



Nachhaltiges
Transportwesen

MAHLE ist ein international führender Entwicklungspartner und Zulieferer der Automobilindustrie mit Kunden sowohl im Pkw- als auch im Nutzfahrzeugsektor. Der 1920 gegründete Technologiekonzern arbeitet an der klimaneutralen Mobilität von morgen mit Fokus auf die Strategiefelder Elektrifizierung und Thermomanagement sowie weitere Technologien zur Verringerung des CO₂-Ausstoßes, zum Beispiel Brennstoffzelle oder hoch effiziente, saubere Verbrennungsmotoren, die auch mit erneuerbaren Kraftstoffen, etwa Wasserstoff, betrieben werden. MAHLE erwirtschaftet bereits über 60 Prozent seines Umsatzes unabhängig vom Pkw-Verbrennungsmotor. Jedes zweite Fahrzeug weltweit ist heute mit MAHLE Komponenten ausgestattet.

MAHLE hat im Jahr 2023 einen Umsatz von knapp 13 Milliarden Euro erwirtschaftet. Das Unternehmen ist mit über 72.000 Beschäftigten an 148 Produktionsstandorten und 11 MAHLE Tech Centern in 29 Ländern vertreten. (Stand 31.12.2023)

#weshapefuturemobility



Arnd Franz

Vorsitzender der Geschäftsführung
und CEO des MAHLE Konzerns

Liebe Leserinnen und Leser,

Nutzfahrzeuge sind ein entscheidender Hebel für eine klimaneutrale Welt. Sie halten die Wirtschaft und ihre Logistikketten am Laufen. Keine Windkraftanlage und kein Solarpark können ohne Nutzfahrzeuge gebaut werden. Gleichzeitig müssen die Fahrzeuge selbst sauber und nachhaltig sein, damit sie gesetzliche Vorschriften und Klimavorgaben erfüllen.

MAHLE hat diese Herausforderung aus technologischer Sicht angenommen. Dabei haben wir fest im Blick, dass Transportunternehmen und Flottenbetreiber auf die Lebenszykluskosten – also die Total Cost of Ownership – schauen. Schließlich muss der Transport von Gütern für sie wirtschaftlich sowie für deren Kunden und uns alle, die Endkunden, bezahlbar sein.

Unsere Antwort heißt Vielfalt der Technologien. In den drei Strategiefeldern Elektrifizierung, Thermomanagement und hocheffizienter nachhaltiger Verbrennungsmotor bieten wir unseren Kunden Technologielösungen an, die zum Klimaschutz beitragen und gleichzeitig den unterschiedlichsten Markt- und Kundenanforderungen gerecht werden. Im Sinne unserer Vision „We Shape Future Mobility“ geben gut 72.000 MAHLE Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen an 148 MAHLE Standorten weltweit ihr Bestes.

Wir zählen mehr als 120 Nutzfahrzeugmarken im On- und Off-Highway-Bereich zu unseren Kunden. Das zeigt: Unser Ansatz ist erfolgreich, unsere Produkte erfüllen die Anforderungen der Märkte.

Wie Sie den folgenden Seiten entnehmen können, bieten wir Technologiekompetenz über die gesamte Breite des Antriebsstrangs. Wir elektrifizieren Lkw, bringen Wasserstoffmotoren in die Serie, sind an großen Brennstoffzellenprojekten beteiligt, machen den Verbrennungsmotor fit für Biokraftstoffe – wir ermöglichen saubere und klimaschonende Mobilität auf und abseits der Straße, auf der Schiene und auf dem Wasser. Unsere Produkte sind getestet und reif für die Serie, damit wir die so wichtige Reduktion von CO₂ schnell und wirksam angehen können.

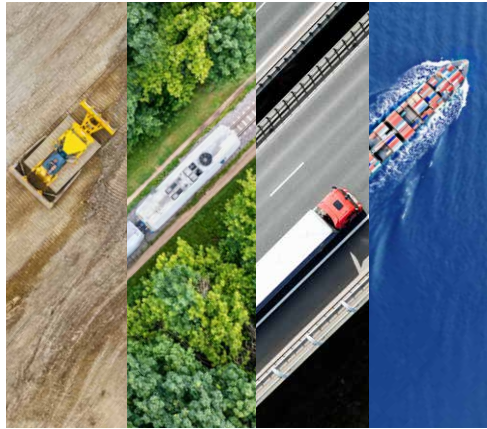
Ich wünsche Ihnen eine spannende Lektüre und viel Spaß beim Entdecken unserer aktuellsten Technologieinnovationen.

Arnd Franz

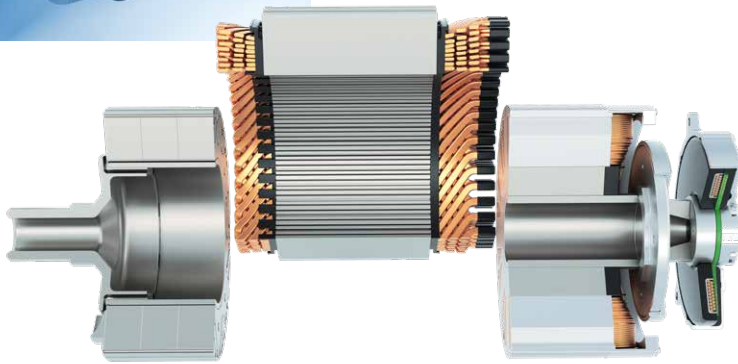
2.



1.



3.



5.



4.



6.



7.



Inhalt

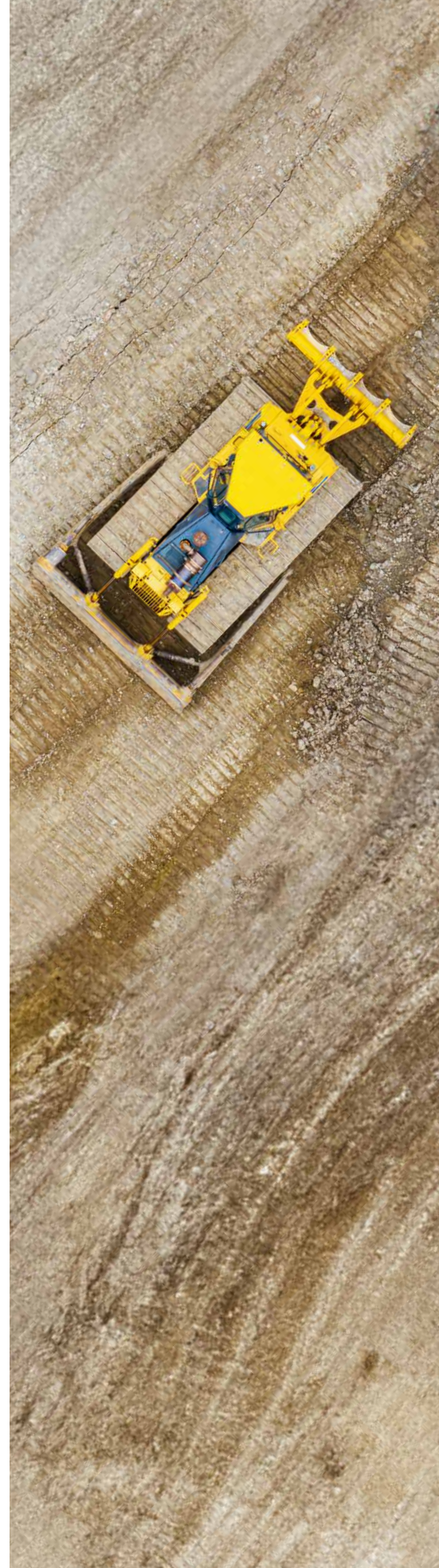
1. Mit Vielfalt zum nachhaltigen Transport	6
2. Wasserstoffantrieb	
Long H ₂ aul	14
Team Brennstoffzelle	16
3. Batterieelektrischer Antrieb	
Baukasten nach Maß	18
Kabellos laden – einfach und bequem	20
Klimaneutralität in der Flotte: smallBOX statt Wallbox	21
4. Thermomanagement	
Wohltemperiert	22
Bereit für die richtige Temperatur	24
5. Mobilität ganzheitlich gedacht	
Potenziale ausschöpfen	28
Forschung & Entwicklung: Zukunft entwickeln	30
Die Straße im Labor	34
Entwicklungsexperten – MAHLE Powertrain	36
6. Nachhaltigkeit	
Nachhaltigkeit bei MAHLE	38
Grüne Meilensteine	40
Roadmap „Zero CO ₂ “	42
7. Technologien für Industrie, Logistik und Transport	
Schienenfahrzeuge: Zuverlässige Mobilität auf der Schiene	44
Industrieapplikationen: Höchstleistungen für Antrieb und Umwelt	46
Industrieapplikationen: Großmotoren-Komponenten	48
Bau- & Landmaschinen: Robuste Alleskönner	50
Flurförderfahrzeuge: Zukunftsgerichtete Logistik	52

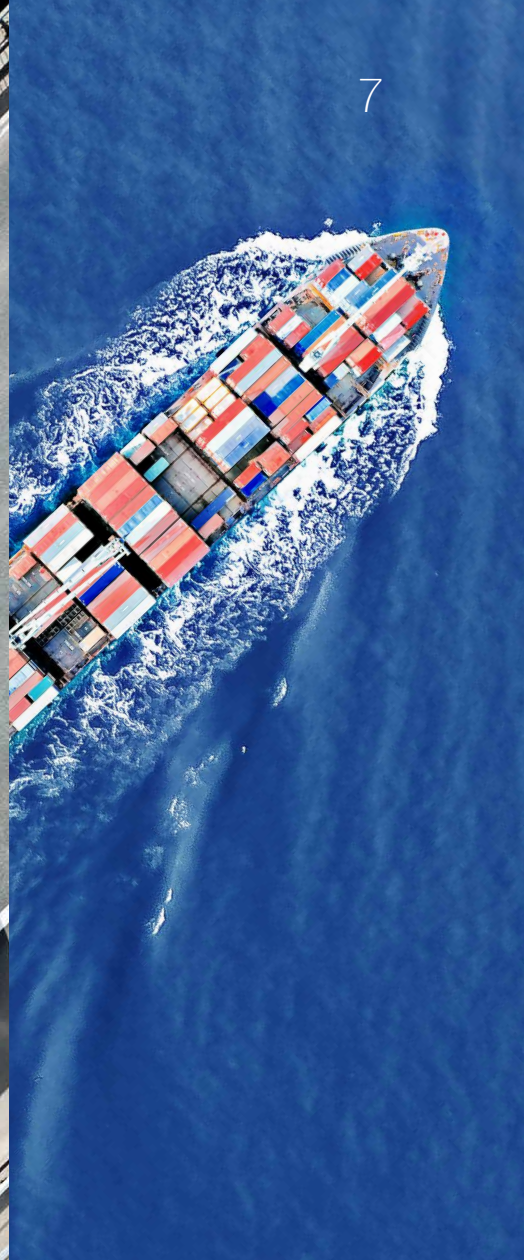
Mit Vielfalt zum nachhaltigen Transport

Nie waren die Möglichkeiten für klimaschonende Nutzfahrzeuge vielfältiger. Die Technologien für alle Antriebsvarianten sind serienreif und in vielen Einsatzgebieten startklar. Welche Konzepte wo den größten Nutzen entfalten, hängt von den lokalen Gegebenheiten ab.

An der Dekarbonisierung führt im Transportwesen kein Weg vorbei. Nutzfahrzeuge bringen 80 Prozent des Güterverkehrs auf dem Land von A nach B. Und alle Prognosen sagen wachsende Transportaufkommen voraus. Entsprechend groß ist das Potenzial, die CO₂-Emissionen zu senken, schließlich stammen 40 Prozent der Emissionen, die im Straßenverkehr anfallen, von Nutzfahrzeugen.

Die Herausforderung bei der Dekarbonisierung liegt in der Vielfalt der Anwendungen: Ob wir über Paketzustellung und lokalen Verteilerverkehr sprechen oder über regionale Transporte, paneuropäische Langstrecken und Schwerver Transporte, über Offroad-Anwendungen oder Beförderung von Menschen: Jede Anwendung hat für sich ganz unterschiedliche Profile. Dazu kommt der Kostenfaktor: Transportunternehmen und Flottenbetreiber rechnen mit Lebenszykluskosten, da sich der Transport von Gütern lohnen muss. Aus diesem Grund arbeiten die MAHLE Entwickler an den jeweils passenden Antrieben für unterschiedliche Regionen und Rahmenbedingungen. Wo die Vorteile der Konzepte liegen, haben wir auf den nächsten Seiten zusammengefasst.





“

Wir beliefern unsere Kunden mit klimaschonenden Produkten, die anwendungsbereit und vielerorts in Serie sind – für alle Regionen, Fahrzeugklassen, Anwendungen und Kraftstoffe.

Matthias Fix

Vice President Sales & Application
Engineering Commercial Vehicles



Batterieelektrisch auf kurzen Strecken

Bei Nah- und Verteilerverkehren stehen die Zeichen auf batterieelektrischer Mobilität. Beschleunigt wird dieser Trend durch regulatorische Vorgaben der Metropolen zu Lärm- und Abgasemissionen. Hinzu kommt ein gesellschaftlicher Trend – Verbraucher erwarten heute: jetzt bestellt, gleich geliefert. Das betrifft nicht nur den klassischen E-Commerce. Weitere Lieferdienste tragen zu dieser Entwicklung bei. Sie bringen Güter des täglichen Bedarfs innerhalb von Minuten an die Haustür.

Das hat Auswirkungen auf den Einzelhandel. Die Transporte der Produkte aus den Verteillagern werden elektrische Fahrzeuge übernehmen. „MAHLE liefert für sämtliche Varianten der E-Fahrzeuge die passenden Komponenten für elektrische Antriebe sowie das Thermomanagement“, erklärt Vertriebsleiter Matthias Fix.

Lieferfahrzeuge, die nach ihrer Tour auf den Betriebshof zurückkehren, nutzen die eigene Ladeinfrastruktur. An dieser Stelle liefert MAHLE mit dem chargeBIG-Lademanagementsystem eine Lösung für das Transport- und Logistikgewerbe. Mit genügend Reichweite für einen Arbeitstag setzt sich die batterieelektrische Kombination durch.



Wasserstoff für lange Distanzen

Beim Fernverkehr hingegen verläuft die Entwicklung anders. Batterieelektrische Antriebe stoßen hinsichtlich Reichweite und Gewicht an Grenzen. Wasserstoff könnte sich hier als praktischer Energiespeicher durchsetzen. Auch hier treibt elektrische Energie das Fahrzeug an, die wird jedoch erst während der Fahrt erzeugt, wenn gasförmiger Wasserstoff und Luftsauerstoff in der Brennstoffzelle aufeinandertreffen. Mit dieser Form des Antriebs sind Zugmaschinen leichter, die Fahrzeuge können mehr Nutzlast transportieren. Auch wenn es um die Reichweite pro Tankfüllung geht, hat die Kombination aus Wasserstoff und Brennstoffzelle die Nase vorn.

Vor allem für Langstrecken ist auch der Wasserstoffverbrennungsmotor interessant. Er benötigt keine Batterie, der Wasserstoff wird wie fossiler Treibstoff verbrannt. Das spart Gewicht und sorgt gleichzeitig für eine größere Reichweite. Zusätzlicher Vorteil: Konventionelle Verbrennungsmotoren können für den Betrieb mit Wasserstoff umgerüstet werden. Bei beiden Wasserstofftechnologien kommt es auf eine ausreichende Tankinfrastruktur für den Schwerlastverkehr an. Die existierenden Wasserstofftankstellen sind in der Regel nicht für schwere Lkw ausgelegt. Eine weitere Herausforderung ist die Verfügbarkeit von „grünem Wasserstoff“, der klimaneutral per Elektrolyse mit Strom aus Wind-, Sonnen- oder Wasserkraft gewonnen wird. Bisher fehlen in Deutschland noch entsprechende Anlagen im industriellen Maßstab.

