

Herzlich Willkommen!

15.02.2017

Batterieelektrisch Hybrid angetriebenes Befahrungsfahrzeug für den Bergbau: Motivation, Konzept, erste Erfahrungen



Inhalt

1. Motivation und denkbare Ansätze für elektrische Antriebe
2. Herausforderungen bei elektrischen Antrieben
3. Anwendungsbeispiele von elektrischen Maschinen im Bergbau
4. Paus-Lösung: Minca 5.1 Hybrid
5. Stand des Projekts & weiteres Vorgehen

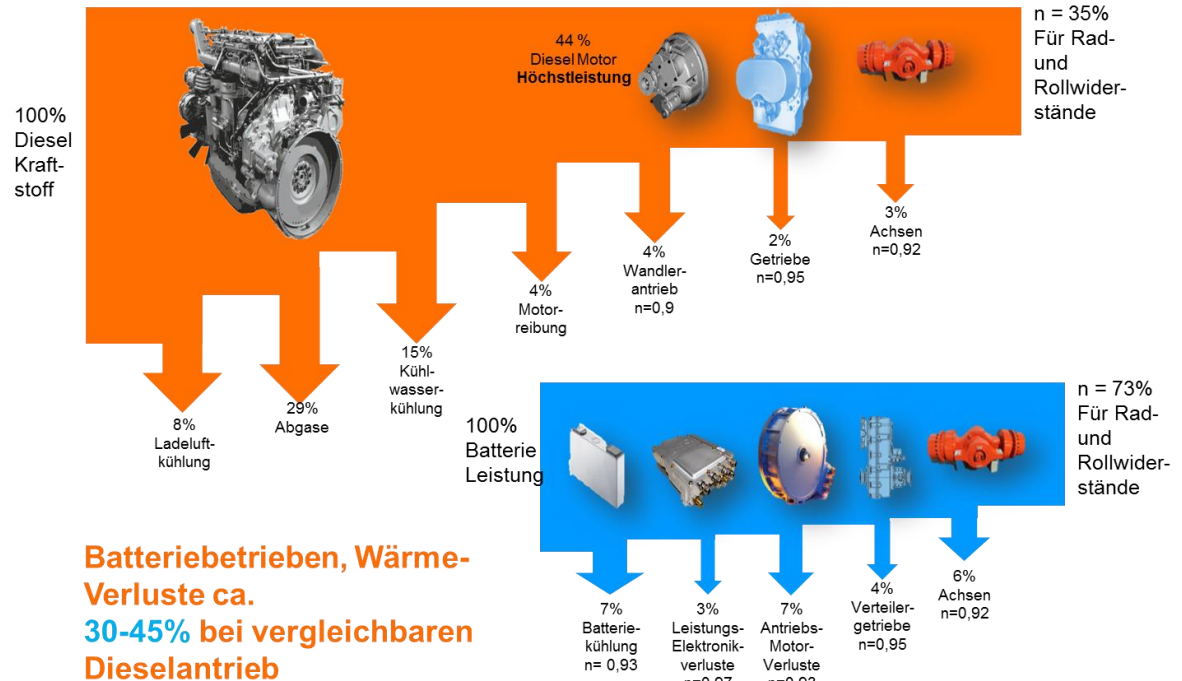
Motivation für die Entwicklung elektrischer Antriebe

Abgase Untertage machen zunehmend Probleme und stellen eine Gefahr für Mitarbeiter dar:

- Verschärfung der Abgasvorschriften wird weiter voranschreiten

Hohe Kosten für Frischwetter für die Abgasverdünnung und –ausförderung sowie Wetterkühlung:

- ca. 2,5-3 m³/min/kW Frischwetterbedarf bei Tier 4F-Motoren nach aktuellen Vorschriften
- Abwärme kann bei Einsatz von Elektroantrieben um 30-45% reduziert werden



Motivation für die Entwicklung elektrischer Antriebe

Geschätztes Einsparpotential am Beispiel Mining Projekt „Glencore’s Onaping Depth Project“ (Abbautiefe 2.650 m)

