

Startprobleme bei Hybridantrieben

Wettlauf: Rund um den Globus bemühen sich Ingenieure und Konstrukteure um Antriebe der Zukunft, die sparsamer mit unseren kostbaren Ressourcen umgehen und weniger Schadstoffe an die Umwelt abgeben sollen. Ob alternative und regenerative Energien, Elektroautos, Hybrid-Lkw oder mittels Flüssiggas angetriebene Busse - Ideen und Konzepte für neue Antriebsformen begegnen uns tagtäglich.



Der beim Bremsen gewonnene Strom der Radlader von LeTourneau unterstützt die Hydraulik beim Heben des Hubarms. Das senkt den Kraftstoffverbrauch um bis zu 40 %.

Foto:LeTourneau

» Eine gewisse Ausnahme bilden hingegen Bau- und Gewinnungsmaschinen, die zwar die Hürden der neuen, verschärften Abgasvorschriften Tier 4 interim/EU-Stufe IIIb nehmen müssen, sonst aber weiterhin mit ihren bewährten Dieselmotoren anrollen. Um dennoch den Antriebsstrang effektiver gestalten zu können, rückten in den letzten Jahren Hybridantriebe für Baumaschinen aller Art ins Augenmerk. Obwohl die Neuvorstellung solcher Maschinen viel Aufmerksamkeit erregt und meist von umfassenden Marketingmaßnahmen begleitet wird, zeigen die Erfahrungen, dass es nachfolgend bald still um sie wird, und von Einsatzerfahrungen ist nichts mehr zu vernehmen. Eigentlich schade, denn Hybridantriebe erscheinen wegen ihrer Nutzung des guten, alten Dieselmotors durchaus attraktiv.



Der Hybridbrecher CR810 von Sandvik nutzt für kurzzeitige Leistungsspitzen die kinetische Energie aus zwei Schwungrädern.

Foto: Sandvik

Die Bau- und Gewinnungsindustrie hängt fast hundertprozentig von Dieselmotoren ab, denn eine breite Umstellung auf reine Elektroantriebe, auf direkt an der Maschine nutzbare Wasser- und Windkraft ist auch langfristig nicht in Sicht. Dieselmotoren bieten etliche gravierende Vorteile, einer der größten ist die „kabellose“ Mobilität. Schleppkabel oder gar Oberleitungen sind in den meisten Fällen nicht praktikabel, und drahtlose Energieübertragung gibt's noch nicht. Dank des überaus günstigen Verhältnisses Gewicht/Dimension/Leistung werden uns Dieselmotoren noch für viele Jahrzehnte begleiten.

In Dieselmotoren steckt noch gewaltiges Entwicklungspotenzial. Mit ihren neuen Abgastechnologien dürfen sie längst nicht mehr als umweltschädliche „Rußschleudern“ geschmäht werden. Im Gegenteil, für den Techniker sind Dieselmotoren in gewisser Hinsicht weitaus umweltfreundlicher als andere Antriebe, denn hinsichtlich Energieverbrauch, Wirkungsgrad und Emissionen sind sie kaum zu schlagen. Das betrifft besonders den Wirkungsgrad: Ein Ottomotor kommt nur auf einen Wirkungsgrad von 32 %, ein Öl-, Kohle- oder Kernkraftwerk auf gerade mal 35 %, aber ein simpler Dieselmotor aufgrund der Selbstzündung schon auf 39 %. Wird ein Turbolader hinzugefügt, erhöht sich der Wirkungsgrad auf 41 %, mit Ladeluftkühlung sogar auf 44 %. Mit neuartigen Kühl- und Einspritzsystemen könnten zukünftig Wirkungsgradsteigerungen auf über 46 % erreicht werden. Fast die Hälfte

des verbrannten Kraftstoffes wird im heutigen Dieselmotor also in Nutzenergie umgewandelt, während dies bei Benzinmotoren und Stromkraftwerken nur etwa ein Drittel ist. Insofern sollten Fahrzeuge und mobile Maschinen grundsätzlich mit Dieselmotoren angetrieben werden, falls der Strom für einen Elektroantrieb nicht aus regenerativen Quellen verfügbar ist. Aber Erdöl wird nicht ewig reichen und Bioöl ist nicht in Milliarden Barrels verfügbar. Sparsamkeit ist daher angesagt, die sich mit hoher Wahrscheinlichkeit in 10, 20 oder 30 Jahren in extreme und dann in äußerst extreme Sparsamkeit wandeln muss. Und gerade da könnte der Hybridantrieb helfen.

