

Thesepapier zur Stromübertragung für Elektroautos

Im Zusammenhang mit der Einführung von Elektroautos stellt sich zwangsläufig auch die Frage nach einem leistungsfähigen Übertragungsstandard, da bei Verwendung von normalen Wechselstrom die Aufladung des Autos vergleichsweise lange dauern würde. (Selbst für ein Auto mit „nur“ 35 kWh Akkukapazität wie bspw. dem „Mini E“ würde die Ladezeit bei Verwendung von Haushaltsstrom mit 230 Volt und 16 Ampere bis zu 10 Stunden betragen.)

Deshalb ist die Einführung eines weiteren bzw. zusätzlichen Übertragungsstandards erforderlich. Gegenwärtig zeichnet sich eine Lösung unter Verwendung von dreiphasigen Drehstrom mit 400 Volt und 63 Ampere ab, entsprechend einer Leistung von knapp 44 kW.

Die Verwendung von 400 Volt Drehstrom ist an sich sinnvoll, da er nahezu überall verfügbar ist und dem Autohersteller so hinsichtlich des Zuschnitts des Akkusystems und der Ladetechnik eine grösstmögliche Freiheit gelassen wird.

Allerdings stellt sich die Frage, ob eine Leistung von 44 kW zur Erzielung attraktiver Ladezeiten wirklich ausreichend ist.

Mit einer Leistung von 44 kW lassen sich Elektroautos nämlich nicht wie oftmals beschrieben in wenigen Minuten wieder aufladen [1], sondern nur in ca. einer Stunde.

Und bei zukünftigen Elektroautos mit einer absehbar größeren Akkukapazität würde der Ladevorgang sogar noch länger dauern. (So soll die Akkukapazität z.B. eines „Tesla S“ bis zu ca. 70 kWh betragen, was mit dem derzeit geplanten Standard einer Ladezeit von über 1 ½ Stunden entsprechen würde.) [2]

Solche Ladezeiten dürfte aber viele potentielle Kunden vom Kauf eines Elektroautos abschrecken, da die meisten Autofahrer den Vorteil der schnellen Betankung des Autos

sicher nicht missen mögen. (Wenn man z.B. mal einige Hundert Kilometer am Stück fahren will und unterwegs tanken bzw. laden muss, und dann Ladezeiten von einer oder gar zwei Stunden einkalkulieren müsste, würde dies sicher als gravierender Nachteil empfunden.)

Dabei ist von Seiten der Akkus eine Schnellladung durchaus möglich; selbst heute verfügbare Akkus lassen Ladezeiten von 15 Minuten und weniger zu. [3]

Und von Seiten der Ladetechnik dürften solch kurze Ladezeiten ebenfalls möglich sein; hier sei nur auf die rasante technische Entwicklung der Solarwechselrichter verwiesen, die bei höherer technischer Komplexität als der von Ladegeräten inzwischen einen Wirkungsgrad von bis zu 98 % erreichen.

Daher sollte auch ein Stromübertragungssystem für Elektroautos für dementsprechend hohe Leistungen ausgelegt werden.

Zweckmäßig erscheint eine Orientierung an dem ebenfalls vorhandenen „Drehstrom 400 Volt 125 Ampere Standard“; entsprechend einer Leistung von bis zu 87 kW.

Mit dieser Leistung könnte ein Elektroauto in ca. 30 Minuten wieder aufgeladen werden. Damit wäre ein Elektroauto selbst bei nur 200 - 300 km Reichweite pro Akkuladung im Grunde genommen sogar langstreckentauglich: 300 km fahren, 30 min Pause und laden, 300 km fahren Wesentlich aufwändigere Systeme wie etwa ein Tausch des gesamten Akkublocks würden sich erübrigen.

Oder anders gerechnet, mit einem 87 kW System könnte man pro Minute Ladezeit jeweils ca. 10 Kilometer Reichweite nachtanken, mit einem 44 kW System hingegen nur ca. 5 Kilometer.

Kabel und Stecker sind für Übertragungsleistungen von 87 kW verfügbar und in Gebrauch, etwa auf Baustellen, in der Bühnentechnik oder in der Landwirtschaft.

Daher dürfte auch die Konstruktion eines autotauglichen Steckers für 400 Volt und 125 Ampere vergleichsweise unproblematisch sein. Die Stecker und Kabel mögen zwar etwas schwerer als bei einer 400V 63A Lösung sein, erscheinen aber dennoch handhabbar. [4, 5]

Und vor die Wahl gestellt, mit einem „smarten Stecker“ in 40 - 60 min zu laden oder mit einem etwas größeren Strecker in nur 20 - 30 min zu laden; würden sich sicher die meisten Autofahrer für die etwas schwerere Ausführung und die dafür um 20 - 30 min kürzere Ladezeit entscheiden.

