.

Wie man sieht, es passiert eine Menge im Aufbau von Ladestationen, immer seltener sollte das Argument zählen "Ich würde mir ja gerne ein Elektroauto zulegen, aber ich kann es nirgendwo aufladen!". Soweit so gut, wie kann man die Ladestationen aber nutzen?

Ladestationen finden ...

Vielfältige Tools erlauben heute, Ladestationen weltweit zu finden. Apps, Navigationssystem, Webseiten, jedes mit seinen Vor- und Nachteilen und Schwerpunkten. Auf MOOVILITY.me - verfügbar für iOS, Android und als Webapp über <https://moovility.me> - findet man bereits heute über 160.000 Ladepunkte (!!!) weltweit, die meisten davon

mit Belegstatus und vielfältigen Zusatzangeboten wie dem Ausweis des Anbieter oder der Location Partner, Tarifen, Verfügbarkeitsprognose, Öffnungszeiten und Assistenz wie der Integration von Direct Payment Angeboten der Ladestationsbetreiber in das LiNKstart Feature.

... mit der App MOOVILITY.me

MOOVILITY.me bietet dabei einen grundsätzlich anbieterübergreifenden Ansatz, informiert und berät, belässt die Geschäftsbeziehung unverändert zwischen Ladestationsbetreiber und EV-Fahrer. EV-Fahrern ist dabei eine möglichst verlässliche Datenqualität in Verbindung mit größtmöglicher Abdeckung besonders wichtig. Es ist wie bei Plattformen wie booking.com oder ebay. Kunden schätzen insbesondere die homogene Informationssuche und die möglichst große Einbettung der vorhandenen Angebote.

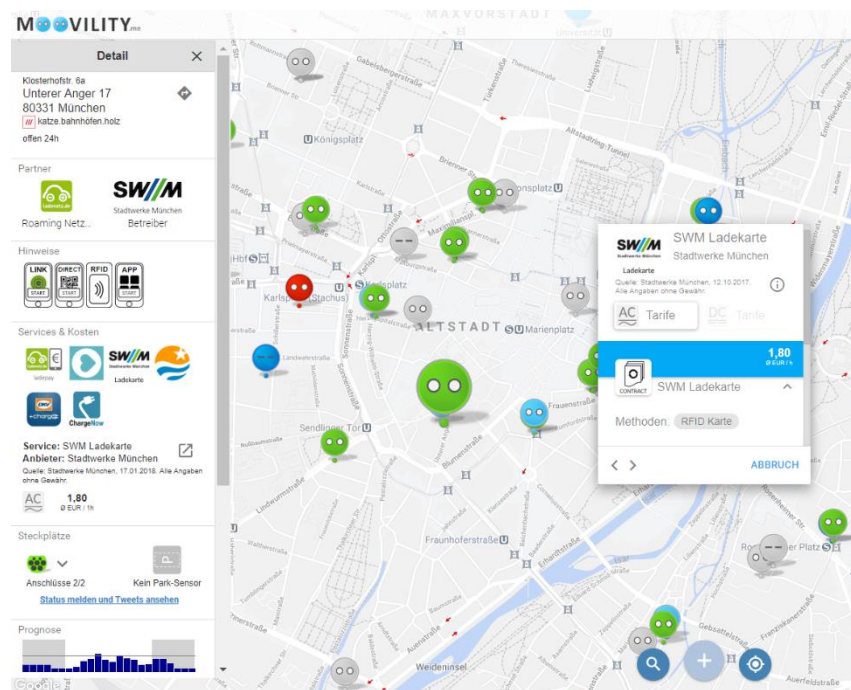


Abb. 3: MOOVILITY.me

Darüber hinaus bestehen im Markt noch weitere Informationsangebote und -apps von Unternehmen, die helfen, diese vielfältige Welt zu sortieren.

Dann: Ladestationen autorisieren

Einfach anstecken, aufladen und weiterfahren. So einfach sollte das sein, aber die Betreiber der Ladestationen wollen verständlicherweise, dass sie ihre Leistung auch vergütet bekommen.

