

Entwicklungen und Technologien

English

Schunk Bahntechnik (SBT) – full speed into the future

High-speed trains are conquering international travel. Preparation times for journeys are short for passengers, and this combined with operational speeds of up to 350 km/h will enable these trains to compete successfully against short-haul flights. The current collector plays a particularly important role in high-speed train travel, forming the link between rail vehicles and overhead current rails. The task of a current collector is to ensure perfect transmission of the power required by the train. The current collector shoe is in direct contact with the overhead current rail in this respect (comparable with contact between the wheel and road in the case of a car), and maintenance of a specified contact force between these two components (both of which are in frictional contact) is a prerequisite for uninterrupted power transmission and minimising of wear suffered by the shoe and overhead current rail.

The current collector faces no simple task in meeting these requirements under practical conditions which dominate in high-speed operation. The so-called pantograph head (which forms the suspension system for the shoe travelling on the current rail) is particularly challenged by a range of stubborn opponents, with the work of its suspension system being subject to strong dynamic and aerodynamic forces. The dynamic forces are primarily vertical vibrations in the current rail. These oscillating movements are generated by the current collector itself while travelling, and extreme contract force vibrations must be absorbed and compensated for. Moreover, enormous aerodynamic forces are generated by the travelling speed. These not only act as dynamic pressure forces (air resistance), but also as lifting and down

Schunk Bahntechnik (SBT) – mit Höchstgeschwindigkeit Richtung Zukunft

Hochgeschwindigkeitszüge erobern das internationale Verkehrswesen. Mit kurzen Vorlaufzeiten für den Passagier und betrieblichen Fahrgeschwindigkeiten bis zu 350 km/h sollen diese Züge gegenüber Kurzstreckenflügen punkten. Eine besonders bedeutende Rolle kommt im Highspeed-Fahrbetrieb dem Stromabnehmer zu. Er bildet das Bindeglied zwischen Schienenfahrzeug und stromführender Oberleitung. Seine Aufgabe ist die perfekte Energieübertragung zum Antrieb des Zuges. Das Schleifstück des Stromabnehmers steht dabei in direktem Kontakt mit der Oberleitung, vergleichbar dem Kontakt Rad – Fahrbahn bei einem Auto. Die Einhaltung einer definierten Anpreßkraft zwischen diesen beiden unter Reibungskontakt stehenden Bauteilen ist die Voraussetzung, um Unterbrechungen in der Stromübertragung zu unterbinden und den Verschleiß von Schleifstück und Oberleitung zu minimieren.

Die Erfüllung der gestellten Anforderungen wird dem Stromabnehmer durch die im Hochgeschwindigkeitsbetrieb vorherrschenden Betriebsbedingungen nicht gerade einfach gemacht.

Im Speziellen bekommt es die sogenannte Wippe des Stromabnehmers, welche das Federungssystem für das am Fahrdrabt gleitende Schleifstück bildet, mit hartnäckigen Gegnern zu tun: Hohe dynamische und aerodynamische Kräfte beeinflussen die Arbeit der Wippenfederung. Bei den dynamischen Einflüssen handelt es sich vor allem um vertikale Schwingungen der Oberleitung. Diese oszillierenden Bewegungen werden vom Stromabnehmer selbst während der Durchfahrt angeregt. Hier müssen extreme Kontaktkraftschwankungen abgefedert und ausgeglichen werden. Des weiteren ergeben sich aufgrund der Fahrgeschwindigkeit enorme

Rotationsfederwippe



aerodynamische Kräfte. Diese wirken als Staudruckkräfte (Luftwiderstand), aber auch als Auf- bzw. Abtriebskräfte auf den Stromabnehmer. Zur Veranschaulichung: Die Staudruckkraft, welche bei einer Fahrgeschwindigkeit von 350 km/h auf eine einzelne Schleifleiste drückt, kann bis zu 500 N betragen (das entspricht circa 50 kg). Diese Belastungen sind von Bauteilen und einem Federungssystem aufzunehmen, deren Gewicht auf ein Minimum reduziert werden muß. Der Leichtbau spielt nämlich eine ganz entscheidende Rolle für die Leistungsfähigkeit des Systems. Je geringer die Masse der gefederten Bauteile ist, desto effizienter können die teilweise hochfrequenten Federbewegungen ausgeführt werden und desto besser kann der Kontakt zur Oberleitung gehalten werden.

