
InFlight

Liebherr-Aerospace Magazin
2021 / 2022

LIEBHERR





Nicolas Bonleux, Francis Carla, Alex Vlieland, Martin Wandel, François Lehmann (von links nach rechts)

Liebe Leserin, lieber Leser,

während die Welt nach und nach aus der Pandemie hervorgeht, zeigen sich in unseren Branchen Schienenverkehr und Luftfahrt Anzeichen einer Erholung. In den zahlreichen Ländern und Regionen unseres Planeten wird diese Marktbelebung allerdings unterschiedlich schnell erfolgen. Aber alle Anzeichen deuten darauf hin, dass die Grundlagen in beiden Branchen langfristig recht solide aussehen, sofern wir gemeinsam in der Lage sind, die vor uns liegenden Herausforderungen in Angriff zu nehmen: Gesundheitsschutz, Umweltverträglichkeit, kompromisslose Qualität und Wirtschaftlichkeit.

Wir sind optimistisch, dass sich unser Unternehmen auf dem richtigen Weg befindet, seinen Beitrag zum bevorstehenden Wachstum zu leisten.

Mit dem bemerkenswerten Engagement unseres weltweit tätigen Teams konnten wir die Gesundheit und Sicherheit unserer Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter bestmöglich schützen, während wir gleichzeitig in der Lage waren, unsere Kunden und Partner in den letzten Monaten weiterhin zu unterstützen. Um die Turbulenzen zu überstehen, mussten wir unsere Pläne überarbeiten; jetzt planen wir die schrittweise Rückkehr in den Zustand, der vor der Pandemie herrschte. Besondere Aufmerksamkeit widmen wir unserer weltweiten Lieferkette, die wir so unterstützen, dass sie mit dem bevorstehenden Wachstum Schritt halten kann.

Darüber hinaus bietet diese Krise die Chance, einen wesentlichen Beitrag zu einer lebensfähigeren Welt, einem zukunftsfähigeren Schienenverkehr und einer nachhaltigeren Luftfahrt zu leisten, insbesondere durch den beschleunigten Einsatz äußerst leistungsfähiger Modelle und Technologien mit drastisch reduzierten CO₂-Emissionen.

Schon immer haben wir uns auf langfristigen Erfolg konzentriert. Und wir werden auch weiterhin unsere Rolle als bedeutender Systemanbieter ausfüllen und mit unseren Technologien, unserer Geschäftstätigkeit und unserem weltweit aktiven Team einen Beitrag für die Zukunft des Verkehrswesens und der Luftfahrtbranche leisten. Das Unternehmen hat sich in dieser außergewöhnlichen Krise als sehr widerstandsfähig erwiesen und gestaltet gleichzeitig eine stabile Zukunft.

Wir wünschen unseren Kunden alles Gute und danken allen unseren Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern sowie unseren Geschäftspartnern für die gemeinsam erzielten Erfolge.

Beim Lesen dieses Magazins wünschen wir Ihnen viel Vergnügen. Es enthält zahlreiche interessante Beispiele für die vielen Meilensteine, die wir in den letzten Monaten erreicht haben, und bietet außerdem einen einzigartigen Überblick über das Potential unserer Technologien.

Beste Grüße



Nicolas Bonleux
Chief Commercial Officer



Francis Carla
Chief Technology Officer



François Lehmann
Chief Financial Officer



Alex Vlieland
Chief Services Officer



Martin Wandel
Chief Operating Officer

Inhalt

Impressionen

Augenblicke..... 6
Werfen Sie einen Blick hinter die Kulissen der faszinierenden Welt der Luftfahrttechnik

Industrieinformation

Auswirkungen der Pandemie..... 14
Die Erholung von der COVID-19-Pandemie ist beschwerlich

Digitaler Lieferantentag..... 16
Bedingt durch die COVID-19-Pandemie fand die Veranstaltung erstmals digital statt

Aus Daten einen Nutzen schaffen..... 17
Liebherr-Aerospace legt großen Wert auf digitale Initiativen, die die digitale Transformation vorantreiben

Verzahntes Zusammenspiel von Liebherr-Werken..... 18
Wenn Zusammenarbeit Aufgaben verteilt und den Erfolg steigert

Forschung & Entwicklung

Neuigkeiten aus dem Clean-Sky-Programm..... 22
Liebherr ist ein starker Partner des Clean Sky Joint Undertaking – und forscht in mehreren Bereichen

Fokus international

Wettbewerbsfähigkeit gesteigert..... 26
Liebherr-Aerospace Brasil erreicht neuen Meilenstein in seiner Entwicklung

Delegation der deutschen Botschaft besucht Liebherr-Singapore..... 27
Präsentation des breiten Spektrums der Servicekompetenz

Weltweit produktiv – mit regionalem Touch..... 28
Die Niederlassung in Kanada deckt ein breites Tätigkeitsspektrum ab

Programme & Aufträge

Erstflug der Falcon 6X..... 32
Ein Jungfernflug mit Liebherr-Technik an Bord

Der neue Businessjet Falcon 10X von Dassault..... 33
Liebherr liefert wichtige Systeme und Komponenten

Erstauslieferung von Stand-alone-Elektroniksystemen..... 34
Ein wichtiger Meilenstein mit Boeing

Hervorragende Leistung..... 37
Liebherr-Aerospace wird von COMAC und Embraer ausgezeichnet

Das größte Flugzeugtriebwerk der Welt..... 38
Gemeinschaftliche Entwicklung einer Schlüsselkomponente des Rolls-Royce UltraFan®



Liebe Leserin, lieber Leser,
dieses Magazin ist ein sogenanntes Wendemagazin.
Wenn Sie OnTrack lesen möchten, das Magazin von
Liebherr-Transportation Systems, drehen Sie es bitte um.

Auch online:
InFlight gibt es auch auf liebherr.com
zum Lesen, Anschauen und Herunterladen.



Kundenservice

**Innovation bei Wartung,
Reparatur und Betrieb 42**
Digitalisierung trägt zur Reduzierung
von Kosten und Umweltbelastungen bei

**Drei Großaufträge für
Fahrwerksüberholungen..... 44**
Liebherr-Aerospace besiegelt mit
drei Fluggesellschaften Partner-
schaften zur Durchführung von
Überholungsarbeiten

**Über 20.000 Reparaturen
in China 45**
Liebherr vergrößert seinen
Fußabdruck in China

Menschen & Gesellschaft

**Legendäres Flugzeug bleibt mit
Hilfe von Liebherr flugtüchtig 48**
Liebherr-Aerospace in Saline
unterstützt das Yankee Air Museum

**Umweltinitiativen für eine
grünere Zukunft 50**
Liebherr-Aerospace Toulouse
ergreift Maßnahmen

Liebherr unterstützt Liebherr 51
An anderen Standorten
springen Mitarbeiter aus der
Liebherr-Produktion ein

Programmbeteiligungen

Von A bis V 52

Zukunftstechnologien

**Die Zukunft des
Verkehrswesens..... 60**
Liebherr entwickelt derzeit
Technologien, die Verkehrsmittel
der Zukunft ermöglichen –
ein Überblick

**Innovative Schritte zur grünen
Mobilität mit Wasserstoff 66**
Engagement bei der Entwicklung
von Technologien für grüne Mobilität
– auch außerhalb der Luftfahrt

Die Welt mit Liebherr

Weitere Neuigkeiten von
Liebherr finden Sie in diesem
Kapitel in der anderen Hälfte
dieses Wendemagazins.



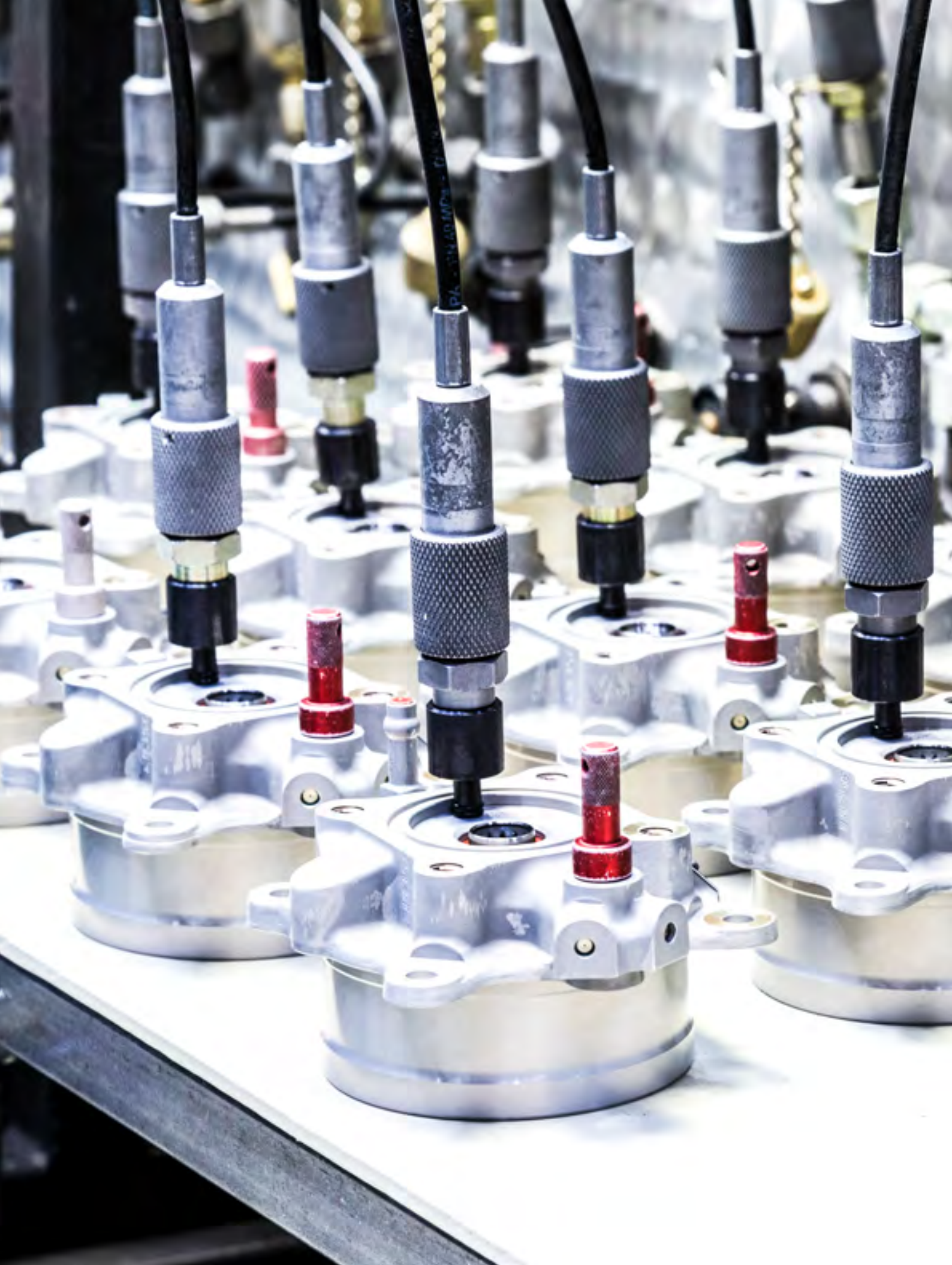


Impressionen

Der entscheidende Schnitt

In der Fertigung von Präzisionsteilen arbeitet Liebherr-Aerospace mit hochmoderner Lasertechnologie. Das Verfahren ist so flexibel, dass es zahlreiche Fertigungsprozesse mit verschiedenen Materialien ermöglicht, wie etwa das Markieren, Schweißen oder Schneiden von Metall oder Keramik. Die Leistungsdichte ist 300-mal höher als ein Blitz. Und zwar so hoch, dass Werkstoffe schnell verdampfen. Der Laser wird zur Werkstoffbearbeitung verwendet, um hochpräzise Löcher und Konturen in Flugsteuerungskomponenten zu schneiden.







Nur kein Druck!

Mehrere Bremsen werden gleichzeitig an eine Niederdruckbank angeschlossen, um sie auf eventuelle Leckagen zu überprüfen. Jede Bremse besteht aus 45 Einzelteilen und wird bei der Liebherr-Aerospace in Lindenberg (Deutschland) in Handarbeit montiert. Die Komponente ist Teil der Vorflügel- und Landklappenantriebssysteme eines Mittelstreckenflugzeugs. Das Besondere an der Bremse: Anders als beispielsweise vom Auto oder Fahrrad gewohnt, wird keine Bremswirkung durch das Betätigen erzielt. Die Bremse löst gerade dann aus, wenn kein Druck vorhanden ist.





Auf die Balance kommt es an

Verdichter- und Turbinenräder sind wichtige Bestandteile von Flugzeugklimaanlagen. Sie sorgen für die Kompressions- und Expansionsstufen im Luftkreislauf-Kühlprozess. Aufgrund ihrer sehr hohen Drehzahlen, je nach Anwendung von 30.000 bis 85.000 U/min, erfordern sie eine hochpräzise Bearbeitung und Auswuchtung.

Industrie- information

Ein Roboter tauscht Werkzeuge während der Fahrwerksfertigung aus. In dem maschineneigenen Werkzeugmagazin stehen dafür bis zu 250 Fächer zur Verfügung

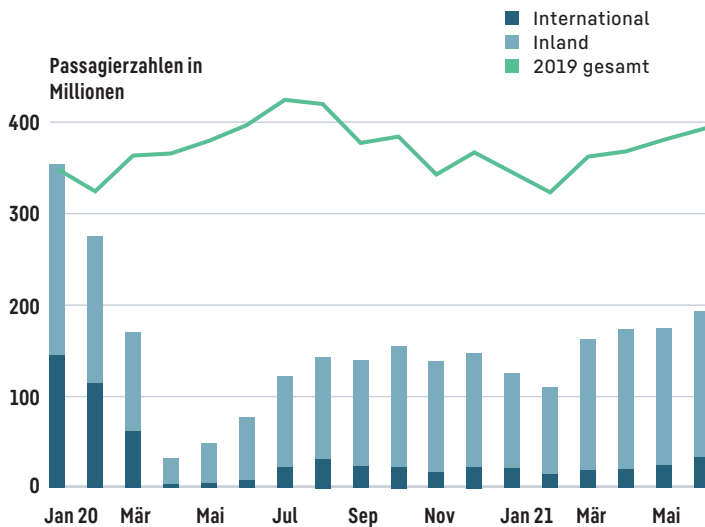


Auswirkungen der Pandemie

Durch die COVID-19-Pandemie hat sich die Nachfrage nach Reisen dermaßen abrupt verändert, dass noch immer nicht abzusehen ist, ob das Flugreisen-Aufkommen jemals wieder das Niveau vor der Pandemie erreichen wird. Selbst wenn die Branche es schafft, sich vollständig zu erholen, steht ihr ein sehr beschwerlicher Weg bevor. Tatsächlich prognostizieren McKinsey & Company und andere, dass der Flugverkehr frühestens 2024 wieder das Niveau von 2019 erreicht.

Anders als frühere Finanzkrisen hat diese Gesundheitskrise das Verbraucherverhalten möglicherweise dauerhaft verändert. Geschäftsreisen sind nahezu vollständig gestrichen worden und durch virtuelle Meetings hat sich die Nachfrage danach entsprechend geändert.

Andererseits ist der Privatreiseverkehr langsam wieder angelaufen, nachdem viele Lockdowns aufgehoben und immer mehr Menschen geimpft worden sind. Allerdings lässt sich noch nicht abschätzen, ob und wann das Passagieraufkommen wieder auf das Niveau vor der Pandemie zurückkehrt.



Direkte Luftfahrtjobs (bei Fluggesellschaften, Flughäfen, Herstellern, und Flugverkehrsmanagement) sinken um 4,8 Millionen (eine Reduzierung um 43 % im Vergleich zur Situation vor der COVID-19-Pandemie)

Quelle: <https://airlines.iata.org/news>

Außerdem sind Flugzeugbauer und ihre Zulieferer aufgefordert, Strategien auszuarbeiten, die darauf abzielen, den Umstieg auf alternative Treibstoffquellen voranzutreiben und so die Entwicklung umweltfreundlicherer Flugzeuge mit geringeren CO₂-Emissionen zu beschleunigen.

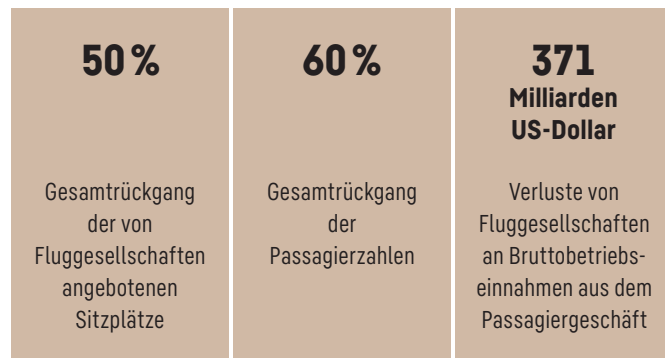
Damit die Branche überleben kann, ist es entscheidend, dass sie diese unvermeidlichen Veränderungen akzeptiert und die neuen Chancen ergreift, die sich sogar in diesen schwierigen Zeiten ergeben. Dazu gehört beispielsweise die Entwicklung umweltfreundlicherer Technologien und innovativer digitaler Tools, um die Gesundheit der Reisenden zu schützen und ihre Sicherheit zu gewährleisten. Die Pandemie lässt sich nicht einfach ausradieren oder vergessen. Am erfolgreichsten werden diejenigen Unternehmen daraus hervorgehen, die sich an die neuen Gegebenheiten in der Welt anpassen.