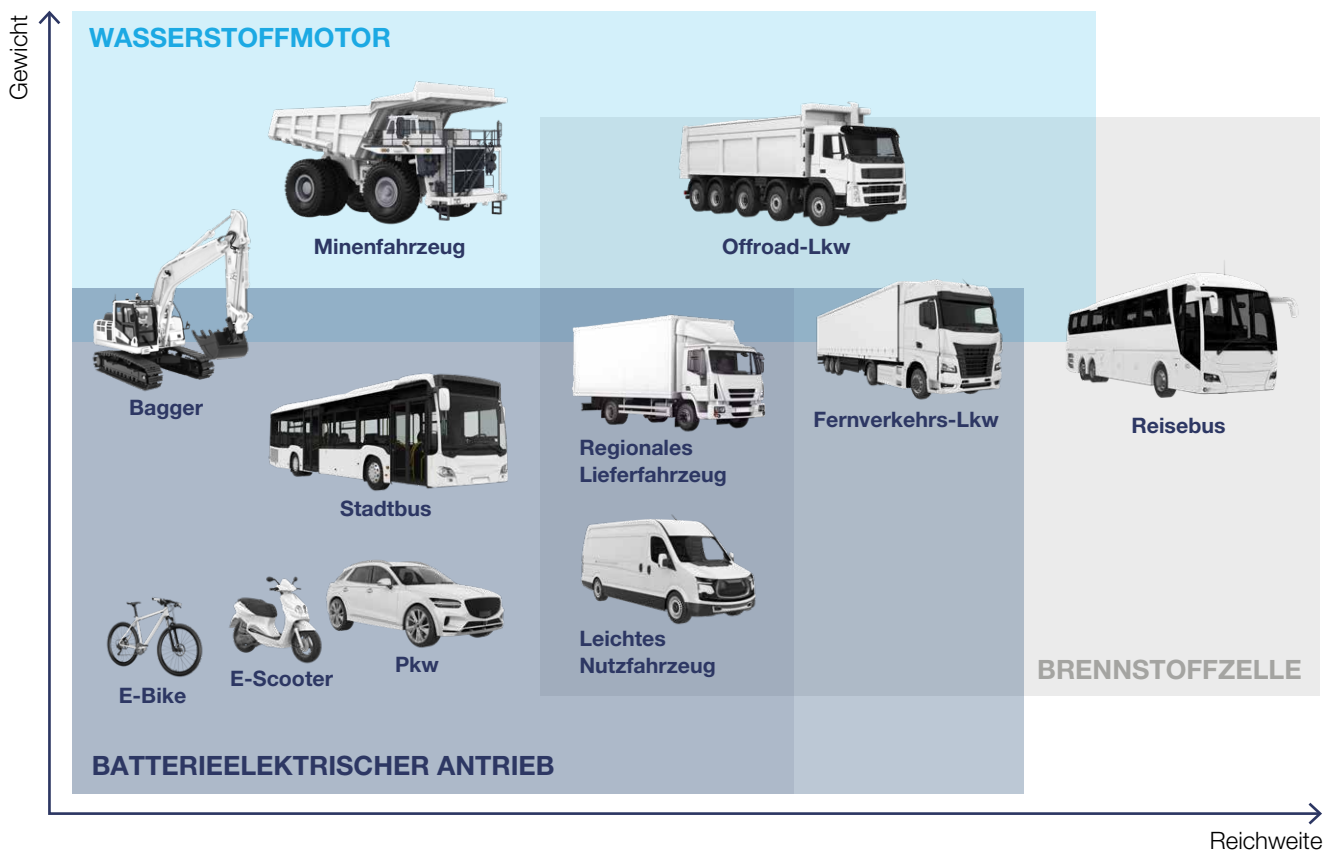


Schneller klimaneutral: Saubere Verbrenner

Die Transportbranche befindet sich im Umbruch und ist offen für neue Technologien. Batterieelektrische Nutzfahrzeuge sind schon im täglichen Einsatz, auch erste Brennstoffzellen-Lkw werden bereits in der Praxis erprobt. Doch es gibt weitere Alternativen, die zu einer schnellen Dekarbonisierung beitragen können: Mit grünem Strom hergestellte E-Fuels sowie Wasserstoff für Verbrennungsmotoren erlauben es, Fahrzeuge mit deutlich weniger CO₂-Emissionen weiter zu nutzen. Das gilt auch für Bestandsflotten. Was sich im Fernverkehr letztendlich durchsetzt, ist noch unklar. Genau darum plädiert MAHLE für Technologievielfalt. „Mit diesem ganzheitlichen

Ansatz liefern wir die jeweils passende Lösung für die Fahrzeugklasse, den Einsatzzweck des Fahrzeugs und die Region, in der es unterwegs sein soll,“ sagt Matthias Fix. In zahlreichen Regionen der Welt wird es auf Jahre keine ausreichende Infrastruktur geben, um Batterien zu laden bzw. ausreichend grünen Wasserstoff herzustellen oder diesen zu tanken. Für diese Regionen entwickelt MAHLE Systeme und Komponenten für hocheffiziente, emissionsarme Verbrennungsmotoren. Die finden ihre Einsatzgebiete nicht nur in der Logistik, sondern auch in der Landwirtschaft, sowohl auf der Schiene als auch auf dem Wasser.

Die Zukunft der Mobilität wird vielfältiger sein



MAHLE 2030+

Unsere Strategie richtet den Fokus auf drei Strategiefelder: Elektrifizierung, Thermomanagement sowie effiziente und saubere Verbrennungsmotoren.

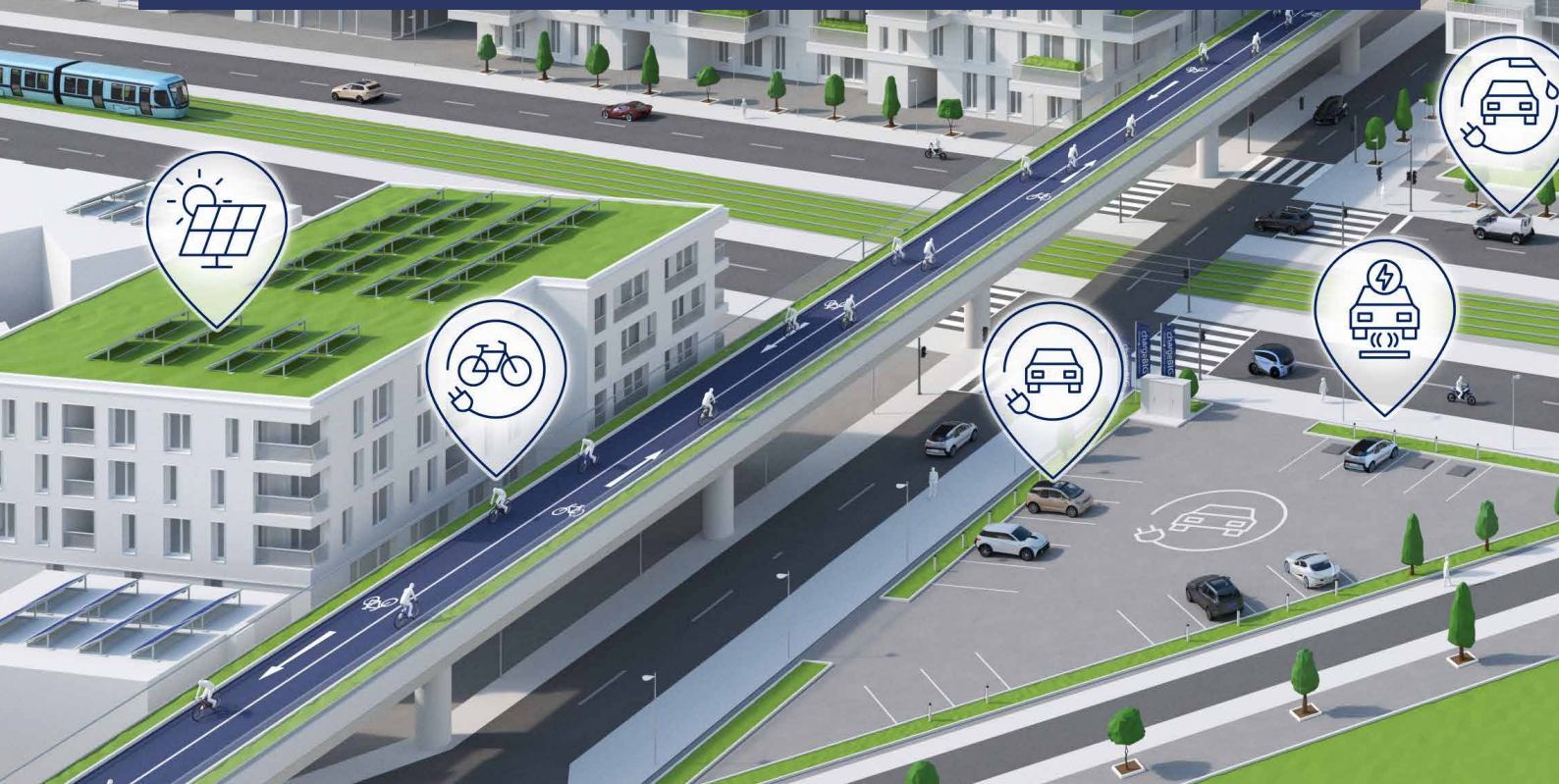
Auch wenn die Zukunft der Mobilität elektrisch ist: Saubere und effiziente Verbrennungsmotoren werden weiter zum Antriebsmix gehören. Besonders nachhaltig sind diese, wenn sie mit Wasserstoff, synthetischen oder Bio-Kraftstoffen betrieben werden. Was bedeutet das für MAHLE? Mit welchem Produktportfolio kann MAHLE nachhaltige Mobilität gestalten und auf welchen Märkten erfolgreich agieren? Die Antwort darauf ist unsere Strategie MAHLE 2030+. Sie ist unsere Orientierung für den Weg in eine nachhaltige Zukunft.

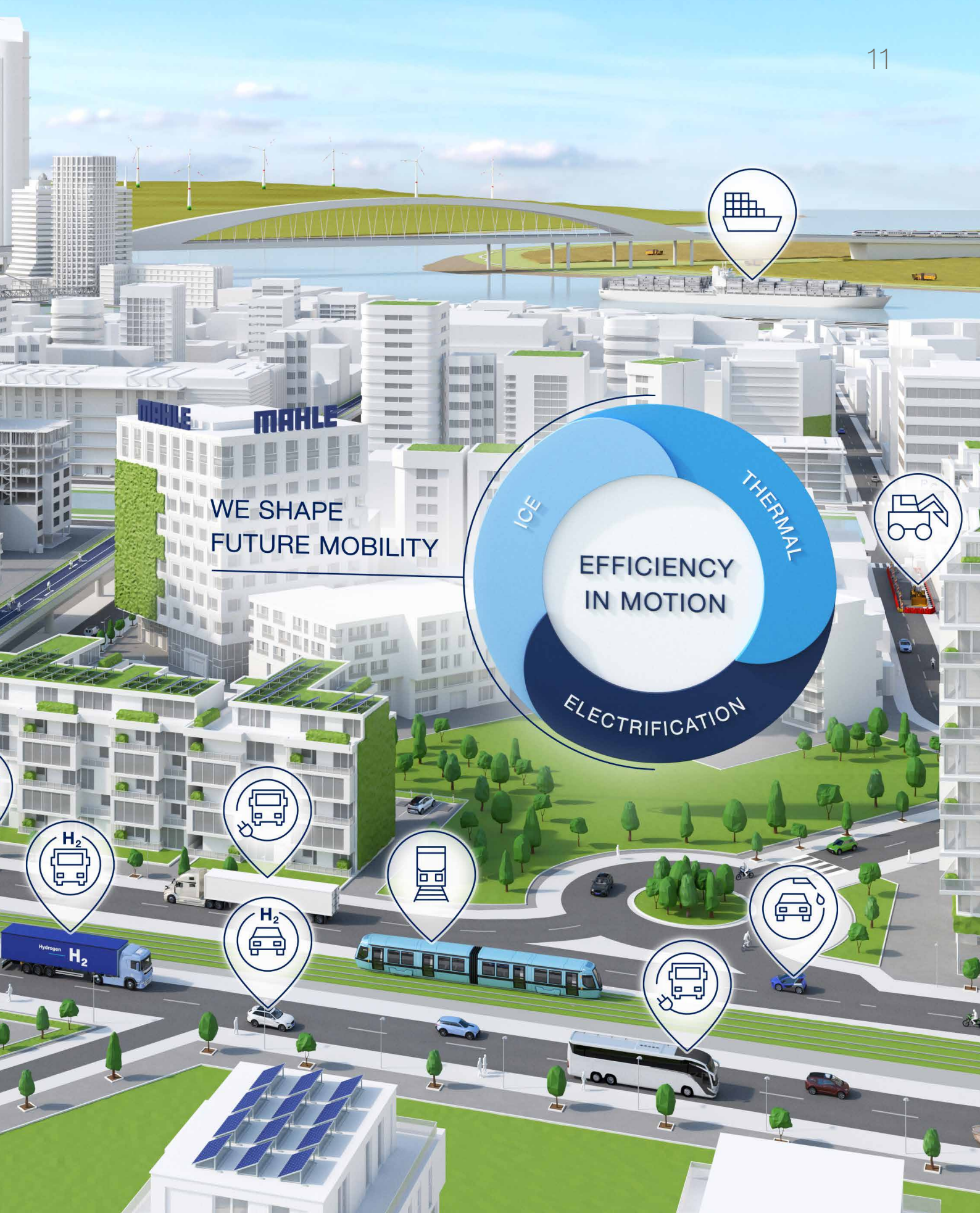
Die Eindämmung des menschengemachten Klimawandels hat oberste Priorität. Dafür ist eine drastische Reduzierung von CO₂-Emissionen notwendig. Für den

Mobilitätssektor bedeutet das einen Wandel hin zu elektrifizierten Antrieben, dadurch erlebt die Automobilindustrie eine der tiefgreifendsten Transformationen in ihrer Geschichte.

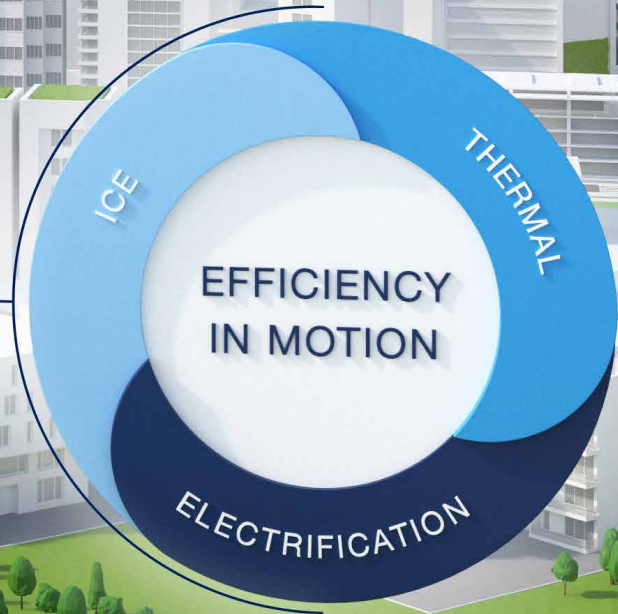
MAHLE spielt bei der Transformation der Automobilindustrie eine entscheidende Rolle und wird seine Chancen nutzen. Die Kombination der drei Strategiefelder Elektrifizierung, Thermomanagement und effiziente Verbrennungsmotoren macht MAHLE einzigartig in der Autozuliefererindustrie. MAHLE wird sich auf diejenigen Produkte konzentrieren, in denen das Unternehmen eine führende Marktposition bereits heute einnimmt oder morgen einnehmen kann.

Alle MAHLE Aktivitäten haben eines gemeinsam – Output maximieren bei gleichzeitiger Reduzierung von Emissionen. Effizienz für alles, das sich bewegt. Deshalb heißt unsere Mission „Efficiency in Motion“.





