
Welt der Komponenten

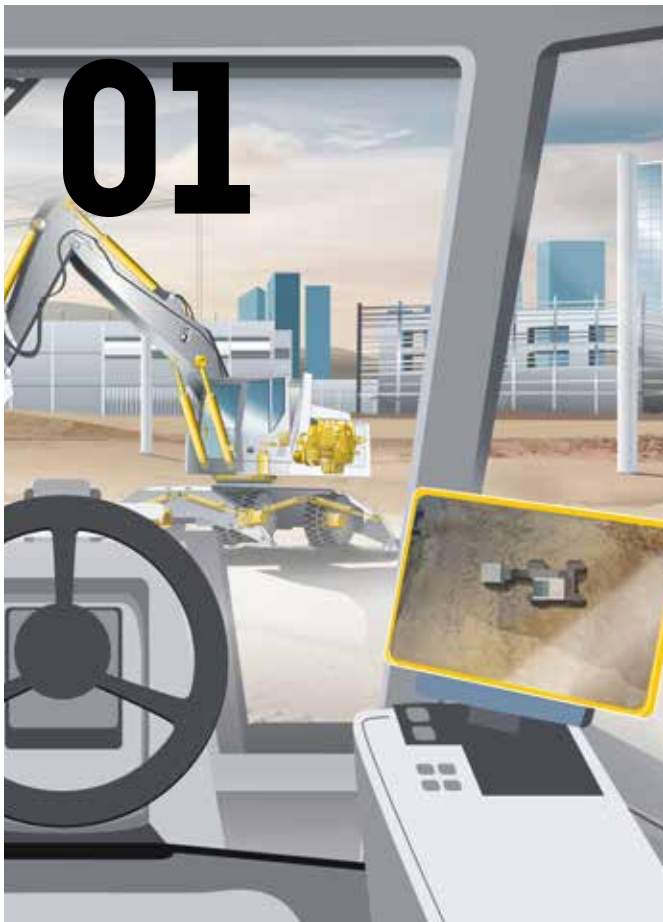
Das Magazin
2022/2023

LIEBHERR

Komponenten



Inhaltsverzeichnis



Einleitung

- 5** Mehr als das Auge sehen kann
- 6** Unsere Geschichte
- 8** Dreierspitze mit Weitblick



Innovative Produkttechnologien

- 15** Hydraulikzylinder auf Knopfdruck
- 16** Wie Standardisierung neue Wege eröffnet
- 18** Keine halben Sachen – Hybride sind im Trend
- 19** Leichtbau durch Hybridzylinder
- 22** Richtig aufdrehen mit der neuen LH30VO100
- 23** Unsere Neuentwicklung DPVO 550i



Alternative Antriebskonzepte

- 27** Wasserstoff – die Zukunft des Verbrennungsmotors
- 30** H2-Direkteinblasung für eine saubere Zukunft
- 32** Die Baustelle der Zukunft
- 34** Sauber, leiser, sicherer – elektrisch!
- 38** Windunterstützte Antriebe

Digitalisierung

- 41** Am Puls der Komponenten
- 43** Sicherheit durch Digitalisierung
- 47** Mit 360° zu mehr Effizienz
- 48** Mit 360° rund um unsere Kund:innen
- 51** Die Kraft im Inneren
- 52** Kund:innen im Fokus: genau unsere Baustelle
- 55** Die Pumpen von morgen



Mehr als das Auge sehen kann

Bereits seit mehreren Jahrzehnten werden mit Komponenten von Liebherr diejenigen Maschinen gebaut, die die Welt, in der wir leben, Baustelle um Baustelle mitgestalten. Seit der Patentierung des ersten Liebherr-Krans im Nachkriegsdeutschland des Jahres 1949, entwickelt die Firmengruppe Liebherr innovative Produkte, die sich über Jahrzehnte bewährt haben und den rauen Umgebungen, in denen sie eingesetzt werden, standhalten. Auch Komponenten gehören bereits seit den späten 1950er Jahren zum Portfolio von Liebherr: Mit der Produktion von Zahnrädern kurz nach der Gründung des Unternehmens wurde der Startschuss für die Entwicklung einer Fülle von innovativen Komponenten gegeben, die heute aus dem modernen Maschinenbau nicht mehr wegzudenken sind. Heute umfasst das Portfolio von Liebherr hochwertige Komponenten aus den Bereichen der mechanischen, hydraulischen und elektrischen Antriebstechnik sowie der Steuerungstechnik. Dazu zählen Verbrennungsmotoren, Einspritzsysteme, Axialkolbenpumpen und -motoren, Hydraulikzylinder, Großwälzlager, Getriebe und Seilwinden, Schaltanlagen, Elektronik- und Leistungselektronikkomponenten sowie Software.

Obwohl sie auf den ersten Blick oftmals nicht sichtbar sind, leisten Komponenten von Liebherr Großartiges: Auf Baustellen, bei der Gewinnung von Windkraft, als Steuerungssystem in der Luftfahrt oder als Bestandteil innovativer Segelsysteme in der Schifffahrt. Schauen Sie doch einmal genauer hin und tauchen Sie in die weite Welt der Komponenten von Liebherr ein.

Zielstrebig voranschreiten

Die hochwertigen Komponenten werden in Kranen und Erdbewegungsmaschinen, in der Bergbauindustrie, in maritimen Anwendungen, in Windkraftanlagen, in der Fahrzeugtechnik oder in der Luft- und Raumfahrt sowie in Transportsystemen eingesetzt. Dabei nutzt das Produktsegment Synergieeffekte aus den anderen Produktbereichen der Firmengruppe, um die technologische Weiterentwicklung voranzutreiben. Damit verfolgt Liebherr ein übergeordnetes Ziel: modernste Komponenten für unterschiedliche Anwendungen aus einer Hand anzubieten. Im Sinne einer kooperativen Zusammenarbeit entwickelt das Unternehmen als zuverlässiger Partner innovative Lösungen, die den Anforderungen und Bedürfnissen der Kunden entsprechen. So komplex die Herausforderungen auch sein mögen, bringt das Produktsegment Komponenten viele der bemerkenswertesten Innovationen hervor. Einige davon stellen wir Ihnen etwas detaillierter auf den nächsten Seiten vor.

Mit einer hohen Fertigungstiefe sowie modernen und anpassungsfähigen Produktionsanlagen verfolgt Liebherr einen kundenorientierten und technologieoffenen Ansatz. Dadurch bietet das Unternehmen allen Kunden und Partnern maßgeschneiderte Lösungen.

Der Kunde im Fokus

Die treibende Kraft hinter den Erfolgen im Produktsegment Komponenten ist die Motivation, Kunden mit innovativen Lösungen zu überzeugen und zum technologischen Fortschritt beizutragen. Seit jeher legt Liebherr großen Wert auf eine enge Zusammenarbeit und vertrauensvolle Partnerschaft mit seinen Kunden und Geschäftspartnern. Dabei steht die Kundenzufriedenheit stets im Mittelpunkt. Als ein technologieführendes Unternehmen beherrscht Liebherr die notwendigen Schlüsseltechnologien, um seinen Kunden eine selbst für anspruchsvollste Aufgaben passende Lösung anzubieten. Bei Liebherr endet der Kundenfokus jedoch nicht beim Produkt. Auch die vielen Dienstleistungen der Firmengruppe haben stets Kundenanforderungen im Blick und machen daher einen wirklichen Unterschied.

Unsere Geschichte



1949

Gründung der ersten Liebherr-Gesellschaft

Gemeinsam mit Konstrukteuren und Handwerkern entwickelt Hans Liebherr 1949 den ersten mobilen Turmdrehkran. Das ist auch das erste Produkt, welches in der neu gegründeten Maschinenfabrik in Kirchdorf an der Iller (Deutschland) gebaut wurde.

1952- 1954

Die ersten Komponenten

Zahnräder für die Herstellung von Getrieben sind Anfang der 1950er Jahre knapp. Um Krane produzieren zu können, beginnt Hans Liebherr selbst Wälzfräsmaschinen zur Zahnrad-Herstellung zu fertigen. Zudem wurden zu dieser Zeit die ersten Seilwinden und Drehwerke für Turmdrehkrane produziert.

1955- 1956

Elektrische Antriebssysteme und Großwälzlager

In den Jahren 1955-1956 werden in Biberach an der Riß (Deutschland) die ersten Großwälzlager, Elektromotoren und Schaltschränke hergestellt.

2000

Gründung der Liebherr-Elektronik GmbH

Im Jahr 2000 werden weltweit acht neue Werke gegründet, darunter auch die Liebherr-Elektronik GmbH in Lindau (Deutschland). Sie dient als eigenes Werk für die Entwicklung und Fertigung von Elektronik-Hardware-Komponenten.

2002

Erste Frequenzumrichter

Die ersten Frequenzumrichter wurden in Biberach an der Riß im Jahr 2002 für den Einsatz im Bereich Mining produziert. Die Antriebssysteme (Umrichter, Motoren und Getriebe) wurden bei Liebherr von Beginn an mit dem Ziel der maximalen Effizienz der spezifischen Anwendung entwickelt und optimiert.

2007

Gründung Produktsegment Komponenten

Erstmals konsolidiert Liebherr die Entwicklung, Konstruktion, Fertigung und Aufarbeitung seiner leistungsfähigen Komponenten in einem Produktsegment.



1956

Elektrische Steuerungstechnik

Im Jahre 1956 beginnt die Entwicklung und Fertigung von Produkten aus den Bereichen Steuerungstechnik und Elektronik in Biberach.

1958

Produktion von Hydraulikzylindern

Bereits 1958 werden die ersten Hydraulikzylinder unter dem Dach der Liebherr-Hydraulikbagger GmbH in Kirchdorf an der Iller produziert.

1980

Eröffnung Liebherr Machines Bulle SA (Schweiz)

Hier startet Liebherr mit der Entwicklung der ersten Axialkolbenpumpen und -motoren.

1984

Produktionsstart der ersten Verbrennungsmotoren

Im Jahre 1984 beginnt die Serienproduktion von Dieselmotoren in Bulle. Zu diesem Zeitpunkt erkennt Liebherr das Optimierungspotenzial der Baumaschinen und konzipiert eigene Motoren, die auch unter schwierigsten Bedingungen zuverlässig arbeiten.

2008

Entwicklung von Einspritzsystemen

2008 startete bei der Liebherr Machines Bulle SA die Entwicklung der Einspritzsysteme, bestehend aus Injektor, Hochdruckpumpe, Rail und Motorsteuerung. Innerhalb von nur vier Jahren entsteht ein marktreifes Produkt.

2015

Gründung der Liebherr-Components Deggendorf GmbH

Zwei Jahre nach dem erfolgreichen Start der Produktion der Liebherr-Einspritzanlagen beschloss Liebherr, die Entwicklung, Produktion und Montage der Injektoren und Mikropräzisionsteile in einem neuen Werk am Standort Deggendorf (Deutschland) zu bündeln.

2018

Neues Werk für Hydraulikzylinder in Oberopfingen (Deutschland)

Die Liebherr-Components Kirchdorf GmbH eröffnet das neue Produktionswerk für die Montage von Hydraulikzylindern. Mit dem Neubau verdoppelt Liebherr die Produktionsfläche für Hydraulikzylinder, Dämpfer und Systemlösungen.



Die Geschäftsleitung der Liebherr-Component Technologies AG
Von links nach rechts: Pietro Iemmi, Gebhard Schwarz und Maximilian Schaut

Dreierspitze mit Weitblick

„Wir müssen sicherstellen, dass sich alles, was wir entwickeln, ideal in die technische Strategie unserer Kundschaft einfügt.“

Pietro Lemmi
Liebherr-Component
Technologies AG

In einem Gespräch mit der Redaktion erläutern die drei Geschäftsführer der Liebherr-Component Technologies AG, Gebhard Schwarz (Entwicklung und Produktion), Pietro Lemmi (Vertrieb und Kundendienst) und Maximilian Schaut (Finanzen und Administration), wohin sich das Produktsegment Komponenten entwickelt, welche Ziele und Visionen dabei verfolgt werden und worin die Faszination dieser Produkte liegt.

Herr Schwarz, Ihre Berufslaufbahn führte Sie immer wieder zurück zu Liebherr: Insgesamt haben Sie dem Unternehmen fast 40 Jahre Ihres Lebens gewidmet, die letzten 15 davon den Komponenten – das ist sehr beeindruckend. Warum gerade dieses Produktsegment und was genau fasziniert Sie daran?

Der Einstieg bei Liebherr gelang mir direkt nach meinem Maschinenbaustudium, während dem ich sogar alle Praktika bei Liebherr absolviert habe. Meine erste Anstellung erhielt ich schlussendlich in Biberach an der Riss (Deutschland) im Bereich der Antriebstechnik. Das war im Jahr 1981.

Zwei Jahre später entschloss sich der Firmengründer Hans Liebherr, verschiedenste Produktlinien der Antriebstechnik an den neu gegründeten Produktionsstandort in Bulle (Schweiz) zu verlagern. Dies war für mich die Gelegenheit, im Alter von 24 Jahren die Konstruktionsleitung für diese Getriebebaureihen und damit erste Führungsverantwortung zu übernehmen. Trotz fünf interessanter Jahre im

Bereich Entwicklung, war ich immer bestrebt, Betriebswirtschaft zu studieren, um anschließend meinen Werdegang im technischen Vertrieb fortzusetzen. Der Einsatz hochwertiger Technik im internationalen Marktumfeld war es, was mich fasziniert hat.

Völlig ungeplant und dennoch voller Zuversicht führte mein Weg zurück zu Liebherr und dem Vertrieb von Baumaschinen. Nach Stationen in den Vertriebsregionen von Deutschland und den USA folgte die Verantwortung als Geschäftsführer für Planier- und Laderaupen sowie Teeladern. Wie wichtig es ist, technisch hochwertige Komponenten in Arbeitsmaschinen einzusetzen, wurde mir in der Verantwortung für ein Unternehmen dieser Branche bewusst.

Zu diesem Zeitpunkt wollte ich aber auch Führungserfahrung außerhalb der Firmengruppe Liebherr sammeln und ging diesem Wunsch in den folgenden vier Jahren nach. Wie der Zufall es aber wollte, traf ich dann Dr. Willi Liebherr, der mir die Gründung des Produktsegments Komponenten in Aussicht gestellt hat. So habe ich zum dritten Mal ein Engagement bei Liebherr angenommen. Die Vision für die Komponenten gab mir Dr. Liebherr mit auf den Weg: Er sah darin die Möglichkeit, mit Komponenten nicht nur die eigenen Gesellschaften, sondern auch den freien Markt zu bedienen.

Diese Vision hat mich elektrisiert, da ich meine Berufslaufbahn bei den Komponenten begonnen und die Freude zur Technik nie verloren hatte. Die Vielzahl an Produktlinien, welche die Firmengruppe Liebherr in den vergangenen Jahrzehnten aufgebaut hat, ist einzigartig. Technik pur – von den Verbrennungsmotoren über die Hydraulik, Elektrik und Elektronik bis zu vielfältigen mechanischen Komponenten, alles was eine jede Arbeitsmaschine antreibt. All diese sind Teil des Liebherr Produktsegments Komponenten.



Wenn wir heute einen Blick auf die Komponenten werfen, fällt uns sofort auf, was wir im Laufe der Jahrzehnte aufgebaut haben. Wir können auf ein enormes Wachstums- und Entwicklungspotenzial zurückblicken, wie man es sich nur erträumen kann. In dieser Entwicklung sehe ich die Chance, auch künftig Wachstum zu generieren, so dass nicht nur jede einzelne Produktlinie für sich erfolgreich ist, sondern dass wir uns als Systemanbieter etablieren und dadurch eine Alleinstellung erzielen können. Das betrachte ich als eine Königsdisziplin. Und genau das fasziniert mich an den Komponenten. Natürlich stehen wir damit neben ganz großen Wettbewerbern. Aber wir haben alle Voraussetzungen inklusive der vollumfänglichen Unterstützung der Eigentümerschaft, um genau diese Ziele zu erreichen.

Herr Lemmi, auch Sie sind inzwischen ein „Liebherr-Urgestein“ mit einer 25-jährigen Karriere in der Firmengruppe. Das Produktsegment Komponenten haben Sie mittlerweile seit zehn Jahren als Mitglied der Geschäftsleitung begleitet. Ihre im Produktsegment Erdbewegung gewonnene Applikationserfahrung spielt dabei eine sehr wichtige

Rolle ebenso wie Ihr Verständnis der Kundenanforderungen an die Komponenten.

Uns interessiert, welche Ziele und Visionen Sie als Geschäftsführer für Vertrieb und Kundendienst verfolgen?

Wenn es um die Visionen und Ziele dieses Produktsegmentes geht, ist es unerlässlich, die Geschichte der Komponenten zu kennen. Es war schon immer der Wunsch des Gründers Hans Liebherr, hochwertige Komponenten für eigene Geräte zu entwickeln und damit als Baumaschinenhersteller unabhängig am Markt zu sein. Die beiden Bereiche – die Baumaschinen und die Komponenten – wurden dabei nie separat betrachtet. Ziel war immer, unsere Baumaschinen bestmöglich für die Kundschaft auszulegen. Eine wichtige Voraussetzung dafür ist, die Applikationen richtig zu verstehen und alle notwendigen Kernkompetenzen im eigenen Haus zu schaffen. Dieses Verständnis, welches über die Jahrzehnte tief in den Genen unseres Unternehmens verankert ist, nutzen wir heute, um unserer Kundschaft die bestmögliche Lösung anzubieten. Und das gilt für das gesamte Portfolio – von den mechanischen über die hydraulischen bis hin zu den elektronischen Komponenten. Und bei jeder

einzelnen davon sind wir bestrebt, uns mit entsprechenden Alleinstellungsmerkmalen auf dem Markt zu positionieren. Wir sind Teil einer Firmengruppe, die nach wie vor sehr viel Wert darauf legt, Maschinen so auszulegen, dass die Kundschaft davon profitiert und zufrieden ist. Das können wir aber nur dann erreichen, wenn unsere innovativen Komponenten und Lösungen im Einklang mit den Technologien unserer Originalgerätehersteller (OEMs) stehen. Wir müssen also sicherstellen, dass sich alles, was wir entwickeln, ideal in die technische Strategie unserer Kundschaft einfügt. Indem wir innovative Verbesserungsvorschläge anbieten, unterstützen wir sie. In der fast 70-jährigen Geschichte von Liebherr haben wir ein unglaublich umfangreiches Know-how aufgebaut, an dem wir unsere Kundschaft teilhaben lassen möchten.

Seit 25 Jahren und egal in welcher Position, habe ich deshalb nichts Anderes gemacht, als Kundschaft zu verstehen, den Bedarf in technische Anforderungen zu übersetzen und an unsere Entwicklungsabteilungen weiterzugeben. Zugleich habe ich die aus unserer Sicht geeignetste Lösung der Kundschaft übermittelt.

Herr Schaut, Sie sind seit 2011 ein Teil von Liebherr. Vor allem dank Ihrer Tätigkeit im operativen, wie auch im strategischen Bereich des Produktsegments Komponenten bringen Sie wertvolle Erfahrung in Ihrer neuen Funktion als kaufmännischer Geschäftsführer der Liebherr-Component Technologies AG mit.

Wie sehen Sie die Weiterentwicklung des Produktsegments? Welchen Wunsch haben Sie persönlich für die Zukunft der Komponenten?

