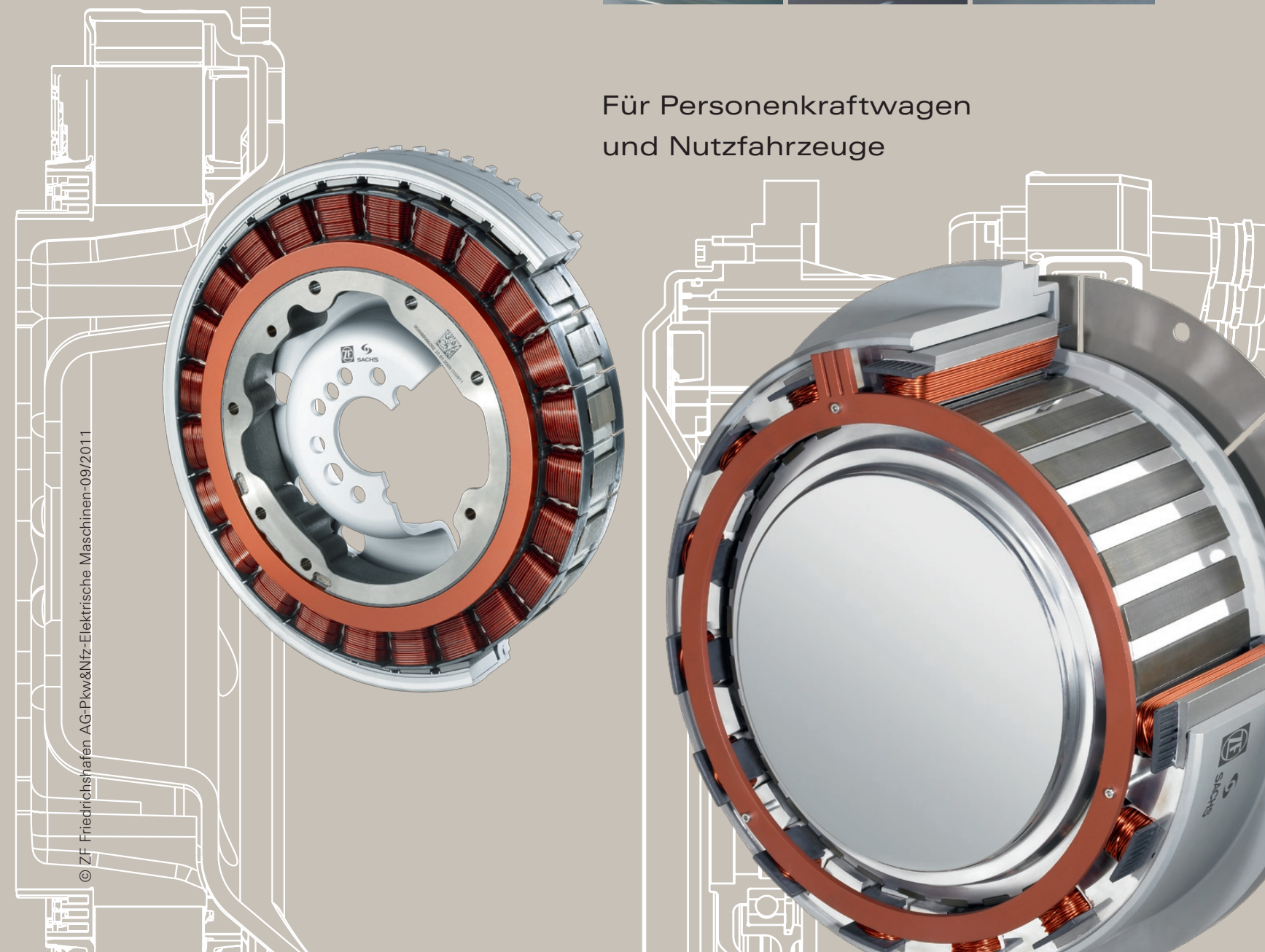


Elektrische Maschinen für Hybridantriebe



Für Personenkraftwagen
und Nutzfahrzeuge



© ZF Friedrichshafen AG-Pkw&Nfz-Elektrische Maschinen-09/2011

Komfort, Leistung, Umweltschutz: Antriebskomponenten und -systeme für Pkw und Nfz

Die Anforderungen an Zulieferer im Automobilbereich wandeln sich grundlegend. Zunehmend wird die Integration von Komponenten in komplexe Systeme erwartet – eine Aufgabe, die nur in enger Entwicklungspartnerschaft mit den Fahrzeugherstellern bewältigt werden kann. In Zukunft sollen Kraftstoffverbrauch, Emissionen, Gewicht und Bauraum weiter sinken, bei gleichzeitiger Steigerung von Fahrkomfort, Sicherheit und Fahrdynamik. Um diese Ziele zu erreichen, sind innovative Problemlösungen und neue Produkte unverzichtbar.

Hier übernimmt ZF Verantwortung und beweist mit integrierten Systemen für den Antriebsstrang seine Kompetenz für die Lösung ganzheitlicher Aufgabenstellungen. Der Systemansatz in der Entwicklung und Fertigung neuer Produkte und Technologien für einen wahrnehmbaren Fortschritt wird konsequent vorangetrieben. Vernetzte Lösungen werden möglich, die den Anforderungen an ein Gesamtsystem entsprechen.

Ein Beispiel hierfür: Als Spezialist für den Antriebsstrang und Hersteller elektrischer Maschinen ist ZF in der Lage, unterschiedlichste Konzepte der Hybridisierung optimal in den Antriebsstrang zu integrieren und so schon heute serienreife Lösungen zur Verbrauchs- und Emissionsreduktion anzubieten.

Hybridmodul

Das Hybridmodul vereint die Kernkompetenzen von ZF im Antriebsstrang: Elektrische Maschine, Torsionsdämpfung und nasslaufende Kupplung – bestens integriert und aufeinander abgestimmt.

Besonderes Highlight dabei ist die Möglichkeit, das Modul bauraumneutral in bestehende Antriebsstrangarchitekturen zu integrieren.

