

Sonderdruck aus:
ZEVrail – Jahrgang 133,
Heft 10, Oktober 2009

Verfasser:
Dipl.-Ing. Martin Steuger,
Erlangen



Velaro – kundenorientierte Weiterentwicklung eines Hochgeschwindigkeitszuges

www.siemens.com/mobility

SIEMENS

Velaro – kundenorientierte Weiterentwicklung eines Hochgeschwindigkeitszuges

Velaro – customer oriented further development of a high-speed train

Dipl.-Ing. Martin Steuger, Erlangen

Zusammenfassung

Der Artikel beschreibt, ausgehend von dem ersten Hochgeschwindigkeits-Triebzug in Europa mit verteilter Traktion, dem ICE 3¹ der Deutschen Bahn AG, die Entwicklung der Velaro²-Familie von Siemens. Es wird dargestellt, wie die stetige Weiterentwicklung entlang den sich entwickelnden Anforderungen der Betreiber organisiert und durchgeführt wird und wie dieses anforderungsorientierte Arbeiten die aktuelle Entwicklung der vierten Generation der Velaro-Familie beeinflusst. Den Abschluss bildet ein kurzer Blick auf das Projekt Velaro D, den europafähigen Mehrsystemtriebzug der neuesten Generation, welcher im Auftrag der Deutschen Bahn AG hergestellt wird.

Abstract

This article describes the development of the Velaro² family from Siemens, starting with the first high-speed trainset in Europe with distributed traction, the ICE 3¹ of Deutsche Bahn AG. It explains how its on-going development caters to the customers' requirements, how it is organized and how this application-oriented work process has influenced development of the fourth generation of the Velaro family. The article closes with a brief overview of the Velaro D project – the latest generation of interoperable multi-system trains for Europe to be ordered by Deutsche Bahn AG.

1 Entwicklungsbasis und Projekte

1.1 Der ICE 3 als Basis für Hochgeschwindigkeits-Triebzüge mit verteilter Traktion

Nach den positiven kommerziellen Erfahrungen der Deutschen Bahn AG mit den ICE-Triebkopfzügen der ersten Generation entschloss man sich 1993/1994 zu einer revolutionären Weiterentwicklung des Rollmaterials im Hochgeschwindigkeitsverkehr. Die Auflösung des Triebkopf-Konzepts zugunsten eines Triebwagens mit verteilter Traktion nahm ihren Lauf. Die Verträge zwischen der Deutschen

Bahn AG und dem Herstellerkonsortium, bestehend aus Siemens und AEG, wurden 1995 geschlossen. Es folgte eine überaus anspruchsvolle Zeit der Entwicklung und Konstruktion, in deren Verlauf der ICE 3 technisch Gestalt annahm. An Herausforderungen mangelte es nicht. Sie bestanden in der Entwicklung neuer Trieb- und Laufdrehgestelle mit erstmaliger Integration der Wirbelstrombremse, einer luftgestützten Klimaanlage, einer neuen Leittechnik mit ausgefeilter Diagnosefunktionalität und in der Ausführung des ICE 3 in zwei Versionen als nationaler Einsystem- und als international einsetzbarer Mehrsystemtriebzug. Parallel dazu verlief ein intensiver Designprozess mit den bekannten 1:1-Modellen von je 1½ Wagen des ICE 3 und des ICE T, präsentiert 1995 in Poing bei München (*Bild 1*). Während dieses Prozesses wurde letztlich das gültige Corporate Design für den ICE-Verkehr entwickelt.

Die ersten Triebzüge nahmen pünktlich zur Eröffnung der Weltausstellung EXPO in Hannover im Jahr 2000 den Betrieb auf. Seither wurden mit den in Summe 67 ICE-3-Zügen weit über 200 Millionen Kilometer gefahren.

So wurde in Deutschland innerhalb eines Jahrzehnts der Hochgeschwindigkeitsverkehr mit dem ICE 1 als Langzug mit Triebköpfen eingeführt, zum ICE 2 als Halbzug mit Steuerwagen und der Möglichkeit der Bildung von Flügelzügen weiterentwickelt und mit dem ICE 3 mit verteilter Traktion auf den aktuellen Stand der Entwicklung gebracht. In der Folge wurde dank des leistungsfähigen ICE-3-Konzepts mit Steilstreckenfähigkeit bis 40‰ und hohen Bremsleistungen auch die kostenoptimierte Trassierung von Hochgeschwindigkeitsstrecken wie Köln–Frankfurt am Main möglich.

Der ICE 3 gilt heute als das Vorzeigeprodukt für die Realisierung von Hochge-

¹ ICE® ist ein eingetragenes Markenzeichen der Deutschen Bahn AG.

² Velaro® ist ein eingetragenes Markenzeichen der Siemens AG.



Bild 1: Die Modelle des ICE 3 und ICET 1995 in Poing

schwindigkeits-Triebzügen mit verteilter Traktion. Die großen Vorteile dieses Konzepts liegen neben der besseren Verteilung der Massen im Triebzug und der geringen Haftwertausnutzung insbesondere auch in der größeren Nutzfläche. Der Betreiber kann dies für die Beförderung von mehr Reisenden nutzen und das bei dem hohen Komfort des Single-Deck-Konzepts. In Sachen Kapazität landet damit ein Single-Deck-Push-Pull-Konzept weit abgeschlagen. Lediglich eine Dop-

pelstockausführung bietet vergleichbare Sitzplatzkapazitäten – allerdings bei weitaus geringerem Komfort.

1.2 Der Schritt vom ICE 3 zum Velaro Spanien

Im Zuge der großen Ausschreibung der spanischen Bahngesellschaft RENFE über Hochgeschwindigkeitszüge im Jahr 2001 entschloss sich Siemens, eine eigene Wei-

terentwicklung des ICE-3-Konzepts anzubieten und die Zusammenarbeit in der Arbeitsgemeinschaft (ARGE) ICE nicht weiter fortzusetzen. Für dieses Fahrzeug wurde der Markenname Velaro gewählt. Es gelang in einer ersten Vergabe, einen Auftrag über 16 Triebzüge zu gewinnen, welcher später um zehn Züge erweitert wurde. Der Trennungsschritt von der ARGE ICE bedeutete für das Haus Siemens zum einen eine generelle Überarbeitung des Triebzugs, da die zwischenzeitliche Herausgabe der Technischen Spezifikationen für Interoperabilität (TSI) und die Weiterentwicklung von Normen z. B. im Bereich Brandschutz neue und deutlich komplexere Anforderungen stellten, und zum anderen die Neukonstruktion der „fremden“ Konstruktionsanteile. Dazu kamen die Anforderungen des Kunden RENFE, der mit einer Betriebsgeschwindigkeit von 350 km/h plante und durch eine 3-Klassen-Systematik mit ausgefeilten Bewirkungskonzepten zur Entwicklung komplexer Innenausstattungs-Varianten beitrug. Weiterhin wurde das aus dem ICE 3 bekannte edle Ambiente im Innenraum nochmals im Anspruch gesteigert. Nach einer langen Projektphase sind die Triebzüge Velaro E für die RENFE seit An-