WE SHAPE
FUTURE MOBILITY



MAHLE vor Ort

148 Produktionsstandorte

11 MAHLE Tech Center

*72.373 Beschäftigte**

MAHLE Tech Center

Europa

Stuttgart/Deutschland (Bad Cannstatt, Feuerbach, Fellbach, Kornwestheim, Markgröningen, Schorndorf)

Valencia/ Spanien

Šempeter pri Gorici/ Slowenien

Northampton/ Großbritannien

Nord-/Südamerika

Detroit/ USA (Troy, Farmington Hills)

Lockport/ USA

Jundiaí/ Brasilien

Asien/ Pazifik

Pune/ Indien

Shanghai/ China

Changshu/ China

Tokio/ Japan

Nordamerika

24 Produktionsstandorte

15.314 Beschäftigte*

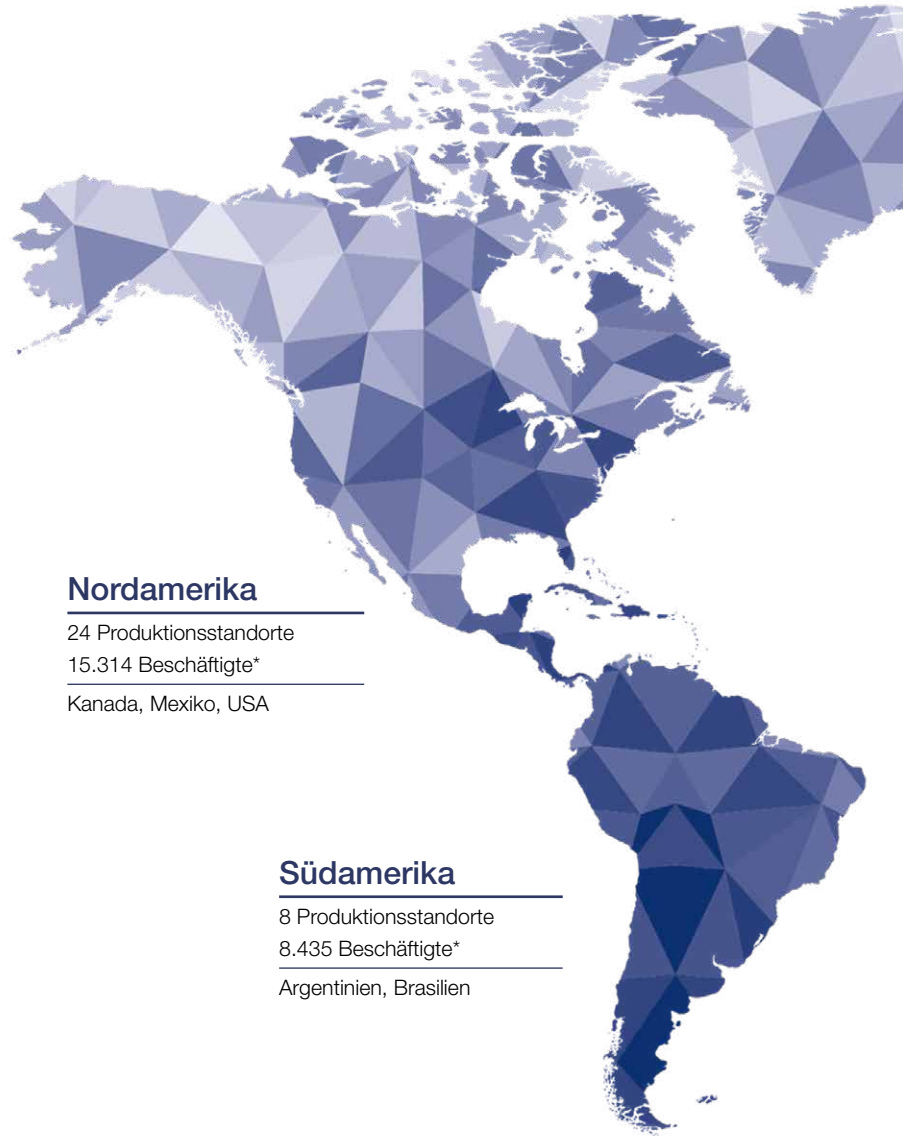
Kanada, Mexiko, USA

Südamerika

8 Produktionsstandorte

8.435 Beschäftigte*

Argentinien, Brasilien



Europa

54 Produktionsstandorte

31.690 Beschäftigte*

Bosnien und Herzegowina, Deutschland,
Frankreich, Großbritannien, Italien,
Österreich, Polen, Portugal, Rumänien,
Slowakei, Slowenien, Spanien,
Tschechien, Türkei, Ungarn

Asien/Pazifik

60 Produktionsstandorte

16.141 Beschäftigte*

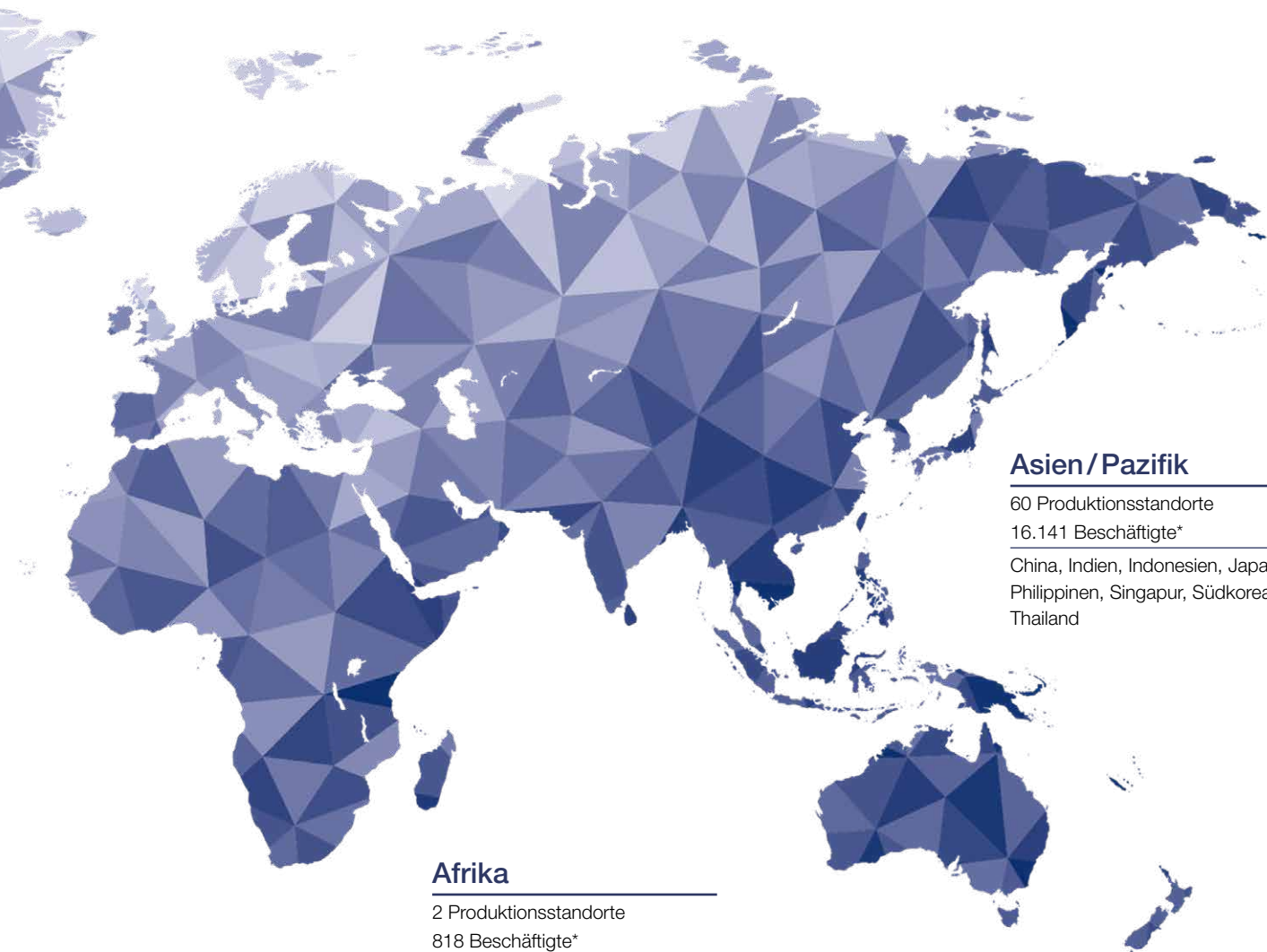
China, Indien, Indonesien, Japan,
Philippinen, Singapur, Südkorea,
Thailand

Afrika

2 Produktionsstandorte

818 Beschäftigte*

Südafrika



WASSERSTOFFANTRIEB

Long H₂aul

Als klimaneutrale Antriebstechnologie eignet sich die Brennstoffzelle vor allem auf der Langstrecke, der Long Haul. Dr. Marco Warth erklärt, welchen Ansatz MAHLE bei der Entwicklung verfolgt und worauf es bei der Verstromung von Wasserstoff ankommt.

Herr Dr. Warth, was zeichnet MAHLE aus, wenn es um die Entwicklung von Komponenten für Brennstoffzellenfahrzeuge geht?

Entscheidend ist unsere Systemexpertise. Das heißt nicht, dass wir alles selbst entwickeln. Aber die Komponenten, die wir machen – vom Sub-Modul bis hin zum Antrieb – verstehen wir umfassend und können auch die Randbedingungen entsprechend herleiten. Das belegen wir mit dem jüngsten Modell unseres systemischen Ansatzes für einen Brennstoffzellen-Lkw: Es besteht aus einer Schwerlast-E-Achse, in die wir zwei SCT E-Motoren mit einer Gesamtleistung von 520 kW sowie das vollständige Liquid-Management kompakt integriert haben. Dazu kommt Batteriekühlung von MAHLE sowie unsere Brennstoffzellenperipherie in Verbindung mit einer Brennstoffzelle. Ein weiteres Highlight ist sicherlich unsere



Dr. Marco Warth

Leiter der MAHLE Konzernforschung und Vorauentwicklung

neue Verdunstungskühlung. Sie sorgt zusätzlich für die optimale Temperatur der Brennstoffzelle. Das ermöglicht eine Reduktion der benötigten Lüfterleistung und senkt den Wasserstoffverbrauch um bis zu 1,5 Prozent.

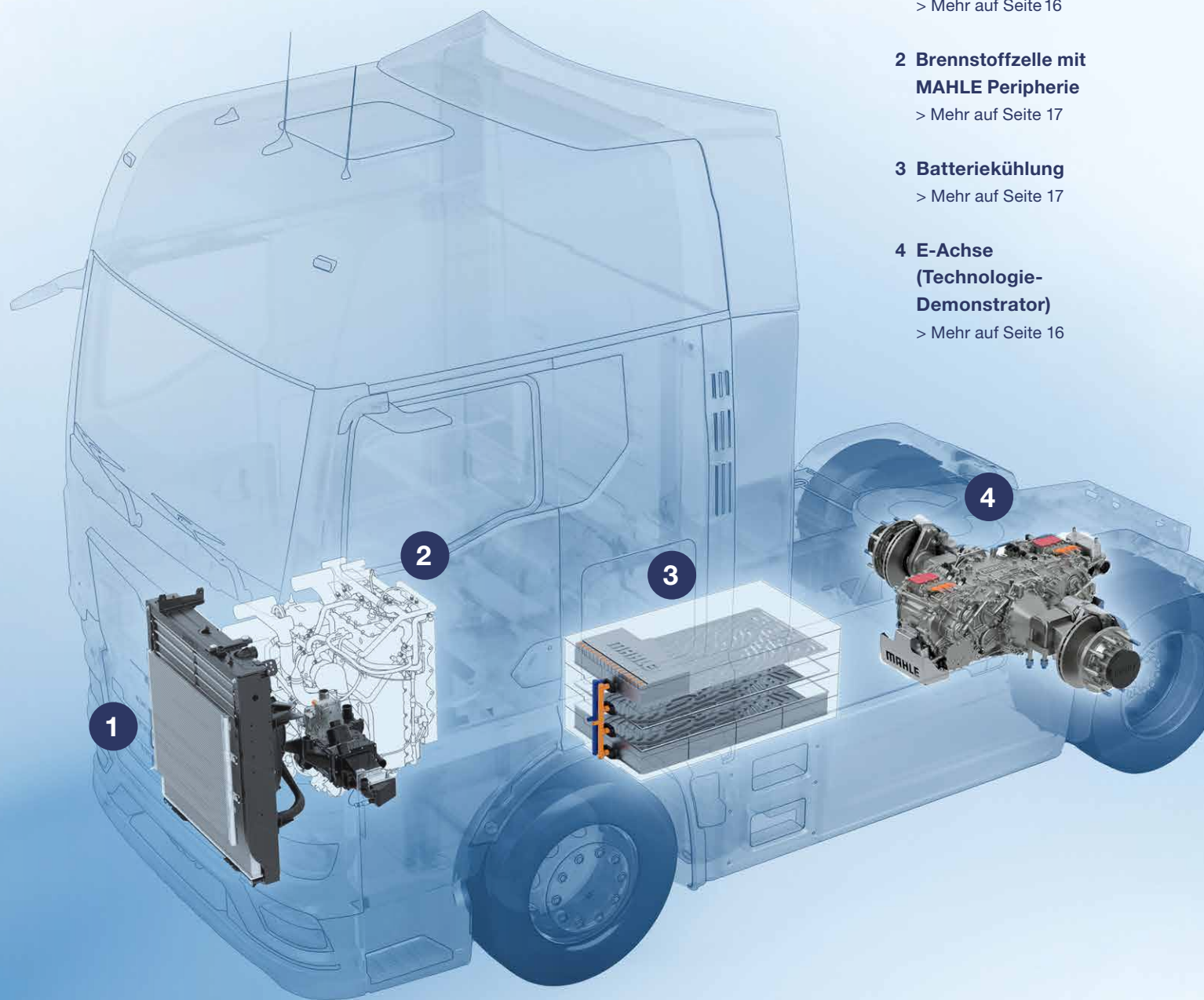
Welchen Nutzen haben Kunden von dem systemischen Ansatz?

Unsere Produkte sind im System entwickelt, getestet und bereit für die Serienanwendung. Wir können unsere Technologien einschließlich des Thermomanagements in elektrische Fahrzeuge integrieren und damit verschiedenste Optionen für unterschiedliche Kundenapplikationen optimieren. Dass das sehr geschätzt wird, zeigt sich auch darin, dass MAHLE an allen derzeit laufenden Entwicklungsprojekten für Brennstoffzellenfahrzeuge und großen Wasserstoffmotorprojekten beteiligt ist.

Welches Potenzial sehen Sie für Brennstoffzellen in Nutzfahrzeugen?

Prognosen zufolge werden im Jahr 2035 rein elektrische Lkw mit Batterie und Brennstoffzellen-Trucks zusammen rund 30 Prozent der globalen Produktion ausmachen.

Während batterieelektrische Antriebe vornehmlich im mittleren Lkw-Segment und im Schwerlastbereich auf der Kurzstrecke zum Einsatz kommen, spielt die Brennstoffzelle ihre Vorteile auf der Langstrecke aus. Sie punktet mit einem guten Verhältnis von Reichweite pro Tankfüllung. Auf der Langstrecke wird sie neben Verbrennungsmotoren mit Wasserstoff und mit anderen erneuerbaren Kraftstoffen verwendet werden.

**1 Kühlmödu**

> Mehr auf Seite 16

**2 Brennstoffzelle mit
MAHLE Peripherie**

> Mehr auf Seite 17

3 Batteriekuhlung

> Mehr auf Seite 17

**4 E-Achse
(Technologiedemonstrator)**

> Mehr auf Seite 16

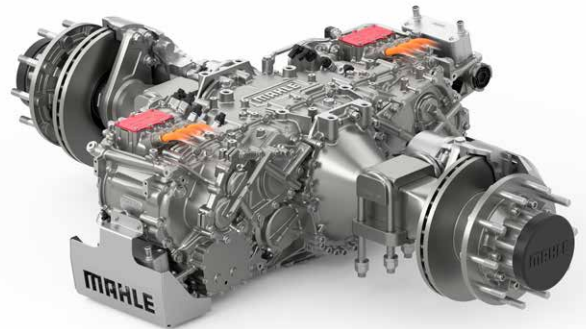
Team Brennstoffzelle

Die Brennstoffzelle ist ein wirksamer Hebel zur Dekarbonisierung des Nutzfahrzeugverkehrs. Der Antrieb stellt allerdings höchste technische Anforderungen, insbesondere an seine Peripherie.

Schlau temperiert

Im Vergleich zum deutlich heißeren Verbrennungsmotor ist der Temperaturunterschied zur Außentemperatur in einer Brennstoffzelle geringer. Das bedeutet eine größere Herausforderung für das Kühlsystem. Hier hilft der Systemansatz von MAHLE.

Die neue Verdunstungskühlung sprüht Wasser über ein Gitter auf den Kühlmittelkühler. Der kühlende Effekt des verdunstenden Wassers ist so groß, dass dadurch bis zu 50 kW mehr Kühlleistung im gleichen Bauraum angeboten werden können. Zusätzlich sinkt der Wasserstoffverbrauch um bis zu 1,5 Prozent.



E-Achse mit System

Die E-Achse von MAHLE ist ein Technologie-Demonstrator, mit dem MAHLE seine Systemkompetenz für die Elektrifizierung von Schwerlastnutzfahrzeugen zeigt. In die E-Achse integriert sind zwei MAHLE SCT-E-Motoren (S. 18) mit insgesamt 520 kW Spitzenleistung und 480 kW Dauerleistung.

Zur Gesamtlösung gehört das hochintegrierte Liquid-Management-Modul. Die äußerst kompakte Komponente kühlt E-Motoren höchst effizient und mit geringstem Druckverlust. In einem Wärmeübertrager wird die Wärme vom Öl auf den Kühlmittelkreislauf übertragen. Der Ölfilter und die Ölpumpe sind im Modul bereits integriert. Sowohl die SCT-E-Motoren als auch das SCT-Liquid-Management-Modul sind serienreif entwickelt.

Egal ob rein batterieelektrische Antriebe, hybride Antriebsformen oder Brennstoffzellenantriebe: MAHLE bietet für jede Anwendung die passende elektrische Ölpumpe. Die Ölpumpen-Familie von MAHLE ist in der Leistung wie auch in der Anzahl der Saug- und Druckstufen skalierbar: So sind Leistungen von bis zu 250 Watt möglich. MAHLE bietet wahlweise 12 V- und 24 V-Systeme (48 V auf Anfrage) an.

