

Ursachen von Unfällen bei der Eisenbahn durch gebrochene Achsen, Wellen und Räder

Zusammengestellt von Prof. Dr.-Ing Peter Marx, Berlin

Mit dem Aufkommen der Eisenbahn im 19. Jahrhundert entstanden unerwartet Probleme der o.g. Art. Laut statischen Berechnungen hätten Räder der Wagen die Beanspruchungen bei der Fahrt ohne Weiteres aufnehmen müssen ohne dabei Schaden zu nehmen. Vermehrt fielen jedoch Eisenbahnwagen aus, weil die Achsen, Wellen und Räder gebrochen waren. Der Werkstoffwissenschaftler August Wöhler untersuchte dieses Phänomen und entdeckte, dass dauerhafte schwingende Belastungen ein Bauteil auch dann schädigen können, wenn es durch eine einmalige Belastung mit der gleichen Kraft offensichtlich nicht geschädigt wird. Diese seit 150 Jahren bekannten Fakten sind offensichtlich bei Ingenieuren des deutschen Eisenbahnwesens entweder vergessen oder ignoriert worden mit fatalen Folgen (siehe DB, S-Bahn Berlin usw.). Bei der S-Bahn z.B. müssen z.B. 4500 Achsen und 9000 Räder wg. Bruchgefahr für etwa 120 Mio. € ausgetauscht werden!

August Wöhler

Wechseln zu: [Navigation](#), [Suche](#)



August Wöhler

- **August Wöhler** (* [22. Juni 1819](#) in [Soltau](#); † [21. März 1914](#) in [Hannover](#)) war ein [deutscher Ingenieur](#). Er erforschte die [Werkstoffe Stahl](#) und [Eisen](#). Die nach ihm benannte [Wöhlerlinie](#) stellt für einen Werkstoff unter Schwingbelastung den Zusammenhang zwischen Bruchlastspielzahl und Ausschlagsspannung dar.

Wöhler wurde 1819 als Sohn eines Lehrers geboren. 1835 begann er ein Studium an der [Höheren Gewerbeschule Hannover](#). Aufgrund seiner mathematischen Begabung erhielt er ein [Stipendium](#) in Höhe von 100 Talern jährlich. Nach Studienende musste er dafür ganztags in einer Werkstatt arbeiten. Mit gutem Zeugnis und einem Reisestipendium in Höhe von weiteren 100 Talern zog es ihn nach [Berlin](#). Von 1841 bis 1843 arbeitete er für [August Borsig](#) und dann für vier Jahre bei der neugegründeten [Königlich Hannöverschen Staatseisenbahn](#). 1847 wurde er Obermaschinenmeister bei der [Niederschlesisch-Märkischen Eisenbahn](#) in [Frankfurt \(Oder\)](#). 1852 wurde diese vom Staat [Preußen](#) erworben und Wöhler wurde 1854 zum Kgl. Preuß. Obermaschinenmeister ernannt. Bis 1869 blieb er im [Staatsdienst](#) und wurde im Anschluss Direktor der Norddeutschen Aktiengesellschaft für Eisenbahnbedarf in Berlin.

1874 ging er nach [Straßburg](#), wo er Eisenbahndirektor und Mitglied der Generaldirektion der Reichseisenbahnen wurde. In den Ruhestand trat er 1899 ein.

Leistungen



Entgleisung der *AMSTETTEN* am 19. Oktober 1875

Bevor Wöhler den Zusammenhang zwischen Bruchlastspielzahl und Ausschlagsspannung erforscht hat, ist es im praktischen Betrieb (etwa im Eisenbahnbetrieb) immer wieder zu schweren Unfällen infolge gebrochener Radsatzwellen gekommen, obwohl Maschinenbauteile im Sinne der klassischen, statischen [Festigkeit](#) korrekt ausgelegt waren.

Am 19. Oktober 1875 entgleiste die [Lokomotive AMSTETTEN](#) auf der Strecke Salzburg–Linz und kam anschließend aufrecht zum Stillstand. Ursache der Entgleisung war ein gebrochener [Radreifen](#),^[1] welcher der Dauerumlaufbelastung nicht standgehalten hatte. Die Tatsache, dass der wechselbeanspruchte Werkstoff eine geringere Belastbarkeit aufweist als der statisch belastete, war damals noch nicht bekannt. Diese Zusammenhänge wurden erst durch August Wöhler aufgedeckt.

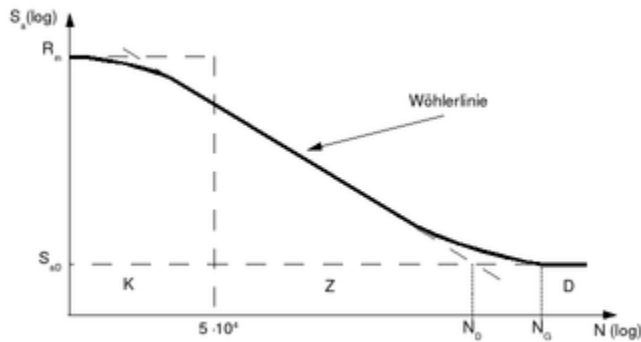
Nach ihm wurde der [Wöhlerversuch](#), ein Versuch zur Ermittlung der [Dauerschwingfestigkeit](#), benannt.

Wöhlerversuch

Die **Wöhlerlinie** und der **Wöhlerversuch** bzw. **Dauerschwingversuch** sind Begriffe aus der Werkstofftechnik. Ihre Anwendung findet sich in der Betriebsfestigkeit, einem Gebiet aus dem Bereich des Maschinenbaus. Sie ist benannt nach August Wöhler, der zwischen 1858 und 1870 die ersten methodischen Schwingfestigkeitsversuche durchführte (Königlich Niederschlesische-Märkische Eisenbahn Frankfurt/Oder).

Mit dem **Wöhlerversuch** wird die Schwingfestigkeit von Werkstoffen oder Bauteilen (Bauteil-Wöhlerversuch) ermittelt. Hierfür werden die Versuchskörper zyklisch, meist unter einer sinusförmigen Beanspruchungs-Zeit-Funktion, belastet. Die Lastamplituden sowie das Spannungsverhältnis aus Unterlast zu Oberlast sind konstant.

Zur Ermittlung der Werte werden die Versuchskörper auf mehreren Lasthorizonten geprüft. Der Versuch läuft, bis ein definiertes Versagen (Bruch, Anriss) eintritt oder eine festgelegte Grenzschwingspielzahl erreicht wird. Versuchskörper, die die Grenzschwingspielzahl ohne erkennbares Versagen erreichen, werden als Durchläufer bezeichnet.



Qualitative Darstellung der Wöhlerlinie

Die Ergebnisse des Versuchs trägt man in ein semilogarithmisches Diagramm ein. Üblicherweise wird im Wöhlerdiagramm die Nennspannungsamplitude S_a über der ertragbaren Schwingungszahl aufgetragen. Den sich ergebenden Kurvenzug nennt man die *Wöhlerkurve* oder auch *Wöhlerlinie*. In der nebenstehenden Wöhlerkurve sind die drei Bereiche K, Z und D eingetragen.