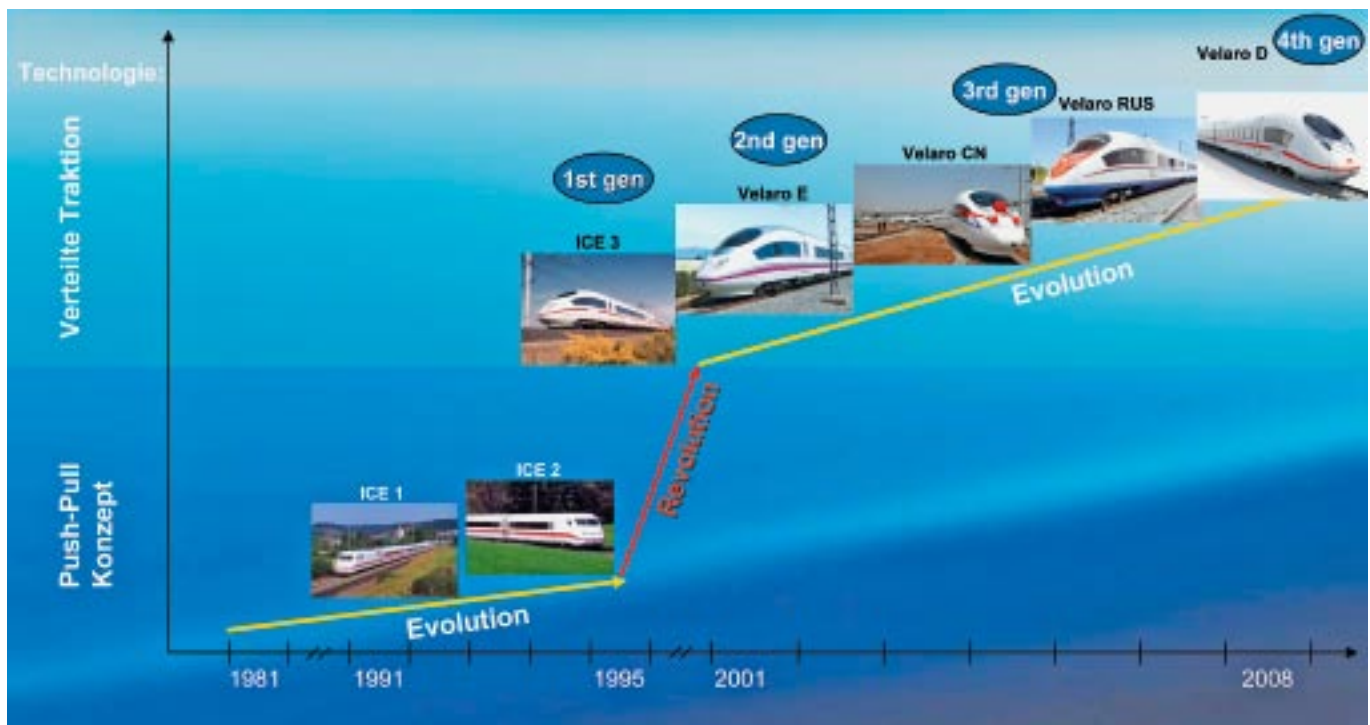


Bild 2: Entwicklung der Velaro-Familie

fang 2008 im Fahrgastbetrieb. Die Züge sind zwischen Madrid und Barcelona sehr erfolgreich im Einsatz und haben eine mittlere Auslastung von über 75 %. Der Flugverkehr zwischen den Metropolen hat sich drastisch reduziert. Der Marktanteil der Bahn hat sich im ersten Jahr des Betriebs auf dieser Relation von 11,8 % auf über 48 % mehr als vervierfacht! Die Velaro-Triebzüge sind ausgesprochen zuverlässig; zwischen zwei technisch bedingten Verspätungen von mehr als zehn Minuten liegen über ein Betriebsjahr gemittelt mehr als 600 000 km Laufleistung. Nach Angaben der RENFE liegt die Pünktlichkeit der Velaro-Triebzüge im ersten Betriebsjahr bei 99,18 %, worin alle Verspätungsursachen wie Infrastruktur, Betrieb und Technik enthalten sind.

1.3 Die weiteren Velaro-Projekte

In der Folge gab es zwei weitere Erfolge bei der Vermarktung des Velaro. Siemens erhielt gemeinsam mit einem lokalen chinesischen Partner 2006 den Auftrag über die Lieferung von 60 Hochgeschwindigkeits-Triebzügen. Besondere Herausforderungen dieses Auftrags waren die größtenteils lokale Fertigung der Züge und die Verbreiterung des Wagenkastens um ca. 300 mm, um eine 2 + 3-Bestuhlung im Fahrgastraum zu erreichen. Der 200 m lange Velaro CRH 3 bietet damit über 600 Passagieren Platz. Die Fahrzeugbreite ist einer der Optimierungsparameter der Velaro-Familie (Bild 2), um betreiberseitig zu optimaler Kapazität und damit Wirtschaftlichkeit zu kommen.

Nach einem gemeinsamen Vorprojekt zur Klärung der technischen Anforderungen an ein Hochgeschwindigkeits-Zugsystem für den Betrieb in Russland bestellte auch die Russische Bahn Velaro-Triebzüge bei Siemens. Diese wurden – ähnlich wie in China – in breiter Ausführung des Wagenkastens gebaut. Grund hierfür war jedoch die notwendige Unterbringung der Wärmeisolation gegen die tiefen Umgebungstemperaturen. Zusätzlich waren eine Variante des Drehgestells in Breitspur 1 520 mm und die Überarbeitung der Luftführung zur Vermeidung der Ansaugung von Schnee notwendig. Die ersten

zehnteiligen Velaro RUS befinden sich seit Anfang 2009 in Russland zur Erprobung und Zulassung.

Ein weiteres Indiz für den Erfolg der Velaro-Familie stellt der diesjährige Auftrag des chinesischen Eisenbahnministeriums an den chinesischen Partner von Siemens über den Bau von 100 Stück 16-teiligen Velaro-Triebzügen dar. Hieran ist Siemens mit der Lieferung von Schlüsselkomponenten beteiligt.

In Summe werden damit fast 400 Velaro-Triebzüge in unterschiedlichsten Klimazonen und Infrastrukturen verkehren – die überwiegende Zahl der Züge mit Laufleistungen von deutlich über 500 000 km pro Jahr.

2 Motivation für eine Plattformentwicklung

Die dargestellte Zahl verschiedener Projekte mit unterschiedlichen Anforderungen macht dreierlei deutlich. Zum ersten wird klar, dass nationale Anforderungen aus Infrastruktur, Netzzugangskriterien, nationalen Normen und Zulassungsanforderungen eine Standardisierung beziehungsweise Vereinheitlichung von Triebzügen erschweren. Zum zweiten stellen die Betreiber der Fahrzeuge die völlig berechtigte Forderung, ein Fahrzeug zu bekommen, welches auf ihre spezifischen Ansprüche hin ausgeführt wird – in besonderem Maß gilt das natürlich für den Hochgeschwindigkeitsverkehr, welcher zumeist auf nationaler Ebene als Pre-

miumprodukt wahrgenommen und vermarktet wird.

Zum dritten muss aber auch klar sein, dass jede neue Konzeption oder Konstruktion neben höheren Kosten auch immer ein höheres technisches Risiko mit sich bringt – mindestens im Vergleich zu lange erprobten Konzepten.

Letztlich entwickelt sich aber aus diesen Rahmenbedingungen die Motivation des Herstellers, die bestehenden Ansprüche bestmöglich zu befriedigen, um für seine Kunden ein zuverlässiges und attraktives Produkt zu entwickeln, welches sie mit niedrigen Lifecycle-Costs in die Lage versetzt, sich im Wettbewerb mit anderen Verkehrsträgern und Konkurrenzunternehmen zu behaupten und dabei Gewinn zu erwirtschaften.

2.1 Ansprüche der Kunden

Entscheidende Bedeutung bei der marktorientierten Entwicklung eines Produkts hat die Analyse der Anforderungen an das Produkt, die aus den verschiedenen Märkten heraus gestellt werden. Für die kontinuierliche Weiterentwicklung der Velaro-Plattform wurden die in der Grafik (Bild 3) gezeigten Anforderungen als entscheidend wichtig analysiert. Folgerichtig gingen diese dann auch in die Zielsetzung der Velaro-Plattformentwicklung ein. Über den kontinuierlichen Kontakt mit Kunden wird eine stetige Justierung der Wichtigkeit der verschiedenen Zieldimensionen erreicht. Manche ge-



Bild 3: Zieldimensionen für die Entwicklung der Velaro-Plattform

winnen an Bedeutung wie z. B. Anforderungen, die im Zusammenhang mit der globalen Erwärmung stehen, und manche verlieren im Laufe der Zeit wieder an Bedeutung.

Ein genereller Trend der vergangenen Jahre liegt in der stark gestiegenen Bedeutung der Betrachtung der gesamten Kosten, die ein Fahrzeug während seiner Lebenszeit verursacht. Daraus resultierend leiten sich Teilziele ab wie z. B. eine deutlich verbesserte Energieeffizienz, die Entwicklung von Komponenten und Systemen mit sehr hohen Zuverlässigkeitsraten und die Entwicklung von optimierten Wartungs- und Instandhaltungssystemen.

