

Unter elektromobilen Antriebskonzepten werden sämtliche Personenkraftwagen, Nutzfahrzeuge sowie Zweiräder (Roller, Fahrräder) im Straßenverkehr verstanden, die zumindest einen Teil einer Strecke rein elektrisch angetrieben zurücklegen können. Es können verschiedene Antriebskonzepte unterschieden werden: rein elektrisch angetriebene Fahrzeuge, Elektrofahrzeuge mit Reichweitenverlängerung, Plug-In Hybridfahrzeuge, Hybridfahrzeug(mild/voll) sowie Brennstoffzellenfahrzeuge

Technologische Grundlagen und Entwicklungspfade Elektromobile

Elektro-Antriebskonzepte gewinnen zunehmend an Bedeutung.

Elektromobile Antriebskonzepten sind rein elektrische Antriebe oder Kombinationsantrieb mit Elektromotor und Verbrennungsmotor.

Hybridfahrzeuge (PHEV, REEV)	Batterie-Elektrisches Fahrzeug (BEV)
Elektromotor zur Unterstützung des Fahrantriebs; Batterie durch Rekuperation aufladbar; Kombination eines klassischen Verbrennungsmotors mit Elektromotor; rein elektrischer Antrieb teilweise möglich über geringe Reichweite. Je nach Unterstützung durch den Elektromotor wird auch von Mild- oder Full-Hybrid gesprochen.	Starker Elektromotor mit am Netz aufladbarer HV-Batterie; rein elektrischer Antrieb, kein Verbrennungsmotor, kein Treibstofftank, keine Abgasanlage; für die Batterieladung wird lediglich das Stromnetz und Rekuperation genutzt

Fahrantrieb (Elektrische Maschine und Motor-Controller)

Die Elektrische Maschine kann den Verbrennungsmotor als Antriebsquelle erweitern und verbessern (Verbesserung des Wirkungsgrades von Verbrennungskraftmaschinen im Teillastbereich bei Hybriden) oder auch komplett ersetzen.

Die Verwendung des Begriffs „Elektrische Maschine“ ist angebracht, da die meisten Elektroantriebe sowohl als Motor wie auch als Generator zur Energierückgewinnung betrieben werden können. Aufgrund seiner Drehmomentcharakteristik eignet sich der Elektromotor hervorragend für einen Einsatz als Antriebsmotor in Fahrzeugen.

Das maximale Drehmoment steht bereits ab Drehzahl 0 zur Verfügung, es bleibt bis zu einer gewissen Drehzahl konstant und sinkt erst bei hohen Geschwindigkeiten ab (Feldschwächebereich).

Deshalb kann sowohl auf eine Kupplung und prinzipiell auch auf ein Getriebe verzichtet werden. Weitere Vorteile sind der hohe Wirkungsgrad (bis 95%), die Robustheit, die hohe Lebensdauer, geringe Wartungskosten, eine gute Skalierbarkeit und das geringe Motorgeräusch.

Darüber hinaus kann der Motor eine gewisse Zeit (thermische Grenze) auch über der eigentlichen Nennleistung (Überlastbereich) betrieben werden, ohne Schaden zu nehmen.

Asynchronmaschinen AM (auch Induktionsmotor) und permanentmagneterregte Synchronmaschinen PSM finden aufgrund der hohen Dynamik, der Leistungsdichte und der kleineren Abmessungen Einsatz in hybriden und reinelektrischen Antriebsvarianten.

Ein Wechselrichter (UNITEK Typ BAMOBIL, BAMOCAR) wird benötigt, der die drei phasenverschobenen Wechselspannungen erzeugt. Dieser Dreiphasenwechselstrom wird auch als Drehstrom bezeichnet. Die Phasen sind jeweils 120° zueinander verschoben.

Beim Asynchron-Motor (AM)erreichte Umlaufgeschwindigkeit niemals die Drehfrequenz des Drehstroms. Das erreichte Drehmoment ist proportional zur Differenz (Schlupf) der Umlaufgeschwindigkeit zur Netzfrequenz. Der AM kommt ohne Schleifkontakte aus. Automatische Feldschwächung.

