# **Elektromobilität** Electric mobility

#### Division Industrietechnik

Division Industrial Technology

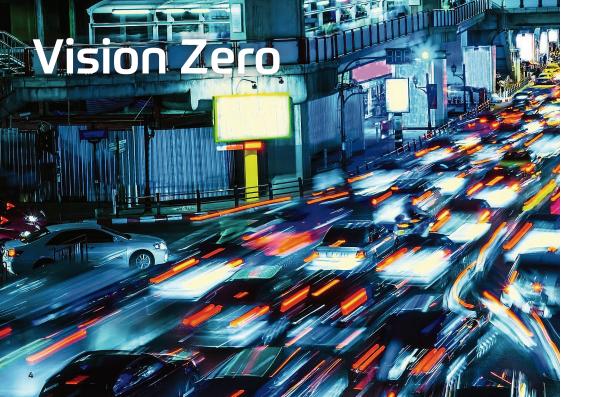






### Inhalt · Contents

Vision Zero	•
Next generation mobility	
Portfolio	
Electrification for industrial applications	10
The future of construction	1
The future of farming	20
The future of logistics	30
The future of marine technology	4
The future of micro mobility	4
Future mobility. Tested now	5
Sustainable mobility shaped by wind power	58



### Next generation mobility

Urbanisierung ist ein Megatrend, der Zustrom in Ballungszentren bleibt weltweit ungebrochen – mit negativen Folgen für Luft- und Lebensqualität. Nur maßgeschneiderte Konzepte leisten einen wirksamen Beitrag zum Klimaschutz. ZF bietet vielfältige Lösungen und Technologien an. Elektromobilität und Null-Emissionen-Zonen gehört die Zukunft.

Die Elektrifizierung von Fahrzeugen beschränkt sich nicht auf Personenwagen. Auch andere Fahrzeugarten, beispielsweise Busse, Lkw, Baumaschinen, Traktoren und sogar Schiffe werden zunehmend elektrisch angetrieben.

Urbanization is a megatrend, the influx into metropolitan areas remains unbroken worldwide – with negative consequences for air quality and quality of life. Only tailored concepts deliver an efficient contribution to climate protection. ZF offers a wide range of solutions and technologies. The future belongs to electric mobility and zero-emission zones.

Electrification is not limited to passenger cars. Other types of vehicles, such as buses, trucks, construction machinery, tractors and even ships, are increasingly becoming electrically powered.



### **Portfolio**

ZF treibt die Elektrifizierung von Fahrzeugen mit integrierten Systemlösungen konsequent voran und bietet bereits heute unterschiedlichste Hybrid- und rein elektrische Antriebslösungen für nahezu jedes Fahrzeugsegment in Serie. In Sachen E-Mobilität weiß ZF worauf es ankommt, damit Strom zu effizientem und dynamischem Vortrieb wird.

Um Transport und Logistik vor allem in urbanen Ballungsräumen sicherzustellen, sind elektrische und teilelektrische Antriebe unverzichtbar. Dafür entwickelt und liefert ZF Kernkomponenten sowie komplette Systeme für alle Fahrzeugarten. Vom Leicht-Transporter über Stadtbusse bis zum Schwerlastzug bietet ZF unterschiedlichste Systeme für elektrische Antriebe. Das Portfolio umfasst dabei unterschiedliche Stufen der Elektrifizierung.

ZF is constantly advancing vehicle electrification and has meanwhile come to be known as the world champion of variation with its many integrated system solutions. In fact, ZF now offers the broadest range of hybrid and all-electric drive solutions for almost every vehicle segment. As one of the early e-mobility pioneers, ZF knows what it takes to convert electricity into efficient and dynamic vehicle propulsion.

The electrification of the driveline can no longer be stopped. Fully electric and hybrid electric drivelines are the key to ensuring transport and logistics services can be provided in the future, especially in urban areas. To achieve this, ZF develops and supplies core components and complete systems for all vehicle types.



# ZF electrifies everything

#### Elektrifizierung führt zu geringeren Emissionen, Kraftstoffeinsparungen und Kosteneffizienz

- ZF bietet elektrische Antriebstechnik für alle On- und Off-Highway-Transportfahrzeuge.
- ZF-Antriebstechnik ermöglicht nicht nur eine Senkung der Emissionen, sondern auch der Gesamtbetriebskosten.

#### Electrification for less emissions, fuel savings and cost efficiency

- ZF delivers electric driveline technology for all on- and off-highway transportation vehicles.
- ZF drive technology enables reductions not only in regards to emissions but also regarding TCO.

#### Fully electric drive solutions

for short range transportation for example eVD2, eTRAC, CeTrax

#### Hybrid solutions

for long distance and heavy duty transportation for example TraXon Hybrid

#### Electro mechanical steering

for lift trucks for example eSTEER

#### Electric axle drive

for short range transportation for example Electric Axle Drive, AxTrax

#### Electric components

for long distance and heavy duty transportation for example EST 54, Inverter

#### Electro Hydraulic Steering

for short range transportation for example ReAX

### Electrification for industrial applications

Elektrifizierte Baumaschinen und sauberer Strom aus Windkraft: Die Elektromobilität hat bereits in vielen Anwendungen der Industrietechnik erfolgreich Einzug gehalten. Auch abseits der Straße bietet ZF Lösungen um Emissionen zu vermeiden.

Insbesondere bei städtischen Baustellen zeigen sich die Vorteile der Elektrifizierung: keine Abgase und sehr niedrige Lärmemissionen. Damit elektrische Antriebe tatsächlich emissionsfrei sind, benötigen sie Strom aus regenerativen Quellen. Mit seinen Getrieben für Windkraftanlagen leistet ZF einen stetig steigenden Beitrag für die saubere Erzeugung von Energie.

