

07.11.2019

Das ideale Hybridfahrzeug Teil 2: Beispiele

Das Beste oder Nichts

Kennen Sie das Prinzip der niedrig hängenden Früchte? Es besagt nichts anderes, als dass der Obstpflücker zuerst die einfach zu erreichenden Früchte erntet, bevor er schweres Geschütz, i.e. lange Leitern auffährt, um an das Obst hoch oben in der Baumkrone heranzukommen.

Dem Deutschen, egal ob Ingenieur, Handwerker oder Edelbastler ist dieses Prinzip fremd. Er interessiert sich nicht für die einfachen, handgreiflichen Lösungen, das ist ihm zu primitiv. Statt 80 Prozent bevorzugt er 120-Prozent-Lösungen nach dem Motto, wenn schon, denn schon. Man könnte es auch das Mercedes-Prinzip nennen. (Wahlweise auch Zetsche-Prinzip)



Was hat das mit dem Hybridfahrzeug zu tun? Auch hier befließen sich die Entwickler der gleichen Methode: Man nehme den besten Verbrennungsmotor, kombiniere ihn mit dem besten Elektroantrieb, dann erhält man automatisch den besten Hybridantrieb – das ist ihr Credo. Das Ergebnis: Deutlich übers Ziel hinausgeschossen, technischer Overkill, viel zu hoher Aufwand, zu teuer, am Kunden vorbei.

Wie alles begann

Wer war wieder einmal schuld? Toyota! Die japanische Regierung hatte die glorreiche Idee, dem Hybridantrieb eine massive staatliche Förderung angedeihen zu lassen. Das erklärte Ziel, auf dem Weltmarkt die Ersten zu sein, wurde erreicht. Vor allem der Toyota Prius wurde zum Aushängeschild für Toyota und die japanische Automobil-Technologie.



Es war ein Pyrrhus-Sieg, denn zum Pech für Toyota konnten sich mit dem Prius nur sehr wenige Käufer in Deutschland anfreunden. Es gab anfangs

nur eine einzige Ausführung, eine Singularität, ohne Spielraum nach oben oder unten. Und die Karosserieform war – vorsichtig ausgedrückt – auch nicht jedermanns Geschmack. In Summe war durch den Prius 1 das Thema Hybrid negativ aufgeladen, wovon sich dieses Konzept bis heute nicht vollständig erholte.

Der Prius 1 war ein sogenannter Mild-Hybrid. Seine Hauptaufgabe war die Bremsenergie-Rückgewinnung und nicht der Antrieb des Fahrzeugs. Heutige Mild-Hybride nutzen eine 48 Volt-Batterie in Verbindung mit einer leistungsfähigen Lichtmaschine, dem altbekannten Kurbelwellen-Starter-Generator. Viel Lärm um Nichts? Bei diesem Etikettenschwindel geht es in erster Linie um die Auswirkungen auf den Flottenverbrauch. Mit diesen Irrwegen wollen wir uns aber nicht beschäftigen. Uns interessieren auch keine Voll-Hybride, die man nicht an der Steckdose aufladen kann, uns interessiert einzig und allein das Plug-In-Hybrid-Electric-Vehicle, kurz PHEV genannt.

Die Welt der BEVs

Bevor wir uns den Hybriden widmen, werfen wir einen kritischen Blick auf die BEV-Exemplare, die in zunehmender Anzahl in den Preislisten auftauchen. Vor allem wollen wir wissen, ob der Elektroantrieb wirklich so einfach und effizient ausfällt, wie uns Käufern von allen Seiten suggeriert wird: Eine Batterie, ein Motor – und sonst nichts. Mal sehen.

Den Einstieg wählen wir ganz oben, und arbeiten uns dann nach unten durch. Schließlich müssen wir wissen, welchen Aufwand wir beim PHEV in Punkto Elektroantrieb für gerechtfertigt halten.

Porsche Taycan:



Das Paradebeispiel deutscher Ingenieurskunst liefert natürlich Porsche mit dem Taycan. Um die Spitzenposition einzunehmen treiben die Porsche – Ingenieure einen irrsinnig hohen Aufwand, wie das nächste Bild beweist.