Geschätzte Mehrausgaben:

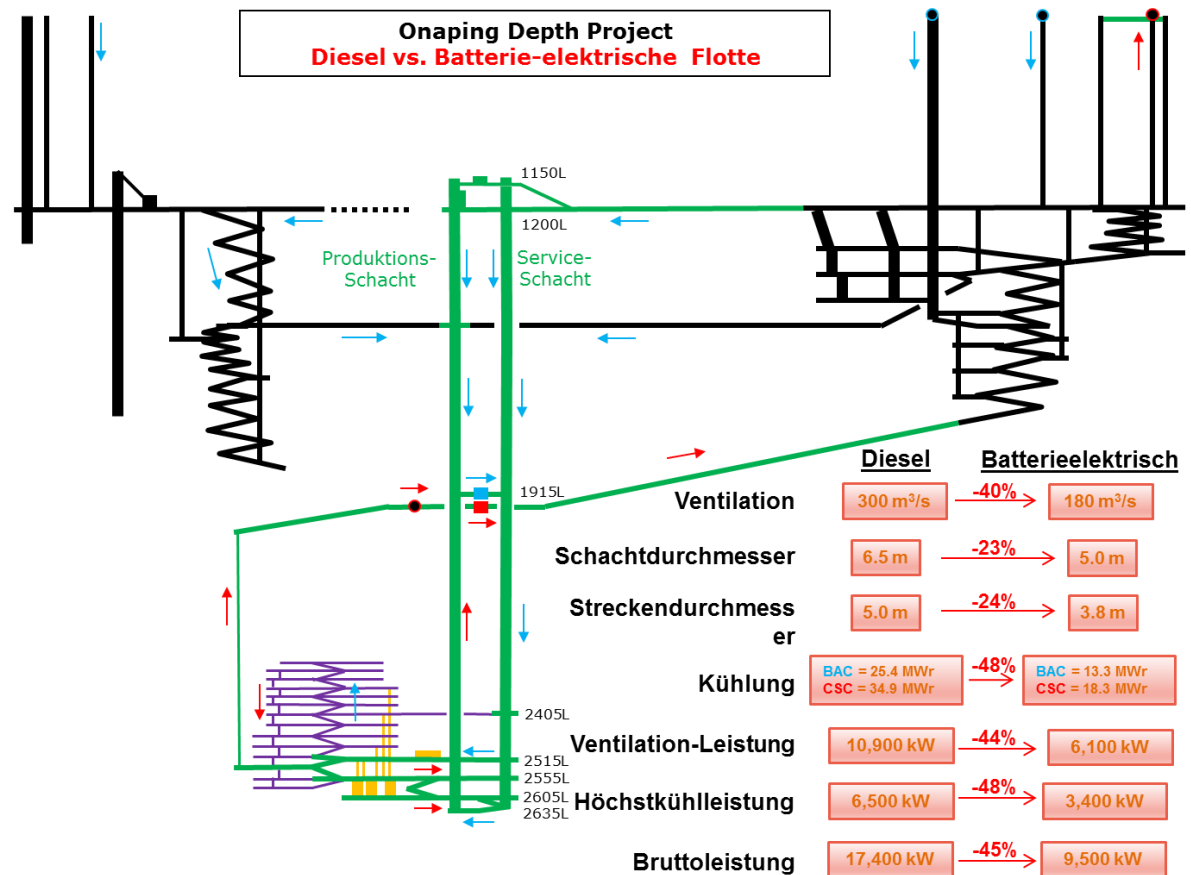
Mobile Ausrüstung:	\$ 21 Mio.
Ladetechnik Infrastruktur	\$ 5 Mio.
Summe:	\$ 26 Mio.

Geschätzte Einsparungen:

Entlüftungs- und Kühlungsinfrastruktur:	\$ 24 Mio.
Schacht-Größe:	\$ 5 Mio.
Strecken-Größe:	\$ 12 Mio.
Summe:	\$ 41 Mio.