Normalerweise und zunehmend verlangt die Ladestation also eine Autorisierung, bevor sie den Ladevorgang startet, um diesen auch dem richtigen Endkunden gegenüber abrechnen zu können. Daneben gibt es aber weiterhin auch kostenlose Nutzungsmöglichkeiten z.B. an Supermärkten oder öffentliche Ladestationen im „Messe-Modus“, die keine Autorisierung voraussetzen und wo man dann kostenlos und ohne Autorisierungsmedium laden kann. Dies macht dann durchaus Sinn, wenn man die "kostenlose Dreingabe" als Kundenservice versteht und berechtigterweise davon ausgehen kann, dass der EV-Fahrer dann zusätzlich zum Kunden des Location Partners wird.

Unterschiedliche Autorisierungsmodelle

App, RFID, DirectPayment, ISO15118 Plug&Charge, SMS, giro-card,... was ist DAS richtige Medium? Die vielfältigen im Markt eingesetzten Autorisierungsmedien muten zunächst einmal chaotisch an und sofort sieht der EV-Fahrer sich in seiner Skepsis bestätigt, dass das doch alles viel zu kompliziert ist. Aber der Reihe nach.

RFID Karte als Regelfall

Klassisch und immer noch der Regelfall ist die Autorisierung mit einer RFID Karte. Die Autorisierung erfolgt durch Vorhalten der Karte an einen in der Ladestation verbauten Kartenleser. Die Ladestation prüft dann die gelesene und weltweit eindeutige UID der Karte im Backend des Betreibers und gibt dann den Ladevorgang frei. Das Beenden des Ladevorgangs erfordert dann normalerweise das erneute Vorhalten der Karte um einen mißbräuchlichen Ladestop durch einen anderen EV-Fahrer zu verhindern. Vorteil der RFID Karte ist die kostengünstige Herstellung, die Einsetzbarkeit ohne Erfordernis einer Mobilfunkverbindung (mehr dazu im Abschnitt über die Apps) und - für den Herausgeber der Karte nicht zu unterschätzen - die Anbringung seines Logos. Nachteilig wird es dann, sobald sich ein wachsender "Zoo" von verschiedenen RFID-Karten im Geldbeutel des EV-Fahrers/-in herausbildet. Entsprechende Neugierde vorausgesetzt sind RFID-Karten leider kein besonders sicheres Medium wie man unlängst in einigen Medienberichten nachlesen konnte.

girocard oder Kreditkarte hat Potenzial

Die girocard oder Kreditkarte kann ebenfalls an einigen Ladestationen als Autorisierungs- und Abrechnungsmedium genutzt werden. Vorteil ist die hohe Verbreitung dieser Karten bei den Nutzern. Als Gegenargument wird häufig genannt, dass die erforderlichen Lesegeräte teurer sind als RFID-Lesegeräte, sicherlich kann man hier aber auf Skaleneffekte größerer Produktionszahlen setzen und die Verbreitung dürfte zunehmen.

SMS als Auslaufmodell

Kaum noch eingesetzt wird als alternative Autorisierungsmöglichkeit das Versenden einer SMS an den Betreiber durch den Nutzer der Ladestation. Die SMS Nummer wird in der Regel auf der Ladestation ausgewiesen in Verbindung mit einer mehr oder komplexen Kodierungsanweisung der zu versendenden SMS Nachricht, in der dann z.B. auch die gewünschte Ladedauer formuliert wird.