- K ist der Bereich der [Kurzeitfestigkeit](#) bzw. Kurzzeitschwingfestigkeit (auch LCF = Low-Cycle-Fatigue) unterhalb von ca. 10^4 bis 10^5 Schwingungen. Diese Art der Ermüdung tritt bei hohen plastischen Dehnamplituden auf, die zu frühem Versagen führen. Um diesen Bereich genauer darzustellen, wird in der Regel die [Coffin-Manson](#)-Auftragung herangezogen. Bei einer Belastung, die innerhalb von einem Viertel Schwingung zum Bruch führt, spricht man von der statischen Festigkeit, die auch im [Zugversuch](#) bestimmt wird.
- Z ist der Bereich der Zeitfestigkeit bzw. Zeitschwingfestigkeit zwischen 10^4 und materialabhängig etwa $2 \cdot 10^6$ Schwingungen, in dem die Wöhlerkurve bei doppellogarithmischer Darstellung nahezu gerade verläuft. Die Gerade kann durch die [Basquin-Gleichung](#) beschrieben werden.
- D ist der anschließende Bereich der so genannten [Dauerfestigkeit](#). Bei ferritisch-perlitischen Stählen beginnt der Bereich der Dauerfestigkeit bei zirka $1 - 5 \cdot 10^6$. Es ist aber heute umstritten, ob es überhaupt eine wirkliche Dauerfestigkeit gibt oder ob bei sehr hohen Lastspielzahlen (VHCF = Very-High-Cycle-Fatigue) auch bei sehr geringen Belastungen zum Versagen kommt. Bei austenitischen Stählen fällt die ertragbare Amplitude weiter ab. Eine „echte“ Dauerfestigkeit existiert hier nicht. Daher wird hier meist die ertragbare Amplitude bei 10^7 Lastwechseln als Dauerfestigkeit bezeichnet. Unterliegt ein Bauteil ständiger Korrosion oder stark erhöhter Temperaturen, so kann nicht mehr mit einer Dauerfestigkeit gerechnet werden.

Unterhalb der Dauerfestigkeit S_{aD} kann ein Bauteil prinzipiell beliebig viele Schwingungen ertragen. Belastungen oberhalb der Dauerfestigkeit bewirken ein Versagen des Bauteils nach einer bestimmten Zahl an Schwingungen. Die Zahl der ertragenen Schwingungen eines Bauteils unter Betriebsbelastung (variable Belastungsamplituden) bis zum Ausfall kann im Rahmen statistischer Genauigkeit mit Hilfe der Wöhlerlinie vorausgesagt werden. Dazu

verwendet man die Methoden der linearen Schadensakkumulation nach Palmgren, Langer und Miner. Man spricht hierbei von betriebsfester Bemessung eines Bauteils. Betriebsfestigkeit wird heute in nahezu allen Bereichen der Technik zum Zweck des Leichtbaus eingesetzt.

Beispiel-Tabelle Wöhlerversuch

Nr.	Spannungsausschlag in N/mm ²	Lastwechsel bis Bruch
1.	± 350	4252
2.	± 300	8384
3.	± 250	21987
4.	± 200	70355
5.	± 180	108664
6.	± 160	10 Millionen ohne Bruch

ICE-Unglück von Eschede

Das **ICE-Unglück von Eschede** war ein Zugunglück, das sich am 3. Juni 1998 auf der Bahnstrecke Hannover–Hamburg am Strecken-Kilometer 61 in der Gemeinde Eschede (Niedersachsen) ereignete. Bei der Entgleisung des *ICE 884 „Wilhelm Conrad Röntgen“* kamen 101 Menschen ums Leben, 88 wurden schwer verletzt. Es war das bislang schwerste Zugunglück in der Geschichte der Bundesrepublik Deutschland sowie aller Hochgeschwindigkeitszüge weltweit.

Technische Ursachen

Der ICE 1 war ursprünglich mit Vollrädern ausgestattet, so genannten Monobloc-Rädern, die in einem Stück gefertigt werden. Im praktischen Betrieb stellte sich schnell heraus, dass es unter bestimmten Umständen aufgrund von ungleichmäßiger Abnutzung, Materialermüdung und Unwuchten zu Resonanz-Erscheinungen kommen konnte. Insbesondere im Speisewagen beklagten sich Reisende immer wieder über lautes Vibrieren des Geschirrs und „wandernde Gläser“. Im September 1991 wandte sich Bahn-Vorstandsmitglied Roland Heinisch an den

damaligen Vorstandsvorsitzenden Heinz Dürr und wies eindringlich auf die Brummgeräusche hin. Neben den negativen Reaktionen der Kunden hob er auch die Gefahr von Schäden an den Wagen hervor.^[10]

Auf der Suche nach Abhilfe wurde beispielsweise vorgeschlagen, die Fahrbahn zu ändern, eine Luftfederung einzusetzen oder die Federung der Fahrgestelle durch gummigefederte Einringräder zu verbessern, wie sie schon bei der langsamsten Art des Schienenverkehrs, im Nahverkehr bei Straßenbahnen, erfolgreich im Einsatz waren. Aus Kostengründen entschied man sich für den günstigeren Umstieg auf Radreifen, obwohl man wissen musste, dass ein Straßenbahnwagen nur einen Bruchteil der Beanspruchung eines ICE aushalten muss.

Noch im selben Herbst wurden versuchsweise einige Vollräder gegen gummigefederte Radreifen getauscht. Der zuständige Direktor für die Zulassung von Reisezugwagen wies im November 1991 darauf hin, dass vor der Zulassung in der Serie noch zahlreiche Versuche und Erprobungen notwendig seien, die sich über einen Zeitraum von etwa zwei Jahren hinziehen würden. Im Februar 1992 wurde ein Riss an einem der getesteten Reifen festgestellt. Nach weiteren Tests vereinbarten die zuständigen Ingenieure im Sommer 1992, die bisherigen Versuche als ausreichend anzusehen. Die Entscheidung ging, nach einer Telefonnotiz, letztlich auf eine Entscheidung von Bahnvorstand Heinisch zurück. Am 5. Oktober 1992 präsentierte das Vorstandsmitglied dem Gremium eine Beschlussvorlage zur Einführung der neuartigen Räder in der gesamten ICE-Flotte.

Das Rad *Bochum 84/Baureihe 064*^[3] war eine Neuentwicklung der DB. Das Besondere bei diesen Rädern ist, dass zwischen dem außen liegenden Radreifen und dem Radkern eine 20 mm starke Zwischenschicht aus Hartgummi eingebettet ist, so dass im Gegensatz zum klassisch ohne Spiel aufgesetzten Radreifen eine gedämpfte Bewegung zwischen Reifen und Rad möglich wird. Diese für den Hochgeschwindigkeitsverkehr neuartige Bauform wurde jedoch vor ihrem serienmäßigen Einsatz im ICE nicht in Simulatoren bei Geschwindigkeiten von über 200 km/h dauererprobt.