Einsparungen laufende Kosten:

Lüfter Stromkosten:	\$ 7.3 Mio./a
Kraftstoffe:	\$ 0.3 Mio./a
Wartungskosten	\$ 0.3 Mio./a
Summe:	\$ 7,9 Mio./a

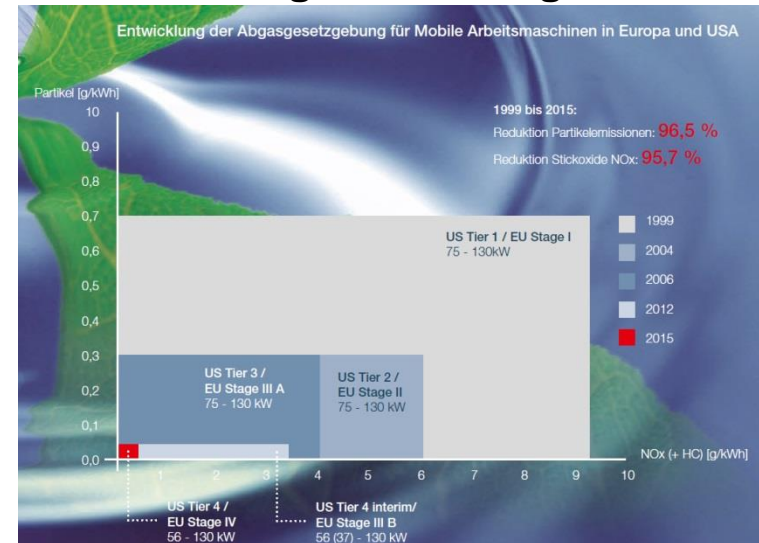


Auswege & Lösungen

Kabel-E-Antriebe:



bessere Abgastechnologien:



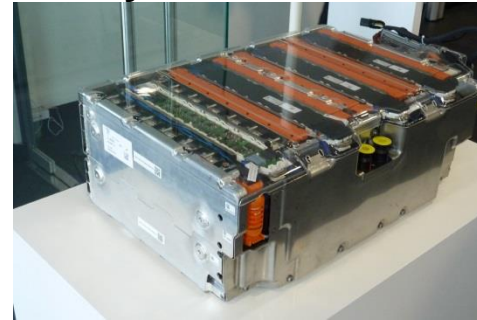
Batterieantriebe:



Herausforderungen bei elektrischen Antrieben

Unterschiedliche Batteriekonzepte und elektrische Systeme:

- Beispiel: LiFe mit bis zu 700V / 100A mit DC-Antriebsmotoren im Vergleich zu Blei mit 80V / 1000A und AC-Antriebsmotoren erfordern unterschiedliche und nicht austauschbare oder skalierbare elektrische Komponenten



Unterschiedliche Anforderungen und Einsatzbedingungen abhängig vom Fahrzeugtyp:

- Wie ist das Lastspiel und die Auslastung der Maschine? Welche Leistungen werden benötigt?
- Wie groß und schwer darf die Maschine werden?
- Effizienz und Einsatzart erfordert genau abgestimmten Antrieb, daher keine einheitlichen oder gleichen Antriebe für unterschiedliche Maschinenkonzepte, was Kostenoptimierungen erschwert.

Anpassung der Infrastruktur:

- Integration hochleistungsfähiger Ladestationen im Grubennetz notwendig (Leistungsbedarf einer Schnellladestation: Beispiel 6t-LHD: ca. 200 kW)
- Neue Technologien für die Hardware wie beispielhaft Ladestecker sind noch nicht standardisiert für den Leistungs- und Einsatzbereich verfügbar

