

Zwei-Wege-Rangierfahrzeuge mit neuartigem Antriebskonzept

Der Elektroantrieb schafft die Voraussetzung für kompaktes Design mit hoher Leistung – vom Rotrac E2 zum Rotrac E4 für 500 t schwere Züge.



Abb. 1: Trotz der äußerst kompakten Abmessungen bringt der Rotrac E2 eine hohe Zugkraft für Züge bis 250 t auf die Schiene.

Maik Manthey
Stephan Zwiehoff

Die Anforderungen, die Bahnbetreiber an Zwei-Wege-Rangierfahrzeuge in Verladebahnhöfen und Reparaturwerkstätten stellen, sind klar definiert: Im Straßenbetrieb sollen die Geräte flexibel und wendig sein, im Schienenbetrieb sind hohe Zugkräfte gefragt. Üblicherweise werden hier Geräte mit dieselmotorischem Antrieb verwendet. Sie weisen allerdings eine begrenzte Zugkraft auf, und vor allem im Hallenbetrieb stören die Abgase. Zudem ist das Aufgleisen aufwendig und die Wendigkeit begrenzt. Ein neues Antriebskonzept schien also sinnvoll. Verwirklicht wurde es erstmals 2011 mit dem Rotrac E2 der Zwiehoff GmbH aus Rosenheim, einem Spezialisten von Zwei-Wege-Fahrzeugen für die Bahntechnik.

Erste Idee auf der Bauma 2010

Bemerkenswert war die kurze Entwicklungszeit des Rotrac E2. Auf der Bauma 2010 wurde ein Demonstrator auf dem Messestand von Linde Material Handling vorgestellt, der die Vorteile der elektrischen Antriebstechnik in mobilen Arbeitsmaschinen verdeutlichen sollte. Von Zwiehoff wur-

de die Übertragbarkeit dieses Konzeptes auf die Rangierfahrzeuge erkannt. Nach einem ersten Gespräch mit den Linde-Entwicklern wurde nur wenig später ein erster Vorschlag für das Antriebskonzept einer Elektro-Draisine für Züge bis zu 250 t gemacht.

Bereits dreieinhalb Monate nach dem Erstkontakt war ein erster Prototyp fertig. Gebaut wurde er von der Proplan Transport- und Lagersysteme GmbH in Aschaffenburg. Diese Tochtergesellschaft von der Linde Material Handling GmbH hat sich auf die Entwicklung und Produktion von Sonderfahrzeugen spezialisiert und verfügt daher über sehr flexible Fertigungsmöglichkeiten für Klein- und Kleinstserien.

Hohe Zugkraft bei sehr kompakten Abmessungen

Der Rotrac E2 (Abb. 1) ist nur etwa 2000 mm lang (bei einer Breite von 1800 mm und einer Höhe von 1200 mm) und kann mit einem Wenderadius von 0,9 m innerhalb der Fahrzeugkontur wenden. Zugleich aber bringt das Gerät eine Zugkraft für 250 t schwere Züge auf. Diese Leistungsdaten sind möglich, weil das Gerät von Grund auf für diesen Einsatzzweck entwickelt wurde – und weil es moderne, wartungsarme Antriebs- und Steuerungstechnik nutzt.

Innovatives Antriebskonzept

Der Antrieb erfolgt über vier einzeln regelbare 4,5 kW-Drehstrommotoren, die jeweils paarweise in einer Starrachse untergebracht sind. Gelenkt wird per Funkfernsteuerung über die Steuereinheit der Elektromotoren. Beim Wenden auf der Stelle werden die einzelnen Antriebe gegenläufig angesteuert. Somit wurde hier eine elektronische Allrad-Starrachs-Lenkung verwirklicht, die feinfühligere Lenkmanöver und hundertprozentige Spurstabilität sowie einen extrem geringen Wenderadius ermöglichen.

Wer den Rotrac E2 beim Ziehen einer Lokomotive beobachtet, wird sich fragen, wie ein derart kompaktes Gerät eine so hohe Zugkraft auf der Schiene aufbringen kann. Die Antwort liegt in der intelligenten Kombination elektrischer Antriebs- und elektronischer Steuerungstechnik. Die Drehstrommotoren können dank Boost-Funktion um fast das Sechsfache höher belastet werden als ihre Nennleistung und liefern dann eine Leistung von 4 x 26,5 kW. So werden Anfahrmomente von bis zu 24 kN erzeugt, die für das Anfahren aus dem Stand beim Ziehen schwerer Lokomotiven oder Waggonverbünde nötig sind. Hier erweist sich auch der Einsatz von Vollgummibandagen als vorteilhaft: Er sorgt aufgrund der besseren Reibung für eine verbesserte Kraftübertragung im Vergleich zu einem „Stahl auf Stahl“-Verbund von Rad und Schiene.