Da bis zu jener Zeit in Deutschland keine Anlage gebaut wurde, um die Bruchgrenze eines Rades praktisch zu messen, musste man sich bei der Dimensionierung und der Festlegung der Verschleißgrenze auf theoretische Überlegungen beschränken. Vor und nach der Markteinführung wurden keine Labor- und Fahrversuche bis zur Verschleißgrenze beziehungsweise bis zum Bruch des Radreifens durchgeführt. Über mehrere Jahre hinweg bewiesen die Räder ihre grundsätzliche Praxistauglichkeit, ohne dass es zu Problemen gekommen wäre. Allerdings hatte der hannoversche Verkehrsbetrieb üstra AG mehrere Monate vor dem Unglück Radreifenbrüche bei seinen Straßenbahnen weit vor der erwarteten Verschleißzeit festgestellt und daraufhin die Austauschintervalle verkürzt. Gleichzeitig war an alle Benutzer baugleicher Reifenräder einschließlich der Deutschen Bahn AG eine Warnung vor verfrühten Ermüdungserscheinungen dieser Konstruktion verschickt worden. Da es jedoch im Detail erhebliche konstruktive Unterschiede zwischen den Nahverkehrsrädern und den Rädern des ICE gab, wurde ein systembedingter Zusammenhang seitens der Bahn nicht erkannt und aus der Warnung keine Konsequenzen für den Hochgeschwindigkeitsverkehr gezogen. Darüber hinaus hatte schon 1992 das Fraunhofer-Institut den Bahnvorstand vor Radreifenbrüchen gewarnt.

Nach dem Unglück führte die mit der Katastrophenanalyse beauftragte Fraunhofer-Gesellschaft (Darmstadt) einen Belastungstest durch, der die Verschleißzeit abschätzte. Wie sich später im Rahmen dieser Untersuchung herausstellte, wurde bei der statischen Berechnung der Radsätze nicht genügend auf dynamisch auftretende, wiederkehrende Kräfte geachtet, so dass die Räder und die maximal zulässige Abnutzung nicht mit ausreichendem Sicherheitsaufschlag dimensioniert waren. Hierbei spielen folgende Effekte eine Rolle (Aufzählung ohne qualitative Wertung):

- Der Radreifen wird bei jeder Umdrehung durchgewalzt (beim ICE 500.000-mal pro Tag), was das Material zusätzlich beansprucht.
- Im Gegensatz zum Monobloc-Rad können sich beim Radreifen auch kleinste Risse auf der Innenseite bilden, die nur schwer zu diagnostizieren sind, im Radreifen aber zu Spannungsspitzen führen.
- Je dünner ein Radreifen durch Verschleiß wird, desto mehr vergrößern sich die Spannungen und Risse im Reifen.
- Flachstellen und Kerben erhöhen durch den unrunder Lauf des Rades die wirksamen Kräfte im Radreifen erheblich und verschleifen ihn noch schneller.

Gebrochene Radreifen führten bereits im 19. Jahrhundert zu Zugunglücken, wie etwa das Beispiel der Entgleisung der „Amstetten“ am 19. Oktober 1875 zeigt. August Wöhlers Versuche zur (im Vergleich zu statisch belasteten geringeren) Schwingfestigkeit wechselbeanspruchter Werkstoffe bzw. Bauteile im Eisenbahnwesen halfen damals, diese Zusammenhänge erstmals aufzudecken.

Strukturelle Probleme

Die mechanischen Besonderheiten von Radreifen waren nicht ausreichend berücksichtigt und erläutert worden, daher galten die eingesetzten Räder bei den Beteiligten als *dauerfest* und *bruchsicher*, weswegen bahnintern *Unrundheiten* als wenig dringlich behandelt wurden.

- Es war nicht ausreichend transparent, welche Vorgaben der Sicherheit und welche lediglich dem Komfort der Fahrgäste dienten.

Menschliches Versagen

Nach dem Unglück kam auch die Frage auf, ob oder in wie weit menschliches Versagen zum Verlauf beigetragen hat. Ein Fahrgast aus dem Abteil in Wagen 1, in dem der abgesprungene Radreifen durch den Boden geschossen war, meldete den Vorfall zwar einem Zugbegleiter in Wagen 3, gab aber nur eine sehr ungenaue Schilderung ab. Sowohl der Zugbegleiter als auch der Fahrgast hätten das Unglück einfach durch Betätigung der Notbremse verhindern können, taten es aber nicht. Aus diesem Grund erstatteten Hinterbliebene gegen den Zugbegleiter Anzeige. Sein Handeln war aber vorschriftsgemäß, da er sich erst selbst vom Schaden überzeugen musste.^[9] Noch bevor beide Personen Wagen 1 erreichten, was (nach Aussage) bis zu einer Minute dauerte, war der Zug entgleist und die Katastrophe geschehen.

Rechtliche Konsequenzen

Am 18. Februar 1999 beschlagnahmte die Staatsanwaltschaft Lüneburg beim Forschungs- und Technologiezentrum Minden Akten über die Entwicklung, Zulassung und Erprobung der gummigefederten Räder, um den Einführungsprozess der gummigefederten Räder zu rekonstruieren.^[14] Am 20. Mai 1999 wurden Akten in der DB-Zentrale in Frankfurt am Main beschlagnahmt.^[15] Insgesamt wurden bis Mitte 2000 mehr als 600 Ordner Material gesichtet, unter anderem alle Unterlagen über den ICE 1.

Im August 1999 wurde das Verfahren gegen den einzig überlebenden Zugbegleiter des Unglücks eingestellt. Dieser habe zwischen der Wahrnehmung von Geräuschen und dem Aufprall (einer Zeitspanne von 101 Sekunden) nicht ausreichend Zeit gehabt, um das Ausmaß des Problems zu erkennen und entsprechend zu reagieren. Im Mai 2000 wurden Ermittlungen gegen vier Beschuldigte aufgenommen, die als Mitarbeiter des ehemaligen Bundesbahn-Zentralamtes Minden bzw. der Vereinigten Schmiedewerke (VSG) Bochum Verantwortung für die Konstruktion, Zulassung und Herstellung der gummigefederten Radreifen getragen hatten.^[16] Diese Ermittlungen dauerten am 23. März 2001 an, als die Lüneburger Staatsanwaltschaft die Ermittlungen gegen drei Mitarbeiter der ICE-Instandhaltung München einstellte, nachdem sich strafrechtlich relevante Vorwürfe nicht erhärtet hätten. Die drei Mitarbeiter seien, so die Staatsanwaltschaft, den Berichten über einen unruhigen Radlauf nachgegangen, hätten den Riss optisch jedoch nicht erkennen können. Dafür notwendige Ultraschallgeräte seien für die als dauerhaft angenommenen Räder nicht vorgesehen gewesen. Im Juli 2001 stellte die Staatsanwaltschaft Lüneburg das Verfahren gegen einen Mitarbeiter des Radherstellers ein, der keine leitende und planende Funktion bei der Entwicklung und Zulassung der Räder gehabt habe. Gegen zwei Mitarbeiter des BZA Minden sowie einen Abteilungsleiter der VSG sollte dagegen noch im selben Jahr Anklage wegen fahrlässiger Tötung erhoben werden.