Die Möglichkeit, schnell laden zu können, erscheint auch deshalb von Vorteil, da in Großstädten aufgrund der Wohnstruktur vermutlich ein höherer Anteil auf das Laden an Stromtankstellen angewiesen sein wird. (In großstädtischen Wohnsiedlungen kann z.B. oft nur schlecht das auf dem Bürgersteig parkende Auto aus einer Steckdose in der Wohnung geladen werden kann. Ebenso wenig wird man zumindest in einer Anfangsphase ganze Stadtviertel flächendeckend mit öffentlichen Ladesäulen in fussläufiger Entfernung zu den Wohnungen ausstatten können.)

Die Anbindung eines solchen Systems an das Stromnetz dürfte nicht aufwändiger als bei einem 44 kW System sein, denn ob bspw. 4 Ladestellen mit je 44 kW Leistung oder 2 Ladestellen mit je 87 kW gebaut werden läuft in Bezug auf die Netzbelastung auf das Gleiche hinaus. (4 Autos über 60 min mit je 44 kW Leistung zu laden oder nacheinander 2 x 2 Autos über jeweils 30 min mit je 87 kW Leistung zu laden macht keinen Unterschied.)

Eine Leistung von 87 kW ist auch nicht exorbitant hoch; sie entspricht bspw. der 4fachen Leistung eines elektrischen Durchlauferhitzers im Badezimmer oder 3 % der Leistung einer großen Windkraftanlage.

Unabhängig von der Schnellladefähigkeit bleibt es natürlich sinnvoll, einen möglichst hohen Anteil der Ladevorgänge aus Gründen der Praktikabilität mit deutlich geringeren Leistungen durchzuführen. Des weiteren sind geringere Leistungen und damit längere Ladezeiten auch aus Gründen des Strom- und Lastmanagements von Vorteil, da so z.B. „intelligent“ über Nacht geladen werden kann, wenn bspw. überschüssiger Windstrom verfügbar ist.

Fazit: Mit einem 44 kW System erscheinen die erreichbaren Ladezeiten für einen Teil der Ladesituationen noch zu lang und würden damit die Einführung des Elektroautos erschweren. Ein Standard mit einem 87 kW System ließe hingegen attraktivere Ladezeiten von nur noch ca. 30 Minuten zu und wäre damit der zukunftsweisendere Standard. Er ist technisch vergleichsweise einfach realisierbar und würde die Akzeptanz von Elektroautos durch kurze Ladezeiten und die daraus resultierende bessere Langstreckentauglichkeit erhöhen.

Anmerkungen und Quellen

[1] Die WELT ONLINE: Hannover Messe

Super-Stecker soll Elektroautos flott machen

Von David Schraven 19. April 2009, 16:33 Uhr

Elektroautos: Bald sollen sie innerhalb weniger Minuten "betankt" werden.

Die Autobranche hat eine große Hürde auf dem Weg zum Elektroauto genommen: Zusammen mit den Energieversorgern hat man sich auf einen gemeinsamen Steckerstandard geeinigt. Dieser soll das Elektroauto innerhalb von wenigen Minuten aufladen – und europaweit einheitlich sein.

Auf der Leistungsschau der deutschen Industrie, der Hannovermesse, wird in diesem Jahr ein verhältnismäßig kleiner Gegenstand für Aufmerksamkeit sorgen. Es ist ein scheinbar simpler Stecker. Er ist etwa handtellergroß und optisch nicht sehr attraktiv. Und doch hat er beste Aussichten, zu einem Symbol für die Zukunft im Straßenverkehr zu werden. Denn mit dem Stecker wird ein neuer Standard für Stromautos gesetzt: Die Norm für die Elektro-Tankstellen in Europa.

Nach WELT-ONLINE-Informationen haben sich die 20 größten Energieunternehmen und Autohersteller auf die grundsätzlichen Eckpunkte der Stecker im Elektrowagen der Zukunft geeinigt. Dreiphasig, mit einer Leistung von 400 Volt und bis zu 63 Ampere, kann über die Anschlüsse genügend Strom in leere Batterien gepumpt werden, um schlappe Elektroautos in wenigen Minuten wieder flott zu bekommen. In wenigen Tagen sollen auch die Details zum neuen Industriestandard vorgestellt werden.

Die Nachricht ist entscheidend für die Entwicklung der zukünftigen Stromautos, wie Carolin Reichert erklärt. Reichert ist Leiterin der Abteilung für die Entwicklung neuer Geschäftsfelder beim Stromkonzern RWE. Sie sagt, nur wenn es europaweit einheitliche Anschlüsse für die Stromautos gebe, könnten diese in Großserie gebaut werden. „Ein Auto muss in Italien genauso betankt werden können, wie in Dänemark, Deutschland oder Frankreich.“ Probleme wie mit Rasierapparaten oder Laptops in fremden Ländern müssten für den PKW-Vertrieb vorab gelöst werden. Die Standards sollen für jeden Anbieter frei zugänglich sein.