Auswirkungen von COVID-19 auf den weltweiten Passagierverkehr aus Sicht der IATA

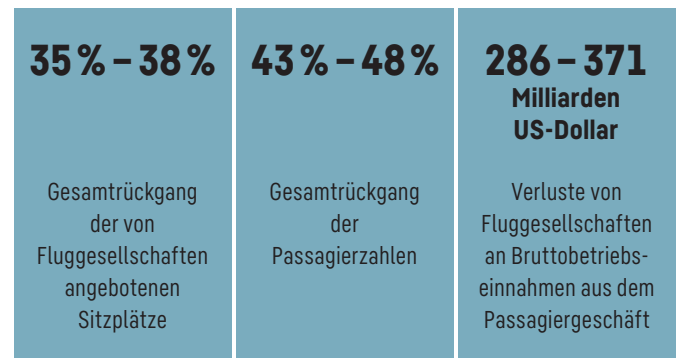
2020

(geschätzte Zahlen), verglichen mit dem Stand von 2019



2021

(geschätzte Zahlen), verglichen mit dem Stand von 2019



Erster digitaler Lieferantentag

Der globale Luftfahrtmarkt hat infolge der COVID-19-Pandemie grundlegende Veränderungen durchlebt. Als weltweit Lockdowns und Reiseverbote in Kraft traten, gewöhnte sich Liebherr schnell daran, seine Geschäftstätigkeit aus der Ferne abzuwickeln. Denn das Abstandhalten gewährleistete die Sicherheit aller Beschäftigten, Kunden und Partner. Doch auch inmitten dieser weltumspannenden Krise setzt sich Liebherr nach wie vor unbeirrt dafür ein, vertrauensvolle, langfristige Beziehungen zu Lieferanten aufzubauen und zu fördern. Deshalb veranstaltete das Unternehmen am 17. März 2021 einen digitalen Lieferantentag, an dem etwa 400 Lieferanten aus der ganzen Welt teilnahmen. In der Vergangenheit fand der Event als Präsenzveranstaltung sowohl in Toulouse (Frankreich) als auch in Lindenberg (Deutschland) statt.

„Das digitale Format war ein großer Erfolg. Viele unserer Partner nahmen teil, und sie zeigten großes Interesse, in diesen schwierigen Zeiten neue Erkenntnisse innerhalb der

Branche zu gewinnen“, so François Lehmann, Managing Director and Chief Financial Officer bei Liebherr-Aerospace & Transportation SAS. „Es war eine effektive Plattform für den Austausch kurzfristiger und langfristiger strategischer Konzepte, die unserem Luftfahrt-Ökosystem helfen, mit noch besseren Leistungen und hochwertigen Produkten wieder zu erstarben.“

Außerdem betonte er die gute Zusammenarbeit, große Widerstandsfähigkeit und hohe Flexibilität aller Lieferanten. Liebherr werde gemeinsam mit seinen Partnern in der Lage sein, einen wesentlichen Beitrag zu einer nachhaltigen Luftfahrt zu leisten. Das Unternehmen werde den Einsatz äußerst wirtschaftlicher Flugzeugmodelle mit moderner Technologie und geringeren CO₂-Emissionen vorantreiben. Um diese Ziele zu erreichen, sei es ganz entscheidend, über eine leistungsfähige Lieferkette zu verfügen, die durch Wettbewerbsfähigkeit, hervorragende Leistungen, hohe Agilität und Innovationsfähigkeit gekennzeichnet sei.



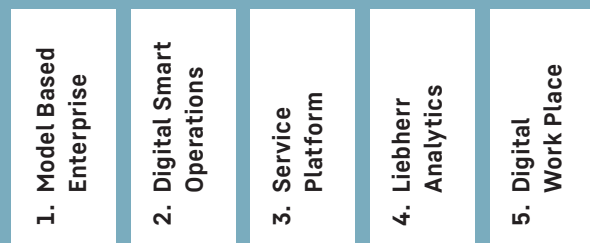
... Ruhe bitte und Action! Vorbereitung des virtuellen Lieferantentags

Aus Daten einen Nutzen schaffen

Innovation stand bei Liebherr schon immer an erster Stelle – und das wird auch so bleiben. Die Sparte Aerospace und Verkehrstechnik hat die Initiative „Digital Transformation“ ins Leben gerufen, um das Wachstum des Geschäftsbereichs durch die Nutzung von digitalen Technologien weiterhin zu unterstützen. Kern der Initiativen des Unternehmens sind zwei Fragen: „Wie hilft uns diese Innovation, unseren Kunden hochwertige Produkte und Dienstleistungen anzubieten? Was bringt Kunden den größten Nutzen?“

Im Laufe der Jahre hat Liebherr in revolutionäre Technologien investiert, um seine Kompetenzen in einigen entscheidenden strategischen Bereichen weiter auszubauen. „Digital Transformation“ konzentriert sich auf folgende Schwerpunkte:

Digital Transformation



Data Governance Approach

Sie bilden die Grundlage dafür, die derzeitige Arbeitsweise des Unternehmens so umzugestalten, dass seine Leistungsfähigkeit steigt und für Kunden ein Mehrwert geschaffen wird.

Das erste und vielleicht auch ehrgeizigste Projekt trägt den Namen „**Model Based Enterprise**“. Ziel dieses Projekts ist die Verwirklichung der digitalen Kontinuität und eines modellorientierten Konzepts für alle Produktlinien des Geschäftsbereichs. Das Projekt wird die Arbeitsweise von der Produktentwicklung über die Fertigung bis hin zur Kundenbetreuung neu gestalten. Mehrere Initiativen sind bereits auf den Weg gebracht worden, beispielsweise das Projekt „3D Master Product“, bei dem 3D-Modelle verwendet werden, um die Bearbeitung zu steuern und Teile zu prüfen.

Für „**Digital Smart Operations**“ wurden sowohl seitens Liebherr-Aerospace OE (Original Equipment) als auch seitens MRO (Maintenance, Repair, Overhaul) verschiedene Innovationen eingeführt. Ein Beispiel ist die Remote Assistance Technology, die die Teams virtuell unterstützt. Diese Technologie ist bereits an den Standorten in Singapur und Shanghai getestet worden. Darüber hinaus prüft Liebherr die Implementierung eines Manufacturing Execution System (MES), um verschiedene Funktionen in der Produktion zu digitalisieren und miteinander zu verknüpfen.

Im Mai 2021 wurde im Rahmen des Projekts „**Service Platform**“ eine neue Plattform für Kunden in Betrieb genommen. Die ersten Serviceleistungen sind über eine Internet-Schnittstelle abrufbar. Mit Hilfe dieser Plattform kann jeder Kunde den Status von Reparaturaufträgen prüfen, technischen Support anfordern oder das Komponentenwartungshandbuch von seinem Account aus herunterladen. Weitere Serviceleistungen, unter anderem der Online-Einkauf, befinden sich bereits in der Entwicklung.

Um das Konzept „**Liebherr Analytics**“ zu unterstützen, ist eine von Liebherr-IT Services gehostete Datenplattform eingerichtet worden, auf der Daten von Fluggesellschaften über Produkte von Liebherr-Aerospace gespeichert werden. Verarbeitet werden diese Daten mit Algorithmen, die vom Liebherr-Data Lab in Abstimmung mit den technischen Abteilungen von Liebherr-Aerospace entwickelt wurden. Mit ihrer Hilfe können Ausfälle von Systemen und Komponenten überwacht und prognostiziert werden. So kann das Unternehmen seinen Kunden vorausschauend einen besseren Service bieten. Diese Datenplattform mit der Bezeichnung „Artic“ ist seit Anfang 2021 in Betrieb. Und schließlich zielt das Programm „**Digital Work Place**“ im Schulterschluss mit Liebherr-IT Services darauf ab, leistungsfähigere Tools zu entwickeln, die die Zusammenarbeit und den Wissensaustausch fördern.

Die fünf Säulen werden von einem starken, quer verlaufenden **Data Governance-Konzept** unterstützt. Mit ihm soll sichergestellt werden, dass die neuesten Innovationen in Sachen Datenbewertung sowie die Anforderungen an den Datenschutz in Bezug auf Ethik, Verpflichtungen und Vorschriften eingehalten werden.

Liebherr ist bestrebt, einen perfekten Mittelweg zwischen einer intensiven, persönlichen, zwischenmenschlichen Kommunikation und einer nahtlosen digitalen Customer Journey zu finden, um die Leistungsfähigkeit und Qualität des angebotenen Service zu erhöhen. Das Ziel ist nicht, menschliche Kontakte zu ersetzen, sondern, positive Erfahrungen von Kunden und Mitarbeitern durch Digitalisierung zu steigern. Das Zusammenspiel von digitalen Technologien, leistungsfähigen Prozessen und hochqualifiziertem Personal wird auch weiterhin für zufriedene Kunden sorgen.

Verzahntes Zusammenspiel von Liebherr-Werken

Dass Zusammenarbeit Aufgaben verteilt und den Erfolg steigert, ist ein Grundsatz, der bei Liebherr Gewicht hat. Auf den ersten Blick hat es den Anschein, dass die Sparten Aerospace und Verzahnentechnik nicht viel gemeinsam haben. Aber wenn man genauer hinsieht, passt die Präzision der Verzahnentechnik von Liebherr perfekt zu den strengen Anforderungen der Luftfahrtbranche.



Transportvorbereitung: Die neue Wälz- und Profilschleifmaschine LGG 280 „schwebt“ an ihren Bestimmungsort

Eine Kultur der Zusammenarbeit ist der Dreh- und Angelpunkt des Wachstums und des Erfolgs. Als globales, breitgefächertes Unternehmen verfügt die Firmengruppe Liebherr über einen großen Vorteil: Sie kann das Fachwissen und die Ressourcen einzelner Branchen (und Standorte) intern teilen. Mit diesem Ziel haben sich das Werk der Liebherr-Aerospace in Friedrichshafen und Liebherr-Verzahntechnik in Kempten zusammengeschlossen und ihre Kompetenzen als führende Hersteller von Getrieben und Werkzeugmaschinen gebündelt. Gemeinsam haben sie die Anwendung der Wälz- und Profilschleifmaschine LGG 280 für die Bearbeitung von Luftfahrt-Komponenten optimiert. Sie ist in der Lage, sehr kleine und hochwertige Bauteile zu schleifen, die die hohen Präzisionsanforderungen in der Luftfahrtbranche erfüllen.

Diese Maschine der neuen Generation eignet sich zum Bearbeiten aller Zahnräder bis zu 280 mm Durchmesser. Außerdem kann sie Werkstücke auf einer Länge von 650 mm bearbeiten. Die Maschine verbindet kurze Bearbeitungszeiten mit gleichbleibend hoher Qualität und großen Stückzahlen.

Die Zusammenarbeit erfordert eine messerscharfe Fokussierung der Liebherr-Teams an verschiedenen Standorten und in unterschiedlichen Kompetenzbereichen. Sie ist das Ergebnis eines langen Prozesses. So sind beispielsweise die Schleifscheiben, die als CBN-Scheiben bezeichnet werden, ein wichtiger Bestandteil der Maschine. Gefertigt werden sie an einem weiteren Standort der Firmengruppe Liebherr – im Werk Ettlingen, etwa 260 Kilometer nördlich von Friedrichshafen.



Die LGG 280 in ihrem neuen Zuhause in der Fertigungshalle von Liebherr-Aerospace in Friedrichshafen

Mit der LGG 280 werden derzeit Planetengetriebe hergestellt, die man auch als Umlaufgetriebe bezeichnet. Sie eignen sich hervorragend für verschiedene Anwendungsbereiche in der Luftfahrt, da sie eine hohe Zahn- und Oberflächenqualität aufweisen.

Ein weiteres außergewöhnliches Beispiel für Zusammenarbeit ist die Hochleistungsmaschine, die gemeinsam von Teams von Liebherr-Verzahntechnik und Liebherr-Aerospace Toulouse entwickelt wurde. Das neue Fünf-Achsen-Bearbeitungszentrum mit Rotationsladesystem (RLS) für Paletten ist im Liebherr-Aerospace-Werk Campsas in Frankreich installiert worden. Es verfügt über ein Werkzeugmagazin mit sechs Drehscheiben, das mit 363 Schneidwerkzeugen bestückt ist. Seine Frässpindel mit 52 kW/430 Nm erreicht eine Drehzahl von bis zu 12.000 U/min pro Minute. Darüber hinaus ermöglicht ein IoT-Konnektivitätspaket eine Anlagenüberwachung in Echtzeit sowie Wartung per Fernzugriff. Das RLS kann bis zu 1,5 Tonnen heben, lagert in seinem Speicher bis zu 15 Werkstücke und garantiert Unabhängigkeit und Flexibilität in der Fertigung mit verschiedenen Betriebsarten.

Von diesem internen Wissensaustausch profitiert die gesamte Firmengruppe Liebherr stark. Die Einbindung der neuen Maschinen in die Aerospace-Fertigungslinien ist ein gutes Beispiel für Synergien, die dank der breitgefächerten Kompetenzen und der im internen Wissenstransfer gewonnenen Fähigkeiten erreicht wurden. So wurden erfolgreich optimale Bedingungen geschaffen, um die spezifischen Anforderungen von Kunden aus der Luftfahrt zu erfüllen.



Gemeinschaftsentwicklung von Liebherr: Das neue Hochleistungs-Bearbeitungszentrum mit fünf Achsen und Rotationsladesystem bei Liebherr-Aerospace in Campsas

Forschung & Entwicklung

Liebherr forscht im Rahmen des Clean Sky Programms. Der ESTER Fahrwerk-Prüfstand ist ein Teil dieses Vorhabens



Neuigkeiten aus dem Clean-Sky-Programm

Inmitten der vielen neuen Aufgabenstellungen, die die COVID-19-Pandemie hervorgebracht hat, hat die Europäische Union das Jahr 2020 mit einem positiven Bericht zum Clean Sky Joint Undertaking abgeschlossen. Das ehrgeizige Programm soll den Flugverkehr sauberer, sicherer und effizienter machen. Im Rahmen des EU-Programms „Horizont 2020“ und in Übereinstimmung mit dem „European Green Deal“ zielt Clean Sky darauf ab, bis 2024 die CO₂-, NO_x- und Lärmemissionen von Flugzeugen, verglichen mit solchen, die dem derzeitigen Stand der Technik entsprechen, um 20 bis 30 Prozent zu senken. Liebherr-Aerospace, seit mehr als sechs Jahrzehnten ein führender Lieferant von Systemen für die Luftfahrtbranche, forscht unter dem Dach von Clean Sky in mehreren Bereichen:

Elektrische Klimaanlage

Die elektrische Klimaanlage (eECS, electrical Environmental Control System) der nächsten Generation für Großflugzeuge ist darauf ausgelegt, für eine zuverlässige Luftzufuhr zu sorgen und eine optimierte Temperatur- und Kabinendruckregelung für Crew und Passagiere an Bord eines Flugzeugs sicherzustellen. Das von Liebherr-Aerospace in Toulouse (Frankreich) entwickelte Konzept verwendet Luft von außerhalb des Flugzeugs (Umgebungsluft) und bereitet sie so auf, dass sie sowohl für die Druckregelung als auch die Klimatisierung eingesetzt werden kann. Das senkt nicht nur den Treibstoffverbrauch und die Emissionen, sondern verbessert auch die Wirtschaftlichkeit.

Intelligenter, integrierter Flügeldemonstrator

Der intelligente, integrierte Flügeldemonstrator (Smart Integrated Wing Demonstrator) befindet sich am deutschen Liebherr-Aerospace-Standort Lindenberg und wird verwendet, um eine Reihe innovativer Technologien zu testen, die zu geringeren Emissionen im Flugverkehr beitragen. Herzstück des Demonstrators ist das universelle Steuersystem, das alle Flugsteuerungsfunktionen über ein dezentrales, digitales Netz integriert. Das Netz kann nicht nur neue Geräte sehr flexibel einbinden, sondern es kann auch das für sicherheitskritische Systeme in der Luftfahrt geforderte Sicherheits- und Redundanzniveau garantieren. Der Demonstrator enthält Flugsteuerungen aktueller und zukünftiger Betätigungstechnologien mit elektrohy-



draulischen Servo-, elektromechanischen und elektrohydraulischen Stellantrieben (EHSA, EMA und EHA), die alle mit REUs ausgerüstet sind. Sie können separat oder gemeinsam eingesetzt werden, um die Betätigung ver-



Stellantrieb der Flugsteuerung mit REU (oben)

schiedener Steuerflächen über das Netz zu demonstrieren. Es wird erwartet, dass das Netzkonzept bei einem Großflugzeug etwa 200 kg Masse einspart, was – wie dringend gefordert – die Emissionen bei jedem Flug unmittelbar reduziert.