Electrified construction equipment and clean electricity from wind power: Electromobility has also made a successful entry into the application of industrial technology. ZF also offers solutions for avoiding emissions off the road.

The advantages of electrification are particularly apparent in urban construction sites, as they produce no exhaust gas and keep noise emissions to a minimum. Electric drives need power from renewable sources in order to actually be zero-emission. With its gearboxes for wind turbines, ZF is making an ever-increasing contribution to the production of clean energy.



The future of construction
Electric construction machinery systems



**farming**Electric agricultural machinery systems

The future of



**The future of logistics**Electric solutions for material handling vehicles



The future of marine technology
Hybrid technology from one source



**micro mobility**Electric drive solutions for micro mobility

The future of



**Future mobility. Tested now.**E-mobility test rigs are real all-rounders



shaped by wind power Clean energy production for tomorrow's transportation

Electrified world,



# Electric driveline solutions for construction machinery



#### Vision Zero für die Baustelle der Zukunft

Bis zum Jahr 2050 werden Schätzungen zufolge zwei Drittel der Weltbevölkerung in Metropolen leben. Diese Entwicklung bringt auch Nachteile mit sich: Feinstaub, Abgase und Lärm belasten Umwelt wie Bewohner gleichermaßen. ZF weiß: Die Baustelle der Zukunft soll idealerweise nicht nur klimaneutral, sondern auch sicher und effizient funktionieren. Diese Ziele spiegeln sich im Leitprinzip der "Vision Zero" wider, die ZF in allen Geschäftsbereichen verfolgt: einer Welt der Mobilität ohne lokale Emissionen, ohne Unfälle und ohne technische Ausfälle. Dazu entwickelt das Unternehmen zukunftsweisende Technologien bereits heute.

#### Vision zero for the future construction site

According to estimates, by 2050 two thirds of the world's population will live in large cities. This development also comes with disadvantages: fine dust, fuel emissions and noise impact the environment and inhabitants alike. ZF knows: ideally, the construction site of the future should not only be climate neutral, but it should also operate safely and efficiently. These objectives are reflected in the guiding principle of "Vision Zero" that ZF strives to achieve in all of its divisions: a world of mobility without local emissions, without accidents and without technical failures. To that end, the company is already developing future-oriented technologies today.

# Electric driveline solutions for compact vehicles

#### Emissionsfrei und umweltschonend

Der ideale Einsatzort für elektrifizierte Kompaktfahrzeuge – Die urbane Baustelle der Zukunft. Durch die leise und schadstofffreie Nutzung können trotz strenger Emissionsvorgaben Bauarbeiten im innerstädtischen Bereich oder in Gebäuden realisiert werden.

Mit dem Leitprinzip Zero Emission verfolgt ZF den ehrgeizigen Anspruch, zukünftig auch kompakte Arbeitsmaschinen wie beispielsweise Kompaktlader emissionsfrei fahren zu lassen. ZF als Technologieführer setzt hier im Bereich der elektrischen Antriebe neue Maßstäbe, gerade wenn es um integrierte Systemlösungen geht.

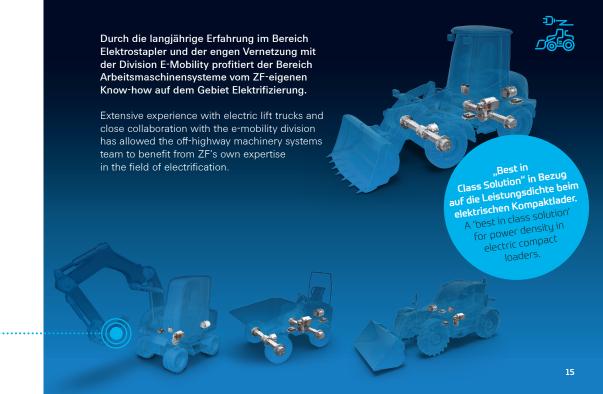
#### Emission-free and eco-friendly

The ideal location for compact electric vehicle applications – The urban construction site of the future. Quiet and pollution-free operation helps to make construction work in inner-city areas or buildings a reality, despite strict emission controls.

Guided by the principle of zero emissions, ZF strives to achieve the ambitious claim of enabling compact work machinery such as compact loaders to also drive emission-free in the future. Technology leader ZF is setting new standards for electrical drives, especially when it comes to integrated system solutions.

#### Electric central drive eTRAC ······

for compact loaders, excavators, dumpers and telehandlers



### Electric drive solutions for mid-sized vehicles

#### Elektrische Radlader-Technologie – Elektrischer Zentralantrieb eTRAC eCD

- Elektromechanisches Lastschaltgetriebe mit einem eMotor für Zug und einem für Nebenabtrieb
- Antriebsstrang mit zuverlässigen Komponenten und optimierter Systemleistung
- Getriebe: auf Basis ERGOPOWER Technologie
- E-Antrieb: 650 V (50-120 kW Dauerleistung)
- ePTO: 650 V (30-70 kW Dauerleistung)
- eDCU: Drive Control Unit für Gesamtsystemleistung und Leistungsmanagement
- Selber Bauraum wie konventioneller Antriebsstrang

#### Electric Wheel Loader Technology – Electric central drive eTRAC eCD

• Electromechanical powershift transmission with one eMotor for traction and one for PTO

• Drivetrain with reliable components and optimized system performance

- Transmission: based on ERGOPOWER technology
- e-drive: 650 V (50-120 kW continuous power)
- ePTO: 650 V (30-70 kW continuous power)
- eDCU: Drive Control Unit for overall system performance and power management
- · Same installation space as conventional driveline





elektrisch – ZF eTRAC 100% electric – ZF eTRAC

ZF hat seine Produktpalette für Radbagger erweitert und bietet neben den konventionellen Achsen, dem Schwenkantrieb und dem hydrostatischen Lastschaltgetriebe nun auch einen elektrischen Zentralantrieb sowie ein elektrifiziertes Schwenkantriebssystem. So unterstützt ZF seine Kunden auf dem Weg zu emissionsfreien Radbaggern.