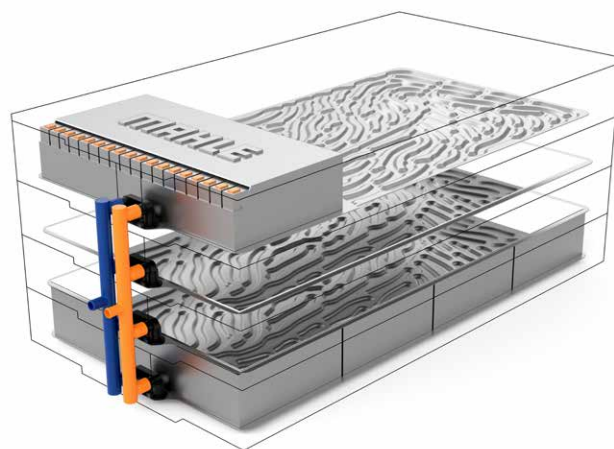
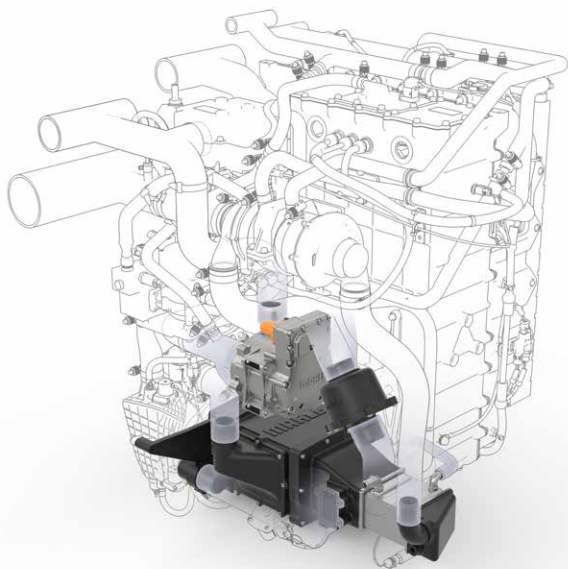
Effiziente Peripherie

Die Peripherie von MAHLE, bestehend aus Ladeluftkühler, Flachmembranbefeuchter, Wasserabscheider und Hochvolt-Pumpe, erhöht die Effizienz, schützt die Zelle vor vorzeitiger Alterung und ermöglicht eine höhere Betriebstemperatur. Das Ergebnis: mehr Leistung und ein verbesserter Wirkungsgrad – maßgeblich ermöglicht durch einen um 50 Prozent reduzierten Druckverlust im Luftpfad der Brennstoffzelle.

Die 800 V-Hochleistungs-Kühlmittelpumpe von MAHLE schafft bis zu 2,5 kW Leistung und kann mit 2,5 bar 300 Liter Kühlmittel in der Minute fördern. Wichtig dabei: Das Kühlmittel ist davor geschützt, mit Ionen vermischt zu werden und so eine unerwünschte elektrische Leitfähigkeit zu erzeugen.

Um optimal arbeiten zu können, benötigen Brennstoffzellen gleichbleibend exakt temperierte und befeuchtete Luft über die gesamte Lebensdauer. Dafür sorgen Flachmembranbefeuchter, Filter und Ladeluftkühlung. Die MAHLE Entwickler haben alle Akteure in einem Kathodenmodul zusammengeführt. Dieser systemische Ansatz reduziert die Kosten.

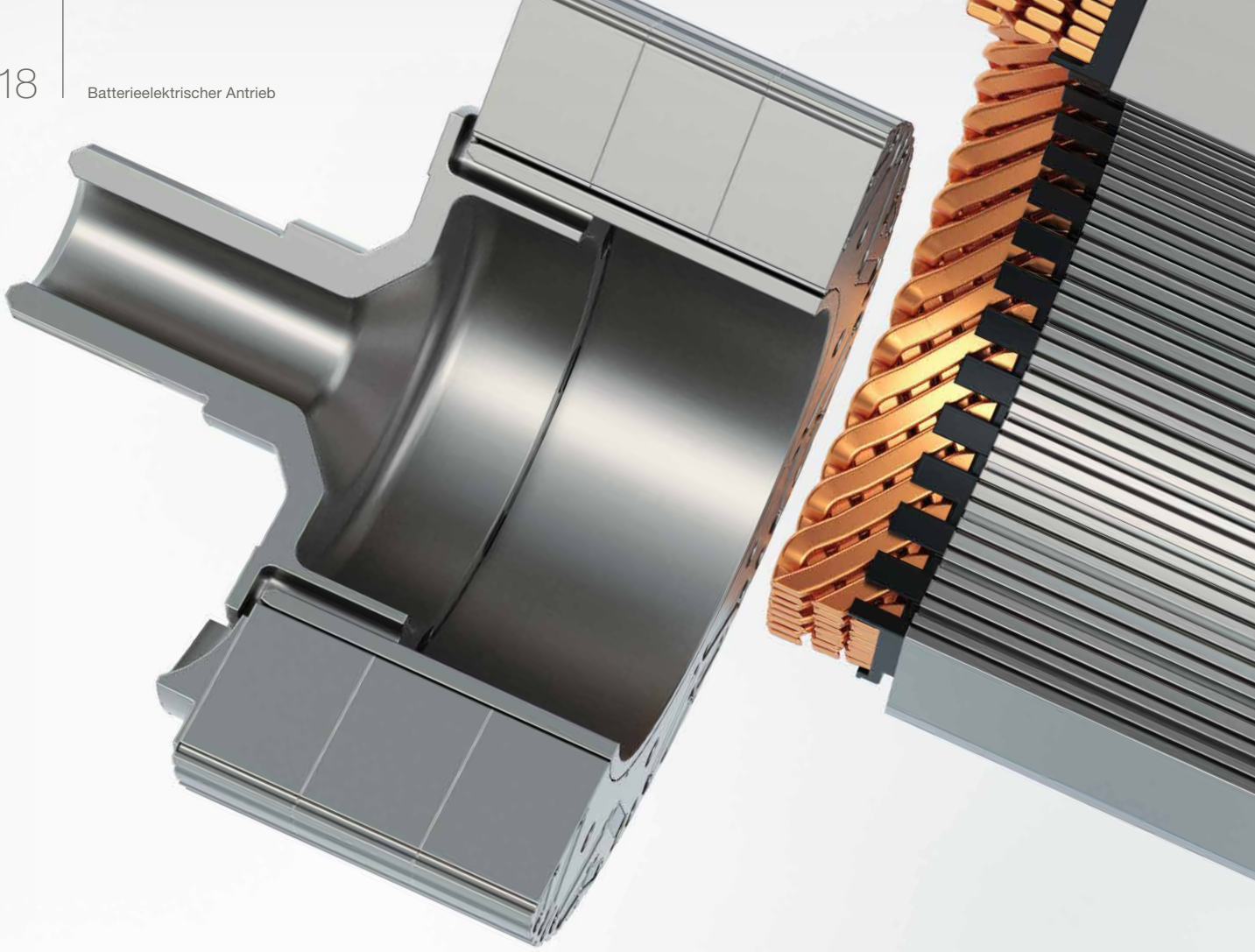
Der Luftverdichter im Brennstoffzellensystem muss vor Tropenschlag aus der Brennstoffzellenabluft geschützt werden. Der Wasserabscheider von MAHLE nutzt hierfür deren Trägheit: Die Luft wird in einem Rotor beschleunigt und das Wasser über die Fliehkräfte abgetrennt.



Einzigartig gekühlt

Die sensible Brennstoffzelle muss ständig gekühlt werden. Das Kühlmittel darf jedoch nicht elektrisch leitend sein, um Schäden an der Brennstoffzelle zu vermeiden. Im Kühlmittel-zu-Kühlmittel-Kühler von MAHLE wird deshalb die Wärme vom Kühlmittel der Brennstoffzelle auf das Kühlmittel des Antriebsstrangs übertragen, ohne dass sich die Flüssigkeiten mischen und so leitfähig werden. Das Volumen des Brennstoffzellenkreislaufs kann so möglichst klein gehalten werden.

Im Kühlkreislauf von MAHLE nimmt das Kühlmittel im Batteriemodul einen weltweit einzigartigen Weg. Der Grund: das bionische Kühlplattendesign (S.26), das Strömungsmuster der Natur imitiert. Die Fluid-Kanäle, durch die das Kühlmittel fließt, sind Korallen nachempfunden. Die Platte liefert so zehn Prozent mehr Kühlleistung als herkömmliche Designs. Zudem ermöglicht sie ein schnelleres Laden der Batterie.

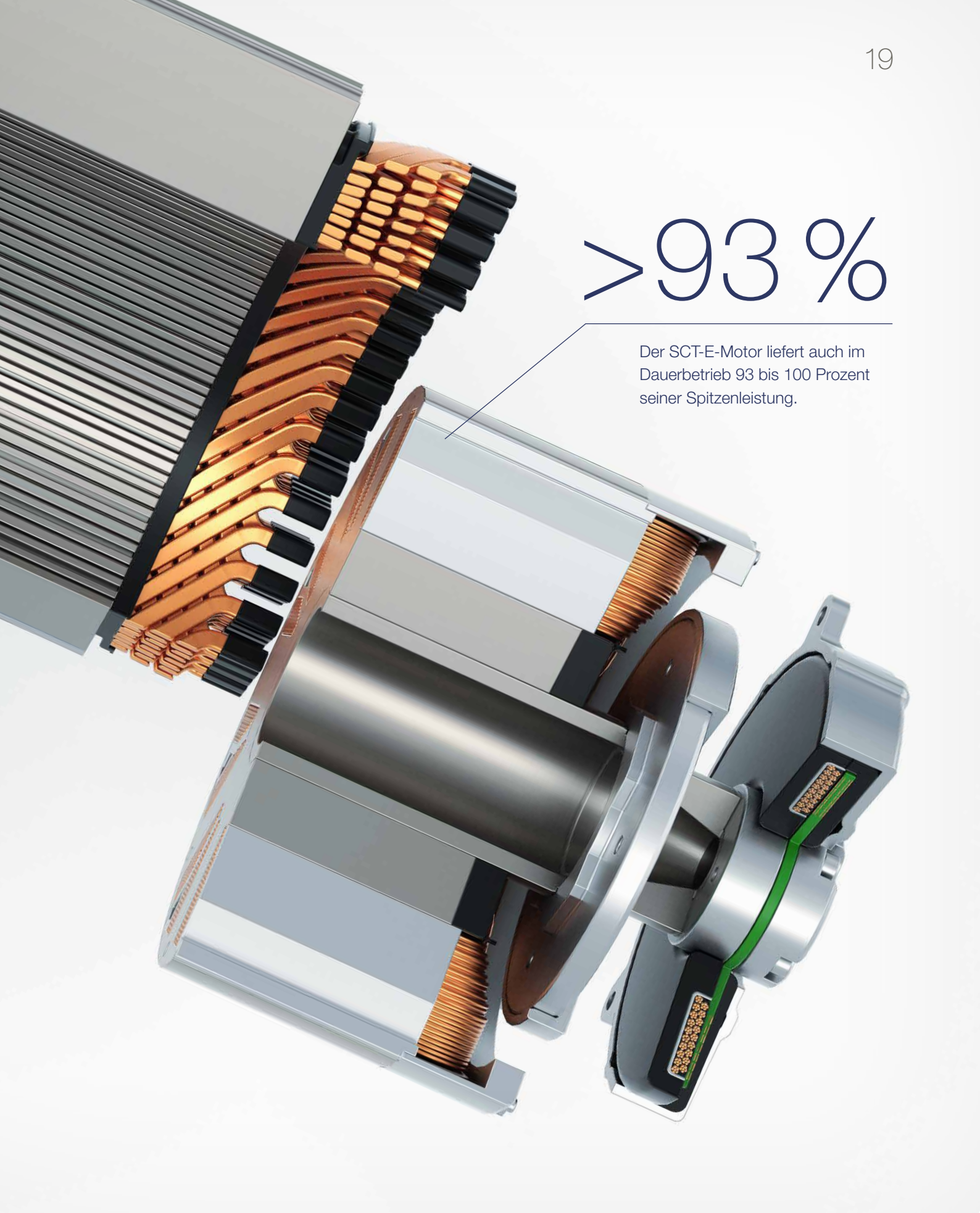


BATTERIEELEKTRISCHER ANTRIEB

Baukasten nach Maß

Um die Elektrifizierung technologisch weiter anzuschieben, ist Systemkompetenz ein entscheidender Faktor. Das Zusammenspiel einzelner Komponenten ist bei elektrischen Antrieben wesentlich komplexer als bei Verbrennungsmotoren. MAHLE hat einen Technologiebaukasten entwickelt, der diese Stärke ausspielt, um noch leistungsfähigere E-Motoren zu entwickeln. Der Baukasten verbindet die Vorteile der beiden E-Motoren des Unternehmens, MCT (Magnet-free Contactless Transmitter) und SCT (Superior Continuous Torque), miteinander. Der MCT-E-Motor zeichnet sich durch eine hohe Haltbarkeit aus. Die notwendige Übertragung der elektrischen Ströme zwischen den rotierenden und stationären Teilen im Inneren des Motors erfolgt kontaktlos und somit verschleißfrei. Deshalb ist der Motor wartungsfrei und für eine Vielzahl von An-

wendungen geeignet. Mit dem SCT-E-Motor hat MAHLE den derzeit ausdauerstärksten E-Motor im Programm. Der E-Motor ist unerreicht klein, leicht und effizient. Trotzdem kann er unbegrenzt lange mit hoher Leistung arbeiten, seine Dauerleistung (480 kW) beträgt beeindruckende 93 bis 100 Prozent seiner Spitzenleistung (520 kW), wie Messergebnisse belegen. Dazu kommen die E-Motoren von MAHLE ohne Seltene Erden aus, das macht die Herstellung nicht nur umweltverträglicher, sondern bringt auch Vorteile bei Kosten und Rohstoffsicherheit. Mit dem Technologiebaukasten von MAHLE können Kunden die Vorzüge der MCT- und SCT-E-Motoren miteinander verbinden und für jede Fahrzeugklasse, jeden Einsatzzweck und entsprechend ihrer jeweiligen Markenphilosophie maßgeschneiderte Elektrifizierungslösungen von MAHLE beziehen.

A detailed 3D cutaway illustration of an SCT-E motor. The diagram shows the internal components, including the stator with its copper windings, the rotor, and the permanent magnets. The motor is shown in a disassembled state, with the outer housing and internal components separated to reveal the internal structure. The copper windings are highlighted in a bright orange color, while the other components are in shades of gray and silver. The overall design is sleek and modern, emphasizing the precision engineering of the motor.

>93 %

Der SCT-E-Motor liefert auch im Dauerbetrieb 93 bis 100 Prozent seiner Spitzenleistung.

Kabellos laden – einfach und bequem



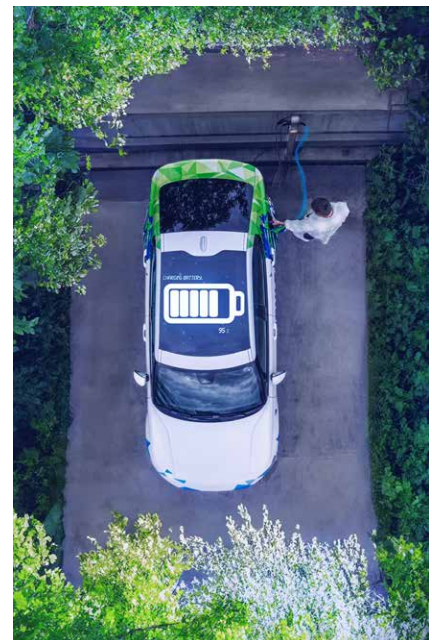
Was Smartphones schon können, erleichtert bald auch E-Fahrzeugbesitzern das Aufladen des Akkus: Induktives Laden. Siemens entwickelt die Infrastruktur, MAHLE die Fahrzeugtechnik und das benutzerfreundliche Positioniersystem. Dazu ist am Boden der Garage oder des Parkplatzes eine „Sender“-Spule platziert. Parkt darüber ein Fahrzeug, wird ein magnetisches Feld erzeugt und überträgt die Energie zur „Empfänger“-Spule ins Auto. Die Batterie lädt mit einer Ladeleistung von 11 Kilowatt und einem Wirkungsgrad von 92 Prozent, ganz ohne Kabel. Das MAHLE Positioniersystem funktioniert in kompakten Pkw genauso wie in großen Nutzfahrzeugen und wurde 2023 von der SAE zum globalen Standard erklärt.



Empfängerspule zur Montage am Fahrzeug

Klimaneutralität in der Flotte: smallBOX statt Wallbox

Für den E- und Hybridfuhrpark ist das chargeBIG Ladesystem die ideale eichrechtskonforme Ladelösung. Dank integrierter Unterverteilung und Lastmanagement ist die smallBOX bestens geeignet für Transport- und Logistikunternehmen.



Die Ladeinfrastruktur von chargeBIG zeichnet sich durch einen zentralisierten Ansatz aus. Dadurch können an einem Standort deutlich mehr Ladepunkte geschaffen werden als bei konventionellen Ladelösungen. Die Unterverteilung und das dynamische Lastmanagement sind somit fester Bestandteil der Ladelösung und ermöglichen eine einfache Installation, Wartung und hohe Skalierbarkeit.

Das zentralisierte Konzept ist nicht nur smart, sondern auch nachhaltig. Im

Vergleich zu herkömmlichen Ladelösungen werden bis zu 50 Prozent weniger Kabelressourcen verbraucht und durch das Lastmanagement nutzt jede smallBOX nur die Leistung, die der Netzanschluss freigibt. So werden Spannungsspitzen, Wechsel in teurere Stromtarife und eine Netzerweiterung durch einen neuen Trafo vermieden.