Bedarfsgerechtes Nachregeln des Anpressdruckes auf die Schiene

Die Fahrzeuge beschleunigen stufenlos auf bis zu 5 km/h. Eine Kombination aus Schienenrädern und beweglichen Antriebsrollen gewährleistet, dass immer der nötige Anpressdruck auf die Antriebsräder ausgeübt und ein Durchdrehen zuverlässig vermieden wird. Die elektronische Steuerung gewährleistet ein kontinuierliches, bedarfsgerechtes Nachregeln des Anpressdruckes und somit eine zuverlässige Traktion. Dadurch wird auch stets nur soviel Leistung auf die Schiene gebracht, wie nötig ist. Beim Bremsen wird ebenfalls Energie gespart, weil das Antriebssystem sie zurück in die Batterie speist.

Eine hydraulisch verstellbare und selbsttätig nachregelnde Schienenführung (Abb. 2) bietet vor allem bei aufgeständerten, d.h. erhöht

liegenden Gleisen zusätzliche Sicherheit. Die Pendelachse des Rotrac ermöglicht einen präzisen momentfreien Ausgleich zwischen rechtem und linkem Schienenrad und regelt bei Bedarf selbsttätig nach. Auf diese Weise wird ein Entgleisen bei ungleichmäßigem Schienenabstand zuverlässig vermieden. Beim Abgleisen wird die Schienenführung hydraulisch angehoben.

Bewährte Antriebstechnik aus der Stapler-Großserie

Dieses innovative und in der Bahntechnik einzigartige Antriebskonzept mag aufwendig klingen, aber das entspricht nicht den Tatsachen. Denn es ließ sich vollständig mit Serienkomponenten aus der Produktion von Linde Material Handling realisieren. Es kommen zwei Antriebsachsen vom Typ AE 18-05 48 V 2 x 4,5 kW S2-60 (Abb. 3) mit einem Umrichter vom Typ AC S10 48 V (Abb. 4) zum Einsatz. Ihr geregeltes Bremsverhalten schafft die Voraussetzung für hohe Energiegewinnung beim Rekuperieren. Gesteuert wird der vollsynchronisierte Einzelradantrieb durch zwei LinC1-Steuerungen (Abb. 5), eine pro Achse, die im Master-Slave-Modus arbeiten.

Komplettiert wird das System durch Schütztafel, DC/DC-Wandler und Ladeschaltung mit Komponenten, die ebenfalls schon in Serienanwendungen ihre Zuverlässigkeit unter Beweis stellen konnten. Selbst einzelne Kabelsätze stammen aus der Stapler-Serienproduktion.

Als Energiespeicher nutzt Zwiehoff eine 48 V / 420 Ah-Traktionsbatterie; der Wechsel-Akku reicht für acht bis zwölf Stunden und somit für eine Schicht. Das System wird optimiert durch die hauseigene Steuerungssoftware und die Diagnosesoftware LinDiag, die ein „Auslesen“ der relevanten Antriebsparameter ermöglicht und damit die Voraussetzung für eine schnelle Diagnose im Fehlerfall schafft.

Schneller Markterfolg

Die Serienfertigung des Gerätes, die ebenfalls bei Proplan stattfindet, lief mit höheren Stückzahlen an als ursprünglich geplant. Sowohl Bahngesellschaften als auch Industrieunternehmen mit eigenem rollenden Material entschieden sich zum Kauf des Rotrac E2, nachdem ihnen Zwiehoff das Gerät während einer Roadshow präsentierte. Auch die Deutsche Bahn AG gehört zu den ersten Nutzern des Rotrac E2. Weltweit ist das Rangierfahrzeug u. a. in Australien, Brasilien, Kasachstan und Malaysia im Einsatz. Hier – d. h. bei Auslandseinsätzen – erweist es sich als vorteilhaft, dass die Spurweite des Rotrac von 1,0 bis 1,6 m verstellbar ist.

Deutliche Energieeinsparung

Zu den weiteren Vorteilen der elektrischen Antriebstechnik gehört auch der niedrigere



Abb. 2: Die hydraulisch verstellbare Schienennachführung gewährleistet einen gleichbleibend hohen Anpressdruck der Räder auf der Schiene.

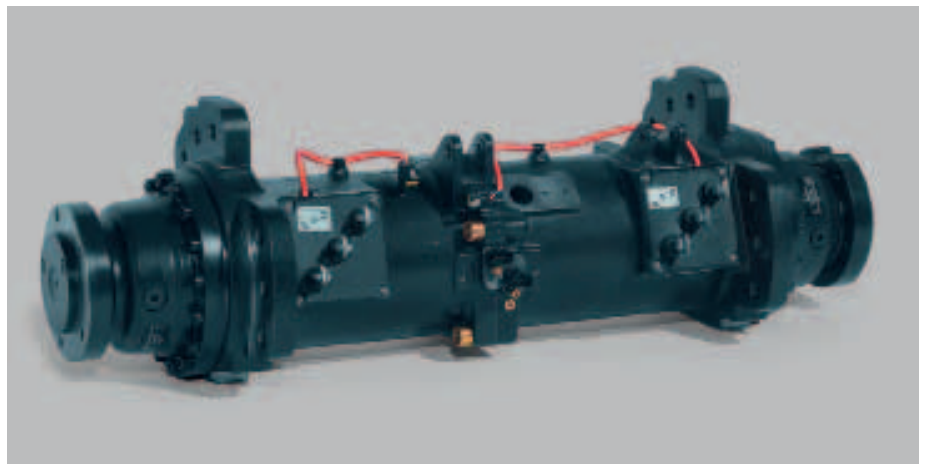


Abb. 3: Als Antriebsachsen kommen Standardachsen aus der Staplertechnik mit jeweils zwei einzeln angetriebenen Rädern und 4,5 kW-Asynchronmotoren zum Einsatz. Sie ermöglichen ein vollelektrisches Lenken mit einem Wenderadius von 0,9 m.