Herkömmliche Wippenkonstruktionen stoßen bei diesen Anforderungen schnell an ihre Grenzen. Das bedeutet, daß die geforderten Funktionen nicht mehr oder nur mehr teilweise erfüllt werden können. Für die Firma Schunk Bahntechnik GmbH stellte sich daher die Herausforderung, eine neue Stromabnehmerwippe zu entwickeln, welche den gestellten Anforderungen des Hochgeschwindigkeitseinsatzes gerecht werden kann.

Die wichtigsten Konstruktionsvorgaben waren rasch definiert:

- Optimierung des dynamischen Verhaltens durch Gewichtsminimierung
- Eliminieren des Staudruckeinflusses auf das Federungssystem

- Reduzierung des Gesamtluftwiderstandes
- Reduzierung der Geräuschemission durch aeroakustische Optimierung

Mittels einer technischen Konzeptbewertung wurde nach der besten Lösung gesucht. Dabei kristallisierte sich eine völlig neuartige Konstruktion heraus, die sogenannte „Rotationsfederwippe“, welche auch zum Patent angemeldet wurde. Nach detaillierter Konstruktionsausarbeitung folgte die Anfertigung von zwei Prototypen, welche für umfangreiche Tests zur Verfügung standen.

Zuerst wurde die Rotationsfederwippe auf einen Stromabnehmer SSS 400+ aufgebaut und zur Untersuchung an das Forschungs- und Technologiezentrum der Deutschen Bahn nach München geliefert. Dort bestand die Möglichkeit, Streckenfahrten mittels Anregung des Stromabnehmers durch einen Hydraulikaktor zu simulieren. Im Klartext heißt das, daß ein Hydraulikzylinder ein nachgebildetes Stück Oberleitung mit exakt denselben Kräften, Frequenzen und vertikalen Auslenkungen gegen die Schleifstücke des Stromabnehmers drückt, wie sie im realen Fahrbetrieb auf einer bestimmten Strecke auftreten. Gleichzeitig wurden am Stromabnehmer die auftretenden Kräfte und Beschleunigungen ermittelt. Die gewonnenen Daten konnten dann für eine Schwingungssimulation mit einer speziellen Computersoftware herangezogen werden. Bereits die ersten Ergebnisse waren durchaus als positiv zu bewerten, wobei zu bemerken ist, daß in diesen Simulationen nur das dynamische Verhalten überprüft werden konnte, nicht jedoch das aerodynamische. Und

forces on the current collector. This is illustrated in an example where a dynamic pressure force pressing on a single carbon strip at a speed of 350 km/h can be up to 500 N (approximately 50 kg). This stress must be absorbed by components and a suspension system whose weight must be reduced to a minimum. The light construction actually plays a decisive role in the performance capability of the system. The lower the mass of suspension components, the quicker the suspension movements (some of which are of a high-frequency nature) can be realised and the better the contact to the overhead current rail can be maintained.

Conventional pantograph head designs rapidly reach their limits under these conditions. This means that the required function cannot be fulfilled (or can only be realised in part). Schunk Bahntechnik GmbH was thus faced with the challenge of developing a new current collector pantograph head which could meet the demands of high-speed operation.

The most important design criteria were speedily defined:

- Optimised dynamic behaviour through weight minimising
- Elimination of dynamic pressure influences on the suspension system
- Reduction of overall air resistance
- Reduction of noise emissions through aero acoustic optimising

The most favourable solution was sought through a process of engineering design evaluation. A completely new design began to crystallise as a result (the so-called rotation pantograph suspension head), and a patent application was subsequently filed. Two prototypes were constructed after detailed designs were drawn up, and these were then available for a comprehensive range of tests.

The rotation pantograph suspension head was mounted on an SSS 400+ cur-

rent collector and sent to the Deutsche Bahn Research and Engineering Centre in Munich for examination. A hydraulic actuator was used at this facility to agitating the current collector, thus simulating rail travel. This involved a reconstructed length of current rail being pressed against the current collector shoe by a hydraulic cylinder, recreating the exact forces, frequencies and movements encountered under practical circumstances on a particular stretch of rail. The data gathered was then used to simulate vibration with special computer software. The evaluation already indicated positive results during this simulation, although it should be noted that only dynamic behaviour could be tested in these simulations, but not the aerodynamic characteristics. It was precisely in relation to its aerodynamic behaviour that the rotation pantograph suspension head later showed its superiority.