Am Parkplatz angekommen erlebt der Nutzer einfache Bedienbarkeit und eine einzigartige Ladeerfahrung. Über die proprietäre chargeBIG App und das

Bezahlterminal bietet chargeBIG generierbare Freischaltcodes und Ladekarten zur Kostenstellen und fahrzeugspezifischen Abrechnung. Für jeden Anwendungsbereich findet chargeBIG eine passende Ladelösung.

Die chargeBIG smallBOX eignet sich auch bestens zur Elektrifizierung der Mitarbeiterparkplätze an Unternehmensstandorten. Dies schafft Anreize, auf ein E- oder Hybridfahrzeug umzusteigen und aktiv an der Mobilitätswende mitzuwirken.

THERMOMANAGEMENT

Wohltemperiert

Ganz egal, ob ein Motor durch Verbrennung oder mit Strom für Vortrieb sorgt: Die Zu- und Abfuhr von Wärme spielen eine entscheidende Rolle. MAHLE bietet für Nutzfahrzeuge ein integriertes Thermomanagement für jeden Antrieb und Einsatzort.

Verbrennungsmotoren sollen möglichst schnell warm werden, dürfen aber nicht überhitzen. Batterieelektrische Motoren haben einen engen Temperaturbereich, der für eine längere Lebensdauer der Komponenten, mehr Reichweite und eine bessere Schnellladefähigkeit sorgt. Brennstoffzellen erfordern mit einer höheren Gesamtabwärme komplexe Kühlanlagen und große Kühlmittelkühler. Und da ist noch das Thema Komfort: Im Fahrzeug soll es im Sommer nicht zu heiß und im Winter schön warm sein. Ganz schön viel, was das Thermomanagement leisten muss.

Schlüsseltechnologie

Für den Wandel hin zu emissionsfreien Antrieben ist das Thermomanagement eine Schlüsseltechnologie. Besonders bei batterieelektrischen Antriebssystemen (Battery Electric Vehicles, BEV) und solchen mit einer Brennstoffzelle (Fuel Cell Vehicles, FCV) sind die Anforderungen im Vergleich zu Verbrennungsmotoren teilweise zwei- bis dreimal so hoch.

Für jeden Einsatzzweck

Was das Thermomanagement im Nutzfahrzeugsektor noch anspruchsvoller macht, sind die unterschiedlichen Regionen, Fahrzeugklassen und Einsatzzwecke. Um dennoch den Bauraum, die Komplexität und die Kosten möglichst gering zu halten, fasst MAHLE die Bauteile des Thermomanagements in kompakten Modulen zusammen. So bietet MAHLE ein skalierbares Thermomanagement: vom Transporter bis zum schweren Nutzfahrzeug, von europäischen Märkten bis zu den Straßen Asiens.





Bereit für die richtige Temperatur

Leise Weltneuheit: der bionische Lüfter

Extrem leise und bionisch optimiert: Bei der Entwicklung dieses neuen Hochleistungslüfters haben sich die Ingenieure von MAHLE von Eulenschwingen inspirieren lassen. Die Kanten der Lüfterblätter sind den Federn von Greifvögeln nachempfunden, die bekanntlich kaum hörbar unterwegs sind. Das löst eine weitere Herausforderung der E-Mobilität: laute Lüftergeräusche, die unter Volllast und auch beim Laden

des Fahrzeugs in der Nacht in Wohngebieten oder an Rasthöfen stören können. Der bionische Lüfter von MAHLE ist bis zu 4 dB(A) leiser als vergleichbare Lüfter, das entspricht mehr als einer Halbierung der Schallleistung. Gleichzeitig hat das Gerät einen um 10 Prozent verbesserten Wirkungsgrad und ein um 10 Prozent reduziertes Gewicht.

>50 %

Um mehr als die Hälfte ist der neue bionische Lüfter von MAHLE leiser als vergleichbare Geräte.



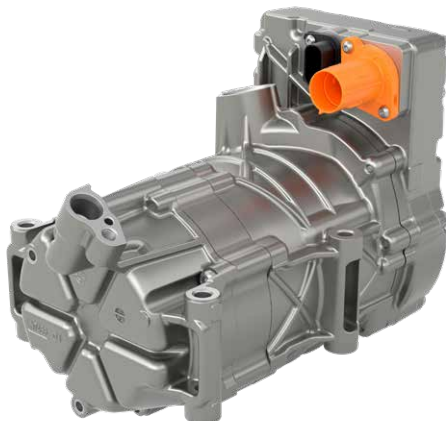
Schnell ein warmer Innenraum: der 800-Volt-PTC-Heizer

Bei batterieelektrischen Fahrzeugen fehlt die Wärme des Verbrennungsmotors für die Innenraumheizung in der kalten Jahreszeit. Oft kann hier eine hocheffiziente Wärmepumpe für einen angenehmen Innenraumkomfort sorgen. Doch hin und wieder muss auch elektrisch zugeheizt werden. Der 800-Volt-PTC-Heizer von MAHLE erwärmt direkt die Innenraumluft. Das geht schnell und hocheffizient, mit bis zu acht Kilowatt Heizleistung.



Bringt den E-Antrieb auf Temperatur: der 800-Volt-E-Kompressor

Der E-Kompressor ist wichtig für die Temperierung des E-Antriebs und damit entscheidend für die Lebensdauer, hohe Ladegeschwindigkeit und Reichweite der Batterie. Darüber hinaus sorgt er für einen hohen Innenraumkomfort und eine angenehme Innenraumakustik. MAHLE bietet seinen extrem kompakten Hochvolt-Kompressor aktuell in 800-Volt-Spannungslagen, Hubräumen bis zu 57 Kubikzentimetern und Leistungen bis zu 18 Kilowatt an. Durch sein kompaktes Design, verbunden mit seiner hohen Leistung, ist er damit in allen Fahrzeugklassen einsetzbar – vom Pkw bis hin zu schweren Nutzfahrzeugen.



Systemisch eingebunden: das Kühlmodul

Kühlmodule schützen Batterie und Leistungselektronik, indem sie einen Großteil der im System gesammelten Wärme an die Umgebung abgeben. Je nach Kühlungsstrategie bestehen die Module aus weiteren Kühlmittelkühlern. Seit über 100 Jahren treibt MAHLE die Entwicklung vom einfachen Kühler hin zum komplexen Thermomanagement entscheidend mit voran.



Von der Natur inspiriert: die bionische Batteriekühlplatte

Die bionische Batteriekühlplatte von MAHLE hält die Lithium-Ionen-Batterie jederzeit im optimalen Temperaturfenster zwischen 10 bis maximal 40 °C. Innerhalb der Kühlplatte fließt das Kühlmittel in Fluid-Kanälen. Bei dieser Innovation, imitiert das Kanaldesign Strömungsmuster, wie man sie in der Natur findet. Das reduziert den Druckverlust um bis zu 20 Prozent und erhöht gleichzeitig die Kühlleistung um 10 Prozent. Zudem ermöglicht sie schnelleres Laden der Batterie und hilft, die Lebensdauer der Batterie zu verlängern.



Komplexes System für Effizienz und Komfort: die Klimaanlage

Die hocheffiziente Klimatisierung von MAHLE sorgt für einen perfekt klimatisierten Fahrer Arbeitsplatz bei geringstem Energiebedarf. So kann sich der Fahrer bei angenehmer Temperatur besser konzentrieren und sicher durch den Verkehr navigieren. Zusätzlich hält die Innenraumfiltration CareMetix® den Arbeitsplatz frei von Feinstaub und Schadstoffen und schützt somit die Gesundheit des Fahrers.



Kühlmittel-zu-Kühlmittel-Kühler für Brennstoffzellensysteme

Die Brennstoffzelle ist das Herzstück des Brennstoffzellenantriebs. Sie muss ständig gekühlt werden. Das Kühlmittel darf jedoch nicht elektrisch leitend sein, ansonsten wird die Brennstoffzelle irreparabel geschädigt. Im Kühlmittel-zu-Kühlmittel-Kühler von MAHLE wird deshalb die Wärme vom Kühlmittel der Brennstoffzelle auf das Kühlmittel des Antriebsstrangs übertragen, ohne dass es zu einer Durchmischung kommt, die das Kühlmittel leitfähig machen würde. So kann auch das Volumen des Brennstoffzellenkreislaufs möglichst klein gehalten werden.



Indirekte Wärmeübertrager

Steigender Komfort im Fahrraum und die Entwicklung neuer Antriebe führen zu stetig wachsenden Ansprüchen an das Thermomanagement. Gleichzeitig bleibt der dafür notwendige Bauraum im Fahrzeug begrenzt. Die indirekten Wärmeübertrager von MAHLE können bauraumoptimiert dort installiert werden, wo sie benötigt werden, nämlich an der Stelle, an der sich zwei voneinander entkoppelte Kälte- oder Kühlmittelkreisläufe kreuzen. Die Kühlung erfolgt über die Kühlmittelkühler im Kühlmodul. Ein weiterer direkter Wärmeübertrager im Modul ist somit nicht mehr nötig. Die Länge der Kühlmittleitungen können damit so kurz wie möglich und die Menge an Kälte- oder Kühlmittel so gering wie nötig gehalten werden.



Hochintegrierte Systemkompetenz: das Liquid Management Modul

Der Traktionsmotor ist ein „Kraftpaket“ und muss deshalb vor Überhitzung geschützt werden. Das integrierte und kompakte Liquid Management Modul von MAHLE kühlt den Motor, indem ein Wärmeübertrager die Wärme vom Öl auf den Kühlmittelkreislauf überträgt. Die dafür benötigte Ölpumpe ist bereits im Modul integriert.



Hochleistungs-Kühlmittelpumpe für Brennstoffzellenanwendungen

Die Brennstoffzelle bedarf einer hohen Kühlleistung. Die 800-V-Hochleistungs-Kühlmittelpumpe von MAHLE schafft bis zu 2,5 kW Leistung und kann mit 2,5 bar 300 Liter Kühlmittel in der Minute fördern. Vereinfacht gesagt: Die Pumpe könnte zwei in 25 Meter Höhe befindliche Badewannen in einer Minute füllen. Die 5-kW-Variante sogar bis 500 Liter in der Minute. Dabei darf es nicht mit Ionen verunreinigt werden, um eine unerwünschte elektrische Leitfähigkeit des Kühlmittels zu verhindern.



MOBILITÄT GANZHEITLICH GEDACHT

Potenziale ausschöpfen

Der schnellste Weg zur Dekarbonisierung im Nutzfahrzeugsektor ist die Technologievielfalt. Das heißt, neben Batterien oder Brennstoffzellen können Wasserstoff und weitere alternative Kraftstoffe im Verbrennungsmotor eine große Rolle auf dem Weg zum klimaschonenden Verkehr spielen. MAHLE hat die passenden Technologien bereits serienreif entwickelt und erprobt.



Eine weitere Möglichkeit, die CO₂-Emissionen im Straßenverkehr zu reduzieren, ist der Einsatz von Wasserstoff als Verbrennungskraftstoff. Dabei werden Wasserstoff und Sauerstoff ähnlich genutzt wie zum Beispiel Diesel in einem konventionellen Verbrenner. MAHLE nutzt seine 100-jährige Expertise für Verbrennungsmotoren, um seine Komponenten für den klimaneutralen Betrieb mit Wasserstoff zu optimieren. Alle Teile werden mit einem holistischen Ansatz weiterentwickelt, damit die Motoren in der Lage sind, den kohlestofffreien Kraftstoff hocheffizient und bei langer Lebensdauer zu nutzen.

Für hohe Leistung und schwere Lasten

Die niedrigeren Spitzendrücke beim Einsatz des Gases ermöglichen es, Aluminium statt Stahl als Werkstoff zu nutzen. Dennoch bestehen einige Herausforderungen: Der gasförmige Wasserstoff befindet sich in einem Hochdrucktank. Während seiner Verbrennung im Kolben gelangt ein kleiner Teil der Gase in das Kurbelgehäuse. Damit dieses sogenannte Blow-By-Gas nicht zündet, muss das Gehäuse belüftet werden. Die von MAHLE optimierte Powercell-Unit reduziert den Blow-By auf ein Minimum. Eine weitere Herausforderung: Alle Komponenten müssen ohne die selbstschmierenden Eigenschaften von Dieselmotorkraftstoff funktionieren.

E-Fuels bieten ergänzend zur E-Mobilität ein enormes Potenzial, um CO₂-Emissionen einzusparen.

Mit der richtigen Motorentechnologie hat Wasserstoff das Potenzial, Schwerlast- und Offroad-Anwendungen schnell klimaneutral zu machen. Denn mit Wasserstoff betriebene Motoren eignen sich besonders für hohe Lastzyklen mit plötzlichen Laststufen und können Hitze, Staub und Vibrationen standhalten.

Upgrade vorhandener Technologien

Nicht zu unterschätzen ist die Rolle synthetischer Kraftstoffe oder auch von Biokraftstoffen (HVO100), bis synthetische Kraftstoffe breiter verfügbar sind. Sie können einen zusätzlichen Beitrag zur CO₂-Reduktion im Transportsektor leisten. Einige Regionen, wie Südamerika oder Indien, setzen voll auf Biokraftstoffe.

MAHLE optimiert dazu vorhandene Komponenten, um Verbrennungsmotoren jeglicher Art noch effizienter zu machen: Niedrigere Temperaturen am Kolbenrand ermöglichen eine heißere und effizientere Verbrennung, und variable Ölpumpen reduzieren den Verbrauch. Durch reibungsreduzierte Laufbuchsen, innovative Kolbenringe und robustere Nockenwellen mit speziellen Beschichtungen können dünnflüssige Motoröle bei gleichem Verschleiß eingesetzt werden. Zudem erlauben korrosionsresistente Ventile höhere Abgasrückführaten, und polymerbeschichtete Lagerschalen sorgen für minimale Reibung.

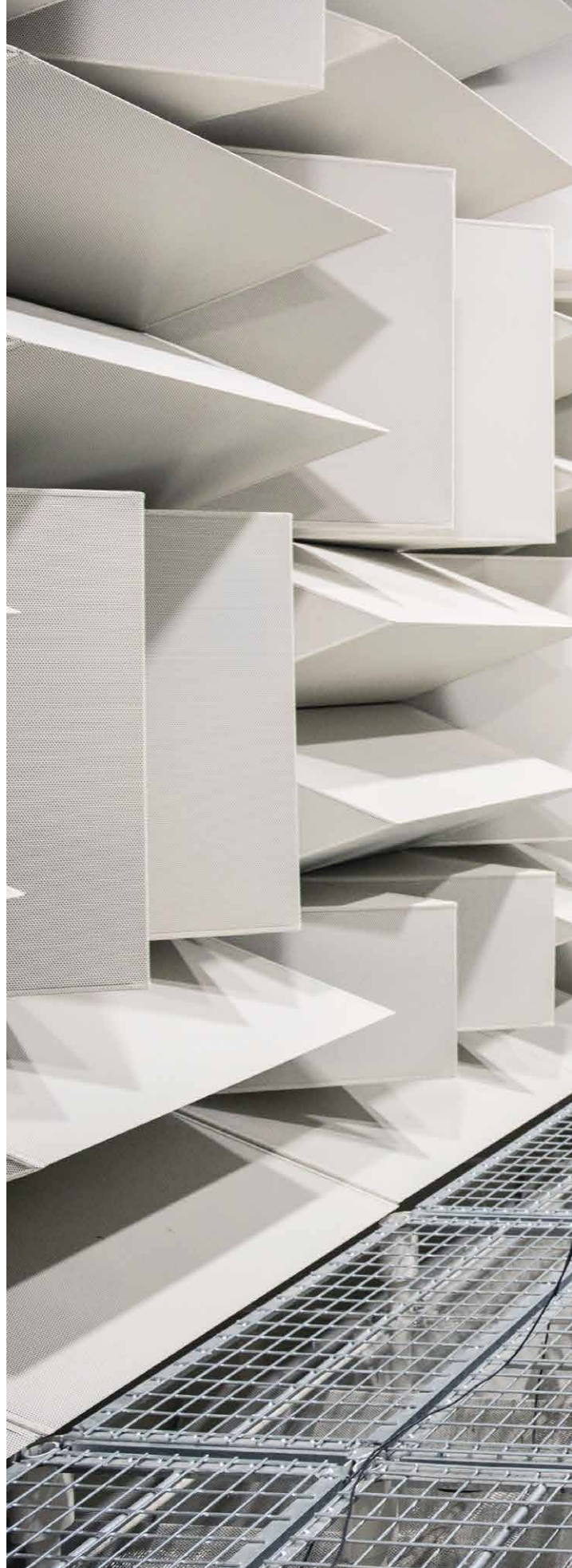
Wasserstoff als Verbrennungskraftstoff hat das Potenzial, Schwerlast- und Offroad-Anwendungen schnell klimaneutral zu machen.