Wo sind die Hybrid-Baumaschinen geblieben?

Leider scheinen Hybridantriebe derzeit noch einen unangenehmen Begleiteffekt zu haben: Ob Radlader oder Bagger, solchermaßen angetriebene Maschinen gelten regelmäßig als „verschollen“. Nicht weniger als zwölf Hybridmaschinen wurden bereits seit 2003 auf Messen und in der Fachpresse präsentiert, aber bis auf eine Ausnahme ist keine bislang kommerziell erhältlich, ebenso wurden weder Einsatz- noch Erfahrungsberichte publiziert.

Wer die Entwicklungen der Antriebstechnik intensiv beobachtet, kommt nicht umhin, sich zu wundern: Sind Maschinen mit Hybridantrieb in erster Linie gar nur „Show-Stopper“, die die Blicke des Publikums auf sich ziehen und zeigen sollen,

wie fortschrittlich und umweltbewusst das betreffende Unternehmen voran schreitet...?

Schon vor fast neun Jahren, im Februar 2003, erstaunte folgende Mitteilung: „Hitachi stellt den ersten Hybrid-Radlader der Welt vor.“ Im Vergleich zu konventionellen Ladern sollte der Kraftstoffverbrauch um bis 40 % geringer sein. „Hitachi beabsichtigt, diese Antriebsvariante innerhalb der nächsten drei Jahre auf den Markt zu bringen“, teilte das Unternehmen mit. 2006 folgte Kobelco mit einem Hybridbagger, der auf der Intermat gezeigt wurde und ebenfalls Verbrauchsenkungen von bis zu 40 % versprach. Auf der bauma 2007 präsentierte Atlas Weyhausen einen kleinen Hybridlader, der 2010 in Serie gehen sollte. Als ersten größeren Radlader mit Hybridantrieb zeigte Volvo CE auf der amerikanischen Conexpo 2008 den 33 t wiegenden L220F mit 5 m³-Schaufel, dessen Auslieferung Ende 2009 beginnen sollte. Im gleichen Jahr gab Komatsu die Markteinführung des Hybridbaggers PC200-8 bekannt. Von dem zunächst nur in Japan erhältlichen Bagger



Nicht überall macht die Energie-Rückgewinnung Sinn, weshalb Konzepte wie der diesel-elektrische Antriebsstrang der D7E von Caterpillar vielversprechender sind. Foto: Zeppelin

sollten ab 2010 weltweit jährlich um die 1500 Stück verkauft werden. Inzwischen wurde das überarbeitete 21 t-Modell HB215LC-1 vorgestellt.

2009 setzte der Hybrid-Trend voll ein, gab doch Doosan zur Intermat die Entwicklung eines Hybridbaggers der 22 t-Klasse bekannt, dessen Markteinführung für 2014 geplant ist. Zudem zeigte Mecacalac auf der Intermat den 12MTX Hybrid- und Case den Prototyp eines Hybrid-Umschlagbaggers. Im Folgejahr waren auf der bauma von Bomag die Hybrid-Tandemwalze BW 174 AP-4 und von Venieri die Hybridlader 2.63 und 15.63 zu bestaunen, letzterer mit 3,5 bis 4,5 m³ Schaufelinhalt. Zu diesem 17 t-Lader waren keinerlei Informationen erhältlich. Der

Lader sei einfach zu neu, hieß es. Letzter Neuzugang im Reigen der Hybridmaschinen ist ein 22 t-Bagger, den Hyundai nach dreijähriger Entwicklung im vergangenen Jahr auf der Conex Korea vorstellte. Die Serienproduktion sollte gemäß Werksangaben schon 2011 aufgenommen werden.

