



**N-ERGIE**

# Alternative Antriebe

---

Schulungsunterlagen für Feuerwehren

Dipl.-Ing. (FH) Axel Topp,  
Berufsfeuerwehr Nürnberg

Nürnberg, März 2023

Alternative Antriebe bei der N-ERGIE

Allgemeine Vorgehensweise

Hybridantrieb

Elektroantrieb

Wasserstoffantrieb

Brennstoffzellenantrieb

Gasantrieb

Andere Kraftstoffsysteme

Zusammenfassung

## Förderung von Elektromobilität

- Strombetriebene Fahrzeuge im Fuhrpark der N-ERGIE
- Vermietung von Elektrofahrzeugen
- Unterstützung des Ausbaus einer Ladeinfrastruktur in der Region
- Mitglied des Ladeverbund+



# Allgemeine Vorgehensweise (SEBTEFÜ)

## **Sicherung**

- Verkehrsabsicherung
- Erkundung
  - Kennzeichnung / Identifikation (Ist der Motor wirklich aus? Start-Stop-Automatik?)
  - Würfelblick (Unterboden), Tankdeckel
  - Zugänglichkeiten
  - Rettungskarte
  - Gasgeruch, auslaufende Betriebsmittel
  - Wärmebildkamera (Brand mit nicht sichtbarer Flamme / Wasserstoff?)
  - Ladung
- Brandschutz
- Unterbau
- Glasmanagement
- Innenverkleidungen
- Markierungen des Rettungsplanes / Schnitte

# Allgemeine Vorgehensweise (SEBTEFÜ)

## Rettungskarte: Hybridauto



**Toyota Prius**  
(XW3 Hybrid 5-Türer, ab 2009)

**Legende**


**Erkennungsmerkmale:**

- Schriftzug „HYBRID SYNERGY DRIVE“ auf der Heckklappe
- Schriftzug am Motor.

**Anmerkungen:**

Bei Unfällen mit ausgelöstem Airbag ist die Hochvoltanlage spannungsfrei.

- Zündung ausschalten.
- 12 Volt-Batterie: Minus-Pol trennen.

Bei Unfällen mit nicht ausgelöstem Airbag:

- Zündung ausschalten.
- 12 Volt-Batterie: Minus-Pol trennen.

**Lebensgefahr!**  
Hochvoltbauteile nicht berühren!

**Die Hochvoltbatterie befindet sich unter der Gepäckraumverkleidung. Kennzeichnung der Hochvoltbatterie:**

**⚠ DANGER ⚠**

**HOCHSPANNUNG / ALKALISCHES ELEKTROLYT**

Um Verletzungen, Verbrennungen oder Elektroschock zu vermeiden:

- Zerlegen Sie niemals diese Batterie und entfernen Sie auch nicht die Gehäusedeckel!
- Service nur von qualifizierten Fachleuten.
- Vermeiden Sie den Kontakt von alkalischen Elektrolyt mit Augen, Haut oder Kleidung. Sollten Sie doch damit in Berührung kommen, spülen Sie mit Wasser und begeben Sie sich unverzüglich in ärztliche Hilfe.
- Halten Sie Kinder von dieser Batterie fern.
- Beschädigen Sie die Batterie nicht beim Transport mit Gefahrgutkenn. Handieren Sie auch nicht mit offener Flamme und verkobrenen Sie die Batterie nicht. Sollte Elektrolyt austreten, kann Hitze erzeugt werden, welche zum Brand führen kann.

**Für die qualifizierten Techniker:**

Geßen Sie gemäß dem Reparaturhandbuch vor, wenn Sie die Batterie warten oder ersetzen.

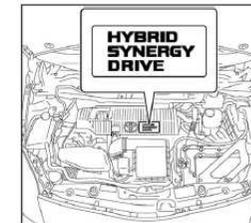
**Recycling Information für HV-Batterien:**

- Transportieren Sie die Batterie stets gemäß den entsprechenden Gesetzen.
- Für die Freisetzung und Entsorgung der Batterie wenden Sie sich bitte an Ihren nächsten TOYOTA-Prüf-Händler.

Stand: 08/2006

**Erkennungsmerkmale:**

- Schriftzug „HYBRID SYNERGY DRIVE“ auf der Heckklappe
- Schriftzug am Motor.



**Anmerkungen:**

Bei Unfällen mit ausgelöstem Airbag ist die Hochvoltanlage spannungsfrei.

- Zündung ausschalten.
- 12 Volt-Batterie: Minus-Pol trennen.

Bei Unfällen mit nicht ausgelöstem Airbag:

- Zündung ausschalten.
- 12 Volt-Batterie: Minus-Pol trennen.

