

LEICHT, ENERGIESPAREND, AUSDAUERND – HYBRIDRÄDER DER BVV

Mit der Expertin der Bochumer Verein Verkehrstechnik GmbH für Werkstofftechnik sprach der bahn manager über Neuentwicklungen bei Rädern und Radsätzen für Schienenfahrzeuge.

bahn manager Magazin: Frau Dr.-Ing. Hucklenbroich, auf der InnoTrans 2018 stellte Ihr Unternehmen erstmals ein sogenanntes Hybridrad vor, das gegenüber vergleichbaren Produkten leichter ist. Sie verbauen da unterschiedliche Werkstoffe, auch Gummi. Worum handelt es sich genau?

Dr.-Ing. Irina Hucklenbroich: Es handelt sich um gummigefederte Räder, wie sie vor allem im Straßen- und Stadtbahn-Bereich zum Einsatz kommen. Diese Räder verfügen gegenüber den vor allem im Vollbahnbereich eingesetzten starren Rädern über eine Gummifederung zwischen Radreifen und Radkörper. Die damit verbundenen Elastizitäten reduzieren besonders den beim Befahren enger Bögen auftretenden Lärm, sorgen für geringere Erschütterungen in angrenzender Wohnbebauung und führen zudem zu einer deutlichen Steigerung der Laufleistung. Die Bochumer Verein Verkehrstechnik GmbH verfügt über mehr als 70 Jahre umfangreiche Erfahrungen mit gummigefederten Rädern, welche sich bei einer Vielzahl von Verkehrsbetrieben auf allen Kontinenten bewährt haben.

Diese Räder verfügen bei den zweiteiligen Radbauarten Bo 54 und Bo 011 – welche mittels einer Presse montiert werden – über einen Radreifen und Radkörper aus Stahl und bei den dreiteiligen Bauarten Bo 84, Bo 2000 und Bo 06 – bei welchen beispielsweise der Radreifen aufgrund der Verwendung innengelagerter Radsätze am Fahrzeugen gewechselt werden kann – zusätzlich über einen Felgenring, mit denen die Gummifederung verspannt wird. Im Gegensatz hierzu weisen die von uns neu entwickelten Hybri-

dräder Radkörper beziehungsweise Radkörper und Radfelgenringe aus einer geschmiedeten Aluminium-Knetlegierung auf.

Wie bewähren sich diese Räder denn in der Praxis? Sie haben seit 2018 bei der Verkehrsgesellschaft Frankfurt/Main VGF ein dreiteiliges Rad im Einsatz, bei dem der Radfelgenring aus Aluminium besteht?

Einfache Antwort: Unsere Erwartungen sind voll erfüllt worden. Nachdem wir innerhalb eines internen Entwicklungsprojektes ab 2015 das Ziel der Hybridräder ins Visier genommen haben, wurde neben vielen Simulationsrechnungen ein

besonderes Augenmerk auf experimentelle Untersuchungen gelegt. Denn uns war von Anfang an klar, im Betriebseinsatz festgestellte Probleme können sehr schnell das Ende einer neuen Technologie bedeuten.

So führten wir neben den obligatorischen Festigkeitsuntersuchungen unter anderem Korrosionstests mit und ohne Stromfluss durch – über die Räder wird der Fahrstrom zur Schiene geleitet –, Untersuchungen zur Übertragbarkeit der im Betrieb auftretenden Drehmomente speziell bei erhöhten Temperaturen über den Pressverband Rad/Welle aufgrund unterschiedlicher Ausdehnungskoeffizienten, und natürlich Tests zum Montageverhalten. Und die dabei gewonnenen Erkenntnisse sind in die Hybridräder eingeflossen. Ein Beispiel sind die Gegenlager bei den dreiteiligen Radbauarten, wodurch die Verschraubung mit dem Felgenring nicht im Aluminium erfolgt, sondern analog den konventionellen Rädern. Oder die Hybrid-Strombrücken, durch welche eine elektrische

Verbindung von Kabelschuhen aus Kupfer mit Aluminium-Radkörpern vermieden wird.