DynaStart®

DynaStart®, die elektrische Maschine von ZF, stellt die Basis der Elektrifizierung des Antriebsstranges dar. Eingesetzt im Pkw, Nfz oder in der Baumaschine, garantiert die elektrische Maschine im Zusammenspiel mit den weiteren Hybrid-Systemkomponenten heraus-

ragende Effizienz, Wirtschaftlichkeit und Funktionalität. Verfügbar ist die elektrische Maschine als Innen- und Außenläufer, angepasst auf die jeweiligen Anforderungen in den Anwendungsgebieten.



Elektrische Antriebe: Das DynaStart®-Produktspektrum



Hybridtechnik – Umweltfreundlich und richtungsweisend

Mehr denn je gilt: Umwelt- und Klimaschutz sowie die Schonung fossiler Energieträger sind zentrale Aufgaben der Gesellschaft. Seit Jahren arbeitet ZF zusammen mit Fahrzeugherstellern an Hybridkonzepten, um signifikant niedrigere Kraftstoffverbrauchswerte und CO₂-Emissionen zu erreichen.

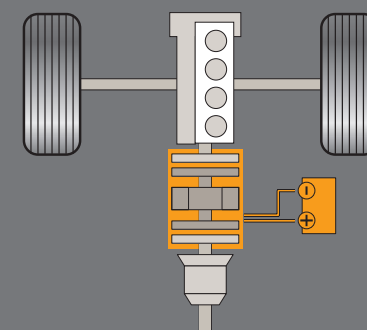
Inzwischen stehen Produktlösungen zur Verfügung, die unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten neue Maßstäbe setzen. Dabei sorgt die umfassende Erfahrung von ZF in der Antriebsstrangtechnologie dafür, dass auch in bestehenden Antriebssträngen Integrationslösungen gefunden werden können, die alle Anforderungen an Energiewandlung und Schwingungsdämpfung erfüllen. Diese Integrationskompetenz ist der Schlüssel zur breiten Einführung der Hybridtechnik.

Elektrische Antriebe: Übersicht

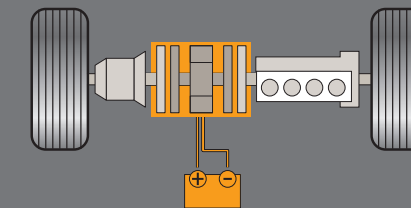
	Pkw			Verteiler Lkw	Stadtbus
	Mildhybrid	Vollhybrid	PlugIn Hybrid	Vollhybrid	Vollhybrid
Maximale Leistung [kW]	4–20	20–70	50–100	25–130	100–200
Maximales Drehmoment [Nm]	100–250	100–500	100–500	250–600	500–1.200
Spannung [V]	42–450	120–650	250–650	150–650	560–720
Außendurchmesser [mm]	240–325	240–345	240–345	240–480	345–480
Elektr. aktive Länge [mm]	50–80	55–105	55–105	55–105	100–200
Verbrauchsreduktion	bis 15%	bis 30%	bis 50%	bis 50%	bis 35%
Funktionen	Generator Start-Stopp Boosten Rekuperieren	Generator Start-Stopp Boosten Rekuperieren Elektr. Fahren	Generator Start-Stopp Boosten Rekuperieren Elektr. Fahren	Generator Start-Stopp Boosten Rekuperieren Elektr. Fahren	Generator Start-Stopp Boosten Rekuperieren Elektr. Fahren
Elektrische Reichweite [km]		1...5	15...45	1...5	1...5

Einbaukonzepte für elektrische Maschinen im Antriebsstrang für Pkw-Parallelhybride

Anordnung Motor Front-Längs

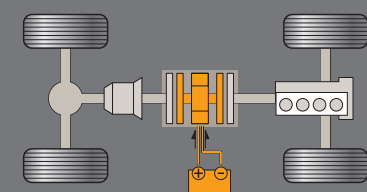


Anordnung Motor Front-Quer



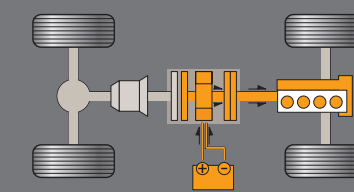
Funktionen der elektrischen Maschine im Schwingstartmodul

Bereitschaft für Start-Stopp-Betrieb:



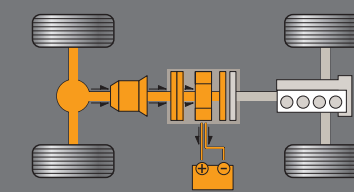
Die elektrische Maschine läuft und kann durch Schließen der Startkupplung den Verbrennungsmotor in Sekundenbruchteilen starten.

Schwungstart:



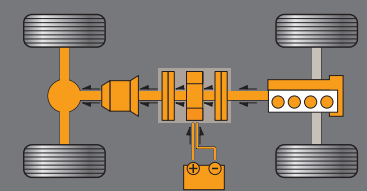
Die Startkupplung wird geschlossen. Durch das Massenträgheitsmoment der rotierenden elektrischen Maschine wird der Motor in weniger als 0,2 s auf die richtige Drehzahl gebracht.

Rekuperation:



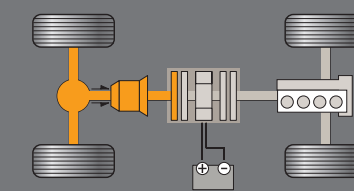
Bremsenergie wird nicht in Wärme verschwendet, sondern als elektrische Energie gespeichert.

Boosten:



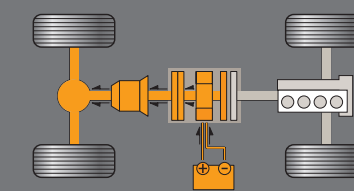
Beim Anfahren oder Beschleunigen wird das Drehmoment des Verbrennungsmotors durch das zusätzliche Drehmoment der elektrischen Maschine erhöht. Besonders bei niedrigen Drehzahlen kann ein Drehmomentloch des Verbrennungsmotors ausgeglichen werden.