**Lebensgefahr!**  
Hochvoltbauteile nicht berühren!

**Die Hochvoltbatterie befindet sich unter der Gepäckraumverkleidung. Kennzeichnung der Hochvoltbatterie:**

**⚠ DANGER ⚠**

**HOCHSPANNUNG / ALKALISCHES ELEKTROLYT**

Um Verletzungen, Verbrennungen oder Elektroschock zu vermeiden:

- Zerlegen Sie niemals diese Batterie und entfernen Sie auch nicht die Gehäusedeckel!
- Service nur von qualifizierten Fachleuten.
- Vermeiden Sie den Kontakt von alkalischen Elektrolyt mit Augen, Haut oder Kleidung. Sollten Sie doch damit in Berührung kommen, spülen Sie mit Wasser und begeben Sie sich unverzüglich in ärztliche Hilfe.
- Halten Sie Kinder von dieser Batterie fern.
- Beschädigen Sie die Batterie nicht beim Transport mit Gefahrgutkenn. Handieren Sie auch nicht mit offener Flamme und verkobrenen Sie die Batterie nicht. Sollte Elektrolyt austreten, kann Hitze erzeugt werden, welche zum Brand führen kann.

**Für die qualifizierten Techniker:**

Geßen Sie gemäß dem Reparaturhandbuch vor, wenn Sie die Batterie warten oder ersetzen.

**Recycling Information für HV-Batterien:**

- Transportieren Sie die Batterie stets gemäß den entsprechenden Gesetzen.
- Für die Freisetzung und Entsorgung der Batterie wenden Sie sich bitte an Ihren nächsten TOYOTA-Prüf-Händler.

# Allgemeine Vorgehensweise (SEBTEFÜ)

## Erstzugang

- Vitalfunktionen erheben und erhalten (ABC)
- Entscheidungen über die Schnelligkeit der Rettung
- Psychische Betreuung
- Immobilisation, Infusion, Injektion
- Warnblinkanlage einschalten
- Abstand zu nicht ausgelösten Sicherheitseinrichtungen



# Allgemeine Vorgehensweise (SEBTEFÜ)

## **SEBTEFÜ (Fortsetzung)**

- Batteriemanagement / Zündung ausschalten
- Türöffnung / Sekundärzugang
- Entfernung des Daches / Maximalzugang
- Frontalerweiterung / Fußraumfenster / Entklemmung
- Übergabe an den Rettungsdienst

## Funktionsweise

- Kombiniert Verbrennungsmotor mit Elektromotor
- Energiequelle des Elektromotors sind Hochspannungsbatteriepacks oder Kondensatoren
- Beispiele:
  - Die Hybridbusse der VAG werden mit zwei Elektromotoren und einem Dieselmotor betrieben
  - Toyota Prius ist ein Vollhybrid; V- und E-Motor arbeiten zusammen oder E-Motor kann den alleinigen Antrieb des Fahrzeuges übernehmen
  - Honda Civic ist ein Mildhybrid; dient dem Benzinmotor nur als Unterstützung



## Aufbau (Beispiel Toyota Prius)

- Benzintank
- Hochspannungsbatterien
  - Werden bei Bremsvorgang aufgeladen
  - Nickelmetallhydrid-Batterie (274 V)
  - Meist im Heck des Fahrzeuges
  - Hochspannungskabel sind orange ummantelt
  - Enthält Kaliumhydroxid (K-OH)-Lösung (pH 13,5 trocken)
- 12V-Hilfsbatterie (wie bei normalen Fahrzeugen)

# Hybridantrieb

## Innenbau



## Gefahren

- Kaliumhydroxid aus Batterie
- Bei Berührung von zwei separaten unter Spannung stehenden Fahrzeugteilen – Elektrizität
- Bei freiliegenden Kontakten der Hochspannungsbatterie



## **Besondere Vorgehensweise**

- Schaltung in P-Stellung
- Zündung ausschalten
- Prius: grüne Lichter sind aus, READY-Leuchte erlischt
- Abklemmen der 12V-Hilfsbatterie
- Aus sicherer Distanz löschen (Schutzabstände VDE 0132)
- Nicht die Abdeckung der Hochspannungsbatterie entfernen
- Keine orangenen Kabel diskonnektieren oder durchschneiden
- Querlüftung mit Hochleistungslüfter (Wasserstoffentwicklung)
- Bei Unfällen mit Airbagauslösung ist die Hochvoltanlage spannungsfrei