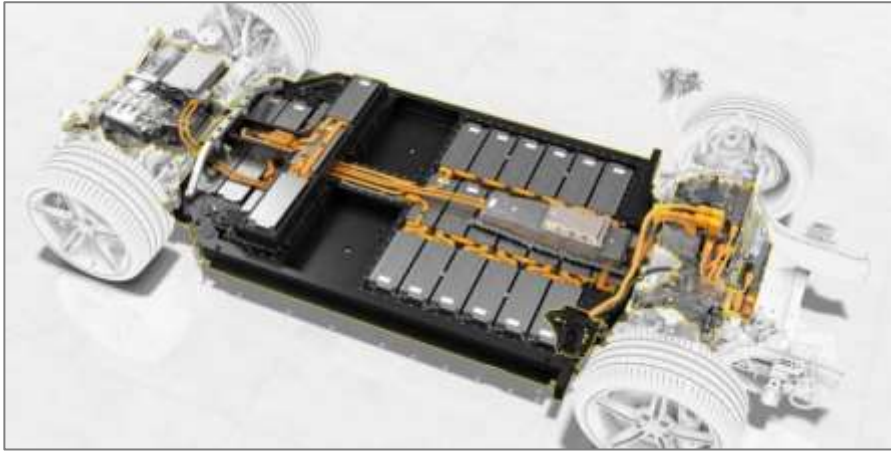


Schaubild der elektromechanischen Komponenten

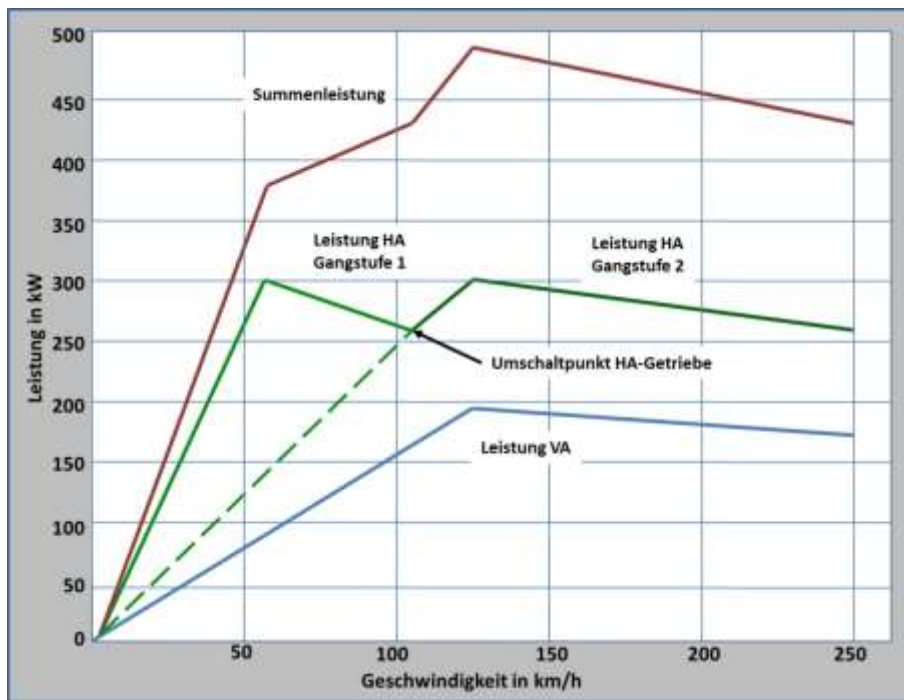
Allein die Hochspannungs- und Hochstromkabel kreuz und quer durchs Fahrzeug sind schon beeindruckend. Porsche hat einen Ruf zu verlieren und greift deshalb tief in die technische Trickkiste, koste es was es wolle.

- Eine Elektromaschine vorne samt Verteilergetriebe.
- Eine Elektromaschine hinten samt Verteilergetriebe und Zweigangautomatik.



Zweigangautomatik-Getriebe an der Hinterachse

Der Laie wundert sich: Ein Getriebe bei dem hohen Drehmoment von Elektromotoren? Ist das nicht überflüssig? Nein, ist es nicht. Es erinnert uns daran, dass für den Antrieb immer noch die Leistung maßgeblich ist, nicht das Drehmoment. Leistung ist nun mal das Produkt aus Drehmoment und Drehzahl, was Laien selten wissen, und Journalisten gerne verschweigen. Sie sind geblendet von dem hohen Drehmoment bereits im Ruhezustand. Zur Verdeutlichung dient das folgende Diagramm. Es beruht nicht auf den exakten Daten von Porsche, soll also nur schematisch das Problem aufzeigen, mit dem Elektromobile mit hoher Endgeschwindigkeit zu kämpfen haben.



Leistung Porsche Taycan - Prinzipschaubild

Lessons Learned:

Die Lehre daraus für ein Hybridfahrzeug lautet, den Elektroantrieb nur bis zur halben Endgeschwindigkeit auszulegen. Gemäß den bereits definierten Anforderungen wären das 80 km/h. Das reicht für den gesamten innerstädtischen Betrieb und auch für das gemächliche Dahinzockeln in der Landstraßenkolonne. Das garantiert eine hohe Leistung bei niedrigen Geschwindigkeiten als Voraussetzung für gute Beschleunigungswerte. Alles andere, wie zwei oder mehr Motoren oder ein Getriebe, verbietet sich kostenseitig von selbst.

Ein paar kritische Anmerkungen zu Reichweite und Ladezeiten:

Reichweite:

Die Automobilzeitschriften können sich gar nicht mehr beruhigen über die „gewaltigen“ Reichweiten der E-Mobile heutzutage. Auch der Porsche Taycan prahlt mit Reichweiten von bis zu 450 Kilometern, je nach Batteriegröße.

	Turbo	Turbo S
Peakleistung (10 Sekunden)	625 PS	625 PS
Leistung (Overboost)	687 PS	761 PS
0-100 km/h	3,1 Sek.	2,8 Sek.
0-200 km/h	10,6 Sek.	9,8 Sek.
Reproduzierbarkeit der Sprints	>10 mal	>10 mal
Höchstgeschwindigkeit	260 km/h	260 km/h
Max. Drehmoment	850 Nm	1.050 Nm
Akku	93 kWh	93 kWh
Reichweite (WLTP)	387 - 453 km	389 - 420 km
Schnellladen	5-80 % SOC in 22,5 min	5-80 % SOC in 22,5 min
Räder	20 Zoll	21 Zoll

Laut ams-Statistik ist die reale Reichweite auf der Straße um 17 Prozent niedriger als im Schonbetrieb des WLTP-Zyklus. Das reicht, ausgehend von 400 Kilometern WLTP, für 330 Kilometer Straße. Vorausgesetzt, der Fahrer befließt sich desselben Fahrstils wie die Verbrauchstester – unwahrscheinlich.