Smartphone und Apps sind die Zukunft

Zunehmend wachsende Bedeutung erfahren hingegen Smartphone Apps für die Freischaltung einer Ladestation. Üblicherweise lädt der EV-Fahrer sich dazu vor der erstmaligen Benutzung einer Ladestation die jeweils erforderliche App des Ladestationsbetreibers oder Vertragspartners herunter, trägt seine Vertragsdaten ein und kann dann mit der App den Ladevorgang starten oder stoppen. Häufig werden dann in der App auch noch die zurückliegenden Ladevorgänge, die über den Vertrag ausgelöst wurden, angezeigt. Voraussetzung für den Einsatz einer Smartphone App ist eine vor Ort vorhandene Mobilfunkverbindung für das Smartphone; problematisch beispielsweise in Tiefgaragen. Und nach der App-Euphorie in den Anfangstagen der Smartphones sollten Sie als potenzieller App-Anbieter überlegen, ob es genügend Gründe für den EV-Fahrer gibt, eine weitere App auf seinem Smartphone zu bedienen.

Plug&Charge könnte alles in den Schatten stellen

Derzeit noch eher Zukunftsmusik ist die Autorisierung mittels Plug&Charge, häufig auch unter dem Begriff ISO15118 bezeichnet. Hierbei kommuniziert das entsprechend ausgerüstete Fahrzeug über das Ladekabel mit der Ladestation und deren Backend. Über Austausch und Prüfung von sogenannten Zertifikaten verifizieren beide Kommunikationspartner, ob der Ladewunsch berechtigt ist und welche Vertragsmodalitäten gelten. Der dahinterliegende technische Mechanismus

ist recht komplex und die Verfügbarkeit entsprechend ausgestatteter Ladestationen und insbesondere von Fahrzeugen ist noch sehr gering. Nichtsdestotrotz verspricht diese Autorisierungsform in Zukunft eine Menge Komfort für die Benutzer und Sicherheit für die Betreiber. Das dann entstehende Ökosystem wird zeigen, welche Akteure hier marktprägend sein werden.

Marktrollen und Akteure

Wichtig hierbei ist die prinzipielle Unterscheidung nach Ladestationsbetreibern (englisch Charge Point Operator = CPO) und E-Mobilitätsanbietern (e-Mobility Service Provider = eMSP). Eine hilfreiche Analogie ist der Telekommunikationsmarkt, auch dort gibt es die Betreiber (vergleichbar mit der CPO Rolle) und die Netzdienste-Reseller (vergleichbar mit der eMSP Rolle). Beide können unterschiedliche Tarife für die Nutzung des gleichen „Netzes“ sprich Ladestationen haben. In einem liberalisierten Markt wie z.B. in Deutschland und vielen anderen europäischen Ländern ergeben sich aus diesen Marktrollen, den Akteuren und der Leistungsbeziehungen untereinander enorm viele Kombinationen, mit welchen Ladetarif an welcher Ladestation geladen werden kann.

Auf Roaming Plattformen werden die Verträge zwischen Anbietern und Nutzern geschlossen

In diesem Umfeld versprechen Roaming Plattformen wie e-Clearing.net, Hubeject oder Gireve den CPOs und eMSPs möglichst schnell Geschäftsbeziehungen zu den jeweiligen Plattform-Partnern aufzubauen, indem sie sich an die Roaming Plattform(en) anschließen. Aufgrund der auch bei den Roaming Plattformen häufig anzutreffenden bilateralen Vertragsbeziehungen zwischen CPOs und eMSPs kann der Nutzer eines Ladeservices / Ladevertrages nicht automatisch davon ausgehen, bei allen an der Roaming Plattform teilnehmen CPOs und deren Endnutzer-Kennzeichnung wie „intercharge“ erfolgreich laden zu können, sondern muss dies beim jeweiligen eMSP in Erfahrung bringen. Werfen wir nun einen Blick auf die häufigsten Vertragsmodelle.

Ladevertrag vom Ladestationsbetreiber

Die klassische Variante im Bereich E-Mobility, der Ladestationsbetreiber (überregional oder regional, z.B. ein Stadtwerk) betreibt eine Anzahl an Ladestationen und gibt für den Zugang einen Kundenvertrag

heraus, der das Laden an diesen Ladestationen ermöglicht und auf dessen Basis die Abrechnung erfolgt. CPO und eMSP Rolle liegen hier bei einem Unternehmen bzw. einer Organisation.