--Der Synchronmotor PSM ist die am weitesten verbreitete Variante. Er finden Einsatz zur Steuerung von Fahrantrieben und Nebenaggregaten. Neben dem PSM, dessen Läufer mit Permanentmagneten versehen ist (problematische Feldschwächung), kommen bei größeren Synchronmotoren auch Erregerwicklungen zum Einsatz, die über Schleifkontakte mit Strom versorgt werden. (keine Seltenerden Magnete, einfache Feldschwächung))

--Die Reluktanzmaschine (ebenfalls 3phasig) wird allgemein als interessante Alternative zur Asynchronmaschine gesehen (einfacher Aufbau, sehr robust und einfache Stromrichter ausreichend), allerdings ist der Scheinleistungsbedarf signifikant größer (schlechter Wirkungsgrad, Motorgeräusch). Der Rotor besteht aus weichmagnetischem Material; Permanentmagnete finden keinen Einsatz.

-- Die Transversalflussmaschine besitzt gute Eigenschaften hinsichtlich Wirkungsgrad, Anfahrmoment, Feldschwächeeigenschaften und Bauvolumen, allerdings auch Nachteile wie Mehraufwand an Wechselrichterleistungen, kompliziertem Gesamtaufbau und Ausführung als Einphasenmaschine. Der Entwicklungsstand des Motortypen ist allerdings noch nicht bei Serienreife angelangt

Die geringe Baugröße und Flexibilität der Anbindung ermöglicht eine Vielzahl neuer Konzepte für die Positionierung der elektrischen Maschine im Fahrzeug und damit neue Fahrzeugarchitekturen. So ist beispielsweise eine zentrale Anordnung vergleichbar mit heutigen Verbrennungsmotoren ebenso möglich, wie eine Aufteilung der Antriebsleistung auf zwei kleinere Motoren an Vorder- und Hinterachse, bis hin zu vier Radnabenmotoren in den Rädern des Fahrzeugs. Radnabenmotoren bieten zahlreiche Vorteile, wie eine radselektive Ansteuerung von Zusatzfunktionen (z.B. Torque Vectoring oder ESP ohne komplexe Zusatzsysteme), gute Gewichtsverteilung, große Freiheiten für Automobilkonzepte und eine aufgeteilte Bremsenergieerückgewinnung an allen vier Rädern. Allerdings sind noch einige

Herausforderungen z.B. im Hinblick der Problematik der ungefederten Masse insbesondere im höheren Geschwindigkeitsbereich zu lösen.

Vergleichstabelle Motor

Funktion	Asynchron-Motor	Synchron-Motor	Reluktanz-Motor	Transversalfuss-Motor
Umrichter z.B.	UNITEK BAMOCAR AC	UNITEK-BAMOCAR-x		
Leistungsdichte	+	++	++	++
Max. Drehzahl	++	++	++	--
Wirkungsgrad	+	++	+	++
Kosten	++	+	++	-
Entwicklungsstand	+	0	0	-
Zuverlässigkeit	++	+	++	+
Überlastbarkeit	+	+	+	+
Kühlungsaufwand	+	++	++	+
Regel-/Steuerbarkeit	0	++	++	++
Geräuschpegel	+	+	+	+
Fertigungsaufwand	++	+	++	0
Volumen	+	++	+	+
Gewicht	+	++	-	+
Aktuelle Bewertung	+	++	+	--
Fazit	positive Eigenschaften	Sehr positive Eigenschaften, bereits weite Verbreitung	Interessante Alternative zur AM, allerdings wenig Vorzüge dazu	Noch nicht großserienreif

Elektronik/Leistungselektronik und Steuerung (UNITEK-BAMOBIL, BAMOCAR)

Das Leistungselektronikmodul besitzt die Aufgabe die elektrische Maschine mit dem Energiespeicher Batterie zu verbinden. So muss die Energie der Batterie (Gleichspannung bis ca. 400V, 20kWh) für den Betrieb eines Asynchron- oder Synchron-Elektromotors umgewandelt werden, da für das Ansteuern des Motors eine variable Drehfeld-Spannung benötigt wird. Die elektrische Maschine wird im Drehmoment (Strom) und in der Drehzahl (Spannung, Frequenz) geregelt.

