



Ein variabler Prüfstand für den nachhaltigen Bergbau

Wie Liebherr die Entwicklungszeit für den Antrieb
seiner BEV Mining-Trucks reduziert

imc Test & Measurement
Application Note

E-Antriebe für “Zero-Emission”

Das Unternehmen Liebherr verfolgt bei der Entwicklung seiner Mining-Trucks einen bewussten Ansatz, der auf elektrische und hybride Antriebe setzt. Dies ist aus betriebswirtschaftlicher, technischer und regulatorischer Sicht zunehmend sinnvoll. Denn Bergbaubetriebe sind große CO₂-Emissionsträger und streben danach, mithilfe alternativer Antriebe ihre Treibhausgas-Emissionen zu reduzieren oder vollständig zu eliminieren. Ein weiteres Ziel der Bergbau-Industrie besteht darin, CO₂-neutralen Stahl zu produzieren. Um Lösungen für die Dekarbonisierung der Mining-Industrie anzubieten, entwickelt Liebherr unter anderem Mining-Trucks mit einem batterieelektrischen Antrieb. Diese sollen die mit Diesel betriebenen Maschinen ablösen und so das Ziel einer Zero-Emission-Strategie unterstützen.

Anspruchsvolle Tests für raue Umgebungen

Liebherr testet seine innovativen und nachhaltigen Antriebssysteme für die Mining-Industrie in einem eigenen Testcenter. Für Schwerlastmaschinen sowie Schaltanlagen, Energiespeicher, Mensch-Maschine-Schnittstellen, IoT-Gateways oder kundenspezifische Steuerungslösungen bietet die Liebherr-Electronics and Drives GmbH in Biberach und Lindau umfangreiche Prüfverfahren. Um die hohe Zuverlässigkeit der Komponenten und Schnittstellen für die Mining-Industrie, in Baumaschinen, maritimen Kranen oder in der Luftfahrt zu garantieren und optimal auf den Einsatz in rauen Umgebungen vorzubereiten, gibt es hier Prüfstände für anspruchsvolle Umwelttests wie Vibration, Salznebel, extreme Temperaturen oder mechanischen Stress.

Liebherr plante hierfür einen Prüfstand für ein neues batterieelektrisches Mining-Truck-Antriebssystem mit bis zu 6 MW Systemleistung und wurden von imc Test & Measurement bei der Auswahl der passenden Messtechnik beraten.

Ein E-Antrieb für ein 240 t-Fahrzeug

Bei einem Mining Truck, einem Schwerlastfahrzeug, das für eine Nutzlast von bis zu 240 t ausgelegt ist, sind die einzelnen Komponenten um ein Vielfaches größer als bei einem Personenkraftwagen. Der elektrische Antrieb benötigt daher mehrere Megawatt Leistung, um die schwere Maschine im Tagebau zu bewegen. Dennoch gilt auch hier, dass das Gewicht in einem optimalen Verhältnis zur Leistung des Fahrzeugs stehen muss. Bereits die Entwicklung der einzelnen Komponenten, wie der Batterie, stellt deshalb eine eigene Innovation dar. Die Entwicklung, Validierung und Optimierung des Antriebsstrangs sind technisch äußerst anspruchsvoll, da es um das Zusammenspiel von Traktionsbatterie, Batteriekühlung, Steuergeräten und Antriebsmaschinen im Gesamtsystem geht.

Zu den Herausforderungen zählt beispielsweise das Wärmemanagement, um Überhitzung zu vermeiden und die Lebensdauer der Komponenten zu gewährleisten. Eine robuste Leistungselektronik ist wichtig, um hohe Spannungen und Ströme im Megawattbereich zuverlässig und effizient zu handhaben.

Eine weitere Anforderung besteht darin, den Antriebsstrang nahtlos in die Architektur der Schwerlastmaschine zu integrieren und für die räue Umgebung einer Mine, in der Vibrationen, Staub und Steinschlag auf das Fahrzeug einwirken, robust auszulegen.

Ein Prüfstand der Superlative

Die Größe des Testobjekts und die hohe Leistung des Antriebsstrangs erfordern einen Prüfstand, der die üblichen Maße und die erfassten Messkanäle um ein Vielfaches überschreitet. So hat die für den Prüfstand eigens gebaute Halle eine Fläche von ca. 900 m². Eine weitere Besonderheit betrifft die verschiedenen Testszenarien, mit denen die Komponenten getestet werden, für die sich die Messhardware flexibel anpassen lässt.