Die Weiterentwicklung des Produktsegments sehe ich momentan insbesondere durch die großen Transformationen in der Antriebstechnik und der Digitalisierung geprägt. Beispielsweise werden bereits heute elektrische Antriebssysteme bei einer Vielzahl von Applikationen eingesetzt. Aber auch Verbrennungsmotoren mit alternativen Kraftstoffen gewinnen neben der klassischen Dieselmotorentechnik zunehmend an Bedeutung. Technologieoffen suchen wir dabei für die jeweiligen Applikationen nach der richtigen Lösung. Für uns als Komponentenhersteller, der den gesamten Antriebsstrang abdeckt, haben diese technologischen Veränderungen massive Auswirkungen – nicht nur auf unser Produktportfolio, sondern auch auf unsere Organisation und die Kompetenzen, die wir für die Zukunft benötigen. Ein Schlüssel zum Erfolg ist daher die kontinuierliche Weiterentwicklung unserer Mitarbeitenden, attraktive Arbeitsbedingungen und eine flexible und agile Organisation, die eng verzahnt zusammenarbeitet. So wollen wir die Chancen ergreifen, um mit diesen neuen Technologien weiter zu wachsen, Mehrwerte für unsere Kundschaft zu schaffen und uns immer weiterzuentwickeln.

Für die Zukunft wünsche ich uns daher, dass es uns gelingt, diese Veränderungen erfolgreich zu meistern und gemeinsam mit unseren motivierten Mitarbeitenden und Partner:innen die richtigen Entscheidungen zum richtigen Zeitpunkt zu treffen.

Herr Schwarz, das Thema alternative Antriebe ist in aller Munde. Sie schaffen aber auch eine Art internen Wettbewerb, und zwar bei den Gesellschaften, die sich mit der Entwicklung traditioneller Technologien, wie beispielsweise Verbrennungsmotoren, beschäftigen. Wie, glauben Sie als Geschäftsführer für Entwicklung und Produktion, werden wir mit dieser Dualität umgehen?

Das ist in der Tat so. Dennoch müssen wir diese Thematik ganzheitlich betrachten. Einerseits haben wir in der Firmengruppe ein breites Produktportfolio, welches von Beginn an elektrisch angetriebene Maschinen umfasst, aber eben auch Maschinen, die relativ schnell auf alternative Antriebe umgestellt werden können. Andererseits gibt es auch ganz unterschiedliche Einsatzbedingungen und -gebiete, bei denen es im Moment noch sehr schwer ist, den Verbrennungsmotor zu ersetzen. Die Welt ist groß und die Regionen vielfältig, aber nicht annähernd so vielfältig wie die Einsatzbedingungen. Da wird man noch viele Jahre mit fossilen





Brennstoffen arbeiten müssen. Und genau aus diesem Grund haben wir uns zum Ziel gesetzt, auch diese Antriebe noch deutlich ökologischer weiterzuentwickeln. Denn die Anforderungen zur Reduzierung der Abgase oder der Emissionen sind es, an denen wir täglich arbeiten. Auch in Zukunft werden sich die Emissionsvorschriften weiter verschärfen, was eine deutliche Herausforderung an die traditionelle Technik bedeutet. Deswegen sind wir gefordert, in zwei Richtungen zu entwickeln: Zum einen betrifft das Antriebe, die komplett CO₂-frei sind; und zum anderen konventionelle Antriebe, die deutlich effizienter und umweltfreundlicher sind. Wir sehen uns in der Lage, diese beiden Entwicklungen parallel voranzutreiben.

Herr Lemmi, neben alternativen Antrieben spricht man auch oft vom Megatrend „Digitalisierung“. Denken Sie, dass wir diese Themen gleichrangig weiterentwickeln werden oder werden alternative Antriebe eher unser Fokusthema sein?

Die Themen Digitalisierung und alternative Antriebe betreffen einige, wenn nicht alle Komponenten-Hersteller. Und ich glaube, dass kein einziges Unternehmen in unserer Branche es sich leisten kann, sich nicht mit diesen Themen auseinanderzusetzen. Obgleich sich die beiden Themen in einigen Aspekten gänzlich voneinander unterscheiden, haben sie in mancher Hinsicht viele Berührungspunkte. Ein wichtiger Punkt ist, beispielsweise, dass sich auch unsere Kundschaft in diesen Bereichen in einer Findungsphase befindet. So müssen wir mit ihr gemeinsam nach möglichen

Wegen suchen, aus den Erfahrungen lernen und geeignete Lösungen finden. Dabei müssen wir aber sicherstellen, dass die Zusatzfunktionen für unsere Komponenten nicht umsonst entwickelt werden, sondern ganz genau nach Kundenbedarf – und zwar so, dass sie in die gesamte Architektur der Geräte und Maschinen einfließen und die Arbeit unserer Kundschaft somit vereinfachen können.

Gebhard Schwarz (ergänzt): Die Zukunft im Bereich Digitalisierung wird von Big Data und Wissensmanagement geprägt sein. Genau deswegen ist die Digitalisierung von großer Bedeutung. Wir wissen heute schon einiges über Kundenanwendungen und Komponenten, aber bei weitem noch nicht alles. Und hier schafft die Digitalisierung Abhilfe. Mit unseren Entwicklungen sind wir auf einem sehr guten Weg. Wir haben bereits die Grundlagen für die Datenübertragung, -speicherung und natürlich auch die Datenerfassung erarbeitet. Die große Herausforderung bildet jedoch die Datenauswertung, die uns erlaubt, die Komponenten noch anwendungsspezifischer zu entwickeln. Das betrifft insbesondere Applikationen und Länder, in denen unsere Komponenten zum Einsatz kommen sowie zusätzliche Dienstleistungen, mit welchen wir unserer Kundschaft einen Mehrwert bieten können. Für uns ist dies eine einmalige Chance.

Herr Lemmi (setzt fort): Auch was die neuen Antriebssysteme betrifft, bauen wir seit einigen Jahren in diesem Bereich neue Kompetenzen auf. Dazu gehören unter anderem Ver-

brennungs- und Wasserstoffmotoren, elektrische Antriebs-
technik, alternative Einspritz- und Antriebskonzepte sowie
die Forschung zum Einsatz alternativer Kraftstoffe wie
Methanol oder Ammoniak. Das sind alles Themen, die auch
unsere OEMs betreffen. Der Umweltaspekt spielt dabei eine
wesentliche Rolle. So sehen wir uns in der Verantwortung,
entsprechende technische Kompetenzen zu entwickeln, um
unsere Kundschaft bei der optimalen Auslegung ihrer Ma-
schinen zu unterstützen.

Heute ist es leider schwierig vorherzusagen, welche Zu-
kunftstechnologien für die Maschinen von morgen benötigt
werden. Es gibt zwar gewisse Indikatoren, dennoch wissen
wir nicht genau, wie die Welt hinsichtlich technologischer
Errungenschaften in zehn bis zwanzig Jahren aussehen
wird. Das bedeutet für uns, wie auch für viele andere Unter-
nehmen, die neuen Entwicklungen zu verstehen und in
verschiedene Richtungen voranzutreiben.

**Herr Schaut, worüber definieren Sie den weltweiten Erfolg
der Komponenten? Wie sieht für Sie persönlich der Erfolg
des Produktsegmentes aus?**

Erfolg bedeutet zunächst, dass wir als Zulieferer am Markt
gefragt sind, und dass unsere Kundschaft mit unseren
Produkten zufrieden ist. Erfolg können wir auch am Mehr-
wert ablesen, den unsere Technologien für die Liebherr-
Gesellschaften und OEMs generieren.

Neben diesen Grundvoraussetzungen schaffen ein klar
strukturiertes Produktportfolio, schlanke Prozesse und eine
globale Aufstellung unseres Produktions- und Beschaf-
fungnetzwerks die Basis für profitables Wachstum.

**Und zu guter Letzt, Herr Schwarz – Sie haben sich den
Komponenten verschrieben und dies erfolgreich, loyal und
über eine sehr lange Zeit. Was hätten Sie gemacht, wenn
Sie nicht bei Liebherr wären? Welche Alternativen hätten
Sie in Betracht gezogen?**

Es war immer mein Ziel, Technik und Betriebswirtschaft
miteinander zu kombinieren. Und das in einer Führungsposi-
tion. Mit meinem Berufsweg bin ich überaus zufrieden und
glücklich.

Ich schätze in hohem Maße die Firmengruppe Liebherr und
deren Familiengesellschafter, welche mit einem unglaublich
persönlichem Einsatz dem Unternehmen alle Chancen
bieten, um weiter zu wachsen. In einem solchen Umfeld
arbeiten zu dürfen ist für mich persönlich ein großes Glück.
Ich habe einige Jahre Erfahrung auch in Unternehmen
außerhalb unserer Firmengruppe sammeln dürfen. Heute
bin ich äußerst glücklich und stolz, dass Liebherr all diese
Jahre mein Heimathafen war.

**Herzlichen Dank, Herr Schwarz, Herr Lemmi und Herr
Schaut für diese persönlichen Worte und die überaus
spannenden Einblicke in Ihre Welt der Komponenten.**





Kapitel 1

Innovative Produkt- technologien

Hydraulikzylinder auf Knopfdruck

Online-Shopping ist aus dem Alltag der modernen Gesellschaft nicht mehr wegzudenken. Es gibt kaum jemanden auf diesem Planeten, der nicht regelmäßig online einkauft. Zugegeben, einige von uns bevorzugen nach wie vor das handfeste Erlebnis, wenn es um den Kauf von Waren oder Mode geht. Aber insgesamt bietet der Online-Einkauf mehr als genug Vorteile, um die beliebteste Art zu werden, die Dinge zu kaufen, die wir uns am meisten wünschen. Was Online-Käufer:innen am meisten schätzen ist die Tatsache, dass sie jederzeit und überall einkaufen können, unabhängig von den Ladenöffnungszeiten. Das hört sich in der Tat nach einem guten Geschäft an.

Doch was wäre, wenn Sie dieses Prinzip auch auf Hydraulikzylinder anwenden könnten? Liebherr bietet erstmals die Möglichkeit, alle Hydraulikzylinder-Serienbaureihen über einen onlinebasierten Konfigurator auf der Website des Unternehmens individuell und einfach zu konfigurieren. Je nach Anwendung und Anforderung bietet der Konfigurator verschiedenste Varianten: von der 380 bar-Baureihe für mobile Anwendungen über die ISO 6022-Baureihe für den industriellen Einsatz bis hin zur 260 bar-Baureihe als Bindeglied zwischen mobilen und stationären Anwendungen.

Bei Liebherr-Components in Kirchdorf an der Iller (Deutschland) arbeitet ein Team seit geraumer Zeit unermüdlich an der Entwicklung und Konstruktion von Standardbaureihen. Ziel dabei ist es, der Kundschaft eine vielseitige Auswahl an leicht kombinierbaren und modularen Lösungen für ein breites Anwendungsspektrum anzubieten. Mit der Entwicklung eines Online-Konfigurators für Optionen und Ausstattungen wurde nun ein neuer Meilenstein in der Digitalisierung erreicht.

Intelligente Lösungen, die Ihnen bei der Auswahl des richtigen Produkts helfen

Die Liebherr-Components Kirchdorf GmbH hat eine mögliche Lösung verfolgt, um Servicetechniker:innen, Einkäufer:innen und Produktmanager:innen, mit oder ohne Fachwissen, einen schnellen und einfachen Weg zu ihrem Wunschprodukt zu zeigen. Eine entsprechende 3D-Simulation bietet den Anwender:innen eine visuelle Darstellung des Ergebnisses. Sollten benötigte Anforderungen jedoch über den Bereich der Baureihen hinausgehen, sind entsprechende Anfragemöglichkeiten hinterlegt, um eine spezielle Sonderanfrage stellen zu können. Die Konfiguration selbst ist ein völlig anonymer Vorgang. Mittels eines selbst generierten Produktschlüssels erhält jede Variante ihren individuellen „Code“, der einfach kopiert und zum Wiederaufruf verwen-

det werden kann. Neben einem übersichtlichen Datenblatt können 3D-Modelle des konfigurierten Zylinders sofort heruntergeladen werden, so dass der Hydraulikzylinder direkt in die jeweilige Anwendung eingebaut werden kann.

Zu jeder Zeit und an jedem Ort verfügbar

Der Konfigurator ist derzeit in zwei Sprachen, Deutsch und Englisch, verfügbar und kann jederzeit und überall auf der Welt über die Liebherr-Website aufgerufen werden. Zukünftig wird Liebherr auch weitere Sprachen ergänzen. Neben den Hydraulikzylindern hat Liebherr seit kurzem auch Kolbenspeicher als standardisierte Baureihe in das Portfolio aufgenommen und damit die idealen Voraussetzungen für die Integration in den Konfigurator geschaffen. Darüber hinaus hat Liebherr bereits einen Blick in die Zukunft gewagt und bietet die Produkte der 380 bar-Baureihe optional als Hybridzylinder an – also den klassischen Zylinder in Kombination mit kohlefaserverstärktem Kunststoff.

Konfigurator für Hydraulikzylinder



Wie Standardisierung neue Wege eröffnet

Serienbaureihen im Hydraulikbereich

Der Begriff „Standardisierung“ ist zu einem festen Bestandteil der modernen Wirtschaft geworden. Kein Wunder, denn die Vorteile liegen auf der Hand. Standardisierung vereinheitlicht Prozesse, was direkt zu einer höheren Qualität der entworfenen Produkte führt. Der Fokus liegt nicht mehr auf einer Vielzahl von Varianten, sondern auf der Optimierung bestehender Parameter, wovon auch die Anwender:innen langfristig profitieren können. Im folgenden Interview erläutern Jessica Schwarz und Jan Winter, Produktmanagerin und Produktmanager bei der Liebherr-Components Kirchdorf GmbH, warum sie verstärkt auf Standardisierung setzen und welche Vorteile dies für die Kunden mit sich bringt.

Frau Schwarz, warum ist Standardisierung im Produktmanagement aus Ihrer Sicht so wichtig?

Die Standardisierung hat auf unser Produktportfolio einen maßgeblichen Einfluss. Wir arbeiten kontinuierlich an einer Reduktion der Varianz und Komplexität verschiedener Produktgruppen. Gleichzeitig gilt es, die Produkte stetig weiter zu optimieren um die individuellen Marktanforderungen bei möglichst geringem Kostenaufwand und hoher Lieferperformance zu erfüllen.

Dabei muss eine ganzheitliche Umsetzung innerhalb der Organisation berücksichtigt werden. Unser Fokus liegt deshalb auf der Optimierung aller internen Prozesse von der Auftragsvergabe bis zur Auslieferung.

Dabei steht der individuelle Kundenwunsch immer im Mittelpunkt, der sich, ebenso wie der Stand der Technik, kontinuierlich verändert. Weitere Anforderungen ergeben sich in Punkto Digitalisierung. Die Herausforderung dabei ist, den unterschiedlichen Kundenbedürfnissen im Wandel gerecht zu werden.

Sie haben soeben von Herausforderungen gesprochen. Gibt es in dem Vorgehen der Standardisierung selbst auch Herausforderungen? Wie begegnen Sie diesen?

Einerseits ist bei standardisierten Produkten möglich, dass sich etwaige Fehler auf eine ganze Baureihe auswirken können. Durch frühzeitige Berechnungsmethoden, Versuche sowie Prototypentests können diese dennoch bereits bei der Entwicklung minimiert werden.



Jessica Schwarz (Liebherr-Components Kirchdorf GmbH)

Andererseits birgt Standardisierung immer die Gefahr, an den individuellen Anforderungen vorbei entwickelt zu haben. Bei der Entwicklung unserer Serienbaureihen sind wir daher bestrebt, nicht nur den aktuellsten Stand der Technik zu berücksichtigen, sondern auch die Herausforderungen unserer Kundschaft besser zu verstehen und diese dann in unsere technische Lösung mit einzubeziehen. Dafür nutzen wir unter anderem die Synergien innerhalb der Firmengruppe Liebherr. Unser Unternehmen war schon immer Vorreiter in Sachen Innovation, und genau das wollen wir beibehalten und uns gemeinsam für die Zukunft aufstellen.

Frau Schwarz, wie kommt das den Anwender:innen zugute?

Die Vorteile sind natürlich kürzere Lieferzeiten, attraktive Preise und eine herausragende sowie gleichbleibende Qualität. Um das in vollem Umfang zu gewährleisten, fungiert auch hier die Standardisierung als Basis.

Standardlösungen können aus unseren Serienbaureihen für Hydraulikzylinder bereits heute individuell für ein breites Anwendungsfeld konfiguriert werden. Eine flexible Auswahl ist dank zahlreicher Individualisierungsmöglichkeiten jederzeit möglich und bildet auch die Basis für weitere Produktentwicklungen außerhalb der Serienbaureihen. Das spart intern natürlich Zeit, was sich auf den Auftragsprozess auswirkt.



Jan Winter (Liebherr-Components Kirchdorf GmbH)

Herr Winter, erzählen Sie uns bitte, welche Serienbaureihen die Liebherr-Components Kirchdorf GmbH heute anbietet?

Es stehen insgesamt drei Serienbaureihen zur Verfügung, welche auf unterschiedliche Kunden- und Applikationsbedürfnisse ausgerichtet sind.

Die Hydraulikzylinder-Serienbaureihe nach ISO 6022 ist ideal auf die Bedürfnisse der Kund:innen aus dem Industriebereich abgestimmt, da sie sich an den entsprechenden Normvorgaben orientiert. Für Applikationen ohne umfangreiche Zusatzbedingungen im mobilen und stationären Bereich ist die Hydraulikzylinder-Serienbaureihe 260 bar geeignet. Für den Einsatz in hochdynamischen Anwendungen im mobilen Bereich, wie beispielsweise in Baumaschinen, wurde die Hydraulikzylinder-Serienbaureihe 380 bar konzipiert. Unsere Baureihen leisten einen Beitrag im Bereich Standardisierung, den wir auch weiter ausbauen möchten. Aus diesem Grund haben wir auch Kolbenspeicher in unser Portfolio an Serienbaureihen aufgenommen. Die Kolbenspeicher-Serienbaureihe ist in den Druckstufen 250 und 350 bar verfügbar. Der Einsatz gestaltet sich flexibel in mobilen und stationären Anwendungen.

Frau Schwarz, welche neuen Wege eröffnen sich dadurch im Hydraulikbereich?

Unsere bestehenden Serienbaureihen zeichnen sich trotz Standardisierung durch eine hohe Flexibilität aus, da zahlreiche Optionen individuell gewählt werden können. Neue Wege lassen sich unter anderem an unserem Online-Produktkonfigurator erkennen. Schon heute kann ein Hydraulikzylinder im Rahmen der drei Serienbaureihen über die Liebherr-Homepage nach eigenen Anforderungen zusammengestellt werden. Zusätzliche Funktionen wie ein Auswahlassistent und die direkte Ausleitung eines 3D-Modells oder Datenblatts runden die Anwendung ab. Darüber hinaus gewährleisten wir unserer Kundschaft eine Angebotserstellung innerhalb eines Werktags – der Service ist natürlich auch von mobilen Endgeräten aus nutzbar.

In alle zukünftigen Optimierungen unserer Serienbaureihen fließen kontinuierlich die Kundenanforderungen mit ein, welche wir vom Markt erhalten. Hierbei haben wir bereits eine Leichtbauvariante, einen sogenannten Hybridzylinder innerhalb der Serienbaureihe 380 bar berücksichtigt und integriert. Dieser ist schon heute konfigurierbar. Für die Zukunft ist zudem geplant, auch die Kolbenspeicher-Serienbaureihe über den Online-Konfigurator verfügbar zu machen.

