



E. Matthias | L. Taubert | H. Bremer | A. Destradis

TECHNIK FÜR FAHRLEHRER II

Alternative Antriebe, Elektromobilität, Fahrerassistenzsysteme und automatisiertes Fahren

Auflage 1

1.1.3.1, 1.1.3.4 | Technik

» Die Autoren

Egon Matthias

Ausgebildet zum Techniker für Kraftfahrzeugtechnik, Studium zum Dipl.-Ing. für Kraftfahrzeugtechnik und Ingenieur für Arbeitssicherheit. Langjährige Berufserfahrung u. a. in der Ausbildung von Fahrschülern, Berufskraftfahrern und Fahrlehrern. Moderator im Auftrag der BGF in Omnibusbetrieben zu Gesundheit und Sicherheit am Arbeitsplatz Omnibus.

Lothar Taubert

Studium an der Universität Bremen, Fachbereich Sozialpädagogik, Fahrlehrer A, B, C, CE, ASF und FES. Ausbildungsfahrlehrer sowie Dozent in der Fahrlehrerausbildung. Lothar Taubert hat langjährige Berufserfahrung als Fahrlehrer mit dem Schwerpunkt Elektromobilität und alternative Antriebe. Er forschte als Verkehrspädagoge an der TU Berlin und war federführend am Schaufensterprojekt Elektromobilität Berlin beteiligt.

Hans-Otto Bremer

Fahrlehrer in Berlin, Literatur- und Politikwissenschaftler mit Magisterabschluss der Freien Universität Berlin. Hans-Otto Bremer legt in der Fahrausbildung seinen Schwerpunkt auf alternative Antriebe und Elektromobilität. Neben den technischen Aspekten befasst er sich vorwiegend mit Multimodalität und Mobilitätsgewohnheiten.

Alessandro Destradis

Renommierter Fachautor und erfahrener DVR-Moderator in der Erwachsenenbildung. In der Fahrlehrerausbildung ist er als Dozent tätig und war an der Erstellung von Ausbildungskonzepten für die E-Mobilität beteiligt. Weitere Schwerpunkte seiner Arbeit sind die Vermittlung von StVO und FeV sowie die Durchführung und Analyse von theoretischen und praktischen Unterrichtseinheiten. In seiner Freizeit engagiert er sich in der frühkindlichen Verkehrserziehung.

» Vorwort

Liebe Leserin, lieber Leser.

Die Ethik-Kommission für automatisiertes und vernetztes Fahren empfiehlt in der Regel 20, dass der sachgerechte Umgang mit automatisierten Fahrsystemen schon bei der Fahrausbildung in geeigneter Weise vermittelt werden sollte.

Damit kommt Ihnen als Fahrlehrer in unserem mehr und mehr digitalisierten Leben eine wichtige Rolle zu.

Sie sollen nämlich die Fahranfänger und auch Fahrerlaubnisinhaber, die auf automatisierte Fahrzeuge umsteigen wollen, mit der fortschreitenden Entwicklung vertraut machen.

Der vorliegende Teil „Alternative Antriebe, Elektromobilität, Fahrerassistenzsysteme und automatisiertes Fahren“ ist deshalb der künftigen Bedeutung wegen als selbstständiger Band gestaltet. Dadurch ist er einfacher und schneller der aktuellen Entwicklung auf dem Gebiet der alternativen Antriebe und der Automatisierung anzupassen. Er ist konzipiert als Arbeitsbuch (freie Felder für Notizen) während der Ausbildung zum Fahrlehrer und wird Ihnen auch später im Alltag als hilfreiche Informationsquelle dienen.

Der Inhalt richtet sich streng nach den – im neuen Rahmenplan für die Fahrlehrerausbildung – festgelegten Kompetenzbereichen (Kompetenz BE-1, BE-4) und den dort geforderten curricularen Ausbildungsinhalten.

Hier lernen Sie die grundsätzlichen Arbeitsweisen unterschiedlicher Fahrerassistenzsysteme, deren Sicherheits- und Gefährdungspotenziale sowie grundlegende rechtliche und moralisch-ethische Fragen des automatisierten Fahrens kennen.