Ladevertrag vom e-Mobilitätsanbieter

Aufgrund der Liberalisierung der Märkte konnten sich in den vergangenen Jahren eMSP etablieren, die ihren Kunden den Zugang zu den Ladestationen von einem oder mehreren Ladestationsbetreiber ermöglichen und die die Abrechnung B2C durchführen. Neben dem B2C Vertragsverhältnis zu den Endkunden führen dieses eMSP auch B2B Verträge mit den jeweiligen Ladestationsbetreibern und vergüten diesen die B2B Konditionen für den Ladevorgang.

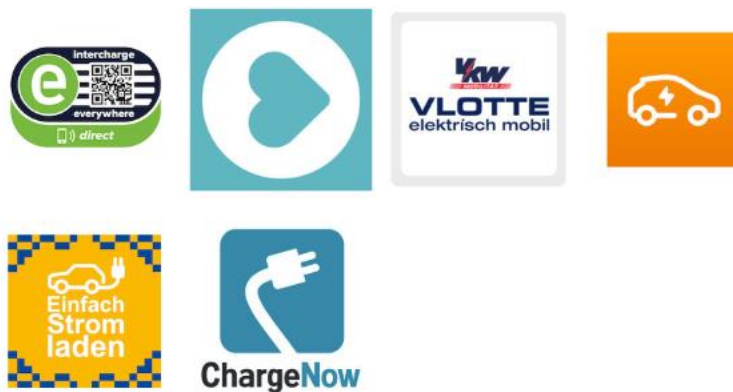
Adhoc-Laden beim Ladestationsbetreiber

In jüngerer Zeit haben die sogenannten Adhoc- oder DirectPayment Autorisierungsmöglichkeiten an Bedeutung gewonnen, nicht zuletzt durch die Anforderungen an die Förderfähigkeit von Ladeinfrastruktur durch die Ladesäulenverordnung. Grundgedanke ist hierbei, dass der Endkunde bei einem Ladestationsbetreiber, der ein solches Abrechnungsmodell anbietet, nicht zunächst einen Ladevertrag abschließen muss, sondern die Autorisierung und Abrechnung erfolgt anhand der beim Ladevorgang angegebenen DirectPayment Variante wie girocard, Kreditkarte, Paypal und anderen. Damit ist spontanes Laden z.B. auch im Urlaub möglich, ohne dass der Endkunde sich vorher mit den relevanten Ladestationsbetreibern in Verbindung gesetzt hat.

Info-Plattformen und Apps bieten Markt- und Konditionenübersicht

Info-Plattformen und Apps wie MOOVILITY.me bieten den EV-Fahrern heute bereits einen umfangreichen Überblick, an welchen Ladestationen mit welchen Anbieterverträgen und Tarifen geladen werden kann.

Services & Kosten

**Service:** NewMotion**Anbieter:** NewMotion

Quelle: NewMotion, 17.05.2018. Alle Angaben ohne Gewähr.

**4,55**

Ø EUR / 1h

Abb. 4: Anbieterübersicht an einer Ladestation auf MOOVILITY.me

Nach den Vertragsmodellen im Markt sind aber die darunterliegenden Tarifmodelle interessant, denn auch hier finden sich z.T. sehr unterschiedliche **Tarifmodelle**, die unterschiedliche Kundentypen und Business-Modelle adressieren.

Leistungstarif noch umstritten

Bei diesem Tarif zahlt der Endkunde für die abgegebene Energiemenge, bemessen in der Regel nach Kilowattstunden (kWh). Abgegeben heißt in dem Sinne jedoch nicht, dass das Fahrzeug im Anschluss auch über dieselbe Menge Energie zum Fahren zurückgreifen kann, sondern zwischen abgegebener Energie an der Ladestation und dem Speichern in der Batterie (=> Ladeeffizienz) sowie im Moment der Energieverwendung im Fahrzeug entstehen technisch unvermeidliche Leistungsverluste von 5%, 10% oder gar mehr. Ein Leistungstarif darf

aktuell nur angeboten werden, wenn Ladeinfrastruktur und nachfolgende Backend-Prozesse dem Eichrecht genügen. Die Diskussion wird aktuell intensiv geführt.