ZF has expanded its range of products for wheeled excavators and, in addition to its conventional axles, swing drive and hydrostatic powershift transmission, now also offers an electric central drive as well as an electrified swing drive system. In this way, ZF supports its customers on their way to emission-free wheeled excavators.

# Electric mixer truck for the urban construction site of the future

Saubere Luft, weniger Lärm, mehr Komfort – mit dem elektromechanischen Antriebssystem ECOMIX CMe ermöglicht ZF den emissionsfreien Mischer-Betrieb in innerstädtischen Baustellen. Hierbei profitierte ZF von den Synergieeffekten, die sich aus dem vielfältigen Produktportfolio des Konzerns ergeben und setzt somit Maßstäbe in den Bereichen Effizienz, Produktivität und Geräuschverhalten ohne dabei die Gesamtkosten (TCO) aus den Augen zu verlieren.

Beim neuen Plug-in-Hybridkonzept wird der Hydraulikmotor durch einen dem Mischergetriebe vorgeschalteten Elektromotor ersetzt, die Hydraulikpumpe durch einen Generator. Damit kann der Lkw sowohl beim Befüllen an der Mischanlage als auch beim Einsatz auf der Baustelle ohne den Verbrennungsmotor die Trommel autark und emissionsfrei durch die Hochvolt (HV)-Batterie betreiben.

Clean air, less noise, more comfort – The CMe ECOMIX Electric Mixer drive enables to bring mixers with zero emissions to downtown construction sites. Hereby ZF benefits from the synergy effects resulting from the Group's diverse product portfolio and raises the bar for efficiency, productivity and noise without neglecting the total cost of ownership.

The new plug-in hybrid concept replaces the hydraulic pump with a generator and the hydraulic motor with an electric motor upstream of the mixer transmission.

This means that the truck can park its engine on the construction site as well as in the mixing plant and let the drum run independently and emission-free powered by the high-voltage (HV) battery.





# Electric driveline solutions for agricultural machinery



Als weltweit führender Technologiekonzern treibt ZF die Elektrifizierung von Fahrzeugen mit integrierten Systemlösungen konsequent voran und bietet bereits heute unterschiedlichste Hybrid- und rein elektrische Antriebslösungen für nahezu jedes Fahrzeugsegment in Serie. ZF liefert für Landmaschinenhersteller komplette Elektrifizierungssysteme aus einer Hand. Die Basis für die Elektrifizierung von Anbaugeräten ist das neue Generatormodul TERRA<sup>+</sup> zusammen mit zugehöriger Leistungselektronik.

ZF is constantly advancing vehicle electrification and has meanwhile come to be known as the world champion of variation with its many integrated system solutions. In fact, ZF now offers the broadest range of hybrid and all-electric drive solutions for almost every vehicle segment. ZF supplies complete electrification systems for agricultural machinery manufacturers from one source. The electrification of implements is based on the new generator module TERRA+ in combination with the corresponding power electronics.

# Electric driveline solutions for agricultural machinery

#### Electrification implements

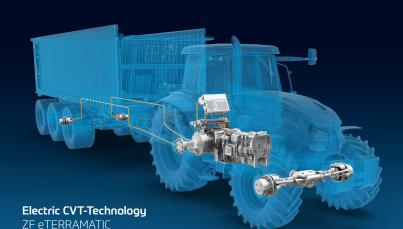
- Bedarfsgerechter Antrieb elektrischer Nebenverbraucher am Fahrzeug
- Hochpräziser geregelter Betrieb von elektrischen Antrieben auf Anbaugeräten
- Erhöhung der Arbeits- bzw. Zugleistung
- Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen

- Power-on-demand drive of electrical auxiliaries on the vehicle
- High-precision, controlled operation of electric drives on mounted implements
- Increase of operational performance and tractive effort
- Reduction of CO<sub>2</sub> emissions









Unterstützt durch die funktionale Integration des elektrischen Nebenabtrieb (ePTO) in einen elektrifizierten Antriebsstrang (eCVT), tragen diese zur Optimierung von Systemkosten und Fahrzeug-integration bei. Die Besonderheit dabei ist, dass der Variator, bestehend aus zwei E-Maschinen, sowohl für den Fahrantrieb und somit das Regeln der Getriebeübersetzung, wie auch für die Generatorfunktionalität zuständig ist.

Supported by the functional integration of the electric power take-off (ePTO) in a electrified drive train (eCVT), these contribute to the optimization of system costs and vehicle integration. The special feature here is that the variator, consisting of two electric motors, is responsible for both the drive and thus the control of the transmission ratio as well as the generator functionality.