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit werden einige Bezeichnungen nur in der männlichen Sprachform verwendet. Bitte fühlen Sie sich, liebe Leserinnen, dadurch gleichermaßen angesprochen.

Viel Erfolg bei der Prüfung ...

Egon Matthias

OPTIMAL VERLINKT mit dem **360° Lehr- und Lernsystem von DEGENER!**

In diesem Werk befinden sich auf zahlreichen Seiten Verweise auf die DEGENER-Unterrichtssoftware **SCAN & TEACH® 360°** in Form von 6-stelligen ZAHLENCODES, mit denen Sie in **SCAN & TEACH® 360°** nach Eingabe über eine PC-Tastatur entsprechende Medien-Elemente öffnen können.

Voraussetzung: Das jeweilige **SCAN & TEACH® 360°**-Softwarepaket mit der passenden Fahrerlaubnisklasse (vorwiegend Grundstoff und Klasse B – Basisausbildung) ist auf einem Schulungsrechner installiert und Sie können das Unterrichtsprogramm während Ihrer Ausbildung oder Weiterbildung nutzen.

So haben Sie einfachen Zugriff auf themenspezifische Zusatzinformationen, z. B. in Form von Filmen und technischen Animationen aus erster Hand.



» Optimal verlinkt. **360° DAS BUCH** «
Thema 1, 2, 3

Die Unterrichtssoftware **SCAN & TEACH® 360°**

- » steht im Mittelpunkt des theoretischen Fahrschulunterrichts,
- » entspricht dem amtlichen Rahmenplan für den Theorieunterricht,
- » zeigt Realfotos, VR-Grafiken, Lernvideos, technische Animationen, Text- und Bildgrafiken,
- » behandelt Grundlagen der Kfz.-Technik und Fahrphysik,
- » erklärt aktuelle Fahrer-Assistenzsysteme,
- » enthält den gesamten amtlichen Prüfstoff (Fragenkatalog)
mit allen amtlichen Bildfragen und bewegte Situationsdarstellungen (nach Rahmenplanthemen sortiert),
- » ist übersichtlich in 14 Themen gegliedert (Grundstoff + Klasse B),
- » inhaltlich genau auf das Lehrbuch für den Fahrschüler abgestimmt und vieles mehr!



» Optimal verlinkt. **SCAN & TEACH 360°** «

B C

ZAHLEN-
CODE

123456

Inhaltsverzeichnis

1.1.3.1	Kompetenz BE-1 – Technische Grundlagen	9
1.1.3.1.2e	Alternative Antriebstechnologien (elektrische Antriebe)	10
	Hybridtechnologie	11
	Mikrohybride	11
	Mildhybride	11
	Vollhybride	12
	Plug-in-Hybride (Seriell)	13
	Axle-Split-Parallelhybrid	15
	Elektroantrieb	16
	Struktur eines Elektroantriebs	18
	Das Brennstoffzellensystem	21
	Funktion einer Brennstoffzelle	22
1.1.3.4	Kompetenz BE-4 – Fahrerassistenzsysteme und automatisiertes Fahren	29
1.1.3.4.1	Arten und Funktion von Fahrerassistenzsystemen	30
	Sensoren	32
	Arten	32
	Das Ultraschallprinzip	32
	Das Radarprinzip	33
	Das Videoprinzip	34
	Das Infrarotprinzip	35
	Wie funktioniert ein Fahrerassistenzsystem?	37
	Das Antiblockiersystem ABS	39
	Das elektronische Stabilitätsprogramm ESP	40
	Der Notbremsassistent	41
	Der Abstandsassistent	41
	Der Spurwechselassistent	42
	Der Spurhalteassistent	42
	Der Lichtassistent	43
	Der Nachtsichtassistent	43
1.1.3.4.2	Sicherheits- und Gefährdungspotenziale von Fahrerassistenzsystemen	44
	Akzeptanz	44

1.1.3.1 » Kompetenz BE-1 Technische Grundlagen

Zu den technischen Grundlagen gehören Aufbau und Funktion alternativer Antriebstechnologien sowie die Entwicklung der Elektromobilität. Zudem lernen Sie hier die Einsatzmöglichkeiten alternativer Antriebstechnologien in der Fahrschulausbildung und der Fahrerweiterbildung kennen.