Im Arbeitsalltag müssen Hybridmaschinen allerdings noch mit der Lupe gesucht werden. Eine Ausnahme bildet der erste praxistaugliche Radlader mit Hybridantrieb, den der texanische Hersteller LeTourneau ohne viele Worte und großes Marketing vor einigen Jahren entwickelt hat. Dank der gespeicherten Bremsenergie und computergeregeltm diesel-elektrischem Antrieb werden Kraftstoffeinsparungen von bis zu 40 % im Vergleich zu herkömmlichen Großradladern genannt. Die Rückgewinnung der Bremsenergie beim Stoppen vor Muldenkipper, Siebanlage oder Brecherbunker kommt nicht dem Fahrtrieb, sondern dem Hubarm zugute. Die Bremsenergie wird zur Überwindung der Schwerkraft genutzt. Mit dem beim Bremsen gewonnenen Strom wird über einen Elektromotor die Hydraulikpumpe angetrieben, die die Hub- und Schaufelzylinder mit Öl versorgt. Da der Strom für jedes neue Ladespiel nicht lange gespeichert werden muss, sind keine Akkus nötig. Stattdessen wird mit Kondensatoren zeitlich begrenzt sehr hohe Leistung bereitgestellt.

Durch den patentierten Antrieb mit Dieselmotor, Generator und vier elektrischen Radnabenmotoren entfallen Drehmomentwandler, Getriebe, Kupplungen, Kardanwellen und -gelenke sowie Differenziale, was Wartung und Service vereinfacht, weniger Reibungsverluste bedingt, weniger Schmiermittel erfordert und weniger Eigenmassen beschleunigen muss. LeTourneau bietet fünf Ladermodelle, angefangen beim „kleinen“ L-950 mit 13,8 m³-Standardschaufel für Muldenkipper der 70 t- bis 140 t-Klassen bis hin zum größten Radlader der Welt, dem L-2350 mit 41 m³ Schaufelinhalt und 73 t Schaufelnutzlast, der mit 8 m Ausschütthöhe größte Muldenkipper mit einem Gewicht von 360 t beladen kann.

Die zweite Hybridmaschine, die das Prototypstadium verlassen hat, ist der Hybridbagger von Komatsu, dessen Markteinführung 2008 nur in Japan erfolgte. Inzwischen wurde der ursprüngliche PC200-8 zum neuen, in diesem Jahr vorgestellten HB215LC-1 weiterentwickelt, der während seiner Einführungsphase auf dem europäischen Markt für ausgewählte Komatsu-Distributoren verfügbar sein wird. Der 21 t-Bagger gehört bereits zur zweiten Generation der Hybridmaschinen. Derzeit sind Werksangaben zufolge 900 Komatsu-Hybridmaschinen in Japan,

China und den USA im Einsatz, die es gemeinsam auf über 1 Mio. Betriebsstunden bringen. Im Vergleich zum Standardbagger soll die Hybridtechnologie eine durchschnittliche Kraftstoffersparnis von bis zu 25 % bewirken und eine ebensolche Reduzierung der CO₂-Emissionen. Das Hybridsystem des HB215LC-1 besteht aus neu entwickeltem elektrischem Schwenkmotor, Generator, Kondensator und 104 kW (141 PS) starkem Dieselmotor. Ein „Ultra-Hochleistungskondensator“ von Komatsu übernimmt die Speicherung der beim Schwenken rückgewonnenen Energie. Die kinetische Energie, die während des Abbremsens der Schwenkbewegung entsteht, wird in elektrische Energie umgewandelt und über einen Gleichrichter zum Kondensator geleitet und dort gespeichert. Beim anschließenden Schwenken des Oberwagens wird der Dieselmotor unterstützt, indem die gespeicherte Energie verzögerungsfrei in den elektrischen Schwenkmotor eingespeist wird.