## Vorgehensweise besonderer Art

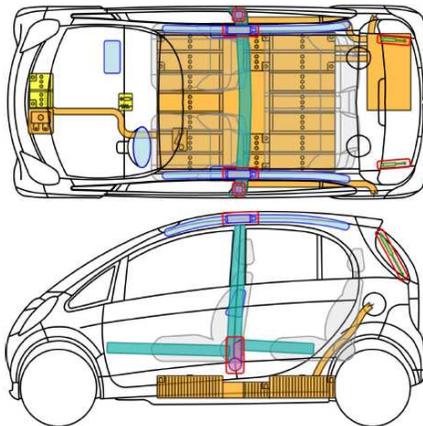
- Schwarze Box entfernen des rechten Relais
- 20 A-HV-Sicherung (gelb, linke Fahrzeugseite) ziehen
- Orangefarbener Servicestecker an Hochspannungsbatterie ziehen



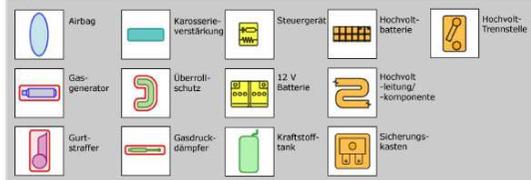
## Funktionsweise / Aufbau

- Verwendet Akku als Energiespeicher
- Antrieb durch einen Elektromotor
- Rückgewinnung von Energie beim Bremsen
- Eigenschaften Lithium-Ionen-Akku
  - Bringt höhere Energiedichte als Nickelmetallhydridtechnologie
  - Höhere Reichweite, längere Lebensdauer
  - Bei Hybridfahrzeugen steht die Leistungsdichte im Vordergrund; Speicherung von viel Energie in kurzer Zeit
  - Bei Elektroautos steht hohe Energiedichte im Vordergrund; Speicherung von viel Energie für lange Distanzen

## Fahrzeugkarte



### Legende



### Allgemeine Hinweise

- Bei Unfällen mit Airbag und/oder Gurtstrafferauslösung wird der Fahrzeugantrieb automatisch deaktiviert. Die Rückhaltesysteme sind weiterhin aktiv.
- Hochvoltkomponenten im Fahrzeug sind mit eindeutigen Warmaufklebern gekennzeichnet. Hochvoltkabel verfügen über eine orangefarbene Isolierung.
- Die Deaktivierungszeit bis zur vollständigen Deaktivierung der Rückhaltesysteme (Airbag, Gurtstraffer) beträgt **1 Minute** nach Durchführung der Deaktivierungsschritte.
- Die Deaktivierungszeit bis zur vollständigen Deaktivierung des Antriebs beträgt **5 Minuten** nach Durchführung der Deaktivierungsschritte.
- Vor Beginn von Arbeiten am Fahrzeug Ladestecker ziehen!

### Fahrzeug gegen wegrollen sichern

- Gangwahlhebel in Stellung „P“ bringen.
- Feststellbremse betätigen.

### Antrieb/Rückhaltesysteme deaktivieren

#### Methode 1 (Zündung zugänglich)

1. Zündschlüssel in Stellung „Aus“ drehen



2. 12 Volt Batterie abklemmen



### Antrieb/Rückhaltesysteme deaktivieren

#### Methode 2 (Zündung nicht zugänglich)

1. Sicherungskasten lokalisieren



2. „Power Control Unit“-Sicherung entfernen (Nr. 7, 15 A)

3. 12 Volt Batterie abklemmen

## Gefahren

- Mechanische Beschädigung der Batterie führen zu inneren Kurzschlüssen → Brand
- Komponenten eines Lithium-Ionen-Akkus sind leicht brennbar; Li ist ein hochreaktives Metall
- Li-Ionen-Akkus nicht in Wasser tauchen
- Bei thermischer Belastung oder Überladung kann es zum Kurzschluss mit Brandfolge kommen



## Besondere Vorgehensweise

- Schaltung in P-Stellung
- Zündung ausschalten
- Abklemmen der 12V-Hilfsbatterie
- Aus sicherer Distanz löschen (Schutzabstände DIN VDE 0132); Akku kontrolliert abbrennen lassen; Umgebungsbrände löschen
- Nicht die Abdeckung der Antriebsbatterie entfernen
- Keine orangenen Kabel diskonnektieren oder durchschneiden
- Bei Unfällen mit Airbagauslösung ist die Hochvoltanlage spannungsfrei
- Alternativmethoden sind fahrzeugabhängig

## Besondere Vorgehensweise

Keine Batterie abklemmen und C-Säule möglichst nicht schneiden oder quetschen (für BMW exemplarisch)