Segelbetrieb:

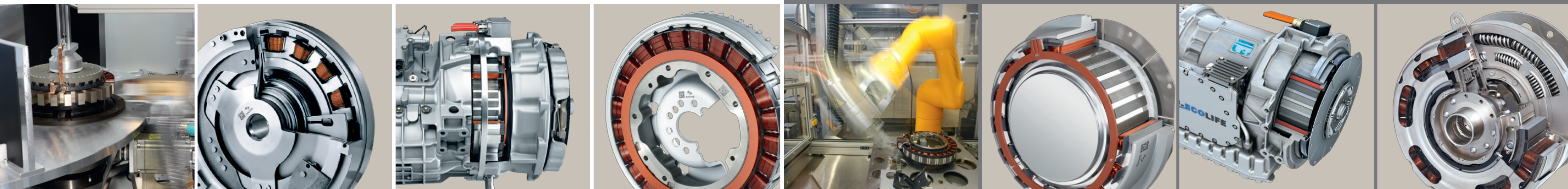


Abschalten des Verbrennungsmotors während der Fahrt, bspw. beim Ausrollen. Bei Bedarf wird der Motor durch Antippen des Gaspedals wieder zugeschaltet.

Rein elektrisches Fahren:



Bspw. zum Fahren in lärm- oder emissionsreduzierten Zonen oder zum Rangieren.



Hybridmodul – Volle Funktionalität durch Integration

Die Aufgabe:

Beim Hybridantrieb ergänzen sich das hohe Drehmoment eines Elektromotors im unteren und das dominierende Drehmoment des Verbrennungsmotors im oberen Drehzahlbereich. Um die Effizienz- und Emissionsvorteile auch praktisch zu erzielen, muss das komplexe Zusammenspiel der Komponenten in den unterschiedlichen Betriebszuständen beherrscht werden. Gerade die relativ hohe technische Komplexität – es befinden sich zwei Antriebssysteme in einem Fahrzeug – erfordert ein vernetztes Denken in Systemstrukturen. Zusammen mit der ZF Friedrichshafen AG werden Hybridgetriebe entwickelt, die den Anforderungen des Systemansatzes entsprechen.

Die Technik:

Der von ZF entwickelte permanent erregte Synchronmotor ist axial extrem kurz und hochleistungsfähig: Schwingungskopplung, Drehmomentübertragung, Schwungstart, Kupplungs- betätigung und Stromerzeugung werden vom Modul realisiert. Die Schwungstartkupplung trennt den Antriebsstrang vom Verbrennungsmotor und ermöglicht damit elektrisches Fahren sowie die Umwandlung von Bremsenergie in elektrische Energie ohne Reibungsverluste im Verbrennungsmotor. Durch das Schwungstartprinzip kann der Verbrennungsmotor mit minimalem elektromotorischem Drehmoment gestartet werden. Beim Startvorgang beschleunigt die elektrische Maschine den Rotor und die Kupplungsscheibe in Sekundenbruchteilen. Dann schließt die Kupplung und das Massenträgheitsmoment der rotierenden Massen dreht den Verbrennungsmotor auf oder sogar über die Leerlaufdrehzahl. Der Vorgang geschieht so schnell, dass er vom Fahrer nicht wahrgenommen wird. Diese Kupplung überträgt Drehmomente von mehr als 1.000 Nm.

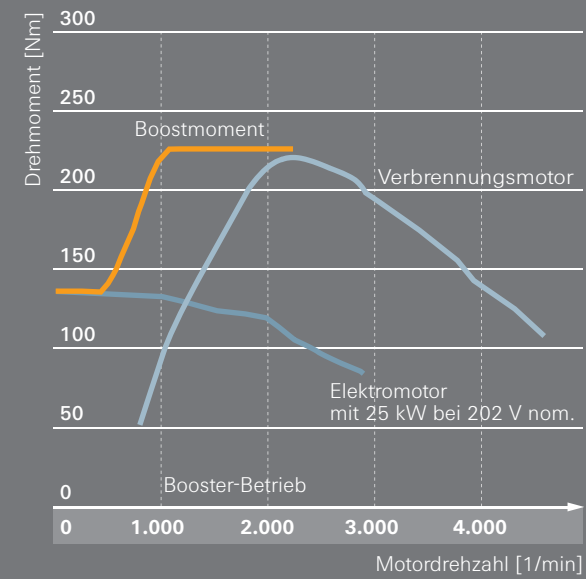
Hybridmodul bestehend aus elektrischer Maschine, Kupplung und Aktuator



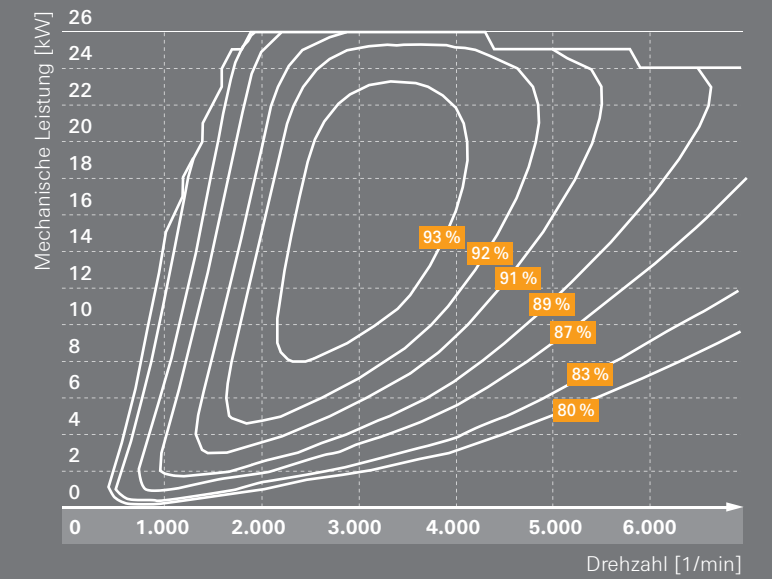
Pluspunkte

- Drastische Reduzierung des Kraftstoffverbrauches und der Emissionen
- Sehr schneller und leiser Motorstart und somit komfortabler Start-Stopp-Betrieb
- Rückgewinnung von elektrischer Energie beim Bremsen
- Erhöhung der Fahrdynamik durch Unterstützung des Verbrennungsmotors beim Beschleunigen, sogenanntes Power-Boost
- Rein elektrisches und somit emissionsfreies Fahren durch Abkoppeln des Verbrennungsmotors vom Antriebsstrang