Obwohl „Hybrid“ derzeit fast schon zum Modewort wird, sollten Sinn und Zweck einer solchen Antriebsart bei Bau-



Durch die Bremsenergiegewinnung beim Stoppen der Schwenkbewegung des Oberwagens kann der auf der Steinexpo gezeigte Komatsu Hybridbagger HB215LC viel Kraftstoff einsparen. Foto: spo

und Gewinnungsmaschinen besonders hinterfragt werden, denn ihre Arbeitsweisen unterscheiden sich beträchtlich. Während Busse und Lkw nur beschleunigen, fahren und bremsen, gibt es bei Maschinen viele andere Bewegungsabläufe, die sich teilweise auch überlagern. Daraus Energie rückgewinnen zu wollen, ist nicht einfach und erfordert gehörigen technischen Aufwand.

Unter Hybridantrieb versteht man eine Kombination unterschiedlicher Technologien, einen zusammengesetzten Antrieb: Kombiniert werden etwa Vorteile des Verbrennungsmotors mit denen der Elektrotechnik, wo sich dank Dynamo- bzw. Generatorprinzip sowohl die Energiespeicherung als auch -gewinnung bestens

nutzen lassen. Interessant sind auch Kombinationen mit Bordhydraulik und gashydraulischen Druckbehältern zur Energiespeicherung. Aber sind solche komplexen und daher auch störungsanfälligen Optimierungen des Antriebsstranges tatsächlich bei allen Maschinen anzustreben? Die Antwort ist einfach: Nein. Denn ob sich ein Hybridantrieb für eine Bau- und Gewinnungsmaschine oder eine bestimmte Anlage eignet, hängt unmittelbar von Arbeitsweise und Einsatzart ab.

Ein Hybridantrieb nutzt Energie, die sonst verschwendet wird, ob beim Bremsen oder Absenken. Doch solche Energie ist nicht stets und überall vorhanden. So eignet sich eine Planierraupe kaum, denn wo sollte bei ihr Brems- oder Schwenkenergie zu gewinnen sein? Diese Frage stellt sich auch beim Grader, der zwar hin und wieder bremst, dies aber nur selten und meist bei zu langsamer Fahrt, um daraus gut Energie gewinnen zu können. Ein vorzügliches Beispiel liefert der Hydraulikbagger, denn die Energiegewinnung aus dem Abbremsen der Schwenkbewegungen des Oberwagens kann überaus viel Energie bringen – oder gar keine. Wird der Bagger nämlich fast nur zum Graben-

Attraktiv für Hybridantriebe sind auch Radlader, denn sie fahren bei jedem Ladespiel mehrmals an, beschleunigen und bremsen wieder ab. Wird die Energie von bis zu 4 000 täglichen Bremsvorgängen im 3-Schicht-Betrieb in Energie umgewandelt, ergeben sich beachtliche Einsparungspotenziale.

Perfekt geeignet für Hybridantriebe sind Muldenkipper, besonders in der stationären Industrie, wo oft beladen aufwärts und bei der Rückfahrt abwärts gefahren wird – und dies im Dauerbremsbetrieb. Die Bremsenergie geht ebenfalls verloren und wärmt die Umwelt auf. Wenn diese großen Energiemengen jedoch mittels Hybridantrieb gespeichert und dem Kipperantrieb beim Beschleunigen und bei Aufwärtsfahrt wieder zugeführt werden, zeichnen sich enorme Kraftstoffeinsparungen ab.