Nach fast vierjährigen Ermittlungen erhob die Staatsanwaltschaft am 17. Juni 2002 Anklage wegen Körperverletzung und fahrlässiger Tötung gegen zwei Mitarbeiter der Deutschen Bahn und einen Ingenieur, der den betroffenen Radreifen konstruiert hatte (in Deutschland können nur natürliche Personen strafrechtlich belangt werden, keine juristischen Personen wie die DB). Ihnen wurde vorgeworfen, die Räder nicht ausreichend getestet zu haben. Die Staatsanwaltschaft hatte schwere Versäumnisse der Bahn bei der Zulassung und Wartung festgestellt. Nach Aussagen eines Kriminalpolizisten waren fast die Hälfte der Radmessungen vor dem Unglück nicht plausibel. Der damalige Leiter der Rechtsabteilung beim Eisenbahn-Bundesamt, Hans-Jürgen Kühlwetter, hob schwere Verletzungen der Organisations- und Verkehrssicherungspflicht hervor. Er forderte, Bahnvorstand Heinisch aufgrund seiner Mitverantwortung ebenfalls mit anzuklagen. Die Angeklagten äußerten sich während des Prozesses nicht.

Zu Beginn des Verfahrens brachte die Deutsche Bahn eine 500-seitige Stellungnahme ein und gab sich von der Unschuld der angeklagten Ingenieure überzeugt. Es traten zehn Nebenkläger auf. Ab dem 4. Prozesstag wurden Betroffene gehört. Über 70 Hinterbliebene wurden durch einen Berliner Anwalt vertreten. Zunächst wurden fünf Sachverständige gehört; deren Zahl stieg im Laufe des Verfahrens auf 16 an. Die Anklage stützte sich im Wesentlichen auf ein Gutachten des Fraunhofer-Instituts Darmstadt. Das mehr als 300 Seiten umfassende Gutachten wurde Anfang 2000 der Staatsanwaltschaft Lüneburg

vorgelegt. Eine Reihe von Gutachtern, darunter Vertreter aus Japan, Südafrika und Schweden, zogen dieses Gutachten in Zweifel.

In acht Monaten wurden an 52 Verhandlungstagen 93 Zeugen gehört. Nachdem der vorsitzende Richter am 54. Verhandlungstag feststellte, dass nur durch weitere (etwa ein bis zwei Jahre dauernde) Versuche die Frage geklärt werden könnte, ob die Angeklagten die Bruchgefahr der Radreifen hätten erkennen müssen, schlug er die Einstellung des Verfahrens gegen Geldbußen von jeweils 10.000 Euro vor. Damit, so die Richter, sei dem *öffentlichen Strafinteresse* Rechnung getragen worden. Eine schwere Schuld der Mitarbeiter sei in jedem Falle auszuschließen gewesen. Die Ingenieure galten damit als unschuldig. Der Prozess wurde im Mai 2003 eingestellt. Hinterbliebene protestierten gegen die Einstellung des Verfahrens.^[20]

Der Anwalt der Opfer, Reiner Geulen, kritisierte, die Strategie der Deutschen Bahn AG sei es gewesen, den Prozess zu „paralysieren“. So habe beispielsweise die Bestellung eines japanischen Gutachters zu stundenlangen Diskussionen über die Übersetzung geführt. Strafjustiz und Bahn hätten gegenüber den Eschede-Opfern versagt. Bei einem Treffen mit Hartmut Mehdorn seien er und weitere Opfer-Vertreter regelrecht abgefertigt worden. Eine Beschwerde gegen die Einstellung des Verfahrens von elf Hinterbliebenen wurde vor dem Bundesverfassungsgericht vom 4. Juni 2003 nicht zur Entscheidung angenommen. Eine Strafanzeige von zwei Betroffenen gegen Bahnvorstand Heinisch wurde ebenfalls abgewiesen; ein pflichtwidriges Verhalten sei ihm nicht nachzuweisen. Eine 2002 vor dem Landgericht Berlin angestrebte Zivilklage wurde ebenfalls abgewiesen.

Gebrochene Radsatzwelle des ICE am 9. Juli 2008 in Köln **Zusammenfassung des BAM-Berichts**

Glossar zu den technischen Fragen rund um den Skandal der ICE-Achsen

Betriebsfestigkeit: siehe Dauerfestigkeit

Dauerfestigkeit, auch als Betriebsfestigkeit bezeichnet: Mit Dauerfestigkeit wird die Spannungsgrenze bezeichnet, unterhalb derer es bei einer bestimmten Art und Form einer Kerbe und einer definierten Anzahl und Größe von Spannungswechseln innerhalb einer festgelegten Lebensdauer nicht zum Auftreten von Ermüdungsrissen kommt .

Ermüdungsriss: siehe [Schwingriss](#)

Hochfeste Stähle: Stahlsorten, die durch Legierung und Vergütung höhere Maximallasten aufnehmen können, die jedoch gegenüber konventionellen Stählen eine deutlich geringere Dauerfestigkeit aufweisen. Die DB AG hat sich bei den neuen ICE-Reihen für den Einsatz dieser hochfeste Stähle entschieden, um dadurch dünnere und somit leichtere Achsen zu erhalten (ICE-3: 34CrNiMo6, ICE-T: 30NiCrMoV12). Das Achsgewicht spielt als Bestandteil der ungefederten Auflast für die Belastung des Unterbaus eine Rolle: Leichtere Achsen erlauben größere Abstände in der Wartung von Gleis und Gleisbett. Sie erfordern jedoch infolge der geringeren Dauerfestigkeit eine deutlich erhöhte Kontrolle und Wartung der Achsen selbst.

Inspektionsintervall: Abstand zwischen zwei Prüfungen, im vorliegenden Fall zwischen den Ultraschallprüfungen an den Achsen von Hochgeschwindigkeitszügen. Die Achsen werden dabei auf kaum Millimeter große Risse oder Kerben geprüft, die Startpunkt von Ermüdungsrissen werden können. Die DB AG gibt an, dass für die von den Herstellern der ICE-3 und ICE-T- Reihe 480.000 km Laufleistung vorgegeben seien. Sie selbst hatte bis zu dem Beinahe Unglück zwischen Frankfurt und Köln alle 300.000 km geprüft. Dabei ist die Festlegung des Prüfintervalls auch an der Größe der Belastung auszurichten. Experten weisen seit Jahren darauf hin, dass diese im Hochgeschwindigkeits- und Mischverkehr deutlich höher sind, als zum Zeitpunkt des Achsbaus bekannt war.