All diese Ansprüche sind – ausgehend von der auf Zugebene dargestellten Zielspinne – konsequent in die Entwicklung der verschiedenen Gewerke und Dienstleistungen eingebracht worden, und die Ergebnisse werden systematisch verfolgt. In regelmäßigen Abständen erfolgt eine Justierung der Zielsetzungen – abhängig von den Erkenntnissen, die aus den Märkten und insbesondere von den Kunden gewonnen werden.

2.2 Vorgehensweise bei der Velaro-Entwicklung

Während der zweiten Hälfte des Jahres 2006 wurde eine grundlegende Analyse des Marktes für Hochgeschwindigkeitszüge durchgeführt. Dabei wurden neben den Erkenntnissen aus den Kundenkontakten in den laufenden Projekten in Deutsch-

land, Spanien, China und Russland auch die weiterentwickelten Normenstände einschließlich der TSI, infrastrukturelle Gegebenheiten und die Informationen über Planung und Bau neuer Hochgeschwindigkeitslinien sowie die zu erwartenden Verkehrsvolumina einbezogen.

In der Folge wurde Anfang 2007 ein Entwicklungsteam aus erfahrenen Experten zusammengestellt, das mit der Weiterentwicklung der erfolgreichen Velaro-Familie beauftragt wurde. Inhalt und Ziel des Entwicklungsauftrags ist es, unter Beachtung der Erfahrungen aus den bisherigen Projekten gute Lösungen weiter zu verbessern und Verbesserungsfähiges weiter zu entwickeln. Leitlinie war dabei die Erreichung der in der Zielspinne fixierten Zieldimensionen unter Beachtung der Total-Cost-Systematik. Das bedeutet, dass eine konstruktive Lösung nicht schon gut ist, wenn sie preisgünstig zu beschaffen ist, sondern sie ist erst dann als „gut“ zu bezeichnen, wenn sie preisgünstig zu beschaffen, einfach und schnell instand zu halten, äußerst zuverlässig, energieeffizient und umweltfreundlich recyclebar ist. Nur wenn alle der im Lauf der angenommenen 30 Jahre Lebensdauer entstehenden Kosten in Betracht gezogen und Lösungsvorschläge daran gemessen werden, wird letztlich die für den Betreiber optimierte Ausführung gefunden.

Das genannte Entwicklungsteam wurde als integriertes Team aus allen Diszipli-

nen des Engineerings, aus dem Projekt- und Produktmanagement sowie dem Controlling und dem Einkauf aufgestellt und in der Organisation verankert. In der Anfangsphase wurde zusätzlich unter Einbeziehung der Experten des Benchmarkteams eine ausführliche Wettbewerbsanalyse durchgeführt. Dabei wurden auch grundlegende Konzeptionen des Velaro auf den Prüfstand gestellt. Das Ergebnis zeigte Hinweise auf mögliche Entwicklungspotenziale der Velaro-Plattform, bestätigte aber grundsätzlich das Konzept des Einzelwagenzuges mit verteilter Traktion als das optimale für Hochgeschwindigkeitsverkehr mit hohen Anforderungen an Sitzplatzkapazität und flexibler Gestaltung der Einrichtung der Innenräume. Aufgrund dieser Tatsache ergab sich keine Notwendigkeit, grundlegende Konzeptänderungen mit der Gefahr der Verschlechterung der Zuverlässigkeitswerte durchzuführen, sondern man konnte sich auf die evolutionäre Weiterentwicklung der Systeme konzentrieren.

Demzufolge kann man auch – ausgehend vom ICE 3 über die Folgeprojekte Velaro Spanien und Velaro China – bereits eine deutliche Senkung der Fehlerraten ab Betriebsstart beobachten. Die letzten Zuverlässigkeitswerte aus Spanien zeigen, dass der Velaro aktuell zwischen zwei Verspätungen mit mehr als zehn Minuten eine Entfernung von rund 600 000 km zurücklegt. Ähnliches ist in China zu beobach-

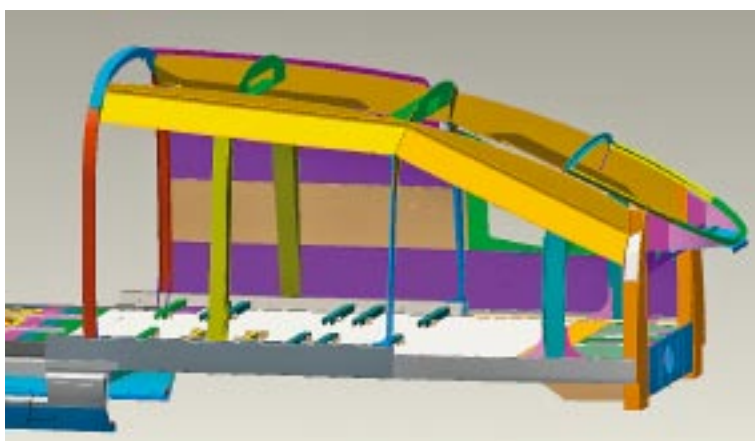


Bild 4: Überarbeitete Konstruktion des Kopfbereiches und erstes Exemplar in der Fertigung

ten, wo die Fahrzeuge seit der Sommerolympiade 2008 sehr erfolgreich und störungsfrei im Verkehr sind.

Obwohl Siemens mit dem Velaro im Vergleich zu anderen Triebzügen mit verteilter Traktion in der Entwicklung deutlich weiter fortgeschritten ist, wäre es vermessen zu glauben, dass die Arbeit bereits gänzlich getan wäre. In der Folge werden deshalb einige Entwicklungsschwerpunkte aus der Velaro-Plattformarbeit dargestellt.

3 Velaro – die vierte Generation

3.1 Gesamtkonzept als Mehrsystemtriebzug

Grundlegende Anforderung bei der Arbeit an der Velaro-Plattform war und ist die Konzeption des Triebzugs

- als Einzelwagenzug, fest gekuppelt und fähig zum Betrieb in Doppeltraktion,
- als 7- bis 16-teilige Variante,
- als bis zu viersystemfähiges Fahrzeug (15 kV AC, 25 kV AC, 1,5 kV DC, 3 kV DC),
- als europaweit und grenzüberschreitend einsetzbarer Zug,
- als Einheit mit mindestens 500 Sitzplätzen,
- mit Höchstgeschwindigkeiten zwischen 320 und 360 km/h und
- zur Beförderung von zwei Personen pro m² Stehplatzfläche.

Diese Anforderungen bedingen zum Beispiel dass der Zug 750 Personen mit je 80 kg aufnehmen kann. Nicht jeder Betreiber nutzt dies – im wirtschaftlichen Betrieb der Fahrzeuge ist jedoch die Möglichkeit, Spitzen im Transportbedarf bedienen zu können, ein nicht zu unterschätzender Faktor in der Wirtschaftlichkeitsrechnung.

3.2 Weiterentwicklung des Konzepts Endwagen, Kopf und Bugnase

Die wohl auffallendste Änderung beim Übergang zur neuesten Generation der Ve-

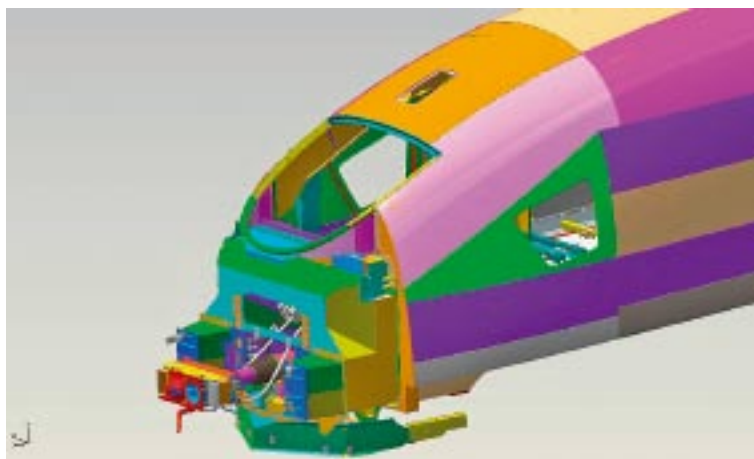


Bild 5: Crashstruktur und Frontkupplung

laro-Familie ist die Überarbeitung des Endwagens. Dabei wurde die Rohbaustruktur im Kopfbereich überarbeitet, eine weiterentwickelte Bugnase geschaffen und das Konzept im Innenraum überarbeitet.