Energie lässt sich nur schwer einfangen

Energie einsparende Hybridantriebe müssen grundsätzlich über Möglichkeiten zur Energiespeicherung verfügen, um gewisse, nicht benötigte oder zurück ge-

Deshalb entwickelte Sandvik einen Schwungradantrieb für den Hybridbrecher CR810, der sich sowohl als Primär- als auch Sekundärbrecher eignet. Kurzzeitige Leistungsspitzen werden mit zwei großen Schwungrädern kompensiert, die beiderseits der Brecherwelle angeordnet sind und jeweils von einem 1 250 kW leistenden E-Motor durch Riemen angetrieben werden. Die Schwungräder speichern dank ihrer hohen Eigenmasse große Mengen kinetischer Energie, die bei mühsam drehender Brecherwelle sofort abgegeben wird.

Während früher auch bei Lkw- und Busantrieben mit Schwungrädern experimentiert wurde, rückt man wegen der hohen Gewichte, die das Eigengewicht beträchtlich erhöhen, und angesichts fortschrittlicher Akku- und Hydrauliktechnik inzwischen wieder davon ab. Doch auch die Gewichte der Akkupakete, die zur Speicherung zurück gewonnener Bremsenergie dienen, haben es in sich. Dies zeigte sich beim ersten Muldenkipper mit Hybridantrieb, dessen diesel-elektrischen Wechselstromantrieb General Electric 2006 modifizierte. Dabei handelte es sich um einen Komatsu 830E-AC mit 220 t Nutzlast und 1 761 kW (2 360 PS) Leistung. Die Bremsenergie wurde in zwölf mächtigen, unten vor dem Kühler untergebrachten Akkupaketen gespeichert und mit 384 kW Gesamtleistung beim Anfahren, Beschleunigen und an Steigungen automatisch in die elektrischen Radnabenmotoren eingespeist. Diese Zusatzleistung entlastete den Dieselmotor und sorgte für Kraftstoffeinsparungen.

Die Versuche verliefen zwar vielversprechend, doch bewirkten stark ansteigende Widerstände der Akkupakete und die dadurch verkürzte Akkulbensdauer nach einigen Monaten ein vorzeitiges Testende. Nun wird nach besseren und leichteren Speichermedien für den Strom gesucht.

Diesel-elektrisch in die Hybrid-Zukunft?

Die meisten großen Tagebau-Muldenkipper ab 150 t Nutzlast werden diesel-elektrisch angetrieben. Dadurch haben sie sowieso schon „Strom an Bord“ und eignen sich bestens für Hybridantriebe auf Basis von Diesel- und Elektromotoren. Diesel-elektrische Antriebe werden gegenwärtig auch für andere Maschinenarten erwogen, beispielsweise für Radlader, Hydraulik- und Seilbagger oder auch für kleinere Muldenkipper.

Beim diesel-elektrischen Antrieb kann Strom in elektrischen Motoren erzeugt werden, die beim Bremsen oder beim Last- und Auslegerabsenken als Genera-



Der Volvo L220F Hybrid verfügt über kombinierte elektrische Motor-Generatoren, die in den Antriebsstrang integriert sind.

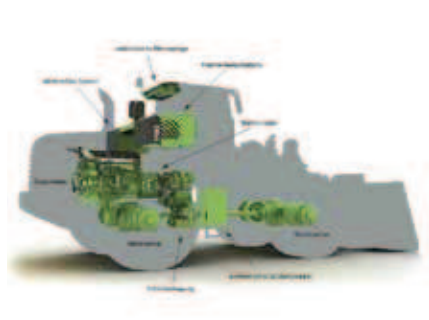


Foto: Volvo CE

ziehen eingesetzt und häuft den Aushub direkt neben dem Graben auf, schwenkt er nur um einige Grad, so dass nicht viel Energie zu gewinnen ist. Knabbert der Bagger überwiegend mit Betonzange oder Hydraulikhammer, wird beim Bremsen des Schwenkwerks keine Energie gewonnen, denn der Bagger schwenkt nicht. Belädt der Bagger hingegen täglich Lkw oder Muldenkipper bei Schwenkwinkeln von 60 bis 120°, erreicht das Schwenkwerk hohe Beschleunigungen und Drehgeschwindigkeiten. Dieses Schwenktempo muss bei jedem Hin- und Rückschwenken, ob mit gefülltem oder entleertem Grabgefäß, samt kompletter Oberwagenmasse wieder abgebremst werden – dabei verpufft viel Energie sinnlos. Hier ist ein Hybridantrieb sehr effektiv, spart viel Kraftstoff ein und mindert damit auch die Abgasemissionen.

