

# P3 Charging Index: Vergleich der Schnellladefähigkeit verschiedener Elektrofahrzeuge aus Nutzerperspektive

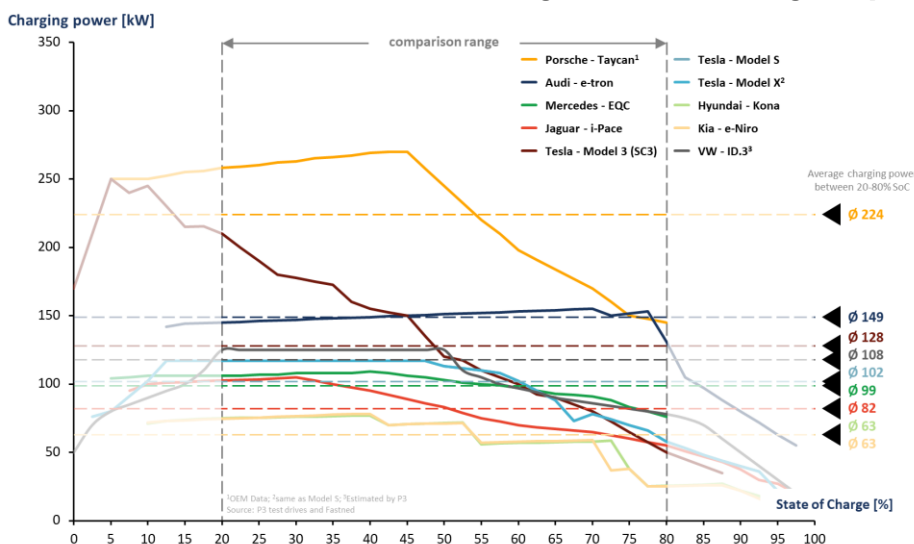
M. Hackmann, C. Gehring

Die **neue Generation langstreckentauglicher Elektrofahrzeuge** kommt mit einer Möglichkeit zum **ultraschnellen Laden** (mehr als 100 kW Ladeleistung) auf den Markt. Der Wettbewerbsvergleich verschiedener E-Autos untereinander wird dabei oft vereinfacht über die „maximale Ladeleistung“ in Kilowatt dargestellt. Im Folgenden zeigen wir, dass dieser Wert alleine jedoch wenig Aussagekraft hat, um eine reale Ladegeschwindigkeit von E-Autos zu bewerten. In der realen Nutzung ist vielmehr die Zeit, mit der echte Reichweite (oder Kilometer) nachgeladen werden können, die entscheidende Leistungsgröße, um **E-Autos miteinander vergleichen zu können**. P3 hat dazu den sog. „Charging Index“ entwickelt, der einen **nutzungsbezogenen echten Vergleich der Ladeleistung von Elektroautos ermöglicht**.

## Ladeleistung ist kein ausreichender Indikator für die Ladeperformance von Elektrofahrzeugen

Die **maximale Ladeleistung** (in Kilowatt) von E-Autos kann nur unter **idealen Bedingungen** erreicht werden und bedingt, dass das Fahrzeug zudem u.a. einen meist sehr niedrigen Batteriefüllstand aufweist. Um diesen Umstand zu berücksichtigen wird in vielen Berichten und Vergleichen mittlerweile auch die durchschnittliche Ladeleistung in einem festgelegten Ladebereich der Batterie angegeben. Dieser „ideale“ Ladebereich, oder auch „State of Charge (SoC)“ genannt, beträgt meist zwischen 20-80 % der gesamten Batteriekapazität. Die untere Schranke resultiert aus dem **Fahrverhalten der Nutzer**, da diese noch ein Gefühl für die verbleibende Kapazität ihres Fahrzeugs entwickeln und ein Liegenbleiben durch früheres Aufladen vermeiden wollen. Sobald man bei den meisten Fahrzeugen eine Batteriefüllung von 80 % erreicht hat, wird die Ladeleistung zum Schutz der Batterie meist stark zurückgefahren, sodass ein weiteres Aufladen sehr viel Zeit in Anspruch nimmt.

## Maximale und durchschnittliche Ladeleistung der E-Autos im Vergleich [kW]



Der Vergleich der Ladeleistung der unterschiedlichen Fahrzeuge zeigt, dass zudem die jeweils möglichen maximalen Ladeleistungen nur für einige Minuten während des Ladevorgangs erreicht werden – auch hier variiert die fahrzeug-spezifische Performance. Daher ist die Betrachtung der **durchschnittlichen Ladeleistung** in einem „Ladefenster“ von 20-80 % SoC schon deutlich repräsentativer, um die Lade-

geschwindigkeit der Fahrzeuge miteinander zu vergleichen. Das macht auch der konkrete Vergleich ausgewählter Fahrzeuge deutlich:

Der **Porsche Taycan** mit 270 kW maximaler Ladeleistung (Herstellerangabe) erreicht im Ladefenster eine **durchschnittliche Ladeleistung von 224 kW** und liegt somit noch deutlich vor den anderen Fahrzeugen. Der **Audi e-tron** mit 150 kW maximaler Ladeleistung kann diese allerdings nahezu über den betrachteten Zeitraum

halten und erreicht im **Durchschnitt eine Ladeleistung von 149 kW**. Das **Tesla Model 3** hingegen wird vom Hersteller mit einer maximalen Ladeleistung von etwa 250 kW an einem Supercharger Version 3 angegeben, erreicht jedoch im **Schnitt nur eine Ladeleistung von 128 kW**, da das Fahrzeug über den Ladevorgang im gesamten Testfeld die schnellste Absenkung der Ladeleistung aufweist.