Weitere Entwicklungen, die sich auf die Energieverteilung und -versorgung beziehen, sind bereits in die Wege geleitet. Eine zukünftige Hochspannungs-Gleichstrom-Versorgung liefert dezentral Energie für die elektrischen Betätigungsfunktionen. Das neue Hydraulikaggregat von Liebherr wird noch 2021 integriert. Es versorgt mehrere hydraulische Betätigungseinrichtungen dezentral und effizient mit hydraulischer Energie, wozu es lediglich elektrische Energie vom Flugzeug benötigt. Der intelligente, integrierte Flügel bietet die großartige Gelegenheit, ein breites Technologie-Spektrum für die Flugzeuge der Zukunft weiterzuentwickeln. Gleichzeitig veranschaulicht er Kunden von Liebherr, wie ihre zukünftigen Systeme aussehen könnten.

ESTER

Liebherr ist einer der Hauptakteure im Bereich der Fahrwerke und Betätigungssysteme. Das Unternehmen arbeitet seit Jahren intensiv an Konzepten, die es ermöglichen, Fahrwerkssysteme unabhängig von einem zentralen Hydrauliksystem zu betätigen. Denn in zukünftigen Flugzeugkonstruktionen mit mehr elektrischen Komponenten wird es dieses nicht mehr geben. Dabei stellt das Bugfahrwerk eine besondere Herausforderung dar, da an ihm eine Reihe von Funktionen gleichzeitig auszuführen sind. So müssen

das Bugfahrwerk und die zugehörige Klappe im Rumpf entriegelt und betätigt werden und die Räder müssen gelenkt und gegen Vibration geschützt werden.

Das ESTER-System wurde konzipiert, um diese Herausforderungen zu meistern. Es stellt hydraulische Energie dezentral bereit und gewährleistet so die korrekte Gerätefunktion. Das Kürzel ESTER ist abgeleitet vom englischen Begriff „electro-hydraulic steering, extension and retraction system“ (elektrohydraulisches Lenk-, Ausfahr- und Einfahrssystem). Das System basiert auf elektrohydraulischer Betätigungstechnologie, die Liebherr in Flugsteuersystemen bereits erfolgreich einsetzt.

Weitere Herausforderungen in Verbindung mit Fahrwerkssystemen sind unter anderem die Steuerbarkeit, das Temperaturmanagement, die Wartungsfreundlichkeit und die Integration der Geräte in das Fahrwerkssystem. Diese Herausforderungen wurden identifiziert und erfolgreich in Angriff genommen: Das „Technical Readiness Level“ (Grad der technischen Einsatzreife) von 6 wurde erreicht. Die Leistungsfähigkeit, Wartungsfreundlichkeit sowie das Verhalten bei verschiedenen Umgebungseinflüssen wurden getestet und ein Proof-of-Concept-Demonstrator steht zur Verfügung, der auf Prüfständen und möglicherweise auch in Flugzeugen getestet werden kann. ESTER ist so konzipiert, dass es gemeinsam mit anderen Technologien eingesetzt werden kann, die parallel dazu bei Liebherr entwickelt werden, wie etwa die Remote Control Electronics-Architektur. Darüber hinaus ist ESTER bereits für den Betrieb mit Hochspannungs-Gleichstrom einsetzbar.

Die Projekte werden durch Fördermittel für die Initiative „Clean Sky 2“ des EU-Programms „Horizont 2020“ unterstützt, die gemäß der Finanzhilfvereinbarung 945535 gewährt werden.



Blick in eine Remote Electronic Unit (REU)

Fokus international



Liebherr-Aerospace Brasil steigert Wettbewerbsfähigkeit

Liebherr-Aerospace Brasil hat einen neuen Meilenstein in seiner Entwicklung erreicht: Bei Teilleieferungen an Fremdkunden verwaltet das Unternehmen seine Lieferkette nun selbst. So steigert es kontinuierlich seine Kontrolle über diesen Bereich sowie seine Leistungsfähigkeit und Wettbewerbsfähigkeit.



Oberflächenbehandlung einer Komponente

Ursprünglich wurde Liebherr-Aerospace Brasil als reiner Fertigungsbetrieb gegründet. Inzwischen wurde aber das Spektrum der Fähigkeiten schrittweise um die Montage von Komponenten sowie um Lackierarbeiten und Oberflächenbehandlung ausgebaut. Das Unternehmen konnte so seine Kapazitäten für die Anforderungen seiner Kunden wesentlich erweitern.

Indem es die Fähigkeit zur Auswahl und Verwaltung von Lieferanten im In- und Ausland aufgebaut hat, vollzog es einen bedeutenden zusätzlichen Schritt für die Lieferung von Teilen an Drittkunden.

Liebherr-Aerospace Brasil hat sich mittlerweile als Komplettanbieter komplex bearbeiteter Unterbaugruppen am Markt positioniert und beliefert Kunden innerhalb und außerhalb Brasiliens.

Liebherr-Aerospace Brasil in Guaratinguetá



Delegation der deutschen Botschaft besucht Liebherr-Singapore

Im letzten Jahr hieß Liebherr-Singapore Pte. Ltd. Rüstungsattaché Christoph Thelen und Verteidigungsattaché Michael Kämmerer von der deutschen Botschaft Singapur willkommen. Gastgeber waren die Liebherr-Manager Steffen Kroner, Managing Director, und Ekkehard Pracht, General Manager Aerospace.

Beide Gäste hatten die Gelegenheit, den Werdegang der Niederlassung und den laufenden Geschäftsbetrieb kennenzulernen. Auf einer Führung überzeugten sie sich mit eigenen Augen vom breiten Spektrum der Servicekompetenz von Liebherr-Aerospace. Die Delegierten waren sehr beeindruckt davon, wie stark sich Liebherr kontinuierlich für seine Kunden in Singapur engagiert. Das zeigt sich in der Erweiterung der Kompetenzen um die Reparatur von Hochleistungshydraulik bis hin zur vollständigen Überholung und Instandsetzung von Wärmetauschern.

Seit 1995 beherbergt Liebherr-Singapore ein spezialisiertes Servicezentrum von Liebherr-Aerospace in der Region Asien-Pazifik. Es bietet Produktsupport und Dienstleistungen für die Produkte an, die bei den europäischen Erstausrüstern Liebherr-Aerospace Lindenberg in Deutschland sowie Liebherr-Aerospace Toulouse in Frankreich hergestellt werden.

Liebherr-Singapore ist ein gemäß Part 145 (z. B. CAAS, CAAC, EASA und FAA) zertifiziertes Servicezentrum. Zu seinen Kompetenzen

gehören das Prüfen, Reparieren und Überholen von Komponenten, unter anderem von Klimaanlage, Kabinendruckregelungen, Zapfluftsystemen, Systemsteuerungen, Stellantrieben für Flugsteuerungen, Hydraulikausrüstung und Zubehörteilen von Fahrwerkssystemen.



Von links nach rechts:
Ekkehard Pracht (Liebherr-Aerospace), Christoph Thelen (deutsche Botschaft)
und Michael Kämmerer (deutsche Botschaft) bei Liebherr-Singapore

Weltweit produktiv – mit regionalem Touch

Regionale Niederlassungen bieten viele Vorteile – vor allem unterstützen sie starke, langfristige Beziehungen zu Partnern und Kunden. Sie helfen, Hindernisse in Bezug auf Kommunikation, Sprache und Zeitzonen zu überwinden. Am wichtigsten aber ist, dass sie tiefere Beziehungen zu Kunden fördern, während sie gleichzeitig die Synergien nutzen, die die Firmengruppe Liebherr als Ganzes bietet.

Die Aktivitäten von Liebherr-Aerospace in Kanada reichen zurück bis ins Jahr 1993, als Liebherr-Aerospace Toulouse SAS als Lieferant für den Business Jet Global Express von Bombardier Aerospace ausgewählt wurde. 1997 wurde innerhalb Liebherr-Canada Ltd. eine Niederlassung gegründet, die den Geschäftsbereich Aerospace and Transportation Systems repräsentiert. Das Werk befindet sich in Laval, Quebec (Kanada), und beherbergt neben den Büroräumen derzeit einen 1.400 m² großen Montagebereich und ein 550 m² großes Lager.

Zurzeit arbeiten in der kanadischen Niederlassung 19 ortsansässige Beschäftigte mit einem breiten Tätigkeitsspektrum. Sie bieten technischen Support und koordinieren die Logistik zwischen Werken in Europa und Kundenteams in verschiedenen Ländern, wie etwa Mexiko, Brasilien, den USA und auch Kanada. Darüber hinaus erfüllen sie unter anderem die folgenden Aufgaben:

- Lagerwesen
- Prüfung der Produktqualität
- Endmontage
- Zertifizierung von Produkten gemäß EASA, Part 21G
- Unterstützung bei der Inbetriebnahme
- technische Unterstützung an der Endmontagelinie des Kunden (FAL-Support)
- Logistiksupport im Aftersales-Bereich
- AOG-Supportleistungen (AOG: aircraft on ground, d. h., ein Flugzeug befindet sich unplanmäßig am Boden)
- technische Veröffentlichungen



Die Niederlassung dient als Drehkreuz, in dem die Geräte-Ströme von nordamerikanischen Lieferanten an Kunden auf dem gesamten amerikanischen Kontinent optimiert werden. Produkte werden entgegengenommen, geprüft und gelagert, bevor sie im Auftrag der OEMs Liebherr-Aerospace Toulouse SAS und Liebherr-Aerospace Lindenberg GmbH weiterverteilt werden.

Diese optimierte Logistik schafft Vorteile, wie etwa die Reduzierung von Lagerbeständen, Transportkosten und Umschlagzeiten. Darüber hinaus wirkt sie sich positiv auf die Umwelt aus, da die Teile kürzere Strecken zurücklegen, bis sie beim Kunden eintreffen.

Guillaume Perrin, Logistics and Customer Service Manager, erklärt: „2020 hat mein Team, das aus drei Lagerarbeitern besteht, 53.000 Teile an Liebherr-Kunden in ganz Amerika verschickt. Außerdem kümmern sich zwei Logistikbeauftragte zügig um Teile, die von Kunden zur Überarbeitung oder Reparatur bei verschiedenen Lieferanten weltweit zurückgeschickt wurden. Sie sorgen außerdem dafür, dass die Geräte innerhalb der vereinbarten Frist wieder an den Kunden zurückgesendet werden.“



Seit mehr als 20 Jahren versorgt Liebherr seine Großkunden im Raum Montreal, unter anderem Bombardier und Airbus, standortnah mit Dienstleistungen in den Bereichen Logistik und Kundenbetreuung. Um im Auftrag von Liebherr-Aerospace Toulouse verschiedene Logistik- und Supporttätigkeiten ausführen zu dürfen, wird das Team in Laval regelmäßig von französischen Behörden auditiert und anerkannt. Ein nach AS9100D zertifiziertes Qualitätsmanagementsystem und ein gemäß ISO 14001 zertifiziertes Umweltmanagementsystem wurden eingeführt, um einheitliche Ergebnisse und eine höhere Leistungsfähigkeit sicherzustellen.

Als Bestandteil eines weltweiten Netzes von Verbindungsbüros spielt das Team in Laval eine wichtige Rolle für den Erfolg von Liebherr. Es kümmert sich rasch um Kundenanfragen und arbeitet eng mit der Spartenobergesellschaft und den Produktionswerken zusammen, um neue Geschäftschancen vor Ort zu erkennen.



Programme & Aufträge

Mit einer Interkontinentalreichweite von mehr als 10.000 km fliegt die Falcon 6X nonstop von London nach Hongkong oder von Los Angeles nach Moskau



Erstflug der Falcon 6X

Am 10. März 2021 hob der neue Businessjet Falcon 6X des Herstellers Dassault Aviation zu seinem Jungfernflug ab. Nach zweieinhalbstündigem Flug landete er sicher auf dem Flughafen Bordeaux-Mérignac (Frankreich).

„Bei der Entwicklung eines neuen Programms sind zahlreiche Herausforderungen zu bewältigen. Daher ist es ganz entscheidend für unseren Erfolg, dass wir die richtigen Partner aussuchen“, so Vadim Feldzer, Head of Falcon Global Communications bei Dassault Aviation. „Liebherr hat nicht nur seinen Einfallsreichtum in das Programm eingebracht, sondern auch ein unvergleichliches Engagement und Bekenntnis zu unserem Erfolg. Unser Flugteam war von dem präzisen Flugverhalten und Handling der 6X sehr beeindruckt. Wir freuen uns darauf, unser Testprogramm weiter voranzutreiben und das Flugzeug 2022 in Dienst zu stellen.“

Liebherr liefert das integrierte Luftmanagement- und das Kabinenluftbefeuchtungssystem für dieses Langstreckenflugzeug. Entwickelt wurden alle Systeme von Liebherr-Aerospace Toulouse SAS, dem Liebherr-Kompetenzzentrum für Luftmanagementsysteme.

Die Beziehung zwischen Liebherr und Dassault besteht bereits seit 70 Jahren. Liebherr entwickelt, fertigt und wartet wichtige Systeme und Bauteile verschiedener Flugzeuge von Dassault, unter anderem der gesamten Falcon-Familie mit der 7X, 8X, 900, 2000/2000EX und der 50EX.

Daumen nach oben nach dem erfolgreichen Erstflug der Falcon 6X!



Der neue Businessjet Falcon 10X von Dassault Aviation

Am 6. Mai 2021 hat Dassault Aviation die Falcon 10X der Öffentlichkeit vorgestellt. Liebherr ist mit wichtigen Systemen und Bauteilen für den neuen Businessjet dabei. Dazu gehören das an Dassault Aviation gelieferte integrierte Luftmanagementsystem und Komponenten des Fahrwerkssystems, die an Héroux-Devtek geliefert werden.



© Dassault Aviation

Die Falcon 10X, der neueste Businessjet von Dassault Aviation

Liebherr-Aerospace Toulouse SAS, das Liebherr-Kompetenzzentrum für Luftmanagementsysteme, ist verantwortlich für das integrierte Luftmanagementsystem der neuen Falcon 10X. Dieses große Arbeitspaket umfasst die Systeme für Triebwerkabzapflucht, Klimatisierung, Kabinendruckregelung, Luftaufbereitung, Überhitzungserkennung und den Vereisungsschutz an den Tragflächen.

Dieses neue Paket ist auf der Architektur des ebenfalls von Liebherr gelieferten Luftmanagementsystems für die Dassault Falcon 6X aufgebaut. Es ist eine Kombination robuster und bewährter Elemente mit neu entwickelter Komponenten-Technologie von Liebherr. Ein Beispiel dafür ist die Einführung intelligenter Ventile. Sie ermöglichen eine bessere digitale Regelung und bieten neue Möglichkeiten zur Optimierung der Systemsteuerung sowie ein besseres Product Health Management.

Darüber hinaus hat die kanadische Firma Héroux-Devtek das Team von Liebherr-Aerospace in Lindenberg beauftragt, Fahrwerksbetätigungs- und Fahrwerkssteuerungskomponenten der Falcon 10X zu liefern. Dank seiner Erfahrung konnte Liebherr innerhalb kürzester Zeit neueste Technologien für den Businessjet anbieten, die den neuesten Umweltschutzanforderungen entsprechen.



© Dassault Aviation

Komfort an Bord der Falcon 10X – Beispiel einer Innenausstattung

Erstauslieferung von Stand-alone-Elektroniksystemen

Liebherr-Aerospace hat einen wichtigen Meilenstein erreicht: die Auslieferung von ersten Prototypen der Remote Electronic Unit für die Bugradlenkung der 787 Dreamliner sowie der Lenkungssteuereinheit des Hauptfahrwerks an den Flugzeugen der 777-Familie von Boeing.

Der Startschuss des Programms für die Remote Electronic Unit für die Bugradlenkung der Boeing 787 und für die Lenkungssteuereinheit des Hauptfahrwerks der Boeing 777 fiel bei Liebherr in der zweiten Hälfte des Jahres 2018. Es folgten die Konzept- und Implementierungsphase. Bereits im Februar 2020 wurden Boeing die ersten Prototypen zum Testen bereitgestellt. Diesem Schritt ging eine intensive Testphase bei Liebherr voraus.

Hier bot sich die erste Gelegenheit für Liebherr, Stand-alone-Elektronik zu liefern: Das Unternehmen freut sich sehr, diesen bedeutenden Meilenstein mit seinem Kunden Boeing teilen zu dürfen. Stand-alone-Elektronik ist elektronische Hardware mit Betriebssystem und Anwendungssoftware, die in dedizierte Flugzeugsysteme integriert wird.

Die Ingenieure bei Boeing führten erfolgreich entwicklungsrelevante Tests durch und erproben die Systeme

auch weiterhin, um den ordnungsgemäßen Betrieb der Komponenten zu untermauern. Die Teams von Boeing und Liebherr arbeiten auch bei den abschließenden Reviews und der Vorbereitung für die Tests im Rahmen der Qualifizierung eng zusammen.

Dass die Produkte von Liebherr über ein außerordentlich hohes Level an Funktionalität und Reife verfügen, haben die Tests bereits gezeigt. Beste Voraussetzungen also für eine erfolgreiche Qualifizierungsphase, bevor die Systeme dann bei Liebherr in die Serienfertigung gehen und Boeing sie in der 777-Familie und in der 787 in Betrieb nimmt. Die Teams sind mit den bisherigen Fortschritten sehr zufrieden. Die erfolgreich von Boeing und Liebherr durchgeführte kritische Entwurfsprüfung (Critical Design Review) brachte das Programm entscheidend voran: eine gute Basis für weitere Liebherr-Projekte im Bereich der Stand-alone-Elektronik.