Will der stolze Porsche Besitzer es auf der Autobahn einmal richtig „krauchen“ (der bessere Ausdruck wäre „pfeifen“) lassen, dann saugen etwa 450 kW die Elektronen aus der 93 kWh-Batterie. Die ist nach 0,2 Stunden = 12 Minuten leer. Der Taycan erreicht dabei eine Geschwindigkeit von ca. 300 km/h und schafft eine Strecke von 36 Kilometern.

Nun hat man selten Gelegenheit, auf der Autobahn mit 300 km/h dahinzufiegen. Bleiben wir realistisch und sehen uns die Situation mit 200 km/h an. Von ähnlichen Fahrzeugen wissen wir, dass 200 km/h eine Leistung von etwa 120 kW erfordern. Das reicht für eine Fahrzeit von 0,8 Stunden, entsprechend 48 Minuten bzw. eine Strecke von 160 Kilometern.

Die Batterie ist dabei anfangs bis zum Stehkragen voll, und am Ende bis zum absoluten Minimum entleert. In der Realität schnurrt die Reichweite sehr schnell auf 100 schnell gefahrene Kilometer zusammen. Schließlich will man nicht dem Supergau der Elektrofreunde zum Opfer fallen, einem Liegenbleiber auf der Autobahn.

Ladezeiten:

Porsche prahlt mit Ladezeiten von nur 22,5 min für 5 – 80 Prozent SOC. Das bedeutet eine Energie von 70 kWh und eine Ladeleistung von etwa **300 kW!** Ohne die enormen Verluste gerechnet, die eine Wasserkühlung der Ladekabel erforderlich machen. Sie würden sonst durchschmoren. Aber kein Problem. Wofür gibt es schließlich die Ultraschnellladesäulen von Ionity. Wir können doch unseren zahlungskräftigsten Mitbürgern nicht das stundenlange Laden an normalen Stromzapfsäulen zumuten, an denen dann womöglich Hinz und Kunz Schlange stehen. Wer diese Auswüchse finanziert? Hinz und Kunz vermutlich.

BMW i3:



Alles hätte so schön sein können. Da bringt der Musterknabe der deutschen Automobilhersteller ein Elektroauto auf den Markt, ein astreines BEV, mit

allem was ein Mega-City-Vehicle braucht: Nicht zu lang, nicht zu breit, gute Übersichtlichkeit, kleiner Wendekreis, tolle Beschleunigung und viel Platz. Zu einem Zeitpunkt, als die Konkurrenz noch nicht mal wusste, was ein elektrisches Stadtfahrzeug wirklich braucht. (Die meisten wissen es heute noch nicht.) Leider verhinderten drei schlimme Konzeptfehler den gewünschten Verkaufserfolg.

1. Gewöhnungsbedürftiges Styling
2. Gegenläufige Türen
3. Viel zu hoher Preis durch Carbon-Karosserie

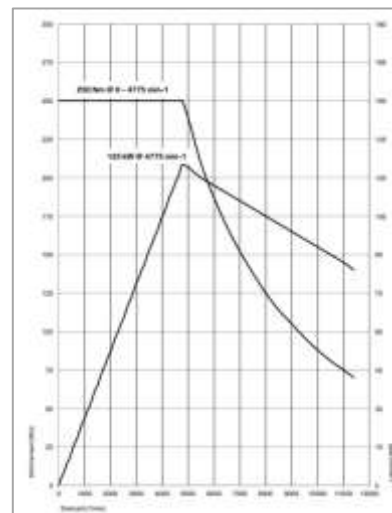
Schade, denn der BMW i3 ist eines der wenigen Fahrzeuge, mit denen das Fahren in der Innenstadt richtig Spaß macht. Oder, um im BMW-Duktus zu bleiben, Freude bereitet. Leider wird BMW aus Kostengründen den i3 früher oder später auslaufen lassen. Vermutlich früher als später. Wer im Speckgürtel von Großstädten lebt, eine Garage mit Stromanschluss sein eigen nennt, sollte sich möglichst rasch noch eines der letzten Exemplare sichern. Der i3 hätte das Zeug für ein ebenso langes Leben wie der zu Lebzeiten verschmähte Audi A2.

Lessons Learned:

Für uns stellt sich die Frage, was können wir für unser Hybridfahrzeug vom BMW i3 lernen? Zunächst natürlich, auf Extravaganzen zu verzichten. Der Grundsatz muss lauten: „keine Experimente!“

BMW installiert einen Elektromotor mit 125 kW, die Höchstgeschwindigkeit ist auf 150 km/h begrenzt. Das ist schon mal gut.

Die Motorauslegung:



Der Motor sitzt an der Hinterachse, und überträgt seine Leistung auf die beiden Achswellen mittels eines Stirnraddifferentials.