FORSCHUNG & ENTWICKLUNG

Zukunft entwickeln

In Forschung und Entwicklung verfolgt MAHLE einen ganzheitlichen Ansatz. Die MAHLE Entwicklungszentren sind in der Nähe der weltweit wichtigsten Standorte der Automobilindustrie angesiedelt und kombinieren Entwicklungs- mit Testkompetenz. So können Produkte agil verbessert werden. Das belegen Neuentwicklungen rund um die Brennstoffzelle oder die Traktionsmotoren für die E-Mobilität. MAHLE ist zum Beispiel in der Lage, seine Traktionsantriebe über den gesamten Entwicklungszyklus hinweg zu testen: Konzepterprobung in der Vorentwicklung in Deutschland, Leistungstests etwa in Slowenien und China und komplette Systemtests der MAHLE Produkte aus den Bereichen Elektrifizierungs- und Thermomanagement auf dem E-Achsen-Prüfstand in Deutschland. Zukunftsthemen wie den Einsatz von Wasserstoff testet MAHLE seit mehreren Jahren in einem eigenen Prüfzentrum.

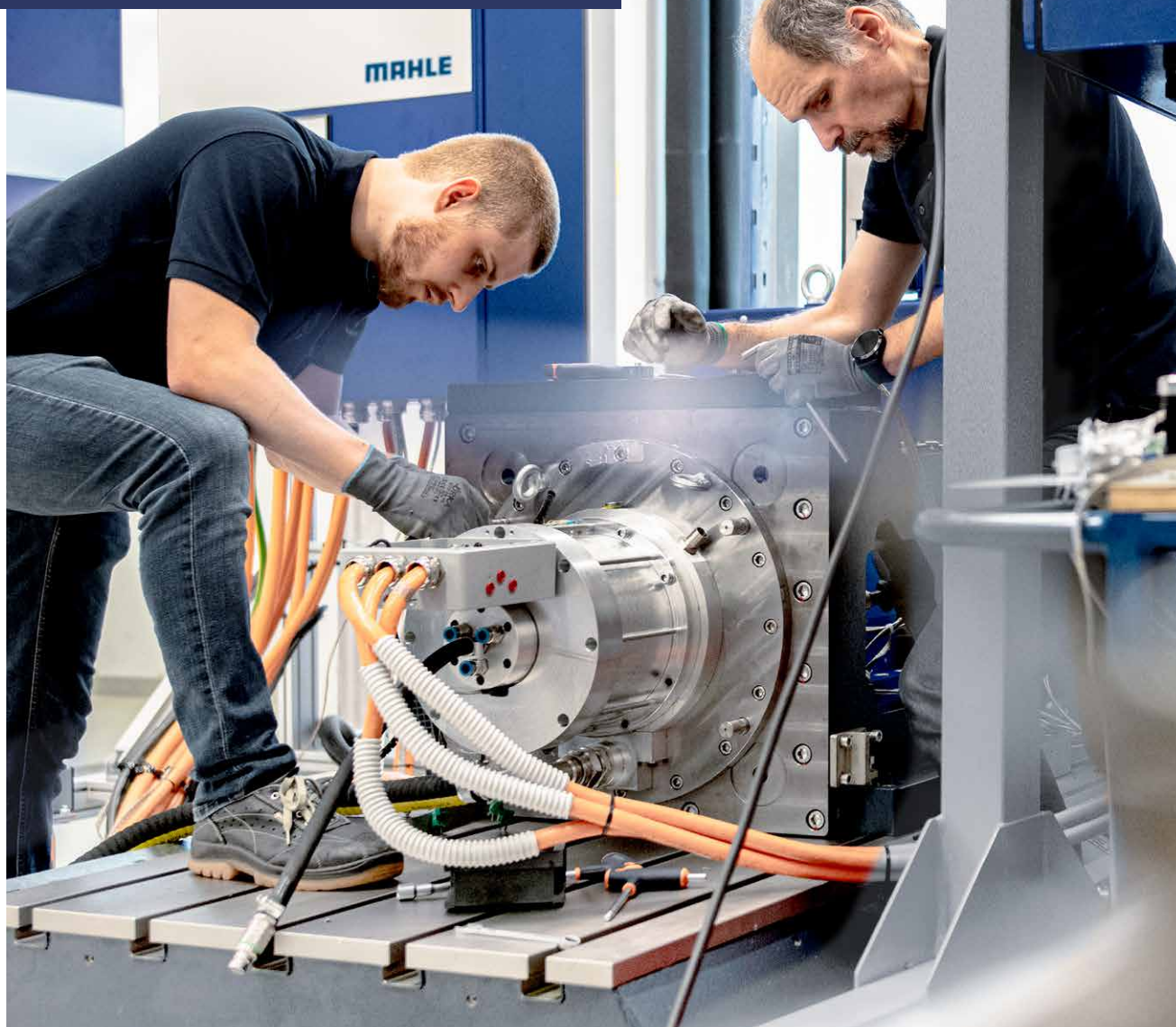




In der ostchinesischen Stadt **Changshu** befindet sich ein Tech Center, in dem zukunftsorientierte Technologien wie der E-Kompressor entwickelt und getestet werden. Der Fokus liegt auf: Materialanalyse, Leistungs- und Dauertests, Geräusch- und Vibrationstests sowie Tests in Klima- und Absorberkammern (im Bild).



Das MAHLE Tech Center **Šempeter pri Gorici** in Slowenien ist komplett auf E-Mobilität ausgerichtet und bietet hochpräzise Prüfstände in einem Bereich, der kleinste E-Maschinen bis hin zu hohen Leistungen von Hunderten von Kilowatt umfasst. Mit weiteren Top-End-Prüfständen unterstützt MAHLE an vielen Standorten weltweit die Entwicklung neuer Lösungen für Traktionsmotoren.





Das H₂ Prüfzentrum in **Stuttgart** in Deutschland widmet sich intensiv Wasserstoffanwendungen. Neben einem hochmodernen Brennstoffzellen-Prüfstand laufen in Stuttgart auch Tests mit einem 340 kW starken Wasserstoffmotor. Ziel ist es, wirtschaftliche und robuste Systemlösungen für die Automobilindustrie zu entwickeln. MAHLE ist auch dank seiner Entwicklungskompetenz in allen großen Wasserstoffmotoren- und Brennstoffzellenentwicklungsprojekten vertreten.

Die Straße im Labor

Welchen Einfluss hat die Wahl der Lackierung darauf, ob Eis in TiefkühlLieferwagen wirklich eiskalt bleibt? Eine wichtige Frage in der Lieferbranche, denn an heißen Sommertagen können auf der Fahrzeugoberfläche Temperaturen von mehr als 70 °C entstehen. An den Antworten auf diese und viele weitere Fragen arbeiten Expertinnen und Experten im Klimawindkanal in Stuttgart.

In der modernen Anlage lassen sich sämtliche in der Fahrpraxis denkbaren Zustände differenziert einstellen und reproduzieren. Dabei sind verschiedene Kombinationen und Abfolgen von Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Wind, Sonneneinstrahlung und Straßenlast möglich. Auf der großzügig dimensionierten Teststrecke können Messungen unter realen Wetterbedingungen für Fahrzeuggrößen bis hin zum Lkw durchgeführt werden. Im Falle des Kühlfahrzeugs ergab sich nach zahlreichen Simulationen verschiedener Sonneneinstrahlungen die klare Antwort: Es gibt einen Temperaturunterschied von mehr als 15 Kelvin zugunsten heller Lackierung verglichen mit einer dunklen Alternative.



Für eine saubere Zukunft

Alternative Antriebe auf Wasserstoffbasis und batterieelektrische Antriebe werden in Zukunft den Straßenverkehr bestimmen. Der MAHLE Klimawindkanal rüstet sich für die Zukunft: Relevante Tests, Messungen und Simulationen können dort problemlos durchgeführt werden.

100 km Reichweite in fünf Minuten

Mit der vorhandenen Schnellladestation lassen sich E-Fahrzeuge im Klimawindkanal mit bis zu 350 kW DC und 915 V bei allen klimatischen Bedingungen laden. Die 10-m-langen Kabel erreichen dabei problemlos jeden Ladeport. Damit kann das Fahrzeug in unter fünf Minuten für 100 km Reichweite aufgeladen oder entladen werden. Die Schnellladestation bietet individuelle Lösungen für den Windkanal inklusive Monitoring und Steuerung aus der Messwarte.

Neue Testverfahren mit Wasserstoff

Der Umgang mit Wasserstoff in Fahrzeugantrieben birgt neue Herausforderungen für die Hersteller und für den Klimawindkanal. Aufgrund der chemischen Eigenschaften von Wasserstoff müssen die Sicherheitskonzepte neu ausgerichtet werden, da bereits bei einer Wasserstoffkonzentration von mehr als 4 Vol.-% ein explosionsfähiges Gemisch vorliegt. Die notwendigen Umbaumaßnahmen im MAHLE Klimawindkanal werden bis Ende 2025 abgeschlossen sein. Oberstes Ziel ist es, die Versuche mit zukünftigen Antriebskonzepten sicher und unter allen klimatischen Bedingungen durchzuführen.



Vorreiter der Messstrecke

Bereits 1937 baute Manfred Behr den weltweit ersten Windkanal der Automobilbranche. MAHLE entwickelt die Messstrecke als Vorreiter auf diesem Gebiet bis heute ständig weiter. Der Klimawindkanal ermöglicht realistische, präzise und wiederholbare Mess- und Versuchsbedingungen für diverse Anwendungsfälle. Deshalb ist er die sichere Basis für reibungslose Technologietransfers, Qualitätssicherung, Kostenreduzierung und Zeitersparnis im Sinne der Kunden.

Weitere Informationen
finden Sie hier:



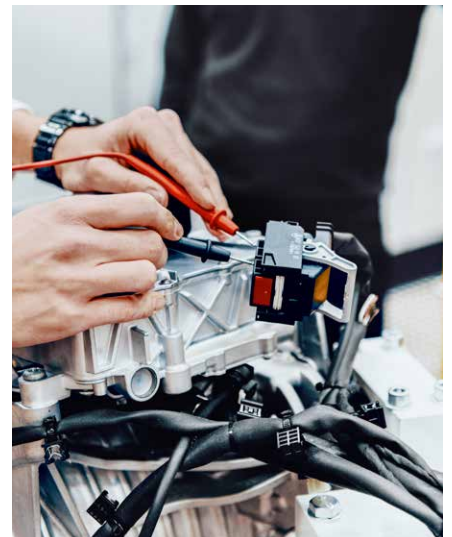
Entwicklungsexperten – MAHLE Powertrain

Die nächste Generation von Antrieben wird so vielfältig wie nie. Als erfahrener Spezialist für Antriebsstränge aller Art unterstützt MAHLE Powertrain Automobilhersteller bei ihrem nächsten Schritt nach vorn. Motor, Getriebe, Hybrideinheit, Software oder Betriebsstrategie – hier kommt alles aus einer Hand.

Wer Engineering- und Beratungsdienstleistungen von Experten sucht, ist bei MAHLE Powertrain genau richtig – und das bei jedem Antriebssystem. Zum breiten Leistungsspektrum zählen Konstruktion, Erprobung, Entwicklung, Kalibrierung und Integration von hybridisierten Verbrennungsmotoren und elektrifizierten Antriebsstrangsystemen. Bei allen Projekten sind echte Innovationen oder das nächste Technologielevel für serientaugliche Lösungen das oberste Ziel. Auf dem Weg dorthin stehen die Expertinnen und Experten den Fahrzeugherstellern als Partner für Spitzenforschung, Entwicklung und Anwendung immer zur Seite.

Partner für Batterie-Engineering

Mit tiefgehendem Know-how für neue Technologien unterstützen unsere Experten die internationale Automobilindustrie als Entwicklungspartner etwa in der Elektromobilität. In den zwei Batterieentwicklungszentren – eines in Stuttgart und eines im englischen Northampton – arbeitet MAHLE Powertrain an Innovationen rund um die Batterie. Gleichzeitig sind Engineering-Dienstleistungen in dem Bereich immer gefragt. Die Arbeit am neuen M3x-Batteriepaket ist dafür ein Erfolgsbeispiel. Es wurde von MAHLE Powertrain mit einem optimierten Thermomanagement entwickelt, um hohe Lade- und Entladeraten in leistungsstarken Elektro- und Hybridfahrzeugen zu ermöglichen.



Modernes Testen

Um aktuellen Technologietrends immer einen Schritt voraus zu sein, investiert MAHLE Powertrain kontinuierlich in modernste Entwicklungs- und Testinfrastruktur. So auch im eDrive Testzentrum in Fellbach bei Stuttgart. Hier werden E-Achsen und E-Antriebsaggregate für ein breites Spektrum von Elektro- und Hybridfahrzeugen entwickelt und erprobt. Um die Kompatibilität mit allen potenziellen Fahrzeugantriebsanwendungen sicherzustellen, werden Systeme mit Hoch- und mit Niederspannungsbatterien betrieben. Hochspezifische Permanentmagnet-Synchron-Elektromotoren replizieren die von den angetriebenen Rädern aufgebrachten Lasten, während ein thermisches Konditionierungssystem es ermöglicht, elektrische Antriebe in einem breiten Temperaturbereich zu testen.



International präsent

Als Engineering Services-Tochter unterstützt MAHLE Powertrain Kunden unabhängig vom MAHLE Mutterkonzern bei der Auswahl der am besten geeigneten Technologien oder Komponenten für den jeweiligen Bedarf. MAHLE Powertrain ist international mit sechs Standorten in Großbritannien, Deutschland, den USA und China vertreten. Somit können Kunden in den großen Automobilmärkten vor Ort direkt mit den MAHLE Experten arbeiten.



NACHHALTIGKEIT

Nachhaltigkeit bei MAHLE

Nachhaltigkeit bedeutet für MAHLE, eine Zukunft zu schaffen, in der Umweltschutz, Sicherheit am Arbeitsplatz, gute Unternehmensführung und Wirtschaftlichkeit Hand in Hand gehen. Leitende Prinzipien sind dabei ethisch korrektes und gesetzeskonformes Verhalten, der Schutz der Umwelt und der Ressourcen sowie das Wohlergehen der Mitarbeiter des Unternehmens.

MAHLE ist ein international führender Entwicklungspartner und Zulieferer der Automobilindustrie mit Kunden in den Bereichen Pkw und Nfz. Das Technologieunternehmen arbeitet an der klimaneutralen Mobilität von morgen. Schwerpunkte sind Elektromobilität und Thermomanagement sowie weitere Technologien zur Verringerung des CO₂-Ausstoßes, zum Beispiel Brennstoffzelle oder hoch effiziente, saubere Verbrennungsmotoren, die auch mit erneuerbaren Kraftstoffen, etwa Wasserstoff, betrieben werden.

Von Motorsystemen und -komponenten über Filtration bis hin zum Thermomanagement deckt das Produktportfolio alle relevanten technischen Aspekte der Antriebs- und Klimatechnik sowie deren Kombination ab. Mit hoher Systemkompetenz und langjährigem Know-how bei elektrischen und elektronischen Komponenten und Systemen bietet MAHLE darüber hinaus integrierte Systemlösungen für die E-Mobilität. Alle Komponenten und Systeme von MAHLE werden schon seit Jahrzehnten auch abseits der Straße eingesetzt – in stationären Anwendungen ebenso wie in mobilen Maschinen, im Schienenverkehr und in der Schifffahrt.



Umfassende Informationen zu allen Aktivitäten im Bereich Nachhaltigkeit gibt es im aktuellen Nachhaltigkeitsbericht:



mahle.com/de/news-and-press/publications

145

Energieeffizienzprojekte im Jahr 2023 führten zu Energieeinsparungen von etwa 32 GWh.

372 GWh

betrug im Jahr 2023 die Menge an erneuerbarem Strom, ein Anstieg um 10 Prozent im Vergleich zum Vorjahr.

Noch sauberer

Bis sich die E-Mobilität weltweit durchsetzt, wird noch einige Zeit vergehen. In manchen Märkten und für bestimmte Einsatzszenarien wird der Verbrennungsmotor voraussichtlich noch Jahrzehnte eine wichtige Rolle spielen. Deshalb arbeitet MAHLE weiter daran, etablierte Technologien zu optimieren. Das Ziel: den Verbrennungsmotor noch sauberer und effizienter zu machen und so weniger Energie zu verbrauchen und weniger Emissionen zu verursachen.

Bis 2040 will das Unternehmen weltweit an allen Standorten CO₂-neutral produzieren. Dafür hat MAHLE einen ambitionierten Fahrplan erarbeitet. Dieser beinhaltet unter anderem die verstärkte Eigenproduktion von Strom.

Im Jahr 2023 hat MAHLE dafür eine weitere Photovoltaik-Anlage im türkischen Izmir in Betrieb genommen. Ziel ist die Senkung von Emissionen, gleichzeitig fördert MAHLE die Unabhängigkeit vom volatilen Energiemarkt.

Darüber hinaus soll die Energieeffizienz der einzelnen Standorte pro Jahr um mindestens zwei Prozent gesteigert werden. Mit dem Einkauf von CO₂-neutral produziertem Strom und der Kompensation verbleibender Emissionen will das Unternehmen seine Bilanz auf null setzen.

“

Unsere CO₂-Roadmap ist ein wesentliches Element unserer MAHLE Strategie. Wir haben uns unternehmensweit Reduktionsziele gesetzt und arbeiten daran, bis 2040 eine CO₂-neutrale Produktion zu erreichen.