Die am 9.7.08 gebrochene ICE-3-Achse war nach Angaben der Bundesanstalt für Materialprüfung 150.000 km vor dem Unfall zuletzt mit Ultraschall geprüft worden. Das Eisenbahnbundesamt (EBA) hatte nach dem Unfall die Überprüfung aller ICE-3-Züge gefordert sowie Inspektionsintervalle von maximal 60.000 km. Seit geraumer Zeit prüft die DB AG nach eigenen Angaben alle 30.000 km. Dieses Intervall ist Bestandteil eines außergerichtlichen Vergleichs zwischen Bahn und EBA, in dem auch zutage kam, dass die Bahn eine millimetergenaue Ultraschallprüfung technisch und/oder personell nicht zu leisten imstande ist und daher nur mit einer Genauigkeit von 2 Millimetern prüft.

Kerbe: Dauerfestigkeitsrelevante Störung eines ansonsten homogenen Materials. Im Stahl einer Zugachse kann das eine planmäßige Unebenheit am Anschluß Rad zur Welle sein, aber auch unplanmäßige Unebenheiten der Oberfläche oder nichtmetallische Einschlüsse im Material aus dem Guß- oder Schmiedeprozess.

Klangprobe: Prüfverfahren zum Auffinden von Rissen und anderen Inhomogenitäten in Materialien, das früher bei der Bahn und heute noch in der Porzellanherstellung angewandt wird. Das Verfahren ist der Ultraschall-Prüfung in der Genauigkeit weit unterlegen. Hinsichtlich der einfachen Anwendung und zum Auffinden von großen Rissen, die bei der US-Prüfung wegen der Komplexität des Verfahrens oder aufgrund von Unachtsamkeit übersehen wurden, hat das Verfahren weiterhin seine Berechtigung. Es ist nicht auszuschließen, dass der Riss in der Achse, die am 9.7.08 bei einer Beinahe-Katastrophe auf der Höchstgeschwindigkeitsstrecke zwischen Frankfurt und Köln gebrochen ist, mit diesem Verfahren aufgefunden worden wäre. Die letzte Sichtprüfung der Achse hatte laut BAM-Gutachten zwei Tage vorher, am 7.7.08 stattgefunden. Die DB AG wendet die Klangprobe jedoch nicht mehr an. Seit Mitte der Neunziger werden speziell ausgebildete Strecken- und Gleis- und Zugläufer nicht mehr eingesetzt, Fachleute mit der erforderlichen Sensibilisierung des Gehörs fehlen mittlerweile.

Mischverkehr: Im Hochgeschwindigkeitsverkehr, also dem Eisenbahnverkehr mit Spitzengeschwindigkeiten oberhalb von 200 km/h, gibt es derzeit international drei Systeme: der japanische Shinkansen, der französische TGV sowie der deutsche ICE. Shinkansen und TGV fahren auf einem eigenen Hochgeschwindigkeitsnetz, ICEs fahren teilweise, jedoch nicht ausschließlich auf dem gleichen Netz wie der konventionelle Schienenverkehr. Diese auch als Mischverkehr bezeichnete Betriebsform bringt erhöhte Belastungen sowohl für die Gleise und den Unterbau als auch für die darauf fahrenden Räder und Achsen mit sich. Letzteres insbesondere wegen der größeren Unebenheit von Gleisen im konventionelle Schienenverkehr.

Radsatzwellen: Bestandteil des Radsatzes, zu dem bei Schienenfahrzeugen noch die beiden Radscheiben (Räder) und gegebenenfalls noch Bremscheiben gehören. Radsatzwellen übertragen die Lasten wie Gewicht des Fahrzeugs oder Beschleunigungskräfte beim Bremsen und Anfahren auf die Radscheiben. Eine Radsatzwelle unterscheidet sich von einer einfachen Achse dadurch, dass sie auch ein Drehmoment übertragen kann. Sie werden als Hohlwellen oder als Vollwellen ausgeführt. Im Vergleich der drei Hochgeschwindigkeitssysteme Shinkansen, TGV und ICE weisen ICE-Achsen bei gleicher Spurweite die deutlich schwächeren Wellen auf: Shinkansen 190 - 209 mm, TGV: 184 - 212 mm, ICE: 160 - 190. Der damit einhergehende Verlust an Festigkeit soll durch den Einsatz hochfester Stähle ausgeglichen werden, die jedoch gleichzeitig eine deutlich geringere Dauerfestigkeit aufweisen.

Schwingriss, auch als Ermüdungsriss bezeichnet: Von einer Kerbe im Material ausgehender Riss, der sich durch Wechselbeanspruchung vergrößert. Die Größe der Wechselbeanspruchung kann dabei deutlich geringer sein als die Maximalbeanspruchung. Eine Belastung in Höhe von nur 10 oder 20 % der Maximalbeanspruchung können bei einer großen Anzahl von wechselnden Belastungen (z.B. einige Millionen mal) bereits zur Rissbildung führen. Bleibt der Riss unentdeckt, vergrößert er sich bei gleich bleibender äußerer Beanspruchung progressiv, da sich durch den Riss der Querschnitt der Achse verringert. Die Beanspruchung muss von einer ständig kleiner werdenden Fläche übertragen werden. Am Ende des Ermüdungsprozesses kommt es im verbleibenden Restquerschnitt zum Gewaltbruch. Bei der am 9.7.08 gebrochenen ICE-3-Achse waren zum Bruchzeitpunkt bereits drei Viertel der Achse durchtrennt.

Ultraschallprüfung: abgekürzt US-Prüfung ist ein zerstörungsfreies Prüfverfahren zum Auffinden von Rissen und anderen Inhomogenitäten in Materialien. Sie ist im Grunde eine Fortentwicklung der Klangprobe, wie sie früher bei der Bahn und heute noch in der Porzellanherstellung angewandt wird. Bei der US-Prüfung wird versucht, Störungen in der Schallausbreitung (Kerben) durch direktes Aufsetzen von Ultraschallprüfköpfen auf das Material aufzufinden. Die mit der Meßeinrichtung verbundenen Prüfköpfe beinhalten Schallgeber sowie Schallaufnehmer, die das Echo messen. Eine "Anzeige" bedeutet einen signifikanten Verlust zwischen Schallgabe und Echo. Im Bereich von planmäßigen Störungen wie am Anschluß Rad zur Welle ist die Bewertung der Anzeigen jedoch extrem schwierig, es besteht die Gefahr, dass ausserplanmäßige Störungen von planmäßigen Störungen überdeckt werden. US- Prüfungen bedürfen eines hochausgebildeten Personals, das die Interaktion der zahlreichen Parameter zwischen Prüfkörper, Meßeinrichtung und Sorgfalt der Meßausführung sicher bewerten kann.

