

16.10.2019

Das ideale Hybridfahrzeug Teil 1: Die Anforderungen

Zwischenlösung auf dem Weg zum BEV oder das Beste aus zwei Welten? Am PHEV scheiden sich die Geister. Den einen ist der Verbrennungsmotor ein Dorn im Auge, den anderen gefällt die Möglichkeit, Kurzstrecken elektrisch und Langstrecken mit Verbrennungsmotor zu bewältigen. Wie immer im Leben kommt es stark auf die persönlichen Umstände an, wohin sich die Waage neigt. Wer aber mit einem PHEV liebäugelt, dem nützt es leider nichts, wenn der Markt das passende Angebot nicht bereithält. Die käuflichen Exemplare geben deshalb schlussendlich den Ausschlag, und damit sieht es leider gar nicht gut aus.

Was erwarten wir eigentlich von einem PHEV? Höchste Zeit, sich darüber mal intensiv Gedanken zu machen. Wäre es nicht eine gute Idee, ein fiktives PHEV mit existierenden Modellen der beiden konkurrierenden Fraktionen zu vergleichen?

Als Vergleichsobjekt bei den Verbrennern drängt sich natürlich der Liebling der Deutschen auf, der sakrosankte Golf mit jährlichen Zulassungszahlen von 200.000 Stück. (Ohne die Derivate von Audi, Skoda und Seat.) Schließlich ist bei sämtlichen Vergleichstests der Golf immer das leuchtende Vorbild, getreu dem Motto: Oft kopiert, nie erreicht. Um die Messlatte ordentlich hoch zu legen, wählen wir den Diesel mit 150 PS.

Als elektrisches Pendant eignet sich perfekt der neue Shooting-Star der Elektrogemeinde, der VW ID.3

Selbstredend muss der ideale Hybrid die Anforderungen des jeweils Besten erfüllen.

Testverbrauch:

VW Golf 2.0 TDI:	5,8 L/100 km Diesel	entspricht 154 g/km CO₂
VW ID.3	15,0 kWh/100 km*	entspricht 72 g/km CO₂**
PHEV:	4,0 L/100 km Benzin	entspricht 95 g/km CO₂

* Unter Normalbedingungen bei Temperaturen > 5° C.

** Basis Strommix Deutschland 486 Gramm CO₂/kWh.

Kommt Ihnen der Verbrauch des PHEV zu niedrig vor? Dahinter steckt die Überlegung, dass der Verbrennungsmotor innerhalb geschlossener Ortschaften und im Stop&Go seinen höchsten Verbrauch aufweist. Diesen Part übernimmt die Elektromaschine, die unter diesen Bedingungen den wesentlich besseren Wirkungsgrad aufweist. Dagegen ist das Cruisen auf der Autobahn die Domäne des Verbrennungsmotors. Hier hat der Elektromotor Sendepause.

Reichweite im Test:

VW Golf 2.0 TDI:	860 km theoretisch	810 km praktisch	
VW ID.3	420 km Herstellerangabe	350 km Sommer	230 km Winter
PHEV:	860 km theoretisch	810 km praktisch	

Die theoretische Reichweite ergibt sich, wenn man den Tank bis auf den letzten Tropfen leernuckelt, bzw. den Akku bis auf das letzte Elektron. In der täglichen Praxis muss man aber eine Sicherheitsreserve einplanen. Beim Verbrenner, dem an jeder Ecke eine Tankstelle winkt, reichen 50 Kilometer vollkommen aus, selbst bei ungenauer Tankanzeige.

Beim BEV ist man gut beraten, deutlich mehr einzuplanen. Die Reststreckenanzeige ist denkbar ungenau, **intakte und freie** Zapfsäulen sind extrem dünn gesät, und eine Wartezeit in der Größenordnung von einer halben bis mehreren Stunden ist auch nicht immer und überall angenehm. Außerdem reduzieren im Sommer die Klimaanlage und im Winter die Heizung die Reichweite ganz erheblich. Erschwerend hinzu kommt im Winter der temperaturbedingte Kapazitätsabfall.