Und der Frankfurter Verkehrsgesellschaft sind wir besonders dankbar, dass sie uns die Möglichkeit gab, die dabei gesammelten Erfahrungen in U5-Fahrzeugen innerhalb eines Feld-



DR.-ING. IRINA HUCKLENBROICH

Die Ingenieurin (Ruhr-Universität Bochum, Maschinenbau/Werkstofftechnik) und Schweißfachingenieurin (SLV Duisburg) Dr. Irina Hucklenbroich ist seit 2005 Leiterin des werkstofftechnischen Zentrums bei der Bochumer Verein Verkehrstechnik GmbH (BVV).



Leicht, aber effektiv – Hybridräder der BVV

versuchs zu validieren. Speziell die Probezerlegung gelaufener Räder zeigte uns, dass die gewählten Versuchsparameter ausreichend konservativ waren und somit die Räder nach Abschluss des Feldversuchs in den uneingeschränkten Betriebs-einsatz überführt werden können.

Es scheint, der Trend im Nahverkehr geht in Richtung Leichtbau – warum? Welche Bedeutung haben dabei die Räder?

In Zeiten der Klimakrise kommt es darauf an, umweltfreundliche Produkte zu schaffen. Und durch gezielten Leichtbau wird der Energieverbrauch gesenkt. Aber nicht nur das, geringere Massen, und bei den Rädern handelt es sich zudem um ungefederte Massen, reduzieren die Beanspruchungen an Fahrzeug und Gleis, senken Körperschallemissionen und eröffnen gleichzeitig Möglichkeiten zur Einführung umweltfreundlicher Verkehrssysteme durch Anwendung alternativer Antriebskonzepte. Das Einsparpotenzial bei den Rädern hängt natürlich besonders von dem Raddurchmesser und dem Verschleißvorrat der Radreifen ab. Aber im Schnitt kann von 50 kg pro

Rad ausgegangen werden, das heißt bei einem sechssachsigen Stadtbahnwagen lassen sich durch die Hybridräder 600 kg Gewicht einsparen.

Was sagen Sie Skeptikern, die einwenden: Solche leichten Räder können unmöglich vergleichbare Laufleistungen wie Stahlräder haben, und sicher sind sie havarieanfälliger?

Wir laden sie ein, zu uns zu kommen und sich die gesammelten Ergebnisse mit uns gemeinsam anzuschauen. Und dann diskutieren wir die bestehenden Vorbehalte offen aus. Das haben wir auch am Anfang der Entwicklungen so gemacht, denn die Vorbehalte haben uns häufig den notwendigen Fingerzeig gegeben, um weitere zusätzliche Untersuchungen anzustoßen. Und wir sind sicher, dass wir am Ende gemeinsam zu der Einschätzung kommen, dass die Hybridräder die gleiche Lebenserwartung wie vergleichbare Räder aus Stahl haben. Für die Radkörper und Radfelgenreife bedeutet dies im Übrigen eine Lebensdauer gleich der Fahrzeuglebensdauer, unabhängig von der Laufleistung.

Homepage veröffentlicht unbefristet genehmigt für
 Foto: H. SCHMIDT/ÖRF für den Verkehrstechnik GmbH
 Rechte für einzelne Downloads und Ausdrücke für Besucher der Seiten
 genehmigt / © DVV Media Group GmbH

Können Sie das Konstruktionsprinzip näher erläutern? Wie lassen sich unterschiedliche Materialien derart verbinden, dass sie eine untrennbare Einheit bilden?

Wir haben zwei Schnittstellen zu betrachten. Einmal die Verbindung zwischen Radkörper/Radfelgenring zum Radreifen und einmal vom Radkörper zur Radsatzwelle. Bei der Verbindung Radkörper/Radfelgenring zum Radreifen hilft uns die dazwischen befindliche Gummifederung, Temperatureinflüsse auszugleichen, so dass die Geometrie der Gummikörper-Einfassung gleich den konventionellen Rädern ausgeführt werden kann.