Vorsicht: Zusatzkosten für Parkzeiten beim Laden

Sicherlich ist es für den EV-Fahrer vertraut, die bezogene Energieleistung ähnlich wie beim Kraftstoff tanken zu zahlen. Allerdings werden beim Laden, insbesondere beim AC-Laden in begehrten Innenstadtlagen auch Parkzeiten genutzt, die ebenfalls als empfangene Leistung angesehen werden können.

Zeittarif berücksichtigt nicht Energiemenge, sondern Ladezeit

Beim Zeittarif zahlt der Endkunde für die Zeit, die der Ladevorgang in Anspruch genommen hat, unabhängig von der abgegebenen Energiemenge. Das heißt, auch wenn das Fahrzeug nicht mehr oder nur noch sehr wenig Strom von der Ladestation bezieht, läuft die Berechnung weiter.

Sonderformen bis hin zur Flatrate möglich

- Zusätzlich zu dem Leistungs- oder Zeittarif bestehen Tarifmodelle die eine **einmalige Transaktionsgebühr** pro Ladevorgang erheben.
- In Tarifmodellen kann eine **Grundgebühr** (monatlich, halbjährlich oder jährlich) kalkuliert sein.
- Einige Anbieter offerieren ihren Kunden eine **Flatrate**, die unbegrenzt Ladevorgänge ermöglicht, mitunter wird diese im FairUse-Modell ggfs. auf eine Obergrenze limitiert.

Mischformen sind möglich und kombinieren Leistungs- und Zeittarif, ggfs. noch ergänzt um eine Transaktionsgebühr.

Eine Kombination aus Leistungs- und Zeittarif bringt naturgemäß Komplexität in der Abrechnung und in der Kommunikation zum Endkunden, letztlich erlaubt aber gerade die Angebot und Nachfrage berücksichtigende Zusammenstellung eines Tarifes auch eine mögliche Nachfragebeeinflussung zum Ziele der Auslastungsoptimierung und Verfügbarkeitssteigerung der kapitalintensiven Ladeinfrastruktur.

Spezialtarife für DC-Schnellladen und AC-Normalladen

Für DC-Schnellladeinfrastruktur bietet sich bspw. ein Tarif an, der aus einem Leistungstarif besteht, ergänzt um einen Zeittarif, der erst ab z.B. der 2. Ladestunde zum Einsatz kommt. Ergebnis wird sein, dass

der EV-Fahrer die Ladestation zügig räumt, sobald sein Fahrzeug wieder voll geladen ist. Oder für AC-Normalladen könnte ein Zeittarif zum Einsatz kommen, der ab der 4. Ladestunde zunimmt oder alternativ für die Nachtstunden völlig auf die Berechnung verzichtet.

Beurteilung der Tarifsituation

Angesichts der Komplexität der Tarifsituation stellt sich schon die Frage, ob nicht statt der unterschiedlichen, zum Teil verwirrenden Tarifmodelle nicht ein Einheitstarif sinnvoller wäre, der dann auch die Verbreitung der Elektromobilität fördert. Das Argument für die Vielfalt ist mehr Wettbewerb und bessere Leistung. Und im Übrigen gibt es ja die Info-Plattformen, die dem Nutzer den Weg weisen und auch an den Ladestationen verfügbar sind. MOOVILITY.me wurde bereits erwähnt.

Ladezeit kann vielfältig genutzt werden

Sobald der EV-Fahrer lädt, stellt sich für ihn die abschließende Frage: Wie kann man die Zeit des Ladens nutzen? Eine Raststätte oder Autohof mit Restaurant oder Café. Ein Shopping Center? Ein Besuch der Innenstadt? Sportangebote?