„Dabei steht der individuelle Kundenwunsch immer im Mittelpunkt, der sich, ebenso wie der Stand der Technik, kontinuierlich verändert.“

Jessica Schwarz

Produktmanagerin bei Liebherr-Components Kirchdorf GmbH

Keine halben Sachen – Hybride sind im Trend

Leichtbau gilt als einer der wichtigsten Trends nicht nur im Baumaschinenbereich, sondern auch in stationären Anwendungen. Durch Gewichtsreduzierung kann ein erheblicher Mehrwert im täglichen Einsatz der Geräte und ihrer Anwendung erzielt werden. Als Beitrag zu diesem Trend bietet Liebherr-Components bewährte Hydraulikzylinder aus Stahl mit einer Ummantelung aus CFK an. Auf der Bauma 2022 stellt das Produktsegment seinen Hybridzylinder den Fachbesucher:innen vor und gewährt weitere Einblicke in zukünftige Kompetenzen und Entwicklungsmöglichkeiten im Faserverbundbereich.

Erstmalig stellte Liebherr seine Arbeit auf dem Gebiet der Faserverbundwerkstoffe auf der Bauma 2019 vor. In der Zwischenzeit hat der Komponenten-Standort in Kirchdorf an der Iller (Deutschland) nicht nur weitere Kompetenzen und Produktionsmöglichkeiten aufgebaut, sondern auch daran gearbeitet, diese Technologie in das etablierte Hydraulik-Portfolio mitaufzunehmen. Bereits heute können nach entsprechender Vorentwicklung und gezielter Auslegung alle klassischen Hydraulikzylinder mit CFK ummantelt werden

Warum hybride Hydraulikzylinder?

Gewichtsreduzierung bedeutet nicht nur mehr Effizienz. Die Vorteile eines leichten Bauteils, wie z. B. eines Hybridzylinders, variieren von Anwendung zu Anwendung. Durch die Gewichtseinsparung können Arbeitsgeschwindigkeiten und die Nutzlast erhöht sowie Anbaugeräte und Ausleger vergrößert werden. Darüber hinaus werden Emissionen gesenkt und der Kraftstoffverbrauch verringert. Die Basis für

eine umfassende Produktverbesserung ist und bleibt jedoch die enge Zusammenarbeit mit der Kundschaft. Dadurch kann Liebherr lösungsorientierte Produkte aus einer Hand anbieten. Dies ist bei Faserverbundwerkstoffen von entscheidender Bedeutung, denn die Struktur und die individuelle DNA des Produkts sind entscheidend für das Erreichen der gewünschten Ergebnisse.

Vom Hybrid zum vollwertigen CFK

Die jüngsten Forschungs- und Entwicklungsergebnisse weisen auf ein übergeordnetes Ziel hin: die Schaffung eines vollwertigen CFK-Zylinders. Obwohl noch einige Schritte bis zum Erreichen dieses Ziels zu gehen sind, beschäftigt sich Liebherr bereits mit verschiedenen Konzepten zur Verschmelzung von Stahl- und Faserverbundbauteilen und führt entsprechende Tests durch. Die Umsetzung von CFK-Ummantlungen in Verbindung mit Stahlbauteilen lässt sich auch auf andere Produkte des Portfolios übertragen. So werden wir künftig in der Lage sein, beispielsweise, auch Kolbenspeicher aus CFK zu wickeln.

Hydraulikzylinder mit CFK-Ummantelung



Leichtbau durch Hybridzylinder

Wie Faserverbund dazu beiträgt, die Effizienz der Anwendung zu steigern

Kohlenstofffaserverstärkter Kunststoff (CFK) ist ein Verbundwerkstoff, der zunehmend in einer Vielzahl von technischen Bereichen eingesetzt wird. Neben der Verwendung in der Luft- und Raumfahrt, erfreut sich CFK aufgrund seiner leichten und robusten Eigenschaften einer wachsenden Beliebtheit. Dominic Gottwald, Verantwortlicher für den Bereich Faserverbund bei der Liebherr-Components Kirchdorf GmbH, gewährt uns einen einzigartigen Blick hinter die Kulissen der CFK-Forschung des Unternehmens, einschließlich einiger spannender Technologiesprünge in Richtung der Zukunft von Hydraulikzylindern.

Herr Gottwald, was bedeutet für Sie Leichtbau? Was heißt Leichtbau aus der Sicht der Kundschaft?

Leichtbau bedeutet mehr als ein einfacher Austausch eines Materials mit hoher Dichte gegen eins mit geringerer Dichte. Oft lässt sich Gewicht auch durch geschickte Geometrie- bzw. Konstruktionsanpassungen einsparen. Leichtbau ist auch nicht zwangsweise mit höheren Kosten verbunden. Mit dem Materialeinsatz ist es ähnlich wie mit der Energie: Das beste Material oder die beste Energie, ist die, die ich erst gar nicht benötige oder einsetzen muss. Bei Metallkonstruktionen ist man meist auf die verfügbaren Halbzeuge limitiert oder muss sich eine gewichtsoptimierte Geometrie aus dem Vollmaterial zerspanend erarbeiten, wenn Umformprozesse nicht möglich sind. Somit kann es gut sein, dass Bauteile überdimensioniert und schwer sind. Bei den Faserverbundwerkstoffen (FVW) wird das eigentliche Material erst in der Herstellung zum Bauteil geformt. Wir haben also hier viel mehr geometrische Freiheitsgrade, die es hin und wieder erlauben, ganze Teile einzusparen oder Funktionen zu integrieren. Dazu kommen dann noch die materialspezifischen Vorteile wie höhere Festigkeit bei geringster Dichte – eigentlich die idealen Stellschrauben um maximal Gewicht zu sparen.

Es gibt immer noch viele Bereiche, in denen Leichtbau in der Konstruktionsphase noch nicht wirklich berücksichtigt wird. Für die Kundschaft ist Leichtbau meist ein „Bonus“, wenn nicht wirklich ein Handlungsbedarf vorliegt. In solchen Fällen wird Leichtbau gern vernachlässigt, obwohl es, wie ich bereits erwähnt habe, nicht immer mit Mehrkosten verbunden ist.

Welchen Herausforderungen stehen Anwender:innen heute hinsichtlich der Möglichkeit zur Gewichtseinsparung durch geschickte, intelligente Konstruktion und Materialauswahl gegenüber?

Eine Herausforderung ist sicher eine immense Auswahl an Werkstoffen, seien es Metalle oder Verbundwerkstoffe. Und für jede Anwendung und jedes Bauteil gibt es ein am meisten passendes Material. Um dieses identifizieren zu können, muss die entsprechende Komponente genau unter die Lupe genommen und auch ihr Umfeld verstanden werden. Jedes Material hat seine Stärken und Schwächen – die gilt es zu verstehen. Mit Stahl und den verfügbaren hochfesten Materialsorten können wir heute sehr gut Leichtbau betreiben. Metall hat einfach den Vorteil, seit langer Zeit etabliert zu sein. Die Verarbeitung ist bekannt und kann mit gefühlten wenigen Anpassungen auf neue Materialien angewendet werden. Bei den Verbundwerkstoffen ist dies nicht der Fall. Zwar sind Werkstoffe wie glasfaserverstärkter (GFK) oder carbonfaserverstärkter (CFK) Kunststoff gewiss keine Neuheit mehr, allerdings ist das Wissen um Besonderheiten im Umgang und Verarbeitung dieser Materialien in der breiten Masse noch verbesserungswürdig.

Was heißt für Sie „weg von reinem Stahl, hin zum Faserverbundzylinder“?

Mit der Vision extreme Leichtbauzylinder zu bauen, gehen wir ein nicht geringes Wagnis ein. Der Hydraulikzylinder an sich hat sich seit knapp über 115 Jahren (Ölhydraulik 1905) nicht wesentlich geändert. Die Komponente besteht weiterhin aus einem zylindrischem Rohr und einer Kolbenstange. Das wird sich mit höchster Wahrscheinlichkeit auch in Zukunft nicht ändern (schmunzelt). Was sich aber ändern kann, sind die eingesetzten Materialien. Allerdings ist die Auslegung und Herstellung dieser Komponenten mit oder aus Faserverbundwerkstoff etwas komplett Anderes. Der gesamte Prozess wird einmal neu geschrieben. Auf dem Weg zum Faserverbundzylinder durchlaufen wir also verschiedene Entwicklungsstufen, um alle Stellschrauben sowohl in der Herstellung als auch im Einsatz genau zu kennen. Auch die Anwender:innen müssen sukzessive auf eventuelle Besonderheiten im Betrieb und Service etc. „eingestellt“ werden und ein Gespür für das Material entwickeln.

Wieso denken Sie, dass der Hybridzylinder hierfür das Lösungspotential bietet?

Wie aus dem Begriff Hybrid schon hervorgeht, bestehen diese Zylinder aus verschiedenen Materialien, beispielsweise einem Stahlzylinderrohr mit einer verstärkenden CFK-Umwicklung. Mit einer derartigen Konstruktion lassen sich die Leichtbaueigenschaften der Faserverbunde bereits (ein Stück weit) nutzen und Gewicht sparen, ohne die tribologischen Eigenschaften einer metallischen Funktionsfläche missen zu müssen. Wir haben damit einen leichten Zylinder, der die Substitution eines klassischen Stahlzylinders relativ einfach ermöglicht, und das in der Regel bei marginal höheren Kosten. Für mich stellt der Hybridzylinder nicht nur eine Zwischenstufe bis zum Voll-Faserverbundzylinder dar, sondern vielmehr einen guten Kompromiss aus Gewichts- und Kostenersparnis sowie einer einfachen Umsetzung.

Welche Vorteile kann Ihre Kundschaft durch Ihre Lösungen erwarten?

Die Vorteile sind immer eng mit der Kundenanwendung verbunden. Ein Hauptvorteil ist in erster Linie immer die Gewichtsersparnis. Diese kann aber zu ganz unterschiedlichen Vorteilen führen. In einer dynamischen Anwendung spielt vor allem die geringere zu bewegende Masse eine entscheidende Rolle. Habe ich weniger Masse, kann ich schnellere Bewegungen tätigen, benötige weniger Energie und somit weniger Treibstoff. Außerdem kann ich eventuell die Antriebsleistung verringern und auf kleinere Aggregate zurückgreifen. Ich habe aber auch weniger Verschleiß an den bewegten Teilen und damit weniger Servicekosten.

Neben den Vorteilen, die sich aus Leichtbau ergeben, kann ein Hybridzylinder so ausgelegt werden, dass er bestimmte mechanische Eigenschaften, wie eine geringere Dehnung aufweist. Ein solcher Zylinder würde sich in Betrieb beim Auftreten von Innendruck also weniger aufweiten und damit bei Überlast bzw. Überdrücken ein Überströmen des Öls über die Dichtung verhindern.

Wo sehen Sie die Möglichkeit, durch den Einsatz von Leichtbaukonstruktionen effizienter zu werden?

Nehmen wir nochmals die dynamische Anwendung als Beispiel und sehen uns ein Materialumschlaggerät an. Desse Aufgabe ist es, den ganzen Tag Material von A nach B zu befördern. Das verringerte Gewicht kann zugunsten einer erhöhten Traglast genutzt werden, wodurch die Umschlagsleistung des Geräts bei ansonsten gleichen Parametern gesteigert wird. Aber auch wenn die Maschine für die identische Umschlagsmenge weniger Energie benötigt, sprechen wir von einer Effizienzsteigerung.

Würden Sie uns bitte erzählen, woran Sie aktuell arbeiten?

Als Hydraulikzylinderhersteller liegt unser Fokus natürlich auf Produkten wie Zylinder und Druckspeicher. Die Hybridzylinder sind aktuell so beschaffen, dass sie ausschließlich tangentielle Spannungen aufnehmen. Zukünftig sollen aber auch vermehrt axiale Spannungen durch den Faserverbundwerkstoff aufgenommen werden, damit der Stahlanteil weiter gesenkt werden kann. Auch die Fertigung von faser-

Dominic Gottwald (Liebherr-Components Kirchdorf GmbH)



„Wir sind immer bestrebt, unseren Kunden die bestmögliche Lösung zu bieten – Faserverbund ist dabei eine weitere Möglichkeit, insbesondere hinsichtlich der Gewichtsersparnis.“

Dominic Gottwald

Leiter Faserverbund bei Liebherr-Components Kirchdorf GmbH

verstärkten Kolbenspeichern wird ein Thema sein. Neben all den Produkten aus dem Bereich Hydraulik sind wir aber auch in der Lage, mit unserer Technologie andere Bauteile zu fertigen. So liefern wir bereits Torsionswellen, Magnetrotorbandagen sowie Profile und Rohre für unterschiedliche Zwecke im Maschinenbau.

Wie können Anwender:innen von Ihrer Hybridlösung profitieren?

Um möglichst individuell auf die Kundenbedürfnisse einzugehen, haben wir in den letzten Jahren die komplette Prozesskette ins eigene Haus geholt. So werden die Produkte nicht nur bei uns hergestellt, sondern auch nach dem aktuellen Stand der Technik ausgelegt und berechnet. Das ermöglicht es uns, Zylinder von wenigen Kilos bis hin zu zwei Tonnen zu fertigen.

Wie sieht Ihrer Meinung nach die Anwendung von morgen aus?

Eine der Stoßrichtungen unserer Zeit ist energiesparend, ressourcenschonend und nachhaltig zu agieren. Leichtbau stellt eine wichtige Säule dar, um dies zu erreichen. Das heißt, wenn wir in unseren Geräten Gewicht einsparen, reduzieren wir auch den CO₂-Ausstoß. Faserverbundzylinder können hierbei einen wesentlichen Beitrag leisten.

Ganz zu Beginn haben Sie thematisiert, dass der Einsatz von Leichtbau nicht zwingend in Relation zu hohen Kosten steht. Würden Sie dies bitte noch detaillierter erläutern?

Der Anschaffungspreis für einen Faserverbundzylinder wird immer höher sein als der für einen konventionellen Stahlzylinder. Bei einem Hybridzylinder sprechen wir von einem um das 1,2-1,5-fache höheren Kostenaufwand. Der Kostenvorteil wird dennoch erst in der Anwendung generiert. Wie schnell sich eine Amortisation einstellt ist daher vom Zylindertyp und der Anwendung abhängig. Wir sind immer bestrebt, unserer Kundschaft die bestmögliche Lösung zu bieten – Faserverbund ist dabei eine weitere Möglichkeit, insbesondere hinsichtlich der Gewichtsersparnis.

Wäre eine reine CFK-Lösung aus Ihrer Sicht künftig denkbar?

Ich finde, dass eine Materiallösung aus 100% CFK nicht umsetzbar sein wird. Es gibt für jedes Bauteil einen optimalen Werkstoff, so ist auch der Einsatz mehrerer Materialien in einem Hydraulikzylinder der einzig richtige Weg. Dennoch sehe ich noch Potenzial, einen höheren CFK-Anteil in unseren Lösungen zu erreichen, wie beispielsweise in der Ausführung der Kolbenstange bzw. des Zylinderrohrs.

Richtig aufdrehen mit der neuen LH30VO100

Die Produktlinie der neuen Mitteldruck-Baureihe LH30VO mit den bekannten Nenngrößen 28, 45 und 85 cm³ hat ein neues Mitglied – die Nenngröße 100 cm³. Bei der Entwicklung hat Liebherr erneut großen Wert auf die Skalierung der bereits etablierten und bewährten Technik sowie das Konzept der Pumpenfamilie gelegt. Das außergewöhnliche Design wurde auch bei der neuen Pumpe beibehalten: Sie bedient sich des bekannten modularen Baukastens und verkörpert die Flexibilität des Konzepts.

Er besteht aus acht Grundreglern, die durch zahlreiche Kombinationsmöglichkeiten an jede Anwendung angepasst werden können. Zu diesem konsequent aufgebauten Baukastensystem gehören hydraulisch-mechanische Standardregler, wie Load Sensing mit Druckabschaltung oder der Leistungsregler. Darüber hinaus hat das Komponententeam es mit elektrischen Reglern, wie einem elektrischen Druckregler oder elektrisch proportionalen Volumenstromreglern, ausgestattet. Bei Bedarf steht eine Kabelbruchererkennung zur Verfügung, so dass das System für eine Vielzahl heutiger und zukünftiger Nutzeranforderungen bestens geeignet ist.

Das variable Durchtriebskonzept ermöglicht den Anbau zusätzlicher Pumpen in einem Tandem. Auch im eingebauten Zustand kann der vorhandene Durchtrieb genutzt und durch den Anbau einer weiteren Pumpe ein zusätzliches Aggregat in Betrieb genommen werden. Dabei sind Durchbruchmomente von bis zu 130 Prozent möglich. Auf diese Weise werden logistische Prozesse optimiert, Lagerbestände reduziert und die Produktverfügbarkeit erhöht.

Darüber hinaus eröffnen die modularen Optionen Potenziale für den Einsatz dieser Produktfamilie in zahlreichen Anwendungen und Märkten. Innerhalb kürzester Zeit ist es Liebherr gelungen, die neue Nenngröße von 100 cm³ zu entwickeln, zu testen und zu industrialisieren. Außerdem konnte Liebherr mit Kund:innen aus der Land- und Forstwirtschaft, dem Maschinen- und Anlagenbau, dem Sonderfahrzeugbau, dem Bergbau und maritimen Anwendungen neue Einsatzgebiete erschließen. Durch die kompakte Bauweise der Pumpe eignen sich die kleineren Aggregate auch für eingeschränkte Einbauräume, wie z.B. Nebenabtriebe von Dieselmotoren – kleine Ursache, große Wirkung.

Die neue LH30VO100



Unsere Neuentwicklung DPVO 550i

Eine Kundenperspektive

Guillaume Bonnetot ist Leiter der Abteilung „Systems“ der Liebherr-Mining Equipment Colmar SAS (Frankreich) und bereits seit 2002 bei Liebherr tätig. Im folgenden Interview gewährt er Einblicke in die gemeinsame Entwicklungsarbeit des Produktsegments Komponenten und der Liebherr-Mining mit Sitz in Colmar (Frankreich). Zusammen waren die beiden Geschäftsbereiche an der Entstehung der Axialkolbenpumpen DPVO 550i und DPVD 550 beteiligt.

Herr Bonnetot, würden Sie uns bitte kurz Ihren Geschäftsbereich vorstellen? Welche Rolle spielen Sie dabei?

Unsere Zielbranche ist die Miningindustrie, für die Liebherr-Mining mobile Arbeitsmaschinen (Hydraulikbagger, Muldenkipper und Planiertrauben) sowie die damit verbundenen Dienstleistungen liefert. Als Abteilungsleiter im Bereich Systems Engineering in Colmar bin ich für die gesamte hydraulische Installation, die Versuchsdurchführung und die Vorentwicklung verantwortlich. Für die Liebherr-Mining führe ich zudem das Kompetenzzentrum ‚Hydraulik‘.

Warum haben Sie sich für Liebherr-eigene Hydrauliklösungen entschieden?

Unsere Maschinen sind stets unter extremsten Arbeitsbedingungen wie hohe Belastungen, starke Hitze, Staub, Vibrationen und Beschleunigung, Feuchtigkeit sowie arktische Bedingungen im Einsatz. Deshalb hat unsere Kundschaft auch hohe Erwartungen an die Zuverlässigkeit unserer Maschinen. Aus diesem Grund ist es nicht möglich, für die wichtigsten Komponenten des Antriebssystems Standardkomponenten zu finden. Daher ist es von grundlegender Bedeutung, Liebherr-intern spezifische Lösungen zu entwickeln, die den hohen Erwartungen unserer Anwendung gerecht sind und den Betrieb unserer Komponenten auf lange Sicht sicherstellt.

In welchen Anwendungen finden die DPVO 550i und DPVD 550 ihren Einsatz?