Die Tests am Mining-Truck-Antriebsstrang umfassen ...

- die Validierung des Hauptantriebsstranges mit 2 MW Leistung auf verschiedenen Spannungsleveln bei bis zu 3500 V.
- die Validierung des Auxiliary-Power-Supplies bis 500 kW bei 700 V.
- die thermische Validierung des Luftkühlungssystems mit Luftdurchsätzen bis 4 m³/s wobei die Zuluft bis 55°C vorgewärmt werden kann.
- Die Prüfung verschiedener Wasserkühlungssysteme mit Kühlleistungen von jeweils 500 kW und Heizleistungen von über 100 kW.

Abb. 1.
Die neu gebaute Halle

“Bei der Planung und Entwicklung eines Prüfstands in dieser Größe sind wir auch auf die Unterstützung unserer Partner angewiesen. Durch das frühe Einbinden von IMC in die Planungsphase des Prüfstands und die kompetente Unterstützung und Beratung bei der Auswahl der entsprechenden Messsysteme konnte hier eine Lösung realisiert werden, die sowohl ein betriebssicheres Erfassen aller notwendigen Messdaten als auch die Möglichkeiten zur Steuerung des Prüfstands ermöglicht. Zusätzlich bietet das System neben der Möglichkeit zur Einbindung von Dritthersteller-Systemen auch die benötigte Flexibilität, um auf sich ständig ändernde Prüfaufgaben reagieren zu können.” – Felix Lukasch, Head of Test Center Systems and Field Measurements, Liebherr-Electronics and Drives GmbH

Die Größe der Truck-Komponenten und die verschiedenen Tests erfordern eine dezentrale Messdatenerfassung nahe am Sensor mit hohen Kanalzahlen und verschiedenen Bus-Schnittstellen. Am Prüfstand werden ca. 240 analog gemessene Kanäle gemessen, insgesamt werden inklusive der erfassten Kanäle über CAN ca. 900 Kanäle am Prüfstand erfasst und überwacht. Deshalb fiel die Wahl auf ein verteilbares und flexibel einsetzbares Messsystem von imc, das über seinen modularen Aufbau verfügt und so jederzeit an wechselnde Testapplikationen anpassen lässt. Auch die hohe EMV-Belastung erfordert eine dezentrale Messdatenerfassung, um die Messdaten nahe an der Messstelle zu digitalisieren. Aus demselben Grund kommen bei der Temperaturmessung im Elektromotor nichtleitende Glasfasersensoren zum Einsatz, beides gewährleistet präzise Messergebnisse in der Hochvoltumgebung.



Abb. 2
Blick auf den Prüfstand

Flexible Messtechnik erlaubt variable Testapplikationen

Bei der Entwicklung des Antriebsstrang-Prüfstands standen neben der Anforderung, eine hochpräzise elektrische Leistungsmessung für Tests in einer Hochvolt-Umgebung zu realisieren, die maximale Flexibilität der Messlösung und eine kostenoptimierte Ausstattung im Fokus.

Die Ausstattung des Prüfstands mit imc Messhardware und imc Software besteht aus folgenden Systemen:

- das zentrale Rack mit einem imc CRONOS*compact* Messsystem.
- mehrere Messmodule aus der imc CRONOS*flex*- und imc CANSAS*flex*-Serie für die dezentrale Messdatenerfassung nahe der Messtellen.
- ein Dritthersteller-System zur Leistungsmessung.
- Die Messsoftware imc STUDIO für die Steuerung des Prüfstands.



Abb 3.
Der Blick in Messwarte -
Prüfstandssteuerung
mit imc STUDIO.

Verkürzte Entwicklungszeiten für neue Antriebstechnologien

Mit der Realisierung des Prüfstands für den neuen elektrischen Mining-Truck, kann Liebherr jetzt seine innovativen Antriebssysteme als Gesamtsystem testen und validieren. Die neuen Testmöglichkeiten liefern umfangreiche Messdaten des elektrischen Antriebsstrangs von der Energiequelle bis hin zu den „Antriebsrädern“. Liebherr gelingt es so, Entwicklungs- und Optimierungszeiten sowohl am Prüfstand als auch an Feldgeräten beim Kunden, deutlich zu reduzieren.