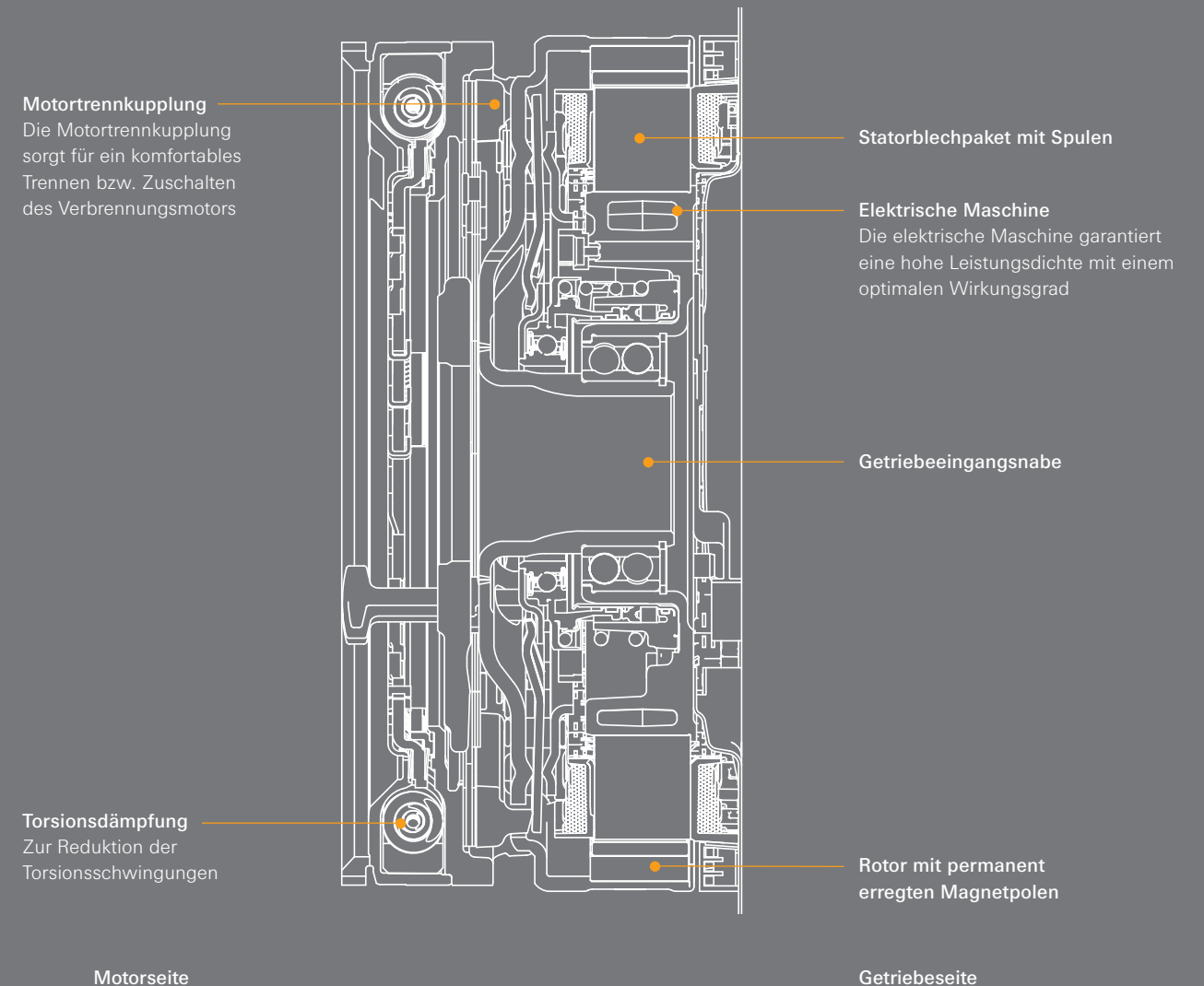
Power-Boost: Mehr Drehmoment



Im System: Wirkungsgradkennfeld Schwungstartmodul (U_{dc} 202 V, motorisch)



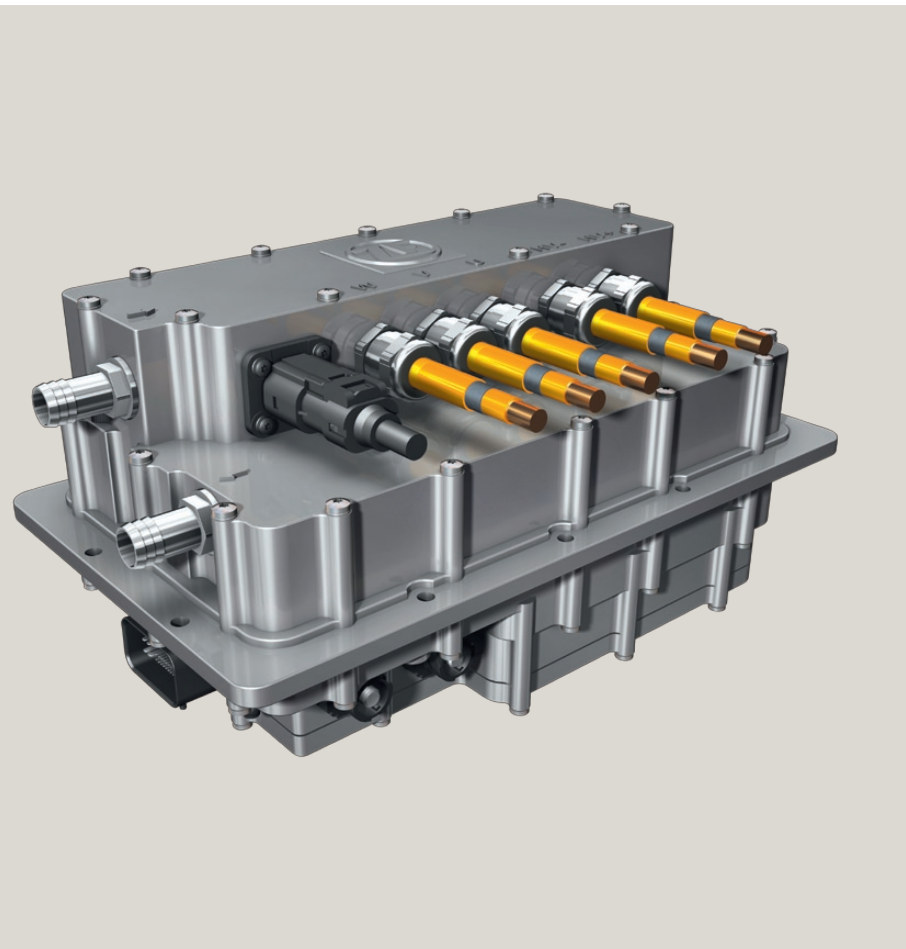
Das Hybridmodul von ZF: Integriert in die bestehende Getriebearchitektur