© Boeing

Boeing 787 Dreamliner

Stellantriebe am Fahrwerk der Boeing 777 und 777X



© Boeing

Die Boeing 777X ist die neueste Modellreihe der Langstreckenfamilie 777 von Boeing

Liebherr und Boeing arbeiten seit 2018 intensiv an der Konstruktion, Herstellung und Erprobung des neuen Stellantriebs für die Hauptfahrwerk-Lenkung der 777 und der 777X. Die erste Lieferung zweier Geräte an das Testzentrum von Boeing im letzten Jahr stellte einen wesentlichen Meilenstein dieses Build-to-Print-Projekts dar. Ein spezialisiertes Team von Fertigungs- und Qualifizierungsingenieuren hat in akribischer Arbeit sichergestellt, dass dieser neue Stellantrieb alle Anforderungen übertrifft.

Liebherr-Aerospace wird diese Teile eigens für die 777- und 777X-Programme von Boeing produzieren. Wirtschaftlichkeit, Qualität und Leistungsfähigkeit stellen für das Unternehmen das Herzstück einer erfolgreichen langfristigen Partnerschaft

dar. Daher ist die Liebherr-Aerospace Lindenberg GmbH, das Kompetenzzentrum von Liebherr für Flugsteuerung, Getriebe und Fahrwerkssysteme, mit der Fertigung und Erprobung des Stellantriebs beauftragt worden.

Die Stellantriebe sind Bestandteil des Lenksystems des Hauptfahrwerks. Sie unterstützen das Flugzeug beim Manövrieren auf dem Rollfeld und verringern den Reifenverschleiß. Zusammen mit der Lenkungssteuerung des Hauptfahrwerks und dem Lenkpositionsgeber des Bugfahrwerks liefert Liebherr das komplette Lenksystem des Hauptfahrwerks.

Luftzufuhr-Subsystem für den Airbus A321 XLR

Parker Aerospace mit Sitz in Irvine, Kalifornien (USA), hat Liebherr-Aerospace beauftragt, das Luftzufuhr-Subsystem für das Treibstofftank-Inertisierungssystem (FTIS) des Airbus A321 XLR (Extra Long Range) zu entwickeln, herzustellen und zu warten.

Das FTIS verringert die Wahrscheinlichkeit, dass sich der Treibstoff in den Tanks an Bord des Flugzeugs entzündet. Das Luftzufuhr-Subsystem hat die Aufgabe, Luft mit dem erforderlichen Druck und der erforderlichen Temperatur zuzuführen, damit die Membran zur Inertgaserzeugung unter optimalen Bedingungen ihre Funktion erfüllen kann. Das Subsystem besteht aus kompakten, leichten und äußerst zuverlässigen Bauteilen. Entworfen und gefertigt wird es von Liebherr-Aerospace Toulouse SAS, dem Kompetenzzentrum von Liebherr für Luftmanagementsysteme in Toulouse (Frankreich).

Liebherr verfügt über große Erfahrung mit Luftzufuhr-Subsystemen für das FTIS. Geliefert werden sie für die Airbus-Familien A320 und A330 sowie für zahlreiche weitere Flugzeugprogramme wie Embraer E-Jet E2 und COMAC C919. Diese Erfahrung im Bereich Pneumatik wird dadurch unterstrichen, dass in den meisten Flugzeugprogrammen der letzten 20 Jahre Liebherr-Bauteile zum Einsatz kommen. Diese reichen von Druckluftventilen, Wärmetauschern, Verdichtern und Turbinen bis hin zu den zugehörigen Steuerungen, die in der Triebwerkspneumatik, in Triebwerkabzapflusssystemen, in Klimatisierungssystemen oder in Treibstofftank-Inertisierungssystemen verwendet werden.

Der Airbus A321 XLR fliegt mit Liebherr-Technik an Bord



Hervorragende Leistungen im COMAC-ARJ21-Programm

Im Oktober 2020 würdigte COMAC auf seiner Suppliers Conference in Shanghai die ausgezeichneten Leistungen von Liebherr-Aerospace in Verbindung mit dem Luftmanagementsystem der ARJ21. Der langjährige Kunde zeichnete Liebherr für seine hervorragende Liefertreue mit dem „Year On-time Delivery Excellence Award“ aus. Diese Auszeichnung ist ein Beleg dafür, dass sich Liebherr stark für termingerechte Lieferungen engagiert und schnell auf Kundenbedürfnisse reagiert.

Außerdem erhielt Liebherr auf der COMAC Global Suppliers Conference im April 2021 in Nanchang den prestigeträchtigen „2020 Supplier of the Year – Performance Excellence Gold Award“ für überragende Leistungen bezüglich des ARJ21-Luftmanagementsystems. COMAC hob bei der Preisverleihung das erstklassige Verhalten von Liebherr während der Corona-Pandemie und die kontinuierliche Verbesserung der Arbeitsqualität hervor.

Neben dem integrierten Luftmanagementsystem ist Liebherr-Aerospace ebenfalls für die Entwicklung, die Fertigung und den Support des Fahrwerkssystems der ARJ21 verantwortlich.

Mit der Liebherr (China) Co., Ltd., als regionaler Zentrale mit Sitz in Shanghai ist Liebherr bereits seit 1978 auf dem chinesischen Markt vertreten. Mit seinen Aktivitäten im Bereich Luftfahrt hat sich das Unternehmen in China einen Namen gemacht. Es unterhält ein Verbindungsbüro sowie eine MRO-Werkstatt in Shanghai und betreibt zusammen mit AVIC LAMC in Changsha das Joint-Venture-Unternehmen Liebherr LAMC Aviation (Changsha) Co., Ltd., das Fahrwerkssysteme für die ARJ21 und die C919 liefert.



Von links nach rechts: Vertreter des AVIC Special Aircraft Research Institute und von HIWING sowie Yu Zemin, General Manager von SAMC, und Julien Moll, General Manager – Aerospace Division, Liebherr (China) Co., Ltd.



Von links nach rechts: Julien Moll, General Manager – Aerospace Division, von Liebherr (China) Co., Ltd., Yuerang Zhao, Vice Chairman, President & Deputy Secretary of the Party Committee von COMAC, sowie ein Vertreter von AVIC SAC Commercial Aircraft Co., Ltd.

Unter den besten Lieferanten



Aufstellung der Supplier Awards von Embraer für die Preisverleihung: Liebherr erhielt Auszeichnungen in gleich zwei Kategorien

Durch die Pandemie hat sich einiges im Geschäftsleben geändert, aber bestimmt nicht das Bekenntnis von Liebherr-Aerospace zu Spitzenleistungen. „Wir freuen uns sehr, dass unser geschätzter Kunde Embraer uns erneut als besten Lieferanten in nicht nur einer, sondern in zwei Kategorien gewürdigt hat“, so Nicolas Bonleux, Managing Director and Chief Commercial Officer bei Liebherr-Aerospace & Transportation SAS.

Aufgrund der Corona-Pandemie fand die Suppliers Conference am 18. Dezember 2020 virtuell statt. Liebherr-Aerospace Toulouse erhielt Auszeichnungen in den Kategorien „Best Supplier Development

Programms“ und „Best Supplier Mechanical Systems“. Belege für technische und betriebliche Spitzenleistungen sowie für die außergewöhnlich gute Zusammenarbeit der Teams von Embraer und Liebherr.

Liebherr-Aerospace Toulouse SAS (Frankreich) ist das Kompetenzzentrum von Liebherr für Luftmanagementsysteme. Es entwickelt, fertigt und liefert verschiedene Systeme und Komponenten für mehrere Embraer-Programme und bietet den dazugehörigen Kundendienst an, unter anderem für die E-Jet E2-Familie, die ALX Super Tucano, die Praetor 600 und die C-390 Millennium.

Das größte Flugzeugtriebwerk der Welt

Bis Ende 2021 stellt Rolls-Royce den ersten UltraFan® Demonstrator fertig, der das größte Flugzeugtriebwerk der Welt sein wird. Eines der wichtigsten Bauteile dieses neuen Triebwerks ist das Leistungsgetriebe, das gemeinschaftlich von Liebherr-Aerospace und Rolls-Royce entwickelt wird.

Der Demonstrator hat einen Durchmesser von etwas über 3,5 Metern. Im Vergleich zur ersten Generation des Trent-Triebwerks können mit dem UltraFan für die nächste Generation von Schmalrumpf- und Großraumflugzeugen 25 Prozent an Treibstoff eingespart werden. Entwickelt und hergestellt wird das Leistungsgetriebe von dem 50:50-Joint-Venture-Unternehmen Aerospace Transmission Technologies GmbH (ATT). Es wurde von Rolls-Royce und der Liebherr-Aerospace Lindenberg GmbH im Jahr 2015 gegründet und hat seinen Sitz in Friedrichshafen (Deutschland).

In diesem Gemeinschaftsunternehmen ist Rolls-Royce für die Konstruktionspezifikation und -integration des Leistungsgetriebes sowie die Test-Aktivitäten verantwortlich. Liebherr bringt seine Kompetenz in der Verzahnentechnik und sein Know-how über Bearbeitungszentren für Verzahnungen ein, die das Unternehmen bereits seit Jahrzehnten entwickelt und herstellt. ATT verfolgt das Ziel, die weltbesten Leistungsgetriebe für die Luftfahrt herzustellen. Dazu setzt das Unternehmen auf kontinuierliche Innovation und führt die Getriebefertigung in eine völlig neue Dimension.

Das Leistungsgetriebe ermöglicht dem UltraFan, in zukünftigen Triebwerken mit hohem Nebenstromverhältnis bei verschiedenen Startschüben rationell die erforderliche Leistung zu entfalten. Bei den schubstärksten Triebwerken überträgt jedes einzelne Getriebe mehr Leistung als 500 Mittelklassewagen zusammengenommen.

Das Triebwerk UltraFan® ist Bestandteil der Vision „Intelligent Engine“ von Rolls-Royce. So hat beispielsweise jede Fanschaufel einen digitalen Zwilling, der Versuchsdaten in Echtzeit speichert und damit den Ingenieurinnen und Ingenieuren ermöglicht, das Verhalten im Praxisbetrieb zu prognostizieren. Auf dem neuen, 90 Millionen GBP teuren Rolls-Royce-Prüfstand „Testbed 80“ können Daten von mehr als 10.000 Parametern erfasst werden. Bei einer Abtastrate von bis zu 200.000 Messwerten pro Sekunde können so auch winzigste Vibrationen erkannt werden.

Quelle: Rolls-Royce Pressemitteilung – 29. März 2021



© Rolls-Royce plc

Leistungsgetriebe des UltraFan®



© Rolls-Royce plc

Fan-Set aus Carbonfaser-Verbundwerkstoff und Titan, mit einem Durchmesser von mehr als 3,5 m

Das UltraFan-Triebwerk basiert auf einer Technik, die nicht nur hinsichtlich des Treibstoffverbrauchs Vorteile bietet, sondern auch in Bezug auf Emissionen, Geräuschpegel und Masse. Die verbesserten Betriebseigenschaften dieses Triebwerks setzen neue Maßstäbe. Insbesondere in einem neuen Zeitalter der Luftfahrt nach der COVID-19-Pandemie, in dem Nachhaltigkeit im Mittelpunkt der Markterholung stehen wird. Der erste Versuchslauf des Triebwerks wird mit 100-prozentig nachhaltigem Flugzeugtreibstoff durchgeführt.

Zur Entwicklung des ersten Demonstrators des UltraFan und der zugehörigen Technologie sind erhebliche Investitionen getätigt worden. Und zwar nicht nur von Rolls-Royce, sondern auch von verschiedenen Förderern wie dem Aerospace Technology Institute und Innovate UK (Großbritannien), LuFo (Deutschland) und Clean Sky Joint Undertaking (Europäische Union).



© Rolls-Royce plc

Arbeit am Demonstrator des UltraFan®

Kunden- service

Arbeit an einem Prüfstand in Singapur,
während über Smartglasses eine Verbindung
zu Kollegen in Europa besteht



Innovation bei Wartung, Reparatur und Betrieb

Digitalisierung ist der beste Weg, um die Luftfahrt leistungsfähiger, zuverlässiger und sicherer zu machen. Viele Hersteller wie Liebherr-Aerospace können durch Optimierung von Wartungs-, Reparatur- und Überholungsarbeiten (MRO) mit Hilfe digitaler Lösungen nicht nur Kosten reduzieren, sondern auch die mit diesen Tätigkeiten verbundene Umweltbelastungen verringern.

Dafür ist es unerlässlich, eine Struktur zu Grunde zu legen, die die Stärken digitaler Hilfsmittel dazu nutzt, Verfahren zu sondieren, anzupassen und in einigen Fällen auch zu entwickeln, um Arbeitsabläufe zu rationalisieren und die Leistungsfähigkeit funktionsübergreifend zu verbessern. Das gilt ganz besonders im Bereich MRO, in dem Liebherr jährlich mit seinem weltweit tätigen Servicenetz beispielsweise mehr als 40.000 Komponenten repariert und 100 Fahrwerkssysteme überholt.

Aufbau von Test-Fähigkeiten vor Ort mit Smartglasses

Als Teil der Strategie zur Erweiterung seiner MRO-Leistungsfähigkeiten hat Liebherr damit begonnen, im Rahmen der Initiative „Smart MRO“ Remote-Assistance-Technologien zu nutzen. So ermöglichen beispielsweise Smartglasses, dass Teams an verschiedenen Standorten Informationen in Echtzeit austauschen. Damit kann ein Mitarbeiter oder eine Mitarbeiterin mit beiden Händen an Gegenständen arbeiten, während Kolleginnen und Kollegen über eine Kamera, die sich neben seinem oder ihrem Auge befindet, die Tätigkeit verfolgen und – im Fall einer Ausbildungssituation – ihm oder ihr bei Bedarf Anweisungen geben.

Smartglasses kamen zum Einsatz, als ein Team von Liebherr-Ingenieuren in Shanghai (China) einen neuen Prüfstand für Komponenten von Luftmanagementsystemen für die COMAC-Flugzeugprogramme ARJ21 und C919 errichtete. Dabei wurde es von Kollegen unterstützt, die sich in Toulouse (Frankreich) befanden. Etwa zur gleichen Zeit arbeitete das Team in Singapur an einer neuen Hochleistungs-Hydraulikprüfzelle, mit der vor Ort die Betätigungszyylinder der Landeklappen sowie des Bugfahrwerks des Airbus A350 geprüft werden können. Auch in diesem Fall konnten Kollegen aus Lindenberg (Deutschland), wo sich das Liebherr-Kompetenzzentrum für Flugsteuerungen, Fahrwerkssysteme, Verzahnungen, Getriebe und Elektronik befindet, mit den Smartglasses Hilfestellung bieten.

Aufgrund des durchweg positiven Feedbacks der beteiligten Teams beabsichtigt Liebherr, das Projekt auf weitere Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter an allen Standorten weltweit auszuweiten. Der nächste Schritt wäre, diese Art der digitalen Kommunikation auch mit Kunden zu ermöglichen.

Liebherr Analytics im Einsatz

Mit seiner Konstruktionskompetenz und Praxiserfahrung verarbeitet Liebherr-Aerospace Flugzeugdaten bereichsübergreifend mit Inputs aus den eigenen Fertigungsbereichen und Reparaturwerkstätten. Das Ziel des Unternehmens besteht darin, den Fluggesellschaften durch diese Daten einen Mehrwert zu bieten. Der Einsatz von Liebherr Analytics Solutions verbessert die Betriebsbereitschaft von Flugzeugen, reduziert ungeplanten Wartungsaufwand und leistet einen Beitrag zur Optimierung von Anlagen und der Geräte-Instandhaltung.

Mit Liebherr Analytics kann das Unternehmen die Datenbank seiner Produkte erweitern, insbesondere durch Flugdaten, die von Kunden, also den Fluggesellschaften, bereitgestellt werden. Diese Daten fließen in die Weiterentwicklung der analytischen Serviceleistungen von Liebherr ein, unter anderem in vorausschauende Wartung, verbessertes Datenmanagement und leistungsfähigeren Service bei individuellen Problemen. Das Feedback zum Verhalten von Liebherr-Produkten, die sich im Einsatz befinden, ist umfangreich.





Smartglases machen es möglich: Ein Liebherr-Techniker in Shanghai (China) zeigt seinen Kolleginnen und Kollegen in Toulouse (Frankreich) in Echtzeit einen Teil des neuen Prüfstands für Luftmanagementsystem-Komponenten

Die Datenplattform „Artic“ garantiert den Kunden, dass ihre Daten sicher sind und nur zu den vereinbarten Zwecken verwendet werden. Sie kann Daten von 1.500 Flugzeugen erfassen und verwalten. Bisher sind Daten von mehr als 300.000 Flügen von 300 Flugzeugen erfasst worden, die Liebherr-Aerospace bei der Entwicklung digitaler Lösungskonzepte unterstützen, von denen wiederum die Kunden profitieren.