Georg Dietz

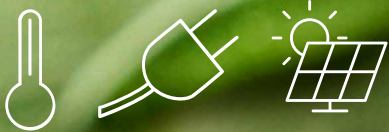
Mitglied der Konzern-Geschäftsführung,
verantwortlich für Nachhaltigkeit bei MAHLE



Grüne Meilensteine

MAHLE hat im Jahr 2023 wichtige Etappenziele mit seinen Maßnahmen für den Klimaschutz erreicht: CO₂-Emissionen aus der Nutzung fossiler Energieträger (Scope 1) und die Emissionen aus der Nutzung von zugekauftem Strom (Scope 2) konnten um 43 Prozent gegenüber dem Basisjahr 2019 reduziert werden. Darüber hinaus hat MAHLE seine Zielsetzung für Scope 3, also Emissionen entlang der Wertschöpfungskette, erweitert.

Bis 2030 will der Technologiekonzern die Treibhausgase in diesem Bereich um 28 Prozent gegenüber 2019 senken. Um das Bekenntnis zu den Zielen des Pariser Klimaabkommens zu unterstreichen, hat MAHLE seine Scope 1–3-Ziele bis 2030 von der Science Based Targets initiative (SBTi) extern validieren lassen. Die SBTi hat diese Klimaziele nach wissenschaftlichen Kriterien anerkannt.



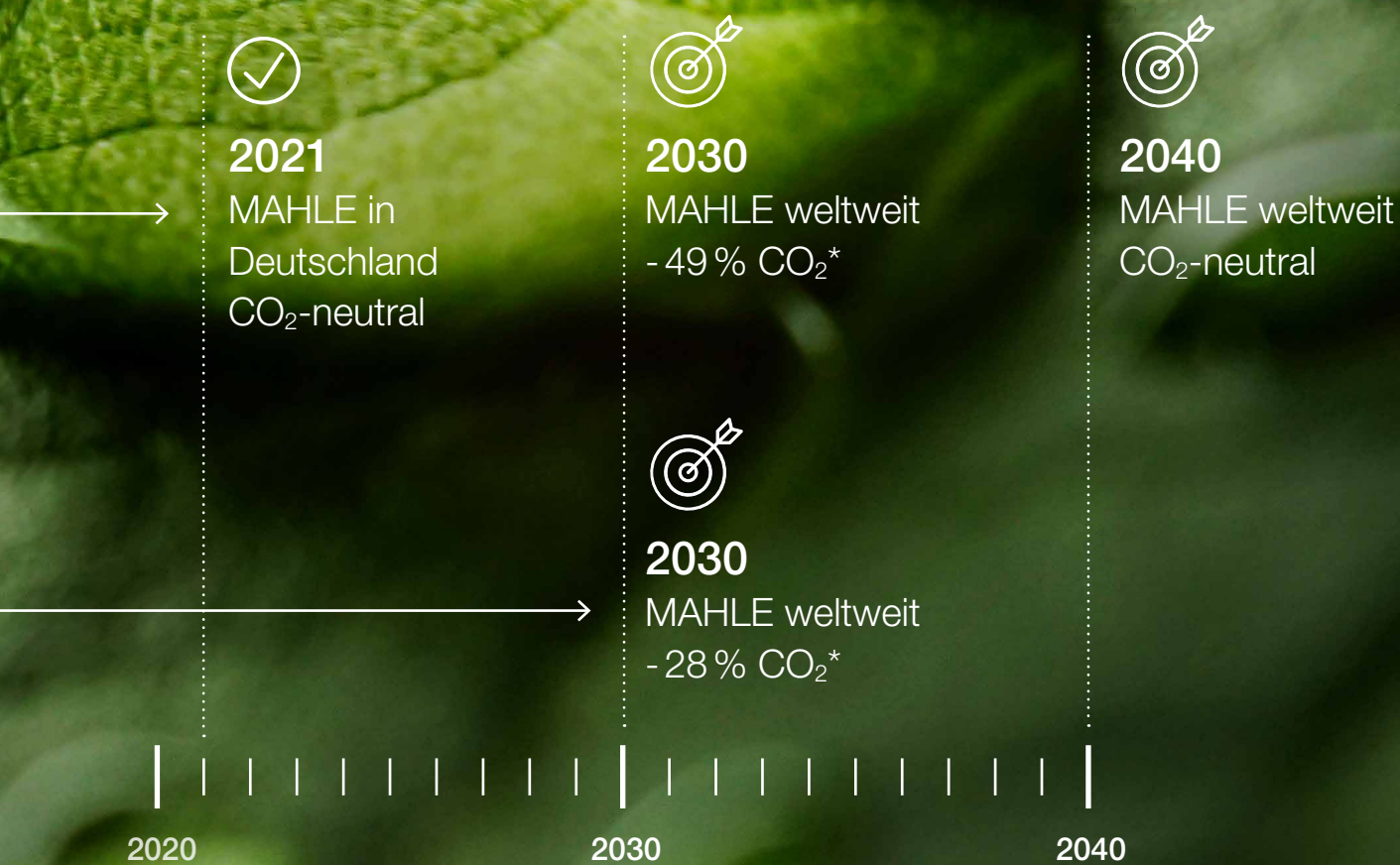
Scope 1 & 2

Emissionen, die vom Unternehmen selbst verursacht werden sowie durch Verbrauch von zugekaufter Elektrizität und Wärme



Scope 3

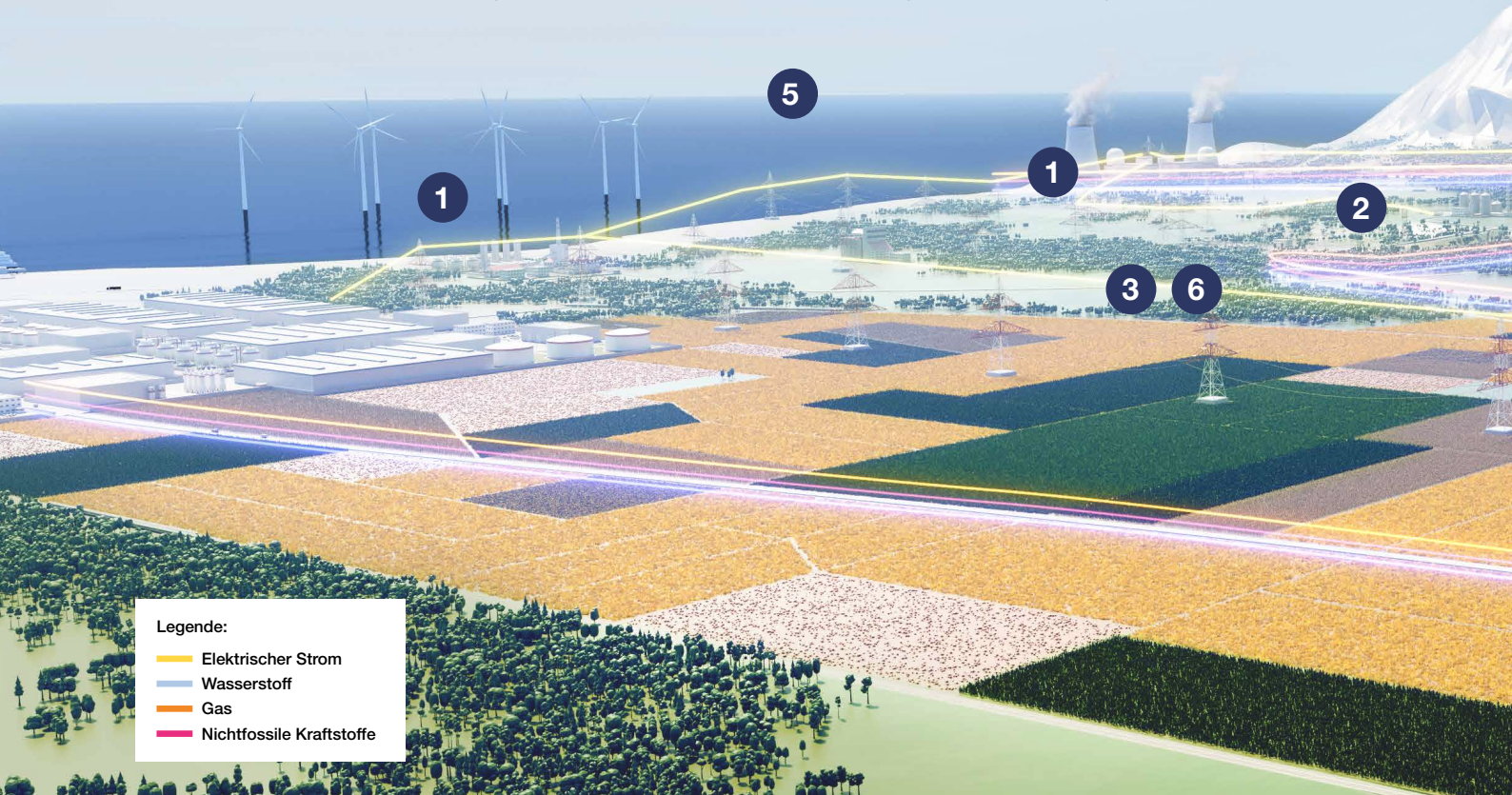
Treibhausgasemissionen entlang der Lieferketten und Produktnutzung



^{*} In Relation zu 2019

Roadmap „Zero CO₂“

Die Defossilisierung des Transportsektors bringt weitreichende Veränderungen mit sich. Was sind die Energieträger der Zukunft auf Straße, Feldern, Schiene und Wasser? Welche Ressourcen werden gebraucht? Ein Blick auf die Energiewelt von morgen.



1 Vielfalt der Quellen:

Wind, Solar, Wasserkraft, Biomasse oder auch Erdgas mit CO₂-Abscheidung. Es gibt viele CO₂-arme Energiequellen, die im Energiemix der Zukunft eine Rolle spielen werden.

2 Umwandlung:

Viele Energieformen oder Rohstoffe sind nicht direkt nutzbar, sondern müssen zunächst umgewandelt werden. Zwei Beispiele: Überschüssige erzeugte elektrische Energie aus erneuerbaren Quellen wird über Elektrolyse zu Wasserstoff oder Biomasse zu Biogas.

3 Netz/Speicher:

Energie wird häufig zentral in größeren Anlagen bereitgestellt und von dort aus über Leitungen zu ganz verschiedenen Nutzern transportiert. Bei chemischen Energieträgern wie Wasserstoff oder E-Fuels kann sie gleichzeitig Speicher sein. Bei Elektrizität fungiert das Stromnetz ausschließlich als Übertrager.

4 Nutzung an Land:

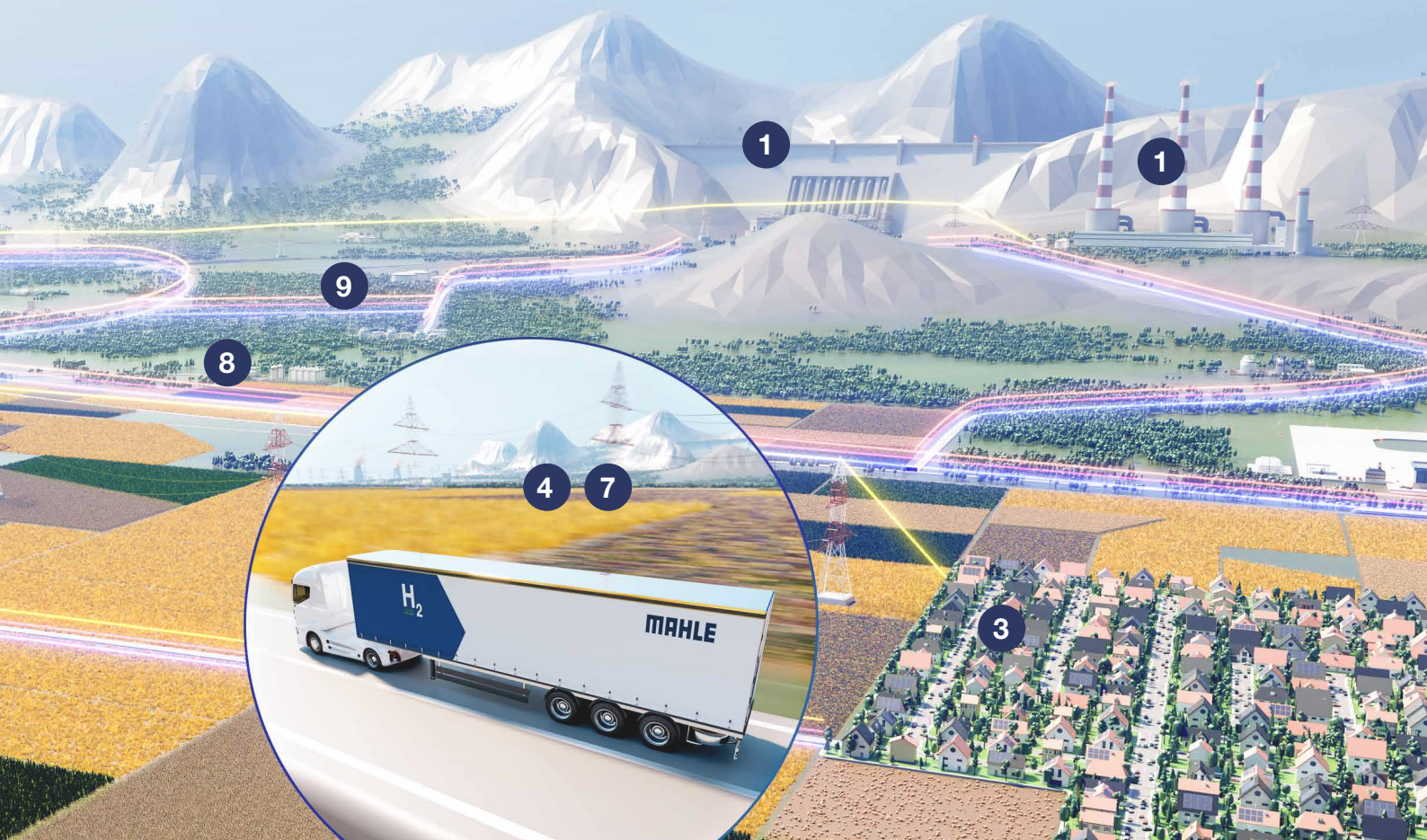
Im defossilisierten Transportsektor an Land werden mittelfristig alle Energieformen eine wichtige Rolle spielen: Strom, Wasserstoff, E-Fuels/Biofuels und Biogas. Unter anderem definiert die tägliche Fahrleistung die verschiedenen Anwendungsfälle.

5 Nutzung in Wasser und Luft:

Im Schiffs- und Flugverkehr sind Tankmöglichkeiten begrenzt. Gleichzeitig brauchen die Flugzeugturbinen und Schiffsmotoren Treibstoff mit hoher Energiedichte. Vor allem bei Langstrecken sind daher synthetische Kraftstoffe und E-Fuels die wahrscheinlichste Lösung.

6 Elektrizität:

CO₂-neutraler Strom ist der Schlüssel zur Klimaneutralität. Er kann aus Solarenergie, Biomasse oder Windenergie gewonnen werden. Für die Stabilisierung des Netzes ist es jedoch notwendig, Angebot



und Nachfrage auszugleichen oder den Strom zum Beispiel per Elektrolyse in Wasserstoff zwischenspeichern. Im Mobilitätssektor bietet sich die direkte Nutzung mittels batterieelektrischer Antriebe insbesondere für leichtere Fahrzeuge und für kürzere Strecken an.

7 Wasserstoff:

Wasserstoff ist eine Säule im zukünftigen Energiemix. Im Mobilitätssektor kann er direkt in Brennstoffzellen und Verbrennungsmotoren eingesetzt werden. Dank seiner hohen Energiedichte eignet er sich besonders dort, wo große Reichweiten zählen. In Industriesektoren wie Stahl oder Chemie bietet Wasserstoff großes Potenzial, die CO₂-Emissionen zu reduzieren. Er kann zudem zur Speicherung von Strom aus volatilen erneuerbaren Energiequellen oder als Grundstoff für synthetische Kraftstoffe genutzt werden.

8 E-Fuels/Biofuels:

E-Fuels aus erneuerbaren Energien und Biofuels sind eine vielversprechende Möglichkeit, sowohl die aktuelle Infrastruktur als auch die aktuelle Fahrzeugflotte direkt zur Reduktion der CO₂-Emissionen einzusetzen, beispielsweise über Beimischung.

9 Gas:

Gas aus Biomasse kann in das bestehende Gas- und Speichernetz eingespeist und anschließend in Anlagen und Motoren verwendet werden. Beispielsweise für den Betrieb von Gebäuden oder in großen Schiffsmotoren. Gleichzeitig stellt seine Verstromung in Gaskraftwerken eine Möglichkeit dar, das Stromnetz zu stabilisieren und den Verbrauch an Erdgas zu senken. Darüber hinaus kann CO₂, das bei der Produktion entsteht, am Kraftwerk technisch abgespalten und unterirdisch eingelagert werden.

SCHIENENFAHRZEUGE

Zuverlässige Mobilität auf der Schiene



Die Warenströme wachsen stetig weiter, und die Mobilität nimmt zu. Das führt zu steigenden Anforderungen an Leistung und Effizienz im Schienenverkehr. Komplexe Fahrzeugarchitekturen und extreme Einsatzbedingungen stellen neue Herausforderungen an die eingesetzten Produkte und Komponenten. Für den reibungslosen Betrieb liefert MAHLE zuverlässige, langlebige und leistungsfähige Fahrzeugkomponenten und -systeme.