Neben der Regelung des Antriebs kann auch die Rekuperation, bzw. der Ladevorgang über die Leistungselektronik dargestellt werden. Auch die Reduktion der Spannung einer Hochvolt- Batterie auf das Niedervolt-Bordnetz mit 12V, kann die Leistungselektronik (Spannungswandler) übernehmen.

Sie stellt damit eine bedeutende Komponente mit Einfluss auf Wirtschaftlichkeit und Effizienz des Elektrofahrzeugs dar.

Antriebsstrang Getriebe

Aufgrund der Drehmomentcharakteristik eines Verbrennungsmotors benötigen herkömmliche Fahrzeuge Kupplung und Getriebe. Effizienz- und Komfortoptimierungen haben diese sehr komplex und teuer werden lassen. Die Integration eines zusätzlichen Elektromotors bei leistungsverzweigten und parallelen Hybriden führt zu einer weiteren Komplexität im Antriebsstrang und des Getriebes.

Bei den Automobilherstellern kommen unterschiedliche Lösungsansätze zur Zusammenführung des Elektrischen Antriebs und Verbrennungsmotors zum Einsatz: Da Elektromotoren weder für das Anfahren noch für die Höchstgeschwindigkeit eine Getriebeübersetzung benötigen, weisen aktuelle batterieelektrische Fahrzeuge und Ankündigungen maximal einfache und damit kostengünstige Lösungen auf.

Durch einen Verzicht auf die Getriebekomponente, wird nicht nur mit einer Kostenreduktion, sondern auch mit einer Wirkungsgraderhöhung des gesamten Antriebs gerechnet.

Entwicklungsschwerpunkte

Die Batterie stellt momentan den limitierenden Faktor für eine Diffusion der Elektromobilität dar. Hier müssen vor allem die Kosten reduziert sowie die Energiedichte erhöht werden. Neben dem Energiespeicher besteht allerdings auch bei Motoren und Umrichter weiterer Entwicklungsbedarf.

Verbesserungspotential	Mögliche Wegbereiter
Elektromotor --Kostensoptimierung --Robustheit --Effizienzoptimierung --Funktionsintegration	--Neue Materialien /Beseitigung der Abhängigkeit von teuren, seltenen Materialien (Neodym, Dysprosium, Kupfer, etc) --Konzeptentwurf für Großserienproduktion (Abstimmung technisches Layout und Materialien) --Integration ins Gesamtkonzept des Fahrzeugs --Betriebsstrategien der Elektrischen Maschine, Fahrsituations- und fahrstreckenabhängige Anpassung, Intelligente Steuerung der Nebenaggregate --Multi-kriterielle Optimierung (Kosten, Energieeffizienz, Zuverlässigkeit, Leistung) des Gesamtsystems
Elektrische HV-Komponenten UNITEK Ziele --Effizienzoptimierung --Kostenminimierung --Robustheit --Lebensdauer --Betriebsicherheit --EMV --Leistungsdichte	--Neue Halbleiterbauelemente (RC-IGBT, angepasste Metallisierung, robustes Ansteuer-IC) für Einsatz im Hochfrequenz-, Hochleistungs- sowie Hochtemperatur Bereich --Robustes Leistungsmodul (Temperaturzykelfeste Aufbau- und Verbindungstechnologien, Low-CTE Verbundstoffe, Laserschweißen, Integration Logik-Leistung, Modulintegration, Zuverlässigkeitstest und -modelle --Systemintegration (EMV-Konzepte, Software-Integration, Elektrischer Achsantrieb) --Spannungswandler (optimierte Bordnetzwanlder) --Thermisches Management und selektive Kühlstrategien und Integration von Kühlkomponenten in (Sub)Systeme