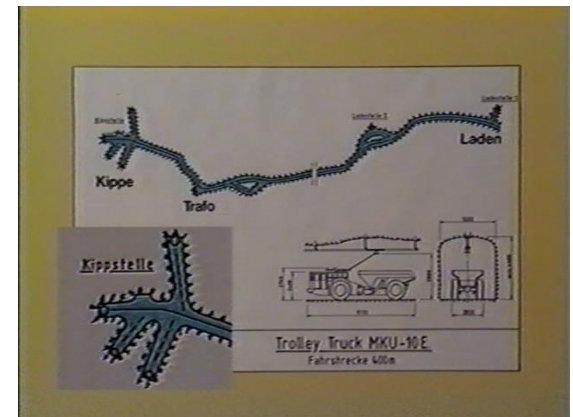
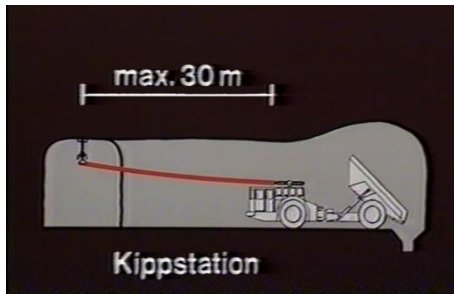
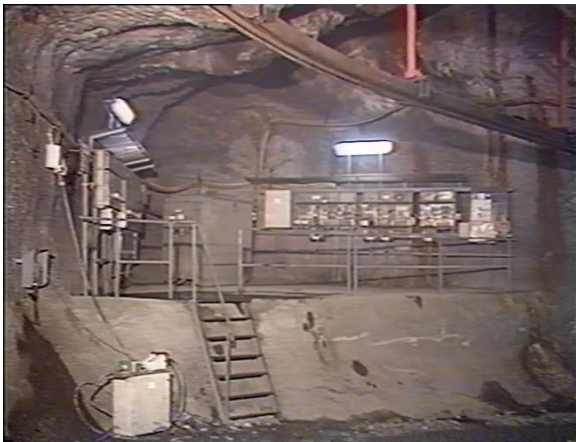


Bedienung und Service:

- Der Einsatz von elektrischen Antrieben erfordert ein Umdenken des Bedienerpersonals
- Servicepersonal muss auf elektrische Antriebe und daraus resultierende Gefahren vorbereitet werden

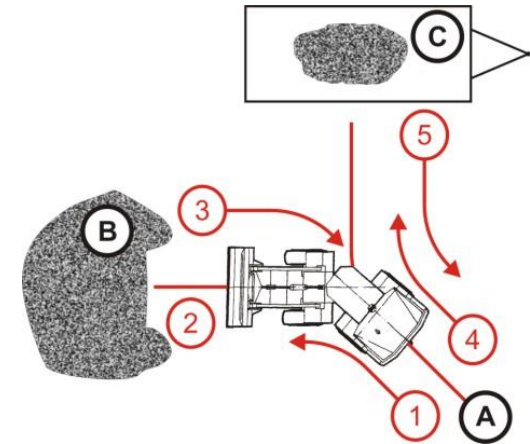
Anwendungsbeispiel Dumper MKU 10E (1985)

- Fahrt entlang Oberleitung (400m)
- Entfernung von Oberleitung durch Kabeltrommel bis zu 30 m zum Erreichen von Kipp-, Lade- und Wartungsstellen möglich



Anwendungsbeispiel LHD

- Typisches Arbeiten im „Y-Zyklus“ zur Abraum- oder Abschlagsbeseitigung
- Aufladen der Batterie während anderer Tätigkeiten
Beispiel: Warten auf Muldenkipper, nach Abfahren des Abschlags während nachfolgender Sprenglochbohrungen und -vorbereitungen)
- Batteriekapazität für idealerweise 3-5h Arbeitszeit



Anwendungsbeispiel Bohren, Berauben, Besetzen, Schleudern

- 2 Antriebe: Diesel + Elektro
- Dieselmotor zum Verfahren zum Arbeitsort, kleine Leistung
- E-Antrieb für den Arbeits-Prozess, da meist stationärer Einsatz
- Nutzung von Grubennetz möglich