Bei dem Bemühen, die Leistungskurve mit der Fahrgeschwindigkeit zur Deckung zu bringen, taucht sofort das Dilemma mit der erst steil ansteigenden und dann nach dem Peak stark abfallenden Charakteristik auf. Auch BMW kann die Physik nicht außer Kraft setzen. Man muss sich entscheiden. Entweder hohe Endgeschwindigkeit und schwache Beschleunigung, oder um-

gekehrt. Mit der Beschränkung auf 150 km/h und dem kräftigen Motor ist BMW ein ausgezeichneter Kompromiss gelungen. Der Beschleunigungswert von unter acht Sekunden auf 100 km/h beweist es. Auf hohe Endgeschwindigkeiten kann BMW getrost verzichten, der Porsche Taycan ist ein warnendes Beispiel.

Der Batterieeinbau:



Die stoßempfindliche Batterie muss sorgfältig vor Beschädigungen beim Crash geschützt werden. BMW setzt die Batterie in ein stabiles Gehäuse, welches seinerseits von einem stabilen Rahmen umgeben ist. Die Anordnung im Fahrzeug möglichst tief ergibt einen tiefen Schwerpunkt und ein ausgezeichnetes Fahrverhalten ohne große Wankbewegungen.

VW ID.3



Plagiate haben sehr oftmals mehr Erfolg als die Originale. Im Automobilbereich nennt man sie nicht ganz so abfällig Fast Follower. Der VW ID.3 ist typischer Vertreter dieser Kategorie. Schon der Name lehnt sich stark an BMW i3 an. Bei den technischen Daten ist die Ähnlichkeit noch auffälliger.

		BMW i3	VW ID.3 Basisvariante
Motorleistung	kW/PS	125/170	110/150
Beschleunigung bis 100 km/h	s	7,4	8,0
Vmax	km/h	150	160
Leergewicht	kg	1.365	1.650
Batterie	kWh	42	58
Reichweite WLTP	km	285	350
Listenpreis ohne Elektroprämie	Euro	38.000	30.000

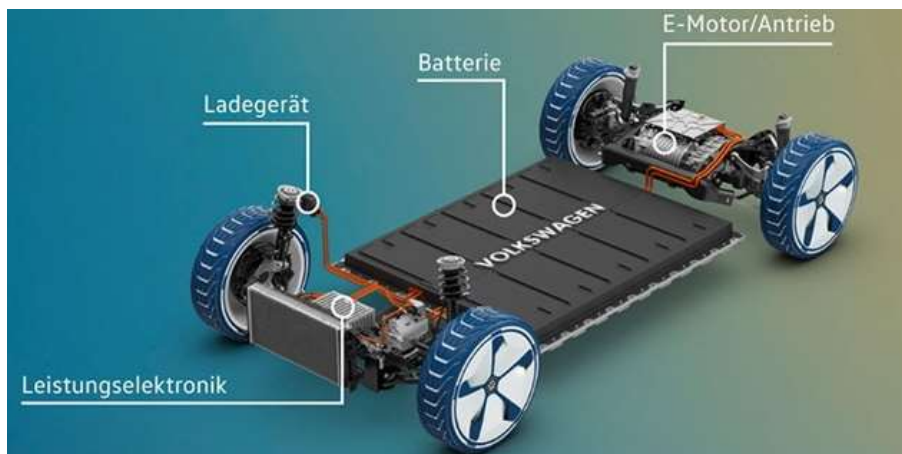
Die wesentlichen Unterschiede des ID.3 zum i3:

- Klassische selbsttragende Stahlblechkarosserie statt Alu/Carbon;
- Höheres Gewicht
- Schlechtere Beschleunigung
- Größere Batterie
- Niedrigerer Preis

VW verzichtet also auf die oben genannten Extravaganzen, unter Inkaufnahme schlechterer Fahrleistungen. Trotz größerer Batterie gelingt ein Preis deutlich unterhalb des i3.

Einbausituation:

In der Anordnung der elektrischen Komponenten gleichen sich die beiden Kontrahenten wie ein Ei dem anderen inklusive Heckantrieb und Unterflurposition der Batterie.



VW ID.3 Elektrokomponenten

e.Go Life



Der e.Go Life will nichts anderes sein als ein reiner Stadtflyer. Auf große Batterien und leistungsstarke Motoren verzichtet er zugunsten des Preises. Es gibt ihn in drei unterschiedlichen Leistungsstufen:

MODELLE	e.GO Life 20	e.GO Life 40	e.GO Life 60
Gewicht			
EG-Leergewicht	1150 kg (mit 14,5 kWh Batterie)	1170 kg (mit 17,5 kWh Batterie)	1210 kg (mit 23,5 kWh Batterie)
Zulässiges Gesamtgewicht	1600 kg	1600 kg	1600 kg
Zuladung	450 kg	430 kg	390 kg
Achslastverteilung (vorne/hinten)	48/52 %	48/52 %	48/52 %
Batterie			
Batterietyp	Lithium-Ionen	Lithium-Ionen	Lithium-Ionen
Batteriekapazität	14,5 kWh	17,5 kWh	23,5 kWh
Batteriespannung	234 V	281 V	374 V
Elektrische Reichweite (WLTP*)	100 km	113 km	145 km
Ladezeit (Schuko-Stecker: 230 V)	5,4 h	7,3 h	9,8 h
Ladezeit (Typ 2 Stecker; 1-phasig)	3,8 h	4,5 h	6,9 h
Antrieb			
Leistung (Dauer-/Peakleistung)	20/20 kW	24/40 kW	32/60 kW
Fahrleistung			
Höchstgeschwindigkeit	112 km/h	123 km/h	142 km/h
Reisegeschwindigkeit	110 km/h	120 km/h	130 km/h
Beschleunigung 0-50 km/h	7,7 Sek.	4,7 Sek.	3,4 Sek.
Energieverbrauch			
Verbrauch auf 100 km (WLTP*, simuliert)	14,5 kWh	15,5 kWh	16,2 kWh
Sonstiges			
Wendekreis	ca. 9,8 m	ca. 9,8 m	ca. 9,8 m
Sitzplätze	4	4	4
Preis (Batterie inbegriffen)	ab 15.900,- Euro	ab 17.400,- Euro	ab 19.900,- Euro

Welchen Motor würden wir wählen, wollte man aus dem Trio einen passenden für unser Hybridfahrzeug aussuchen? Leider verschweigt des Sängers Höflichkeit die Beschleunigungszeit bis 100 km/h. Lediglich die Endgeschwindigkeiten geben einen vagen Hinweis auf die Potentiale. Natürlich würden wir das Leistungsband nicht bis zur jeweiligen Endgeschwindigkeit ausdehnen, sondern nur bis 80 km/h. Das würde die Beschleunigung unten enorm verbessern. Alles Weitere könnten wir getrost dem Verbrennungsmotor überlassen. Trotzdem würden wir vermutlich beim größten Motor mit 60 kW Peakleistung landen. Allerdings thermisch stabilisiert, um nicht beim zweiten Ampelstart zu verhungern.

Um die angestrebten Beschleunigungen zu realisieren, müssen wir notgedrungen das höhere Gewicht unseres Hybriden berücksichtigen: 1.600 kg gegenüber 1.210 kg. Entsprechend höher muss auch die Leistung ausfallen.

Lessons Learned:

Aus dem Vergleich der drei e.Go Life Varianten ist zu entnehmen, dass Batteriegröße und Motorleistung sich beinahe quadratisch auf Gewicht und Kosten auswirken. Man kann also an dieser Stelle nicht vorsichtig genug sein.

Die Welt der PHEVs

Auch bei den PHEVs gibt es unterschiedliche Konzepte. Wir werden uns von jeder Spielart einen herauspicken und genauer analysieren.

Prius Plug In Hybrid:



Verbrauchsminderung allein macht nicht glücklich, nicht einmal die Toyota Fangemeinde. Deshalb erweiterte Toyota die Prius Familie um eine Plug-In-Variante, genannt Synergy Drive. Die technischen Daten sprechen für sich, bzw. gegen Toyota.

Technische Daten (Herstellerangaben)	Toyota Prius 1.8 Plug-in-Hybrid Solar
Motor	Vierzylinder-Hybridbenziner, 1798 cm ³ , 90 kW/122 PS, 142 Nm bei 3600 U/min
Fahrleistungen	11,1 s auf 100 km/h, 162 km/h Spitze
Verbrauch	1,0 l Super/100 km + 7,2 kWh, 22 g CO ₂ /km
Maße	L 4,65 / B 1,76 / H 1,47 m
Kofferraum	354 – 1360 l
Leergewicht	1605 kg
Preis	39.600 €

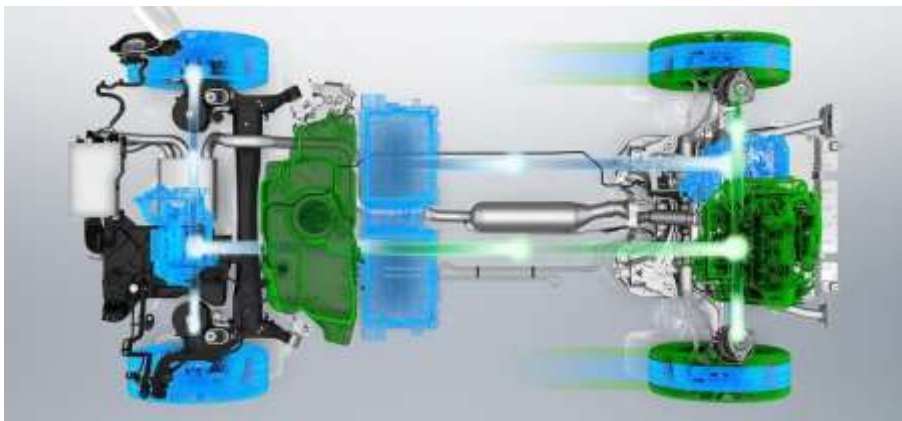
Mit einem Gewicht von 1.600 kg, einer Beschleunigung von 11,1 Sekunden bis 100 km/h, einer Reichweite von knapp 50 Kilometern und einem Preis von 39.600 Euro taugt der Prius PHEV lediglich als abschreckendes Beispiel. Was macht Toyota falsch? Vielleicht die Verwendung von zwei Elektromotoren? Vielleicht die aufwändige Integration selbiger in das Frontantriebskonzept mit konzeptbedingter Inflexibilität? In der Prioritätenliste von Toyota steht der Verbrauch ganz oben und führt zu übertechnisierten Lösungen. Wie es aussieht, beherrschen auch Japaner das eingangs erwähnte Mercedes-Prinzip.