» Hybridtechnologie

Kombinierte Antriebe (Verbrennungsmotor und Elektromotor) werden als Hybridantriebe bezeichnet (*Info*).

Die EU-Richtlinie 2007/46/EG unterscheidet dabei Hybridkraftfahrzeuge und Hybridelektrofahrzeuge.

In Fachzeitschriften und im alltäglichen Sprachgebrauch werden auch die folgenden Bezeichnungen verwendet:

- » Mikrohybride (Start-Stop)
- » Mildhybride
- » Vollhybride
- » Plug-in-Hybride und
- » serielle Plug-in-Hybride

» Mikrohybride

Mikrohybride haben keinen zusätzlichen Elektromotor. Sie speisen z. B. gewonnene Energie (durch Bremsen frei gewordene kinetische Energie) in den Fahrzeugakkumulator ein. Dadurch wird der Generator entlastet und kann die Funktion der Start-Stopp-Automatik besser absichern.

» Mildhybride

Mildhybride sind mit einem Akkumulator und einem Elektromotor geringer Leistung ausgestattet. Der Elektromotor unterstützt den Verbrennungsmotor. Der permanente Antrieb allein mit dem Elektromotor ist bei dieser Variante nicht möglich. Er kann aber Beschleunigungsvorgänge unterstützen oder in Staus das Anfahren ohne Verbrennungsmotor übernehmen.

» Info: Hybrid



Hybrid (aus dem Griechischen) bezieht sich in der Technik auf zwei Systeme, die gleiche Aufgaben haben (Antrieb des Fahrzeugs), sich in ihrer Technologie unterscheiden, aber gemeinsam eingesetzt werden. Dabei ergänzen sie sich zu einem neuen System.

» RICHTLINIE 2007/46/EG vom 05.09.2017



Artikel 3 Begriffsbestimmungen

14. „Hybridkraftfahrzeug“ ein Fahrzeug mit mindestens zwei verschiedenen Energiewandlern und zwei verschiedenen Energiespeichersystemen (im Fahrzeug) zum Zwecke des Fahrzeugantriebs;

15. „Hybridelektrofahrzeug“ ein Hybridfahrzeug, das zum Zwecke des mechanischen Antriebs aus folgenden Quellen im Fahrzeug gespeicherte Energie/Leistung bezieht:

- » einem Betriebskraftstoff
- » einer Speichereinrichtung für elektrische Energie/Leistung (z. B. Batterie, Kondensator, Schwungrad/Generator usw.);

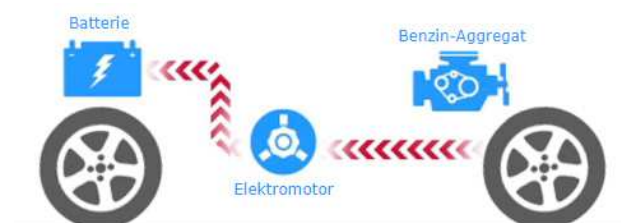
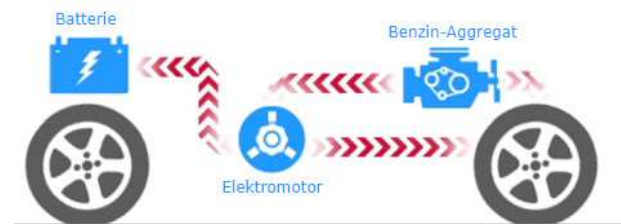
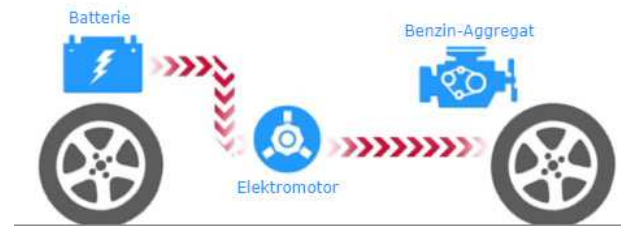
» Vollhybride

Bei dieser Technologie sind beide Antriebsarten (Elektro und Verbrennung) für sich in der Lage, das Fahrzeug anzutreiben.