## **Aufbau / Funktionsweise / Eigenschaften**

- Lagerung des Wasserstoffes in Druck- und Kühltanks (-253° C) oder Metallhydridspeicher
- Druckbehälter bei Bussen 350 bar / 1900 l auf dem Dach (mit Schmelzsicherung)
- MHS: Bindung von Wasserstoff in einem Kristallgitter (Palladium, Magnesium)
- Brennstoffzellen bei Bussen auf dem Dach

## Gefahren

- Spannung auch nach Stromlosschalten aller elektrischer Stromkreise (vergleiche Photovoltaik)
- Wasserstoff ist leicht flüchtig, besitzt einen großen Zündbereich
- Wasserstoff entwickelt und diffundiert aus kleinsten Lecks



## Aufbau / Funktionsweise / Eigenschaften

- Unterschied zwischen
  - Erdgas (CNG), z. B. Opel Zafira 1,6 CNG
  - Autogas (LPG), z. B. Subaru Outback 2,5)



## Aufbau / Funktionsweise / Eigenschaften

- CNG (Compressed Natural Gas)-Fahrzeuge
  - Erdgas (zu 80 bis 90% Methan) in 200/300 bar Druckbehältern; High- und Low-Gas (Energiegehalt)
  - Methan ist leichter als Luft und verbrennt vollständig
  - Monovalenter oder bivalenter Antrieb (Benzin/Gas)
  - Druckbehälter am Dach (Busse), Unterflur oder im Kofferraum
  - Behälter aus Stahl oder Composite
  - Mit Regel- und Sicherheitseinrichtungen (Absperrventil mit Schmelzsicherung)
  - Parken in Tiefgaragen meist nicht erlaubt

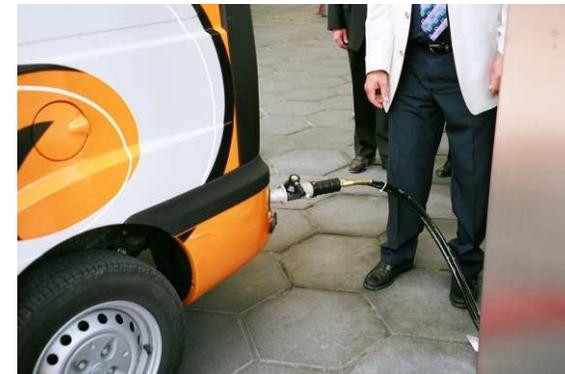
## Aufbau / Funktionsweise / Eigenschaften

- LPG (Liquid Petrol Gas)-Fahrzeuge
  - Flüssiggas ist Mischung aus Propan und Butan
  - Dämpfe sind schwerer als Luft
  - Tanks im Kofferraum oder Reserveradbereich (40-120 l; v. a. bei der Nachrüstung)
  - Bivalente Antriebe (Benzin/Gas)
  - Betriebsdruck 20 bar
  - Rohrbruchventile (schließt bei Undichtigkeiten oder Unfällen)
  - Zweistufen-Druckverdampfer führt Flüssiggas in Gasphase über
  - Parken in Tiefgaragen meist nicht erlaubt



## Besondere Vorgehensweise

- Ex-Messungen durchführen
  - Gefahren durch explosionsfähiges Gas-Luftgemisch besonders im Kofferraum, Fahrzeuginnenraum, Radkästen, Motorraum
  - Schiebedach, Fenster, Türen, Kofferraum öffnen (evtl. aus sicherer Distanz); aus Hallen und Gebäuden schieben
- Lüfter einsetzen
- Zündung ausschalten
- Fahrzeug in gut belüfteten Bereich bringen
- Bei Gasbrand → brennen lassen
- Absperreinrichtung an Flaschen schließen



## **Aufbau / Funktionsweise / Eigenschaften**

- Ethanol
  - Z. B. Ford Focus FFV Flexiful (Ethanol-Super)
  - Wird aus Getreide und Zuckerrüben gewonnen
  - E 85 (85% Et.-OH, 15% Benzin)
- Methanol
  - Aus Müll/Biomasse
  - Unsichtbare Flamme
  - Gefrierpunkt  $-5^{\circ}\text{C}$
  - giftig

## Aufbau / Funktionsweise / Eigenschaften

- RME-Biodiesel
  - Verestertes Rapsöl (Rapsölmethylester)
  - Kann Dichtungen und Lacke angreifen
- Pflanzenöl
  - Raps, Sonnenblumen
  - Verkokung durch Rückstände bei der Verbrennung
  - Pommegeruch; Pilze und Bakterien
  - Wie Diesel
- Zukunft ???