Zum Vergleich der Herstellerangabe zu den realen Reichweiten im Sommer und im Winter lieferte **ams** eine aufschlussreiche Statistik.

	Basispreis	Batteriegröße	Hersteller- angabe	Reichweite Sommer		Reichweite Winter	
	Euro	kWh	Kilometer	Kilometer	Differenz zu Hersteller in %	Kilometer	Differenz zu Hersteller in %
Kia e-Soul	37.800	64	452	375	17	267	41
Hyundai Kona Elektro	39.000	64	449	373	17	265	41
Tesla Model3 Standard	46.800	75	415	344	16	245	38
Mercedes EQC	71.000	80	450	374	17	266	41
Jaguar I-Pace	78.000	90	470	390	18	277	43
Audi e-Tron	81.000	95	417	346	16	246	38
Tesla Model S Performance	103.000	100	590	490	22	346	54
Durchschnittliche Abweichungen					17		42

Daten entnommen aus am 21/2019

Bei der Auswertung der Daten fällt auf, dass der prozentuale Reichweitenabfall unabhängig ist von der Batteriegröße. Deshalb kann man die Reichweiten des VW ID.3 mit hinreichender Genauigkeit abschätzen.

BEV-Besitzer mit ängstlichem Naturell werden spätestens bei einer Restreichweite von 100 Kilometern nervös. Im Winter reduziert sich die Praxisreichweite auf unter 200 Kilometer. Bei tiefen Temperaturen auf die Autobahn mit Staugefahr zu gehen, ist für E-Mobilisten ein **No Go**, oder besser gesagt ein **No Drive**. Außer man gönnt sich einen Kälteanzug für Polarexpeditionen. Wohl dem, der ein Zweitfahrzeug mit Verbrennungsmotor in der Doppelgarage stehen hat.

Verfügbarkeit:

VW Golf 2.0 TDI: 100 Prozent
VW ID.3 50 Prozent
PHEV: 100 Prozent

Eng verknüpft mit der Reichweite ist die Verfügbarkeit. Bei Verbrennern und PHEV kann man jederzeit einsteigen und losfahren, ohne sich den Kopf über Reiseroute oder Ladezustand zu zerbrechen. Beim BEV ist eine sorgfältige Planung die Basis einer jeden Reise. Schon wieder ein Pluspunkt für einen Zweitwagen mit Verbrennungsmotor.

Handhabungskomfort:

Darunter ist zu verstehen, wie oft und wie lange man sich im Alltag mit dem Auto beschäftigen muss. Bei einem **Verbrenner** mit einer Reichweite von 800 Kilometern und 50 Kilometern am Tag reicht alle zwei Wochen ein kurzer Abstecher an die Tankstelle. Sollte der Kraftstoff einmal sehr günstig sein, kann man spontan seinen Tank in 5 Minuten füllen, und hat dann wieder lange Zeit Ruhe. Die Folge: Man steigt ein und los geht's, man stellt das Auto ab und gut is`.

Der **BEV** erfordert permanente Aufmerksamkeit. Wie groß ist die Restreichweite? Muss es oder muss es nicht an die Steckdose? Sicherheitshalber wird man in der eigenen Garage die Akkus immer aufladen. Man muss also das Kabel aus dem Kofferraum holen, in den Ladestecker am Auto fummeln und mit der Ladestation bzw. Steckdose verbinden. Und das Ganze in der Normgarage mit der typischen Enge. Diese Prozedur erfordert die Gelenkigkeit eines Schlangemenschen. Für ältere und beleibte Semester eine echte Herausforderung. Das Elektroauto als Gymnastiktool? Da bleibt man jung!

Beim Abstellen muss man auch noch daran denken, die Vorheizung zu programmieren, die dann über den Netzstrom vorgenommen wird. Sonst kostet es am nächsten Tag wertvollen Vorrat an

Elektronen. Bei längeren Reisen empfiehlt sich für die unvermeidlichen Ladepausen eine spannende Lektüre oder eine Yogasitzung. Der BEV kommt also dem Trend zur Entschleunigung voll entgegen. Auf Strom- und Ladekosten kann der BEVler keine Rücksicht nehmen. Er ist schon froh, wenn überhaupt Saft fließt.