Es ist aber auch möglich, dass beide Antriebsaggregate gemeinsam für den Antrieb genutzt werden können.

Kurzdarstellung der Funktionsweise:

- » Das Anfahren erfolgt rein elektrisch mit einer Geschwindigkeit von bis zu 50 km/h über eine Strecke von bis zu 2 km.
- » Der Verbrennungsmotor schaltet sich automatisch beim Beschleunigen zu.
- » Der Akkumulator unterstützt bei einem starken Beschleunigungsvorgang, z. B. beim Überholen, durch die Einspeisung zusätzlicher Energie in den Elektromotor, diesen Vorgang.
- » Sind keine Antriebskräfte erforderlich (Schubbetrieb/einfaches Rollen) oder wird gebremst, wird die freiwerdende Energie (kinetische Energie) im als Generator arbeitenden Elektromotor in elektrische Energie umgewandelt, im Akkumulator gespeichert und steht so erneut bei Start- oder Beschleunigungsvorgängen zur Verfügung.
- » Steht das Fahrzeug verkehrsbedingt, schalten sich Verbrennungsmotor und Elektromotor automatisch ab.



Abbildungen 1–4: Toyota Deutschland GmbH

Mit Ausnahme der Plug-in-Hybrid-Technologie werden die Akkumulatoren ansonsten immer über die Verbrennungsmotoren aufgeladen.

Plug in-Hybride (Parallel)

Der generelle Unterschied zu Vollhybriden besteht darin, dass die Aufladung der Akkumulatoren nicht ausschließlich durch Rekuperation erfolgt. Hier können die (größeren) Akkumulatoren (Hochvoltbatterien) extern über Ladesäulen oder über einen stationären Stromanschluss aufgeladen werden (*Info*).

Verbrennungsmotor und Elektromotor können einzeln oder auch gekoppelt zum Antrieb genutzt werden. Die Kopplung/Entkopplung wird über eine Kupplung im Getriebe realisiert.

Im gekoppelten Zustand addieren sich jeweils Drehmoment und Leistung. Dadurch kann der Verbrennungsmotor insgesamt kleiner konstruiert werden (Downsizing).

Diese Fahrzeuge können kürzere Strecken (Stadtverkehr) rein elektrisch bewältigen. Wird eine größere Reichweite benötigt oder reicht die elektrische Ladung nicht mehr aus, schaltet sich der Verbrennungsmotor automatisch zu.

Plug-in-Hybride werden auch als Mischform (Elektro/Verbrennung) oder als direkter Vorläufer des reinen Elektrofahrzeugs bezeichnet.

Auch der Begriff PHEV wird verwendet.

» Info: PHEV, EREV, BEV

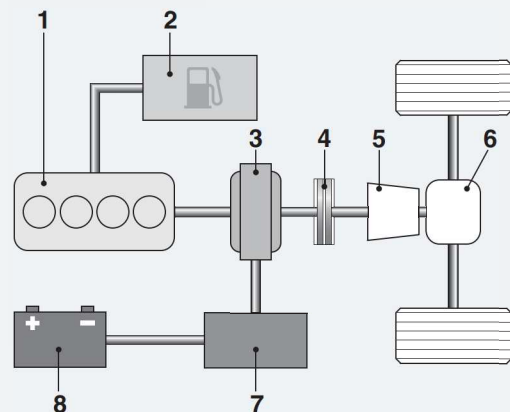


PHEV steht für
plug-in-hybrid electric vehicle

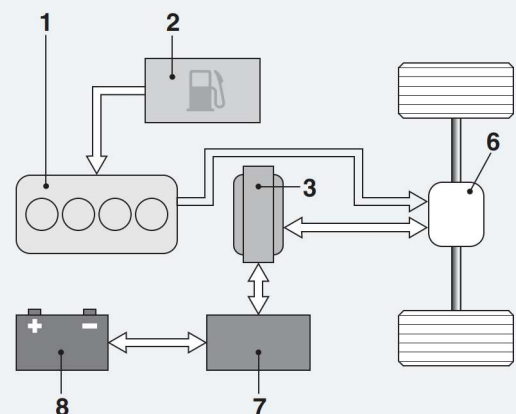
EREV steht für
range extended electric vehicle