- Hybrid- und Elektroantrieb
  - Sicherheitsabstand beim Löschen einhalten
  - Keine orangefarbenen Kabel diskonnektieren
- Wasserstoffantrieb
  - Keine Batterie abklemmen
  - C-Säule möglichst nicht schneiden oder quetschen (für BMW exemplarisch)
- Brennstoffzellenantrieb
  - Spannung auch nach Stromlosschalten aller elektrischer Stromkreise
  - Wasserstoff ist leicht flüchtig, besitzt einen großen Zündbereich
- Gasantrieb
  - Fahrzeug in gut belüfteten Bereich bringen
  - Absperreinrichtung an Flaschen schließen

# Zentrale Störungsannahme

**N-ERGIE**

## 24-Stunden-Service der N-ERGIE Netzgesellschaft

- Strom: 0800 234-2500
- Erdgas: 0800 234-3600
- Fernwärme: 0800 234-4500



- Servicetelefon: 0800 271-5000  
(kostenlos innerhalb von Deutschland)



**Vielen Dank für  
Ihre Aufmerksamkeit.**

---

**Markus Prokopczuk**  
**Annemarie Endner**  
feuerwehren@n-ergie.de

- Folie 5: Toyota, [http://www.toyota.de/Images/Prius\\_RLF\\_V1\\_tcm281-926175.pdf](http://www.toyota.de/Images/Prius_RLF_V1_tcm281-926175.pdf)
- Folie 15: Mitsubishi, [www.mitsubishi-motors.de/uploadedFiles/Germany/FAQ\\_Sets/FAQ/Mitsubishi\\_Rettungsdatenblatt\\_i-MiEV.pdf](http://www.mitsubishi-motors.de/uploadedFiles/Germany/FAQ_Sets/FAQ/Mitsubishi_Rettungsdatenblatt_i-MiEV.pdf)
- Folie 18: Mariordo Mario Roberto Duran Ortiz, Wikimedia Commons, lizenziert unter CreativeCommons-Lizenz by-sa-3.0, <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0>

- Berufsfeuerwehr Nürnberg: [www.nuernberg.de/internet/feuerwehr/](http://www.nuernberg.de/internet/feuerwehr/)
- N-ERGIE: Der kleine Einsatzhelfer. Ausgabe 2, 10/2013
- Landesfeuerweherschule Baden-Württemberg, [www.lfs-bw.de/Fachthemen/Einsatztaktik-fuehrung/Sonstiges/Documents/LithiumIonenAkkus.pdf](http://www.lfs-bw.de/Fachthemen/Einsatztaktik-fuehrung/Sonstiges/Documents/LithiumIonenAkkus.pdf)
- ADAC: Rettungskarten, [www.adac.de/infotestrat/ratgeber-verkehr/sicher-unterwegs/rettungskarte/default.aspx](http://www.adac.de/infotestrat/ratgeber-verkehr/sicher-unterwegs/rettungskarte/default.aspx)
- Vereinigung zur Förderung des Deutschen Brandschutzes: Einsätze an Kraftfahrzeugen mit alternativen Antriebsarten und -kraftstoffen, [http://vfdb.de/Download-Bereich.111.0.html?&no\\_cache=1&L=0&tx\\_abdownloads\\_pi1\[action\]=getviewclickedownload&tx\\_abdownloads\\_pi1\[uid\]=319&tx\\_abdownloads\\_pi1\[cid\]=192](http://vfdb.de/Download-Bereich.111.0.html?&no_cache=1&L=0&tx_abdownloads_pi1[action]=getviewclickedownload&tx_abdownloads_pi1[uid]=319&tx_abdownloads_pi1[cid]=192)
- Arbeitsgemeinschaft der Leiter der Berufsfeuerwehren: Wasserstoff und dessen Gefahren, [www.bmvbs.de/cae/servlet/contentblob/28490/publicationFile/157/wasserstoff-und-dessen-gefahren-ein-leitfaden-fuer-feuerwehren.pdf](http://www.bmvbs.de/cae/servlet/contentblob/28490/publicationFile/157/wasserstoff-und-dessen-gefahren-ein-leitfaden-fuer-feuerwehren.pdf)
- Deutscher Feuerwehr Verband: Feuerwehr-Einsatz bei Fahrzeugen mit Wasserstoff-Antrieben, <http://www.lfv-bb.de/dokumente/Merkblatt%20Feuerwehr-Einsatz%20bei%20Fahrzeugen%20mit%20Wasserstoff..pdf>

Der Anwender dieser Schulungsunterlagen muss die Anwendbarkeit und die Aktualität in eigener Verantwortung prüfen. Die N-ERGIE übernimmt keine Haftung.