Wechselbeanspruchung: Beanspruchung eines Bauteils (z. B. einer Achse), die sich in Stärke und Richtung häufig ändert. Wird z.B. durch angeregte Eigenschwingungen hervorgerufen, aber auch durch konstruktionsbedingt erzwungene Lastveränderungen etwa bei rotierenden Bauteilen oder bei stochastischen Lastprozessen, wie sie durch die Stöße auf unebenem Gleis bzw. unebenem Gleisunterbau gebildet werden.

13.11.2008, verantwortlich für technische Details: Dipl.-Ing. C.-F. Waßmuth

Brisanter Bericht zur ICE-Achse wurde wegen der Bahnprivatisierung sechs Wochen lang unterdrückt

von Winfried Wolf

Die Debatte über die "Möhrchen" oder Boni-Gelder, die sich die Bahn-Oberer Mehdorn, Sack und Hansen in die Tasche schieben wollten, lenkt ab vom eigentlichen Skandal dieser Tage: Seit dem 24. September liegt dem Vorstand der Deutschen Bahn AG und dem Eisenbahn-Bundesamt (EBA) – und damit auch dem Bundesverkehrsminister – ein Bericht der Bundesanstalt für Materialprüfung (BAM) in Berlin zur ICE-Achse, die am 9. Juli 2008 in Köln brach, vor. Dieser besagt auf einen Nenner gebracht: Die Radsatzwellen aller ICE-3- und aller ICE-T-Züge sind nicht dauerhaft und damit tendenziell bruchgefährdet. Der Achsbruch in Köln war kein Einzelereignis. Es gab einen Ermüdungsbruch, weil offensichtlich die Belastungen der Radsatzwellen im Hochgeschwindigkeitsverkehr deutlich höher sind als bisher mit den gültigen Normen unterstellt. Damit werden die Erkenntnisse, die u.a. der anerkannte Experte Prof. Vatroslav Grubisic seit 2006 in Fachzeitschriften wie "ZEV Rail" vortrug, bestätigt. Hinzu kommt, so die Untersuchung der BAM: Das für die fragliche Achse verwandte Material ist mangelhaft. Weiter: Der Bruch der Achse erfolgte deutlich vor dem Kölner Hauptbahnhof. Man fuhr also mit hoher Geschwindigkeit und gebrochener Achse. Es ist dem Zufall zu verdanken, dass es nicht zu einem "schweren Unglück wie in Eschede" (EBA) kam. Schließlich: Laut BAM-Bericht war die fragliche Achse bereits schadhafte, als die letzte Ultraschallprüfung erfolgte, doch der Schaden wurde nicht erkannt.

Die Verantwortlichen im Bahnvorstand und im Verkehrsministerium schwiegen zum BAM-Bericht und zu diesen schwerwiegenden Fakten mindestens sechs Wochen lang. Sie taten in der Öffentlichkeit so, als gäbe es keinen BAM-Bericht. Um diesen Schein zu wahren, wird der Bericht als "mündlicher Zwischenbericht" abgetan. Dabei handelt es sich um eine Powerpoint-Presentation, die als knapp 80-seitiger Report ausgedruckt werden kann.

Für dieses unverzeihliche Verhalten gibt es einen entscheidenden Grund: Es sollte alles getan werden, um im Vorfeld des Börsengangs negative Schlagzeilen zu vermeiden. Der Börsenprospekt, in dem nach meiner Kenntnis das Risiko ICE-Radsatzwellen und die (von Prof. Karl-Dieter Bodack, Andreas Kleber, Prof. Heiner Monheim, und mir Ende Juli eingereichte) Strafanzeige gegen den Bahnvorstand in der gleichen Sache nicht erwähnt werden, sollte clean bleiben – um Investoren anzulocken (klar, auch um die "Möhrchen" einzusacken). Ab dem 9. Oktober, als erstmals die Verschiebung des Bahnbörsengangs bekannt gegeben werden musste, wechselte der Bahnvorstand in Sachen Sicherheit die Strategie. Hatte man bislang alle EBA-Auflagen zu umgehen versucht, so präsentierte man sich nun in der Öffentlichkeit als besonders um die Sicherheit der Fahrgäste besorgt, und unterzog alle ICE-Neigetechnik-Züge Sonderprüfungen. Allerdings soll damit nun der schwarze Peter der Bahnindustrie in die Schuhe geschoben und vom Versagen der Verantwortlichen bei Bahn und im Ministerium abgelenkt werden. Doch auch jetzt verschwiegen die Verantwortlichen den brisanten BAM-Bericht. Dieser wurde nicht von denen, die ihn erstellten (BAM), nicht von denen, die ihn in Auftrag gaben (Staatsanwaltschaft Köln) und nicht von denen, die bei dem Thema die entscheidende Verantwortung tragen (Bahnvorstand und Bundesverkehrsministerium) der Öffentlichkeit bekannt geben. Es waren vielmehr Journalisten, die dies taten. Wobei die Bedeutung des Berichts erstmals in der Sendung des ARD-Magazins "Monitor" vom 6. November 2008 verdeutlicht wurde (Die Tageszeitung junge Welt berichtete am 7.11. als erstes in schriftlicher Form über den Inhalt des Reports).

Hier stellt sich die Frage: Warum wurde am 4.11. durch den Bundesfinanzminister Steinbrück kundgetan, dass die Bahnprivatisierung nicht nur verschoben wird, sondern voraussichtlich

“in dieser Legislaturperiode” nicht mehr stattfindet? War es wirklich “das börsliche Umfeld” (Steinbrück), das dazu führte? Dem widerspricht bereits der Umstand, dass sich das Börsenbeben in den Tagen, als Steinbrück dies kundtat, und in den drei Tagen zuvor leicht beruhigt hatte. Im übrigen sagt Steinbrück mit Blick auf die Bankenkrise, er hoffe auf eine Ende der Börsenturbulenzen im Frühjahr 2009. Warum dann plötzlich kein neuer Anlauf zur Privatisierung im Frühjahr 2009 – wie dies ja bis zum 3. November noch von den Herren Steinbrück, Tiefensee und Mehdorn, unterstützt von der Kanzlerin, fest eingeplant war?

Die Gründe dafür liegen auf der Hand: Steinbrück reagierte just zu der Stunde, als deutlich war: Jetzt sickert der so lange unterdrückte BAM-Bericht durch. Damit aber ist der Bahn-Börsenprospekt Makulatur. Investoren, die von diesen Risiken nicht informiert wurden, könnten gegen den bisherigen Eigentümer der Bahn, den Bund, gewaltige Schadenersatzforderungen stellen. Und noch mehr: Die als Investoren-Melkkuh vorgesehene Bahntochter Fernverkehr wird in den nächsten Jahren Null Rendite bringen. Das aber ist tödlich für die Börsenstory.

Halten wir fest: Das Topmanagement der Bahn und die Verantwortlichen in der Bundesregierung, allen voran der Bahnchef und der Bundesverkehrsminister, haben bewusst das Projekt Bahnbörsengang als wichtiger eingestuft als die Sicherheit von Hunderttausenden Fahrgästen.