Electric single-wheel drive for agricultural applications

# **Electrification for implements**

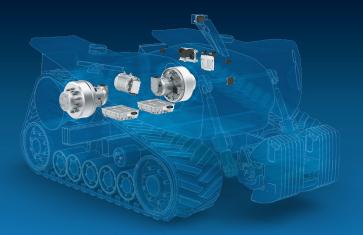


#### Electric driveline solutions

Systeme mit elektrischen Traktionsantrieben an Anbaugeräten und entsprechendem Traktionsmanagement können in der Anwendung in weichem Boden deutliche Vorteile erzielen. Produktivitätssteigerung oder Schlupfreduktion sind daher mögliche Zielsetzungen der Systemoptimierung mit elektrisch verteiltem Traktionsmanagement. Um den elektrischen Traktionsantrieben am Anbaugerät mit der nötigen Performance zum Durchbruch zu verhelfen, wurde ein modulares Antriebssystem entwickelt, mit dem sich Synergien zu anderen Applikation bestmöglich erreichen lassen.

In combination with appropriate traction management, systems with electric traction drives on implements offer significant advantages when it comes to applications on loose ground. System optimization with electrically distributed traction management has the potential to boost both productivity and tractive effort. To encourage the breakthrough in terms of the performance required from electric traction drives on implements, the development of a modular drive system was necessary with the best possible potential for synergies with other applications.

# Electrification for field robots and subcompact vehicles



### Electric driveline solutions for compact vehicles

#### Electric wheel drive for subcompact vehicles: eTRAC series

- Elektrischer Radantrieb für landwirtschaftliche Kleinstfahrzeuge
- All-in-One-Lösungen und flexibles Baukastensystem
- Einfacher Einbau
- · Hohe Leistungsfähigkeit und Effizienz
- Geringe Laufgeräusche durch optimierte Verzahnungstechnologie
- Electric wheel drive for subcompact vehicles
- All-in-one solutions and flexible building block system
- Easy installation
- High performance capability and efficiency
- Low operating noise due to optimised gear-mesh technology





# Electric driveline solutions for compact vehicles



Technologietransfer aus dem Material Handling Bereich

Technology transfer from the material handling sector

# Electric driveline solutions for compact vehicles

#### Electric bevel gear drive for field robots: eTRAC series

- Lenk-Antriebssysteme f
  ür Feldroboter
- Patentierte ZF-Hypoidverzahnung bietet dem Kunden optimale Leistung (Drehmomentkapazität), Lebensdauer und hohe Übersetzung auf minimalem Bauraum
- Niedriger Geräuschpegel
- Max. Abtriebsdrehmoment 1.400 Nm
- Electric bevel gear drive for field robots
- Steer-Drive systems for field robots
- Patented ZF hypoid toothing provides the customer with optimum performance (torque capacity), service life and high ratio in a minimal installation space
- Low noise level
- Max. output torque 1,400 Nm









# Electric driveline solutions for material handling

Zunehmende Just-in-Time Fertigung, die steigende Anzahl von Onlinebestellungen sowie immer längere Transportwege sind nur einige der aktuellen Treiber in der Logistikbranche. Umso wichtiger ist demnach ein nicht nur schneller und effizienter, sondern ebenso klimaneutraler Materialtransport. Hierfür bietet ZF zukunftsweisende Antriebslösungen bereits heute und gehört in diesem Bereich weltweit zu den Technologie- und Innovationsführern.

Sowohl Front- und Heckantriebe für Elektro-Gegengewichtstapler als auch Komplettsysteme für jede Art der Lagertechnik wie Hubarbeitsbühnen, Elektroschlepper, Reinigungsfahrzeuge, fahrerlose Transportsysteme und andere Sonderanwendungen werden von ZF mit verschiedenen Alternativlösungen (z. B. Stirnrad-, Kegelstirnrad- oder Planetengetriebe) kundenindividuell entwickelt und produziert. Das macht den Materialtransport produktiver, kostengünstiger und sauberer.

Increasing just-in-time production, the rising number of online orders as well as longer and longer routes of transport are only some of the actual drivers in the logistics industry. Therefore, not only fast and efficient but also climate-neutral transport becomes more and more important. Therefore, ZF off ers advanced driving solutions already today and in this fi eld is a true innovation leader. Front and rear drives for electric counterbalance lift trucks and ready-to-install complete systems for any kind of warehouse handling equipment such as elevating work platforms, electric tractors, cleaning vehicles, automatically guided transport systems, or other special applications are developed and produced by ZF with various alternative solutions (e.g. spur gear, helical bevel gear or planetary transmission) to suit individual customer requirements. This, in turn, makes material handling more productive, cost-effective and cleaner.



# Electric driveline solutions for

# material handling

#### Electro-mechanic power-steering for material handling applications

- Elektromechanische Lenkung für frontgetriebene 4-Rad Gegengewichtsstapler bis zu 2 Tonnen Hublast
- Energieeinsparung > 10 % (Power on Demand)
- Steer by wire
- Functional safety: Performance Level D
- Geringer Geräuschpegel
- Electro-mechanical steering system for front wheel driven 4-wheel counterbalance lift trucks up to 2 t lifting capacity
- Energy saving > 10 % (power on demand)
- Steer by wire
- Functional safety: Performance Level D
- Low noise level







# System expertise for electrically driven vehicles

Durch den Wettbewerb bei Schiffslinien müssen Terminalbetreiber rentabler und vor allem im Bereich Effizienz, Produktivität und Kraftstoffverbrauch besser werden. Gestiegenes Umweltbewusstsein macht es umso wichtiger, Emissionen noch weiter zu reduzieren.

Der elektrische Zentralantrieb CeTrax kann einfach in Fahrzeugkonzepte mit konventionellem Antriebsstrang-Layout integriert werden und ist für vielfältige Anwendungen in Sonderfahrzeugen geeignet. Beispiele dafür sind: Terminal-Traktoren, leichte Kranfahrzeuge oder Kommunalfahrzeuge. Als ZF-System mit Wechselrichter und elektronischen Steuerung mit eigener ZF-Software erhalten Fahrzeughersteller ein hinsichtlich Wirtschaftlichkeit und Effizienz optimal abgestimmtes Gesamtpaket.

