

„Es kommt nicht auf die Akkugröße an, sondern auf die Ladeleistung.“

Dieses Zitat kommt von Jan K. aus der Marburger E-Mobilitäts-Gruppe.

So zweideutig dieser Spruch ist, so richtig ist er in der Konsequenz. Denn die Fahrtzeit von A nach B, sofern es eine außerörtliche Fernstrecke via Autobahn ist, wird bei E-Mobilen in erster Linie durch den Zeitverlust beim Laden bestimmt. Die durchschnittliche Fahrgeschwindigkeit in Deutschland ist, egal ob mit oder ohne Geschwindigkeitslimit, ohnehin kaum oberhalb 110 km/h realisierbar. Nach 2 Stunden Fahrt eine Pause einzulegen, tut nicht nur der Blase gut, sondern auch der Gesundheit, denn die Gelenke freuen sich über etwas Bewegung und der Geist kann sich nach einer kleinen Pause wieder besser konzentrieren. Aufmerksames Fahren bedeutet reduzierte Unfallgefahr.

Allerdings nervt es viele Zeitgenossen, wenn sie für die Tank-, Kaffee- und Pinkelpause mehr als 15 Minuten verlieren. Das bedeutet netto 10 Minuten Strombezug an der Ladestation. Rechnen wir mal... In 2 Stunden verbraucht das Auto auf der Autobahn realistisch ca. 40 kWh, wenn man nicht wie anno dazumals mit seinem SUV mit 200 die linke Spur pachtet. Nach Adam Ries heißt das, in den 10 Minuten Ladepause müssen 40 kWh rein. Das ist mit (AC-)Wechselstromladern nicht machbar, nicht mal mit 3x32A (Drehstrom) – damit gehen theoretisch maximal 22kW pro Stunde, folglich braucht es damit praktisch 2 Stunden, um den Verbrauch der 2 Std Autobahnfahrt wieder zu laden – nicht sehr attraktiv! Das japanisch/koreanische (DC-)ChaDeMo mit den typischen 50 kW kann das zwar besser (in gut $\frac{3}{4}$ Std), aber halt auch noch zu langsam. DC-laden bedeutet zudem, dass man nicht das teure und schwere Ladegerät ständig im Auto mit sich herumfahren muss, denn das ist in der Ladesäule drin. Nutzt man die 175 kW** der CCS-Fastned-Stationen, dann wären die verbrauchten 40 kWh in knapp 5 Minuten wieder drin. Es gibt allerdings ein „aber“:

Was man nicht unterschlagen darf: die meisten Lithium-Zellen wollen ungern mehr als 2 C (sprich: die 2-fache Akkukapazität) als momentane Ladeleistung zugemutet bekommen ohne zu überhitzen – und das auch nur mit aktiver Kühlung. Wenn ich volle 175 kW** reinblasen möchte, dann sollte das Auto über wenigstens 88 kWh wirksame Akkukapazität verfügen, was ab Katalogangaben von 95 kWh sogar der Fall wäre. Will man wirklich extrem schnell laden, braucht man also doch einen sehr großen Akku oder man braucht Zellen, die sich weniger stark erwärmen (die einen niedrigeren Innenwiderstand haben). Oder man nimmt sich halt doch etwas mehr Zeit zum Nachladen. Lässt man sich statt 5 nun 10 Minuten Zeit, reichen 88 kW Ladeleistung - das verträgt ein herkömmlicher 40 kWh Lithiumakku „gerade noch so“, zumindest dann, wenn er aktiv (flüssig) gekühlt ist, aber das sind die wenigsten. Und wenn man spätestens alle 200 – 250 km eine Nachladestation ab 90 kW Ladeleistung findet, die nicht (durch parkende Verbrenner) besetzt ist. Nur, wenn man nicht mal die 10 -15 Minuten Zeit, dafür deutlich größere Akkukapazitäten im Auto hat oder eine Zelltechnologie mit LTO oder noch „schnellerer“ Zellchemie (heute noch Fiktion) nutzt, dann kann man deutlich über 100 kW Ladeleistung überhaupt realistisch nutzen. Fette Akkus kosten aber nicht nur Geld, sondern durch den unnötigen Ballast (sie wiegen etwa 5-10 kg/kWh inkl. Kasten, Kühlung, Kabel, etc)) braucht man mehr Energie zum Beschleunigen und Bremsen. **Ich plädiere folglich dafür, anstelle von Akkukapazitäten oberhalb 45 kWh für PKW und 70 für Transporter, lieber für eine bessere Versorgung mit schnellen CCS-Ladestationen (ab 80 kW**) an Fernstraßen zu sorgen.**