Die Pumpen DPVO 550i und DPVD 550 sind in Mining-Hydraulikbaggern mit einem Einsatzgewicht von 350 t bis 800 t verbaut. Dort werden sie als Arbeitspumpen im offenen Kreislauf eingesetzt und sorgen für die Bewegungen der Ausrüstung sowie die Kraftübersetzung. Bei unserer größten Maschine, zum Beispiel, sind insgesamt zehn DPVO 550i für die Kraftübertragung der 3.000 kW, die von den Diesel- oder Elektromotoren geliefert werden, zuständig.



Guillaume Bonnetot (Liebherr-Mining Equipment Colmar SAS)

Was sind für solch ein Produkt (DPVO 550i) aus Ihrer Sicht die wichtigsten Kriterien?

Die beiden Hauptkriterien für eine hydraulische Komponente in unseren Maschinen sind Sicherheit und Zuverlässigkeit. Die Robustheit einer Komponente ist entscheidend, um ihre Lebensdauer in der Anwendung so weit wie möglich zu verlängern und so die Ausfallzeiten unserer Produktionsmaschinen zu begrenzen. Aufgrund seiner Konzeption und Herstellung muss ein Produkt wie die DPVO 550i die Betriebskosten der Gesamtmaschine auf ein Minimum reduzieren und gleichzeitig eine extrem hohe Verfügbarkeit gewährleisten.

Der Sicherheitsaspekt spielt ebenfalls eine wichtige Rolle. Dieser umfasst beispielsweise einfache Pumpeneinstellungen, die Live-Überwachung des Komponentenzustandes oder die Vorbeugung von Hydrauliklecks, welche dramatische Folgen haben könnten. Die Möglichkeit zur Wiederaufbereitung einer Komponente ist in unserem Geschäft ebenfalls wichtig. Dadurch können Betriebskosten gesenkt werden. Die Förderung der Wiederverwendung von Teilen schont außerdem die Umwelt.

Was waren die Herausforderungen bei der gemeinsamen Produktentwicklung? Wie empfanden Sie die Zusammenarbeit speziell in diesem Projekt und bisher allgemein mit der Liebherr Machines Bulle SA?

Neben den technischen Aspekten der Entwicklung einer völlig neuen Pumpe mit einem Fördervolumen von über 800 l/min und hohen Leistungs- und Zuverlässigkeitszielen



bestand die größte Herausforderung des Projekts darin, sicherzustellen, dass diese Pumpe richtig „geboren“ wurde. Zudem mussten wir sichergehen, dass die Akzeptanz unserer Kundschaft für dieses Produkt von der Serieneinführung an gegeben ist. Zu diesem Zweck führten wir in unseren Maschinen eine Vielzahl von Feldversuchen durch, um höchstmögliche Zufriedenheit unserer Kundschaft mit dieser Komponente zu erzielen.

Die Zusammenarbeit mit der Liebherr Machines Bulle während dieser Zeit erwies sich als hervorragend – nicht zuletzt dank dem gemeinsamen Ziel, ein ausgereiftes Produkt zu liefern.

Was wäre besonders hervorzuheben und wo gibt es ihrer Ansicht nach Verbesserungspotential?

Die langfristige Investition unserer beiden Unternehmen zahlte sich aus, obwohl wir uns alle gewünscht hätten, die Validierungsphase schneller durchzulaufen. Dennoch kann kein Prüfstandtest die Feldversuche in Maschinen ersetzen. Daher sind sie ein notwendiger Schritt, um Erfahrungen im realen Betrieb unter den härtesten Bedingungen zu sammeln.

Gibt es Produkteigenschaften, die Sie heute im Markt vermissen und mit unseren Lösungen erfüllt sehen?

In erster Linie ist die Haltbarkeit der Pumpen eine der Eigenschaften, welche für uns im Vordergrund steht und sich bewährt hat. Die Robustheit und Dichtigkeit der Pumpe setzt in der Tat neue Maßstäbe in der Klasse.

Welche Produkteigenschaften werden Ihrer Meinung nach künftig eine immer grössere Rolle spielen?

Ein wesentlicher Faktor in der Mininganwendung ist die Erhöhung der Betriebszeit einer Maschine. Daher fügt jede reduzierte Wartungsmaßnahme Up-Time hinzu. In diesem Sinne ermöglichen uns die Pumpen, Szenarien für die automatische Analyse der Einstellungen zu entwickeln und für die Zustandsüberwachung zu implementieren. So werden nur noch die notwendigen Wartungsarbeiten durchgeführt und die Zeit, in der mögliche Störungen erkannt oder Einstellungen vorgenommen werden müssen, verkürzt sich.

Was war Ihr persönliches Highlight bei der Projektarbeit? Gibt es ein besonders spannendes, kurioses oder lustiges Ereignis, welches Ihnen in Erinnerung geblieben ist?

Es gab in der Tat viele Highlights während dieser einzigartigen Entwicklungszeit. Zwei davon, die sehr viel über die hervorragende Zusammenarbeit zwischen unseren Teams in Frankreich und der Schweiz aussagen, sind mir ganz besonders in Erinnerung geblieben:

Als die erste Pumpe beim Feldtest in Indonesien in einer Kohlemine in Betrieb genommen wurde, verlief die Installation reibungslos, bis man versuchte, den Dieselmotor zu starten. Der Kunde hatte uns ein paar Stunden Zeit gegeben, die Installation durchzuführen und die Maschine wieder in Bewegung zu bringen. Allerdings haben wir fast mehr Zeit benötigt um herauszufinden, warum der Motor nicht ansprang, als für die Installation der Pumpe. Unsere Freude war dementsprechend riesig, als wir die funktionstüchtige Maschine schließlich spät in der Nacht an den Kunden übergeben konnten. Monatelange Vorbereitungen hätten an einem 10-Dollar-Sensor scheitern können. Deshalb gerieten wir vor Ort so ziemlich unter Druck. Für das Liebherr-Team aus Bulle war dies das erste Mal in einer Mine überhaupt. So können Sie sich vermutlich vorstellen, wie aufregend ihre Feuertaufe war.

Ein weiteres Highlight war das Erreichen der gesetzten Betriebsstundenzahl im Mining-Bagger. Es war zwar „nur“ die erste Pumpe, die so einen Test überstanden hat, dennoch rundete dieses Ergebnis die jahrelange Entwicklungsarbeit ab. Für alle an der Entwicklung beteiligten Kolleginnen und Kollegen war das ein unglaublich wichtiger Meilenstein.

Wie sehen Sie die weitere Zusammenarbeit mit der Liebherr Machines Bulle SA?

Die Liebherr Machines Bulle SA ist und bleibt auch in Zukunft unser wichtigster Partner für Hydraulik-Produkte. In der Hydraulik gibt es noch viel Potenzial, um die Leistung und Zuverlässigkeit weiter zu steigern. Aus einer Vielzahl der zur Verfügung stehenden Daten können wir noch einiges von den Komponenten lernen, um beispielsweise den Energieverbrauch weiter zu senken.

Eine enge Zusammenarbeit zwischen dem OEM und dem Komponenten-/Systemhersteller ist unerlässlich, um unsere Produkte weiter zu verbessern. Dies haben wir mit unserem Projekt unter Beweis gestellt. So hoffen wir, weitere vielversprechende Projekte mit der Liebherr Machines Bulle SA zusammen zu meistern, vielleicht auch mit den Nachfolgern der Pumpen DPVO 550i und DPVD 550.





Kapitel 2

Alternative Antriebs- konzepte

Wasserstoff – die Zukunft des Verbrennungsmotors

In Zukunft werden Verbrennungsmotoren nicht mehr nur mit fossilem Diesel betrieben. Um Klimaneutralität zu ermöglichen, müssen Energieträger aus erneuerbaren Energien oder nachhaltigen Quellen eingesetzt werden, zum Beispiel E-Fuels oder Wasserstoff. Die Möglichkeit, Wasserstoff direkt im Motor zu verbrennen ist eine der am schnellsten umzusetzenden Wege, mobile Off-Highway-Fahrzeuge mit ihrer Vielzahl an unterschiedlichen Anwendungen CO₂-neutral anzutreiben.

Im Gespräch mit der Geschäftsleitung zweier Komponenten-Standorte, die sich mit der Entwicklung CO₂-neutraler Lösungen beschäftigen, einen Einblick in ihre Sicht auf das Thema.

Ulrich Weiss ist technischer Geschäftsführer der Liebherr Machines Bulle SA (Schweiz), die sich mit der Herstellung und Entwicklung von Hydraulikkomponenten, Verteilergelassen und Verbrennungsmotoren beschäftigt. All diese Komponenten werden in einer Vielzahl von Liebherr-eigenen Geräten, aber auch in denen anderer OEMs erfolgreich eingesetzt. Richard Pirkl ist Geschäftsführer für den Bereich Technik und Entwicklung der Liebherr-Components Deggen-dorf GmbH (Deutschland). Am Standort entwickeln und produzieren rund 500 Mitarbeitende Einzelkomponenten und Systemlösungen für Kraftstoffeinspritzanlagen. Die beiden Unternehmen gehen gemeinsam die Herausforderung der CO₂-Neutralität an, die derzeit die Welt bewegt. Die mit Liebherr-Einblassytemen ausgestatteten Wasserstoff-

verbrennungsmotoren (ICEs) sind eine mögliche Lösung, um diese Herausforderung zu meistern.

Herr Weiss, könnten Sie uns bitte zunächst erläutern, warum Sie glauben, dass der Verbrennungsmotor als Antriebslösung für schwere mobile Off-Highway-Fahrzeuge bestehen bleiben wird?

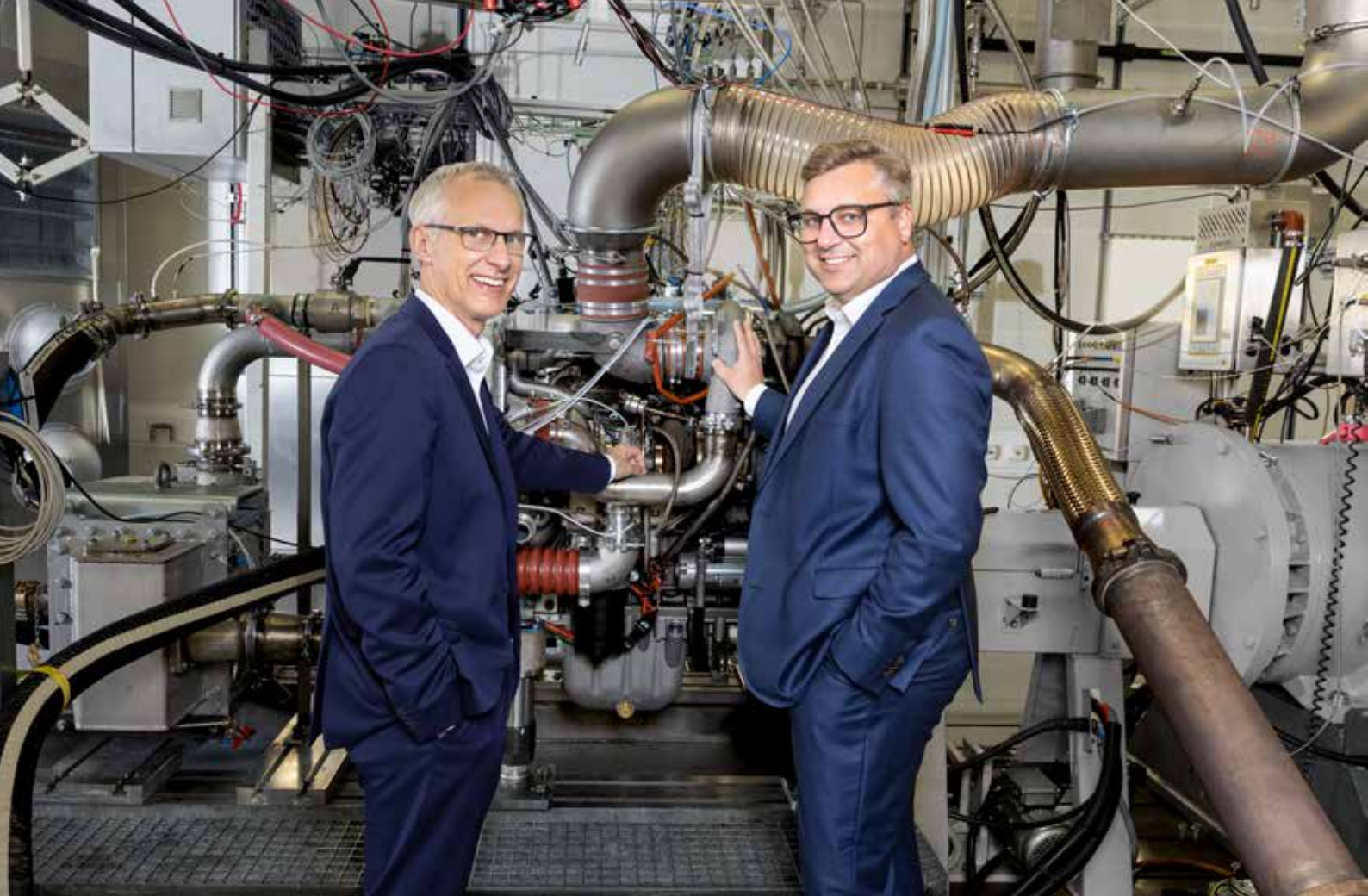
Aus unserer Sicht als Motorenhersteller ist der Verbrennungsmotor nach wie vor die einzige Lösung, die es Off-Highway-Anwendungen ermöglicht, hohe Leistung unter extremen Einsatzbedingungen zu erbringen. Dazu zählen beispielsweise hohe oder niedrige Luftfeuchtigkeit, Höhenlagen, staubige Luft, starke Erschütterungen und Vibrationen. Aus heutiger Sicht sind andere Antriebslösungen, wie Brennstoffzellen oder Elektrobatterien, nicht in der Lage, unter diesen typischen Off-Road-Bedingungen effizient und zuverlässig zu arbeiten. Wir sind daher davon überzeugt, dass der Verbrennungsmotor als Antriebslösung bestehen bleibt. In Bezug auf die Umweltverschmutzung ist nicht der Verbrennungsmotor als solcher das Problem, sondern der Kraftstoff und die Emissionen, die er bei seiner Verbrennung verursacht. Die Herausforderung besteht darin, den geeigneten Kraftstoff zu finden und die richtige Anpassung am Motor vorzunehmen, um den Kraftstoff emissionsfrei zu verbrennen.

Welchen Kraftstoff würden Sie auf diesem Weg zur CO₂-Neutralität als geeignet ansehen und warum?

Wir konzentrieren unsere Forschungs- und Entwicklungsak-

Von links nach rechts: Richard Pirkl und Ulrich Weiss





tivitäten nicht ausschließlich auf eine einzige Kraftstofflösung, da wir glauben, dass es in Zukunft mehrere Lösungen geben wird. Diese hängen wiederum von ganz unterschiedlichen Faktoren ab, die sich von einer Branche und Anwendung zur anderen unterscheiden. Wasserstoff ist eine dieser Optionen. Bei seiner Verbrennung entstehen keine CO₂-Emissionen, was ihn zu einem vielversprechenden kohlenstofffreien Kraftstoff macht. Mit unseren Erfahrungen aus der Entwicklung und Industrialisierung von Verbrennungsmotoren wird es uns daher möglich sein, Wasserstofftechnologien ohne übermäßige Risiken schnell auf den Markt zu bringen.

Könnten Sie uns bitte mehr über den aktuellen Entwicklungsstand Ihrer Wasserstoffmotoren erzählen?

In den vergangenen Jahren haben wir bei Liebherr erheblich in die Entwicklung von Wasserstoffmotoren und Testanlagen investiert. Unsere Prototyp-Motoren befinden sich seit 2020 in der Erprobung. Und sie liefern vielversprechende Ergebnisse in Bezug auf Leistung und Senkung von Emissionen. Dabei wurden verschiedene Einblas- und Verbrennungstechnologien, darunter die Saugrohreninblasung (PFI) und die Wasserstoff-Direktinblasung (DI), untersucht. Erste Prototypmaschinen mit diesen Lösungen sind seit 2021 in Betrieb. Die Weiterentwicklung und Validierung der notwendigen Anpassungen für einen effizienten Betrieb des Motors mit Wasserstoff, wie z.B. ein neuer Turbolader, ein Zündsystem oder ein Abgasrückführungssystem, ist in den nächsten drei Jahren geplant. Wir gehen davon aus, dass wir bis 2025 mit der Serienproduktion von Wasserstoffmotoren beginnen werden.

Herr Pirkl, Sie sind Experte auf dem Gebiet der Einspritztechnologien. Worin unterscheiden sich diese beiden Verbrennungskonzepte?

Bei der Saugrohreninblasung wird der Wasserstoff direkt in den Ansaugtrakt geleitet. Sie ist für Drücke unter 20 bar ausgelegt. Der Injektor ist dabei einer einfacheren und weniger aggressiven Umgebung außerhalb des Brennraums ausgesetzt. Das heißt, er muss geringeren Temperaturen und Drücken standhalten und ist daher in seinem Design einfacher umsetzbar. Außerdem ist die Gemischbildung im Saugrohr deutlich gleichmäßiger, wodurch geringere Stickoxidemissionen entstehen. Nachteilig ist hierbei jedoch eine geringere Leistung sowie ein trägeres Ansprechverhalten des Motors im Vergleich zum Diesel und der Wasserstoff-Direktinblasung. Die Wasserstoff-Direktinblasung im Niederdruckverfahren (LPDI) erfolgt mit Drücken unter 60 bar direkt in den Zylinder, also in den Brennraum. Das ermöglicht eine Leistungsdichte ähnlich dem Dieselmotor. Durch den Einbau in den Brennraum ist der Injektor natürlich höheren Temperaturen und Drücken ausgesetzt, was das Bauteil viel komplexer in Design und Ausführung macht. Im Vergleich zu PFI gestaltet sich die gleichmäßige Gemischbildung im Zylinder schwieriger als im Saugrohr. Das LPDI-Verfahren eignet sich, aus unserer Sicht, ideal für hochdynamische Applikationen, die eine hohe Leistungsdichte des Motors erfordern und einen beschränkten Motorraum haben. Ganz klassisch sind das beispielsweise mobile Baumaschinen.

Was sind aus Ihrer Sicht die größten Herausforderungen bei der Einblasung von Wasserstoff?

Die größten Herausforderungen bei der Entwicklung eines Wasserstoff-Einblassystems für Verbrennungsmotoren stellen unterschiedliche Verbrennungsprozesse und das Verhalten des Mediums Wasserstoff dar. Während der flüssige Diesel in den Motor eingespritzt wird und zugleich als Schmiermedium für die beweglichen Steuerteile im Injektor dient, wird der gasförmige Wasserstoff, der über keinerlei Schmiereigenschaften verfügt, über ein spezielles Ventil in den Brennraum geblasen. Der kritische Faktor dabei ist, den Verschleiß zwischen den Steuerbauteilen so gering wie möglich zu halten. Dennoch sind unsere Wasserstoffkomponenten durch geeignete konstruktive Maßnahmen darauf ausgelegt ohne zusätzliche Schmierstoffe zu funktionieren. Darüber hinaus muss das Konzept des Wasserstoffinjektors auch eine besondere Gasdichtheit ermöglichen. Das heißt, es darf keine undichte Stelle auftreten. Gerade bei der Arbeit mit Wasserstoff ist das nicht so einfach. Denn bei Wasserstoff handelt es sich um das Element mit der kleinsten Atommasse. Daher kann er auch winzige Lücken nutzen, um zu entweichen. Um dies zu verhindern, verwenden wir ganz spezielle Materialien und Materialkombinationen nach dem neuesten Stand der Technik, die eine maximale Wasserstoffdichtheit garantieren.