Ein **Plug-In-Hybrid** kennt diese Probleme nicht. Alles kann, nichts muss. Hat man keine Lust zum Laden und die Batterie ist leer, übernimmt der Verbrenner die Aufladung. Die Heizung erledigt der Verbrenner kostenlos.

Betriebssicherheit:

Den Umgang mit Benzin und Diesel sind wir seit 100 Jahren gewohnt. Brennende Autos kommen vor, ausgelöst durch Unfälle oder Vandalismus. In brennenden Autos eingeschlossene Personen sterben in den seltensten Fällen durch das Feuer, sondern durch die giftigen Gase der verbrennenden Materialien. Explodierende Tanks oder ganze Fahrzeuge gibt es nur im Kino.

Auch die Batterien von Elektromobilen können einen Brand verursachen, entweder durch Unfall, aber was noch schlimmer ist, auch durch Selbstentzündung. Aber am allerschlimmsten ist, dass sich eine brennende Batterie nicht löschen lässt. Entweder man lässt die Batterie vollständig abbrennen, was gewaltige Mengen giftiger Gase freisetzt, oder man taucht das Fahrzeug vollständig in einen mit Wasser gefüllten Container, und lässt die Batterie auskühlen. Das verhindert auch die erneute Entzündung einer vermeintlich bereits gelöschten Batterie.



Löschcontainer für Elektromobile.

Die üblichen Methoden wie Wasserspritze oder Löschschaum versagen völlig, denn der Brand der Batterie ernährt sich nicht durch Sauerstoff. Das brennende Fahrzeug selbst lässt sich zwar löschen, aber die Batterie facht das Feuer immer wieder an, bis nur noch ein Metallgerippe übrig ist. Ohne Löschcontainer sind die Feuerwehrmänner zur Untätigkeit verurteilt, und müssen dem Geschehen tatenlos zusehen.

Ein weiteres Problem der Elektromobile sind die Hochspannungsleitungen quer durch das Fahrzeug. Die an den Achsen sitzenden Elektromotoren werden mit bis zu 800 Volt versorgt. Trifft die Rettungsschere beim Aufschneiden der Karosserie auf eines dieser Kabel, dann war's das für den Maschinisten und vielleicht sogar für umstehende Personen. Die Feuerwehren müssen deshalb von jedem Fahrzeug einen genauen Lageplan der Hochspannungskabel abrufen können. Feuerwehrmann war auch mal ein einfacherer Beruf.



Schaubild der Elektroantriebskomponenten eines Opel Corsa Elektro

Bei einem PHEV hat man es mit beiden brandgefährlichen Elementen zu tun. Man muss darauf achten, dass sich Kraftstoff und Elektronen nicht in die Quere kommen, sondern hübsch separiert im Auto platziert sind. Zum Glück ist der Akku nur einen Bruchteil so groß wie beim BEV, und lässt sich deshalb löschtechnisch viel leichter in den Griff kriegen.

Leergewicht:

VW Golf 2.0 TDI:	1.460 kg
VW ID.3	1.720 kg
PHEV:	1.600 kg

Das Leergewicht eines Elektrofahrzeugs wird bestimmt durch die Größe des Akkus. Trotz des schweren Dieselmotors und dem Siebengang-Doppelkupplungsgetriebe ist der Golf um 260 Kilogramm leichter als der ID.3. Der PHEV liegt irgendwo dazwischen. Auch bei ihm kommt es darauf an, wieviel Reichweite man dem Elektroantrieb zugesteht.

Leistung:

VW Golf 2.0 TDI:	150 PS
VW ID.3	150 PS
PHEV:	150 PS

Der reine Zahlenwert der Leistung ist relativ uninteressant. Viel wichtiger sind die Fahrleistungen.