Integrationskompetenz

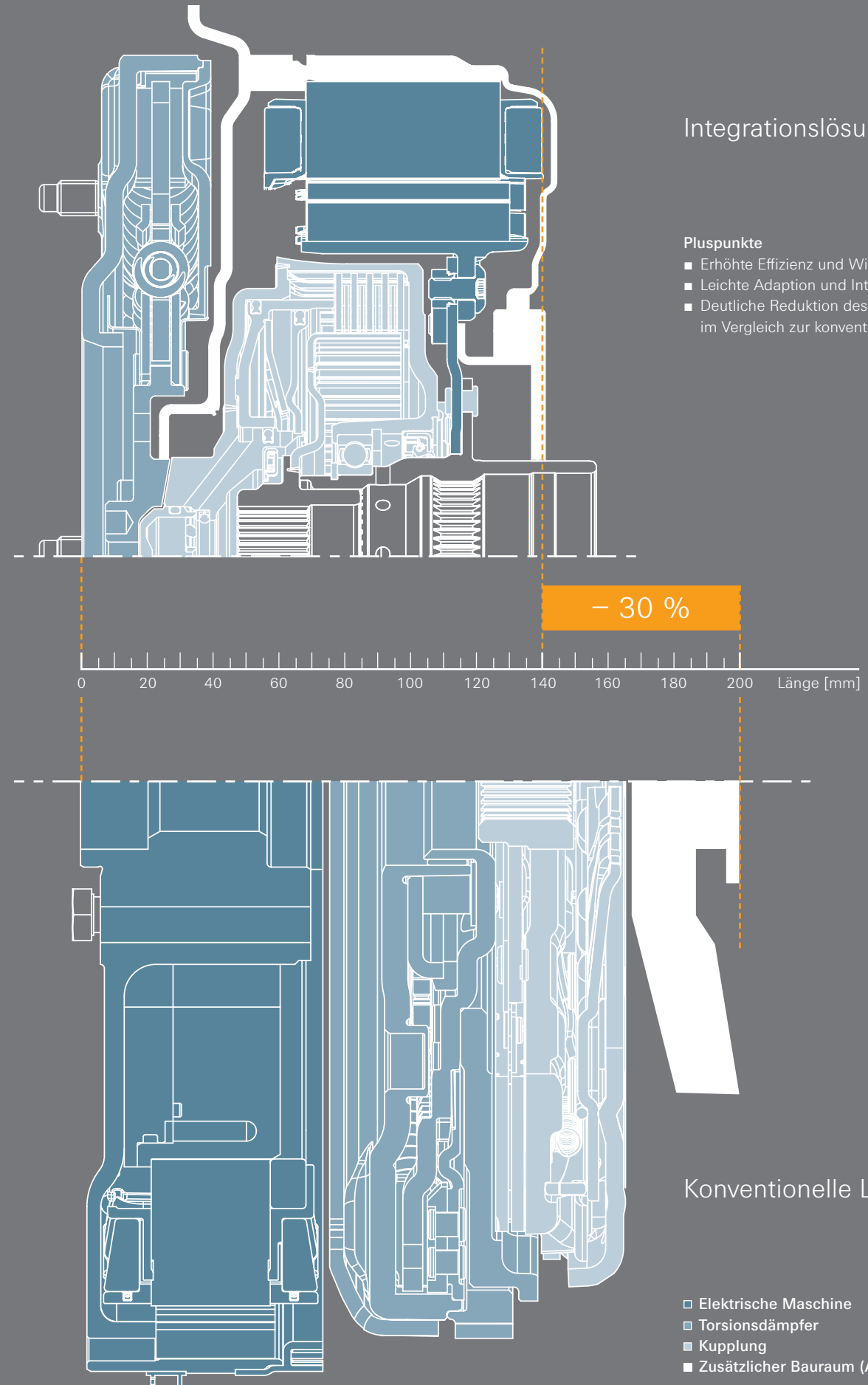
Als Ergebnis der gemeinsamen Forschungs- und Entwicklungsarbeit mit Fahrzeugherstellern und mit weiteren Partnern sind von ZF Mild- und Vollhybride als Innen- oder Außenläufer entwickelt worden. Die elektrischen Maschinen können dabei sowohl in neue als auch bereits existierende Antriebsstränge integriert werden, ohne dabei auf die bekannten Funktionalitäten im Antriebsstrang verzichten zu müssen.

Denn durch die Kompetenz der ZF Friedrichshafen AG für Antriebskomponenten können Anfah- und Schaltelemente, Schwingungsdämpfung und Betätigung integriert werden. Beispielsweise sind auch für Front-Quer-Anwendungen durch die extrem flache Schwungstartkupplung mit gesintertem Belag leistungsstarke Hybridlösungen möglich. Damit ist neben der ökologischen Effizienz auch die Wirtschaftlichkeit für den Automobilhersteller garantiert.



Leistungselektronik – Schlüsselkomponenten für mehr Effizienz im Antriebsstrang
Für die Elektrifizierung des Antriebsstranges bietet ZF modular skalierbare Systeme aus einer Hand: von einzelnen Komponenten wie Wechselrichter oder DC/DC-Wandler über definierte Baugruppen bis hin zum kompletten Hybridsystem. Der Mehrwert des modularen Baukastensystems aus einer Hand für die ZF-Kunden: Sie können eigene Systeme optimal in diese Umgebung integrieren, zudem beschleunigt das einheitliche Systemdesign die Auslegung und Entwicklung von Varianten.

Bauraumgewinn



DynaStart® – Basis der Hybridisierung im Pkw

Die Aufgabe:

Als Spezialist für Anfahr-elemente hat ZF elektrische Maschinen für Parallel-hybride entwickelt, die den extrem hohen Anforderungen an Leistungsdichte und Wirtschaftlichkeit gerecht werden. Anspruchsvolle Verbrauchsziele und CO₂-Reduktionen können erreicht werden – und das bei gleichzeitiger Verbesserung von Fahrleistung und Komfort.