Ausgehend von den stetig weiterentwickelten Anforderungen der TSI im Bereich Crash war es notwendig, das ursprüngliche Rohbaukonzept des ICE 3 zu überarbeiten. So wurde die bisherige Rohbaukonstruktion des Kopfes auf Basis gebogener Aluminiumprofile in Spantenbauweise zugunsten einer Aluminium-Fachwerkkonstruktion als tragendes Element verlassen. Durch die Trennung der Funktion Krafteinleitung aus dem Kopfgerippe in die Aluminiumröhre des Endwagens von der Funktion der designerischen Formgebung konnte hier eine einfach zu fertigende und deutlich reparaturfreundlichere Lösung geschaffen werden (Bild 4).

Die Formgebung des neuen Endwagens, die sich bewusst an der bekannten und überaus gelungenen Form des Velaro-Kopfes orientiert, wird mit großen Formteilen realisiert, die auf die tragende Konstruktion aufgebracht werden.

Das vordere Kopfgerippe des Rohbaus, bestehend aus A-Säulen und Brüstungsquerträger, erhält eine gestiegene Brüstungshöhe, um den durch die TSI definierten Crashgegnern noch besser gewachsen zu sein als bisher. An dieses Kopfgerippe

wird ein Crashmodul aus Stahl montiert, welches im Rahmen der Entwicklung der Desiro-ML-Plattform (die Siemens-Plattform für Regionalzüge) entstand und erprobt wurde. Es beinhaltet neben der Fähigkeit, im Crashfall die Energie durch Verformung aufzunehmen, auch einen Aufkletterschutz. Im Zusammenwirken mit der Bugkupplung und deren Energieverzehrelement werden die in der TSI definierten Crashfälle sicher beherrscht (Bild 5).

Auf das vordere Kopfgerippe des Rohbaus wird die bekannte Konstruktion in Form eines Bugnasenrings aufgesetzt, welcher die Kopfform nach vorne abschließt, Hülle für Kupplung und Crashelement darstellt und gleichzeitig Träger für die Funktionalitäten der Bugklappen sowie für Signallicht und Typhon ist (Bild 6).

Im Rahmen der Plattformarbeit wurden deutliche Verbesserungen eingeführt, die



Bild 6: Neu gestaltete Bugnase mit Bugklappen und Scheinwerfern

im Wesentlichen in Richtung gesteigerter Zuverlässigkeit und deutlich gesenkter Instandhaltungskosten zeigen. Durch horizontale Teilung der Bugklappen in Verbindung mit einer geschickten Anordnung der Gelenke gelingt es, die Freigängigkeit der Frontkupplung für den Betrieb in Doppeltraktion ohne deren bisher notwendige Teleskopierbarkeit sicherzustellen. Damit entfallen komplizierte Mechanismen zum Ausfahren und Verriegeln der Kupplung oder gar zum Zurückziehen von Verkleidungsteilen der Bugnase. Neben der gesteigerten Zuverlässigkeit dieser Konstruktion sind die geringeren Ersatzteilkosten für die Kupplung als wichtiges Argument für die neue Lösung anzuführen.

In die gleiche Richtung zeigt die Neuentwicklung der Signalscheinwerfer, die vollständig in LED-Technologie ausgeführt werden. Auch für die bisher in Ha-

geschäden durch den Aufprall von Kleintieren und Wild minimiert werden und nur das jeweils betroffene Bauteil ersetzt werden muss.

3.3 Weiterentwicklung der Aerodynamik

Im Rahmen der intensiven Untersuchungen, die zur Verbesserung der Energieeffizienz des Velaro führen, wurde für das bedeutsame Paket Aerodynamik eine eigene Arbeitsgruppe eingerichtet. Auf Basis der Modellierung bisheriger Velaro-Triebzüge und folgender Simulation wurden verschiedene konstruktive Maßnahmen entwickelt und simulationstechnisch erprobt, weiter verfeinert, erneut simuliert etc. Zur Validierung dieser Maßnahmen wurden Elemente wie z. B. die Verkleidung der Wagenübergangsbereiche aus-

verbessert. Am deutlichsten erkennbar wird dies an der Erhöhung des Dachbereichs der Mittelwagen, welcher auf den Endwagen beginnt (*Bild 7*).

Innerhalb dieses Hochdachs werden die Stromabnehmer und Hochspannungsanlagen, die Klimaanlage, optionale Bremswiderstände und weitere Komponenten aerodynamisch optimal integriert. Im Resultat verringert sich allein aus dieser Maßnahme der Fahrwiderstand des Zuges um 5 bis 8 % – je nach Anzahl der notwendigen Dachaufbauten. Besonderes Augenmerk wurde in diesem Zusammenhang auf die Optimierung des Designs in Bezug auf die Anforderungen zum Thema Seitenwind und zur Minimierung des Sonic Boom bei Tunnelfahrten gelegt (*Bild 8*).

Neben dieser augenfälligen Maßnahme wurden weitere Themen umgesetzt. Durch die Verwendung einer vis-à-vis-An-



Bild 7: Aerodynamisch optimierter Dachbereich

logenteknik ausgeführten Fernscheinwerfer konnte eine normkonforme LED-Lösung erarbeitet werden, die signifikant höhere Standzeiten bei geringerer Wärmeentwicklung und höheren Lichtströmen haben wird. Zusätzlich wurde der Scheinwerfer so ausgeführt, dass ein einzelner LED-Schaden nicht zugleich den Ausfall des gesamten Scheinwerfers bedingt.

In diesem Zusammenhang wurden instandhaltungsrelevante Themen wie Einstellbarkeit und Tauschbarkeit ebenfalls deutlich verbessert. Oft sind es dann nur noch Kleinigkeiten, welche für Mehrkosten in der Instandhaltung sorgen. Weil es zum Beispiel in Asien größere und schwerere Vögel gibt als in Europa, wurde die Glasdicke der Scheinwerferabdeckungen erhöht.

Ebenfalls aus Instandhaltungsgründen wurden die unten angebrachten Spoiler mehrfach geteilt ausgeführt, sodass Fol-

konstruiert, an einem Velaro angebaut, erprobt und vermessen.

In Summe wurde daraus die neue Generation der Velaro-Triebzüge in vielen Details verändert und aerodynamisch signifikant

ordnung sind jetzt zwei Stromabnehmer platzsparend in einem „Dachgarten“ integriert (*Bild 9*). Neben dem aerodynamischen Vorteil z. B. der Reduzierung von sechs auf vier „Dachgärten“ bei Viersys-