PAUS Lösungsansatz für Personentransport

Einsatz im gesamten Grubengebäude

Hohe Mobilität

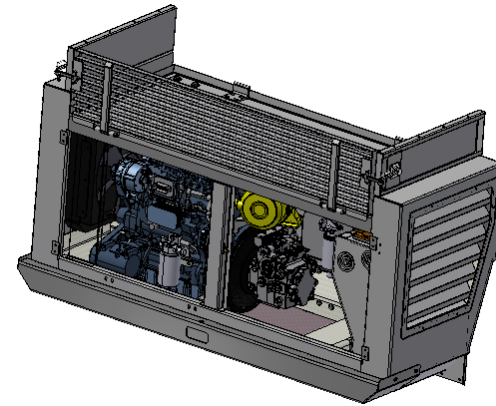
Organisation des Fuhrparks hinsichtlich Infrastruktur

- Verteilte Ladestationen in Abhängigkeit der Fahrzeugreichweite
- Ausreichend Fahrzeuge
- „Relaisstationen“ (Postkutschenprinzip)

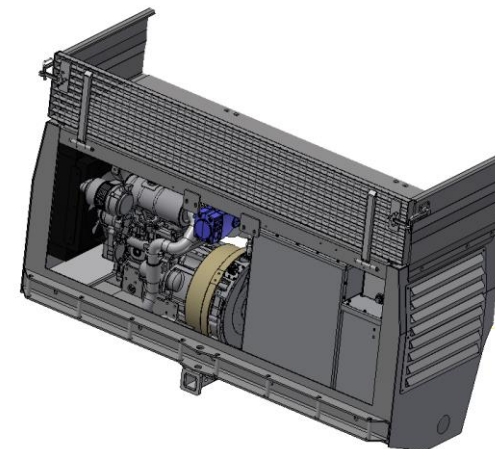
**PAUS-Lösung: Plattform Minca 5.1
mit variablen Antriebseinheiten**



Antriebsbox: Diesel



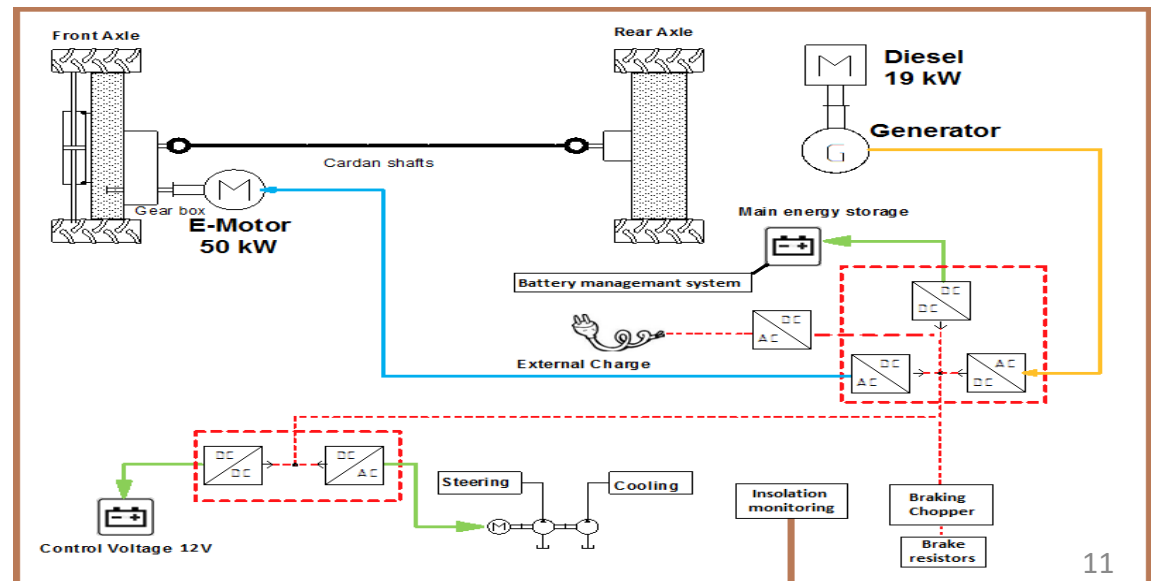
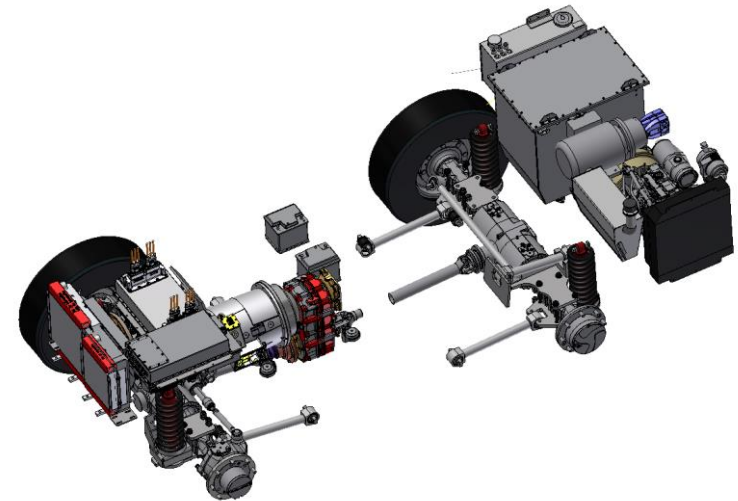
Antriebsbox: Hybrid / Range-Extender