Hat der Autobauer im Auto den Platz und genügend Gewichtsreserven für mehr Akku, sollte er darüber nachdenken, anstelle mehr kWh herkömmlicher Li-NMC-Technologie den verfügbaren Raum mit LTO-Zellen zu nutzen, denn diese kann man mind. 5 mal so schnell laden ohne jedwede Hitzentwicklung. Das erspart zudem eine teure und anfällige Flüssigkühlung der Zellen, ist absolut brandsicher und hält „ewig“. Aber solange die

Marketingabteilungen der E-Auto-Hersteller immer nur mehr kWh fordern, hilft es nur deren Gewinn, nicht aber dem Alltagsnutzen der Fahrzeuge.

** : hier erfolgt eine Ergänzung, an die mich Dirk Henningsens YouTube:

<https://www.youtube.com/watch?v=RGVr008wvJM>

erinnert hat. Denn er weist zurecht darauf hin, dass es weitere Limitationen des Schnellladens gibt, die nicht mit der oben erklärten Erhitzung der Zellen (und damit runter geregelter Ladeleistung) zu tun haben:

- 1) Infrastruktur: Ladestationen, die über zu dünne Zuleitungen verfügen bzw. kein Umspannwerk gleich daneben haben und gleichzeitig mehr als ein E-Auto schnell laden sollen, regeln die Stromzufuhr runter, damit die Leitungen nicht überlasten. Abhilfe könnten hierzu nur lokale Akku-Zwischenpuffer leisten, die über beachtliche Kapazitäten verfügen müssten und damit Spitzen der Entnahmeströme abfedern könnten.
- 2) Ladestecker: hier hilft ein Blick aufs Typenschild am Stecker: da steht, bis zu wie viel Strom [A] der Stecker erlaubt. Das hat mit den Leiterquerschnitten zu tun und mit der Kühlung. Nicht aktiv flüssig gekühlte Stecker halten kaum mehr als 200 A (mpere) aus. Die besten heute verfügbaren aktiv gekühlten Stecker deren 400A. Übrigens: auch die Ladebuchse im Auto und die Kabelquerschnitte bis zum Akku müssen das können.
- 3) Spannungsniveau: heutige E-Autos haben Akkus, die über ein Spannungsniveau von an die 400V (DC) verfügen. Mehr DC darf man nicht in den Akku pumpen. Zukünftige Generationen, wie die MEB von VW, werden dieses Spannungsniveau verdoppeln, was nicht nur Feuerwehren verängstigt.

Kilowatt: wie wir gelernt haben, errechnet sich ein Watt Leistung aus 1 Volt Spannung mal 1 Ampere Strom. $1W = 1V \times 1A$. Kann also der Stecker maximal 200A und verträgt der Akku maximal 400V, dann kann man mit höchstens $200 \times 400 = 80000 = 80 \text{ kW}$ laden. Huch! Selbst mit den zukünftigen 800V Akkus und den tollsten flüssig gekühlten 400A Steckern wären dann nicht mehr als 320 kW drin. Da sieht man mal, was von den großspurigen Ankündigungen der 350kW Ladesäulen bleibt. Und weiter oben hab ich ja begründet, dass man das eh nicht braucht. Zumal jede Schnellladung, wie auch jede Schnell-Entladung (Autobahn-Dauervollgas) die Temperatur des Akkus erhöht und somit seine Lebensdauer reduziert. Wirklich Sinn macht das erst dann, wenn zukünftige Zellchemie (z.B. LTO) dafür bessere Voraussetzungen erlaubt.