Die Technik:

Mit einem Startergenerator von ZF ging der erste Mild-Hybrid 2009 in Europa in Serie. Bei einer Baulänge von 65 mm und 15 kW Leistung trägt die elektrische Maschine DynaStart® dazu bei, bis zu 15% Kraftstoff und CO₂-Emissionen zu sparen. Dank der bauraumneutralen Integration ermöglicht ZF auch für den Fahr-

zeughersteller ein hohes Maß an Wirtschaftlichkeit, da an bestehenden Fahrzeugkonzepten weiter gearbeitet werden kann. Der Startergenerator DynaStart® von ZF ist speziell für Parallel-Hybrid-lösungen entwickelt worden – kurze Baulänge, hohe Energieeffizienz und robust genug, um im komplexen Umfeld zwischen Motor und Getriebe höchste Leistungen zu bringen.

Der Startergenerator DynaStart® ist als Innen- oder Außenläufer verfügbar. Es werden permanent erregte Neodym-Eisen-Bor-Magnete eingesetzt, so dass kein elektrischer Strom zur Felderregung notwendig ist. Dadurch wird die Leistungselektronik kleiner. Im Gegensatz zu herkömmlichen Elektromotoren werden beim Stator vollautomatisch gewickelte Spulen auf speziell geformte Blechpakete gesetzt. Dieses robuste Design ermöglicht eine wirtschaftliche Serienproduktion.

Seit Mai 2009 werden in Schweinfurt elektrische Maschinen für den Serieneinsatz gefertigt – und leisten mit jedem Fahrbetrieb einen deutlichen Beitrag zu Emissionsreduktion und Ressourcenschonung.

DynaStart® – Elektrische Maschine für Pkw

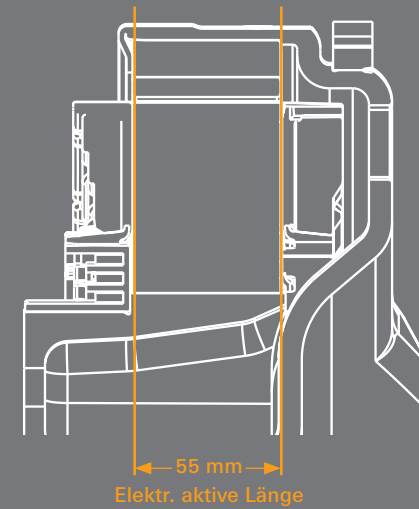


DYNASTART®

Mildhybrid SG325 Technische Daten

- Permanent erregte Synchronmaschine
- Außenläuferprinzip, luftgekühlt
- Kurbelwellenfeste Montage
- Außendurchmesser 325 mm
- Motorische Leistung 12 kW (bei 105 V und 6.000 min⁻¹)
- Maximales Kaltstartdrehmoment 220 Nm (bei 325A)

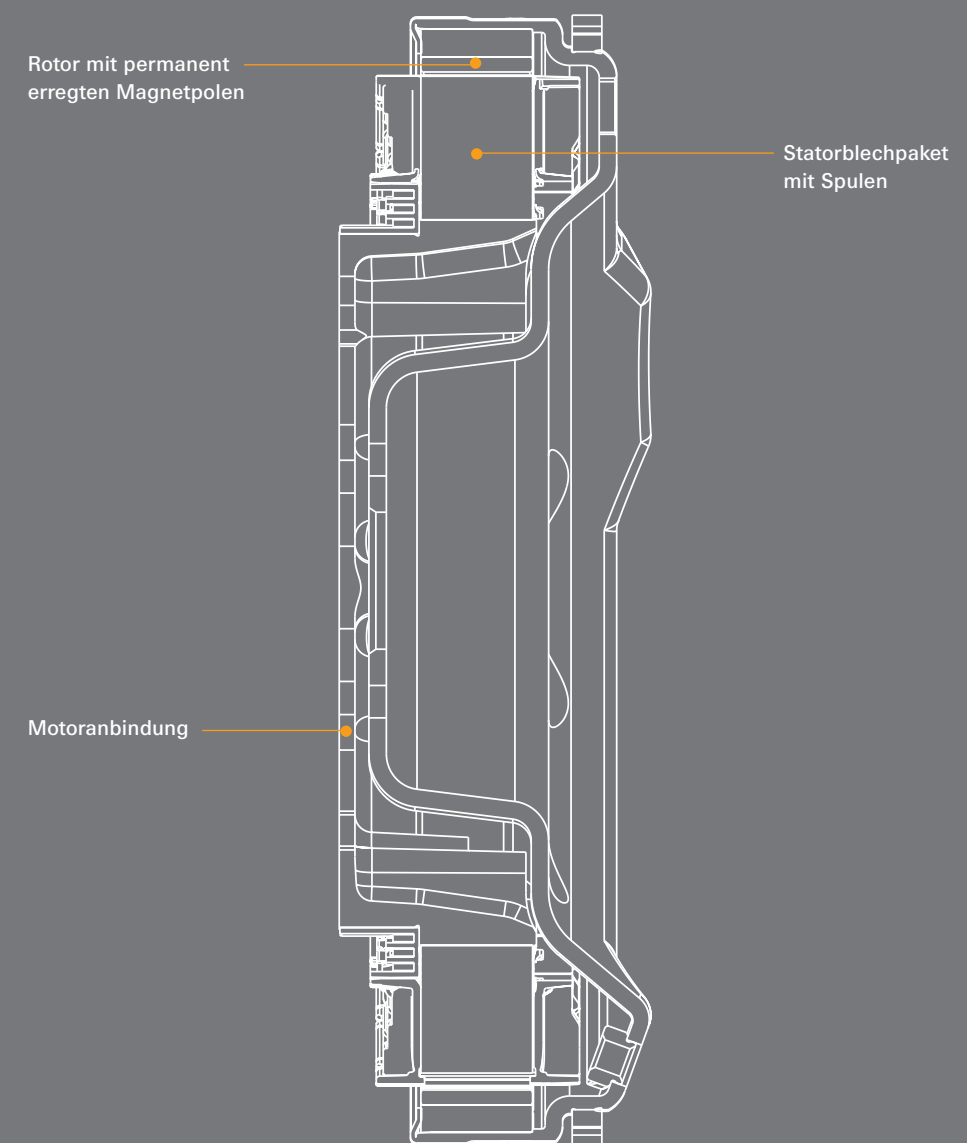
Leistungsdichte



Pluspunkte

- Optimale Leistungs- und Drehmomentdichte
- Hohes Moment bei niedrigen Drehzahlen: Anfahren, Start-Stopp
- Minimale axiale Länge, geringster Bauraumbedarf
- Als Außen- oder Innenläufer verfügbar

Kompakt und leistungsstark – nur zwei von vielen Merkmalen, die die elektrische Maschine DynaStart® von ZF auszeichnet.