Antriebskonzepte von UNITEK Industrie Elektronik GmbH

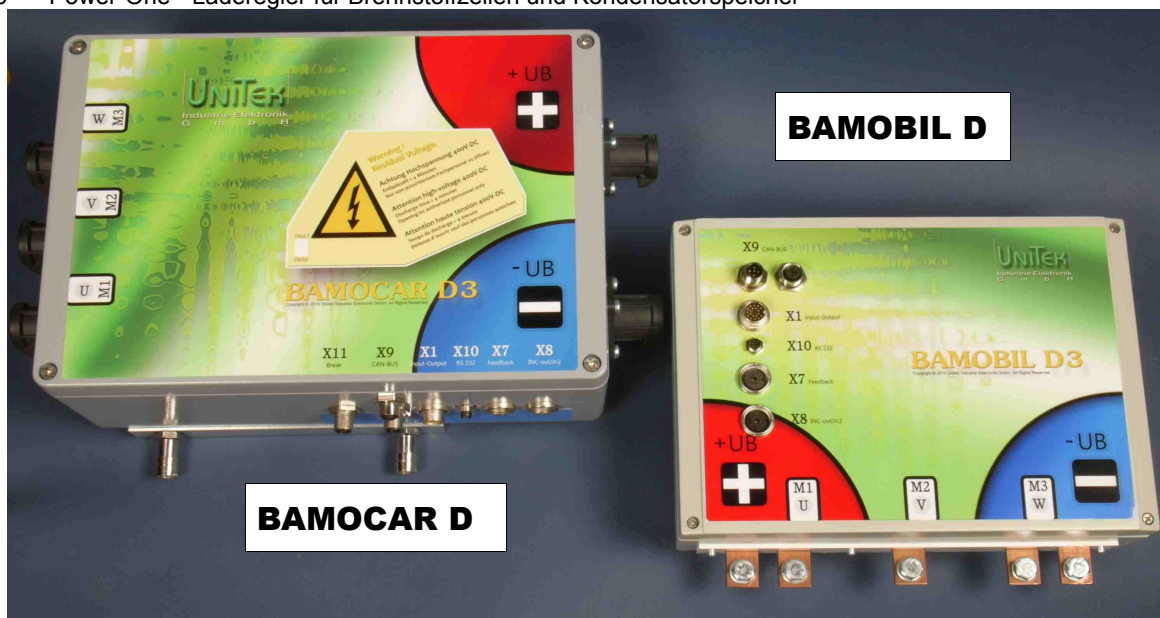
Entwicklungs- Historie

Batteriegeladete Fahrzeugantriebe.

- 1993 Gleichstrom-Antrieb für Elektro-Kart 10kW
- 1995 Analoge Gleichstrom- und Drehstrom - Antriebe für Flurförderfahrzeuge bis 20kW
- 1998 Digitaler Drehstrom-Antrieb mit PSM-Scheibenläufer für Elektroroller 5kW
- 2000 Digitale Gleichstrom- und Drehstrom - Antriebe für Flurförderfahrzeuge bis 30kW

für Straßenfahrzeuge

- 2008 BAMOBIL-D3 Digitaler Batterie-Motorregler mit Servo-Performance. Neuer Prozessor-Kern
- 2009 BAMOCAR-D Batterie-Motorregler mit Servo-Performance. Schutzart IP65. Für EC-AC-DC-Motoren bis 70kW.
- 2010 BAMOCAR-D Batterie-Motorregler mit Servo-Performance. Schutzart IP65. Für EC-AC-DC-Motoren bis 140kW.
- 2010 Power-One - Laderegler für Brennstoffzellen und Kondensatorspeicher



UNITEK Motor-Controller (Umrichter) BAMO-D, BAMOBIL-D, BAMOCAR-D

sind geeignet für folgende Motoren:

Gleichstrom-Motoren	(DC-Motor Permanenterregt, Fremderregt)
Drehstrom Synchron-Motoren	(EC-Motor Permanenterregt, Fremderregt) mit unterschiedlichen Sensoren und sensorlos. Servo-Motoren, Doppel-Motoren, Torque-Motoren, Radnabenmotoren, Scheibenmotoren (Axialfluss),
Asynchron-Motoren	(AC-Motor) Vektor-Regelung mit unterschiedlichen Sensoren und sensorlos.

Anwendungen in Fahrzeugen

Ausrüstung von rein elektrisch angetriebenen Kraftfahrzeugen mit UNITEK-Komponenten.