Antriebsspezifikationen Minca 5.1 Hybrid

Serieller Hybridantrieb:

- Rein elektrische Fahrt über Batterien oder Fahrt mit Unterstützung des Dieselmotors
- Elektromotor als Fahrtrieb mit 50 kW Nennleistung
- Aufladung der Batterien extern oder über Dieselmotor mit 19 kW
- Rekuperation der Bremsenergie
- Zusatzantriebe über separaten Elektromotor angetrieben
- Auslegung des Antriebs durch Simulation der beim Kunden vorherrschenden Lastfälle



Antriebskomponenten Minca 5.1 Hybrid

Antriebskomponenten:

- Gleichstrom-Permanentmagnetmotor für den Antrieb
- Gleichstrom-Permanentmagnetmotor als Generator in Kombination mit Dieselmotor
- Multikonverter und kompakter Wechselstrom-Wechselstrom-Inverter
- Batterie-Management-System mit 700V DC-Batterie
- On-Bord Ladegerät
- Alle oben genannten Komponenten wassergekühlt
- Integrierte On-Board-Anzeigeeinheit
- Programmierbare Steuerung und Software
- 12V-System für die Stromversorgung von Bord-Elektronik



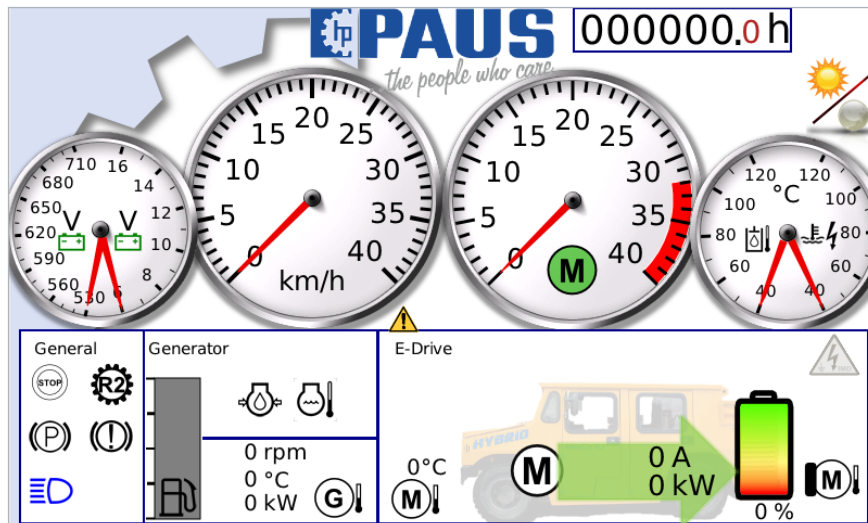
Antriebskomponenten Minca 5.1 Hybrid

Ladekabel:

- IEC 62196 Mode 3 Typ 2 Stecker
- Weltweit bekannt als „Mennekes“-Stecker
- Unterstützt ein- und dreiphasige AC-Ladenetze
- Hohe Sicherheitsstandards/-anforderungen

Display:

- CAN-BUS basierende Kommunikation
- Einfache und intuitive Bedienung
- 10 Taster für wesentliche Bedienung
- Tag- /Nachtumschaltung



Technische Daten Minca 5.1 Hybrid

Fahrgestell:

- selbsttragende Karosserie, Stoßstange vorne und hinten, Abschleppkupplungen, Transportösen für Montage und Schachttransport, permanenter Allradantrieb mit Differentialen in Vorder- und Hinterachse sowie Verteilergetriebe, gefederte und gedämpfte Achsen, an wartungsfreien Längs- und Querlenker geführt, hydraulische Lenkradlenkung, Vorderachslenkung, Antriebseinheit hinter der Hinterachse,

Fahrzeugmaße:

- Länge: 3.950 mm
- Breite: 2.000 mm
- Höhe: 1.750 mm
- Radstand: 2.300 mm
- Nutzlast: 1.200 kg
- Wenderadius innen: ≤ 2.400 mm
- außen: ≤ 5.150 mm
- Bodenfreiheit: HA/VA: 250 mm
- Geschwindigkeit: vorwärts/rückwärts: 30 km/h
- Steigleistung: 40%

Zulassungen:

- EG – Richtlinien EN 1889, Gost, DIN EN ISO 19296, für Dieselmotoren: Tier/EPA 4F, Kabine: ROPS / FOPS

Vorteile Minca 5.1 Hybrid

- Bewährter und bekannter mechanischer Antriebsstrang aus Hydrostat-Anwendungen
- Durch Hybrid-Einsatz unabhängiger von der Infrastruktur
- Reiner Dieselbetrieb im Notfall möglich
- Dieselmotor mit ca. 19 kW erfüllt Abgasstufe TIER 4F
- Zusätzliche externe Batterieaufladung über Grubennetz
- Elektronische und elektrische Komponenten aus bewährten Anwendungen mit sehr hohen Schutzklassen und mechanischen Festigkeitswerten z.B. Vibrationsfestigkeiten
- Professionelles und an Maschine angepasstes Informations- und Kontrollsystem durch Programmierung im Haus mit bewährten Komponenten
- Variable Anpassung der Batteriegrößen an Anwendungsfall vorgesehen

Stand des Projekts Minca 5.1 Hybrid

Stand des Projekts:

- Maschine funktioniert und befindet sich in der Endabstimmung
- Entwicklung dauert länger als geplant, da es nur wenige Standards und viele Unterschiede im Untertagebereich für Elektrofahrzeuge gibt
- Durch die Verwendung neuer Komponenten ist eine komplexe Programmierung notwendig
- Parametrierung des Generatorbetriebs und Aufbau eines variablen, kundenorientierten Kennfelds
- Unterschiedliche Standards in EU und Nordamerika erfordern Optimierungen in der Batterieladetechnik
- CE-Zertifizierung inklusive EMV-Prüfung ist in Vorbereitung

Weiteres Vorgehen:

- Evaluierung und Optimierung der Antriebsverluste für noch bessere Performance
- Testphase im deutschen Bergwerk mit Auswertung fahrzeugspezifischer Parameter
- Abschließende Testphase in USA-Bergwerken mit vom europäischen Standard abweichenden Batterieladeparametern

Herzlichen Dank!

15.02.2017

Glück auf !