DynaStart® für Nutzfahrzeuge – Wirtschaftliche Leistung

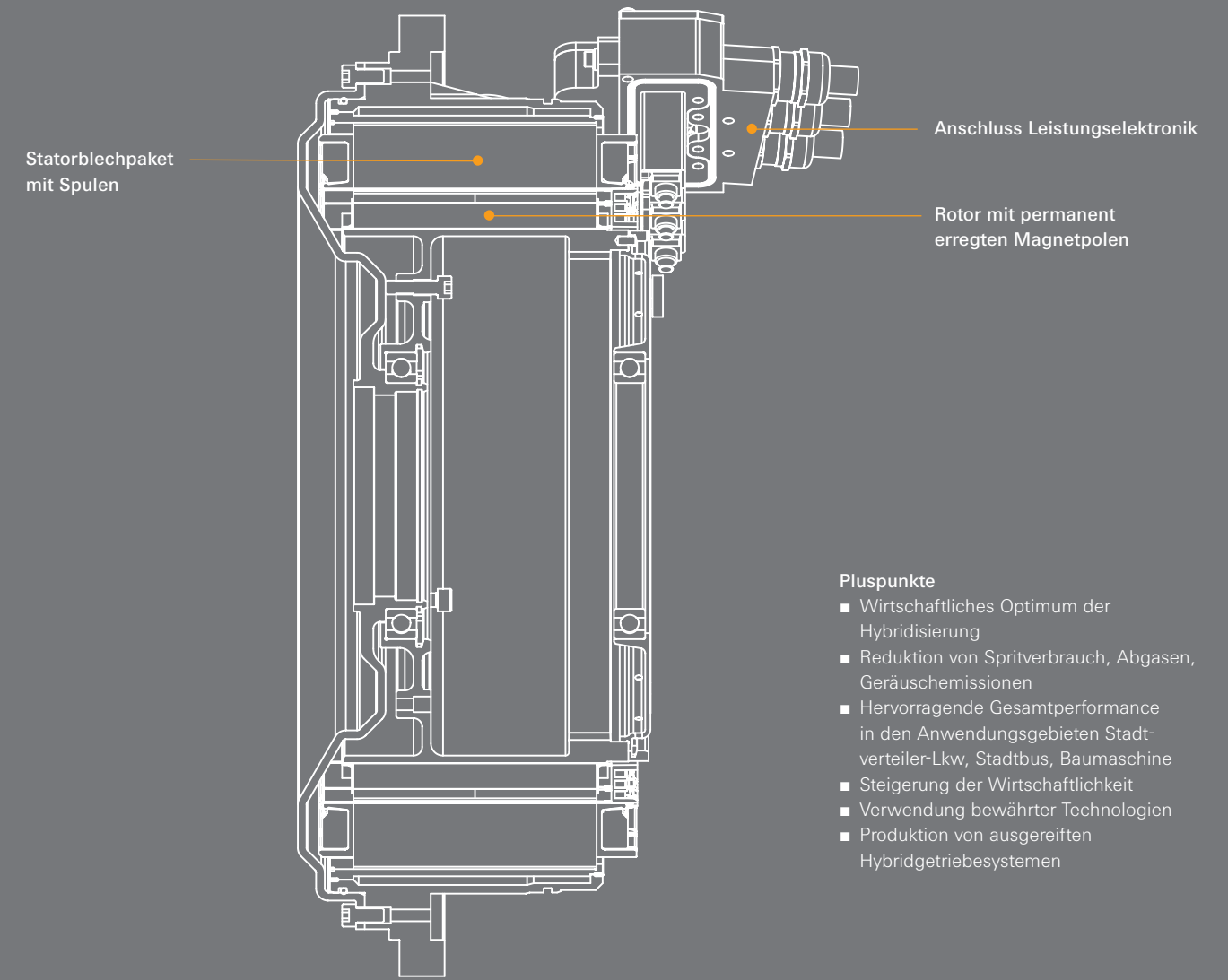
Die Aufgabe:

Sei es der Verteilerverkehr in der Stadt, der Stadtbus oder die Baumaschine: Hier dominieren verbrauchsintensive, häufige Anfahr- und Arbeitsvorgänge mit kurzen Fahrabschnitten. Das Einsparpotenzial der Kraftstoffkosten und die Möglichkeit zur signifikanten Minderung von Abgasen und Geräuschemissionen ist enorm. Kurzum: Für hybridisierte Fahrzeuge das ideale Einsatzgebiet.

Die Technik:

Ausgelegt als Vollhybrid und in die Getriebesysteme der ZF Friedrichshafen AG eingebettet, gibt die elektrische Maschine DynaStart® Drehmomente bis 1.200 Nm mit einer maximalen Leistung von 200 kW ab. Umfangreiche Erprobungen garantieren den täglichen Einsatz und die Betriebssicherheit. Damit sind selbst im rein elektrischen Betriebszustand keine Einschränkungen bezüglich Fahrleistung oder Fahrkomfort vorhanden. Trotz der hohen Leistung konnte der DynaStart® bauraumneutral in die bestehende Getriebearchitektur integriert werden.

Im Fall der Baumaschine ist der Fahrbetrieb sekundäres Anwendungsfeld. Hier dient die Elektrifizierung des Antriebsstranges primär zur Unterstützung oder dem alleinigen Betreiben der Nebenabtriebsaggregate.