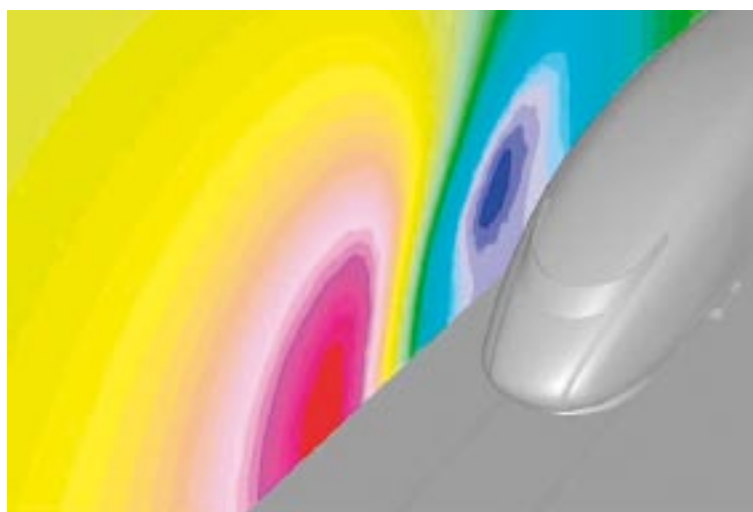


Bild 8: Strömungssimulation des Endwagens

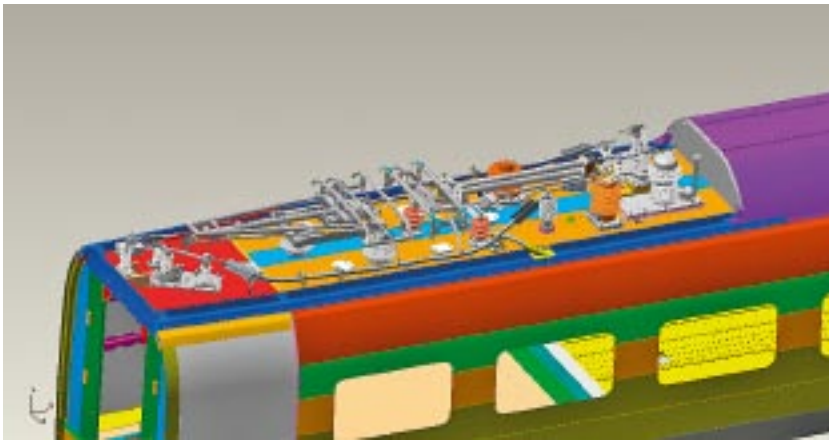


Bild 9: Anordnung zweier Stromabnehmer im erhöhten Dachbereich

tem-Triebzügen ergeben sich auch positive Auswirkungen im Innenraum, da die Flächen mit abgesenkten Decken deutlich reduziert werden können und auch der Geräuscheintrag ins Fahrzeug verringert wird. Die Instandhaltung wird zudem durch die Konzentration von Einbauroten erleichtert.

Der Bereich der Drehgestelle wurde im Vergleich zu früheren Velaro-Triebzügen deutlich verkleinert und die Gestaltung des Unterflur-Bereichs nochmals optimiert. Teile davon waren die Neugestaltung von Ausblasöffnungen der Kühlaggregate der Traktionsanlage, die Verbesserung der Übergangsbereiche vom und zum Drehgestell sowie die Drehgestellverkleidungen selbst.

Auch im Rahmen der Neugestaltung des Kopfs (s. o.) wurde sehr viel Detailarbeit in die aerodynamische Optimierung z. B. der Spoilerelemente investiert.

In Summe lässt sich festhalten, dass die gesamte Überarbeitung des aerodynamischen Konzepts zu einer Reduzierung der äquivalenten Luftwiderstandsfläche um ca. 20 % führt und damit die Velaro-Triebzüge der neuesten Generation deutlich energiesparender sein werden.

3.4 Weiterentwicklung der Drehgestelle

Die aus dem ICE 3 bekannte und mittlerweile in Europa und Asien bewährte Konstruktion des SF500-Drehgestells wurde bereits in den Vorgängerprojekten Velaro China und Velaro Russland weiter op-

timiert und verfeinert. Neben Änderungen, die der besseren Fertigung des Drehgestellrahmens dienen, wie z. B. die neue Anbindung des Radsatzlenkers an den Rahmen, wurden viele Detailänderungen durchgeführt. In der neuesten Generation des Velaro ist das SF500 mit einer so genannten zentralen Kabelübergabschnittstelle ausgerüstet worden. Diese Ausführung wurde gewählt, um die zahlreichen Geber- und Sensorleitungen von den Radsatzlagergehäusen geschützt zwischen die Langträger des Rahmens und von dort zum Wagenkasten zu führen. Somit wird die Anfälligkeit der Sensorik und ihrer Verkabelung gegen Eis- und Steinschlag weiter verringert. In diesem Zusammenhang werden künftig auch so genannte Sensorlager eingesetzt. Dies sind Radsatzlager, welche in Verbindung mit einem direkt angebauten und beliebig bestückbaren Sensorkopf alle notwendigen Überwachungen umsetzen können.

Der Vorteil liegt in einer kompakteren und besser schützbaaren Bauform.

Der Übergang zur integrierten Lagersonorik wurde unter anderem auch durch die Einführung des Siemens-eigenen Fahrwerküberwachungs- und -diagnosesystems getrieben. Dieses System realisiert neben den von der TSI geforderten Überwachungsfunktionen für Radsatzlager-temperatur, redundante Rollüberwachung und Laufstabilität je nach Ausbaustufe auch die Zustandsüberwachung des gesamten Drehgestells mit seinen Baugruppen wie Radsätze, Radsatzlager, Dämpfer etc. (Bild 10).

Nach langjähriger Entwicklung und laufender erfolgreicher Erprobung im Lokomotivbereich wurde die Entscheidung getroffen, dieses System in künftigen Velaro-Triebzügen zumindest vorzurüsten.

Die wesentlichen Ziele, die bei der Integration der Fahrwerkdiagnose verfolgt werden, sind die bessere Erkennbarkeit sich anbahnender Schäden und daraus resultierend der Übergang von teurer präventiver Instandhaltung mit starrer Zuordnung zu Laufleistungsgrenzen hin zur kostenoptimierten Instandhaltung kurz vor einem Bauteilausfall mit der Folge besserer Ausnutzung der Bauteillebensdauer bei gleichzeitig erhöhter Verfügbarkeit des Fahrzeugs.

Ein weiterer Schritt bei der Senkung von Instandhaltungskosten wird die Einführung eines vergrößerten Radsatzlagers sein. Damit werden die Standzeiten des Radsatzes erhöht und durch die Möglichkeit zur Nachschmierung weitere Vorteile bei der Instandhaltung gewonnen.

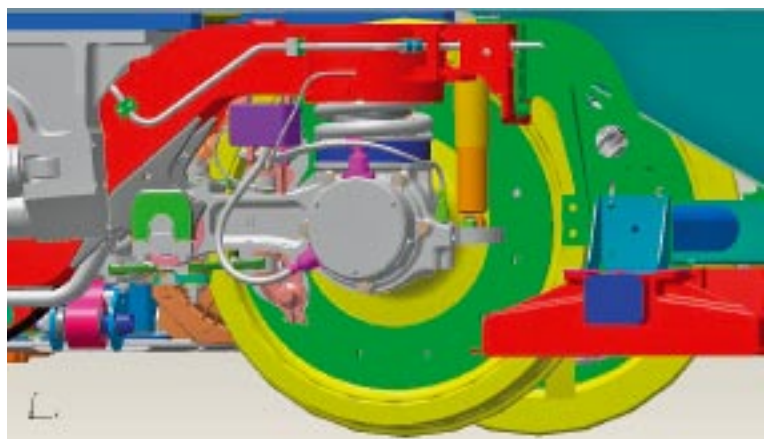


Bild 10: Integrierte Sensorik am Radsatzlagergehäuse



Bild 11: Velaro China: CRH 3

3.5 Traktionsausrüstung und Bordnetz

Mit den Projekten Velaro China und Velaro Russland wurde die Hochvolt-IGBT-Technik für die Traktion in die Fahrzeuge des Hochgeschwindigkeitsverkehrs der Siemens AG eingeführt. Seit der Sommerolympiade 2008 in Peking befinden sich die Triebzüge in China im robusten Dauereinsatz (Bild 11). Die Fahrleistungen pro Jahr und Zug werden deutlich über 550 000 km liegen. Sehr befriedigend ist die dabei erreichte Zuverlässigkeit aller Systeme – insbesondere der Traktion. Aufgrund einer soliden Vorbereitung, Erprobung und Reifung der IGBT-Technologie im Bereich Traktionsausrüstung von Lokomotiven und Regionaltriebzügen konnte der bei Neueinführung einer Technologie übliche Einbruch in der Zuverlässigkeit erfolgreich vermieden werden. Der nächste Entwicklungsschritt befindet sich seit Anfang des Jahres im Velaro Russland in Erprobung. Hier wird im Hochleistungsbereich der Betrieb des Zwischenkreises des Stromrichters über Netzfilter direkt am 3-kV-DC-Fahrdraht erprobt. Die Ergebnisse sind überaus erfreulich. Auch dies resultiert aus einer vorangegangenen Entwicklung und Optimierung in einem Regionalzugprojekt. Für die neue Velaro-Generation steht damit eine bereits ausgereifte und erprobte IGBT-Technologie in den Anwendungen unter 25 kV 50 Hz und 3 kV DC zur

Verfügung. Sie wird aktuell ergänzt um die Anwendung unter 15 kV 16,7 Hz und 1,5 kV DC. Beide Bahnstromsysteme stellen jedoch weder höhere Ansprüche an die Technologie noch bedingen sie deren grundsätzliche Weiterentwicklung; unter dem Aspekt Zuverlässigkeit ein positiver Umstand für die Velaro-Familie. Ei-

nen zusätzlichen Schritt bei der Verbesserung der Antriebstechnik bedeutet der Übergang vom Gruppenantrieb mit vier Motoren (1C4M) auf den Gruppenantrieb mit zwei Motoren (1C2M) (Tafel 1). Damit vereinfacht sich die Instandhaltung, da künftig nur noch zwei Radsätze des gleichen Drehgestells auf gleichem Durchmesser gehalten werden müssen und nicht mehr vier Radsätze aus zwei verschiedenen Drehstellen.