The competition for shipping lines drives terminal operators to improve their profitability and as such their efficiency, productivity, and fuel consumption. With the increase in environmental awareness, reducing emissions becomes increasingly important.

The CeTrax electric central drive can be integrated simply into vehicle designs with a conventional driveline layout and is suitable for a variety of special vehicles such as terminal tractors, light crane vehicles or municipal vehicles. The ZF system with inverter and electronic control unit with proprietary ZF software provides vehicle manufacturers with a system package that is designed for cost-effectiveness and efficiency.

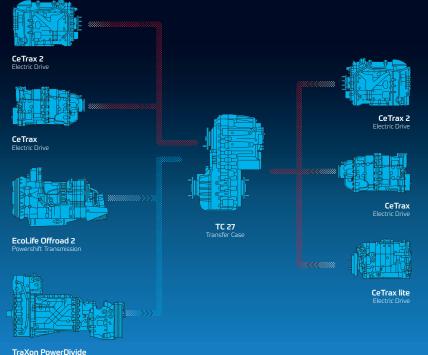


### Electrification for terminal tractors

#### Electric drive solution for terminal tractors: CeTrax

- Elektrischer Zentralantrieb mit integrierter, bewährter Planetengetriebestufe des ZF-EcoLife
- ZF-System inklusive Wechselrichter und Elektronik: Optimale Performance und vereinfachte Fahrzeug-Homologation
- Verwendung bewährter Serienkomponenten
- Verwendung von Standardachsen mit gängigen Übersetzungen möglich
- Hoher Systemwirkungsgrad
- Hohe Leistung bei niedrigem Gewicht durch Kombination aus Wasser- und Ölkühlung
- Electric motor with integrated, tried-and-tested planetary gear stage from ZF-EcoLife
- ZF system including inverter and electronics: optimal performance and simplified vehicle homologation
- Use of proven series components
- Combination of conventional axles with common ratios possible
- High system efficiency
- High performance at low weight due to combination of water and oil cooling





# Modular drive system for off-road vehicles

#### Flexible modular system for hybrid or all-electric driving

- Systemlösung aus einer Hand: Antrieb, integrierte Leistungselektronik und Funktionselektronik
- Elektrischer Motor ermöglicht Hybridantrieb sowie rein elektrisches Fahren, Boost-Funktion und emissionsfreien Betrieb von Equipment
- E-Motor agiert als Retarder bzw.
   Rekuperator, was den Bremsverschleiß und damit die Instandhaltungskosten senkt
- Einfachere Entwicklung, Abstimmung und Homologation durch bewährte Serienkomponenten
- Optimiert für den Einsatz auf Flughäfen, auf Baustellen und im Gelände

- Flexible modular system from proven ZF volume production components
- Maximum flexibility: Conventional, electric, or combined drive
- System solution from a single source: drive, integrated power electronics, and function electronics
- Electric motor enables hybrid drive as well as purely electric driving, boost function, and zero-emission operation of equipment

 Electric motor acts as retarder or recuperator, which reduces brake wear and thus maintenance costs





# Hybrid technology from one source



Angesichts immer strengerer Vorschriften auf hoher See und in Hafenstädten gilt: Die Zukunft der Schifffahrt gehört sauberen und nachhaltigen Antrieben. Mit einem hybridfähigen Getriebeportfolio kann ZF Schiffbauer und Reedereien unterstützen, die in vielen Anwendungssegmenten Emissionen, Kraftstoffverbrauch sowie Kosten senken wollen. Dabei bietet der Konzern Getriebe, elektrische Motoren, Umrichter und Steuerungskomponenten aus einer Hand an, was Zuverlässigkeit, Wirtschaftlichkeit und Qualität weiter steigert. Das Portfolio der Hybridsysteme deckt einen Leistungsbereich von ca. 600 kW konventioneller Leistung (ZF 33X0-Serie) bis maximal 11.500 kW (ZF 83700) ab. Im unteren Leistungsbereich können die hybridfähigen Getriebe mit elektrischen Motoren und Umrichter zwischen 150 kWe und 750 kWe kombiniert werden.

In light of the ever stricter regulations at sea and at ports, the future of shipping belongs to clean and sustainable drives. ZF's comprehensive hybrid portfolio supports shipbuilders, vessel owners and operators in many application segments to reduce emissions, fuel consumption and operating costs. The Group offers transmissions, electric motors, converters and control systems from a single source, which further increases reliability, efficiency and quality. The portfolio of hybrid systems covers a power range from approximately 600 kW of conventional power (ZF 33X0 series) to a maximum of 11,500 kW (ZF 83700). In the lower power range, the hybrid-ready transmissions can be combined with electric motors and converters between 150 kWe and 750 kWe.