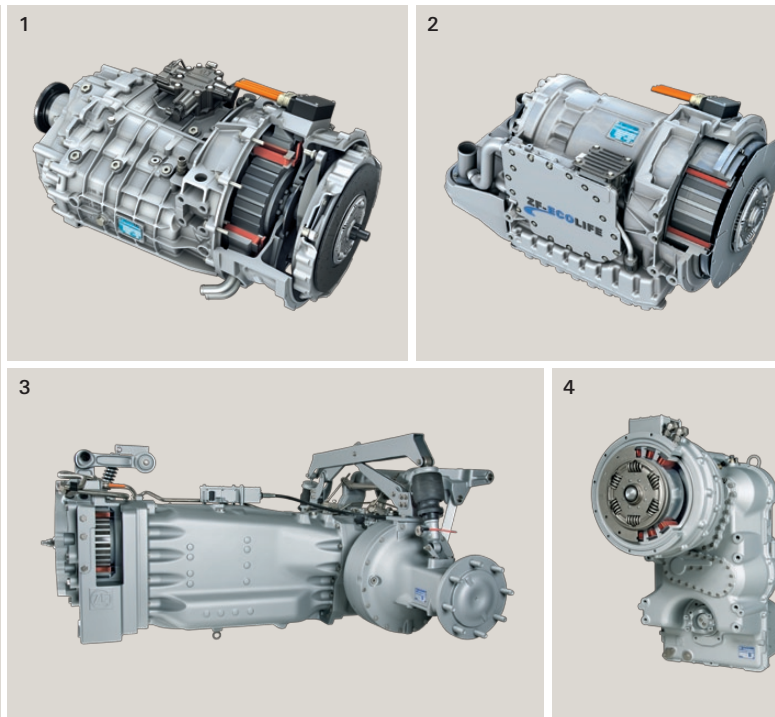
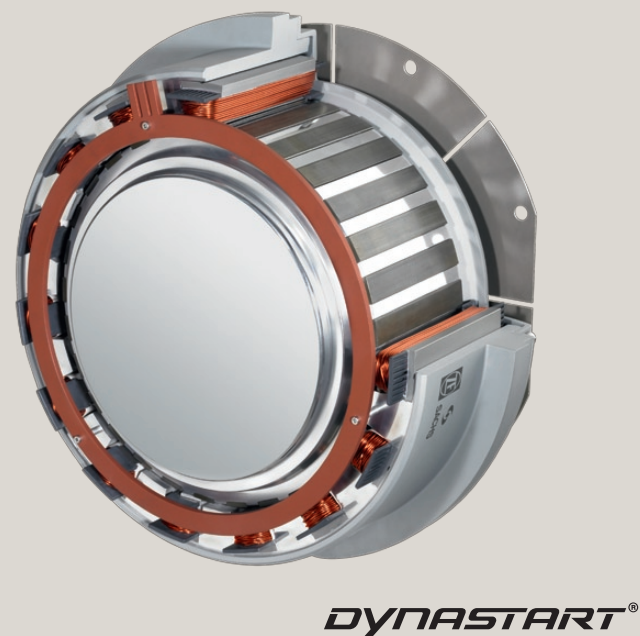


Pluspunkte

- Wirtschaftliches Optimum der Hybridisierung
- Reduktion von Spritverbrauch, Abgasen, Geräuschemissionen
- Hervorragende Gesamtperformance in den Anwendungsgebieten Stadtverteiler-Lkw, Stadtbus, Baumaschine
- Steigerung der Wirtschaftlichkeit
- Verwendung bewährter Technologien
- Produktion von ausgereiften Hybridgetriebesystemen

DynaStart® – Elektrische Maschine für Nfz

Hybridgetriebesysteme HyTronic für Lkw (1), EcoLife für Busse (2), S-Matic für Landmaschinen (3) und ERGOPOWER für Baumaschinen (4)



Produktprogramm Pkw

Antriebstechnik

Getriebe

Manuelle und automatische Getriebe ■ Doppelkupplungsgetriebe ■ Hybridsysteme

Antriebskomponenten

Schaltungssysteme ■ Elektronikkomponenten ■ Kupplungssysteme ■ Drehmomentwandler ■ Zweimassenschwungräder ■ Achsgetriebe ■ Kegelradsätze ■ Differenziale ■ Aggregatelagerungen

Fahrwerktechnik

Achsen

Vorder- und Hinterachssysteme ■ Corner-Module

Fahrwerkkomponenten

Dämpfermodule und Dämpfungssysteme ■ Spurstangen ■ Stabilisatoren ■ Stabilisatoranbindungen ■ Lenker ■ Radgelenke ■ Radträger ■ Niveauregulierungen ■ Crash-Absorptionselemente ■ Fahrwerkklager ■ Kunststoffpräzisionsteile ■ Elektronikkomponenten

Lenkungen

Mechanische, hydraulische und elektrische Lenkungen ■ Lenkungspumpen ■ Lenksäulen ■ Lenkungszubehör

Produktprogramm Nkw

Antriebstechnik

Getriebe

Manuelle und automatische Getriebe ■ Hybridsysteme

Antriebskomponenten

Schaltungssysteme ■ Elektronikkomponenten ■ Steuerungssysteme ■ Kupplungssysteme ■ Drehmomentwandler ■ Zweimassenschwungräder ■ Nebenabtriebe ■ Retardersysteme ■ Achsgetriebe ■ Kegelradsätze ■ Differenziale ■ Aggregatelagerungen

Fahrwerktechnik

Achsen

Vorder- und Hinterachssysteme

Fahrwerkkomponenten

Dämpfermodule und Dämpfungssysteme ■ 4-Punktlenker ■ Dreiecklenker ■ Achsstreben ■ Spurstangen ■ Stabilisatoren ■ Radgelenke ■ Fahrerhauslagerungen ■ Fahrwerkklager ■ Kunststoffpräzisionsteile ■ Elektronikkomponenten

Lenkungen

Hydraulische Lenkungen ■ Hinterachslenkanlagen ■ Lenkungspumpen ■ Lenksäulen ■ Lenkungszubehör

8HP, 9HP, HIS, AKC, VECTOR-DRIVE, ARS, CDC und DynaStart sind eingetragene Marken der ZF Friedrichshafen AG. Servoelectric ist eine eingetragene Marke der ZF Lenksysteme GmbH.