Während bei den zweiteiligen Rädern die Gummikörper mit hoher Vorspannung zwischen Radreifen und Radkörper eingepresst werden, erfolgt dies bei den dreiteiligen Rädern durch entsprechende Neigungen der Gummianlageflächen an Radkörper und Radfelgenring. Das heißt, wenn diese axial zusammengezogen werden, wird gleichzeitig radial der Gummikörper vorgespannt. Und während des axialen Zusammenziehens der beiden Bauteile wird der Radfelgenring gleichzeitig mit dem Radkörper mittels kegligem Pressverband verbunden. Und der Vorteil der Verwendung von Aluminium-Radfelgenringen besteht darin, dass es keine temperaturbedingten Probleme bezüglich des Pressverbands gibt. Ergänzend erfolgt dann noch eine Sicherung des Pressverbands gegen axiales Verschieben durch die spezielle Schraubverbindung mit den Gegenlagern.

Die Verbindung des Radkörpers mit der Radsatzwelle erfolgt dann durch einen Pressverband. Hier wurden verschiedene Ausführungen untersucht, angefangen beim zylindrischen Pressverband, sowie konische und druckölgefügte Verbände. Aufgrund der unterschiedlichen Ausdehnungskoeffizienten von Stahl und Aluminium erfordert diese Verbindung Anpassungen der Pressübermaße gegenüber herkömmlichen Rädern. Pressversuche zeigen, dass durch die gewählten Übermaße in Verbindung mit entsprechenden Gleitmitteln auch bei vielfachen Demontagen und anschließenden Neumontagen die Grenzmaße und normativen Haftkräfte eingehalten werden.

Sprechen Sie jetzt Hersteller neuer Nahverkehrsfahrzeuge auf Ihre Hybridräder an, oder geht es Ihnen mehr um Nachrüstung von älteren Bestandsfahrzeugen?

In erster Linie sind die Hybridräder natürlich für neue Fahrzeuggenerationen von Interesse. Denn hier können die Gewichtsvorteile auch bereits direkt in die Fahrzeugkonzeption Eingang finden.

Bei Bestandsfahrzeugen können aus unserer Sicht Hybridräder aber besonders dann interessant werden, wenn innerhalb eines Modernisierungsvorhabens die Fahrzeuge auf den von den Fahrgästen erwarteten Stand gebracht werden sollen. So erhöhen z.B. Klimaanlage das Fahrzeuggewicht und können zu Zulassungsproblemen führen. In diesen Fällen können durch Hybridräder Mehrgewichte kompensiert werden, so dass solche Umbauten realisierbar werden.

Inzwischen bieten Sie auch komplette Radsätze mit Hybridrädern an für Niederflur-Straßen- und Stadtbahnen. War das Ihre Idee, oder wurden Sie aus dem Markt in dieser Richtung angesprochen?

Niederflur-Radsätze für Stadt- und Straßenbahnen unterscheiden sich bei vielen modernen Fahrzeugkonzepten grundsätzlich nicht von konventionellen Radsätzen. Allerdings werden zur Einhaltung niedriger Fußbodenhöhen kleine Raddurchmesser erforderlich, und diese lassen sich natürlich auch mit Hybridrädern realisieren.

Und für Fahrzeuge mit besonders niedrigen Fußbodenhöhen, welche Losradkonzepte mit invertierten Portalachsen erfordern, können wir mittlerweile ebenfalls komplette Leichtausführungen mit Hybridrädern anbieten. Diese Idee ist bei uns als konsequente Weiterführung des Leichtbaugedankens entstanden.

Könnte sich diese Technik auch für Regionaltriebzüge eignen?

Theoretisch ja, praktisch in vielen Fällen eher nicht. So sind gummigefederte Räder bei Fahrzeugen mit Radbremsscheiben unseres Erachtens nicht sinnvoll einsetzbar, da erhöhte Brems Temperaturen im Fall von Bremsstörungen die Gummifederung beeinflussen. Aber für Fahrzeuge wie den Regio-Shuttle, der über gummigefederte Räder verfügt, eignen sich natürlich auch Hybridräder.

Haben Sie noch weitere Neuigkeiten für den Light Rail-Verkehr in Arbeit?

Wir ruhen uns natürlich nicht auf dem Erreichten aus. Denn wir heißt es so schön, Stillstand ist Rückschritt. Also so viel kann ich Ihnen verraten, Sie werden auch in Zukunft noch einiges an Neuentwicklungen aus unserem Hause hören. Nur was, wird jetzt noch nicht verraten. ==
Das Interview führte Hermann Schmidtendorf.