# Hybrid transmissions for ships



#### ZF 8300 PTI with electric systems and controls

- Dank hoher Anpassungsfähigkeit Integration in unterschiedliche Hybrid Marineantriebslösungen möglich
- Inklusive Elektromotor, Wechselrichter, Nebenaggregate und Steuerungen
- Nennleistung von bis zu 2.950 kW bei 2.100 U/min
- Übersetzungen von 3,00 bis 4,70
- Weitere PTO-Optionen für eine umfangreichere Auswahl an SAE-Hydraulikpumpen in verschiedenen Größen
- ZF 8300 PTI kann, wie alle ZF-Marinegetriebe, von allen wichtigen Klassifikationsgesellschaften zertifiziert werden

- Flexibility to be integrated into a wide variety of hybrid vessel propulsion solutions possible
- Including electric motor, converter, auxiliaries and controls
- Rated up to 2950 kW at 2100 rpm
- Gear ratios from 3.00 to 4.70
- More PTO options for a larger range of SAE hydraulic pump sizes

The ZF 8300 PTI, like all ZF marine transmissions, can be certified by all major classification societies

# Hybrid technology for commercial and fast craft

#### ZF 5200 PTI transmission with down angle

Mit dem Getriebe ZF 5200 PTI stellt ZF das erste hybridfähige Down-Angle-Getriebe vor. Mit diesem Getriebe sind A- und V-Konfigurationen realisierbar, wobei ein horizontaler Einbau von Motor und Getriebe möglich ist und den Herstellern somit eine hohe Flexibilität hinsichtlich neuer Konstruktionen und Umbauten geboten wird. Mit vielfältigen Übersetzungsvarianten kann es mit Hauptmotoren von 900 bis 2500 kW kombiniert und mit den unterschiedlichen PTI Vorschaltstufen können E-Motoren bis 770 kWe eingesetzt werden. Dank der kompakten und leichten Bauweise der E-Motoren können diese bis zu einer Leistung von 300 kWe direkt an das Getriebe angeflanscht werden

With the ZF 5200 PTI transmission, ZF is presenting the first downangle transmission ready for hybrid applications. With this transmission A and V configurations can be realized, allowing horizontal installation of engine and gearbox giving manufacturers high flexibility for new designs and retrofits. With multiple gear ratios it matches main engines ranging from 900 to 2500 kW and with the variety of PTI spur gears e-motors up to 770 kWe can be added. Due to the compact and light design of the e-motors, they can be flanged directly to the transmission up to an output of 300 kWe.

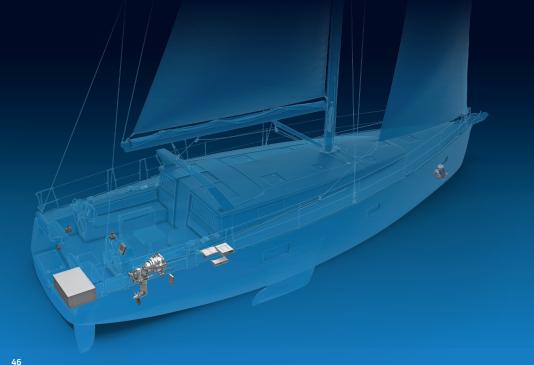
# Hybrid technology for commercial and fast craft

# <u>\_\_\_</u>

#### ZF 5200 PTI transmission with down angle

- · Leistung des Hauptantriebs bis 2462 kW max.
- · Leistung des PTI-Antriebs bis ca. 600 kW
- Übersetzungsbereich Hauptantrieb von i=2,588 bis i=4,250
- Übersetzungsbereich des PTI-Antriebs von i=2,252 bis i=13,813
- Leichtbauweise: Kompaktes Design, Aluminium-Gehäuse
- Uneingeschränkte Klassifizierbarkeit bei den gängigen Klassifikationsgesellschaften
- Main drive output of up to a maximum of 2,462 kW
- Power take-in drive output of up to approx. 600 kW
- Main drive has a ratio range from i=2.588 to i=4.250
- Power take-in drive has a ratio range from i=2.252 to i=13.813
- Weight optimized construction: compact design, aluminum transmission housing
- Allows unrestricted classification by established classification societies





### Electric solution for sail boat drives



- Kein Lärm und keine Emissionen: E-Antrieb macht Segeln umweltfreundlicher
- Skipper können Häfen ansteuern, die aufgrund von Umweltbestimmungen Yachten mit konventionellem Antrieb versperrt bleiben
- Reisegeschwindigkeit bis zu knapp 7 Knoten (umgerechnet: 13 km/h) bei einer Reichweite von etwa 30 Seemeilen (umgerechnet: 55,5 km)
- Durch die punktgenau Regulierbarkeit der Drehzahl des E-Motors ist das Anlegen bei starkem Seitenwind oder starker Strömung noch sicherer
- Einfache Installation und Wartung wie bei einem Standard Segelboot-Antriebssystem
- Zero noise and zero emissions: full electric propulsion system makes sailing more environmentally friendly
- Skippers can sail into harbors with environmental regulations which ban yachts with conventional drives
- Speed up to 7 knots with a range of around 30 nautical miles
- Safer docking in strong crosswinds or currents due to the precisely controllable speed of the motor
- Easy to install and maintain as a standard sail boat propulsion system



# Electric drive solutions for micro mobility



#### **Next Generation Micro Mobility**

Die Mikromobilität wird als einer der Megatrends der nächsten Jahrzehnte gesehen. ZF zielt gemäß dem Motto "Next Generation Micro Mobility" darauf ab, die Mikromobilität von Morgen mitzugestalten und einen Beitrag in den Bereichen Zero Emissions, Urban Mobility und Last Mile zu leisten. Die Kernkompetenzen von ZF lassen sich perfekt auf den Mikromobilitäts-Markt übertragen.

The micro mobility market is seen as one of the megatrends of the coming decades. In line with the motto "Next Generation Micro Mobility," ZF aims to help shape the micro mobility of tomorrow and make our contribution in the areas of zero emissions, urban mobility and last mile. The core competencies of ZF can be perfectly transferred to the micro mobility market.