BEV steht für
battery electric vehicle

Antriebsstruktur



Energiefluss



1 – Verbrennungsmotor

2 – Kraftstofftank

3 – elektrische Maschine

4 – Kupplung

5 – Getriebe

6 – Achsantrieb

7 – Pulswechselrichter

8 – Akkumulator (Batterie)

Abb.: Bosch Kraftfahrtechnisches Taschenbuch

» Plug-in-Hybride (Seriell)

Der Verbrennungsmotor treibt direkt einen Generator zur Stromerzeugung an. Mit dem vom Generator erzeugten Strom, wird über einen Stromwandler der Akkumulator geladen. Dieser speist über den Stromwandler den Elektromotor, der dann über ein Differenzialgetriebe direkt die Antriebsräder in Bewegung setzt (*Info*).

Der Verbrennungsmotor dient nicht zum direkten Antrieb, sondern zur Stromerzeugung und damit zur Reichweitenverlängerung (EREV). Er arbeitet praktisch als stationärer Motor und kann demzufolge im optimalen Drehzahlbereich mit geringstem Kraftstoffverbrauch und geringer CO₂-Emission betrieben werden. Der Ladestrom bleibt dadurch während der Fahrt konstant.

Kraftstoffeinsparpotenziale bei Kraftfahrzeugen mit Hybridtechnologie nach NEFZ:

Hybridsystem Einsparung in %

Start-Stopp 4 – 5 %

Mildhybrid 10 – 15 %

Vollhybrid 20 – 30 %

Plug-in-Hybrid 50 – 60 %

(Einsparwerte nach Bosch: Kraftfahrtechnisches Taschenbuch, 28. Auflage)

(Die Angaben zu Strecken und Geschwindigkeiten sind jeweils abhängig vom technischen Entwicklungsstand bei den Herstellern.)

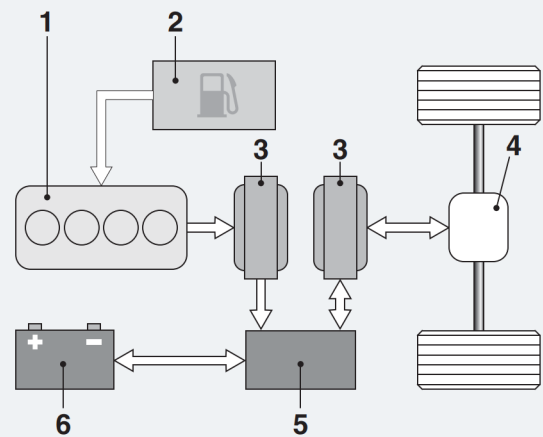
» Info: Generator, elektrische Maschine, Stromwandler



Das System „Magnetfeld, Leiterschleife, Drehbewegung“ kann zur Erzeugung eines Stroms (**Generator**) und auch als Elektromotor eingesetzt werden. Deshalb gibt es im Fahrzeugbau mit elektrischen Komponenten auch den Begriff „**elektrische Maschine**“, der für beide Zwecke steht.

Ein **Stromwandler** wandelt Wechselstrom in Gleichstrom um und umgekehrt. Er wird u. a. auch als **Pulswechselrichter**, **Kollektor** oder **Kommutator** bezeichnet.

Energiefluss



1 – Verbrennungsmotor

2 – Kraftstofftank

3 – elektrische Maschine

4 – Achsantrieb

5 – Pulswechselrichter

6 – Akkumulator (Batterie)

Abb.: Bosch Kraftfahrtechnisches Taschenbuch

» Info: NEFZ



Neuer Europäischer Fahrzyklus