Allerdings wird es noch geraume Zeit dauern, bis das Elektroauto zu einer echten Alternative zu Benzin und Diesel wird. Experten rechnen damit, dass es bis zu 20 Jahren dauern kann. Nach Ansicht von Bernd Bohr, Geschäftsführer des Automobilzulieferers Bosch, hindern vor

allein die hohen Kosten für den Elektroantrieb und die Batterien einen schnellen Ausbau des Antriebs. Allein für die Stromspeicher, die eine Reichweite von 200 Kilometern garantieren könnten, seien rund 8000 Euro fällig – und dafür bekommt man fast ein ganzes Benzinauto. Bevor nicht die Batterien eine dreifach höhere Leistungsdichte als heute hätten, sei eine Ablösung des Verbrennungsmotors „illusorisch“, sagte Bohr.

Ähnlich sieht das auch RWE-Entwicklungschefin Reichert: „Es ist nicht so, dass übermorgen jedes zweite Auto mit Strom fährt.“ Die Entwicklung brauche Zeit. Aber es sei eben klar, in welche Richtung sich der Markt entwickeln würde. Der Chef des Versorgers E.on Energie, Klaus-Dieter Maubach, pflichtet ihr bei: „Die Frage ist nicht, ob das kommt, sondern wann.“ Der Manager will sein Versorgungsnetz auf die Einführung der Stromautos ausrichten. Auch hier gibt es viele Probleme. Denn das Netz muss stabil gehalten werden, wenn tagsüber oder nachts Zehntausende Autos gleichzeitig an- oder abgeschaltet werden. Nach Ansicht von Maubach würde dies das ganze System der Stromversorgung verändern.

Der Trend zum Elektroauto wird auch durch einen fast einheitlichen politischen Willen in ganz Europa befördert. Vorreiter ist bislang Großbritannien, wo der Kauf von Elektroautos in Kürze direkt gefördert werden soll. Schon ab 2011 soll jeder Brite, der ein umweltfreundliches Fahrzeug kauft, bis zu 5000 Pfund (etwa 5700 Euro) als Zuschuss bekommen. Allein in London will die Stadt 25.000 Stromtankstellen bauen. Hier fahren heute schon 2000 Elektromobile.

Dazu kommen Förderprogramme, mit denen die Briten die Fahrzeugentwicklung antreiben wollen. Allein Nissan und Jaguar haben rund 500 Millionen Pfund über die europäische Investitionsbank erhalten, um eine neue Produktion aufzubauen. Die Briten hoffen, dass Nissan mit dem Geld seinen Betrieb in Sunderland zum europäischen Hauptwerk für ein zusammen mit Renault entwickeltes Elektroauto macht. Von hier aus sollen schon ab 2010 Stromwagen von Band laufen. Zunächst werden diese in die USA verschifft, dann soll ab 2012 Europa beliefert werden.

Auch in Deutschland setzt die Bundesregierung auf Förderprogramme. 500 Millionen Euro hat sie schon bereitgestellt. Davon entfallen 115 Millionen Euro auf die Entwicklung eines Netzes mit Stromtankstellen. In Berlin wurden Pilotprojekte der großen Versorger Vattenfall und RWE gemeinsam mit den Konzernen Daimler und BMW gestartet. Ähnliche Vorhaben sind schon in Oldenburg, dem Ruhrgebiet und Frankfurt in der Genehmigungsphase.

Die Entwicklung hat an Dynamik zwar gewonnen, doch bevor es richtig losgehen kann, muss eines der größten Wachstumshindernisse beseitigt werden. Die Stromer brauchen leistungsfähige Batterien. Und auch dafür ist die Einigung bei den Steckern wegweisend. Der neuen

Norm müssen sich wohl auf absehbare Zeit alle Batterie-Entwickler unterwerfen, wenn sie im mobilen Strommarkt mitmachen wollen. Und für sie ist Eile geboten.

In Japan schließen sich die großen Autohersteller mit Batterieproduzenten zusammen. Hando kooperiert mit dem Spezialisten Yuasa. Der Konzern Toyota hat eine Partnerschaft mit dem Elektro-Marktführer Panasonic. Nissan hat sich mit NEC zusammengetan.

Auch in Deutschland suchen die Auto-Konzerne kompetente Partner. Volkswagen lässt sich Batterien von Sanyo liefern. Und Daimler ist mit 49 Prozent bei der sächsischen Firma Li-Tec eingestiegen.