Peugeot

Peugeot beglückt den Markt mit zwei unterschiedlichen PHEV-Konzepten. In normalen Limousinen beschränken sie sich auf einen einzigen Elektromotor und Frontantrieb, beim SUV ergänzt ein E-Motor an der Hinterachse den Antrieb zum Allrad.



Elektrischer Teil des Hybridmotors



Hybridkonzept mit Allradantrieb

Auch Peugeot kann High-Tech. Der Verbrennungsmotor verfügt über sämtliche zeitgemäßen Ingredienzien, das Automatik-Getriebe glänzt mit acht Gängen. Das wirkt sich negativ auf den Preis aus, obwohl Peugeot beim kostenträchtigen Akku kräftig spart. 40 Kilometer unter realen Bedingungen sind zu wenig.

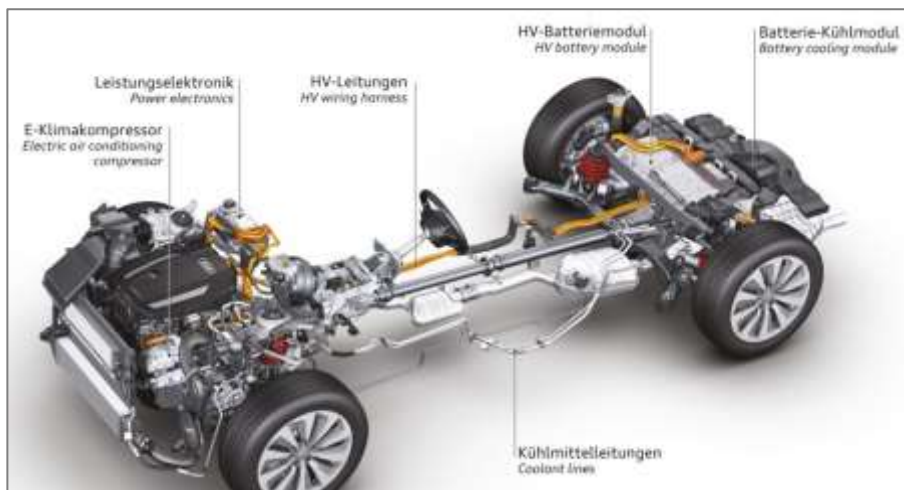
Audi Hybridtechnologie

Die Audi-Modelle A7, A8, Q5 und Q7 gibt es demnächst auch als PHEV. Audi-typisch mit Technik vom Feinsten - und Teuersten.

Originaltext Audi:

„Beim mindestens 60 450 Euro teuren Q5 und dem A7 für 77.850 Euro aufwärts bauen die Bayern auf einen 2,0 Liter TFSI-Motor mit 185 kW/252 PS und bieten mit zwei unterschiedlich starken E-Motoren eine Systemleistung von bis zu 270 kW/367 PS. Mit einem Drehmoment von jeweils bis zu 500 Nm spurtet der Q5 in 5,3 und der A7 in 5,7 Sekunden auf 100 km/h. Die Höchstgeschwindigkeit liegt bei 239 beziehungsweise 250 km/h.“

Das sieht nicht nach 120 Prozent-Lösung aus, mehr nach 200 Prozent.



In obigem Bild wunderbar zu sehen - für den der es sehen will – sind die Nachteile des Audi-Konzepts. Die E-Maschine ist mit Verbrennungsmotor und Getriebe zu einer Einheit verblockt. Vom Getriebe aus geht ein Teil des gemeinsamen Antriebsmoments von Verbrennungs- und Elektromaschine auf die Vorderräder und ein Teil via Kardanwelle auf die Hinterräder. In Gegenrichtung, von hinten nach vorne, fließt der Strom aus dem Akku für den E-Motor. Geht's eigentlich noch ineffizienter und aufwändiger? Man darf gespannt sein, womit uns der Fortschritt durch Technik aus Ingolstadt noch überrascht.

Mercedes PHEVs

Mercedes steht mit seinen Heckantriebsfahrzeugen vor dem gleichen Problem wie Audi: Wohin mit den Elektromaschinen? Man kann sie nur sinnvoll in den Antriebsstrang integrieren, denn zum Antrieb der Vorderräder ist kein Platz, wie auf dem Bild unschwer zu erkennen.



Da fällt es schwer, einen Unterschied zum Audi zu erkennen. Bei beiden kann man nur den Hut ziehen vor den Konstrukteuren, die es fertigbringen, die geballte Ladung Technik überhaupt im Auto unterzubringen. Die Konzepte liegen weit jenseits unserer Preisvorstellungen. Sie spielen bei den weiteren Überlegungen keine Rolle. Höchstens insofern, als sie mit dem beachtlichen Aufwand eine elektrische Reichweite von mickrigen 50 Kilometern zustande bringen. Kein Ruhmesblatt.

BMW-Konzepte:

Der kleinste der drei deutschen Premiumhersteller – abgesehen von Porsche – fährt zweigleisig, je nachdem, ob die Basis Front- oder Heckantrieb besitzt. Und das ist gut so. Denn bei den Frontrieblern spielen die Kosten eine wesentlich größere Rolle als bei den Modellen der gehobenen und der Luxusklasse. Betrachten wir zunächst den Heckantrieb, mit den Frontrieblern befassen wir uns später.