Eine erste Version der Plattform befindet sich bereits in Betrieb und wird am Liebherr-Aerospace-Standort Toulouse in Frankreich eingesetzt, um die Airbus-A220-Flotte täglich zu kontrollieren und Fluggesellschaften Empfehlungen hinsichtlich des Austauschs von Komponenten des Zapflußsystems zu geben. Außerdem ist das Tool in der Lage, Daten von Fahrwerkssystemen und Flugsteuerungen auszuwerten, die vom OEM Liebherr-Aerospace in Lindenberg (Deutschland) entwickelt wurden.

Neue Kundenserviceplattform

Vor Kurzem hat Liebherr-Aerospace eine Kundenserviceplattform in Betrieb genommen. Sie bietet mehrere völlig neue Funktionen und eine Reihe von Schulungsdienstleistungen für Fluggesellschaften und MROs. Außerdem umfasst sie einige neue, spezialisierte und digitale Lösungen, die den Nutzungskomfort verbessern. Zu den neuen Funktionen gehören die Services „Repair Order Status“ und „Technical Request“ (Status des Reparaturauftrags bzw. technische Anfrage) sowie der Austausch von Direktnachrichten mit den Experten und Expertinnen des Unternehmens. Liebherr-Aerospace arbeitet an weiteren fortschrittlichen Services, die im Lauf der nächsten Monate bereitgestellt werden.

Liebherr ist sich bewusst, dass die Instandhaltung in der Luftfahrt einen starken Wandel in Richtung der Digitalisierung durchläuft. Daher hat das Unternehmen zum Nutzen seiner Kunden bereits massiv in intelligente, integrierte Technik investiert und wird dies auch in Zukunft tun. So wird Liebherr den Kundenservice auch weiterhin in völlig neue Dimensionen führen.

Drei Großaufträge für Fahrwerksüberholungen

In den Jahren 2020 und 2021 hat Liebherr-Aerospace Partnerschaften mit drei Fluggesellschaften geschlossen, um die Fahrwerke ihrer Embraer-E-Jet-Flugzeuge zu überholen. Die Aufträge stellen einen wichtigen Fortschritt in der weltweiten Kampagne des Unternehmens zur Überholung von Fahrwerken dar.

Zuerst wurde Liebherr-Aerospace von der Fluggesellschaft Austral Líneas Aereas beauftragt, die Fahrwerkssysteme der E190-Flotte ihrer Embraer E-Jets zu überholen. Dabei handelt es sich für Liebherr um den ersten Großauftrag in Argentinien. Die Überholungsarbeiten begannen im Juli 2020 im Kundendienstzentrum von Liebherr-Aerospace in Saline, Michigan (USA).

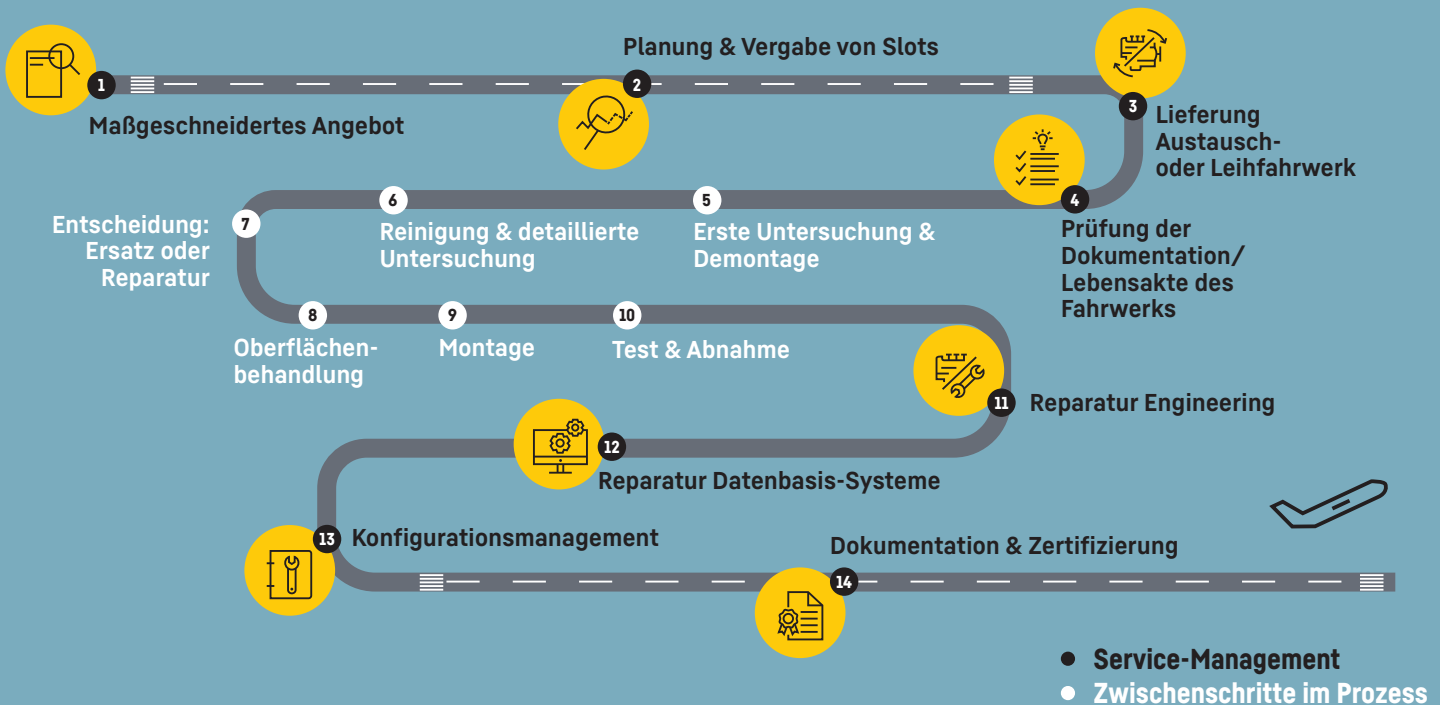
Dieser Großauftrag von Austral (Tochterunternehmen von Aerolíneas Argentinas) unterstreicht die Kundennähe, die Liebherr-Aerospace in Lateinamerika mit seinem Verbindungsbüro in São José dos Campos (Brasilien) aufgebaut hat. Austral ist die größte Inlandsfluggesellschaft Argentiniens und fliegt darüber hinaus auch Ziele in Brasilien und Uruguay an.

Als Nächstes unterzeichnete Liebherr-Aerospace eine Vereinbarung mit Austrian Airlines, der größten Fluggesellschaft Österreichs und Mitglied der Lufthansa Group. Gegenstand der Vereinbarung ist es, die Fahrwerkssysteme von 17 Flugzeugen des Typs Embraer E-Jet E195

zu überholen. Das erste Fahrwerkssystem wurde bereits Ende Dezember 2020 bei Liebherr-Aerospace in Lindenberg (Deutschland) angeliefert.

Und da aller guten Dinge drei sind, schlossen Portugália Airlines und Liebherr-Aerospace Anfang 2021 einen Vertrag, der die Überholung der Fahrwerkssysteme von elf Flugzeugen des Typs Embraer E190/E195 beinhaltet. Geplant ist, dass die Kampagne 2022 beginnt und 2024 endet.

Entwickelt, gefertigt und zertifiziert wurde das komplette Fahrwerkssystem der E-Jet-Familie E1 (E170/E175/E190/E195) aller drei Fluggesellschaften von der Liebherr-Aerospace Lindenberg GmbH, dem Liebherr-Kompetenzzentrum für Flugsteuerungen, Fahrwerkssysteme, Getriebe sowie Elektronik. Diese drei Großaufträge sind ein Beleg für die Zuverlässigkeit und das hohe Serviceniveau, das die Teams von Liebherr-Aerospace in Saline und Lindenberg beim Überholen von Fahrwerkssystemen bieten.



Mehr als 20.000 Luftfahrt-Bauteile in China repariert

Mit der Auslieferung des 20.000. reparierten Gerätes in China hat Liebherr einen neuen Meilenstein in der Region gesetzt. Erreicht hat Liebherr diesen Erfolg mit der Reparatur eines Durchflussregelventils für einen Airbus A320, der einer chinesischen Fluggesellschaft gehört.

In den letzten fünf Jahren hat das Unternehmen in ein wachsendes Angebot an OEM-Dienstleistungen für Luftmanagementsysteme (ATA-Chapter 21 und 36) investiert. Zielgruppe dieser Services sind verschiedene Fluggesellschaften, die sowohl Single-Aisle-Langstreckenflugzeuge von Airbus als auch Flugzeuge von Bombardier und Embraer betreiben. Angeboten wird auch die Wartung von Geräten in OEM-Qualität aus einer Hand für Betreiber von Flugzeugen des Typs ARJ21-700 des chinesischen Herstellers COMAC.

Im Zusammenhang mit diesen Luftfahrt-Serviceleistungen hat Liebherr in China ein solides Team aus mehr als 40 hochqualifizierten Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern aufgebaut. Die Mannschaft umfasst Kundendienstvertreter sowie Experten für Vertrieb, technischen Support, Qualität, Beschaffung und Logistik. Außerdem ist die hochmoderne MRO-Werkstatt in Shanghai mit Reparaturtechnikern, Ingenieuren, Zertifizierungsbeamten und Reparatur-Ausbildern

besetzt. Der Standort wird von den Liebherr-Aerospace-Kompetenzzentren in Toulouse (Frankreich) und Lindenberg (Deutschland) in vollem Umfang unterstützt. Diese intensive Zusammenarbeit zwischen den Standorten ermöglicht es, das Angebot an Dienstleistungen für Fluggesellschaften in der Region auszuweiten.

Die Auslieferung des 20.000. reparierten Gerätes an eine chinesische Fluggesellschaft stellt einen wichtigen Meilenstein für das Kundenserviceteam in Shanghai dar. Seit 2016 hat sich die Anzahl der reparierten Komponenten am Standort mehr als verdreifacht. Ein Beleg, dass sich Liebherr dafür einsetzt, Fluggesellschaften bei der Bewältigung ihres alltäglichen Wartungsbedarfs kontinuierlich zu unterstützen, und sich gleichzeitig an einen wachsenden Markt anpasst. Das Team in Shanghai engagiert sich nicht nur zielstrebig für Qualität und Wachstum, sondern konzentriert sich zeitgleich auch auf den sicheren Betrieb der zivilen Luftfahrt in China.



Mitglieder des Kundenserviceteams von Liebherr in Shanghai (China) feiern den erreichten Meilenstein

Menschen & Gesellschaft



Legendäres Flugzeug bleibt mit Hilfe von Liebherr flugtüchtig



Im letzten Jahr bat das Yankee Air Museum in Belleville, Michigan (USA), Liebherr-Aerospace Saline Inc. um Hilfe: Das Museum besitzt eine von nur noch neun existierenden flugtüchtigen B 17. Die Maschine benötigte einige Reparaturschweißungen, um flugfähig zu bleiben. Liebherr-Aerospace Saline sprang sofort mit seiner Fachschweißerei ein, die viel mehr kann als nur Liebherr-Komponenten reparieren.

Die B 17 war ein schwerer Bomber, der im Zweiten Weltkrieg eine Schlüsselrolle spielte. Sie wurde von der British Royal Air Force und dem United States Army Air Corps eingesetzt. Zwischen 1936 und 1945 wurden 12.731 Maschinen dieses Typs gebaut. Ihren Spitznamen „The Flying Fortress“ („Die Fliegende Festung“) bekam die B 17 wegen ihrer Größe und ihrer Feuerkraft. Die Maschine des Museums trägt den Namen „The Yankee Lady“. Sie hat eine Spannweite von 31,62 Metern, eine Länge von 22,78 Metern und eine Höhe von 5,82 Metern. Angetrieben wird sie von vier Sternmotoren des Typs Wright R 1820-97 Cyclone mit je 1.200 PS. Mit kompletter zehnköpfiger Besatzung erreichte sie eine Höchstgeschwindigkeit von 462 Kilometern pro Stunde und eine Marschgeschwindigkeit von 257 Kilometern pro Stunde.

Die Aufgabe bestand darin, eine Reparaturschweißung an den Düsenkammern der Turbinengehäuse und Schaufelränder vorzunehmen. Ersatzteile, mit denen man die beschädigten Teile ersetzen könnte, sind nicht mehr erhältlich. Jay Roberts, Welding Program Coordinator bei Liebherr in Saline, übernahm die Leitung dieses Projekts. Auf Grundlage der Werkstoffart und anderer wesentlicher Variablen erstellte er eine Schweißanweisung gemäß der Norm AWS D17.1 (Fusion Welding for Aerospace Applications). Nachdem er die Anweisung ausgearbeitet hatte, reparierte er mehr als acht Geräte für das Museum. Der letzte Schritt, der für eine qualifizierte Reparatur erforderlich war, war die Schweißnahtprüfung. Dazu wurden alle Geräte an eine externe Prüfstation geschickt, die eine Röntgenprüfung der Schweißstellen durchführte. Alle acht Einheiten bestanden die Prüfung und wurden als flugtauglich deklariert. Nach-

dem die reparierten Gehäuse eingebaut, alle Prüfungen absolviert und die Systeme kontrolliert waren, war die alte Dame wieder flugbereit!

„Die Crew hat mich eingeladen mitzufiegen. Das war einer der beeindruckendsten Flüge, die ich erleben durfte“, schilderte Roberts stolz seine Erfahrungen an Bord der „Flying Fortress“. „Das Brüllen der Motoren, diese immense Antriebskraft und die Geschichte der Maschine sind einfach einzigartig.“

„Ohne die Hilfe der Schweißerei-Abteilung von Liebherr würden wir unsere historischen Flugzeuge nicht fliegen können. Vielen Dank für die tatkräftige Unterstützung.“

Rich Koski
Chefmechaniker des Yankee Air Museum

Reparatur von Bauteilen für die B 25 und die „Tin Goose“

Da die an der B 17 ausgeführten Reparaturen erfolgreich waren, hat Jay Roberts unter Anwendung desselben Validierungsverfahrens auch einige Bauteile für die B 25D und die Ford 4 AT B Tri-Motor repariert. Die B 25 Mitchell ist ein mittelschwerer Bomber, der von zwei Motoren des Typs Wright R 2600 Cyclone angetrieben wird. Diese luftgekühlten Doppelsternmotoren haben 14 Zylinder und eine Leistung von je 1.700 PS. Die in Knickflügelbauweise ausgeführten Tragflächen haben eine Spannweite von 20,73 Metern. Mit 528 Stundenkilometern hat die Maschine eine beeindruckende Höchstgeschwindigkeit. Ihre Marschgeschwindigkeit beträgt 370 Kilometer pro Stunde. Im Zweiten Weltkrieg wurden von keinem Flugzeugtyp mehr Exemplare gebaut. Von 1942 bis 1944 wurden 9.816 Maschinen hergestellt. Die B 25 des Museums trägt den Namen „Yankee Warrior“. Sie ist eines von nur drei Exemplaren, die noch flugtüchtig sind und am Kampfgeschehen teilgenommen haben.

Die Ford 4 AT B Tri-Motor ist eine wahre Vertreterin der frühen Luftfahrtgeschichte. Die Ford Aircraft Division in Dearborn, Michigan (USA), hat diesen Flugzeugtyp von 1926 bis zur Weltwirtschaftskrise 1933 gebaut. Ende der 1920er Jahre war die Ford Aircraft Division der weltweit größte Hersteller von Verkehrsflugzeugen. Dieses Ganzmetallflugzeug bekam den Spitznamen „Tin Goose“ („Blechgans“), weil die Flugsteuerelemente der meisten Flugzeuge dieser Zeit mit Stoff überspannt waren. Von der Version 4 AT B wurden nur 39 Maschinen gebaut. Das Exemplar des Yankee Air Museum ist noch immer flugtüchtig. Seine Spannweite beträgt 22,55 Meter und es ist 14,94 Meter lang und 3,63 Meter hoch. Angetrieben wird das Flugzeug von drei 220-PS-Sternmotoren des Typs



Wright J-5 Whirlwind, die ihm eine Höchstgeschwindigkeit von 212 Kilometern pro Stunde und eine Reisegeschwindigkeit von 172 Kilometern pro Stunde verleihen. In den Anfangszeiten der Verkehrsluftfahrt gehörte die 4 AT B, die Platz für zwei Piloten und zwölf Passagiere bot, zu den führenden Vertretern der Branche.

„Es ist eine große Ehre, an solchen historischen Flugzeugen arbeiten zu können und ihre Flugtüchtigkeit zu erhalten. Durch meine Arbeit für Liebhaber und in der Luftfahrtbranche bieten sich mir Gelegenheiten, die die meisten Menschen niemals haben werden“, sagte Jay Roberts.

<https://yankeairmuseum.org/>



Umweltinitiativen für eine grünere Zukunft

Wenn wir die Zukunft grüner gestalten möchten, muss jeder einen Beitrag leisten. Liebherr-Aerospace Toulouse SAS hat bereits zahlreiche Initiativen eingeleitet, um seine CO₂-Bilanz zu verbessern. Seit 2014 hat das Unternehmen seinen Ausstoß an Treibhausgasen um 34 Prozent verringert. Eine dieser Initiativen war der Umstieg von herkömmlichen Autos auf Elektroautos an beiden Standorten des Unternehmens – Toulouse und Campsas.

Liebherr-Aerospace Toulouse möchte auch die Biodiversität erhalten und hat 575 Quadratmeter Brachfläche mit Blumen angelegt, um bestäubende Insekten anzulocken. Auf diesem Grundstück wurden vier Insektenhotels und drei Bienenstöcke aufgestellt.