Der Kamenzer Partnerbetrieb will ab 2011 Autobatterien in Großserie herstellen, sagt Vertriebsleiterin Claudia Brasse. „Wir können dann schnell bis zu 100.000 Autos im Jahr ausrüsten.“ Schon heute produziert das Werk in einer Vorserie neuartige Batterien, die aufgrund ihrer Technik, kleiner, leichter und sicherer sind, als die herkömmlichen Lithium-Ionen-Batterien es waren. „Wir gehen davon aus, dass wir den Preis in der Massenproduktion um 50 Prozent drücken können“, sagt Claudia Brasse. Die Maschinen und das Know How seien da. Nun gehe es darum, auf die erforderlichen Stückzahlen zu kommen.

Dass es bis dahin nicht mehr allzu lange dauert, belegen auch Angaben der Bundesregierung. Sie rechnet damit, dass schon im Jahr 2020 mehr als eine Millionen Stromwagen in Deutschland unterwegs sein werden. Einige der wesentlichsten Hürden auf dem Weg dahin wurden überwunden. Der kleine Stecker gehört dazu.

Quelle:

<http://www.welt.de/wirtschaft/article3583587/Super-Stecker-soll-Elektroautos-flott-machen.html>

[2] In den USA sind anscheinend höhere Übertragungsleistungen geplant. So soll das Nachfolgemodell des Tesla Roadster, der Tesla S mit Reichweiten von 260, 370 oder 480 km über 480 Volt Drehstrom in 45 min aufgeladen werden können.

480 km Reichweite = ca. 72 kWh Akkukapazität; bei einer Ladezeit von 45 min wäre eine Übertragungsleistung von 96 kW ($480\text{V} \times 116\text{A} \times \sqrt{3}$) erforderlich.

Ähnliches gilt für chinesische Elektroautos wie dem „BYD E6“, der unbestätigten Berichten zufolge in 10 min zu 50 % wieder aufgeladen werden können soll.

Mit dem bei uns geplanten Standard ließen sich die dazu notwendigen Leistungen demnach nicht aufbringen.

Quellen:

<http://www.teslamotors.com/s> ; <http://www.byd.com/showroom.php?car=e6>

[3] Zellen von A123systems des Typs „ANR26650“. Diese lassen sich in 15 min komplett aufladen [bei ca. 33 Watt Leistung] und können bis zu mehrere Tausend mal wieder aufgeladen werden. Sind hinreichend hohe Leistungen verfügbar, ist das Laden dieser Zellen natürlich beliebig skalierbar. (Wenn man 1 Zelle in 15 min laden kann, kann man natürlich auch z.B. 100 Zellen gleichzeitig in 15 min laden. Für das Laden eines Akkusystems mit z. B. 3000 Zellen [= 20 kWh Speicherkapazität; 210 kg Gewicht] in 15 min wäre demnach eine Leistung von $3000 \times \sim 33 \text{ Watt} = 99 \text{ kW}$ erforderlich.)

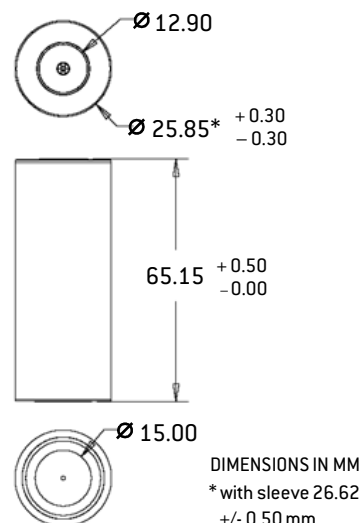
Aufgrund des geringen Innenwiderstandes der Zellen ist selbst bei einer Schnellladung nicht einmal zwingend eine Kühlung der Zellen erforderlich. [Beträgt der Innenwiderstand der Zelle wie angegeben $10 \text{ m}\Omega$ (siehe Datenblatt), so liegt bei einem Ladestrom von 10 A der Spannungsabfall in der Zelle bei 0,1 V, was einer Verlustleistung von 1 W entspricht. Legt man für die Zellenmaterialien eine spezifische Wärmekapazität c von ca. 1 J/gK zugrunde, so führt eine Schnellladung mit 10 Ampere über 15 min selbst ohne Kühlung nur zu einer Erwärmung von ca. 13°C ($dT = dQ / m \times c = 1 \text{ W} \times 15 \times 60 \text{ s} / 70 \text{ g} \times 1 \text{ J/gK} = 13 \text{ K}$ oder $^\circ\text{C}$). Eine Messung in der Praxis bestätigt diese Berechnung; wird eine entladene und thermisch isolierte ANR26650 2300 mAh Zelle mit einem Strom von durchschnittlich ca. 8 A geladen, so steigt die Temperatur während des Ladevorgangs nur von 23°C auf ca. 34°C an; nach 10 min ist die Zelle dabei zu 54 % (1250 mAh) geladen, nach 15 min zu 78 % (1800 mAh), nach 20 min zu 98 % (2250 mAh) und nach 23 min ist der Ladevorgang beendet (2320 mAh).]