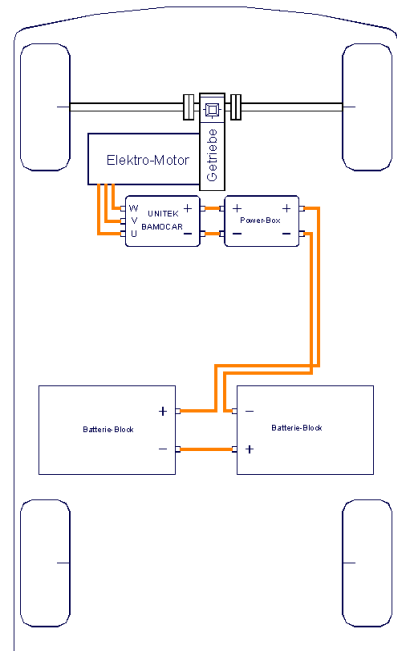
Hoch drehender Synchron oder Asynchron- Motor (bis 20000 Upm)

Antriebsstrang mit einstufigen oder zweistufigem Getriebe (kupplungslos) plus Differentialgetriebe.

Volles konstantes Drehmoment von 0 bis 40% der maximalen Drehzahl.

Konstante Leistung bis zur maximalen Drehzahl .

(reduziertes Drehmoment von 40 bis 100% der Drehzahl durch Feldschwächung)



Vorteil: Motor Baugröße und Gewicht sind kleiner.
Bessere Drehmoment -Charakteristik durch Schaltgetriebe

Nachteil: Mechanische Getriebekomponenten (Wirkungsgrad, Preis)
Bei Synchronmotor erhöhter Sicherheitsaufwand im Umrichter

Mittel drehender Direktantrieb mit Torque-Motore. (bis 4000 Upm)

Antriebsstrang mit Differentialgetriebe

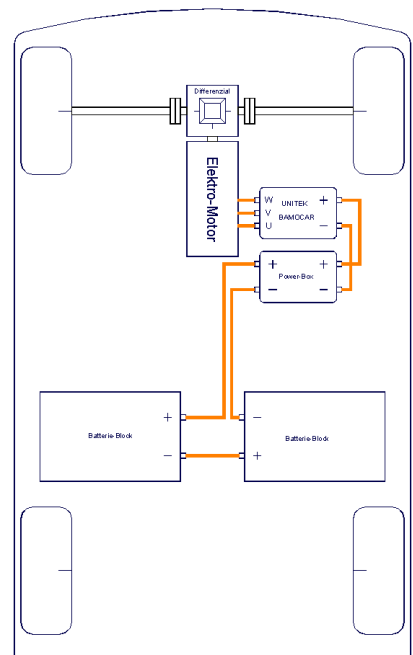
Volles konstantes Drehmoment von 0 bis 100% der maximalen Drehzahl.

Sonderausführung mit Feldschwächung. Konstante Leistung ab 70%

bis zur maximalen Drehzahl .(reduziertes Drehmoment von 70 bis 100% der Drehzahl durch geringere Feldschwächung)

Vorteil: Hochpoliger Motor mit hoher Rotationsfrequenz.. Baugröße und Gewicht sind kleiner.
Kein Getriebe, nur Differential.

Nachteil: mechanische Differentialkomponenten (Wirkungsgrad, Preis)
Bei Feldschwächung erhöhter Sicherheitsaufwand im Umrichter.
Höhere Schaltfrequenzen im Umrichter.

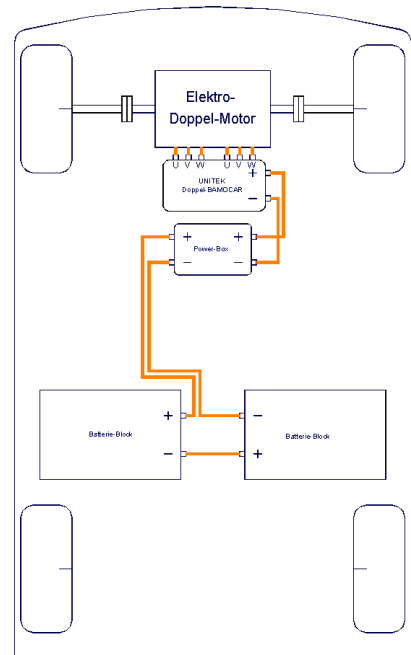
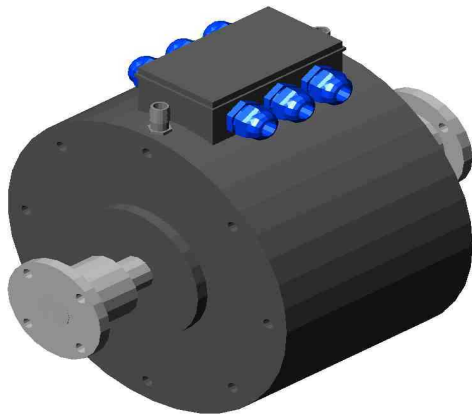