Außerdem fördert das Unternehmen das Engagement seiner Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, ein stärkeres Umweltbewusstsein zu entwickeln. Hierzu organisiert es jedes Jahr entsprechende Veranstaltungen, bei denen die Beschäftigten ermutigt und unterstützt werden, für die Fahrt zur Arbeit und zurück alternative sowie umweltfreundliche Verkehrsmittel zu benutzen.

Liebherr-Aerospace Toulouse schreitet auf diesem Gebiet auch weiterhin mit Initiativen voran. Bereits abgeschlossen ist die Installation einer 650 Quadratmeter großen Photovoltaikanlage auf dem Dach, die im gesamten Werk für erhebliche Energieeinsparungen sorgt.



Solarmodule auf einem Werkdach von Liebherr-Aerospace Toulouse



Liebherr unterstützt Liebherr: Produktionsmitarbeiter helfen in Deggendorf aus

„Bei Liebherr hilft man sich gegenseitig aus, ganz besonders in solch herausfordernden Zeiten, wie wir sie aktuell erleben!“ Ulrich Thalhofer, Personalleiter in Lindenberg, unterstützte das Vorhaben der Mitarbeiterausleihe von Anfang an. Durch ein erhöhtes Auftragsvolumen und die Einführung eines kontinuierlichen Schichtmodells bei der Liebherr-Components Deggendorf GmbH entstand im letzten Jahr zusätzlicher Personalbedarf in der Produktion. Währenddessen befanden sich viele Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der Liebherr-Aerospace in Lindenberg in Kurzarbeit.

Um die Herausforderungen auf beiden Seiten wissend, beschlossen die Personalleiter der beiden Standorte kurzerhand auf die Möglichkeit der internen Mitarbeiterausleihe zurückzugreifen: „Uns war es wichtig, den Kapazitätsausgleich so schnell und einfach wie möglich zu gestalten – besonders für die jeweiligen Mitarbeiter. Innerhalb kürzester Zeit trafen die ersten Mitarbeiter aus Lindenberg in Deggendorf ein, um sich mit der Produktion vor Ort vertraut zu machen und den neuen Arbeitsbereich im Detail zu besichtigen“, berichtet Thomas Listl, Personal-

leiter in Deggendorf. Besonders durch die gute Qualifikation der Mitarbeiter in beiden Liebherr-Gesellschaften ist diese Art des Arbeitertauschs sehr vielversprechend und ohne eine intensive Einarbeitungsphase möglich. Mit Hilfe digitaler Plattformen konnten in mehreren Gesprächen die Rahmenbedingungen im Vorfeld für alle Mitarbeiter passend abgestimmt werden.

Insgesamt waren seit Beginn des Vorhabens im Jahr 2020 14 Mitarbeiter aus Lindenberg in Deggendorf im Einsatz. Der Austausch erfolgte auf freiwilliger Basis und war für einen Zeitraum zwischen zehn und 30 Wochen individuell definiert. Ähnliche Ausleihen gab es auch zwischen den Liebherr-Werken in Friedrichshafen und Biberach. „Für uns ist das eine tolle Chance, auch einmal über den Teller- rand hinauszuschauen und innerhalb der Firmengruppe neue Erfahrungen zu sammeln. Außerdem ist es auch ein schönes Gefühl, sein Können bei den Kollegen einzubringen, die gerade Engpässe haben“, resümieren Andreas Fink und Patrick Trost, zwei der ausgeliehenen Mitarbeiter aus Lindenberg.



Programmbeteiligungen

Starrflügler

Airbus

Airbus A220

- Fahrwerkssystem
- Integriertes Luftmanagementsystem

Airbus A300-600

- Betätigungszylinder der oberen Laderaumtür
- Fahrwerksklappen-Betätigungszylinder
- Bugfahrwerk
- Hochauftriebssystem
- Kabinendruckregelsystem
- Krüger-Betätigungszylinder
- Verriegelungsbetätigungszylinder

Airbus A310

- Bugfahrwerk
- Hochauftriebssystem
- Kabinendruckregelsystem
- Krüger-Betätigungszylinder

Airbus Single Aisle Family ceo / neo

- Avionik-Kühlsystem
- Laderaum-Heizsystem
- Hochauftriebssystem
- Hochdruck/Energieübertragungseinheit/Manifolds
- Klimatisierungssystem
- Luftkühler
- Seitenruder-Servosteuerung
- Sicherheitsventil
- Statischer Wechselrichter für Cockpit
- Treibstofftank-Inertisierungssystem CSAS (außer A319CJ)
- Triebwerkabzapfluftsystem

Airbus Long-Range Family ceo / neo

- Avionik-Kühlsystem
- Fahrwerksklappen-Betätigungszylinder
- Federstrebe
- Frachttür-Betätigungszylinder
- Hilfstriebwerk-Getriebe
- Hochauftriebssystem
- Klimatisierungssystem
- Laderaum-Heizsystem
- Luftbefeuchtungssystem Crew-Aufenthaltsräume
- Luftkühler
- Seitenruder-Servosteuerung (Airbus A340 Enhanced) Spoiler-Servosteuerung
- Statischer Wechselrichter für Cockpit (A330)
- Treibstofftank-Inertisierungssystem - CSAS
- Triebwerkabzapfluftsystem

Airbus A350 XWB

- Aktives Differenzialgetriebe Landeklappen
- Beweglicher Dämpfer
- Bugfahrwerk
- Strebe mit Kraftmessdose
- Vorflügelklappenbetätigung

Airbus A380

- Hochauftriebssystem
- Laderaum-Heizsystem
- Luft-/Hydraulikkühlsystem
- Luftversorgungskühlungsreservoir
- Pneumatisches Verteilungssystem
- Spoiler-Betätigung
- Triebwerkabzapfluftsystem
- Zusatzkühlsystem

Airbus BelugaXL

- Fahrwerksklappenantrieb
- Hochauftriebssystem
- Klimatisierungssystem
- Komponenten für das Triebwerkabzapfluftsystem
- Luftzufuhrsystem (Teilsystem des Treibstofftank-Inertisierungssystems)
- Spoiler-Betätigung

Airbus (Defense and Space)

A400M

- Belüftungssteuerung
- Flügel-Anti-Eis-Ventile
- Flügelendenbremse
- Frachttorrampen-Betätigungssystem
- Kabinendruckregelsystem
- Klimatisierungssystem
- Rumpf-Anti-Eis-System
- Spoiler-Servosteuerung
- Treibstofftank-Inertisierungssystem
 - CSAS-Komponenten
- Triebwerkabzapfluftsystem
- Querruder, Höhenruder, Seitenruder-Servosteuerung
- Zentrale Antriebseinheit

Eurofighter / Typhoon

- AMAD-Getriebe
- Betätigungszylinder primäre Flugsteuerung – Fly-by-Wire-Technologie
- Bremsklappen-Servosteuerung
- Bugfahrwerk
- Bugfahrwerk-Einfahrbetätigungszylinder
- Filterpaketeinheiten
- Hauptfahrwerk-Seitenstreben
- Motorgetriebene Hydraulikpumpe

MRTT ARBS

- Ruddervator-Kontrollsystem

Antonov

AN-74 / AN-140

- Kabinendruckregelsystem

AN-132 / AN-148 / AN-158 / AN-178-Prototype

- Integriertes Luftmanagementsystem

ATR

ATR 42 / 72

- Integriertes Luftmanagementsystem

AVIC

MA700

- Ventil-Aktuator

Boeing

747-8

- Klimatisierungssystem
- Triebwerkabzapfluftsystem

777-200LR

- Treibstofftank-Druckregelventile

777 / 777X

- Hauptfahrwerksteuerungssystem

777X

- Flügelenden-Klappantriebssystem
- Hochauftriebssystem-Stellantriebe
- Zentrale Antriebseinheit und Hydraulikmotor für Betätigungssystem der Flügelvorderkanten

787

- Elektronische Bugradlenkung-Steereinheit

KC-46

- Treibstofftank-Druckregulierungsventile
- Schlauchtrommel-Antriebssystem

MQ-25

- Fanghaken-Stellantrieb

Programmbeteiligungen

Starrflügler

Bombardier Aerospace

Challenger 300 / 350

- Hoch- und Niederdruckleitungen
- Integriertes Luftmanagementsystem
- Landeklappenbetätigungssystem

Global Express / G5000 / G5500

- Dämpferstrebe Bugfahrwerk
- Integriertes Luftmanagementsystem
- Kabinenluftbefeuchtungssystem

G6000 / G6500 / G7500 / G8000

- Integriertes Luftmanagementsystem

COMAC

ARJ21

- Fahrwerkssystem inkl. Bremsystem, Rädern und Reifen
- Hoch- und Niederdruckleitungen
- Integriertes Luftmanagementsystem

C919

- Fahrwerkssystem
- Hoch- und Niederdruckleitungen
- Integriertes Luftmanagementsystem

Daher-Socata

TBM850 / 900

- Kabinendruckregelsystem
- Klimatisierungssystem
- Triebwerkabzapfluftsysteem

Dassault Aviation

Falcon 50EX / 900 / 2000 / 2000EX

- Kabinendruckregelsystem
- Klimatisierungssystem
- Triebwerkabzapfluftsysteem

Falcon 6X

- Integriertes Luftmanagementsystem
- Kabinenluftbefeuchtungssystem

Falcon 7X / 8X

- Kabinenluftbefeuchtungssystem
- Triebwerkabzapfluftsysteem

Falcon 10X

- Integriertes Luftmanagementsystem
- Fahrwerksbetätigungs- und -steuerungskomponenten

Mirage 2000

- Kabinendruckregelsystem
- Klimatisierungssystem
- Triebwerkabzapfluftsysteem

Rafale

- Kabinendruckregelsystem
- Klimaanlage-Komponenten
- Triebwerkabzapfluftsysteem

Embraer

AMX

- Kabinendruckregelsystem

C-390 Millennium

- Flügel-Anti-Eis-Ventile
- Kabinendruckregelsystem
- Klimatisierungssystem
- Schlauchtrommel-Antriebssystem
- Triebwerkabzapfluftsysteem

E-Jet E1

- Fahrwerkssystem inkl. Bremsystem, Rädern und Reifen

E-Jet E2

- Bugfahrwerklenkungsmodul
- Hochauftriebssystem
- Integriertes Luftmanagementsystem
- Hauptfahrwerk-Produktion (E175 E2)

Embraer 135 / 145 / Legacy 650

- Bugfahrwerk
- Kabinendruckregelsystem
- Landeklappenbetätigungssystem

Legacy L500ER

- Treibstofftank-Druckregelsystem

Lineage

- Fahrwerkssystem inkl. Bremsystem, Rädern und Reifen

Praetor 600

- Druckablassventil des zusätzlichen Treibstofftanksystems

Super Tucano

- Luftsystemkomponenten

Tucano

- Luftsystemkomponenten

FAdeA

IA-63 Pampa III

- Fahrwerkkomponenten
- Hochauftriebssystem-Komponenten
- Primäre Flugsteuerungskomponenten
- Komponenten für Klimatisierung, Heizung und Ventilation

HAL

Dornier 228

- Bugfahrwerklenkungssystem
- Fahrwerksbetätigungszyylinder
- Landeklappenbetätigungssystem

HJT 36

- Kabinendruckregelsystem

Jaguar

- Kabinendruckregelsystem

Tejas

- Kabinendruckregelsystem

IAI

G200

- Hochauftriebssystem
- Kabinendruckregelsystem-Komponenten

Irkut Regional Aircraft

SuperJet 100

- Fly-by-Wire-Flugsteuerungssystem
- Integriertes Luftmanagementsystem

Leonardo (Aircraft)

C27-J

- MELTEM III-MMI Hilfskühl-System
- MELTEM III-MMI Klimatisierungskontrolleinheit

M-346

- Bugfahrwerklenkungssystem Longview/De Havilland Canada
- Bugfahrwerkssystem
- Hauptfahrwerkssystem

Q400

- Kabinendruckregelsystem

Mitsubishi Heavy Industries

CRJ700 / 900

- Integriertes Luftmanagementsystem
- Niederdruckleitungen

CRJ1000

- Command-by-Wire-Seitenruder Steuerungssystem
- Integriertes Luftmanagementsystem
- Niederdruckleitungen

RUAG Aerospace

Dornier 228 New Generation

- Bugfahrwerklenkungssystem
- Fahrwerksbetätigungszyylinder
- Landeklappenbetätigungssystem

Textron Beechcraft

750 / 850XP / 900XP

- Kabinendruckregelsystem

TRJet

328 Series

- Luftmanagementsystem
- Landeklappen- und Spoiler-Betätigungssystem

Programmbeteiligungen

Drehflügler – Triebwerke – Antriebe – Störbehälter – Weltraum-Anwendungen

Airbus (Helicopters)

AS350 / 355 Ecureuil

- Klimatisierungssystem-Komponenten
- Zahnräder für Hauptgetriebe

AS365

- Klimatisierungssystem

BK117

- Hydraulikaggregat
- Servosteuerung Haupt- und Heckrotor
- Zahnräder für Getriebe

H120

- Klimatisierungssystem-Komponenten

H130

- Klimatisierungssystem

H135 / H135M

- Hydraulikaggregat
- Servosteuerung Haupt- und Heckrotor
- Zahnräder für Getriebe

H145

- Heckrotorgetriebe
- Hydraulikaggregat
- Servosteuerung Haupt- und Heckrotor
- Zahnräder für Getriebe

H160

- Hauptrotorstellantriebe
- Heckrotorgetriebe
- Heizventil
- Klimatisierungssystem-Komponenten

H175

- Klimatisierungssystem-Komponenten

H225 / H225M

- Klimatisierungssystem-Komponenten
- Heizsystem

NH90

- Betätigungssteuerungscomputer
- Fly-by-Wire-Servosteuerung Haupt- und Heckrotor
- Getriebe Hilfstriebwerk
- Klimatisierungssystem-Komponenten

Tiger

- Heckfahrwerk
- Klimatisierungssystem
- Servosteuerung Haupt- und Heckrotor
- Zahnräder für Heckgetriebe

UH-72A Lakota LUH

- Hydraulikventilblock/Reservoir
- Servosteuerung Haupt- und Heckrotor
- Zahnräder für Getriebe

AVIC HAIG

AC 312

- Klimatisierungssystem

Boeing

MH-139

- Fahrwerkssystem
- Klimatisierungssystem

Cobham

Cobham Mission Equipment POD

- Schlauchtrommel-Antriebssystem

HAL

ALH

- Heizungs- und Ventilationssysteme

IAI

Elta

- Klimatisierungseinheit

Kamov

KA-226T

- Klimatisierungssystem

Korean Aerospace Industries

KHP

- Klimatisierungssystem-Komponenten

KT-1

- Kabinendruckregelsystem
- Triebwerkabzapfluftsysteem
- Ventilationskontrollsystem

Leonardo (Helicopters)

AW109

- Klimatisierungssystem

AW139

- Fahrwerkssystem
- Klimatisierungssystem

AW149 / AW189

- Fahrwerkssystem
- Fly-by-Wire-Haupt- und Heckrotor-Betätigungszylinder
- Klimatisierungssystem

AW169

- Klimatisierungssystem

T129

- Klimatisierungssystem

NORDAM

A320neo Nacelle

- Enteisungsventil

Northrop Grumman

Litening

- Klimatisierungseinheit für POD

Rafael

Litening

- Klimatisierungseinheit für POD

Rolls-Royce

Pearl 700

- Pneumatik-Komponenten-Paket

Trent 7000

- Hochdruck-Rückschlagventil

UltraFan®

- Leistungsgetriebe*
- Temperaturregelventil

* In Zusammenarbeit mit Aerospace Transmission Technologies GmbH – ein Gemeinschaftsunternehmen von Liebherr-Aerospace und Rolls-Royce.