Das Bordnetz für die Energieversorgung von Klimaanlage, Pumpen, Lüftern und Kompressoren wurde über die letzten Jahre ebenfalls stetig weiterentwickelt und zuverlässiger gemacht. Der letzte Schritt ist die Konzeption aus dem Velaro China: vier Energieversorgungsblöcke (EVB) werden eingangsseitig direkt mit dem Traktionszwischenkreis verbunden (Bild 12). Über einen IGBT-Umrichter mit folgender galvanischer Trennung der Spannungsebenen von Traktionsausrüstung und Bordnetz mittels Transformator erfolgt die gemeinsame Speisung einer 3 x 440-/60-Hz-Bordnetzschiene mit

Tafel 1: Entwicklung der Siemens-Traktionstechnik

Fahrzeug	Technologie	Konfiguration	Leistung / Geschwindigkeit*
ICE 3	GTO 1-/4-Systemer	1C4M	8,0 MW / 367 km/h
Velaro E	GTO 1-Systemer	1C4M	8,8 MW / 403,7 km/h
Velaro CN	IGBT 1-Systemer	1C4M	8,8 MW / 394,3 km/h
Velaro RUS	IGBT 2-Systemer	1C4M	8,0 MW / 281 km/h
Velaro D	IGBT 4-Systemer	1C2M	8,0 MW / –

* bislang erreichte Höchstgeschwindigkeit ohne Modifikation von Hardware und Infrastruktur

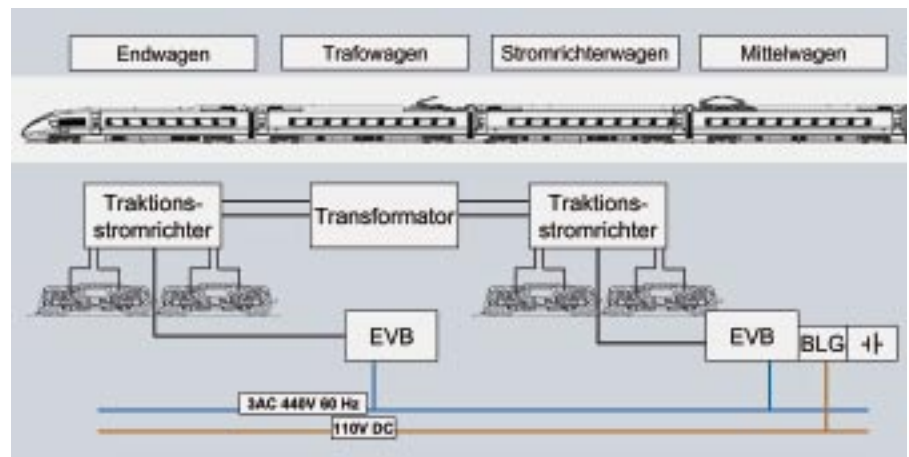


Bild 12: Struktur von Traktionsausrüstung und Bordnetz des Velaro

selbstsynchronisierenden Ausgängen. Die Qualität des Bordnetzes ist durch Sinus- und EMV-Filterung sehr gut.

Dieses Konzept ist vor allem durch eine hohe Ausfallsicherheit und Verfügbarkeit gekennzeichnet. Der Ausfall eines Blocks führt im Betrieb des Fahrzeugs zu keinen Einschränkungen. Selbst im Fall eines direkten Kurzschlusses der Drehstromschiene kann durch einen Trenner mindestens der halbe Triebzug einsatzfähig gehalten werden.

Im Rahmen der Arbeiten an der Velaro-Plattform wurde eine Variante der EVB konstruiert, welche die galvanische Trennung zwischen Traktionsausrüstung und Bordnetz über einen Mittelfrequenzübertrager realisiert. Der Vorteil dieser mittelfrequenten Potenzialtrennung liegt in der sehr kompakten und leichten Bauform, welche um Größenordnungen kleiner ist als die bisherige Ausführung. Ein weiterer Vorteil ist die weitgehende Unempfindlichkeit des Systems gegen unterschiedliche Eingangsspannungen, wie sie bei Mehrsystemanwendungen zwangsweise auftreten. Bekannt ist diese mittelfrequente Potenzialtrennung u. a. aus den EVB für Reisezugwagen und den Triebzügen der Baureihe VT 605.

3.6 Instandhaltung

Aus der unter 2.1 gezeigten Zielspinne (Bild 3) geht der starke Fokus auf das Thema Instandhaltung der Velaro-Triebzüge hervor. Im Folgenden soll die Vorgehensweise bei einigen Sektoren aus diesem Feld aufgezeigt werden.

Ein wichtiger Pluspunkt, welcher für die Velaro-Triebzüge besteht, ist die Tatsache, dass mittlerweile die vierte Generation dieser Züge in der Entwicklung ist und aus den vorhergehenden Generationen viele Erkenntnisse aus einigen hundert Millionen Betriebskilometern in die jeweilige Weiterentwicklung einfließen. Verstärkend wirkt die Tatsache, dass Siemens mit der RENFE in einem Joint Venture namens NERTUS die Instandhaltung der spanischen Velaro-Flotte durchführt und hier die Chance hat, direkt die Betriebsdaten zu sammeln und mittels eigener Verbesserungsprogramme die In-

standhaltung und das Fahrzeug selbst zu optimieren.

Gleiches erfolgt natürlich auch in enger Kooperation mit Bestandskunden. Beispielsweise kann durch Anpassungen am Bremsmanagement des Zuges der Verschleiß der Bremsbeläge reduziert werden. Dies wurde in Kooperation mit der Deutschen Bahn AG an der ICE-3-Flotte durchgeführt.

Ab Ende 2009 wird dieser Bereich durch die Betriebsaufnahme der Velaro-Triebzüge zwischen Moskau und St. Petersburg weiter gestärkt. Siemens zeichnet hier für die Instandhaltung der Fahrzeuge voll verantwortlich.

Neben den positiven Effekten, die sich aus den Rückflüssen aus den Instandhaltungswerken ergeben, wurde seit einigen Jahren die Verbindung zwischen Instandhaltung und Konstruktion der Fahrzeuge bereits in frühen Phasen der Konzeption deutlich enger gestaltet. Gleiches gilt im Übrigen für die Einbeziehung der Fachexperten aus dem Bereich Zuverlässigkeit.

In gemeinsamen Konstruktionsreviews wird die Konzeption jedes Systems unter den Aspekten Instandhaltbarkeit, Instandhaltungskosten und Zuverlässigkeits- und Verfügbarkeitsdesign erörtert. Da bereits seit dem Projekt Velaro China die gesamte Konstruktion der Triebzüge dreidimensional erfolgt, ergeben sich daraus einige Vorteile, die auch für die Instandhaltung nutzbar sind. So werden 3D-Konstruktionen regelmäßig in einem Virtual-Reality-Labor (Bild 13) räum-

lich projiziert und zwischen den Verantwortlichen aus den Bereichen Konstruktion, Fertigung und Instandhaltung diskutiert.

Dabei sind verschiedene Themen bei dreidimensionaler Darstellung einfacher zu behandeln, wie

- Untersuchung der Berührungen von Bauteilen und Leitungswegen, welche bereits frühzeitig erkennbar werden,
- Ein- und Ausbaubarkeitsuntersuchungen, um die optimale Instandhaltbarkeit der Fahrzeuge frühzeitig abzuschern,
- Festlegung einer optimalen Reihenfolge für die Montage der Fahrzeuge und
- Konstruktionsreviews mit Kunden und deren eigener Instandhaltung, um deren Wünsche mit Rücksicht auf ihre Instandhaltungs-Infrastruktur berücksichtigen zu können. Dies wird aktuell im Rahmen des Projekts Velaro D mit der Deutschen Bahn AG durchgeführt.