Nieder drehender Direktantrieb mit Torque-Motore. (bis 1400 Upm)

Direkter Radantrieb, Zwei Motore oder Doppelmotor pro Achse.
 Volles konstantes Drehmoment von 0 bis 100% der maximalen Drehzahl.
 Sonderausführung mit Feldschwächung. Konstante Leistung ab 70%
 bis zur maximalen Drehzahl .(reduziertes Drehmoment von 70 bis 100%
 der Drehzahl durch geringere Feldschwächung)

Vorteil: Direkter Radantrieb ohne Getriebe, ohne Differenzial.
 Wartungsfrei. Keine Getriebekosten.
 Elektronische Fahrstabilitätsregelung,
 auch für 4Rad-Antrieb

Nachteil: Motor Baugröße und Gewicht größer, Motorpreis höher.
 Bei Feldschwächung erhöhter Sicherheitsaufwand im Umrichter.
 Bei Stabilitätsregelung erhöhter Elektronik-Aufwand in
 Hard und Software.

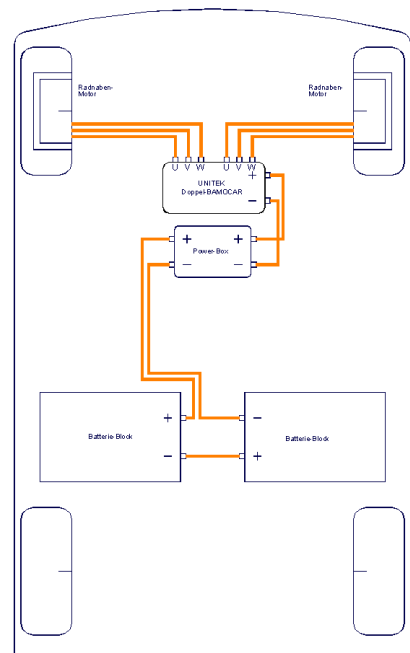


Nieder drehender Direktantrieb mit Radnaben-Torque-Motore. Felgen-Motor (bis 1400 Upm)

Direkter Radantrieb, Zwei Motore pro Achse.
 Volles konstantes Drehmoment von 0 bis 100% der maximalen Drehzahl.
 Sonderausführung mit Feldschwächung. Konstante Leistung ab 70%
 bis zur maximalen Drehzahl .(reduziertes Drehmoment von 70 bis 100%
 der Drehzahl durch geringere Feldschwächung)

Vorteil: Direkter Radantrieb ohne Getriebe, ohne Differenzial.
 Wartungsfrei. Keine Getriebekosten.
 Elektronische Fahrstabilitätsregelung,
 auch für 4Rad-Antrieb

Nachteil: Motor Baugröße und Gewicht größer, Motorpreis höher.
 Hohe ungedeferte Masse, Probleme bei höherer
 Geschwindigkeit
 Bei Feldschwächung erhöhter Sicherheitsaufwand im
 Umrichter.
 Bei Stabilitätsregelung erhöhter Elektronik-Aufwand in
 Hard und Software.



Nachrüstung und Umrüstung von Kraftfahrzeugen mit Verbrennungsmotor.