Datenblatt auf der folgenden Seite:

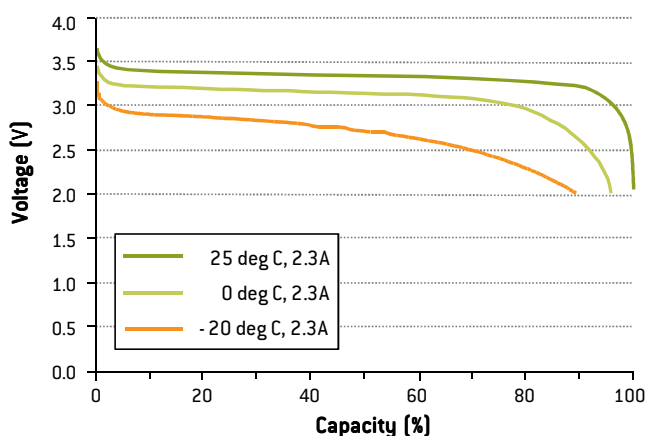
High Power Lithium Ion ANR26650 $\mathbf{m1A}$

A123Systems' lithium ion rechargeable ANR26650 $\mathbf{m1A}$ cell is capable of very high power, long cycle and calendar life, and has excellent abuse tolerance due to its use of patented Nanophosphate™ technology.

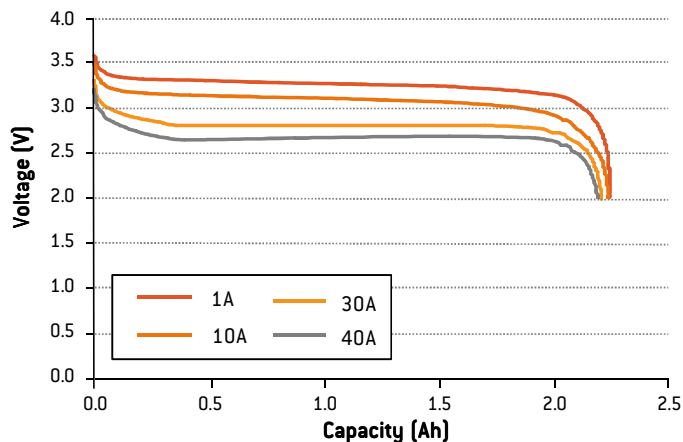
Nominal capacity and voltage	2.3 Ah, 3.3 V
Internal impedance (1kHz AC)	8 m Ω typical
Internal resistance (10A, 1s DC)	10 m Ω typical
Recommended standard charge method	3A to 3.6V CCCV, 45 min
Recommended fast charge current	10A to 3.6V CCCV, 15 min
Maximum continuous discharge	70A
Pulse discharge at 10 sec	120A
Cycle life at 10C discharge, 100% DOD	Over 1,000 cycles
Recommended pulse charge/discharge cutoff	3.8V to 1.6V
Operating temperature range	-30°C to +60°C
Storage temperature range	-50°C to +60°C
Core cell weight	70 grams



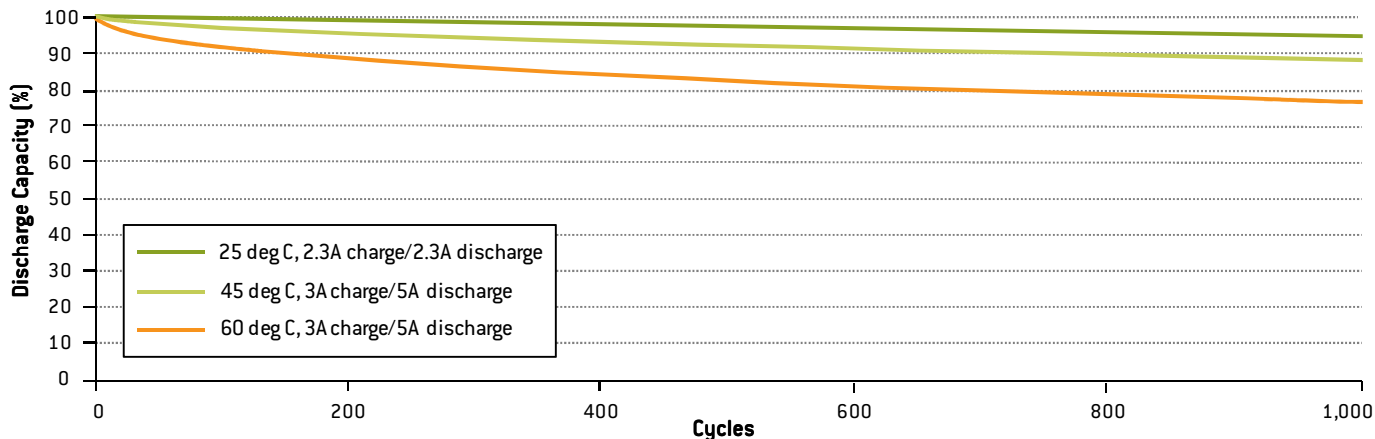
Low Temperature Discharge Performance



Discharge Characteristics, 25 deg C



Cycle Life Performance, 100% DOD, Various Temperatures



A123Systems, Inc.
321 Arsenal Street, Watertown, MA 02472
www.a123systems.com

* Preliminary specifications, performance may vary depending on use conditions and application.
A123Systems makes no warranty explicit or implied with this datasheet. Contents subject to change without notice.