wonnene Energiemengen so lange innerhalb der Maschine „aufheben“ zu können, bis diese Energie oder zumindest Anteile davon genutzt werden können. Zur Speicherung der Energie stehen aber leider nur wenige Alternativen zur Verfügung: Schwungrad (schwer), Akkus (schwer), Kompensatoren (nur kurzzeitig) oder gashydraulische Druckspeicher (komplexe Hydraulik).

Insofern müssen allen Hybridantrieben bei Baumaschinen und stationären Anlagen entweder mechanische Schwungradantriebe, elektrische Antriebe oder Druckspeicher nachgeschaltet werden. Nun können aber mobile Maschinen keine tonnenschweren Schwungräder mit sich herumschleppen, aber bei stationären Anlagen wie Brechern wird's umso interessanter.

toren fungieren. Der Strom lässt sich ohne aufwendige Schlauchführungen mittels Kabel zum Energiespeicher und von dort je nach Bedarf ebenfalls mit Kabeln zu anderen E-Motoren an die Hydraulikpumpen führen. Die meisten diesel-elektrischen Antriebe arbeiten statt mit einem Getriebe mit einem Generator, der dem Dieselmotor nachgeschaltet ist und starke E-Motoren für Antriebe und kleinere E-Motoren für Nebenaggregate, Arbeitsbewegungen und Anbaugeräte speist. Solche hocheffektiven und „mobilen Kleinkraftwerke“ werden bereits seit mehr als einem halben Jahrhundert erfolgreich gebaut und bewegen nicht nur schwere Muldenkipper und große Radlader, sondern auch Lokomotiven und andere Maschinen. In modernen Varianten wird bei den E-Motoren dank neuer Wechselstromtechnik und sehr hoher Drehmomente sogar auf Getriebeunterstützungen verzichtet.

Einer der größten Vorteile ist die einfache Form der Leistungsübertragung: Mechanische und hydro-dynamische Antriebsstränge schlucken durch Reibung und zu bewegende Zahnrad- und Wellenmassen etwa 10 bis 20 % der Motorenergie. Beim Generator und mehreren E-Motoren kommt es zu geringeren

Leistungsverlusten. Zudem kann der Dieselmotor dank computergesteuerter Regeltechnik annähernd mit konstanter Drehzahl laufen, ein weiterer wichtiger Vorteil. Die sonst unvermeidlichen Lastwechsel des Motors, beim Radlader mehrmals bei jedem Ladespiel, entfallen gänzlich. Das schont den Motor und lässt ihn weniger verschleiben, außerdem werden Verbrauch und Abgasemissionen gesenkt.

Auf weitere Vorteile setzen auch manche Hersteller mobiler Recycling-, Brecher- und Siebanlagen. Das sind vorrangig beträchtliche Kraftstoffeinsparungen, aber auch flexible Antriebsmöglichkeiten von Nachsieven und Haldenbändern. Während nämlich bei herkömmlichen Anlagen mehrere Dieselmotoren Kraftstoff verbrauchen, speist nun nur eine diesel-elektrische Anlage mehrere Anlagen und Bänder mit Strom.

Für 160 t/h Durchsatzleistung nennt Rubble Master nur 21 bis 25 l/h Verbrauch, während andere Anlagenantriebe auf 30 bis 35 l/h, mit Nachsieveanlage sogar auf bis zu 45 l/h kommen sollen. Mit diesel-elektrischem Antrieb soll die mobile schwedische 17-t-Sieveanlage Ls 902 von Maskin Mekano rund 60 % weniger Kraftstoffkosten verursachen. Der stünd-



Das Ergopower-Hybridsystem von ZF für Mobilmaschinen arbeitet als komplette Antriebskomponente mit kräftiger E-Maschine von 85 oder 120 kW Leistung.