Abb. 4: Die Drehstrommotoren werden über Umrichter angesteuert, die ebenfalls von Grund auf für den Einsatz in mobilen Arbeitsmaschinen entwickelt wurden.



Abb. 5: Alle Antriebsfunktionen werden über die zwei elektronische Linc-Steuerungen koordiniert, die im Master-Slave-Modus arbeiten.



Abb. 6: Der Rotrac E4 weist gegenüber dem E 2 eine verdoppelte Zugkraft auf. Fotos: Linde Material Handling

Energieverbrauch. Während eine Rangierlokomotive mit Dieselaggregat vor dem Einsatz bis zu 60 Minuten aufgewärmt werden muss, ist der Rotrac sofort einsatzbereit. Außerdem verbraucht die Lokomotive bereits beim Aufwärmen etwa 20 l Dieselkraftstoff pro Stunde. Bei Rangierfahrten sind es sogar bis zu 150 l in der Stunde. Der Umstieg auf den elektrischen Antrieb lohnt sich somit. In einer Acht-Stunden-Schicht kann der Anwender 1200 l Kraftstoff einsparen.

Der zweite Schritt: Elektro-Draisine für 500 t-Züge

So gut der Rotrac E2 von den Kunden angenommen wurde – ein zusätzlicher Wunsch wurde von Beginn an geäußert: Eine Elektro-Draisine mit höherer Zugkraft, die z. B. einen kompletten ICE 3-Hochgeschwindig-

keitszug ziehen kann. Diesem Wunsch ist Zwiheoff – in Zusammenarbeit mit Linde Material Handling – jetzt nachgekommen und zeigte auf der InnoTrans 2012 erstmals den Rotrac E4 mit einer verdoppelten Zugkraft für 500 t schwere Züge (Abb. 6). Das neue Rangierfahrzeug nutzt prinzipiell das gleiche Antriebskonzept wie der Rotrac E2. Allerdings kommt hier 80 V- statt

48 V-Technik zum Einsatz, und die Motoren leisten jeweils 12,5 kW (in Boost-Funktion 37,5 kW). Auch sind die Antriebsräder mit 780 mm (gegenüber 500 mm) deutlich größer. Ein wesentlicher Unterschied ist die Lenkung: Beim Rotrac E4 wird für das Manövrieren auf Asphalt ein separates Drehschemel-Bugrad ausgefahren, das Lenkbewegungen bis zu 90° erlaubt und den Wenderadius auf 2,50 m minimiert.

Zu den weiteren Unterscheidungen gegenüber dem Rotrac E2 gehört die Mitfahrmöglichkeit für den Bediener auf einer auschiebbaren Standplattform.

Ausblick: Weitere Neuentwicklungen in Arbeit

Auch der Rotrac E4 fand großes Interesse der internationalen Bahnindustrie, eine erste (Klein-)Serie wurde bei Proplan bereits aufgelegt. Darüber hinaus sind weitere Entwicklungsprojekte in Arbeit. Zum Beispiel fragten große Chemieunternehmen nach einer Elektro-Draisine für den Einsatz in Verladebahnhöfen, die den Anforderungen des Explosionsschutzes genügen. Hier kann Zwiheoff auf umfassende Erfahrungen zurückgreifen, denn Proplan baut seit 1984 Ex-Schutz-Stapler.

Darüber hinaus wird der „große Bruder“ des E2 künftig auf Wunsch einen Druckluftkompressor an Bord mitführen können, der die Bremsen der mitgeführten Waggons betätigt. Zudem wünschen erste Betreiber Rotrac-Ausführungen mit geschlossener Kabine. Auch dieser Wunsch ist für die Tochtergesellschaft eines Herstellers leicht in die Praxis umzusetzen: Proplan wird hier Komponenten – eine komplette Kabine – aus der Stapler-Serienproduktion verwenden.



Maik Manthey

Leiter Geschäftsfeld Electronic Systems & Drives
Linde Material Handling GmbH
maik.manthey@linde-mh.de



Stephan Zwiheoff

Produktmanager Rotrac
G. Zwiheoff GmbH, Rosenheim
stephan.zwiheoff@zwiheoff.de

Summary

Road-rail vehicles with innovative drive technology

In 2011 G. Zwiheoff GmbH presented the Rotrac E2 shunting vehicle, a highly compact product designed for extremely heavy trailing loads of up to 250 t. This compact design was made possible thanks to the use of innovative drive and control technology which originates from Linde electric forklift trucks. The enterprise now launches a likewise compact shunting vehicle which can trail loads of up to 500 t.