Spirit AeroSystems

- Schubumkehrbetätigungssystem für Rolls-Royce Pearl® 10X Triebwerk

Thales

Damocles

- Klimatisierungseinheit für POD

RECO NG

- Klimatisierungseinheit für POD

MELTEM II

- Klimatisierungseinheit

Thales Alenia Space / CNES

- Verdampfer und Kondensatoren für MPL-Kühlsystem

Turkish Aerospace

Turkish Light Utility Helicopters (TLUH)

- Klimatisierungssystem
- Ölkühlsystem

VR-Technologies

VRT-500

- Klimatisierungssystem



Zukunfts- technologien



Die Zukunft des Verkehrs-

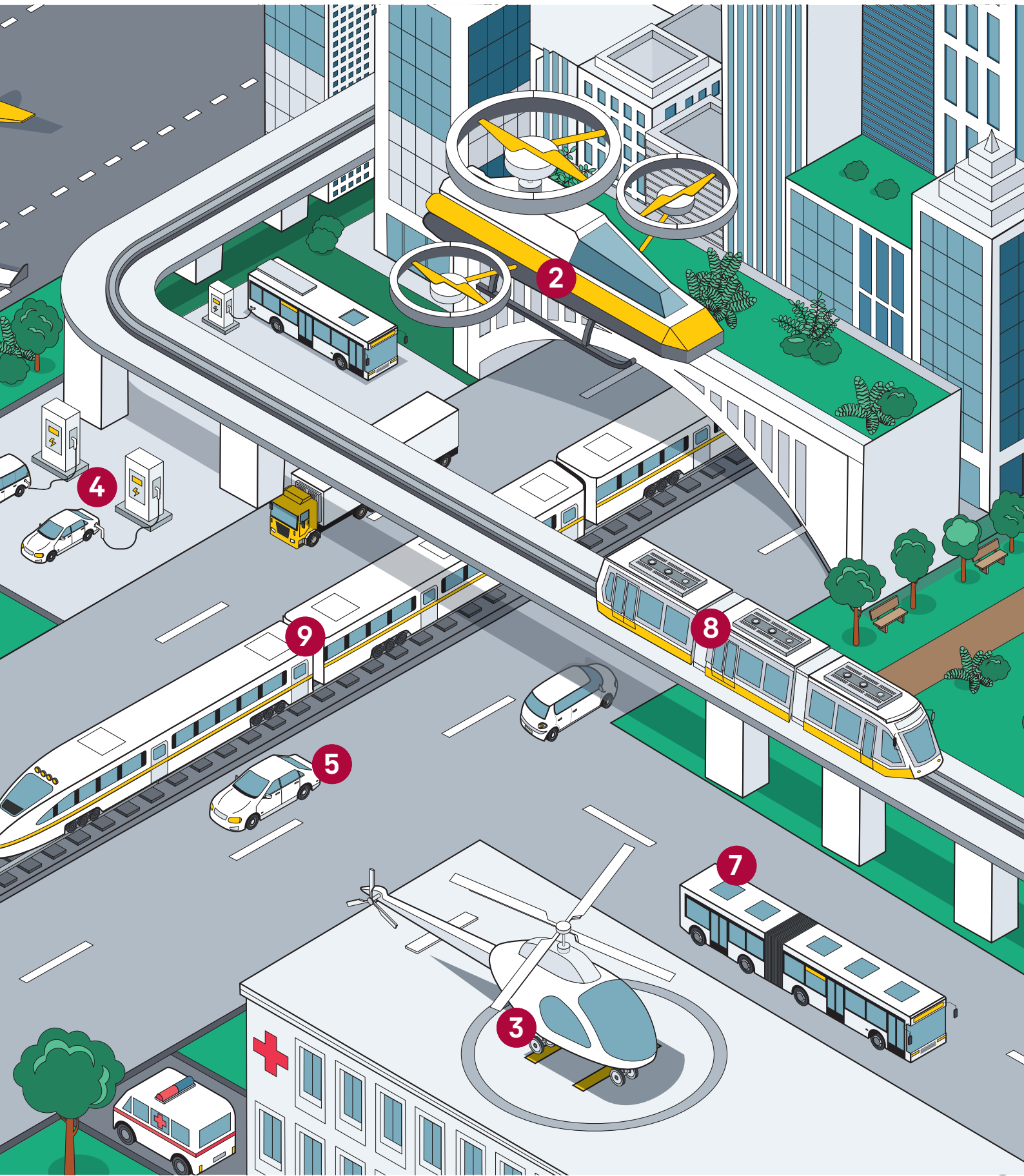
wesens

Liebherr entwickelt derzeit die Technologien, die es Verkehrsmitteln der Zukunft ermöglichen werden, ihre Aufgaben zu erfüllen. Ob in der Luft, auf der Straße, auf der Schiene, im Wasser oder sogar im Weltraum – die Transportmittel der Zukunft müssen wirtschaftlicher, zuverlässiger und umweltverträglicher werden.

Die Technologien und Verfahren, die Liebherr in seinen Kompetenzbereichen – Wärmemanagement, Energiemanagement, Flugsteuerung und Betätigungen, Fahrwerkssysteme, Elektronik – entwickelt, leisten einen wesentlichen Beitrag dazu, dass die Verkehrsmittel von morgen sauberer, sicherer, leichter, leiser und wirtschaftlicher werden.

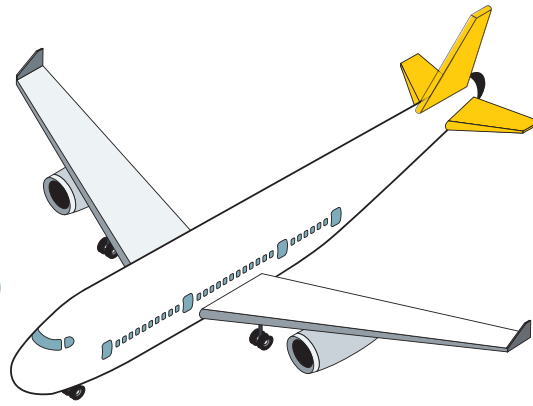
Bei dieser Entwicklung spielen die Elektrifizierung sowie Wasserstoffantriebe und die Energiegewinnung aus Wasserstoff eine wichtige Rolle, wobei die zugehörigen Aufgabenstellungen hinsichtlich des Wärmemanagements gelöst werden müssen: Da die Bordelektronik immer kompakter und dichter wird, wird die Wärmeableitung zum begrenzenden Faktor, der als separates Thema behandelt werden muss.





Flugzeuge

1



Die Technologien hinter dem More Electric Aircraft

Eine höhere Leistungsfähigkeit und weniger Gewicht sind nur zwei der zahlreichen Vorteile des Konzepts More Electric Aircraft. Es zielt darauf ab, hydraulische und pneumatische Komponenten zunehmend durch elektrische zu ersetzen. Liebherr konzentriert sich auf die Entwicklung von Lösungskonzepten, mit denen sich CO₂- und NO_x-Emissionen sowie die Lärmbelastung reduzieren lassen.

Das **Projekt ESTER** (elektrohydraulisches Lenk-, Ausfahr- und Einfahrssystem) beschäftigt sich damit, Fahrwerkssysteme von Flugzeugen zu verbessern, indem zum Ausfahren, Einfahren und Lenken elektrohydrostatische Aktuatoren eingesetzt werden.

Außerdem arbeitet Liebherr an der Demonstrator-Plattform **E-WING**, die das Systemkonzept More Electric Aircraft einbezieht. Das zugehörige Testlabor verfügt unter anderem über einen Kontrollraum sowie über einen Flugsteuerungsprüfstand und das ESTER-Testrig.

Das Unternehmen entwickelt auch technische Lösungskonzepte, die völlig ohne Triebwerk-Zapfluft auskommen. Luftsysteme und Vereisungsschutzsysteme, die derzeit

noch pneumatisch betrieben werden, werden auf elektrischen Betrieb umgestellt. Diese elektrischen Systeme tragen dazu bei, den Treibstoffverbrauch und die damit verbundenen Emissionen zu senken.

Wärmemanagement

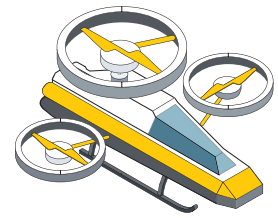
Klimatisierungssysteme gehören zu den größten Energieverbrauchern an Bord eines Flugzeugs. Deshalb baut Liebherr im Rahmen des europäischen Forschungsprogramms Clean Sky zusammen mit Airbus und zwölf weiteren Konsortialpartnern einen Demonstrator einer **elektrischen Klimaanlage (eECS)**. Statt mit Luft aus dem Triebwerk arbeitet das eECS mit Umgebungsluft von außerhalb des Flugzeugs, die es zur Druckregelung und Klimatisierung verwendet.

Ingenieurinnen und Ingenieure von Liebherr-Aerospace, Airbus und vom Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) haben im Rahmen des Clean-Sky-Programms zusammen an Lösungskonzepten gearbeitet, die der deutlich ansteigenden Wärmebelastung und Wärmedichte in Flugzeugen entgegenwirken. Dahinter steht die Idee, die Wärme über einen von Liebherr-Aerospace entwickelten sogenannten Liquid-Skin-Wärmetauscher mit Hilfe flüssiger Kühlmittel abzufüh-

ren. Die Experten haben einen Prüfstand mit einem Flüssigkeitskreislauf entwickelt, der die Wärmebelastung in Flugzeugen simuliert und dem Liquid-Skin-Wärmetauscher Kühlmittel zuführt. Sowohl der Liquid-Skin-Wärmetauscher als auch das Flüssigkeitskreislaufsystem arbeiten völlig unabhängig von den anderen Systemen im Flugzeug. Liebherr-Aerospace arbeitet daran, den Fertigungsprozess zu verbessern, um die Serienproduktion des Wärmetauschers zu ermöglichen und das Gewicht des Systems durch Verwendung von Verbundwerkstoffen zu reduzieren.

Energie aus Brennstoffzellen

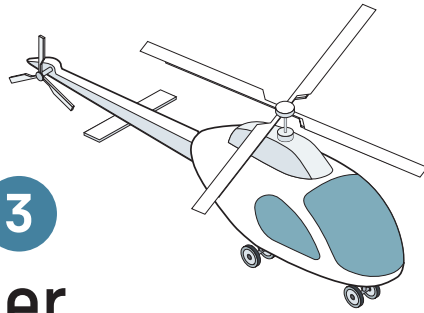
Es wird erwartet, dass innerhalb der nächsten 15 Jahre an Bord von Flugzeugen Wasserstoff zu Antriebszwecken und zur Stromerzeugung eingesetzt wird. Liebherr investiert in Forschung und Technologie, um diesen Umbruch mitzugestalten. Ziel ist es, ein **Stromerzeugungssystem auf Basis der Brennstoffzellentechnologie** anzubieten, das alle Systeme des Flugzeugs mit Elektrizität versorgt. Dadurch muss Flugzeugtriebwerken der nächsten Generation keinerlei Energie mehr entnommen werden. Sie werden somit leistungsfähiger sein als die heutigen Triebwerke.



2

Flugtaxis

Flugtaxi und städtische Verkehrsmittel werden einen nachhaltigen Pendelverkehr in und zwischen Städten ermöglichen. Liebherr arbeitet an verschiedenen Technologien, um diese Zukunft wahr werden zu lassen: Flugtaxis sind auf eine neue Antriebstechnik angewiesen, z. B. auf Wasserstoffbasis. Zu diesem Zweck entwickelt das Unternehmen ein **bordeigenes Stromerzeugungssystem für Flugzeuge**. Unabhängig von der Antriebstechnik, die zur Fortbewegung dient, werden alle diese Verkehrsmittel auf **Hochleistungs-Elektroantriebe** für Bordsysteme angewiesen sein. Und das Wärmemanagement dieser elektrischen Technologie wird Systeme erfordern, die speziell für diese Aufgaben ausgelegt sind. Liebherr entwickelt beide oben genannten Systeme auf Grundlage seiner Erfahrungen mit Stromerzeugung und Elektronik. Und schließlich wird die Steuerung dieser Verkehrsmittel eine äußerst zuverlässige **Flugsteuerungselektronik und zugehörige Stellantriebe** erfordern, die eine **hohe Manövrierbarkeit** ermöglichen. Die Technologie dafür wird von Liebherr entwickelt.



Hubschrauber

Teile aus dem 3D-Drucker

Bereits 2017 hat Liebherr-Aerospace vom Luftfahrtbundesamt (LBA) die Genehmigung erhalten, Komponenten mit Verfahren der additiven Fertigung herzustellen. Die additive Fertigung ermöglicht den Entwurf und die Produktion **hochfester Leichtbaukonstruktionen** für Hubschrauber, die mit herkömmlichen Fertigungsmethoden nicht hergestellt werden können.

Hydraulik-Power-Packs

Durch die dezentrale Erzeugung hydraulischer Energie mit Hilfe elektrischer Hydraulik-Power-Packs (HPPs) lässt sich die Systemarchitektur optimieren. HPPs werden elektrisch betrieben und liefern dezentral hydraulische Energie genau dorthin, wo sie benötigt wird, beispielsweise zum Lenken, Ausfahren, Einfahren oder Bremsen von Fahrwerken. Der integrierte Aufbau unterstützt die **einfache modulare Montage** im Hubschrauber.

Luftqualität

Die Qualität der Kabinenluft spielt für den Betrieb von Hubschraubern eine immer wichtigere Rolle. Crew und Fluggäste müssen durch Einsatz geeigneter Filtertechnologie vor gesundheitsschädlichen flüchtigen organischen Verbindungen (VOCs) geschützt werden. Liebherr-Aerospace denkt über aktive Lösungskonzepte zum **Beseitigen von Schadstoffen** nach, bei denen Sensortechnologien zur **Überwachung der Luftqualität** zum Einsatz kommen.

Elektrische Fahrwerkssysteme

Ingenieurinnen und Ingenieure von Liebherr haben einen elektromechanischen Stellantrieb (EMA) entwickelt, der in Fahrwerkssystemen von Hubschraubern verwendet wird. Genau wie ein hydraulischer Stellantrieb stellt er sicher, dass das Fahrwerkssystem des Hubschraubers nach dem Start eingefahren und vor der Landung wieder ausgefahren wird. Der Unterschied besteht darin, dass der EMA **keine Hydraulikversorgung mehr benötigt**.

Fly-by-Wire-Flugsteuerung

Mit dem Hubschrauberprogramm NH90 hat Liebherr-Aerospace das erste „Full Authority Fly-by-Wire“-Flugsteuerungssystem eingeführt, das in Serienfertigung ging. Die Entwicklungen von Liebherr sind sogar noch weiter fortgeschritten bis zum sogenannten **Fly-by-Light-System** (mit optischer Signalübertragung), das in einen Test-Hubschrauber mit ACT-FHS-Technologie eingebaut wurde. Dieser Test-Hubschrauber basiert auf einem H135 und wird vom Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) betrieben.

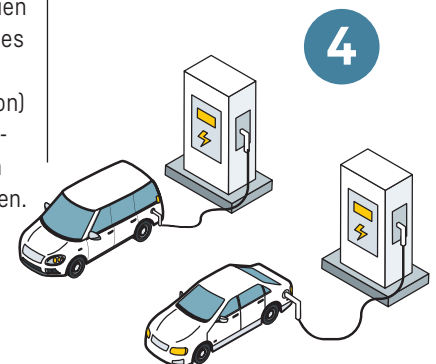
Verbesserter Kabinenkomfort

Die Temperaturregelung an Bord eines Hubschraubers lässt sich durch eine Kaldampfanlage (**Vapor Cycle System**) verbessern, die mit einer Strahlpumpe mit variablem Düsenquerschnitt und Zweizonenmodus arbeitet, um alle Bereiche der Kabine bestmöglich zu versorgen. Durch Verwendung einer neuen Verdichter-Technologie wie des VCS-Scroll-Kompressors mit doppelter Leistung (asynchron) oder mit veränderlicher Drehzahl (synchron) lässt sich ein höherer Wirkungsgrad erzielen.

Elektrofahrzeuge

Kühlung für Schnellladestationen

Liebherr-Transportation Systems hat ein spezielles **aktives Kühlaggregat** für Ladestationen entwickelt. Prototypen wurden bereits von ITT Cannon aus Weinstadt (Deutschland), einem der führenden Hersteller von Steckern und Steckverbindungen, gemeinsam mit Efacec Electric Mobility, Moreira da Maia (Portugal), getestet: Eingebaut wurden sie in das erste Netzwerk von High-Power-Ladestationen in den USA und Europa. Das Netz hat eine Ausgangsleistung von 350 kW und eine maximale Stromstärke von 350 A bei einer Spannung von 1.000 V. Das Aggregat von Liebherr kühlt das Hochleistungs-ladekabel und den Ladestecker zuverlässig bei allen Umweltbedingungen. Das Unternehmen arbeitet bereits an weiteren Aggregaten für den weltweit wachsenden Bedarf an Ladestationen.



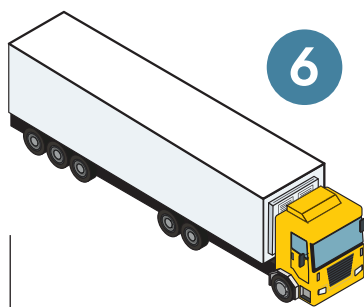
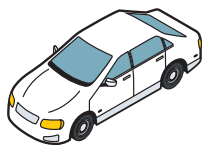
Brennstoffzellenfahrzeuge

Elektrische Verdichter

Liebherr hat zusammen mit führenden Automobilherstellern an der Entwicklung der nächsten Generation von Brennstoffzellenfahrzeugen gearbeitet. Die von Liebherr-Aerospace angewandte **Luftlagertechnologie für Radialverdichter** gilt als bester Kandidat für die Versorgung von Brennstoffzellensystemen mit Druckluft. Ursprünglich wurde sie für die Luftfahrt entwickelt und der Antrieb erfolgt durch einen schnelllaufenden Elektromotor.

Die motorbetriebenen Verdichter von Liebherr erfüllen die strengen Anforderungen, die an Brennstoffzellensysteme für die Automobilbranche gestellt werden: Sie sind sehr robust und zuverlässig und benötigen kein Öl; sie sind kompakt, äußerst leistungsfähig und hinsichtlich Kosten und Geräuschemissionen optimiert; und sie bieten ein schnelles, dynamisches Reaktionsverhalten.