Was macht die Liebherr-Lösung so einzigartig?

Zunächst ist da natürlich die lange Geschichte der Komponenten, die sich in den Liebherr-eigenen Anwendungen bewährt haben – so auch unser Wasserstoffmotor einschließlich des Einblassystems. Das bedeutet, dass hohe Qualität und Innovationsgeist bei allem was wir tun fest verankert sind. Unsere Komponenten für das Wasserstoff-Einblassystem wurden von vornherein ausschließlich für Wasserstoff konzipiert. Das bedeutet letztlich, dass für den reibungslosen Betrieb unserer H₂-Injektoren kein Schmieröl notwendig ist, anders als bei gängigen Diesel-Injektoren. So können wir eine ungewollte Verschmutzung des Wasserstoffs im Injektor vermeiden und eine saubere Verbrennung ermöglichen. Obgleich die meisten Kunden im LPDI-Verfah-

ren Drücke von 15 bis 30 bar fordern, haben wir uns entschieden, den LPDI-Injektor so zu designen, dass er sich auch bei 60 bar zuverlässig betreiben lässt. So bietet er eine hohe Flexibilität was seinen Einsatzbereich anbelangt.

Herr Pirkl und Herr Weiss, wo sieht Liebherr-Components den Einsatzbereich von Wasserstoff-Verbrennungsmotoren?

Überall dort wo Batterie oder Brennstoffzelle an ihre Grenzen kommen. Das sind vorrangig die Anwendungen, bei denen der Motor starken Vibrationen ausgesetzt ist oder viel Staub und Schmutz vorkommen, die den Wasserstoff verunreinigen könnten. Aus unserer Sicht sind das vor allem mobile Baumaschinen wie der Radlader oder aber auch schwere Nutzfahrzeuge wie kommunale Müllabfuhrwagen. Sinnvoll wäre der Einsatz auch im Zugverkehr oder in kleineren maritimen Anwendungen wie dem Hafenschlepper. In solchen Einsatzgebieten sind Logistik und Reichweite besonders gut kalkulierbar. Bei der Bahn beispielsweise ist die Infrastruktur einfach. Man weiß immer, wo der Zug hinfährt und wie lange eine Fahrt dauert. Das macht den Einsatz und Verbrauch von Wasserstoff sehr gut planbar. Die Infrastruktur ist auch ein Argument für den Einsatz küstennaher maritimen Anwendungen, wenn man davon ausgeht, dass Wasserstoff in Zukunft über unsere Häfen importiert wird.

Ulrich Weiss ergänzt: In der Tat ist die Versorgung mit Wasserstoff ein wichtiger Punkt. Die Energie muss zur Maschine kommen und nicht andersherum. In Zukunft werden wir auch Lösungen für Arbeitsplätze ohne Infrastruktur brauchen. Um die Antwort von Herrn Pirkl zu ergänzen: Stromerzeugung in Rechenzentren wäre eine weitere Anwendung, die sich perfekt für die Nutzung von Wasserstoff eignet. Die Produktionsanlagen für Wasserstoff könnten sehr nahe an den Motoren installiert werden. Dies würde es ermöglichen, Leckagen zu minimieren und den enormen Energieverbrauch zu vermeiden, der erforderlich ist, um den Wasserstoff von der Produktionsanlage zu dem Punkt zu befördern, an dem er verbrannt wird.

„Wir konzentrieren unsere Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten nicht ausschließlich auf eine einzige Kraftstofflösung, da wir glauben, dass es in Zukunft mehrere Lösungen geben wird.“

Ulrich Weiss

Geschäftsführer Liebherr Machines Bulle SA

H2-Direkteinblasung für eine saubere Zukunft

Seit der industriellen Revolution, die eine weitreichende Veränderung der Produktionsprozesse in der ganzen Welt einleitete, ist die Menschheit in vielen Bereichen des täglichen Lebens auf fossile Brennstoffe angewiesen. Sie werden als Treibstoff für Fahrzeuge, zum Heizen und zur Deckung des gesamten Lebensmittelbedarfs verwendet.

Unsere Abhängigkeit von Öl, Kohle und Erdgas ist jedoch auch zu einer unmittelbaren Bedrohung für das globale Ökosystem und die menschliche Gesundheit geworden. Aus diesem Grund wurden trotz der Vorherrschaft fossiler Brennstoffe weltweit eine Reihe gesetzlicher Strategien umgesetzt, um die Umwelteinflüsse möglichst zu minimieren und den Einsatz alternativer Energiequellen zu ermöglichen.

Seit vielen Jahren gilt Wasserstoff als vielversprechende Alternative zu fossilen Brennstoffen, da sein Einsatz frei von kohlenstoffhaltigen Emissionen ist und gleichzeitig eine hohe Energieeffizienz bietet. Darüber hinaus kann Wasserstoff aus erneuerbaren Energiequellen hergestellt werden.

H2-Direkteinblasung: Herausforderungen und Lösungen

Liebherr ist bestrebt, einen Beitrag zu einer sichereren Umwelt im Einklang mit den aktuellen Energietrends zu leisten. Dabei konzentriert sich das Produktsegment Komponenten auf die Entwicklung einer breiten Palette von Technologien

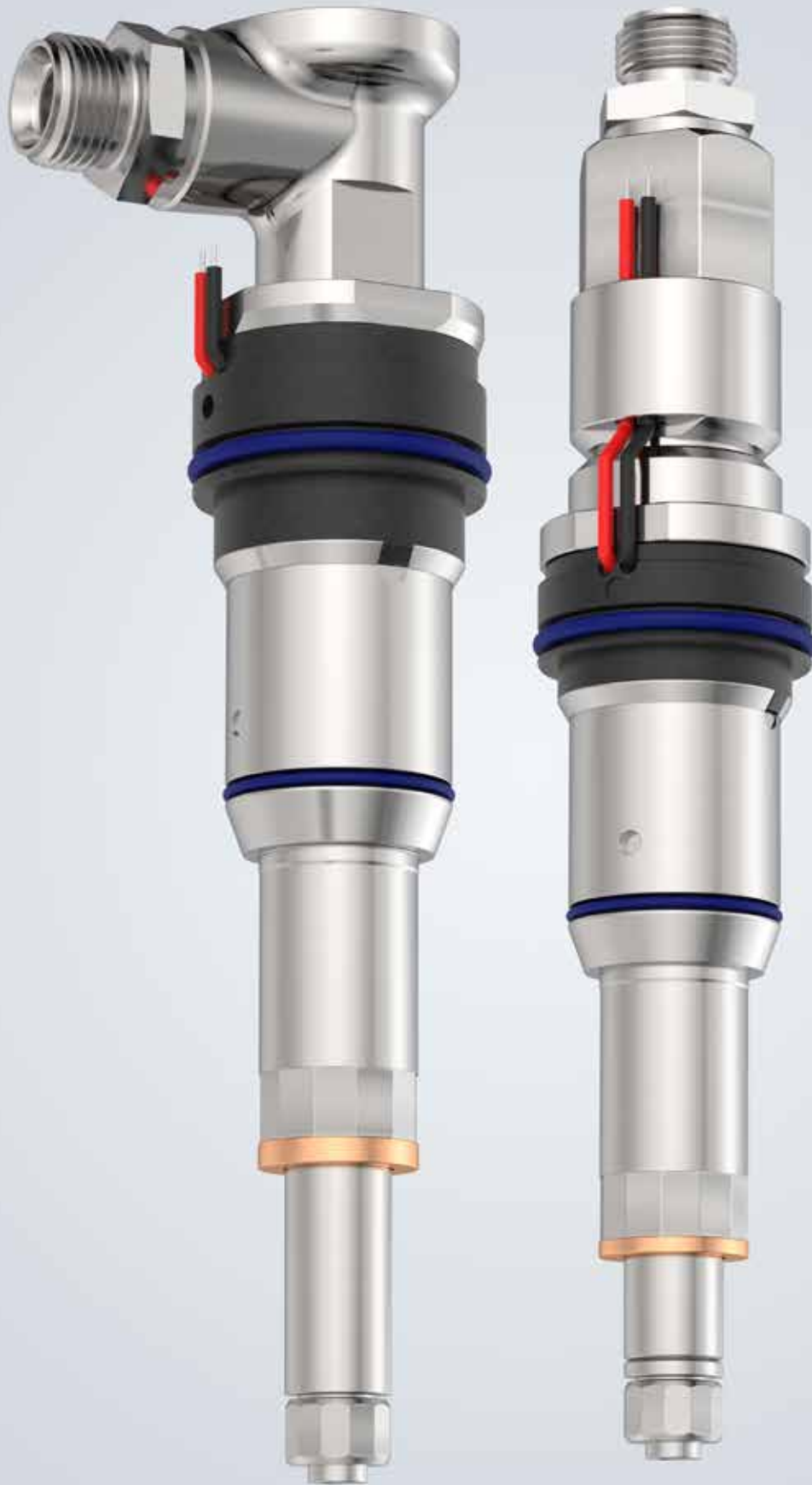
Einblasssystem inklusive Druckregelung



Die asymmetrische Geometrie der Diffusor-Kappen ermöglicht unterschiedlichste Einblaswinkel.

für den Wasserstoff als Kraftstoff der Zukunft. Eine dieser Technologien wird derzeit bei der Liebherr-Components Deggendorf GmbH (Deutschland) erforscht, wo auch die Kraftstoffeinspritzsysteme hergestellt werden. Derzeit testet Liebherr dort H2-Einspritzdüsen und ihre Fähigkeit, dem hohen Druck standzuhalten, der sich im Inneren der Einspritzdüsen aufbaut. Dies kann während des Betriebs zu Düsensleakagen führen. Bislang konnte Liebherr sehr vielversprechende Ergebnisse erzielen, die es dem Unternehmen ermöglichen, die Injektorkonzeption weiter zu verfolgen und auszubauen.

Mit einem systemorientierten Ansatz für die Wasserstoff-einblasung soll die Leistung eines H2-DI-Motors an die eines Dieselmotors angeglichen werden. Dazu muss jedes System in der Lage sein, hohe Durchflussraten zu gewährleisten. Aufgrund der geringen Dichte von Wasserstoffgas benötigt ein Injektor große Ventilquerschnitte. Um eine präzise Steuerung auch kleinster Mengen zu ermöglichen, muss der Systemdruck punktgenau geregelt werden. Beim Wasserstoff-Einblasssystem von Liebherr wird dies durch ein Gasmengenregelventil erreicht. Neben den Aktivitäten im Bereich der Direkteinblasung arbeitet Liebherr parallel an Komponenten für die Saugrohreinsaugung, um unterschiedlichen Motoranforderungen gerecht zu werden.



H2-Injektor mit axialen oder radialen Eingängen

Die Baustelle der Zukunft





Der Liduro Power Port – mobiles Energiespeichersystem zur lokal emissionsfreien Versorgung von Baustellen

Noch ist offen, ob und wann die Baustellen der Zukunft mit autonom agierenden Maschinen und Robotern betrieben werden. Klar ist aber: die Elektrifizierung und Digitalisierung schreiten auch hier mit großem Tempo voran – angetrieben durch effizienzsteigernde Technologien und die globalen Entwicklungen in Sachen Klima, Politik und Sicherheit. Werfen wir also einen Blick darauf, wie Liebherr diese Entwicklungen mit einem umfassenden Ansatz begleitet und die Technologien vorantreibt.

Verringerung der Emissionen

Baustellen werden in den kommenden Jahren deutlich stärker elektrifiziert werden, um unsere lokalen und nationalen Klimaziele zur Verringerung von Emissionen zu erreichen. Derzeit wird ein Teil der Gesamtemissionen in Städten, wie z.B. CO₂, Motorenlärm und Feinstaub, durch mobile Arbeitsmaschinen und Dieselgeneratoren verursacht. Um die Reduzierung der Emissionen zu ermöglichen, arbeiten Liebherr-Ingenieure an effizientesten Lösungen für hybride und vollelektrische Antriebe, die den besonderen Anforderungen emissionsfreier Maschinen und Fahrzeuge gerecht werden. Leistungselektronik, Motoren und Getriebe sind darauf ausgelegt, auf kleinstem Bauraum maximale Leistung zu erzielen.

Mobile Energiespeichersysteme

Hybrid oder vollelektrisch betriebene Baumaschinen und Fahrzeugflotten werden in Zukunft auf innerstädtischen und peripher gelegenen Baustellen einen deutlich höheren Bedarf an elektrischer Energie verursachen. Um diesen stetig wachsenden Energiebedarf mit höchster Effizienz zu decken – insbesondere auf Baustellen mit begrenzter oder fehlender Stromversorgung – entwickelt Liebherr mobile Energiespeichersysteme. Elektrifizierte Maschinen wie Krane, Bagger und Radlader können über die batteriegestützten Energiespeicher emissionsfrei vor Ort betrieben bzw. geladen werden. Zu den größten Herausforderungen der voll elektrifizierten oder hybrid betriebenen Baustellen gehören unter anderem der Einsatz von Maschinen mit maximaler Leistung, das Aufladen aller Maschinen während den Arbeitspausen oder das Glätten von Stromspitzen auf Baustellen mit begrenzter Netzversorgung. Liebherr widmet

sich diesen Herausforderungen durch die Entwicklung von Energiespeichersystemen mit höchster Leistungsdichte, Effizienz und Qualität.

Dimensionierung von Energiequellen

Unternehmen, die Baustellen bzw. Maschinen- und Fahrzeugflotten betreiben, werden sich in den kommenden Jahren vor der Herausforderung sehen, die Energiebedarfe ihrer Flotten vorausschauend zu planen und die elektrische Energieversorgung für unterschiedlichste Baustellenarten sicher aufzustellen.

Als Baumaschinenhersteller ist Liebherr bereit, seine Kundschaft bei der Planung der Rahmenbedingungen für die Energieversorgung professionell zu unterstützen. Auf Basis des internen Know-hows zur Elektrifizierung von Baumaschinen hat Liebherr Werkzeuge entwickelt, um den genauen Energiebedarf der kundenspezifischen Maschinenflotten zu berechnen.

Deckung von Energiebedarfsspitzen

Viele Baustellen haben nur begrenzten und manchmal keinen Zugang zu Stromnetzen. Um die Leistungsspitzen der Maschinen abzufangen, können Energiespeichersysteme eingesetzt werden, die den Leistungsprofilen der Maschinen oder einer bestimmten Baustelle entsprechen. Ein Energiespeichersystem kann einen unzureichenden Netzanschluss ergänzen oder als „Inselnetz“ genutzt werden – also dann, wenn kein Netzanschluss vorhanden ist.

Energie-Effizienz

Hohe Lastspitzen und längere Intervalle mit sehr geringem Strombedarf, zum Beispiel beim Betrieb von Computern, kleinen Heizlüftern oder Maschinen, sind typisch für Baustellen. Ein elektrisches Energiespeichersystem liefert Strom ohne Überschuss und Verschwendung – nämlich genau dann, wenn dieser durch die unterschiedlichen Verbraucher auch benötigt wird. Es reduziert somit ineffiziente Phasen vergleichbarer Dieselgeneratoren bei geringen Lasten. Hierdurch kann die Energie-Effizienz deutlich gesteigert werden.

Sauber, leiser, sicherer – elektrisch!

Die Vorteile elektrischer Baumaschinen beschränken sich nicht auf die Begrenzung schädlicher Klimagase. Ermüdungsfreies Arbeiten, Einsparungen bei den Treibstoffkosten und Vorteile bei der Auftragsvergabe steigern das Interesse der Anwender:innen. Auch in der Baubranche findet ein Umdenken statt. Grundvoraussetzung ist jedoch eine vergleichbare Leistung der elektrischen Maschinen zu den bewährten Verbrennern. Geht das? Und wenn ja, wie? Zur Auswahl stehen unter anderem elektro-hydraulische und vollelektrische Konzepte, mit unterschiedlichen Vorteilen. Der Geschäftsbereich Antriebstechnik des Liebherr-Produktsegments Komponenten unterstützt beides mit passenden Fahrtriebskomponenten.

Das Ziel ist klar: Bis zum Jahr 2050 will die EU klimaneutral werden und dazu ihren CO₂-Netto-Ausstoß um 100 Prozent reduzieren. Ähnliche Strategien verfolgen auch die meisten Länder in Asien und Amerika. 195 Staaten haben sich im Pariser Klimaschutzabkommen das Ziel gesetzt, bis zum Jahr 2050 den Ausstoß von Treibhausgasen drastisch zu senken. Eine Vorreiterrolle nimmt dabei der Sektor Mobilität ein. In der Automobilindustrie ist der Wechsel von fossilen Brennstoffen hin zu elektrischen Antriebskonzepten längst eingeleitet. Nun rücken weitere Branchen und Anwendungen in den Fokus. Die Baubranche ist dabei ein gewichtiger Faktor: Schätzungen zufolge ist sie für rund 35 Prozent des weltweiten Energieverbrauchs und für mehr als die Hälfte der Emissionen klimaschädlicher Gase verantwortlich. Einsparungen in der Produktion von Baustoffen, aber auch beim Einsatz von Maschinen im Hoch- und Tiefbau, in der Verladung und beim Transport können einen maßgeblichen Beitrag zum Erreichen der Klimaziele leisten. Doch kann das, was im kleinen E-Auto gelingt, auch auf schwere Baumaschinen und Off-Highway-Anwendungen übertragen werden? „Ja, das geht – und wir machen es bereits“, erklärt Falk Nübel, Projektleiter Entwicklung Raupenkrane im Liebherr-Werk Nenzing (Österreich).

Gemeinsam mit dem Geschäftsbereich Antriebstechnik bei der Liebherr-Components in Biberach (Deutschland) haben die Entwicklungsabteilungen in Nenzing in den vergangenen Jahren Maschinen für schwere Anwendungen wie Bohrgeräte und Raupenkrane erfolgreich elektrifiziert. „Wir sprechen hier nicht mehr von der fernen Zukunft. Unsere Maschinen bewähren sich bereits auf zahlreichen Baustellen und in unterschiedlichen Ländern im täglichen Einsatz bei unseren Kunden.“ Dabei zeigt sich, dass der Umstieg gleich mehrere Vorteile bringt: „Ein wichtiger Nebeneffekt ist die erhebliche Lärmreduzierung auf den Baustellen. Das empfinden die

Maschinenführer als echten Zugewinn und zusätzlichen Sicherheitsfaktor,“ so Nübel.

Raupenkrane und Bohrgeräte – „unplugged“

Das Team im Liebherr-Werk Nenzing hat die Entwicklung hin zur Elektrifizierung bereits recht früh angestoßen und auf der Bauma 2019 das erste batteriegetriebene Drehbohrgerät präsentiert. Im selben Jahr wurde Oslo die Umwelthauptstadt Europas und beschleunigte mit den daraus resultierenden Anforderungen den Trend noch weiter. Damals kamen von dort die ersten Kunden auf Liebherr zu und bekundeten ihr Interesse an elektrisch angetriebenen, schweren Baumaschinen. Denn bis 2050 möchte die norwegische Hauptstadt fossilfrei werden – und bereits bis 2030 ihre Emissionen aus fossilen Brennstoffen um die Hälfte reduzieren. „Local Zero Emission“ lautet seitdem die Devise, entsprechend hoch sind bereits heute die Vorgaben zum Emissionsschutz auf den Baustellen. Weitere Städte wie London, Luzern und Hongkong sowie Länder wie Schweden und Finnland wollen diesem Beispiel folgen. In Norwegen wurde dann auch im November 2020 der erste batterieelektrische Liebherr-Raupenkran von Kynningsrud Nordic Crane AS eingesetzt. Und viele weitere folgten. Inzwischen bietet Liebherr das elektrifizierte Bohrgerät LB 16 ohne Kabel, also „unplugged“ an sowie vier Raupenkrane: angefangen vom 130t Kran LR 1130.1 unplugged, über den LR 1160.1 unplugged und LR 1200.1 unplugged bis zum 250t LR 1250.1 unplugged. Die Bohrgeräte LB 25 und LB 30 sowie





HDD-Bohrgerät (horizontale Richtbohrungen)

das Rammgerät LRH 100 in der unplugged-Version belegen die kontinuierliche Erweiterung der unplugged Modelle.