Wir erkennen darüber hinaus, dass EV-Fahrer bereits Ladestationen danach aussuchen, welche Angebote flankierend bereitstehen. Und wenn man an Tourismus denkt, erfolgt die Auswahl z.B. einer Wanderung nach den Möglichkeiten, dass eigene Fahrzeug währenddessen laden zu können, insbesondere wenn die An- und Rückfahrt nicht mit einer Akkufüllung machbar sind. Das heißt, EV-Fahrer suchen für ihre Freizeitaktivitäten Angebote aus, die mit einer Lademöglichkeit aufwarten.



Abb.:5 Ladestation an Autobahnraststätte; Quelle Tank und Rast

MOOVILITY.me unterstützt diese Nachfrage indem bereits zu vielen Ladestationen entsprechende Angebote der Location Partner qualifiziert ausgewiesen werden. Sei es ein Wanderroutenvorschlag am Tegernsee in Zusammenarbeit mit einem Spezialisten aus dem Freizeitbereich, Hinweise auf aktuelle Angebote im Supermarkt, die Webseite eines lokalen Cafés, die Speisekarte eines nahen Restaurants oder Hotels und vieles mehr. Denn erkennbar ist, der EV-Fahrer kann aufgrund des inzwischen häufig bereits gut ausgebauten Ladestationsnetzwerk eine Auswahl treffen und braucht sich in zunehmendem Maße nicht mehr damit abfinden, überhaupt laden zu können.

What next?

Zusammenfassend gewinnt man zu Recht den Eindruck, dass das Laden eines E-Fahrzeugs an öffentlichen Ladestationen mit den richtigen Informationen zur Hand bereits heute sicher und planbar möglich ist und EV-Fahrer staunen, wie häufig sie ihr E-Fahrzeug günstiger pro

100 km bewegen, als sie es mit einem sparsamen Diesel-Fahrzeug jemals zu Wege gebracht hätten. Von den Umweltaspekten (Lärm-, Abgas- und Wärmeemissionen) ganz zu schweigen, aber dies ist ein eigenes Thema und würden den Umfang dieses Beitrags sprengen.

Und was bringt uns die Zukunft?

Soviel zeichnet sich ab:

- Mehr Ladestationen
- Mehr Anbieter und Tarife
- Innovative Zugangsmethoden wie Plug&Charge
- Weniger Frust und Probleme
- SmartCharging und Sektorkopplung

E-Mobility nimmt Fahrt auf

E-Mobilität profitiert bereits jetzt von der Vielfalt der bereits vorhandenen Lademöglichkeiten. Wenn die potenziellen EV-Fahrer die gegebenen Informationsmöglichkeiten kennen, werden sie erkennen, dass öffentliches Laden keine Notlösung, sondern integraler Bestandteil des Elektroauto-Alltags ist. Dadurch profitieren sie von niedrigeren Kosten, leisten ihren Beitrag für die Umwelt und können eventuell durch geplante sinnvolle Ladestopps Zeit gezielt für Dinge nutzen, die ihnen Vorteile bringen. Zum Beispiel: Rastzeiten, Besuche in Freizeitparks, Einkaufsbummel, um nur einige zu nennen. Aus Kosten- und Komfortgründen, sowie bei den Ladestopps auf längeren Fahrten und Urlaubsreisen ist es ganz selbstverständlich in der Reiseplanung.

Über den Autor

Ulrich Heitmann, Cirrantic GmbH, München, Managing Director / Founder, Focusing on Technology & Innovation, Partner Relations, Procurement and Recruiting. hat mehr als 25 Jahre Erfahrung in der Beratung von IT Projekten und technologie-getriebenen Innovationen in den Branchen Energie, Automobil, Chemie und Hightech. Dabei hat er sowohl Management Beratung-Themen bearbeitet als auch Business- und IT-Konzepte erstellt und umgesetzt. Für innovative Produkte hat er die technologische Umsetzung und Einführung begleitet und dabei Großprojekte mit hoher Kundenzufriedenheit gemangt.