5



Trailer

Kühlsystem

2019 sind Krone und Liebherr eine Partnerschaft eingegangen, die sich mit der Entwicklung, dem Vertrieb und der Instandhaltung von Kühlaggregaten beschäftigt. Liebherr entwickelt, fertigt und liefert **Kühlaggregate für den temperaturgeführten Straßen-güterverkehr**. Die Firma Krone verbaut diese Aggregate in ihren Kühltrailern und bietet sie ihren Kunden als Gesamtpaket an. Außerdem bietet Krone mit seinem flächendeckenden Kundendienstnetz in Europa nicht nur einen kompetenten Wartungs- und Reparaturservice an, sondern auch eine schnelle Ersatzteilversorgung rund um das neue, innovative **Kühlsystem Celsineo**. Mit dem patentierten Liebherr-System profitieren Verwender von einem modernen und zukunftsorientierten Lösungskonzept. Der völlig neu konzipierte modulare Aufbau gewährleistet maximale Betriebsbereitschaft und Wirtschaftlichkeit sowie eine unkomplizierte Instandhaltung.

Busse

Batteriekühlung

Liebherr bietet Batteriekühlsysteme für Lithium-Ionen-Batterien an, die in Elektrobussen eingesetzt werden. Diese Kühlsysteme stellen sicher, dass die Lithium-Ionen-Batterien unter optimalen Temperaturbedingungen betrieben werden. Damit verbessern sich sowohl die Betriebsbedingungen als auch die Lebensdauer der Batterien.

Das umweltfreundliche System mit Liebherr-Technologie trägt dazu bei, die CO₂-Bilanz des Personennahverkehrs erheblich zu verbessern. Darüber hinaus bietet es Fahrgästen die Möglichkeit, geräuschreduziert durch Stadtzentren zu fahren.

Elektrische Verdichter

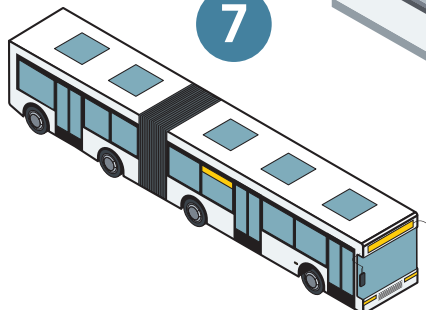
Liebherr-Aerospace Toulouse ist für die Konstruktion und Entwicklung von Verdichtern verantwortlich, die in wasserstoffbetriebenen Zubringerbussen eines chinesischen Herstellers zum Einsatz kommen. Die Verdichter sind besonders umweltfreundlich ausgelegt, da sie Brennstoffzellenantriebe versorgen, deren Emissionen ausschließlich aus Wasser und Wärme bestehen.

Stadtbahnen

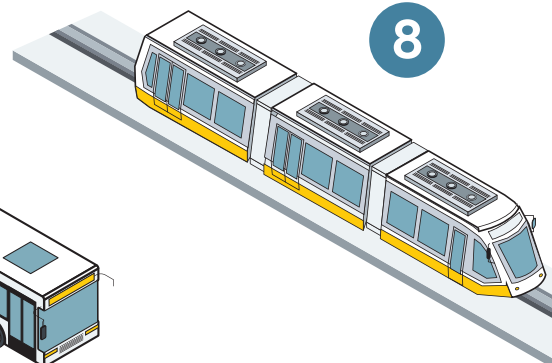
Modulares Klimatisierungssystem

Liebherr hat ein modulares Klimatisierungssystem (MACS) entwickelt, das selbst anspruchsvollste Marktanforderungen der Bahnbranche erfüllt. MACS 8.0 bietet ein Höchstmaß an Standardisierung. Es verfügt über eine um 70 Prozent höhere Kühlleistungsdichte und verbraucht 8 Prozent weniger Energie als eine typische HLK-Anlage (HLK steht für Heizung, Lüftung und Klimatisierung). Da MACS wegen seines modularen Aufbaus sehr flexibel und anpassbar ist, lässt es sich in vielfältigen Anwendungsbereichen in Schienenfahrzeugen einsetzen.

7



8



Schienenfahrzeuge und Hochgeschwindigkeitszüge

Kaltluft-Technologie

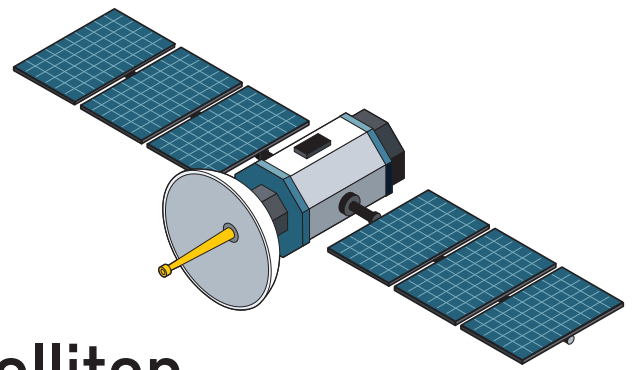
Die Kaltluft-Technologie, die auch als Air-Cycle-Technologie bezeichnet wird, ist die einzige zukunftssichere und umweltfreundliche Alternative zu den herkömmlichen Systemen, die mit Kältemittel betrieben werden. Liebherr hat auf der Grundlage dieser Technologie ein **Luftkreislauf-Klimasystem** für Schienenfahrzeuge entwickelt. Es arbeitet vollständig ohne Kältemittel und verwendet zum Kühlen einfach frische Umgebungsluft. Das System hat sich im alltäglichen Personenverkehr als äußerst erfolgreich erwiesen. Sein Energieverbrauch ist im Vergleich zu herkömmlichen Systemen außerordentlich gering. Das hat sich beispielsweise in Vergleichsmessungen der Deutschen Bahn bestätigt. Für Liebherr stellt das einen Ansporn dar, sich intensiv mit der Weiterentwicklung der Air-Cycle-Technologie zu beschäftigen und sie für ein breiteres Anwendungsspektrum nutzbar zu machen. Parallel arbeitet Liebherr auch an einem CO₂-Klimatisierungssystem und fährt damit in der Forschung zweigleisig, sodass nicht nur neue, sondern auch bereits in Zügen installierte Klimaanlage in Zukunft umweltfreundlicher kühlen.

Hochgeschwindigkeits-Luftverdichter

Hochgeschwindigkeits-Luftverdichter von Liebherr verfügen über eine einzigartige Technologie, die mit Luftlagern arbeitet. Damit wird sichergestellt, dass die der Brennstoffzelle zugeführte Luft keinerlei Öl enthält, das die Betriebseigenschaften der Membran beeinträchtigen könnte. Diese kompakten Verdichter werden im Schienenverkehr eingesetzt, um Brennstoffzellenantriebe mit Druckluft zu versorgen. Die Brennstoffzelle selbst wird keine CO₂-Emissionen erzeugen und bietet so eine Alternative für eine neue Generation von Zügen.

Liebherr bietet eine **aktive Radsatzsteuerung** mit der Bezeichnung LiCAS an. Dieses elektrohydraulische Steuersystem lenkt die Achsen der Drehgestelle aktiv und passt bei Bogenfahrten die Radsätze an den Kurvenradius der Schiene an. So wird jedes Rad optimal auf der Schiene positioniert, wodurch das Schienennetz weniger belastet wird. Der geringere Rollwiderstand verringert den Energieverbrauch, und Eisenbahngesellschaften können die Lebensdauer ihrer Fahrzeuge verlängern.

9

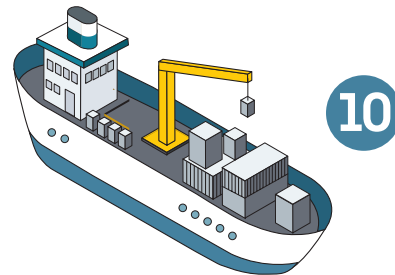


Satelliten

Zusammen mit dem europäischen Raumfahrttechnikhersteller Thales Alenia Space und dem Centre National d'Études Spatiales (CNES, französische Raumfahrtagentur) arbeitet Liebherr an Temperaturmanagementfähigkeiten für das MPL-Kühlsystem in Satelliten (MPL steht für Mechanically Pumped Loop).

Die Partner entwickeln Fähigkeiten zur industriellen Produktion und gemeinsamen Konstruktion von Verdampfern und Kondensatoren. Dabei handelt es sich um Schlüs-

selkomponenten des Kühlsystems, das die technische Nutzlast und die Plattform von Telekommunikationssatelliten der nächsten Generation kühlt, wobei es die elektronische Wärmeableitung aktiv steuert. Die Komponenten werden mindestens 15 Jahre ohne Wartung im Weltraum verbringen und dürfen daher keinerlei Undichtigkeiten aufweisen. Darüber hinaus müssen sie äußerst zuverlässig und robust sein, damit sie während dieser Zeit bei hohen Wärmeaustauschleistungen fehlerfrei funktionieren.



Maritime Anwendung

Die Antriebe und Stromerzeugungssysteme von Schiffen müssen auf Technologien umgestellt werden, die der Umwelt nicht schaden. Insbesondere müssen die Schiffe der Zukunft mit **bordeigenen Stromerzeugungssystemen** ausgerüstet sein, die keine Schadstoffe ausstoßen, wenn

die Schiffe mehrere Stunden oder Tage ununterbrochen im Hafen liegen. Die von Liebherr entwickelte Technologie für Stromerzeugungssysteme auf Basis von Brennstoffzellen ermöglicht diesen Schiffen, ihren Bordstrom zu erzeugen, ohne dabei CO₂-Emissionen zu verursachen.

Innovative Schritte zur grünen Mobilität mit Wasserstoff

Das Engagement von Liebherr-Aerospace bei der Entwicklung von Technologien für grüne Mobilität geht weit über das Geschäftsfeld Luftfahrt hinaus. Durch die Zusammenarbeit von Liebherr-Aerospace Toulouse SAS (Frankreich) und der Liebherr-Elektronik GmbH (Deutschland) stärkt das Unternehmen seine Kompetenz auf dem Gebiet der elektrisch betriebenen Turbolader auch in anderen Anwendungsgebieten wie in der Automobilindustrie, in der Schifffahrt und der Verkehrstechnik. Damit treibt Liebherr seine Strategie der Produktdiversifizierung rasant voran.

In der zweiten Jahreshälfte 2020 hat Liebherr die ersten Brennstoffzellen-Luftkompressoren für das neue Van-Modell EUNIQ 7 geliefert. Maxus Automotive, Hersteller des Fahrzeugs, gehört zum chinesischen Autokonzern Shanghai Automobile Group (SAIC). Liebherr-Aerospace und Liebherr-Elektronik sind verantwortlich für die Auslegung, Entwicklung und Fertigung der Schlüsselkomponenten der kompakten und zuverlässigen Verdichter. Diese erzeugen nur mit Hilfe von Wasseremissionen und der abgegebenen Wärme den für Brennstoffzellenantriebe erforderlichen Druck.

„Liebherr ist bereit für die Zukunft. Wir haben diese Technik nicht nur für Pkws entwickelt, sondern auch für Nutz- und Baustellenfahrzeuge, Fernverkehr-Lkws, Busse, Schiffe, Schwerlast-Schienenfahrzeuge sowie für den Einsatz in der Luftfahrt“, sagt Willem de Grooth, Business Development Manager bei Liebherr-Aerospace Toulouse. „Abhängig von der integrierten Architektur des Brennstoffzellensystems können unsere Verdichter entweder in eigenständiger Funktion zusammen mit einem einzigen Stack oder mit zwei Stacks in Reihe betrieben werden.“

Umfassendes Systemkonzept

Laut Malek Chakri, Program Manager für die neuen Verdichter bei Liebherr-Aerospace Toulouse, ist die Technik zuverlässig und einfach in das Fahrzeug zu integrieren. „Die Entwicklung all dieser verschiedenen Kompressoren basiert auf einem Systemkonzept zwischen dem Verdichter und der Leistungselektronik, für die Liebherr-Elektronik zuständig ist. Beide Systeme werden von Liebherr entwickelt und hergestellt. Diese gemeinschaftliche Entwicklung bietet unseren Kunden mehrere Vorteile: Langlebigkeit, hohe Zuverlässigkeit, optimiertes Betriebsverhalten und eine problemlose, einfache Einbindung in das Fahrzeugsystem. Wir haben eine ganze Reihe von Systemen und Verdichtern von 15 kW bis 55 kW entwickelt. Wir bieten eine optimierte Ausführung des motorbetriebenen Verdichters an, die die kundenspezifischen Anforderungen berücksichtigt und Gewicht sowie Kosten reduziert.“



SAIC Maxus EUNIQ 7

Turbolader für ein Brennstoffzellen-Nutzfahrzeug in Großbritannien

Liebherr-Aerospace Toulouse testet außerdem zweistufige elektrische Turbolader mit 25 kW/400 V. AVL Powertrain UK Ltd., eine der größten Privatgesellschaften, die sich mit der Entwicklung von Antriebssträngen und Prüfsystemen beschäftigen, hat Liebherr beauftragt, die Turbolader für die Entwicklung eines elektrischen Demonstrations-Nutzfahrzeugs mit Brennstoffzellenantrieb zu liefern. Gebaut wird dieses Fahrzeug in Zusammenarbeit mit Ford UK im Rahmen des APC-UK-Projekts „Fuel-cell Commercial Vehicle Generation 1.0“.

AVL Powertrain UK und die Ford Motor Company beabsichtigen, dieses Nutzfahrzeug mit Brennstoffzellenantrieb im Herbst 2021 vorzustellen. Die ersten Turbolader wurden im Januar 2021 geliefert, und zwar für einen sechswöchigen Probelauf auf einem Prüfstand, gefolgt von einer zweiten Versuchsreihe im Fahrzeug. „Liebherr hat einen hervorragenden vorausschauenden Support geboten, der nicht nur die technischen Anforderungen des Projekts, sondern auch die ambitionierten Terminvorgaben erfüllt hat“, so Dr. Bernadette Longridge, Engineering Centre Manager bei AVL Powertrain UK Ltd.

Produktion und Service vor Ort

„Mit unseren Fertigungsstätten in Europa und China sind wir nah am Markt. Zur Unterstützung unserer Kunden fertigen wir immer mehr vor Ort, um ihnen den besten Service zu bieten. Unsere jetzigen und zukünftigen Produktionsstätten befinden sich in Europa und in China, damit wir unseren Kunden so nah wie möglich sind und das dynamische Wachstum des Brennstoffzellenmarkts unterstützen können. Liebherr hat seine Produktreihen und Prozesse auf höhere Stückzahlen vorbereitet, um mit diesem Wachstum mitzuhalten. Gleichzeitig bieten wir die Bearbeitung mit vollintegrierten Maschinen, was sowohl in der Entwicklung als auch während der Produktionsphase höchste Flexibilität ermöglicht“, betont Malek Chakri.

Zuvor hatte Liebherr bereits einen elektrischen Verdichter für die Zubringerbusse zweier großer Flughäfen in Shanghai geliefert. Diese Busse der Firma SAIC werden von einem

Brennstoffzellensystem auf Wasserstoffbasis angetrieben. Sie stellen allerdings nur den ersten Schritt des von SAIC und der Shanghai Airport Group geleiteten Projekts dar. Beide haben eine Vereinbarung unterzeichnet, den Verdichter auch in Ground-Support-Fahrzeugen sowie in Arbeits- und Straßeninstandhaltungsmaschinen einzusetzen.

Die Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD) betrachtet die Unterstützung von Fahrzeugen mit Elektroantrieb als eines der wichtigsten Konzepte, um ein sogenanntes „grünes Wachstum“ zu erreichen. Im Rahmen seiner gesellschaftlichen Verantwortung und strategischen Planung positioniert sich Liebherr als innovatives Unternehmen, das sich stark für die Entwicklung von Technologien engagiert, die die negativen Auswirkungen des Verkehrswesens auf das Klima reduzieren. Zu diesem Zweck ist Liebherr Partnerschaften mit mehreren Unternehmen eingegangen, die

dieselben Grundsätze verfolgen. Gemeinsam werden Lösungskonzepte entwickelt, die den Produkten der Kunden hinsichtlich der Betriebseigenschaften einen Mehrwert verschaffen und gleichzeitig sowohl die finanziellen als auch die ökologischen Kosten wirksam senken.

„Wir sind bereit für die Zukunft. Diese Technik ist nicht nur für Pkws entwickelt, sondern auch für Nutz- und Baustellenfahrzeuge, Fernverkehrslkws, Busse, Schiffe, Schwerlast-Schienefahrzeuge sowie für den Einsatz in der Luftfahrt.“

Willem de Grooth

Business Development Manager bei Liebherr-Aerospace Toulouse



Willem de Grooth und Malek Chakri präsentieren stolz den Turboverdichter



Herausgeber: Liebherr-International Deutschland GmbH · 88400 Biberach an der Riß · Deutschland
Gedruckt in Deutschland. Änderungen vorbehalten. Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit vorheriger schriftlicher Genehmigung des Herausgebers.

Urheberrechte und Bildnachweis: Dassault Aviation – A. Pecchi (1), shutterstock – ArtisticPhoto (25), Dassault Aviation (30, 31, 33), Dassault Aviation – S. Randé (32), Boeing (34, 35), Airbus SAS-computer rendering Fixion photo by Dreamstime MMS (36), COMAC (37), Embraer (37), Rolls-Royce plc (38, 39), shutterstock – Sushaaa (50), iStock – RomoloTavani, SAIC (66)
Die lokal geltenden Corona-Vorgaben wurden eingehalten.

www.liebherr.com