Variante für Hecktriebler:

Von der Mittelklasse ausgehend bis ganz nach oben verbaut BMW durchgängig Heck- oder Allradantrieb. An dieser Front kämpfen sie mit den gleichen Problemen wie Audi und Mercedes. Ein typischer Vertreter dieser Kategorie ist der soeben vorgestellte X3-PHEV, mit dem komplizierten Namen X3 xDrive 30e. Hier ein paar Daten dazu:

DER NEUE BMW X3 xDrive30e.

Der neue BMW X3 Plug-in-Hybrid kombiniert die Eigenschaften eines Sports Activity Vehicle mit der intelligenten BMW eDrive Technologie. Der BMW X3 Plug-in-Hybrid ist ein vollwertiges und alltagstaugliches Mehrzylinder Sports Activity Vehicle mit Plug-in-Hybridantrieb.



Plug-in-Hybridantrieb	Leistungsdaten
BMW Elektromotor	Beschleunigung (0 - 100 km/h): 6,1 sek*
BMW Zwei Liter Reihenvierzylinder Benzinmotor	Höchstgeschwindigkeit: 210 km/h*
Lithium-Ionen-Hochvoltbatterie	Höchstgeschwindigkeit elektrisch (i-Hybrid): 110 km/h*
Systemleistung: 215 kW/292 PS	Höchstgeschwindigkeit elektrisch (ELECTRIC): 135 km/h*
Elektromotor: 80 kW/109 PS	Elektrische Reichweite: 46 – 41 km (WLTP), 55 – 51 km (NEFZ)*
Batterie: 12,0 kWh (brutto), 10,8 kWh (netto)*	
Verbrauch und Emissionen	
Verbrauch (kWh/100 km): 20,5 – 29,9 (WLTP), 16,4 – 17,2 (NEFZ)*	
Verbrauch (l/100 km): 2,2 – 2,8 (WLTP), 2,1 – 2,4 (NEFZ)*	
CO ₂ Emissionen (g/km): 49 – 64 (WLTP), 49 – 54 (NEFZ)*	

Heckantrieb ergänzt zum Allrad – keine günstigen Voraussetzungen für PHEV. Die elektrische Reichweite fällt noch geringer aus als bei den Wettbewerbern. Vom Gewicht und den Kosten erst gar nicht zu reden.

Hybrid-Konzepte der Zulieferindustrie

Der Trend weg vom Verbrennungsmotor bereitet der Zulieferindustrie heftige Kopfschmerzen. Wenn Einspritzpumpen und –Düsen (**Bosch**), Ventil- und Nockenverstellsysteme (**Conti**) und Automatikgetriebe mit acht Gängen (**ZF**) nicht mehr gefragt sind, bedroht das die genannten Firmen und ihre Unterlieferanten in ihrer Existenz. Stellenabbau und Werkschließungen sind dann unausweichlich. Zum Teil wurden sie bereits angekündigt oder schon im Gange.

Die verzweifelte Suche nach neuen Geschäftsfeldern, um vom Elektrohype zu profitieren, führte zu unterschiedlichen Ansätzen.

ZF

ZF ist bekannt als Hersteller von Lenkungen und Getrieben. ZF setzte sich die Integration eines leistungsfähigen Elektromotors in ein vorhandenes

Getriebe zum Ziel. Dieses Getriebe soll die Basis für die Hybridisierung von Modellen der gehobenen Mittelklasse und Oberklasse bilden. Keine leichte Aufgabe, da die Automatikgetriebe bereits jetzt an Komplexität, Raumbedarf, Gewicht und Kosten kaum noch zu überbieten sind.

Das Ergebnis: Eine Meisterleistung deutscher Ingenieurskunst.



Dieses technische Wunderwerk eignet sich offensichtlich nur für hochpreisige Fahrzeuge mit Heckantrieb, also im Wesentlichen für die Marken Audi, BMW und Porsche. Nicht für Mercedes, denn die entwickeln und fertigen eigene Getriebe.

Premium-PHEVS: Lessons Learned

In Anbetracht dieser technischen Hochrüstung muss die Frage erlaubt sein, wofür das Ganze? Um bei Fahrzeugen, die 10 Liter und mehr auf 100 Kilometer verbrauchen, ein paar Zehntel einzusparen? Oder geht es vielmehr darum, den Flottenverbrauch vorteilhaft zu beeinflussen, weil PHEVS als Elektromobile im Abgastest extrem günstig wegkommen? Und wir Steuerzahler finanzieren diesen völlig aus dem Ruder gelaufenen Unsinn auch noch mit einer Elektroprämie. Zudem gehen uns die Flottenverbrauchssteuern durch die Lappen.

Damit schließen wir das unschöne Kapitel der Hybridisierung von hochpreisigen, schweren und leistungsstarken Premiumfahrzeugen. Der einzige Lerneffekt daraus lautet: „**So nicht!**“. Für die Kompaktklasse und darunter müssen wir die Sphäre der technisch und preislich abgehobenen Oberklasse verlassen und wieder bodenständiger werden.