Neben dieser eher grundsätzlich anderen Systematik im Vorgehen bei der Entwicklung der Velaro-Triebzüge laufen kontinuierlich weitere Programme, um die Instandhaltungskosten zu senken. Fokusbereiche sind dabei Kostentreiber wie z. B. das Drehgestell (siehe 3.4) und die Bremsanlage, die z. B. bereits seit dem Velaro Russland mit einem ölfreien Kompressor ausgestattet wird, aber auch die Optimierung von Instandhaltungsabläufen und die Streckung von Instandhaltungsinter-



Bild 13: Virtual Reality Labor



Bild 14: Instandhaltung des Velaro E bei Nertus in Spanien

vallen werden in detaillierter Arbeit vorangetrieben (Bild 14).

3.7 Flexibilität im Innenraum

Die Lebensdauer eines Hochgeschwindigkeits-Triebzugs ist auf 30 Jahre angesetzt. Während die wesentlichen Komponenten wie z. B. Rohbau, Drehgestelle, Traktion und Bremse diese Zeit im Einsatz bleiben können, besteht für den Innenraum mit den Einrichtungen für die Reisenden deutlich früher Handlungsbedarf für eine Überarbeitung. Bezugstoffe von Sitzen, Teppichbeläge oder hoch beanspruchte Flächen sind nach einigen Jahren Betriebseinsatz verschlissen und bedürfen der Erneuerung. Zusätzlich ändert sich der Zeitgeschmack und damit das Empfinden, was schön ist bzw. attraktiv. Erkennbar wird dies zum Beispiel an der Farbgestaltung des ICE 1 im Vergleich zu der des ICE 3, der etwa zehn Jahre später in Betrieb ging. Im Rahmen des ICE-1-Refurbishments wurde das Look-and-feel des ICE 1 an das heute gültige „corporate design“ der Deutschen Bahn AG angepasst.

In der Fahrzeugkonstruktion muss berücksichtigt werden, dass etwa zweimal im Leben eines Triebzugs eine generelle Überholung der Fahrgasträume erfolgen wird, aber auch des öfteren Änderungen aus veränderten Einsatzgebieten von Zü-

gen oder aus der Ergänzung von Funktionalitäten erfolgen.

Daraus resultieren Anforderungen an die Velaro-Familie, die unter dem Überbegriff „Flexibilität im Innenraum“ zusammengefasst sind. Dazu zählt die einfache Veränderbarkeit von Sitzteilern, die flexible Integrierbarkeit von Innenraummodulen wie z. B. Glastrennwänden mit Innentüren und die Maximierung von Flächen zur Innenraumgestaltung.

Konkret wird dazu in der neuesten Generation der Velaro-Triebzüge eine Überarbeitung der Systematik der Befestigungselemente durchgeführt. Dies resultiert in einer Anbindung der Sitze am Fußboden über eine Schiene, die ein freies Verschieben zur Änderung von Sitzteilern ermöglicht (Bild 15). In gleicher Weise werden alle weiteren Befestigungspunkte z. B. für Tische so verlegt, dass die großen Seitenflächen des Innenraums unberührt bleiben. Damit werden im Fall der Neuordnung von Einrichtungsgegenständen unansehnliche Blindstopfen vermieden, und die Montagekosten sinken durch den Entfall aufwändigen Verbohrrens im Fußboden.

mieden, und die Montagekosten sinken durch den Entfall aufwändigen Verbohrrens im Fußboden.

Parallel dazu werden Module entwickelt, die flexibel im Innenraum integrierbar sind und ausschließlich an den vorhandenen Befestigungsschienen für Sitze und Gepäckablagen montiert werden. So können z. B. Ruhebereiche durch Glastrennwände realisiert werden. Besonders im Fokus steht die Möglichkeit, dem Betreiber ein auf seine Ansprüche zugeschnittenes Service- und Cateringkonzept zur Verfügung stellen zu können. Dazu zählt die Entwicklung von flexibel einsetzbaren Trolleystellplätzen und modularen Galleykonzepten.

Im Rahmen der Neuordnung des Innenraums wurden zugunsten der Maximierung der Nutzfläche für die Reisenden alle funktionalen Einbauräume (Schaltschränke, Bedientafeln, Abfallbehälter etc.) konzentriert und am Wageneende neben den Einstiegsbereichen angeordnet. Im Ensemble mit den Toiletten ergibt sich ein optimierter Funktionsbereich, der bei einem Velaro-Mittelwagen eine leere Röhre von rund 18 m Länge für die Anordnung von Sitzbereichen entstehen lässt (Bild 16). Mit dem Velaro-Konzept ist die Grenze von 500 Sitzplätzen im 200 m

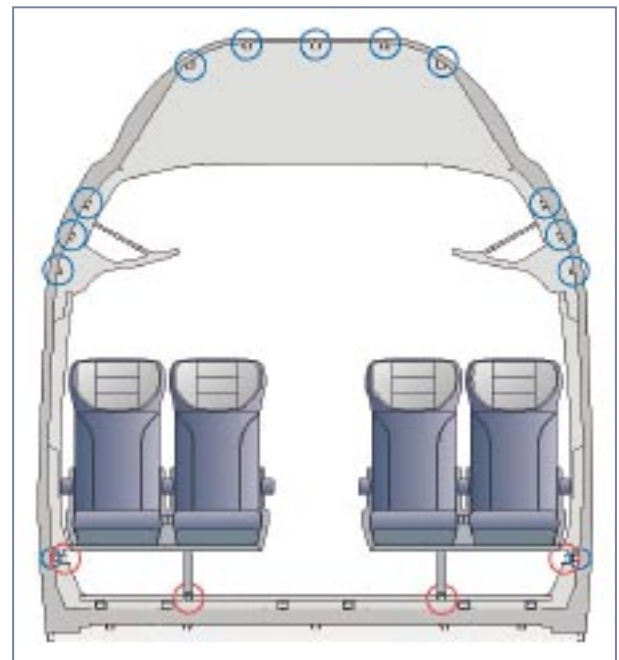


Bild 15: Flexible Innenraumgestaltung mittels durchgehender Schienen zur Befestigung



Bild 16: Prinzip „leere Röhre“ für größtmögliche Nutzfläche

langen Zug damit leicht zu überspringen (bei klassischer 1 + 2-Bestuhlung in der 1. Klasse).

Da mit 100 % Besetzung der Sitzplätze die Kapazität des Velaro noch nicht erschöpft ist, hat der Betreiber die Möglichkeit, bei Verkehrsspitzen auch Reisende auf Stehplätzen befördern zu können und damit die Wirtschaftlichkeit des Systems zu erhöhen.

Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, dass das Velaro-Konzept die Bedürfnisse von Menschen mit Mobilitätseinschränkungen umfassend berücksichtigt. Die entsprechende TSI PRM (passengers with reduced mobility) findet ihre vollständige Umsetzung und teilweise Übererfüllung im Velaro. Rollstuhlfahrer erreichen über breite Einstiege und Gänge sicher ihren Platz und finden sich in der übergroßen Universal-Nasszelle gut zurecht. Auch der Weg in den nächsten Wagen zum Bistro steht dank der breiten Übergänge offen.

3.8 Zuverlässigkeit

Wie bereits ausgeführt, kommt der Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit von Triebzügen für den wirtschaftlichen Betrieb eine

große Bedeutung zu. Der ICE 3 hatte bei seiner Betriebseinführung aufgrund des revolutionären Entwicklungsschritts vom ICE 2 mit einer größeren Zahl an Kinderkrankheiten zu kämpfen. Im Zusammenspiel zwischen dem Betreiber DB AG und dem Herstellerkonsortium ARGE ICE gelang es, diese rasch anzupacken und bereits in den ersten Betriebsmonaten eine deutliche Verbesserung herbeizuführen. Die Probleme resultierten letztlich aus der Tatsache, dass der Neuanteil der Konzeption und Konstruktion bei diesem Fahrzeug sehr hoch war. In der Folge gelang es, die Systeme in den Griff zu bekommen und die Zuverlässigkeit zu verbessern. Bereits der Nachfolger Velaro E für Spanien erreichte vom Start weg deutlich bessere Zuverlässigkeitswerte. Eine Fortsetzung erfährt dieser Trend derzeit in China mit dem Velaro.