MD100001-02

A123
SYSTEMS

A123Systems™ Copyright © 2009 A123 Systems, Inc. All rights reserved.

[4] Bei einer 63A Lösung würde das Gewicht des Stromkabels ca. 1,0 kg / m betragen, bei einer 125A Lösung ca. 2,0 kg / m. Das freie Ende des Kabels mit dem Stecker (ca. 1,5 - 3 m von insgesamt vielleicht ca. 5 m) käme somit bei der 125A Lösung auf etwa 3 - 6 kg Gewicht (Kasten Mineralwasser = 12 kg) und wäre somit durchaus noch handhabbar. [Das freie Ende des Kabels mit dem Stecker könnte quasi ähnlich der herkömmlichen Zapfpistole mit Tankschlauch konstruiert werden und würde an das Auto gesteckt, das andere Ende wäre fest mit der Stromtanksäule verbunden.]

Da der Gegenpart des Steckers fest im Auto sitzt, sollte sich selbst bei einer 125A Ausführung das freie Kabelende mit dem Stecker in jedem Fall hinreichend gut in die Buchse des Autos stecken lassen, da der Stecker ggf. auch mit zwei Händen angefasst werden kann.

Der Steckvorgang ist aufgrund eines feststehenden Partners im Prinzip auch einfacher durchzuführen als bei zwei losen Steckern / Kupplungen, die es aber z.B. bei 125A CEE Verlängerungskabeln auch gibt und wo es auch funktioniert.

Damit wäre so ein Stecksystem selbst in einer 125A Ausführung möglicherweise nicht oder nicht wesentlich schwieriger zu handhaben als eine herkömmliche Zapfpistole mit Tankschlauch.

Ebenso wäre so eine Schnellladetechnik aller Wahrscheinlichkeit nach Systemen überlegen, die den Austausch des gesamten Akkublocks in einem aufwendigen technischen Verfahren vorsehen (better place); mit ungeklärten Fragen hinsichtlich der Kompatibilität, Normierung, Systemkosten, Störanfälligkeit, Lagerung der Akkus, Verriegelung der Akkus im Auto usw.

Sinnvoll erscheint es, zumindest den Stecker generell für 125A auszulegen. Je nach Einsatzzweck und Verfügbarkeit der Strominfrastruktur kann dann das Kabel unterschiedlich dimensioniert werden.

An den gewöhnlichen Stromtanksäulen etwa im Strassenbereich, an Supermärkten, auf Parkplätzen oder in Parkhäusern usw. könnte man das Kabel bspw. für 32A oder 63A auslegen, an speziellen „Schnellladestromtanksäulen“ und Stromtankstellen z.B. an Autobahnen für 125A.

Die Ladekabel könnten so optimal je nach Einsatzbereich zugeschnitten werden; bei einem 32A oder 63A Anschluss etwa mit 5 x 4 mm² bzw. 5 x 10 mm² Kabelquerschnitt („Typ Ladesäule“), bei einem 125A Anschluss mit 5 x 25 mm² Kabelquerschnitt („Typ Stromtankstelle“).

Der Stecker bliebe jedoch bei allen Kabelquerschnitten und Anschlussleistungen gleich (125A), ähnlich den herkömmlichen 16A Schukosteckern, wo man in die Stecker auch Kabel mit unterschiedlichen Stärken einführen kann (z.B. 3 x 0,75 mm³, 3 x 1,5 mm³ oder auch 3 x 2,5 mm³).

Der Gewichts- und Dimensionsunterschied zwischen einem 63A und einem 125A Stecker fällt vergleichsweise gering aus (max. ca. 50 g Gewichtsunterschied beim „Metallteil“ des Steckers, Rest im Prinzip gleich). Selbst wenn man zunächst noch nicht allzu viele 125A Tankgelegenheiten installieren sollte, wäre das Stecksystem so doch aufwärtskompatibel und auch zukünftigen Leistungsanforderungen gewachsen.

Zuhause wird womöglich gar nicht einmal die Installation eines Starkstromanschlusses notwendig sein, da auch mit 230 Volt und 16 Ampere über Nacht gut 30 kWh nachgeladen werden können (= ca. 200 Km Reichweite; mehr wird man täglich meist sowieso nicht verfahren).