Bosch:

Bosch wählt einen anderen Ansatz als ZF, um bei der Elektrifizierung mit dabei zu sein. Die Strategie wurde bereits im Beitrag [Bosch eAxle](#) ausführlich gewürdigt. Bosch geht es darum, den durchschlagenden Erfolg des An-

triebs für E-Bikes auf der Automobilstseite zu wiederholen. Bosch stellt dazu ein Aggregat zur Verfügung, das E-Maschine, Achsantrieb und Elektronik in sich vereinigt. Dieses Aggregat nennt sich **e-Axle**. Es sitzt an der Hinterachse und eignet sich als Stand-Alone-Antrieb für BEVs, ebenso gut wie zur Ergänzung von Fronttrieblern zu Hybriden.



Wenn also ein beliebiger Produzent ein Elektromobil bauen will, nimmt er einfach ein e-Axle von Bosch, flanscht seine Halbwellen dran, und braucht sich um Mechanik, Elektrik und Elektronik nicht mehr zu kümmern. Ähnliches gilt für den Hersteller eines Frontantriebsfahrzeugs, von denen es auf dem Markt unüberschaubar viele gibt. Will dieser sein Produkt zum PHEV upgraden, nimmt er einfach ein ... s.o. Das Schwierigste dabei ist die Abstimmung zwischen dem Verbrennungsmotor und dem Elektroantrieb. Da trifft es sich gut, dass Bosch auch der führende Hersteller für Motorsteuerungen ist. Die Chancen für einen durchschlagenden Erfolg des Bosch-Konzepts stehen also nicht schlecht.

BMW: PHEV-Variante für Fronttriebler

Woher weiß man, dass ein Konzept funktioniert, bei dem die Vorderachse vom Verbrennungsmotor und die Hinterachse vom Elektromotor angetrieben wird? Man weiß es von BMW.



Konzeptdarstellung BMW 225xe Active Tourer

Seit einigen Jahren bereits ist diese Variante auf dem Markt. Sie steckt sowohl im **BMW 225xe Active Tourer**, sowie baugleich im **Mini Cooper SE Countryman All4**.



Mini Cooper SE Countryman All4

Die Testberichte dieser beiden fallen durchweg positiv aus. Das Zusammenspiel der Triebwerke erfolgt unauffällig, die Fahrleistungen sind ebenso respektabel wie der Nutzraum.

Technische Daten Mini Cooper SE Countryman All4:

Motorbauart	3-Zylinder Reihe
Hubraum in ccm	1.499
Leistung Benziner in kW/PS	100/136
Leistung Elektromotor in kW/PS	65/88
Gesamtleistung in kW/PS	165/224
Antrieb	Benziner vorn, E-Motor hinten
Gänge	Benziner 6, E-Motor 2
Getriebe	Automatik
Wendekreis in m	11,4
Länge/Breite/Höhe in mm	4.299/1.822/1.559
Leergewicht in kg	1.735
Tankinhalt in Liter	36
Batteriekapazität in kWh	7,6
Höchstgeschwindigkeit in km/h	198
Höchstgeschw. elektrisch in km/h	165
Beschleunigung bis 100 km/h in s	6,8
Reichweite elektrisch in km	40
Grundpreis in Euro	37.500

Die Daten des BMW 225xe unterscheiden sich nur unwesentlich. Der große Vorteil dieses Konzepts ist die räumliche und funktionale Trennung der zwei Antriebselemente. Das garantiert eine hohe Flexibilität in der Kombination der beiden, je nachdem, worauf der Schwerpunkt gelegt wird, mehr auf den

Elektroantrieb oder mehr auf den Verbrenner. Der Mini und auch der BMW Active Tourer nutzen diese Möglichkeiten bislang nicht und beschränken sich auf den Dreizylindermotor. Hoffentlich nicht für immer, und hoffentlich bekommen die beiden Modelle noch viel Zuwachs im BMW-Portfolio.

Volvo PHEV XC 60

Was VW mit dem ID.3, ist Volvo mit dem XC 60. Ein Fast Follower von BMW. Hier mit einem PHEV mit der Verteilung der zwei Antriebsaggregate auf Vorder- und Hinterachse – wie es BMW vorexerziert.



Volvo XC 60 Antriebskonfiguration

Volvo beweist, dass leistungsmäßig bei 224 PS nicht Schluss sein muss. 390 PS Systemleistung hieven das Fahrzeug in eine andere Leistungsklasse – und mit 56.000 Euro auch in eine andere Preisklasse.

Volvo positioniert sich ganz geschickt als umweltfreundlicher Hersteller von Elektrofahrzeugen. Die freiwillige Beschränkung der Höchstgeschwindigkeit aller Modelle auf 180 km/h ist in diesem Zusammenhang ein außerordentlich cleverer Schachzug. BMW muss aufpassen, dass nicht schon wieder andere die Lorbeeren ernten, die eigentlich ihnen zustehen.

Vorbildfunktion

Dem angestrebten idealen PHEV kommen Mini und Active Tourer schon deutlich näher als alle anderen untersuchten Varianten. Dennoch ist der Abstand zu unserem Wunschfahrzeug noch recht groß. Da sind noch reichlich Ideen gefragt, wie dieser Abstand zu überwinden ist. Im 3. Teil der PHEV-Reihe wird darüber berichtet.

Jacob Jacobson