Beschleunigungszeit bis 100 km/h:

VW Golf 2.0 TDI:	8,8 Sekunden
VW ID.3	8,0 Sekunden
PHEV:	8,0 Sekunden

Beschleunigungszeiten über zehn Sekunden auf 100 km/h sind nicht mehr zeitgemäß. Um sich in eine endlose Landstraßenkolonne problemlos einfädeln zu können, sind acht Sekunden bis 100 km/h sehr hilfreich. Elektroantriebe besitzen hier einen nicht zu unterschätzenden Vorteil mit ihrem spontanen und mühelosen Antritt aus dem Stand ohne die obligatorische Turbolader-Gedenksekunde. Das bereitet dem Fahrer immer wieder Vergnügen, würde es nur nicht so viele Elektronen kosten.

Höchstgeschwindigkeit:

VW Golf 2.0 TDI:	214 km/h
VW ID.3	160 km/h
PHEV:	160 km/h

Wer braucht heute noch eine Höchstgeschwindigkeit über 160 km/h? Niemand. Warum überschreiten die meisten Verbrennungsfahrzeuge sogar die Schallmauer von 200 km/h? Weil der

Motor es hergibt. Bei den Elektrofahrzeugen liegt die Beschränkung auf 160 km/h in der Natur der Dinge. Höhere Geschwindigkeiten würden den Antrieb extrem verteuern, z.B. durch größere Akkus, speziell konfigurierte Elektromotoren oder durch Getriebe.

Eine freiwillige Selbstbeschränkung verschafft dem PHEV einen riesigen Vorteil im Aufwand, wie wir später bei der Auslegung noch sehen werden. Wir orientieren uns deshalb nicht am Golf, sondern am ID.3.

Wendekreis:

VW Golf 2.0 TDI:	11,0 m	
VW ID.3	10,0 m ?	
PHEV:	10,0 m	

Ein Fahrzeug, das im engen Stadtbetrieb Spaß machen soll braucht einen Wendekreis kleiner 10 Meter. Fahrzeuge der Kompaktklasse beschreiben einen Kreis von elf und mehr Metern. Das liegt am Frontantrieb in Verbindung mit Breitreifen. Auf ausladende Niederquerschnittsreifen kann der PHEV getrost verzichten, ohne sich Nachteile einzuhandeln.

Basispreis:

VW Golf 2.0 TDI:	29.000 Euro	
VW ID.3	37.000 Euro	abzgl. 4.000 Euro Prämie
PHEV:	32.000 Euro	abzgl. 3.000 Euro Prämie

Beim Golf 2.0 TDI handelt es sich nicht um das Einstiegsmodell in die Golf-Klasse. Die Golf-Preisliste beginnt bei ca. 20.000 Euro, und ist nach oben offen. Wer will, kann sich einen Golf für 50.000 Euro oder mehr konfigurieren.

Hingegen markiert der ID.3 unserer Gegenüberstellung den absoluten Tiefpunkt der Preisliste. Größere Batterien und leistungsfähigere Motoren lassen preislich viel Luft nach oben.

Der Preis des Golf 2.0 TDI ist natürlich eine große Herausforderung für den fiktiven PHEV. Um ihn abzüglich der Elektroprämie nicht zu überschreiten, ist ein tiefer Griff in die technische Trickkiste erforderlich.

Skalierbarkeit:

Fahrzeughersteller müssen peinlich drauf achten, aus einer Handvoll von Bauelementen möglichst viele Fahrzeugvarianten zusammenzustöpseln. VW ist da keine Ausnahme, im Gegenteil. Rechnet man Audi, Seat und Skoda mit dazu, sind die Golf Bausteine die Grundlage für eine unüberschaubare Variantenflut.

Ob der ID.3 über die Gene für eine ähnlich vielfältige Nachkommenschaft aufweist?

Der fiktive PHEV jedenfalls hat das Zeug dazu. Sowohl horizontal über die verschiedenen Derivate, als auch vertikal über eine enorme Leistungsspanne sind der Phantasie keine Grenzen gesetzt. Wenn man es richtig macht! Dazu später mehr.

Wie geht es weiter?

- Der **zweite Teil** der Hybrid-Geschichte widmet sich den bereits existierenden Beispielen aus der Praxis. Positive und negative Aspekte werden beleuchtet.
- Der **dritte Teil** befasst sich mit der konkreten Auslegung des fiktiven PHEV.

Jacob Jacobson