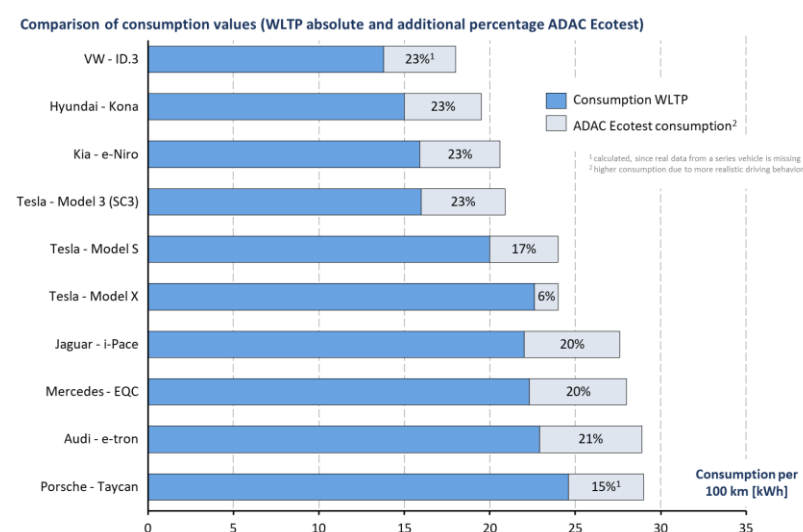
## Aus Kundenperspektive müssen auch Verbrauch und Ladedauer in die Bewertung einfließen

Allerdings zeigt sich aus **Kundenperspektive** ein anderes Bild, denn ein typischer, realer Ladevorgang heute orientiert sich für den E-Auto Fahrer im Wesentlichen an zwei wichtigen Fragestellungen:

1. Welche Reichweite wird benötigt, um zum nächsten Zwischenstopp/ Ziel zu kommen?
2. Wie lange dauert der Ladevorgang, **um diese Reichweite** nachzuladen?

Die zweite Fragestellung bringt eine wichtige weitere Kenngröße in die Betrachtung ein, die in vielen Vergleichen/ Tests wenig bis gar nicht berücksichtigt wurde: Der reale Verbrauch des E-Autos, der einen unmittelbaren Einfluss auf die nachgeladene Reichweite hat. Denn **die nachgeladene Energiemenge reicht je nach Verbrauch des Fahrzeugs für eine gewisse Kilometerleistung** aus. Die direkte Einbeziehung des Verbrauchs führt dazu, dass deutlich realistischere und „use case“-gerechtere Vergleiche möglich werden.

## Verbrauchswerte der Fahrzeuge nach WLTP und ADAC Ecotest [kWh/100km]



Um möglichst realitätsnahe Verbräuche der einzelnen E-Autos in die Kalkulation des P3 Charging Index einfließen zu lassen, wurden den jeweiligen WLTP Verbräuchen Zuschläge u.a. auf Basis des ADAC Ecotests hinzugerechnet.

Mithilfe des Verbrauchs und der Ladekurven der Fahrzeuge lassen sich nun die nachgeladenen Kilometer über die benötigte Zeit zum Nachladen abbilden. Dies ermöglicht zwar bereits eine genauere Bewertung des Ladeverhaltens der Fahrzeuge, ist aber noch nicht hinreichend,

um ohne Normierung die E-Autos direkt miteinander vergleichen zu können.

## Mit dem P3 Charging Index wird eine einheitliche Vergleichsbasis geschaffen

Der **P3 Charging Index** setzt eine Normierung. Der P3 Charging Index als Quotient aus real nachgeladener Reichweite in einem Zeitfenster von 20 Minuten zu einem Zielwert von 300 km nachgeladener Reichweite definiert die Ladegeschwindigkeit der Fahrzeuge und führt zu einer deutlich höheren Vergleichbarkeit und damit zur mehr Transparenz in Bezug zur **echten Alltagstauglichkeit der E-Autos auf der Langstrecke**.