Foto:ZF



BUNKERABZUG



BRECHERBESCHICKUNG



SCHWERLASTSIEB

ROBUST & ZUVERLÄSSIG

– das garantieren wir Ihnen mit aussergewöhnlichen Garantiezeiten!

SCHWINGUNGSTECHNIK IN PERFEKTION

Massive Auskleidungen gegen Verschleiß in Hardox-Qualität sind dabei selbstverständlich.

FÖRDERN. SIEBEN. DOSIEREN.

www.dosierttechnik.com

Dosierttechnik GmbH . Hansaring 134 . D-48268 Greven
Telefon +49 (0) 25 71 5 77 05-0 . info@dosierttechnik.com



DOSIERTECHNIK GMBH®

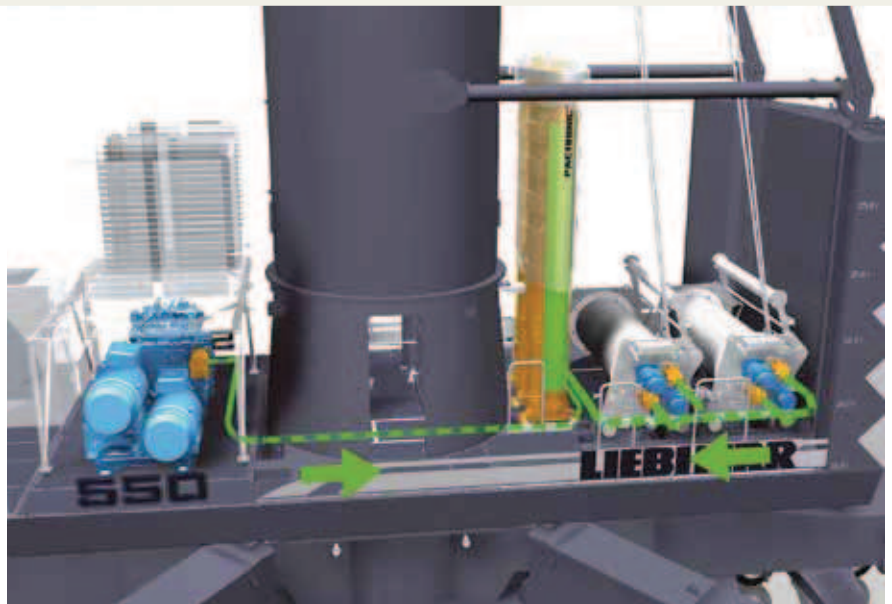
WIR SIND GUT – FÜR SIE

liche Verbrauch liegt bei nur etwa 4 l, während Anlagen mit Hydraulikantrieb 10 l und mehr schlucken. Der Hersteller betont, dass allein die Ölmasse, die ständig umgepumpt werden muss, komplett entfällt, ebenso übrigens die Kosten für das Hydrauliköl. Wo sich diesel-elektrische Antriebe zukünftig „hybridisieren“ lassen, ist kaum abzusehen. Größte Anwärter dürften Muldenkipper und Radlader sein.

Hybridisieren mit Hydraulik und Hydrostat

Interessante und gänzlich andere Perspektiven als bei Pkw, Lkw und Bussen zeichnen sich bei Anlagen und Maschinen mit hydraulischen Hybridantrieben ab. Solche Antriebe stecken gegenwärtig noch in den Kinderschuhen, bergen aber ein immenses Entwicklungspotenzial. Hydraulik ist in der überwiegenden Zahl aller Bau- und Gewinnungsmaschinen und bei vielen Anlagen sowieso vorhanden, ebenso zunehmend mehr hydrostatische Antriebe.