Liebherr fährt elektro-hydraulisch

Bei seinen aktuellen Maschinen setzt Liebherr auf ein batterie-elektrisches Antriebssystem mit hydraulischer Leistungsverteilung auf die Funktionen „drehen, fahren und heben“. Das bedeutet, ein batterie-gespeister Elektromotor liefert die nötige Leistung, die Umsetzung erfolgt hydraulisch – wie bei den konventionellen Varianten mit Verbrennungsmotor auch. Falk Nübel erläutert die Vorteile: „Der elektro-hydraulische Antrieb ist kompatibel zu bestehenden Ausrüstungen, sodass alle Funktionalitäten einfach weitergenutzt werden können. Zudem zeigen die Maschinen das gewohnte Fahr- und Steuerungsverhalten. Die Bedienung erfolgt also wie bisher, was den Umstieg vereinfacht. Aus unserer Sicht ist aber am wichtigsten: Wir erreichen mit dem elektro-hydraulischen Antrieb ohne Performance-Verluste die gewohnt hohe Zuverlässigkeit und Leistung und zugleich das gewünschte Ziel ‚Zero Emission‘ sowie eine deutliche Lärmverringerung. Unsere Kunden berichten sogar, dass die Steuerung und Positioniergenauigkeit der Raupenkrane noch feinfühler ist.“ Und es gibt noch weitere Pluspunkte von den Kranfahrern: „Raupenkrane müssen häufig am Tag im Ruhebetrieb warten, teils bis zu 60 bis 70 Prozent ihrer Einsatzzeit. Beim Dieselantrieb läuft in dieser Zeit meist ständig der Motor, beim E-Antrieb nicht. Für den Fahrer ist das ein doppelter Gewinn: Zum einen ist die Maschine leiser und aufgrund der geringeren Vibrationen auch weniger ermüdend, zum anderen wird der Energieverbrauch erheblich reduziert.“

STREICHER setzt auf vollelektrisch

Der geringere Lärm elektrischer Maschinen ist auch für Boris Böhm, verantwortlich für Business Development & Equipment bei MAX STREICHER, ein wichtiger Aspekt, der nicht unterschätzt werden darf: „Unsere Driller sagen, dass sie nach einem Arbeitstag mit unserem neuen vollelektrischen HDD-Bohrgerät (horizontal directional drilling) viel weniger müde sind als früher. Lärm bedeutet Stress und die geringere Lautstärke im Baustellenumfeld wird von unseren Mitarbeitern als wichtiger Beitrag zum Arbeitsschutz wahr-

Boris Böhm (MAX STREICHER)



genommen.“ Die STREICHER-Gruppe ist unter anderem im Rohrleitungsbau tätig und bietet dafür zugleich als Maschinenhersteller die notwendige Technik. Das neue HDD-Bohrgerät von STREICHER setzt dabei auf einen vollelektrischen Antrieb ohne Hydraulik. „Da wir von Grund auf eine Neukonstruktion angehen konnten, haben wir uns gleich konsequent für eine vollelektrische Lösung entschieden“, erläutert Boris Böhm. Mit der Liebherr-Antriebstechnik wurde dafür ein kompetenter Systemlieferant gefunden. „Wir benötigen einen Partner, der offen für neue Entwicklungen ist. Und wir wollten keine Sonderentwicklung, sondern Standard-Komponenten verwenden. Das ist wichtig für den späteren Support, die Ersatzteillogistik und die Wirtschaftlichkeit. Bei Liebherr waren alle für uns erforderlichen Lösungen und Komponenten bereits vorhanden. Langfristig hilft uns auch der internationale Support von Liebherr beim weltweiten Einsatz unserer Maschinen.“ Beim neuen HDD-Gerät schöpft STREICHER die Möglichkeiten des rein elektrischen Antriebs voll aus. So sind die Reaktionszeiten laut Anja Leitsch, verantwortlich für das Produktmanagement, kürzer als mit einer Diesel-Hydraulik: „Die Kraft setzt direkt vorne an und wir sind beim Bohren viel schneller. Daraus ergibt sich ein neues, anderes Bohrgefühl. Wer sich darauf einlässt, spürt rasch den Charme.“ Für die STREICHER Gruppe ist die Zukunft deshalb auf jeden Fall elektrisch. Inzwischen hat STREICHER sogar ein eigenes Label „ecotec“ für seine Maschinen eingeführt. Unter ecotec werden im Unternehmensbereich Gerätetechnik bei STREICHER ausschließlich nachhaltige und zukunftsweisende Anwendungen gebaut. „Wir sehen immer mehr Ausschreibungen, die Nachhaltigkeitsaspekte belohnen, und bei denen zum Beispiel der Einsatz elektrischer Maschinen vorzuziehen ist. Bauunternehmen, die sich darauf einstellen, haben klare Vorteile bei der Auftragsvergabe.“

Einbauraum, Drehzahl und Drehmomentübertragung – die Getriebeentwicklung läuft auf vollen Touren

Einschränkungen in der Anwendung eines elektrischen Antriebs bei diesen Beispielen sehen auch die Getriebe-Spe-

Falk Nübel (Liebherr-Werk Nenzing GmbH)



zialisten des Liebherr-Teams in Biberach keine. Die Experten liefern die Komponenten, die bei Liebherr in Nenzing in die Raupenkrane oder bei STREICHER in die Bohrgeräte verbaut werden. Ihre Aufgabe ist es, die erforderliche Leistung mit den Fahrtrieben umzusetzen. Matthias Kiebler, Vorentwicklung und Innovationsmanagement, sieht dabei unterschiedliche Wege zum Ziel: „Die Elektrifizierung geht schnell voran und wird mit den Engpässen und steigenden Kosten für fossile Brennstoffe nochmals beschleunigt. Wir werden in den kommenden Jahren sicherlich viele unterschiedliche Antriebsarten sehen – elektro-hydraulisch, vollelektrisch und hybride Lösungen mit Diesel- oder Wasserstoffmotoren. Die Herausforderung der Maschinen-Hersteller besteht in der Entscheidung, vorhandene Modelle an die neuen Antriebskonzepte anzupassen oder komplett neu zu konstruieren. Da eine Neukonstruktion Zeit und Erfahrung voraussetzen, werden kurz- und mittelfristig die Anpassungen überwiegen. Für uns als Komponentenhersteller bedeutet dies, dass wir mit dem gleichen Bauraum neue Anforderungen erfüllen müssen.“ Dabei muss die Liebherr-Antriebstechnik passende Getriebeleistungen für unterschiedlichste Anwendungen anbieten können und sich auch immer den neuen Herausforderungen knapper Bauraum, hohe Drehzahl, große Drehmomentdichte, bester Wirkungsgrad stellen. Auch für Falk Nübel bei Liebherr in Nenzing waren die Hauptanforderungen an die Fahrtriebe vor allem kompakt und leicht. „Wichtig ist eine einfache Integration der Komponenten in die Maschine, unter Einhaltung des zulässigen Transportgewichts – und natürlich ihre Zuverlässigkeit.“ Norbert Hausladen, leitender Ingenieur bei der Liebherr-Antriebstechnik ist dabei wichtig, immer auch die Anwendung im Blick zu behalten: „Wir sind ja nicht im Rennsport tätig, wo eine Maschine nach einem zweistündigen Einsatz sofort wieder gewartet wird. Unsere Fahrtriebe müssen im rauen Umfeld und unter allen denkbaren klimatischen Bedingungen weltweit und dauerhaft funktionieren – von -50 °C bis zu glühender Hitze, bei Regen, Schnee und Eis – deshalb dürfen wir sie auch nicht zu komplex und filigran gestalten.“

Doch das Team der Antriebstechnik in Biberach rechnet noch mit weiteren Wünschen der Kunden in der Zukunft. Thorsten Pohl, Vertriebsleiter der Liebherr-Antriebstechnik, meint dazu: „Ein großer Kostenvorteil bei elektrischen Antrieben ist ihr geringer Wartungsaufwand. Hier werden künftig die Erwartungen an die Getriebe ebenfalls entsprechend wachsen.“ Ein wichtiger Punkt auch für Maximilian Apfelbeck, Leiter der Elektrotechnik bei STREICHER: „Ein geringer Wartungsaufwand ist auch für uns ein entscheidendes Kriterium, da unsere Maschinen viel in schwer zugänglichem Gelände eingesetzt werden.“ Und die Geräuschentwicklung wird künftig sicherlich verstärkt zum Thema. Denn: Ist der Motorenlärm weg, hört man das Getriebe. „Im Grunde liegen alle Themen bereits auf dem Tisch – wir wissen nur noch nicht, was davon als Nächstes kommt“, so Frowin Wack, Entwicklungsleiter Antriebstechnik bei Liebherr in Biberach. „Sicher ist aber, dass die Lösungsansätze in den kommenden Jahren zahlreicher werden.“ Deshalb beschäftigt sich die Produktentwicklung in Biberach mit unterschiedlichsten Antriebsszenarien, um für die zukünftigen Anforderungen gerüstet zu sein.



Elektrifizierter Raupenkrahn

Windunterstützte Antriebe

Die Kraft des Windes nutzbar machen

Handelsadern der Welt

Nach Angaben der Internationalen Seeschiffahrtsorganisation (IMO) werden heute rund 90% des gesamten Welt-handels über die Handelsschiffahrt abgewickelt. Und die Nachfrage nach globaler Fracht steigt ständig, was zu mehr Möglichkeiten für die Wirtschaft, aber auch zu größeren Herausforderungen für die Umwelt führt.¹ Die Seeschiffahrt ist für 3% der gesamten Treibhausgasemissionen verantwortlich, aber laut IMO könnte sich diese Zahl bis zum Jahr 2050 verdreifachen.² Die meisten Megaschiffe sind immer noch auf Schweröl als Kraftstoff angewiesen. Bei dessen Verbrennung entsteht nicht nur Kohlendioxid, sondern auch umweltschädliches Schwefeldioxid. Um die Auswirkungen auf die Ökosysteme weltweit zu verringern, müssen Schiffe in bestimmten Regionen Treibstoff mit einem Schwefelgrenzwert von 0,1% verwenden oder Gasreinigungssysteme (Gaswäscher) einsetzen, um die Schwefeldioxidemissionen zu minimieren.³ Die Umrüstung von Schiffen oder die Verwendung alternativer Treibstoffe stellt die Reedereien jedoch vor große wirtschaftliche Herausforderungen. Eine mögliche Lösung wäre, die Kraft des Windes zu nutzen.

Unbegrenzte Kraft

Eine Sache, die die Ozeane in unbegrenzten Mengen liefern, ist Wind. Er ist frei zugänglich und vor allem umweltfreund-

lich. Die Ingenieure von Liebherr haben an einer Lösung gearbeitet, um die Kraft des Windes für die Schifffahrt mit sauberer Energie nutzbar zu machen. Sie umfasst zwei wesentliche Komponenten: ein Großwälzlager und ein Getriebe. Das Gesamtkonzept des windunterstützten Antriebs besteht aus hohen, futuristisch anmutenden Segeln, die sich in den Wind drehen und den konventionellen Schiffsantrieb mit Dieselmotoren um einen zusätzlichen Schub ergänzen. Die Technologie wandelt den Wind direkt in Vortrieb, um eine Vielzahl von Schiffen, wie z. B. Massengutfrachter, anzutreiben, und sorgt so für eine Senkung der Treibstoffkosten um bis zu 30% ohne Geschwindigkeitsverlust.

Das maritime Fachwissen richtig einsetzen

Bei der Entwicklung von Komponenten greift Liebherr auf jahrzehntelange Erfahrung in der Produktion von Offshore-Kranen und Windkraftanlagen, genauer gesagt von Blattlagern, zurück. Um die Kräfte auf hoher See besser zu verstehen und die gewonnenen Erkenntnisse in die Produktion der Komponenten einfließen zu lassen, hat Liebherr ein eigenes Werkzeug entwickelt. Damit können die Großwälzlager und Getriebe, die für die Drehung der Segel im Wind verantwortlich sind, optimal ausgelegt werden. Um das Eindringen von Salzwasser in das Lager und den Austritt von Fett zu verhindern, hat Liebherr spezielle Dichtungssysteme in den Groß-

Windunterstützter Antrieb: Das perfekte Zusammenspiel der Komponenten von Liebherr sorgt für die optimale Nutzung der Ressource Wind.



wälzlagern für Offshore-Anwendungen entwickelt, die für Sicherheit im Meerwasserbetrieb sorgen. Das Doppeldichtsystem besteht aus zwei Dichtlippen: Während die erste vor grobem Schmutz schützt, verhindert die zweite das Eindringen von Verunreinigungen. Dank der Doppeldichtung gelangt kein Meerwasser in das Laufbahnsystem, wodurch größere Schäden am Großwälzlager vermieden werden. Zusätzlich sorgt die maritime CX-Beschichtung nach DIN EN ISO 12944 dafür, dass die Oberfläche des Großwälzlagers meereswasserbeständig bleibt. Die Getriebe mit Schmierritzel sind optional mit einer Zahnsicherheitsgeometrie ausgestattet. Dadurch verklemmt die Verzahnung nicht und das gesamte System – das Großwälzlager und der Drehantrieb – ist vor größeren Schäden geschützt.

Dorthin gehen, wo der Wind weht

Um den Wind und seine Kraft in vollem Umfang zu nutzen, müssen sich die Segel in die richtige Position drehen können. Hier kommt das elektrische Verstellsystem von Liebherr ins Spiel. Als vormontiertes Modul arbeiten die Komponenten unterhalb des Segels zusammen, um die Segel auszurichten. Dabei gibt eine übergeordnete Steuerung den Segeln einen bestimmten Wert für die Drehung vor. Das elektrische Verstellsystem von Liebherr setzt diese Drehung dann mit einem Soll-Ist-Vergleich um. Ein integriertes Positionserfassungs- und Überwachungssystem sorgt für den ständigen Soll-Ist-Vergleich der Rotation. Darüber hinaus ist ein Schmieresystem in das Modul eingebaut. Gesteuert über den Schaltschrank, löst das System entsprechende Schmierintervalle für die Lagerlaufbahn, die Verzahnung und die Ritzel aus. Das Modul steht als eine Plug-and-Play-Lösung zur Verfügung. Da es komplett vormontiert ist, kann es in kürzester Zeit eingesetzt werden, so dass z.B. die Montage des Getriebes oder die Einstellung des Zahnflankenspiels entfällt.

¹ Quelle: <https://www.imo.org/en/OurWork/Environment/Pages/Default.aspx>
20.06.2022

² Quelle: <https://www.theoceanbird.com/the-oceanbird-concept/>
20.06.2022

³ Quelle: <https://www.imo.org/en/MediaCentre/HotTopics/Pages/Sulphur-2020.aspx>
20.06.2022

Alles in einem: Das elektrische Verstellsystem besteht aus Großwälzlager, Getriebe, Elektromotoren, Steuerungs- und Leistungselektronik, Schmieresystem und Positionserfassung.





Kapitel 3

Digitali- sierung

Am Puls der Komponenten

Digitale Verschleißmessung für Großwälzlager

Die Digitalisierung gilt als einer der vielversprechendsten Megatrends unserer Zeit. Kein Wunder, dass sie in so vielen Bereichen weltweit zu einem Schlagwort geworden ist, das man einfach nicht ignorieren kann. In den letzten Jahren haben zig Unternehmen bemerkenswerte Innovationen im Bereich der Digitalisierung eingeführt. Obwohl es sich bei diesem Begriff keineswegs um ein brandneues Phänomen handelt, sind die Möglichkeiten, die die Digitalisierung bietet, nahezu unbegrenzt. Durch neue Informationstechnologien und digitale Daten wurden neue Lösungen und Geschäftsmodelle entwickelt, um den Herausforderungen zu begegnen, mit denen sich die Anwender:innen weltweit konfrontiert sehen.

Und Liebherr arbeitet unermüdlich daran, bei der digitalen Transformation bestehender Technologien immer einen Schritt voraus zu sein, damit diese den steigenden Anforderungen des Marktes gerecht werden. Im Forschungsprozess stand dabei immer ein zentraler Aspekt im Vordergrund: die Fähigkeit, Komponenten während ihres Lebenszyklus zu verstehen und zu lesen. Dies wiederum ermöglicht weitere Konstruktionsverbesserungen für künftige Anwendungen von Bauteilen und gewährleistet die Bereitstellung von Produkten auf dem neuesten Stand der Technik.

Am Puls von Großwälzlagern

Mit der Zustandsüberwachung für Großwälzlager – Bearing Clearance Monitoring (BCM) – hat Liebherr ein digitales System entwickelt, welches sich exzellent für verschiedene Anwendungen wie Bergbau, Materialumschlag oder in maritimen Geräten eignet. Mit dem BCM kann der Lagerverschleiß in axialer und radialer Richtung sowie das Kippspiel gemessen werden. Ein solches digitales System sorgt nicht nur für Flexibilität bei der Messung, sondern auch für geringere Ausfallzeiten, niedrigere Kosten bei der Wartung und, vor allem, für einen erhöhten Personenschutz.

Der Schwerpunkt der digitalen Verschleißmessung liegt auf der Sicherheit des Personals. Da die Messgeräte bereits fest am Lager installiert sind, müssen Servicetechniker:innen keine Messuhren oder andere Messgeräte direkt am Großwälzlager, in gefährlichen Bereichen unter dem Bagger oder anderen Maschinen montieren. Ein weiterer Vorteil ist, dass die Messungen jederzeit selbstständig und ohne die Hilfe von externen Dienstleistern durchgeführt werden können.