# Next Generation Micro Mobility.









#### Sachs RS E-Bike Drive System for Pedelecs and S-Pedelec

- 112 Nm maximales Drehmoment
- 700 Watt Motorleistung bei 112 Nm
- 48 Volt Spannung
- Hohe Effizienz
- Einsatzbereich-spezifische Batterien
- 112 Nm maximum torque
- 700 watt engine power at 112 Nm
- 48 Volt voltage
- High efficiency
- Use-case specific batteries





# In a league of their own for the future of mobility



Elektromobilität zählt zu den Megatrends in der Branche. Das verändert nicht nur Komponenten und Antriebe, sondern resultiert auch in völlig neuen Ansprüchen an die Prüfstände, auf denen E-Mobilitäts-Komponenten getestet werden.

Unsere E-Mobilitäts-Prüfstände sind wahre Alleskönner: Von kompletten Elektro-Antriebsachsen über Elektromotoren bis hin zu Elektroachsgetrieben. ZF bietet End-of-Line und R&D Prüfstände für die Elektromobilität.

Jeder unserer Prüfstände ist ein Einzelstück. Dank dem Baukastenprinzip können wir flexibel auf besondere Anforderungen und Kundenwünsche eingehen. Die E-Mobility Prüfstände von ZF unterscheiden sich von herkömmlichen Motor- und Getriebeprüfständen vor allem durch die hohen Drehzahlen von bis zu 23.000 U/min.

Electromobility is one of the biggest trends in the industry today. That not only results in changes to components and drives, but also brings with it completely new demands for test benches used to test e-mobility components.

Our e-mobility test rigs are real all-rounders: they can test entire drive axles as well as electric engines, and electric axle drives. ZF offers End-of-Line as well as R&D test rigs for electromobility. Each of our test benches is unique: thanks to their modular design, we can react flexibly to special requirements and customer requests. The e-mobility test systems by ZF stand out from regular engine and transmission test benches mainly thanks to their high speed which can reach up to 23,000 rpm.



### E-Mobility test bench (End-of-Line)



- eDrive-Prüfstand der 3ten Generation
- End-of-Line Prüfsystem für vollelektrische Fahrzeugantriebe
- Leistung: 2x 100 kW,
   Summenmoment 5 000 Nm
- Bedienerfreundliche Prüfsoftware
- Erzeugung detaillierter Prüfdaten
- Auswertung der Prüfdaten durch Big-Data-Analyse und Mustererkennung zur Optimierung nachgelagerter Prozesse
- Prüfinhalte:
- Akustik (Körperschall/Luftschall)
- Wirkungsgrad
- Max. Betriebspunkte und Funktionen (z.B. Parksperre und Ölpumpe)
- WLTP
- Spitzenleistung
- Hochvolt

- E-drive test bench of the 3rd generation
- End-of-line test systems for fully electric vehicle drives
- Power: 2 x 100 kW, total torque 5,000 Nm
- User-friendly test software
- Generates detailed test data
- Evaluates test data based on Big Data analysis and pattern recognition to optimize downstream processes
- · Test contents:
- Acoustics (structure-born noise/ air-borne noise)
- Efficiency
- Max. operation points and functions (e.g. parking lock and oil pump)
- WLTP
- Peak power
- High-voltage



### E-Mobiliy test bench (R&D)



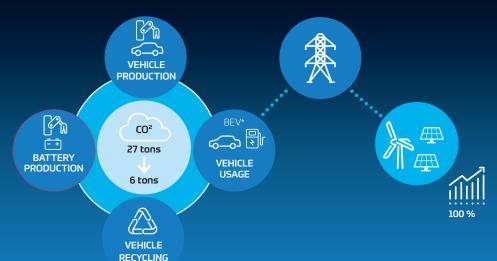
- Prüfstande für E-Motoren, Getriebe, E-Achsen, E-Antriebsstränge
- ZF High Dyn Drive
- 26.000 U/min
- Bis zu 750 kW / 1.200 Nm Drehmoment
- Erzeugung detaillierter Prüfdaten
- Schlankes Design
- Durch Baukasten-Architektur verschiedenste Aufbauvarianten möglich
- Akustikeinhausung (optional)
- Klimakabine
- Neues servicefreundliches Lagerkonzept
- Neuer Ausrichttisch ermöglicht eine exakte Ausrichtung

- Test bench for e-motors, gearboxes, e-axles, e-powertrain, e-transmissions
- ZF High Dyn Drive
- 26,000 rpm
- Up to 750 kW / 1200 Nm torque
- Generates detailed test data
- Slim design
- Multiple installation options
- Acoustic / NVH package (optional)
- Air and media conditioning option
- New service-friendly bearing concept
- Fine adjustment table for precise alignment



BEV life cycle emissions – 100 % renewables







# Electric mobility

- ZERO EMISSIONS
- Änderung aller Lebenszyklusschritte
- Entwicklung auf 100% grüne elektrische Leistung
- ZERO EMISSIONS
- Change in all life cycle steps
- Evolution to 100% green electric power

### Erneuerbare Quellen Renewable sources

- Generierung und Infrastruktur
  Integration mit Transportsystemen
  auf allen Ebenen
- Generation and infrastructure
- Integration with transportation systems at all levels

# Challenges in the energy and the transportation sector

#### Übergang zu nachhaltiger Energie

Transition to sustainable energy

- Erneuerbare Energieträger
- Dezentrale Infrastrukturen
- Neue Geschäftsmodelle und Energieservices
- Renewable energy sources
- Decentralized infrastructure
- New business models and energy services

### E-Mobility



Lagerkapazität
Storage capacity

#### Übergang zu nachhaltiger Mobilität

Transition to sustainable mobility

- Saubere Nutzung Erneuerbare Energie
- Saubere Produktion & Recycling
- Neue Antriebstechnologien
- Neue Mobilitätsmuster
- Clean usage renewable energy
- Clean production & recycling
- New drive technologies
- New mobility patterns