Diese Beobachtung lässt verschiedene Schlüsse zu:

- Hohe Neuanteile in der Konstruktion und Konzeption bergen das Risiko von Rückschlägen in den Zuverlässigkeitswerten im Betrieb
- Durch das Bewahren ausgereifter Konstruktionen und deren behutsames Verbessern kann insgesamt eine bessere Performance erreicht werden.

Im Rahmen der Weiterentwicklung arbeiten Experten aus dem Bereich RAMS daran, gemeinsam mit den Konstrukteuren und Unterlieferanten die Systeme des Zuges und auch den Zug als Gesamtsystem zuverlässiger zu machen. Dazu dienen die verschiedenen Erkenntnisse, die aus den in Betrieb befindlichen Velaro-Projekten zurückfließen – sei es aus der Instandhaltung oder direkt von den Betreibern – wie auch die theoretische Herangehensweise, die Systeme per Fehlerbaumanalyse zu untersuchen und die Erkenntnisse in Änderungen des Systemdesigns einfließen zu lassen.

Zielsetzung für die Velaro Entwicklung ist:

Pro 1 000 000 km Laufleistung

- darf kein Zug aus fahrzeugbedingten Gründen liegen bleiben und
- dürfen maximal vier bis fünf technische Störungen vorkommen, die zu Verspätungen von mehr als fünf Minuten führen.

Bei den zwanzig Systemen des Velaro, die auf die Zuverlässigkeit den größten Einfluss haben, wurden zuerst Zielvorgaben erarbeitet und nachfolgend in gemeinsamen Workshops mit den Herstellern die Konzeption und Konstruktion durchgesprochen. Mancher Hersteller war ad hoc



Bild 17: Außendesign des Velaro D – künftig Baureihe 407 der DB AG

nicht in der Lage, das Thema substanziell zu bearbeiten. Im Rückblick lässt dieses seit rund zwei Jahren angewandte Verfahren aber nochmals eine Steigerung der Zuverlässigkeit beim Velaro erwarten. Aufgrund der Tatsache, dass der Velaro nunmehr in vierter Generation entsteht und aktuell keine revolutionären Entwicklungsschritte notwendig sind, kann der Kunde davon ausgehen, ausgereifte und stabile Technik zu erhalten, die behutsam weiterentwickelt wird.

4 Velaro D – der Europäer

4.1 Ausschreibung HGV-Triebzüge der Deutschen Bahn AG

Kurz vor Weihnachten 2007 veröffentlichte die Deutsche Bahn AG eine Ausschreibung über europafähige Mehrsystemtriebzüge. Bis Anfang März 2008 hatten die Bieter ihre Angebote abzugeben. Die Ausschreibung wurde seitens der DB AG äußerst professionell durchgeführt. Alle Anforderungen wurden neben der Papierform auch als importfähige Dateien für ein DV-basiertes Requirements Engineering Tool zur Verfügung gestellt. Aufgrund der Erfahrungen im Hause Siemens war das Angebotsteam in sehr kurzer Zeit arbeitsfähig und konnte die gesamte Kommentierung der über 6000 Einzelanforderungen im Tool durchführen und zur Angebotsabgabe auch an die DB AG zurückspielen. Dies erleichterte die sehr strukturiert durchgeführten Bietergespräche,

in deren Verlauf jeder Bieter sein Angebot vorzustellen hatte.

Der Abgleich der seitens der DB AG gestellten Anforderungen mit den für die Velaro-Plattformentwicklung zugrunde gelegten ergab ein hohes Maß an Überdeckung: eine Bestätigung für die solide Basisarbeit, die 2006 gelegt wurde. Letztlich war es nur durch die laufende und weit fortgeschrittene Plattformarbeit möglich, ein derart anspruchsvolles Fahrzeug in so kurzer Zeit seriös anzubieten.

Ausgeschrieben wurde ein 320 km/h schneller Viersystem-Triebzug zum Betrieb in Deutschland, Frankreich, Belgien und optional in der Schweiz und den Niederlanden. Es mussten mindestens 420 Sitzplätze vorgesehen sein, und eine Beladung von 150 % musste darstellbar sein.

Nach intensiven Verhandlungen fiel die Entscheidung der Deutschen Bahn AG für den angebotenen Velaro D, und fast genau ein Jahr nach Ausschreibungsstart wurde der Vertrag in Berlin durch die Vorstandsvorsitzenden der DB AG und der Siemens AG unterzeichnet.

Der Velaro D wird inklusive großem Restaurantbereich, Pausenraum für Zugpersonal und Zugchefabteil über insgesamt 460 Sitzplätze verfügen – rund 30 Plätze mehr als die heutige Baureihe 406, ein zählbares Resultat einer zielorientierten Fahrzeugentwicklung.

Es erweist sich jetzt als großer Vorteil, dass die Grundkonzeption des Velaro als Viersystemzug ausgeführt wurde. Eine nachträgliche Integration z. B. von schwe-

rer 15-kV-16,7-Hz-Traktionsausrüstung würde jeden Hersteller vor große Probleme stellen. Im Fall des Velaro D konnte der Grundriss des bis dahin fiktiven „Maximalzuges“ direkt übernommen werden. Auch die Tatsache, dass sich wesentliche Weiterentwicklungen wie z. B. der neue Rohbaukopf bereits seit Ende 2007 intern in der Konstruktion befinden, macht die Einhaltung des sehr anspruchsvollen Terminplans des Projekts Velaro D möglich. Seit April läuft die Fertigung der ersten Rohbaukomponenten. Im Oktober 2009 beginnt die Montage. Im August 2010 wird der erste vollständige Velaro D in die Inbetriebsetzung kommen, um dann ab Januar 2011 in die Zulassung in Deutschland, Belgien und Frankreich zu gehen (Bild 17). Das würde eine Dauer von zwei Jahren von Vertragsabschluss bis zum fertig in Betrieb gesetzten Zug bedeuten, im Übrigen auch eines der Ziele, die sich die Plattformentwicklung gesetzt hatte.

Zu bemerken ist, dass beginnend mit den anfangs beschriebenen Wurzeln der Velaro-Familie, die von dem ICE 3 ausgingen, nun die vierte Generation des Velaro ins Heimatland zurückkehren wird. Dafür zeichnen die kontinuierliche Weiterentwicklung mit eigenen Vorleistungen, der stete Wissensrückfluss aus dem Betrieb und der Instandhaltung sowie die ausgereifte Technik verantwortlich. – A 156 –

(Indexstichworte: Elektrische Triebfahrzeuge, Hochgeschwindigkeitsverkehr)
(Bildnachweis: Alle Bilder, Siemens AG)



Dipl.-Ing. Martin Steuger (43). Studium der Elektrotechnik an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg. Seit 1993 bei der Siemens AG; Projektleiter für die elektrische Ausrüstung diesel-elektrischer Lokomotiven bis 1996; Projektleiter für den

Siemens-Anteil im Konsortium ICT-VT bis 2002; in verschiedenen Funktionen im Bereich ARGE ICE bis 2006, zuletzt verantwortlich für alle ICE-3- und ICE-T-Projekte; seit 2006 Leiter der Velaro-Plattformentwicklung.

Anschrift: Siemens AG, I M O R S P T H I V E P, Martin Steuger, Postfach, 91050 Erlangen, Deutschland.

E-Mail: Martin.Steuger@siemens.com

Siemens AG
Industry Sector
Mobility Division
Public Transit
Postfach 3240
91050 Erlangen
Germany

trains.mobility@siemens.com
www.siemens.com/mobility

Printed in Germany
TH 166-091335 199881 SD 01100.5
Dispo 21704 c4bs 3902
Bestellnr.: A19100-V800-B809

ICE 3® ist ein eingetragenes Markenzeichen
der Deutschen Bahn AG.
Velaro® ist ein eingetragenes Markenzeichen
der Siemens AG.

Die Informationen in diesem Dokument
enthalten allgemeine Beschreibungen der
technischen Möglichkeiten, welche im Einzelfall
nicht immer vorliegen müssen. Die gewünschten
Leistungsmerkmale sind daher im Einzelfall bei
Vertragsschluss festzulegen.