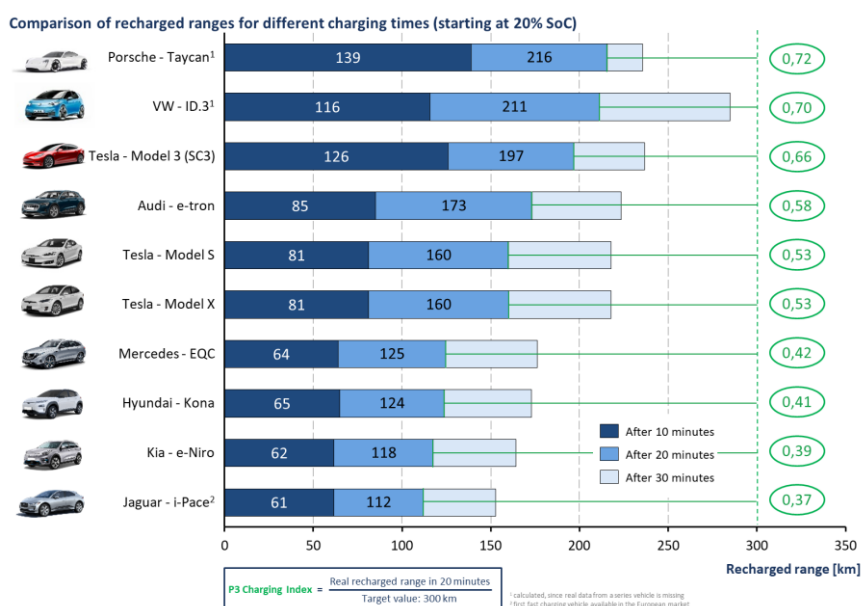
$$P3 \text{ Charging Index} = \frac{\text{Real nachgeladene Reichweite in 20 Minuten}^1}{300 \text{ km}}$$

<sup>1</sup> Ladevorgang beginnend bei 20% SoC

Führt man das Ladeverhalten der Fahrzeuge mit den realitätsnahen Verbrauchswerten zusammen und normiert dieses Ladeverhalten, ergeben sich Vergleichswerte für die jeweiligen Fahrzeuge. Dieser Vergleichswert soll gleichermaßen **repräsentativ für eine uneingeschränkte Langstreckentauglichkeit der Fahrzeuge** stehen.

Sollte ein E-Auto den P3 Charging Index von 1,0 erreichen, so würde in der Praxis dieses Auto realitätsnah eine Fahrstrecke von 300 km in nur 20 Minuten laden können. In der Praxis könnte man ein solches Fahrzeug quasi mit nur einem einzigen Ladestopp von 20 Minuten eine Strecke von bis zu 600 km fahren (bei nahezu vollgeladener Batterie bei Fahrtbeginn). Diese Form der Normierung ist auch deshalb sehr praxisnah, weil jeder typische Langstreckenfahrer zumindest alle 250-300 km ohnehin eine kurze Pause machen würde.

## Nachgeladene Reichweiten [km] mit Einführung des P3 Charging Index



Keines der derzeit im Markt verfügbaren E-Autos erreicht den Idealwert 1,0. Immerhin liegen die Top 3 Fahrzeuge bereits auf sehr hohen Werten von größer 65% des maximalen Langstreckennutzwertes. In der Praxis bedeutet dies, dass auf der Langstrecke im Einzelfall der E-Auto Fahrer den einen oder anderen zusätzlichen Ladestopp einkalkulieren muss. Deutlich zu erkennen ist, dass die neueren Fahrzeuge deutscher Hersteller sich vermutlich weit oben im Feld einsortieren werden<sup>2</sup>.

E-Autos der ersten Generationen sind aufgrund der geringeren Ladeleistungen und geringerer (Verbrauchs-) Effizienz im unteren Feld zu finden. Um die vollständige Transparenz sicherzustellen sind die nachgeladenen Reichweiten für 10 und 30 Minuten auch dargestellt.

## Fazit

Der P3 Charging Index macht die echte und praxisnahe Ladeperformance der Elektroautos vergleichbar. Er berücksichtigt die maximale oder durchschnittliche Ladeleistung der Fahrzeuge als Kenngröße, paart sie mit der Gesamteffizienz des jeweiligen Fahrzeugs und normiert diese Kennzahlen auf einen praxis- und fahrrernen Nutzungsfall.

## Der P3 Charging Index stellt auch gleichzeitig einen Anspruch an die Entwicklung von Elektrofahrzeugen:

In Zukunft sollte bei der Entwicklung der Fahrzeuge ein entsprechender Mix aus Ladeleistung und Effizienz des Fahrzeugs in den Fokus gestellt werden, denn nur beide Parameter in Summe definieren das Ladeerlebnis des Kunden!

<sup>2</sup> Herstellerangaben teils unvollständig, daher um Expertenschätzungen ergänzt

## Kontakt

**Master of Engineering**

**Markus Hackmann**

Geschäftsleitung Kompetenzbereich Elektromobilität

E-Mail : [markus.hackmann@p3-group.com](mailto:markus.hackmann@p3-group.com)



**Master of Science**

**Christian Gehring**

Senior Consultant für Ladetechnologie

E-Mail : [christian.gehring@p3-group.com](mailto:christian.gehring@p3-group.com)



This document and all information contained herein is the sole property of P3. No intellectual property rights are granted by the delivery of this document or the disclosure of its content. This document shall not be reproduced or disclosed to a third party without the express written consent of P3. This document and its content shall not be used for any purpose other than that for which it is supplied.

**P3 automotive GmbH**

Heilbronner Straße 86

70191 Stuttgart

Germany

Fon: +49 (0)711 252 7490

[www.p3-group.com](http://www.p3-group.com)