Bei der Kühlung dieselgetriebener sowie elektrisch angetriebener Schienenfahrzeuge kennt MAHLE als Systempartner die komplexen Anforderungsprofile und unterschiedlichen Einsatzbedingungen auf der Schiene und setzt immer wieder neue Maßstäbe.

Hohe Zuverlässigkeit

Kühlanlagen für Hochgeschwindigkeitszüge mit bis zu 550 km/h ermöglichen eine hohe Leistungsdichte bei geringstem Gewicht und niedrigem Energieverbrauch im Betrieb.

Kompakte Kühlung

Bauraumoptimierte Kühlanlagen für Mehrsystemloks (bis zu 6.500 kW) und moderne Verbrennungsmotoren (bis zu 3.500 kW) können in bis zu 5.000 m Höhe und in Temperaturbereichen von +50 °C bis -50 °C eingesetzt werden.

Ausgeklügelte Systeme

Komplette Lokbausegmente sind mit Kühlmittelkomponenten, hydraulischen Antriebsausrüstungen für Gebläse, Kompressoren und/oder Hilfsgeneratoren ausgestattet.

Auch im Schienenverkehr sind alternative Antriebe und die weitere Optimierung moderner Verbrennungsmotoren der Schlüssel zur Einsparung von Emissionen. MAHLE ist mit seinen Kühlsystemen für alle Antriebsarten ein starker Entwicklungspartner für die nachhaltige Mobilität der Zukunft.

Zweikraft- & Last-Mile-Kühlmodule

Die Kombination von fahrdrahtgebundener Traktion und emissionsarmen Verbrennungsmotoren in einem Fahrzeug erfordert intelligente und kompakte Lösungen. MAHLE liefert Kühlmodule für zahlreiche Zweikraftfahrzeuge und Elektrolokomotiven mit Dieselhilfsaggregaten im Strecken- und Rangierbetrieb.



Batterie- und Hybridantriebe

Effizientes Thermomanagement hält Batterie und Leistungselektronik im optimalen Temperaturbereich und verlängert damit die Lebensdauer dieser Komponenten. MAHLE Kühlsysteme sichern somit den Einsatz leistungsstarker Batterie- und Hybridantriebe.



Brennstoffzellenantrieb

In modernen Brennstoffzellenzügen entsteht eine hohe Verlustwärme. Für einen sicheren Betrieb müssen die Temperatur des Kühlmittels niedrig und die Kühlkreisläufe leitungsarm sein. MAHLE Kühlsysteme bestehen aus hochwertigen Materialien und weisen eine hohe Kühlleistungsdichte auf. Als Entwicklungspartner für verschiedene Wasserstoff-Erprobungsfahrzeuge steht MAHLE seinen Kunden von Anfang an mit Know-how zur Seite.



INDUSTRIEAPPLIKATIONEN

Höchstleistungen für Antrieb und Umwelt

Ob Nutzfahrzeuge, Schiffe oder Züge – in der Industrie ist es essenziell, den Wärmehaushalt von anspruchsvollen Industrieapplikationen und Sonderfahrzeugen zu regulieren. Denn so lassen sich nicht nur der Kraftstoffverbrauch senken, sondern auch Emissionen reduzieren und die Leistung optimieren.

Neben einem umfangreichen Standardprogramm bietet MAHLE Kühlkonzepte für spezifische Anwendungen in verschiedenen Werkstoffen:

Ladeluftkühler in Scheibenbauweise (CounterFlow-Ladeluftkühler)

- Führung von Ladeluft und Kühlmittel im Gegenstrom
- Gefertigt aus Aluminium und Edelstahl
- Bis zu 70 Prozent leichter und 50 Prozent kleiner als herkömmliche Kühler
- Kein Hitzeschutz am Bauteil nötig, dank umlaufender Kühlmittelführung



Ladeluftkühler in Aluminium-Paketbauweise und Rippe-Rohr-Bauweise

- Höchste Flexibilität in der Größenskalierung
- Hohe Leistungsdichte mit niedrigem Gewicht
- Sehr gute Druckfestigkeit und Schwingungsresistenz
- Langlebigkeit bei Temperaturen bis über 250 °C



Ladeluft- / Gasgemischkühler in Buntmetall-Rundrohr-Bauweise

- Hohe Widerstandsfähigkeit bei extremer Beanspruchung
- Einsatz von Meerwasser oder schlecht gewarteten Kühlmitteln als Kühlmedium möglich
- Einsatz für Erd- und Biogas-, Deponiegas- und Sondergasbetrieb möglich
- Anwendungsspezifische Werkstoffauswahl
- Mechanisch gefügt (ohne Lötprozess)





Hochwertige und langlebige Komponenten sind für den zuverlässigen, sicheren und umweltschonenden Betrieb von Industrieanwendungen unverzichtbar.

Abgaskühler

- Als Rohrbündel für Motoren bis 560 kW
- Mit Rundrohr und Rippe für Motoren über 560 kW
- Gefertigt aus hochwertigem Edelstahl



Batterie Thermomanagement-Systeme

- Temperaturstabilisierung von Batterien bei E-Anwendungen
- Energieeffizienter Betrieb für maximale Reichweiten



Öl- und Kraftstoffkühler

- Kühlung durch Stapelscheibenkühler bei hoher thermischer Belastung
- Montage am Antrieb ohne zusätzliches Gehäuse möglich
- Vakuumgelötete Ölkühler, verfügbar in Aluminium oder Stahl/Edelstahl
- Druck- und vibrationsbeständig
- Gegenstrom der Medien (Öl/Kühlmittel-, Öl/Öl- und Kraftstoff/Öl-Kühler)



INDUSTRIEAPPLIKATIONEN

Großmotoren-Komponenten



Die Entwicklung und Fertigung erstklassiger Motorkomponenten ist seit jeher eine der Kernkompetenzen von MAHLE. Im Großkolbensegment hat sich das Unternehmen als Marktführer etabliert. Kolben, Kolbenbolzen und Zylinderlaufbuchsen von MAHLE sind die treibende Kraft hinter den leistungsstarken Motoren, die in Industriebetrieben sowie in der Schifffahrt, im Bauwesen, in der Energieerzeugung und im Schienenverkehr eingesetzt werden. Die Komponenten kommen weltweit auch für Motoren zum Einsatz, die mit alternativen und CO₂-neutralen Kraftstoffen wie Wasserstoff betrieben werden.

Powercell-Units

Eine Powercell-Unit (PCU) besteht aus Kolben, Kolbenbolzen, Kolbenringen und Zylinderlaufbuchsen. Powercell-Units werden als komplette Module entwickelt. Sie bieten besonders gute Funktionalität und hohe Effizienz, da die einzelnen Komponenten optimal aufeinander abgestimmt sind. Das spart Zeit und Kosten – vor allem in der Entwicklungsphase. Dennoch können alle Einzelkomponenten über die bestehende Ausführung hinaus an die jeweiligen Kundenanforderungen angepasst werden. Damit bieten wir unseren Kunden maximale Flexibilität mit den Vorteilen eines integrierten Gesamtsystems.



Kolben

Als weltweit größter Kolbenhersteller stützen wir uns auf unser Portfolio, das eine Vielzahl von Produkt- und Materialoptionen umfasst: Gegossene oder elektronenstrahl-geschweißte Aluminiumkolben sowie gebaute Kolben mit Kolbenschaften aus Aluminium, Sphäroguss oder Stahl. Das MAHLE Kolbenprogramm für Großmotoren umfasst Produkte mit Durchmessern von bis zu 580 mm.

Gebaute Kolben oder mehrteilige Kolben

Stahl-Aluminium-Kolben

Mehrteilige Kolben mit einem Kolbenboden aus geschmiedetem Stahl und einem geschmiedeten Kolbenschaft aus Aluminiumlegierung haben sich über den gesamten Durchmesserbereich von 150 bis 580 mm durchgesetzt. Die Kolben sind für niedrige bis mittlere Brennraumspitzendrücke geeignet und gehören heute zu Standard-Kolbenkonstruktionen für Motoren die bei mittleren Drehzahlen laufen.



Stahl-Sphäroguss-Kolben

Die gebauten Kolben mit einem geschmiedeten Kolbenboden aus Stahl und einem Kolbenschaft aus Sphäroguss werden für Brennraumspitzendrücke verwendet, die die Grenzwerte für Kolben mit einem Aluminiumschaft überschreiten. Zu den Hauptmerkmalen gehören ein geringes Kolbeneinbauspil bei kaltem Motor und die daraus resultierende geringe Kolben-Sekundärdynamik des Kolbens sowie eine hohe Resistenz gegen Kolbenreiber. Bei entsprechender Auslegung ist er für Brennraumspitzendrücke von mehr als 20 MPa geeignet. Im Vergleich zu Kolben mit Kolbenschaften aus Aluminium kommt es jedoch aufgrund der höheren Materialdichte zu einer Massenzunahme.



Stahl-Stahl-Kolben

Stahlkolben erfüllen die Erwartungen für High-End-, Hochlast- und Sonderanwendungen. Sie bieten ultrahohe Bauteilfestigkeit und haben eine längere Lebensdauer.



Monoblockkolben

Aluminiumkolben

Aluminiumkolben werden heutzutage typischerweise für Bohrungsdurchmesser bis 260 mm konstruiert. Das geringe Gewicht des Kolbens und die hohe Vielfalt an Muldenformgeometrien sind nur zwei Vorteile des Designs. Ringträger zur Reduzierung des Verschleißes der ersten Ringnut sowie ein Kühlkanal (Salzkerntechnologie) zur besseren Kühlung des Ringsteges und des Muldenrandes sind realisierbar. Elektronenstrahl-geschweißte Aluminiumkolben können für höhere Brennraumspitzendrücke verwendet werden. Dieses Kolbendesign kombiniert die Vorteile eines geschmiedeten Kolbenschafts mit den Vorteilen von gegossenen Kolbenringbändern.



Stahlkolben

Stahlkolben sind auch als Hochtemperatur gelötete Kolben (HTB®), oder als Kolben, die durch Reibschweißen hergestellt werden, erhältlich (MONOWELD®). In beiden Fällen besteht das Kolbenober- und unterteil aus Stahl.



BAU- & LANDMASCHINEN

Robuste Alleskönner



Kaltstarts, hohe Zug-, Hydraulik- und Hubleistung über einen langen Zeitraum, exaktes Manövrieren auf engstem Raum und hohe Drehmomente bei niedrigen Drehzahlen – die Motoren und Getriebe von Land- und Baumaschinen müssen jederzeit zuverlässig funktionieren.

Sicher arbeiten müssen auch die Bediener der Maschinen. Dabei sind sie oft großer Hitze, trockener Kälte, hoher Luftfeuchtigkeit oder Getreide- und Straßenstaub ausgesetzt. Auf Feldern und Baustellen weltweit leisten Kühl- und Klimasysteme, Starter und Generatoren sowie Filtrationssysteme von MAHLE ganze Arbeit. Die Komponenten und Systeme arbeiten bei geringem Gewicht höchsteffizient und können flexibel auf die Anforderungen der Kunden auslegt werden:

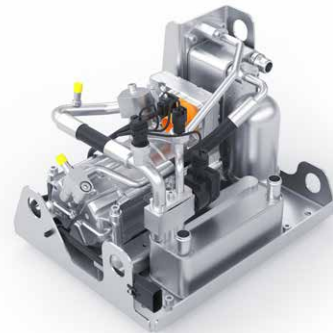
Batteriekühlsystem

- Montage auf dem Dach oder im Chassis
- Passive Kühlung für moderate Umgebungstemperaturen mittels Kühlmittelradiator
- Aktive Kühlung für höhere Umgebungstemperaturen mithilfe einer Kältemaschine
- Standardisierte Varianten und angepasste Entwicklungen möglich
- Stufenloses Heizen über elektrischen HV-Heizer
- Kühlleistung bis 14 kW
- Heizleistung bis 20 kW
- Versorgungsspannung bis 20 V
- CAN-Bus-Steuerungsschnittstelle
- Hochvoltanschluss mit integrierter Verteilerbox



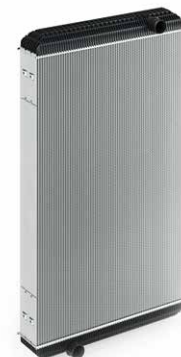
Wärmepumpe

- Thermomanagement von Elektrofahrzeugen insbesondere zur Heizung und Kühlung von Kabinen und Batterien
- Abmessungen: 330mm x 430mm x 340mm, Gewicht 16kg
- Heizleistung bis zu 14 kW, Kühlleistung bis zu 11 kW
- Kältemittel R1234yf oder R134a
- Nennstromversorgung 800 VDC (voller Leistungsbereich 450–860 V)
- Steuerschnittstelle (von Kompressor und Expansionsventil) LIN 2.1



Modulare Wärmeübertragerplattform (Tube & Fin)

- Standardisierte Systeme für Kühlmittelkühler, Ladeluftkühler, Ölkühler und Kondensatoren mit hoher Leistung und Haltbarkeit bei gleichzeitig geringem Gewicht
- Modulares Konzept mit variabler Rohrlänge sowie flexibler Anzahl von Rohren in Tiefe und Breite
- Breites Leistungsspektrum für verschiedene Anwendungen (ICE, FC, BEV)
- Automobil-Technologie angepasst auf die speziellen Anforderungen von Land- und Baumaschinen
 - Wellrippen zur Vermeidung von Verschmutzung und zur Dampfstrahlreinigung
 - Erhöhte Vibrationsfestigkeit und Dauerhaltbarkeit
 - Hohe Leistungsdichte durch optimierte Rippengeometrie





FLURFÖRDERFAHRZEUGE

Zukunftsgerichtete Logistik

Egal ob Textilien, Lebensmittel oder Rohstoffe – um Material und Waren sicher von A nach B zu transportieren, braucht es leistungsstarke Fahrzeuge wie Hubwagen, Schlepper und Gabelstapler. Sie halten den Waren- und Materialfluss in Bewegung und sind damit ein wesentlicher Bestandteil der Logistik, der Industrie und des Handels. Für komplexe Be- und Entladeaufgaben mit hohen Lasten hält MAHLE sichere und effiziente Lösungen bereit.

Individuelle Komplettsysteme

Elektroantriebe für Flurförderfahrzeuge sind nicht nur umweltfreundlicher, sie sind auch uneingeschränkt für den Einsatz in geschlossenen Räumen geeignet. MAHLE bietet Antriebssysteme für Elektrostapler wie Handgabelstapler (24 V/36 V) und 3- oder 4-Rad-Gegengewichtsstapler (48/72/80 V). Hierbei können verschiedene Elektromotoren mit den entsprechenden Steuergeräten kombiniert werden. Die Komplettsysteme erfüllen durch ihren modularen Aufbau die spezifischen Anforderungen des jeweiligen Einsatzgebiets. Die Systeme

werden zum Beispiel als Traktionssysteme, Servolenkungen und Systeme für Hydraulikpumpen eingesetzt.

Passgenaue Funktionen

- Hohe Leistung und präzise Steuerung bei schweren Lasten durch Doppelantrieb
- Hervorragende Manövrierfähigkeit und Stabilität durch Koordination der Antriebs- und Lenkungsregler über die CAN-Einheit
- Multifunktionale Master-Kombi-Steuerung
- Unterstützung von Peripheriegeräten durch digitale und analoge E/A-Module
- Schutz aller Komponenten gegen thermische und andere Einflüsse
- Alle Komponenten entsprechen europäischen CE-Normen und amerikanischen UL-Normen und sind kompatibel mit EMV-Fahrzeugnormen
- Integration von Zubehör wie Lenkeinheiten, Deichselkasten, CAN-Einheiten und Grafikdisplays in das System möglich

Produkte

AC-Induktionsmotoren für die Traktion

- Nennspannung: 15–50 V_{AC}
- Nennleistung: 4–18 kW



IPM-Motoren für die Traktion

- Nennspannung: 15–50 V_{AC}
- Nennleistung: 4–10 kW



AC-Motoren für die Lenkung

- Nennspannung: 24–48 V_{AC}
- Nennleistung: 0,15–0,9 kW



AC-Induktionsmotoren für die Hydraulik

- Nennspannung: 15–50 V_{AC}
- Nennleistung: 3–28 kW



DC-Motoren für die Hydraulik

- Nennspannung: 24–48 V_{DC}
- Nennleistung: 1,4–2,2 kW



AC-Motorsteuerung für die Hydraulik

- Nennspannung: 24–80 V
- Max. Phasenstrom: bis zu 240 A
- Stromversorgungsausgänge: 5 V und 12 V
- Sensorlose Steuerung verfügbar



AC-Motorsteuerung für die Traktion

- Nennspannung: 24–80 V
- Max. Phasenstrom: bis zu 450 A
- Netzteilaustritte: 5 V und 12 V



MAHLE International GmbH
Pragstraße 26–46
70376 Stuttgart
Telefon: +49 711 501-0

www.mahle.com

00007887DE8/24