Skandalöser Umgang mit Sicherheit - Zu einigen Details im BAM-Bericht

Die wenigen Male, bei denen in den letzten Wochen seitens des Bahnvorstands oder des Bundesverkehrsministeriums die Rede von einem “mündlichen Zwischenberichts der BAM” war, hieß es immer: Aus dem “Zwischenbericht” gehe hervor, es habe offensichtlich bei der zur Debatte stehenden Achse einen “Materialfehler” gegeben. Damit wiederum wurde die These der Bahn unterstützt, es handle sich bei dem Achsbruch um einen einmaligen, auf außergewöhnliche Umstände zurückzuführenden Vorgang, was wiederum implizierte, dass die ICE-Züge grundsätzlich sicher und besondere Vorsichtsmaßnahmen unnötig seien. Doch der BAM-“Zwischenbericht” zeigt: Das ist unwahr – wie so vieles andere, was der Bahnvorstand und der Bundesverkehrsminister in diesem Zusammenhang behaupteten.

Der Bericht (in Form einer Powerpoint-Präsentation) enthält fünf wichtige Aussagen:

Erstens: Bei der gebrochenen Radsatzwelle gab es einen Ermüdungsbruch. Ein Riss entwickelte sich über viele Wochen, wenn nicht Monate, hinweg in der Achse, bis es zum endgültigen Bruch kam. Dieser Vorgang wird auf mehr als zwei Dutzend Seiten mit vielen Bildern und Vergleichen ausführlich dokumentiert. Die vielfach vorgetragene These, es sei am 9. Juli zu einem “Gewaltbruch” gekommen, es habe sich damit um ein einmaliges Ereignis gehandelt, wird mit dem BAM-Gutachten unzweideutig widerlegt. Interessant ist allerdings, dass das Wort “Ermüdungsbruch” im Text nicht auftaucht (hier dürfte am “wording” des Reports noch fleißig gefeilt worden sein). Allerdings ist mehrfach die Rede von einem “Schwingriss”, womit der Ermüdungsbruch angesprochen ist. In dem Bericht ist dann auch die Rede von einem “Restgewaltbruch”. Das widerspricht keineswegs der Aussage “Ermüdungsbruch”, es ergänzt diese vielmehr: Damit ist gemeint, dass der “Schwingriss”, sprich: Ermüdungsbruch, zuletzt und gewaltsam in einen endgültigen Bruch der Achse mündete.

Zweitens gibt es im BAM-Bericht interessante Aussagen zum Alter der Radsatzwelle: Die in Köln gebrochene Radsatzwelle wurde im Jahr 2000 geschmiedet und im November 2001 eingebaut (S.79). Als sie brach, hatte sie eine zurückgelegte Laufleistung von 2,85 Millionen Kilometern. Das ist rund ein Fünftel der insgesamt erwarteten Laufleistung (von 15 Millionen Kilometern). Das aber heißt zusammen mit Punkt 1: Diese ICE-Radsatzwellen haben eine extrem geringere "Lebenserwartung", eine nochmals deutlich kürzere als diejenige, die von Kritikern dieser Konstruktion wie Prof. Grubisic erwartet worden war. Oder auch: Die Belastungen im deutschen Hochgeschwindigkeitsverkehr, die auf die Radsatzwellen wirken, sind nochmals deutlich größer als diese von diesen Kritikern erwartet worden war.

Die Feststellungen (1) und (2) bestätigen, was u.a. Dr. Dipl. Ing. Gerhard Fischer und Prof. Vatroslav Grubisic in mehreren Fachartikeln (in ZEV Rail 3/2006 und 1-2008 und in der Eisenbahntechnischen Rundschau ETR 55 (2006), die im Zeitraum 2006 bis Frühjahr 2008 – also vor dem Kölner Radsatzwellenbruch – erschienen, schrieben: Die Belastungen im deutschen Hochgeschwindigkeitsverkehr sind deutlich höher als bisher angenommen. Die zumindest bei den ICE-3 und den ICE-Neigetechnikzügen (den ICE-T, aber auch zuvor – bis 2002 - bei den ICE-TD, den Diesel-ICE-Neigetechnikzügen) eingesetzten Radsatzwellen sind für diese Belastungen nicht ausreichend dimensioniert. Oder auch: Die für den Hochgeschwindigkeitsverkehr seit Anfang des Jahrzehnts entwickelten Normen EN 13103 und EN 13104 sind unzureichend. Seit dem 4. November ist durch Veröffentlichung im ZDF-Magazin "Frontal21" auch bekannt, dass das Deutsche Institut für Normung (DIN) im Juni 2003 Einspruch gegen diese Norm eingelegt und diese ebenfalls als unzureichend qualifiziert hatte (Presseerklärung ZDF vom 4.11.2008). Das aber heißt: Die Deutsche Bahn setzt Radsatzwellen ein – und das Eisenbahn-Bundesamt gibt dazu seinen Segen - , von denen das maßgebliche Institut (DIN) sagt, sie sind auf Basis unzureichender Lastenannahmen gebaut und auf Basis unzureichender Normen zugelassen. In der Fachliteratur wird dasselbe mehrmals mit neuen Berechnungen dokumentiert. Es brechen solche Radsatzwellen in der Praxis und im laufenden Betrieb – bei einem ICE-TD am 2. Dezember 2002 in Gutenfürst und bei einem ICE-3 am 9. Juli 2008 in Köln, es werden neue Risse konstatiert, was zu Sonderprüfungen-Ultraschallprüfungen führt. Und dennoch heißt es seitens der Bahn immer wieder und auch heute noch: Wir haben Achsen, die nach dem Stand der Technik gebaut wurden und die nach den gültigen Normen zugelassen sind.

Zurück zum BAM-Gutachten:

Drittens dokumentiert das Gutachten, dass das für die Achse verwandte Material – der Stahl – erhebliche Qualitätsmängel aufweist, dass es in demselben unzulässige "Einschlüsse" gibt. Selbst der eingesetzte "hochfeste" Werkstoff (mit dem der Bau von Achsen gerechtfertigt wird, die deutlich dünner sind als diejenigen, die in den französischen TGV- und in den japanischen Shinkansen-Hochgeschwindigkeitszügen eingesetzt werden), wird in dem Gutachten indirekt wie folgt in Frage gestellt: "Der (Werkstoff; W.W.) 34CrNiMo6 ist nicht direkt im Bahn-Regelwerk genannt, er kann daher nur über allgemeine Vorgaben in der Werkstoffnorm EN10083-1 definiert werden" (S.13). Als offizieller Hersteller der Achse wird der Bochumer Verein Verkehrstechnik (BVV) genannt (eine Tochter der Georgmarienhütte, die sich wiederum im persönlichen Eigentum von Herrn Jürgen Großmann befindet, der wiederum der Vorstandsvorsitzende des Energieriesen RWE ist. Laut Unterlagen war der tatsächliche Hersteller allerdings ein kleineres Schmiedewerk in Ostdeutschland, das dem BVV lieferte (S. 58).