Functionality was then examined in an endurance test under stationary conditions in which the working movements of a complete pantograph head service life were simulated. This enabled the testers to examine the wear characteristics and fatigue limits of the components.

This test also produced positive results, and the rotation pantograph suspension head subsequently underwent a further test procedure before it was ready for the first test run on a measuring train. The test programme included an aerodynamic test in a wind tunnel belonging to Audi in Ingolstadt. First impressions regarding aerodynamic behaviour were gained at wind speeds up to 300 km/h. This data proved extremely helpful later for aerodynamic tuning during test runs.

After a long waiting period (namely the better part of 18 months development time) it was at last possible to test the pantograph under practical conditions. The rotation pantograph suspension head was fitted to an ICE-S from the

gerade im aerodynamischen Verhalten sollte die Rotationsfederwippe später im wirklichen Fahrbetrieb ihre Trümpfe ausspielen.

Es folgte eine stationäre Dauerfunktionsprüfung, in welcher die Arbeitsbewegungen eines kompletten Wippenlebens simuliert wurden. Dies diente der Überprüfung von Verschleißverhalten und Dauerfestigkeit der Bauteile.

Nachdem auch diese Prüfung mit positivem Ergebnis abgeschlossen werden konnte, mußte die Rotationsfederwippe noch eine weitere Testprozedur über sich ergehen lassen, bevor sie zur ersten Streckenfahrt auf einem Meßzug bereit war. Ein aerodynamischer Test im Windkanal von Audi in Ingolstadt stand auf dem Programm. Bei Windgeschwindigkeiten bis zu 300 km/h konnten erste Eindrücke bezüglich des aerodynamischen Verhaltens gesammelt werden. Später, bei der aerodynamischen Abstimmung während der Meßfahrten, haben sich dieses Erkenntnisse als sehr hilfreich erwiesen.

Nach einer gut eineinhalbjährigen Entwicklungszeit war es dann endlich soweit: Am 28. Juli 2003 fand sich die Rotationsfederwippe auf einem speziell für Testzwecke unter Hochgeschwindigkeitsbedingungen ausgelegten ICE/S des Forschungs- und Technologiezentrums der DB wieder – bereit, die Qualitäten im wirklichen Fahrbetrieb unter Beweis zu stellen. In einer 14tägigen Meßfahrtreihe wurde die Wippe auf der Schnellfahrstrecke zwischen Wolfsburg und Rathenow bei Fahrgeschwindigkeiten bis zu 350 km/h auf „Herz und Nieren“ geprüft. Ziel dieser Meßfahrten war, eine entsprechend gute aerodynamische

Abstimmung des Stromabnehmers bzw. der Rotationswippe zu finden. Dabei wurden die an der Stromabnehmerwippe auftretenden dynamischen und aerodynamischen Kräfte während der Meßfahrt laufend durch das Meßteam der DB/FTZ München ermittelt und überwacht. Diese Daten bildeten dann die Grundlage für die aerodynamische Abstimmung mittels sogenannter Windleitbleche. Abschließend konnte sehr positiv resümiert werden. Die durch Normen bzw. durch die DB vorgegebenen Grenzwerte für Kontaktverhalten und Oberleitungsanhub konnten eingehalten und zum Teil deutlich unterschritten werden. Die Rotationsfederwippe arbeitete bis zur gemessenen Höchstgeschwindigkeit von 350 km/h ausgezeichnet, was vom Meßteam der DB ebenfalls bestätigt wurde. Potential für Einsätze in noch höheren Geschwindigkeitsbereichen ist gegeben.

Was ist für die Zukunft noch geplant?

Zunächst wird ein ausgiebiger Dauerbetriebstest im skandinavischen Winter absolviert werden, welcher mögliche verdeckte Schwächen der Bauteile aufzeigen soll. Schunk Nordiska AB, ebenfalls ein Betrieb mit langjähriger Stromabnehmererfahrung, wird diesen Testbetrieb betreuen. Auch der erste betriebsmäßige Einsatz steht bereits fest: Auf der neuen Strecke zwischen Madrid und Barcelona wird der Hochgeschwindigkeitszug AVE S 103 Velaro mit 350 km/h seinen Dienst versehen. Damit wird er weltweit der schnellste serienmäßige Zug sein. Die Energie wird er über die Schunk-Rotationsfederwippe erhalten.