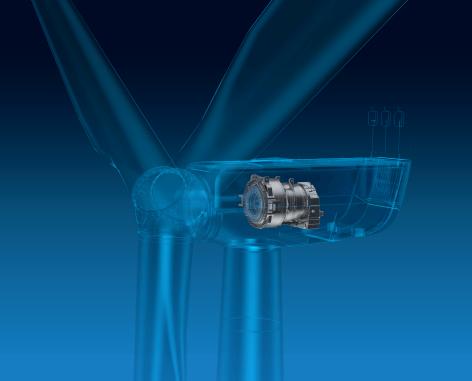


# Wind power technology



Bis 2050 sollen 50 % des weltweiten Energiebedarfs durch Strom gedeckt werden, wobei mehr als 20 % dieses Stroms durch Windkraft erzeugt werden sollen. Um dieses Ziel zu erreichen, werden die Windkraftanlagen von 830 GW im Jahr 2021 auf 6000 GW im Jahr 2050 anwachsen. ZF Wind Power, ein wichtiger Akteur auf dem Onshore-Markt, ist bereit, dieses Wachstum zu unterstützen. Mit SHIFT, der modularen Getriebeplattform, decken wir die nächste Generation von Onshore-Windturbinen ab: 3,0 MW bis 9,0 MW und bereiten uns auf höhere Leistungen vor, um neue Marktsegmente abzudecken. Als weltweiter Marktführer in der Getriebetechnologie für große Offshore-Windturbinen und mit der Entwicklung von +15-MW-Getrieben für Offshore-Installationen sind wir in der Lage, große Turbinenhersteller auf die Umstellung auf erneuerbaren Strom vorzubereiten. Zusammen mit seinen Partnern ermöglicht ZF eine nachhaltige Zukunft durch kompakte und modulare Design Innovationen. Durch den Einsatz fortschrittlicher Produktionssysteme ist das Unternehmen in der Lage, komplette Antriebsstränge bis zu 15 MW für den Offshore-Markt zu produzieren.

By 2050, 50% of the global energy demand will be supplied by electricity, where more than 20% of this electricity will be provided by wind. To get there, wind power installations will grow from 830 GW in 2021 up to 6000 GW by 2050. ZF Wind Power, major player on the onshore market, is ready to support this growth. With SHIFT, the modular gearbox platform, we cover the next generation onshore wind turbines: 3.0 MW up to 9.0 MW and preparing for higher performance to cover new market segments. As the worldwide leader in geared technology for large offshore wind turbines and with the development of +15 MW gearboxes for offshore installations we are able to prepare major turbine manufacturers for the shift to renewable electricity. Together with its partners ZF empowers a sustainable future via compact and modular design innovations. By using advanced production systems the company is ready to produce complete powertrains up to 15 MW for the offshore market



### SHIFT towards the future



Dank der "modularen SHIFT-Getriebeplattform" wird sich die Art und Weise, wie Turbinen konstruiert werden, ändern. OEMs von Turbinen können nun eine breite Palette von Getriebedrehmomentspezifikationen anbieten, die alle auf demselben validierten physischen Design basieren. Auf diese Weise können sie mehrere Turbinenvarianten entwickeln, die alle von derselben "SHIFT"- Getriebeplattform unterstützt werden. Und das Ergebnis? Eine Windturbine, die optimal auf die spezifischen Marktanforderungen in Bezug auf Leistung, Kosten und Verfügbarkeit abgestimmt ist.

Thanks to the 'SHIFT modular gearbox platform', the way turbines are designed will change. Turbine OEM's are now offered a broad range of gearbox torque specifications, all in the same validated physical design. This way, they can develop multiple turbine variants all supported by the same 'SHIFT' gearbox platform. The result? A wind turbine optimal designed to fit the specific market needs in terms of output, cost and availability.

### SHIFT towards the future









### SHIFT modular gearbox platform



- SHIFT ist die modulare Getriebeplattform von ZF basierend auf >180 GW Erfahrung und Flottenwissen, intensiv validiert mit Simulationen und Tests
- Die aufrüstbare und modulare Plattform bietet hohe Flexibilität zur Anpassung an neue Turbinenanforderungen für unterschiedliche Märkte
- Die Plattform enthält die neuesten Innovationen von ZF, die höchste Drehmomentdichte für kosteneffiziente Lösungen in Turbinensegmenten mit hohem Drehmoment
- Geeignet für ZFs ,Services powered by Analytics' zur Optimierung von O&M
- Antrieb von Windenergieanlagen der nächsten Generation von 3,0 MW bis zu 9,0 MW
- Kompakteste Ausführungen: bis zu 8000 kNm, rund 40 Tonnen
- Wettbewerbsfähigste Drehmomentdichte:
   > 200 Nm/kg

- SHIFT is ZF's modular gearbox platform based on >180 GW of experience and fleet knowledge, intensively validated with simulations & testing
- Upgradeable and modular platform offering high flexibility to match new turbine requirements for different markets
- The platform incorporates ZF's latest innovations delivering highest torque density for cost efficient solutions in high torque turbine segments
- Fit for ZF's 'Services powered by Analytics' to optimize O&M
- Powering next generation wind turbines from 3.0 MW up to 9.0 MW
- Most compact designs: up to 8000 kNm, around 40 tons
- Most competitive torque density:
   200 Nm/kg

#### **ZF Group**

ZF Friedrichshafen AG 88038 Friedrichshafen Germany Phone +49 7541 77-0 Fax +49 7541 77-908000