[Eine Alternative zu einem 125A System (oder Variante dieses Systems) könnte ggf. sein, Stromtanksäulen pro Einheit zum Teil (oder generell) mit zwei 63A Ladekabeln auszustatten, dann könnte der Autohersteller je nach Schnellladefähigkeit seines Modells dieses ggf. mit zwei Ladebuchsen ausstatten, so dass der Fahrer ggf. zeitsparend auch parallel über zwei Kabel laden könnte.]

[5] Daten der 125A Starkstromkabel H07RN-F 5G25 bzw. 5G35 mit 3 Phasen + Nullleiter + Erde

Querschnitt	5 x 25 mm ³ / 5 x 35 mm ³
Gewicht (Kupferanteil)	1,2 kg / m / 1,7 kg / m
Gewicht (gesamt)	2,0 kg / m / 2,7 kg / m
Aussendurchmesser	ca. 3,2 cm / ca. 4,0 cm
Minimaler Biegeradius	ca. 12 cm / ca. 15 cm
Nenn-/Prüfspannung	450V / 750V
Stromstärke	125A (108A) / 135A
Betriebstemperatur	-35°C bis +85°C
Aderisolation	Gummimischung
Mantel	vernetztes Elastomer mit hohen mechanischen Festigkeitseigenschaften
Weitere Eigenschaften	Ölbeständigkeit, Ozonbeständigkeit
Preis (ebay)	ca. 14 [5G25] - 20 [5G35] EUR / m

Zum Vergleich kann ein Haushaltsstromkabel mit einem Querschnitt von 3 x 1,5 (2,5) mm³ mit bis zu 16 Ampere belastet werden, was einer spezifischen Belastbarkeit von 10,6 A (6,4 A) pro mm³ entspricht. Aufgrund der spezifisch geringeren Oberfläche (=> Wärmeabfuhr als limitierender Faktor) wird ein Starkstromkabel mit 5 x 25 (35) mm³ Querschnitt bei 125 A nur mit ca. 5 bzw. 3,6 A pro mm³ belastet. [Die Oberleitung „RE 330“ der Bahn kann demgegenüber kurzzeitig mit einer spezifischen Stromstärke von bis zu 11,6 A pro mm³ belastet werden (RE 330, 120 mm³, 1400 A, 15 kV)].

Vergleich: 63 Ampere Stromkabel / 125 Ampere Stromkabel

63 Ampere Stromkabel	125 Ampere Stromkabel
Typ: H07RN-F 5G10 (5G16)	Typ: H07RN-F 5G25 (5G35)
Querschnitt: 5 x 10 mm ³ (5 x 16 mm ³)	Querschnitt: 5 x 25 mm ³ (5 x 35 mm ³)
Gewicht: 1,0 kg / m (1,4 kg / m)	Gewicht: 2,0 kg / m (2,7 kg / m)
Durchmesser: 23 mm (26 mm)	Durchmesser: 32 mm (40 mm)
minimaler Biegeradius: ca. 5-10 cm	minimaler Biegeradius: ca. 10-15 cm

Die Widerstandsverluste (=> Erwärmung des Kabels) betragen für ein 5 m langes Kabel mit 25 mm³ bzw. 35 mm³ Querschnitt bei 3 x 125 Ampere Belastung 167 Watt bzw. 120 Watt, entsprechend einem Verlust von 0,19 % bzw. 0,14 % der übertragenen Leistung. (63 Ampere 5m Kabel mit 10 bzw. 16 mm³ = 106 Watt bzw. 66 Watt = 0,24 % bzw. 0,15 % Verlust.) Das 5 x 25 mm³ Kabel wird bei 125A aufgrund der spez. kleineren Oberfläche jedoch geringfügig wärmer als das 5 x 10 mm³ Kabel bei 63A, deswegen können bei ersterem die 125A ggf. nicht ganz ausgeschöpft werden. (Bzw. wären für 125A ggf. ein geringfügig größerer Querschnitt (28 mm³) oder eine geringfügig dickere (36 statt 32 mm AD) oder eine thermisch belastbarere Isolierung erforderlich.)

Illustration 125 Ampere Stromkabel H07RN-F 5G25 und Simulation der Größenverhältnisse eines Steckers

Größenvergleich Kabel



„Modell“ eines 125A Stecker^o zur Verdeutlichung der Dimensionen

Aussen-D. der Steckhülsen = ca. 10 mm.

Innen-D. der Steckhülsen = D. der Stifte am Auto = ca. 7 mm.

=> Leiter-Querschnitt von jeweils ca. 40 mm².