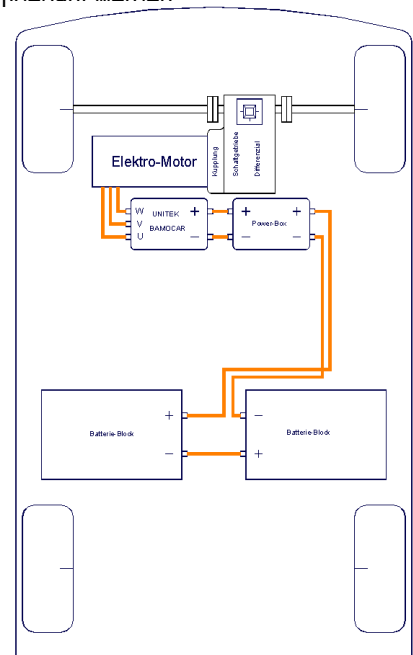
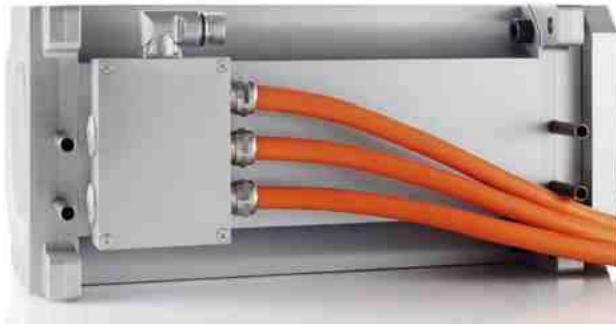
Bestehende Fahrzeuge können auch mit den Varianten für die Neuausrüstung umgebaut werden

Die einfachste Form ist der Austausch des Verbrennungsmotors durch einen direkt an der Kupplung angeflanschten Asynchron oder Synchron-Motor mit einem dem Verbrennungsmotor entsprechender maximalen Drehzahl (ca. 6000 bis 8000)

Keine Feldschwächung notwendig, da Drehmomentüberschuss durch das Schaltgetriebe.

Informationsaustausch zwischen Bordrechner und UNITEK Controller mittels Gateway (BUS-System)

Tank und Abgasanlage und Kühler werden ausgebaut.



UNITEK Motor-Controller für Strassenfahrzeuge und Boote



Gemeinsame Eigenschaften

- *essoreinheit TMS 320xx, Bediensoftware NDrive
- * Feedback-Eingang für Resolver, Inkremental (TTL,1Vss), Rotorlagesensor oder Sensorlos
- * Ausgang-Stecker für Encoder-Nachbildung
- * Schnittstellen-Stecker für CAN-BUS und RS232
- * 2 Differenz-Eingänge für analoge Werte (Sollwert, Istwert, Sensoren usw.)
- * 4 Eingänge für digitale Sensoren (frei programmierbar, Endschalter usw.)
- * Freigabe-Eingang (Hardware und Software-Freigabe)
- * Sicherheits-Eingang (Not-Aus, Rotor-Sperre)
- * 3 digitale Ausgänge bis 24V (frei programmierbar)
- * 1 getrennter digitaler Ausgang bis 24V -3A (externe Versorgung)
- * Anzeige für Status und Fehler (7-Segment)

Eigensichere Endstufe mit Hardware Schutzschaltung

www.unitek-online.de

www.unitek.eu

Technische Daten BAMOBIL D bis 10kW

Leistungsspannung-Anschluß	12V= bis 120V=					
Hilfsspannungs-Anschluß	12V= oder (24V=) ± 10% / 4A (2A)					
Daten BAMOCAR-D3.2-400- (700)	Dim	62-250	62-350	62-450	120-100	120-150
Anschlußspannung	V=	24 bis max .48			24 bis max .120	
Ausgangsspannung	V~eff	bis 3x33			bis 3x72	
Dauerstrom	A~	125	175	225	50	75
Spitzenstrom	A lo	250	350	250	100	150
Verlustleistung	kW	0.6	0.9	1,2	0,5	0,75
Takfrequenz	kHz	8 bis 24				
Eingangssicherung	A	250	250	500	250	250
Gewicht	kg	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8
Abmessungen	mm	244x194x90				

Technische Daten BAMOCAR D bis 140kW

Leistungsspannung-Anschluß	12V= bis 700V=					
Hilfsspannungs-Anschluß	12V= oder (24V=) ± 10% / 4A (2A)					
Daten BAMOCAR-D3-400- (700)	Dim	400-125/250	400-200/400	700-125/250	700-200/400	
Anschlußspannung	V=	24 bis max .400			24 bis max .700	
Ausgangsspannung	V~eff	bis 3x260			bis 3x450	
Dauerstrom	A~	125	200	125	200	
Spitzenstrom	A lo	250	400	250	400	
Verlustleistung	kW	2	3	2,6	4	
Takfrequenz	kHz	8 bis 24				
Eingangssicherung	A	160	250	160	250	
Gewicht	kg	5,8	6,8	5,8	6,8	
Abmessungen	mm	403x250x145				