Effiziente und sichere Wartung: digitale Verschleißmessung für Großwälzlager

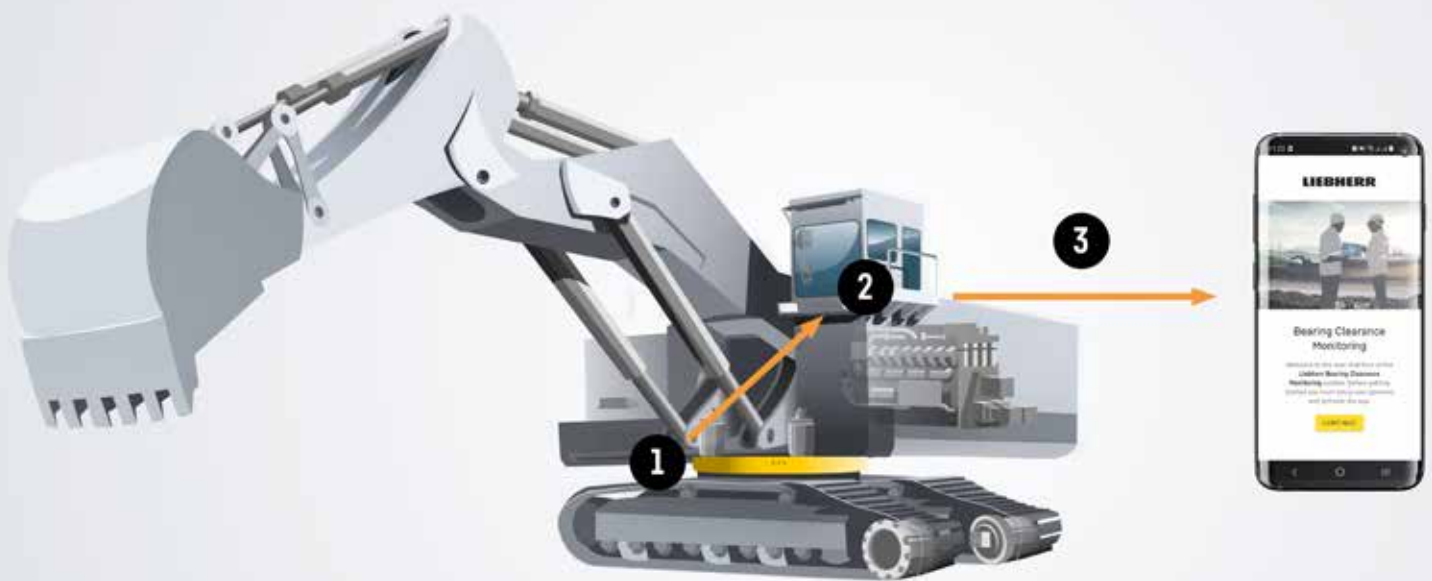


Die Funktionsweise des BCM

Die Sensoranschlussbox empfängt Daten von den am Großwälzlager angebrachten Sensoren und versorgt das gesamte BCM-System mit Strom. Das Gateway speichert alle Sensordaten und aktualisiert sie für das BCM. Dies ermöglicht einen autonomen Einsatz des Systems, auch in Regionen ohne Datenverbindung. Das kann in Bergwerken der Fall sein, da dort oft die notwendige Mobilfunkabdeckung fehlt, um eine ordentliche Verbindung aufzubauen. Über Bluetooth ist der Messvorgang anschließend aus sicherer Entfernung und ohne zusätzliches Netz möglich.



Großwälzlager mit Sensor



1 Sensoranschluss

2 Gateway

3 Datenverbindung und Update via Bluetooth

Das Bearing Clearance Monitoring System von Liebherr

Sicherheit durch Digitalisierung

Wie das Bearing Clearance Monitoring für mehr Sicherheit sorgt und dabei Kosten spart

Mit Hilfe von intelligenten Komponenten, welche mit Sensoren ausgestattet sind, lassen sich Anwendungen mit maximaler Effizienz warten. Neben Lösungen zur Messung der Betriebstemperatur und des Wassergehaltes in verschiedenen Geräten gehört auch das Bearing Clearance Monitoring (BCM) zu den neusten Innovationen des Produktsegments Komponenten von Liebherr. In einem aufschlussreichen Gespräch erklärt Wolfram Halder, Produktmanager des Geschäftsbereichs Großwälzlager, weshalb das neue BCM-System von Liebherr die Sicherheit rund um Anwendungen, zum Beispiel auf Baustellen, erhöht und dabei Effizienz steigert.

Herr Halder, was ist das Bearing Clearance Monitoring System und was kann es?

Unter dem Begriff Bearing Clearance Monitoring System verstehen wir ein digitales Verschleißmesssystem für Großwälzlager. Wir haben es hauptsächlich für die Bereiche Mining, Materialumschlag und maritime Anwendungen entwickelt. Unser System erlaubt es, mit dem im Lager fest integrierten Sensoren den Verschleiß von Großwälzlagern zuverlässig und konsistent zu messen. Die Messung kann über ein mobiles Endgerät oder über eine BUS-Schnittstelle, beispielsweise in einem Bagger, gesteuert und über einen Monitor angezeigt werden.

Die im Lager eingebauten Sensoren geben Messwerte an die Sensor Connection Box weiter, die an einer geschützten Stelle am Gerät angebracht ist. Die Messwerte werden dann ans Gateway geschickt und von dort aus weiter betrachtet, verarbeitet und analysiert. Das alles geschieht über unsere eigens dafür entwickelte App.

Unser Bearing Clearance Monitoring System erleichtert nicht nur die Messung des Verschleißes, sondern erhöht im gleichen Zuge auch die Messgeschwindigkeit. Da die Sensoren schon am Lager installiert sind, benötigt man für die digitale Messung nur noch 15 bis 30 Minuten. Im Gegensatz dazu dauern die analogen Messungen im Schnitt bis zu drei Stunden, da hier die Messuhr manuell angebracht werden muss. Dank unserer Neuentwicklung entfällt auch die Notwendigkeit für das Personal, sich in den Gefahrenbereich der Maschine zu begeben.

Ferner sind Updates beim Bearing Clearance Monitoring leicht übertragbar. Die Firmware des Gateways kann über ein mobiles Gerät bequem und einfach aktualisiert werden. Durch eine Meldung auf der App wird der Nutzer informiert, dass Aktualisierungen zur Verfügung stehen. Diese können dann bei der nächsten Messung auf das Gateway geladen werden.

Würden Sie uns bitte erzählen, wie die Idee zum Produkt entstanden ist?

Wir wissen, dass unsere Kund:innen mit hohen Kosten und Zeitaufwänden für die Verschleißmessung von Großwälzlagern konfrontiert sind. Aus diesem Grund haben wir das BCM-System entwickelt, da wir den Nutzen für unsere Kundschaft erhöhen und sie dabei unterstützen wollen, den maximalen Ertrag mit ihren Geräten zu erzielen. Mit unserer BCM-Lösung können Wartungen und der Austausch von Großwälzlagern im Voraus geplant werden, was wiederum die Einsatzdauer der Geräte erhöht.

Und was verspricht sich der Geschäftsbereich davon?

Mit dem neuen System nehmen wir intelligente Komponenten mit ins Produktportfolio der Großwälzlager auf und tätigen so einen wichtigen Schritt in Richtung Digitalisierung. Zum einen versprechen wir uns eine noch engere Zusammenarbeit mit unseren Bestandskund:innen. Zum anderen möchten wir natürlich auch neue Kund:innen gewinnen, die den Nutzen unseres Bearing Clearance Monitoring Systems erkennen und auch schätzen.

Wieviel Zeit hat die Entwicklung des neuen Systems in Anspruch genommen?

Insgesamt haben wir etwa zwei Jahre in die Produktentwicklung investiert.

Was macht, aus Ihrer Sicht, das Bearing Clearance Monitoring System so sicher?

Wie bereits erwähnt, erlauben die im Lager integrierten Sensoren die Verschleißmessung außerhalb des Gefahrenbereiches der Maschine, und dies ganz einfach über unsere App. Zudem entfällt die Notwendigkeit, externe Messdienstleistungen miteinzubeziehen.

Unser System bietet außerdem Sicherheit bei der Wartungsplanung und beugt dadurch vorausschauend Ausfälle vor.



Der Gefahrenbereich befindet sich direkt an der Stelle, an welcher das Servicepersonal bei einer manuellen Messung das Messgerät anbringt.

Wartungspläne von Maschinen setzen jeweils voraus, dass in regelmäßigen Abständen gemessen wird. Diese Messungen helfen dabei zu erkennen, wie der Zustand eines Lagers ist, ob es ausgetauscht werden muss oder weitere Maßnahmen zum Erhalt des Lagers notwendig sind. Eine davon wäre, beispielsweise, das Schmieren des Lagers. Sollte es doch noch ausgetauscht werden, kann diese Maßnahme frühzeitig eingeleitet werden. Wird ein Lager über den maximalen Verschleiß hinaus genutzt, kann auch die Anschlusskonstruktion des Geräts darunter leiden. Wenn dann ein neues Lager eingebaut wird, kann dieses durch die angeschlagene Anschlusskonstruktion in Mitleidenschaft gezogen werden, was die Lebensdauer des neuen Lagers minimiert.

Neben der Wartungsplanung war für uns bei der Entwicklung auch die Datensicherheit ein wichtiges Anliegen. Die Verbindung zwischen mobilem Gerät und Gateway findet über Bluetooth statt. Aus diesem Grund ist keine Cloud-Anbindung notwendig, was bedeutet, dass alle Messdaten auf dem Gerät bleiben. Außerdem gibt es keine Schnittstelle zwischen Gateway und Internet.

Welche Bedeutung hat das neue BCM-System für Sie persönlich und wohin wird Ihrer Meinung nach die weitere Entwicklung gehen?

Mit der Entwicklung von BCM haben wir einen Grundstein für die Digitalisierung unserer Großwälzlager gelegt. Außerdem sind wir kontinuierlich auf der Suche nach innovativen, digitalen Erweiterungen für unsere Lager, welche auch den nötigen Mehrwert für unsere Kundschaft und Interessenten bieten. Unsere Zustandsüberwachung für Lager ist dabei ein erster großer Schritt in Richtung vielversprechender Zukunft voller digitaler Lösungen, die unseren Komponenten noch mehr Aufwind verschaffen werden.



Wolfram Halder (Liebherr-Components Biberach GmbH)





Mit 360° zu mehr Effizienz

Rundumsicht für mobile Maschinen

In unserem Privatleben werden wir alle zunehmend zu Hobbyfotografen – nicht zuletzt durch die sozialen Medien. Bei der Auswahl der richtigen Kamera hat man die Qual der Wahl. Hochauflösend, klar, möglichst kompakt noch dazu und robust muss sie sein, um auch die anspruchsvollste Mountainbiketour in Bildern festzuhalten. Nun nehme man diese Anforderungen mal 100 – und schon befinden wir uns im Milieu der mobilen Arbeitsmaschinen. Digitale Bilder haben hier nochmal eine ganz andere Bedeutung.

Lernen Sie nun LiXplore® kennen – Liebherr's neue Produktreihe aus digitalen Kamera-Monitor-Lösungen. Hochauflösende Digitalkameras von Liebherr liefern detaillierte Bilder und bieten den Fahrer:innen mehr Effizienz und Komfort. „Digitale Ethernet-Kameras und Displays für mobile Arbeitsmaschinen produzieren wir bereits seit mehr als zehn Jahren. Die Erfahrungen und das gewonnene Know-how führen wir nun in der LiXplore®-Produktreihe zusammen“, so Alexander Bertsch, Leiter der Produktlinie Sensorik bei der Liebherr-Elektronik GmbH in Lindau (Deutschland). Kamera-Monitor-Systeme von Liebherr bieten eine hohe Flexibilität. Von der Anzahl der Digitalkameras, über die Sichtfeldwinkel bis hin zur Größe des Displays – Anwender:innen können sich je nach Anforderung ein maßgeschneidertes System zusammenstellen.

360°-Variante als intelligentes Assistenzsystem

Die 360°-Variante LiXplore® Bird's Eye der Produktreihe bietet Fahrer:innen eine vollständige Rundumsicht auf die Arbeitsumgebung ihrer Maschine. Das System fügt die Bilder von vier montierten Kameras nahtlos zu einem einzigen Bild zusammen. Diese Funktion wird als „Stitching“ bezeichnet und direkt von einem intelligenten Algorithmus hinter dem Display-Controller abgebildet. Im Gegensatz zu herkömmlichen, meist analogen Rundumsichtsystemen, die ein zusätzliches elektronisches Steuergerät (ECU) erfordern, ist das System daher einfach aufgebaut und kostengünstig verkabelt.

Neben einer 360°-Draufsicht ermöglicht das Bird's Eye den Nutzer:innen, Detailansichten und anpassbare Overlays nach ihren Bedürfnissen zu definieren und das Display mit den entsprechenden Funktionstasten zu belegen. Per Knopfdruck können sie ebenso schnell und intuitiv zwischen den Ansichten wechseln.

Einfache und zeitsparende Kalibrierung

Vor der Inbetriebnahme muss jedes Rundumsichtsystem eingestellt oder kalibriert werden. Dies kann vor allem bei einem großen Maschinenpark zu einer zeitaufwendigen Aufgabe werden. Bei der Entwicklung von Bird's Eye hat das Produktsegment Komponenten von Liebherr darauf geachtet, ein einfaches System zu entwickeln, welches innerhalb weniger Minuten kalibriert werden kann. Die Kalibrierplatten müssen weder exakt platziert noch die Abstände zu anderen Objekten gemessen werden. Bird's Eye ist somit ideal für alle, die mit einem schlanken Inbetriebnahmeprozess Zeit und Geld sparen wollen.

Digitale Smart-Kamera MDC3: Herzstück des Systems

Bei der LiXplore®-Produktlinie setzt Liebherr auf die Hochleistungskamera MDC3. Die HDR-Funktionalität sorgt für kontinuierlich kontrastreiche Bilder, auch bei sehr dunklen oder unbeständigen Lichtverhältnissen ohne Über- oder Unterbelichtung. Die äußerst robusten Kameras basieren auf jahrelanger Erfahrung aus dem Einsatz in herausfordernden Branchen wie Bauwirtschaft oder Landtechnik. Das macht sie ideal für anspruchsvolle Einsatzbedingungen wie Vibrationen, Feuchtigkeit und Temperaturschwankungen.

Mit 360° rund um unsere Kund:innen

Automatisierung, künstliche Intelligenz und Autonomisierung: Die digitale Baustelle von morgen hat viele Facetten und geht auch an den kleinsten Bestandteilen mobiler Arbeitsmaschinen – den Elektronikkomponenten – nicht spurlos vorbei. Wie Assistenzsysteme und digitale 360°-Rundumsichtsysteme für mehr Effizienz und Komfort auf der Baustelle sorgen, und was das Ganze mit Ethik zu tun hat, verrät uns Alexander Bertsch. Er ist zuständig für die Produktlinie Sensorik bei der Liebherr-Elektronik GmbH in Lindau.

Herr Bertsch, seit wie vielen Jahren befasst sich Liebherr-Components bereits mit digitaler Kamertechnologie? Wie hat dieses Wissen die Entwicklung Ihres 360°-Rundumsichtsystems LiXplore® Bird's Eye beeinflusst?

Digitale Ethernet-Kameras für mobile Arbeitsmaschinen produzieren wir inzwischen seit mehr als zehn Jahren, heute in dritter Generation. Unser tiefes Know-how in diesem Bereich kommt auch nicht von ungefähr. Es basiert auf dem

Alexander Bertsch (Liebherr-Elektronik GmbH)



langjährigen partnerschaftlichen Verhältnis zu unseren Kund:innen und den Einblicken, die wir dadurch gewinnen konnten. Pluspunkt für unsere Kund:innen ist hier sicherlich, dass wir die anspruchsvollen Bedingungen, unter denen ihre mobile Maschinen im Einsatz sind, sehr gut kennen – starke Temperaturunterschiede, Vibrationen, wechselnde Lichtverhältnisse etc. Dieses Wissen nutzen wir, um unsere Produkte entsprechend den Anforderungen an die Robustheit zu entwickeln und zu fertigen. Die Erfahrungen aus den letzten Jahren haben uns dementsprechend auch sehr bei der Entwicklung des 360°-Rundumsichtsystems Bird's Eye geholfen. Im Grunde ist es ein digitales Kamera-Monitor-System, das den Fahrer:innen eine zuverlässige Rundumsicht auf die Arbeitsumgebung ihrer Maschinen bietet. Der intelligente Algorithmus hinter dem Display-Controller erschafft die 360°-Sicht, indem er die Einzelaufnahmen vierer Digitalkameras zu einem Gesamtbild zusammensetzt.

Welchen Nutzen bietet so ein 360°-Rundumsichtsystem?

Schwierige Einsatzbedingungen im Feld, wie Staub, Feuchtigkeit oder Vibration sowie ein teils eingeschränktes Sichtfeld machen es den Fahrer:innen mobiler Arbeitsmaschinen nicht gerade leicht. Das fängt bei klassischen Baumaschinen, wie beispielsweise Radladern an, betrifft aber auch die Landmaschinen, z.B. beim Erntevorgang. Auch Kommunal- und Sonderfahrzeuge wie Entsorgungsfahrzeuge stehen vor dieser Problematik. Um auch tote Winkel abbilden und damit Personen- und Sachschäden vermeiden zu können, ist eine einwandfreie Sicht unabdingbar. Je schärfer das Bild, desto besser, denn desto einfacher und angenehmer ist die Arbeit für die Fahrer:innen. Konkret gesagt: Fahrer:innen, die acht Stunden am Tag in ihren Kabinen verbringen, verfügen über eine begrenzte Aufmerksamkeitsspanne – wie wir alle. Dazu kommt noch eine komplexe Bedienung der Maschine, mit der sie sich auseinandersetzen müssen. Es liegt auf der Hand – ein System einzusetzen, das dem Menschen die Arbeit erleichtert. Das ist eine Win-win-Situation für alle Beteiligten, die Fahrer:innen und die Maschinenhersteller.

Viele Maschinenhersteller setzen Kameras zur Prozessüberwachung und Effizienzsteigerung bereits seit einiger Zeit ein. Worin liegt der Mehrwert digitaler Systeme im Vergleich zu analogen? Könnte man nicht stattdessen auch mehrere Spiegel einsetzen?

Die Antwort lautet: Klar, das geht, macht aber keinen Spaß (lacht). Man kann sich das wie mit einem Röhrenfernseher im Vergleich zu einem Full-HD LED TV mit 40 Zoll Diagonale vorstellen. Eine Digitalkamera verfügt über eine höhere Leistung, ein schärferes Bild, sattere Kontraste und weniger

„Meine persönliche Quintessenz aus den vergangenen Jahren Produktentwicklung? Auch wenn mal etwas nicht optimal läuft, hat es doch irgendwo sein Gutes. Aus Fehlern lernen wir.“

Alexander Bertsch
Produktlinie Sensorik bei Liebherr-Elektronik GmbH

Verzerrungen. Es ist eben ein Assistenzsystem, das den Fahrer:innen tatsächlich Komfort verschafft. Und nicht nur das: Wenn man in die Zukunft Richtung Automatisierung, Konnektivität und Autonomisierung von Maschinen denkt, eröffnen Digitalkameras nicht nur ganz andere Funktionalitäten – sie sind auch die Voraussetzung dafür. Es macht also durchaus Sinn, hier vorausschauend zu investieren. Wir wollen aus dem „irgendwann“ ein „jetzt“ machen, um als Maschinen produzierendes Unternehmen wettbewerbsfähig zu bleiben.

Die Investition in ein digitales Rundumsichtsystem ist jedoch nicht ganz kostengünstig. Würde es nicht ausreichen, eine herkömmliche Überwachungskamera einzusetzen, und diese an die jeweilige Anwendung anzupassen?

Über die letzten Jahre haben wir Folgendes beobachtet: Unsere Kund:innen kennen die herausfordernden Umstände, unter denen ihre Maschinen im Einsatz sind, und damit auch die Anforderungen an die Assistenzsysteme. Das sind neben anspruchsvollen Umweltbedingungen im Feld auch wechselnde Lichtverhältnisse, beispielsweise, wenn unter Tage gearbeitet wird. All diese Gegebenheiten müssen aber bei der Wahl eines passenden Sichthilfsmittels beachtet werden. Unsere Erfahrungen zeigen, dass Kund:innen diese Anforderungen häufig unterschätzen bzw. aus Kostengründen Kameras einsetzen, die für die genannten Extrembedingungen ungeeignet sind. Eine weitere Problematik besteht darin, dass Kund:innen häufig nicht den Gesamtprozess, der hinter dem Einsatz eines Assistenzsystems steckt, in Betracht ziehen. Vor der Inbetriebnahme müssen solche Systeme nämlich zunächst kalibriert werden, was aufgrund der komplexen Geometrie mobiler Arbeitsmaschinen häufig aufwendig und damit zeit- und kostenintensiv ist. Diese nachträgliche Anpassung wird leider oft vergessen, verursacht aber nicht zu vernachlässigende Mehrkosten.