Für einen Hybridantrieb muss die Hydraulik „nur“ zur Energierückgewinnung und -speicherung umgestaltet werden, beispielsweise mit Druckspeichern, die die gewonnene und gespeicherte Energie



Bei der Pactronic von Liebherr für Umschlagkrane speichert ein hydraulischer Druckspeicher (grün) beim Senken der Last Energie und gibt sie beim Heben wieder ab.

Foto: Liebherr

direkt wieder in Hydraulik oder Hydrostatik einspeisen. Zum Setzen der Segel werden bei Sportyachten bereits Drücke von bis zu 800 bar genutzt. „Solche Drücke würden zukünftig in einem Hybridantrieb den Energiespeicherwert heutiger Konstruktionen mehr als verdoppeln und so eine Leistung und Wirtschaftlichkeit ermöglichen, die durch elektrische Systeme nicht zu erreichen ist“, teilt Antriebstechnikspezialist Parker Hannifin mit.

Eine in der Praxis realisierte Lösung zeigt Liebherr bereits mit der Pactronic, dem ersten hydraulischen Hybridantrieb für Hafemobilkrane. Bei diesen Kranen wird das hydrostatische Hubsystem von Hydraulikmotor, Pumpe und Diesel- oder E-Motor angetrieben. Mit der Pactronic wird dem Antrieb eine zusätzliche Energiequelle hinzugefügt, dessen wichtigste Komponente ein Energiespeicher (Akkumulator) ist, der durch Energiegewinnung beim Senken der Last und durch die Überschussleistung des Antriebsmotors geladen wird. Der Hydraulik-Akkumulator basiert auf bewährter Technologie und arbeitet mit Stickstoff und Hydrauliköl.

Die im komprimierten Gas gespeicherte Energie wird bei Bedarf freigesetzt und dem Antrieb wieder zugeführt, wenn der Kran beim Heben hohe Leistung benötigt. Gegenüber herkömmlichen Antrieben soll die Pactronic 30 % weniger Kraftstoff verbrauchen und die CO₂-Emissionen entsprechend senken, und – ein höchst angenehmer Begleiteffekt – über die doppelte Hubleistung mit weitaus höheren Hub- und Senkgeschwindigkeiten verfügen. Die Pactronic veranschaulicht, dass die Antriebszukunft spannend wird! (Heinz-Herbert Cohrs)

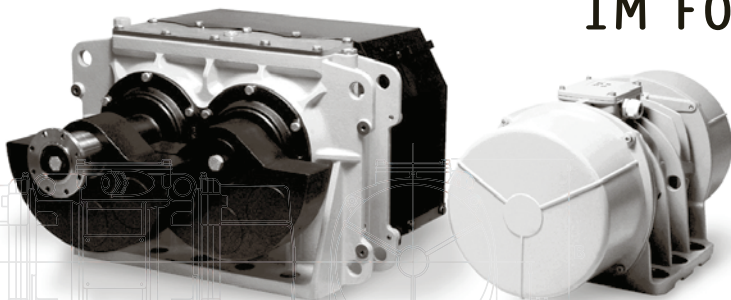
- ✗ SUSA Wegweiser
- www.letourneau-inc.com
- www.komatsu.eu
- www.sandvik.com
- www.doosan.com
- www.rubblemaster.com
- www.maskinmekano.se
- www.zepelin-cat.de
- www.parker.com
- www.zf.com
- www.volvoce.com
- www.liebherr.com



Baumaschinen benötigen regelmäßig und damit sehr häufig hohe Leistungen, was geeignete Kurzzeit-Energiespeicher erfordert.

Foto: Komatsu

UN NUOVO PUNTO DI VISTA IM FOKUS



Unwuchtmotoren von Italvibras - bewährt, weltweit das größte Programm für höchste Leistung und Sicherheit.

Italvibras - Richterregger - die NEUE Serie VU - lineare Schwingungen für große und schwere Maschinen.
Tradition und Fortschritt - Vibration Made in Italy.

italvibras
g.silingardi

www.italvibras.it