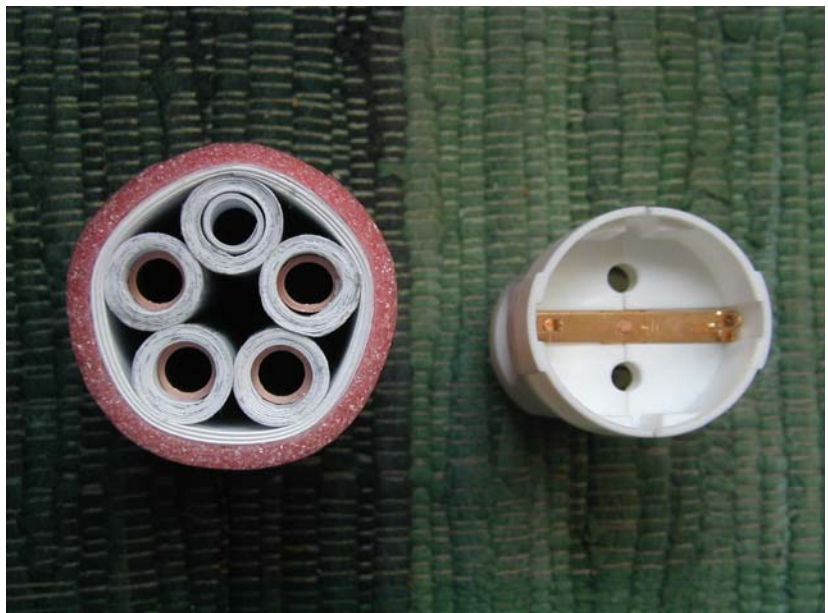
Isolierung = jeweils ca. 2,5 mm + weitere Aussenisolierung.

Insgesamt hat der Stecker bei dieser Bauweise einen Durchmesser von nur gut 5 cm und wiegt nur ca. 100 - 200 g.

Rechts ist zum Größenvergleich ein normaler Schukostecker (bzw. -kupplung) zu sehen.

Oben ist eine Steckbuchse schon mit einer Isolierung versehen worden.

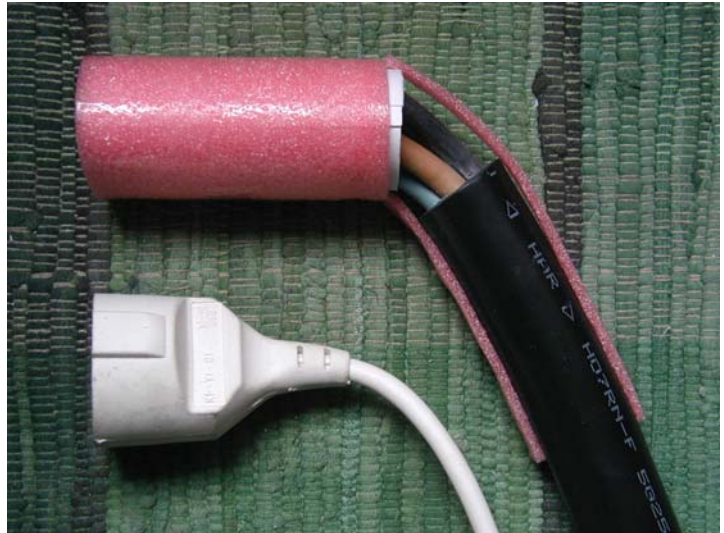
Unten Variante „Flachstecker“.



^oBzw. eigentlich der Kupplung, da die Steckstifte vermutlich in der Buchse am Auto sitzen.

Selbst wenn man für den Metallteil (Steckhülsen oder Stifte) des Stecksystems jeweils 5 Bauteile mit 50 mm³ Q. Cu und 5 cm Länge verwenden würde, ergibt dies ein Metallgewicht von nur ca. 110 g (+ Gewicht für die Verschraubung und Plastikhülle von ebenfalls vielleicht ca. 100g - 200g)

„Modellstecker“ an Kabel



Handhabung

Die Handhabung des Kabels erscheint unproblematisch.

An das eine Ende des Kabels käme der neue Stecker und würde beim Laden mit dem Auto verbunden (hier der Korb), das andere Ende wäre fest mit der Stromtanksäule verbunden. [Quasi ähnlich dem herkömmlichen Tankschlauch mit Zapfpistole.]

Wie das Bild zeigt, kann selbst ein 125A Kabel vergleichsweise gut in die Hand genommen werden.

Es liegt mit ca. 3 Kg Gewicht auch nicht besonders schwer in den Händen.

Da die Steckbuchse fest im Auto sitzt, dürfte das Kabel zumindest bei Anfassen mit zwei Händen hinreichend gut in die Buchse des Autos gesteckt werden können.

Diese Lösung würde dann bei Stromtankstellen Verwendung finden; bei den gewöhnlichen Parkplatz-Ladesäulen mit niedrigerer Leistung würde man natürlich dünnere Kabel verwenden. (Bzw. bei den Stromtankstellen beide Möglichkeiten anbieten.)