Statt ein Maschinenhersteller fünf seiner Geräte mit einem Rundumsichtsystem aus, hält sich der Kalibrierungsaufwand noch in Grenzen. Sprechen wir jedoch von mehre-

ren hundert Maschinen, sieht die Sache ganz anders aus. Daher war es uns ein Anliegen, ein zeitsparendes System zu entwickeln, das innerhalb weniger Minuten kalibriert werden kann. Konkret heißt das, dass weder die Kalibrierungsmatten exakt platziert, noch die Abstände zu anderen Objekten vermessen werden müssen.

Ihr Fazit zu den Assistenzsystemen?

Im Grunde sind sie das Ergebnis der umfangreichen Erfahrungen, die wir in den vergangenen Jahren mit mobilen Arbeitsmaschinen in unterschiedlichsten Branchen gesammelt haben. Durch unsere ständige Nähe zu Kund:innen kennen wir die anspruchsvollen Umweltbedingungen und die dementsprechend hohen Anforderungen an die Komponenten bestens. Dieses Know-how setzen wir ein, um unsere Produkte weiterzuentwickeln und weiterhin den größtmöglichen Nutzen zu bieten.

Welche Zukunft erwartet uns in den Bereichen Rundumsichtlösungen und Kamera-Monitor-Systeme?

Wie in den meisten anderen Lebensbereichen bewegen wir uns hier auf eine komplett digitale Zukunft zu. Digitale Bildverarbeitung wird in naher Zukunft selbst in einfachen Kamera-Monitor-Systemen Einzug halten.

Im Zuge der Entwicklung von Bird's Eye haben wir uns immer wieder diese Fragen gestellt: Wie können wir den größtmöglichen Nutzen für unsere Kund:innen erzielen und uns gleichzeitig von anderen Anbietern differenzieren? Welche Technologien, die sich in anderen Branchen als erfolgreich bewiesen haben, haben genug Potential, um sie auch an die Anforderungen mobiler Maschinen zu adaptieren? Ein Beispiel ist die Kollisionswarnung, die bereits in der Automobilbranche eingesetzt wird. Schon bald wird sie auch in den Bereich der mobilen Arbeitsmaschinen Einzug halten. Heutige Systeme müssen diese erweiterten Assistenzfunktionen noch über zusätzliche Sensoren abdecken. Bei digitaler Technologie übernehmen intelligente Algorithmen diese Aufgabe. Anstatt mehrerer einzelner Komponenten, die

verknüpft werden müssen, erhält man eine Komplettlösung mit einer zusätzlichen Assistenzfunktion, die bereits auf dem neuesten Stand der Technik ist. Es ist ein insgesamt schlankeres System, das mögliche Fehlerquellen reduziert und Prozesse auf der Baustelle umfassend berücksichtigt. Dazu kommt noch der zusätzliche Komfort für die Fahrer:innen. Eine Oberfläche, die alle wesentlichen Funktionen in Einem abbildet, ist weitaus leichter und intuitiver zu bedienen.

Analogkameras wird es auch weiterhin geben, aber ich sehe sie eher in einfacheren Anwendungen, z.B. im Material Handling. Bei komplexeren Anforderungen und größeren Geräten z.B. Erntemaschinen hingegen werden digitale Lösungen essentiell sein.

Denkt man in Richtung künstliche Intelligenz und eine vernetzte, autonom arbeitende Baustelle, die große Datenmengen verarbeiten muss, sind Digitalkameras ohnehin zwingende Voraussetzung.

Auf dem Weg, der bis zu diesem Punkt noch vor uns liegt, gibt es aber noch einige Baustellen. Wer trägt die Verantwortung, wenn eine autonom fahrende Maschine einen Personen- oder Sachschaden verursacht? Diese schon fast ethische Thematik ist, meiner Meinung nach, noch ein offenes Buch und eine politische Baustelle. Assistenzsysteme müssen daher zukünftig so entwickelt werden, dass sie in der Lage sind, Fehlfunktionen der Automatisierung auszugleichen und Risiken im Geschäftsbetrieb zu minimieren. Eine Balance in diesem Spannungsfeld von künstlicher Intelligenz und funktionaler Sicherheit zu schaffen, wird, aus meiner Sicht, noch eine Mammutaufgabe werden.

360°-Rundumsichtsystem LiXplore Bird's Eye





Die Kraft im Inneren

Kraftmessung im Hydraulikzylinder

Auf dem Weg zur Entwicklung intelligenter Komponenten fokussiert sich Liebherr zunehmend auf die Sensoriklösungen und deren wertvollen Einsatz in Hydraulikzylindern. Ein wichtiger Aspekt, auf den sich die jüngsten Forschungsaktivitäten konzentrieren, ist die Möglichkeit der Kraftmessung in Zylindern. Eine solche Anwendung ist, zum Beispiel, die Überwachung von Lasten in Baggern und Kranen. Auf diese Weise können gefährliche Situationen beim Kranbetrieb vermieden und gleichzeitig die Effizienz der Maschinen gesteigert werden. Die in den Zylindern herrschende Kraft wird üblicherweise indirekt über den Öldruck bestimmt. Diese Messwerte sind jedoch, beispielsweise, aufgrund der inneren Reibung fehleranfällig. Deshalb setzt Liebherr mit Hilfe eines Kraftsensors auf die direkte Kraftmessung über die Dehnung.

Die internen Messpunkte erfassen sowohl Zug-, als auch Druckkräfte unabhängig von Querkräften und Drehmomenten. Dadurch werden wesentlich präzisere und dynamischere Messergebnisse erzielt. Die exakte Datenausgabe schafft die Voraussetzung für höhere Produktivität und Sicherheit im täglichen Einsatz in den verschiedensten Anwendungsbereichen.

Intelligenz trifft auf Vielseitigkeit

Die Liebherr-Kraftmessung an Hydraulikzylindern ist derzeit noch ein funktionierender Sensor-Prototyp. Einer seiner vielen Vorteile ist die Tatsache, dass der Sensor eine große Anwendungsvielfalt bietet. Das Liebherr-Entwicklungsteam hat bereits in der Konstruktionsphase individuelle Anpassungen an die Wünsche und Bedürfnisse der Betreiber:innen berücksichtigt. So entstand ein umfangreiches Angebot an maßgeschneiderten Lösungen mit vielen Vorteilen. Dazu gehört, zum Beispiel, eine Leistungssteigerung der Assistenzsysteme durch optimierte Empfindlichkeit. Dank einer hochdynamischen und präzisen Messung ist in Zukunft auch eine höhere Lebensdauerprognose möglich, die im Bereich Zustandsüberwachung und Downsizing eine entscheidende Rolle spielen wird.

Kund:innen im Fokus: genau unsere Baustelle

Lindau am Bodensee, Deutschland. Die Sonne lacht, keine Wolke trübt den hellblauen Himmel. Ein herrlicher Tag. Auch vor Martin Lorenzen, Leiter der Produktlinie IoT-Gateways bei der Liebherr-Elektronik GmbH in Lindau, liegen strahlende Zukunftsaussichten. Er beschäftigt sich mit der Baustelle von morgen, die im Rahmen des Internets der Dinge (Internet of things/IoT) mehr denn je vernetzt sein wird. Wir begleiten ihn auf einen kurzen Spaziergang in die Zukunft.

Herr Lorenzen, inwiefern sind IoT-Gateways eine Antwort auf die Megatrends Digitalisierung, Konnektivität und Automatisierung?

Besonders die vergangenen zwei Jahre haben gezeigt, wie wichtig es ist, relevante Maschinendaten, z.B. Positionsdaten und Verschleißinformationen, ortsunabhängig zur Verfügung zu haben. Beispielsweise konnten Wartungsarbeiten an einer Maschine aufgrund von internationalen Reisebeschränkungen bis vor Kurzem nur unter erschwerten Bedingungen direkt vor Ort stattfinden.

Mithilfe von künstlicher Intelligenz hinter der Technologie unserer IoT-Gateways eröffnen sich ganz neue Funktionen. Sie ermöglichen Kund:innen nicht nur bequem und von jedem Standort aus auf ihre Geräte weltweit zuzugreifen, sondern auch, deren Zustand 24/7 zu überwachen. Und je mehr wir uns in die Zukunft Richtung autonome Baustelle bewegen, desto relevanter wird es, dass Funktionen wie Wartungsarbeiten, Zustandsüberwachung und Softwareupdates aus der Entfernung ausgeführt werden können. Automatisierung basierend auf künstlicher Intelligenz schafft

die Voraussetzung, Produktivität und Effizienz zu erhöhen sowie Kosten zu senken.

Welche Tipps können Sie Kund:innen für die Umsetzung ihrer IoT-Lösung mit auf den Weg geben? Welche Schlussfolgerungen haben Sie aus den letzten Jahren Produktentwicklung ziehen können?

Aus meiner Sicht ist es unglaublich wichtig, die hohe Komplexität dieser Technologie nicht zu unterschätzen. Das Thema ist eine extreme Herausforderung, die eine gute Planung erfordert. Nur die Hardware, die Gateways, reichen hier ja nicht aus, da viele Themen damit verknüpft sind. Dazu zählen, zum Beispiel, die Spezifikation der Software, die Mobilfunktechnologieabdeckung, Zulassungen in verschiedenen Ländern und, und, und... Die Technologie entwickelt sich in einem schwindelerregenden Tempo ständig weiter, was die Sache natürlich nicht einfacher macht. Langfristige und verlässliche Partnerschaften sind Gold wert.

Welche Schlussfolgerungen haben Sie aus den letzten Jahren Produktentwicklung ziehen können?

Nur in einem Team lässt sich diese große Herausforderung stemmen. Langfristige und verlässliche Partnerschaften sind dabei das A und O. So haben wir seit 2020 eine strategische Partnerschaft mit der Firma Reycom, einem Schweizer Hersteller von Soft- und Hardware-Lösungen. Unsere Kompetenzen ergänzen sich hier ideal, es ist sozusagen das Beste aus zwei Welten. Wir, Liebherr-Components, können über 40 Jahre Erfahrung in der Herstellung langlebiger und robuster Elektronik-Hardware einbringen. Die Reycom AG ergänzt unser Wissen um mehr als 20 Jahre Erfahrung bei

„Meine lessons learned aus der Vergangenheit? Die Nähe zu Kund:innen und verlässliche Partnerschaften sind das A und O.“

Martin Lorenzen
Leiter Gateways bei Liebherr-Elektronik GmbH

„Wir haben das große Ganze im Blick, das heißt, wir denken in einzelnen Plattformen, anstatt in Produkten. Mit unserer Strategie der Abwärtskompatibilität produzieren wir jetzt schon für die Zukunft von morgen.“

Martin Lorenzen

Leiter Gateways bei Liebherr-Elektronik GmbH

End-to-End-Lösungen in den Bereichen TV, Smart Home und IoT. Unser gemeinsames Ziel ist es, es unseren Kund:innen so einfach wie möglich zu machen und sie optimal bei der Umsetzung ihrer IoT-Lösung zu unterstützen. Das bedeutet, dass wir ein Produkt anbieten möchten, welches sofort einsatzbereit ist und es über den gesamten Produktlebenszyklus auch bleibt.

Was müssen Maschinenhersteller aus Ihrer Erfahrung heraus besonders beachten, bevor es an die Umsetzung ihrer IoT-Lösung geht? Welche Herausforderung hat sich gezeigt?

Die Hauptherausforderung liegt darin, dass sich Technologien wie Mobilfunk viel schneller entwickeln als die Maschinen. Um potentiell gefährliche Sicherheitslücken frühzeitig erkennen und schließen zu können, sind daher regelmäßige Updates zwingend erforderlich. Voraussetzung hierfür sind die passenden Werkzeuge und Mechanismen. Das heißt, die Möglichkeit, Over-The-Air-Updates (OTA) „auszurollen“. Um eine von Anfang bis Ende sichere IoT-Lösung zu schaffen – vom Gateway über den Mobilfunkvertrag und die Cloud-Lösung bis hin zur Benutzeroberfläche (User Interface/Backend) – muss der Gesamtprozess über den ganzen Produktlebenszyklus betrachtet werden.

Dieses zu Ende gedachte Konzept bezeichnet man auch als durchgängiges Asset oder Device Management. Es definiert, wie eine sichere IoT-Lösung aussehen muss, und welche Anpassungen erforderlich sind, damit sie das zukünftig auch bleibt – das trotz fortwährender Veränderungen der Technik. Jede:r, der sich mit IoT-Lösungen auseinandersetzt, muss sich in einem ähnlichen Ausmaß mit dem Thema Datensicherheit befassen. Wir kennen die Herausforderungen so gut, dass wir unseren Kund:innen Beratungsleistungen anbieten, die sie auf dem Weg zu einer sicheren Gesamtlösung bestmöglich begleiten sollen. Zudem war es uns bei der Entwicklung der Gateways ein besonderes Anliegen, sicherzustellen, dass sich Datensicherheit und Flexibilität in der Anwendung nicht gegenseitig im Weg stehen.

Was bedeutet das genau?

Unsere flexible Linux-Umgebung schafft mit den passenden Schnittstellen die Voraussetzung für den größten Freiraum in der Auswahl der Anwendung. Gleichzeitig ist die offene Umgebung stets auf dem neuesten Stand der Technik.

Martin Lorenzen (Liebherr-Elektronik GmbH)



Ihre Geräte ständig an die neuesten Technologien, z.B. Mobilfunkstandards und Schnittstellen anzupassen, ist gewiss kostspielig. Welche Lösung bzw. welchen Mehrwert bieten die Gateways von Liebherr-Components den Kund:innen konkret?

Mit unseren Gateway-Lösungen verfolgen wir eine Strategie der Abwärtskompatibilität. Das bedeutet, dass die Geräte, die wir heute fertigen, auf dem neuesten Stand der Technik sind. Sie werden so vorausschauend entwickelt, dass sie auch zukünftig problemlos einsetzbar sind. Ändern sich Bausteine wie Funkstandards, Rechen- und Speicherperformance oder Sicherheitsanforderungen, betrifft das nur das „Innenleben“ der Gateways. Stecker, Bauraum, Software- und Hardwareschnittstellen etc. bleiben nahezu unverändert. Das ist der Grundgedanke von Form-Fit-Function.

Diese sogenannte Form-Fit-Function-Strategie bedeutet für unsere Kund:innen eine zukunftssichere Investition, die bares Geld wert ist. Aufwendige Redesigns fallen weg. Das hat noch einen anderen positiven Nebeneffekt. So ein Retrofitting ist eine Möglichkeit, den Spagat zwischen schnelllebiger Technologie und Nachhaltigkeit zu schaffen. Indem alte Maschinen für die neue Technik fit gemacht und nicht ersetzt werden müssen, können auch wir unseren Beitrag zu einem verantwortungsvollen Umgang mit endlichen Ressourcen leisten. Daher sehe ich hier nicht nur ein großes Wachstumspotential, sondern auch ein sinnvolles Aufgabenfeld für Liebherr-Components.

Allerdings erfordert das eine vorausschauende Planung. Wir überlegen heute schon, wie 6G aussehen könnte und welche Hard- und Software wir dafür benötigen.

Welche Zukunft erwartet uns in dem Bereich, abgesehen von 6G?

Um nochmal auf den Anfang zurückzukommen, denke ich, dass der Bedarf an digitalen Lösungen zukünftig enorm steigen wird, und das in jedem Bereich. Auch unsere aktuelle Arbeitswelt wird sich aus meiner Sicht drastisch verändern. Körperlich anstrengende Tätigkeiten fallen zunehmend weg, und schaffen Platz für kreativere Jobs. Aber das ist nochmal eine andere Baustelle.

Gateways von Liebherr als IoT-Enabler: von Smart Farming bis zur Smart City



Die Pumpen von morgen



Konzept Parallelpumpe mit EHC

In der aktuellen Konzeptstudie widmet sich das Produktsegment Komponenten dem Thema einer Parallelpumpe im offenen Kreislauf unter Berücksichtigung der sich stetig verändernden Anforderungen verschiedener Anwendungen. In der Entwicklungsphase fanden außerdem solche Aspekte wie Elektrifizierung, Digitalisierung, Energieeffizienz, Systemauslegung und Einbaubedingungen Berücksichtigung.

Während der gesamten Forschungsphase stand ein einfaches, aber wirkungsvolles Prinzip im Vordergrund aller Bemühungen: das Verständnis der Kundenanforderungen und ihrer Anwendungen sowie der geplante Einsatz in Liebherr-Produkten. Bei der Entwicklung eines Produktes oder einer Produktlinie liegt der Fokus nicht nur auf einem konsequenten, modularen Aufbau mit flexiblen Lösungsansätzen, sondern auch auf der Digitalisierung der Geräte in Verbindung mit der Elektrifizierung der Steuerungen.






Das Liebherr-Team in Bulle (Schweiz) hatte schon immer den Wunsch, verschiedene Arten von Regelungen zu verbinden, was hydromechanisch mit herkömmlichen Steuerungen nicht möglich war. Durch die softwarebasierte Verknüpfung verschiedener Steuerungsarten kann ein Mehrwert für die

Betreiber:innen in ihrer Anwendung erzielt werden. Diese Art der Regelung erlaubt es, flexibel auf solche Anforderungen wie Volumenstrom-, Druck- oder Drehmomentregelung einzugehen. Harte und weiche Regelung, mit und ohne Wegrückführung, ist somit ebenso möglich. Damit entfällt die Notwendigkeit eines modularen Reglersystems – es gibt einen Regler für alles. Mit der softwarebasierten Überwachung der Regler sind unterschiedliche Anwendungen und Funktionen flexibel steuerbar, was mit herkömmlichen Reglern nicht der Fall war. Es verbessert auch die Dynamik, erweitert die Funktionen und schafft flexible Lösungen. Die vollständige Integration der elektrohydraulischen Steuerung (EHC) kann durch die Implementierung der Software in die Maschinensteuerung im Gerät erfolgen. Somit können die Gerätehersteller:innen ihre Systeme effizient und flexibel entwickeln. Im Mittelpunkt stehen dabei solche Schlüsselfaktoren wie Downsizing und Downsizing; sie reduzieren den Verbrauch, senken den Geräuschpegel und lassen die Pumpe auf der Suche nach dem optimalen Betriebspunkt mit dem besten Wirkungsgrad arbeiten. Die fortschreitende Digitalisierung der Anlagen mit der integrierten EHC bietet den Vorteil, die vorhandenen Daten zu sammeln und für die Wartung sowie Instandhaltung zu nutzen, was ein wichtiger erster Schritt in Richtung Zustandsüberwachung ist.

Im Bereich konventioneller Komponenten wie Getriebe und Aggregate liegt der Fokus auf einem möglichst breiten Drehzahlenspektrum. Damit lassen sich in Zukunft verschiedenste Antriebskonzepte angehen, die über die heute bekannten Verbrennungsmotoren und Elektroantriebe hinausgehen. Dementsprechend bietet das modulare System die Möglichkeit, Übersetzungsverhältnisse zu variieren und eine hohe Drehzahlstabilität der Motoren durch den Einsatz eines Impellers zu erreichen. Dies unterstützt auch die kompakte Bauweise durch den Einsatz kleinerer Motoren.



Die Vorteile auf einen Blick

-  **Flexibilität**
-  **Dynamik**
-  **Standardisierung**
-  **Elektronifizierung**
-  **Robustheit**



Herausgeber:

Liebherr-Components AG · 5415 Nussbaumen · Schweiz
Gedruckt in Deutschland. Änderungen vorbehalten. Nachdruck, auch auszugsweise,
nur mit vorheriger schriftlicher Genehmigung des Herausgebers.

www.liebherr.com