Dieser Aspekt des BAM-Gutachtens muss allerdings in Teilbereichen vorsichtig bewertet werden. Die Qualitätsprobleme bei dem verwandten Stahl könnten höchstens ein zusätzliches kritisches Moment darstellen. Entscheidend bleiben die in den Punkten (1) und (2) genannten Feststellungen. Vor allem ist bereits jetzt darauf hinzuweisen, dass Aussagen wie "Es waren die Hersteller" oder gar "Es war ein dubioses Werk oder es waren zwei fragwürdige Werke, die schlechte Ware und schlechte Qualität lieferten", genau in das Konzept der Deutschen Bahn AG passen würden, wonach es sich um "Einzelfälle" handelt und womit das Vorliegen eines systemischen Problems geleugnet wird.

Viertens wird im "Zwischenbericht" der Berliner Anstalt konstatiert: Die Ultraschallprüfungen der Bahn sind unzureichend und / oder die Intervalle der Überprüfungen waren zu groß. Dazu heißt es auf Seite 77: "Der Schwingriss wurde nicht rechtzeitig erkannt. Die US-Hohlwellenprüfung (Ultraschall-Hohlwellenprüfung; W.W.) war nicht sensibel genug oder das Inspektionsintervall zu lang." Es gab laut BAM-Bericht eine Ultraschallprüfung 150.000 Kilometer vor dem Achsbruch (am 27. März 2008 oder gut drei Monate vor dem 9.7.2008) und eine ergänzende "Sichtprüfung" zwei Tage (!) vor dem Unglück. In beiden Fällen wurde das Fahrwerk als zufriedenstellend oder, wie es neuerdings im Bahnjargon heißt, "ohne Auffälligkeiten" durchgewunken. Dies ist besonders verheerend, weil die BAM konstatiert, die fragliche Radsatzwelle sei stark ausgeschlagen gewesen. Grundsätzlich deckt sich allerdings dieser Aspekt mit der von Fachleuten seit langem vertretenen Erkenntnis, dass Ultraschallprüfungen – auch solche mit kurzen, z. B. 30.000-km-Intervallen, keine Gewähr für das rechtzeitige Erkennen von Rißbildungen bieten. Im übrigen geht auch jetzt die Bahn noch davon aus, dass Ultraschallprüfungen bei solchen Achsen maximal alle 300.000 km stattfinden sollten. Wenn der Riss in der fraglichen Achse bei einer Ultraschallprüfung 150.000 km vor dem Bruch nicht entdeckt wurde, dann ist die Gefahr unentdeckter Rissbildung bei diesen möglichen deutlich weiteren Abständen nochmals weit größer.

Fünftens schließlich wird im BAM-Bericht festgestellt, dass sich der Bruch der Radsatzwelle vor Köln ereignete. Ausdrücklich heißt es: "Der Bruch der Welle muss spätestens beim letzten Beschleunigungsvorgang in Richtung Köln und vor der Einfahrt nach Köln Hauptbahnhof eingetreten sein" (S. 49). Im Klartext: Der ICE fuhr mit hoher Geschwindigkeit mit einer gebrochenen Achse, besetzt mit mehreren hundert Personen. Das Eisenbahn-Bundesamt hatte mit seiner Feststellung vom 10.7.2008 recht, wonach sich "eine Katastrophe wie z.B. in Eschede (hätte) ereignen können".

Der BAM-Bericht unterstreicht in seiner Gesamtheit: Bei der Flotte der modernsten ICE-Garnituren – der ICE-3 und der ICE-T-Züge (letztere sind Neigetechnik-Garnituren, die grundsätzlich mit den gleichen Achsen wie die ICE-3 ausgestattet sind), gibt es solange *ein systemisches Problem*, wie nicht alle Radsatzwellen durch konstruktiv andere ersetzt worden sind.

Verantwortung und Verantwortungslosigkeit

Der Vorgang ICE-Radsatzwellen unterstreicht, dass sich maßgebliche "verantwortliche" Stellen in Sachen Sicherheit im Schienenverkehr unverantwortlich verhalten bzw. dass diese aus Sicht der Fahrgäste und übrigens auch der Bahnbeschäftigten ein Sicherheitsrisiko darstellen.

Da ist das Eisenbahn-Bundesamt (EBA), die 1994 eingerichtete und bisher allein für die Sicherheit im Schienenverkehr verantwortliche Einrichtung. Diese Behörde befand sich seit dem 9.7. und bis Mitte Oktober fortgesetzt im internen Clinch mit der Bahn. Vom EBA verordnete Sicherheitsauflagen wurden teilweise nicht umgesetzt: So fuhren die ICE-3 nach dem Achsbruch am 9.7. noch 30 Stunden mit Hochgeschwindigkeit weiter, obgleich das EBA sofortige Ultraschalluntersuchungen aller ICE-3-Achsen angeordnet hatte. Gegen EBA-Auflagen, wonach grundsätzlich deutlich kürzere Ultraschallprüfungs-Intervalle zu realisieren seien, hatte die Bahn vor Gericht geklagt. Der BAM-Bericht belegt nun, dass unter dem Aspekt Sicherheit alle EBA-Forderungen mehr als berechtigt waren. Doch die EBA-Verantwortlichen gehen mit ihren Erkenntnissen und Sicherheitsanforderungen so gut wie nie an die Öffentlichkeit. Sie stehen unter der Kuratel des Verkehrsministers und sie kuschen vor dem Bahnchef. Auch den EBA-Top-Leuten muss vorgeworfen werden: Sie hatten seit dem 24.9. Kenntnis von dem BAM-Bericht. Sie wussten, dass die Bundesregierung und der Bahnvorstand mauern und den Börsengang vor die Sicherheit im Schienenverkehr stellten. Doch sie alarmierten nicht die Öffentlichkeit.

Da ist die Bundesanstalt für Materialprüfung (BAM): Obgleich dieser seit Ende Juli die gebrochene Radsatzwelle vorliegt, benötigte sie bis zum 24. September (oder sieben Wochen), um einen "Zwischenbericht" vorzulegen. Obgleich der Bericht schwerwiegende Sicherheitsprobleme bei der ICE-Flotte aufdeckt, informierte die Behörde nur das EBA (und damit die Bundesregierung) und die Bahn. Die BAM-Verantwortlichen schwiegen jedoch weitere sechs Wochen zu dem Schweigen von Bahn, Bundesverkehrsministerium und EBA. Sie akzeptierten stillschweigend die Unwahrheiten, die der Bahnvorstand und der Bundesverkehrsminister immer wieder verbreiteten, wenn sie sagten, es lägen noch keine belastbaren Erkenntnisse zum Kölner Achsbruch vor.

Da ist schließlich die Staatsanwaltschaft. Diese unternahm seit dem 9. Juli offensichtlich wenig, um den Unfallhergang aufzuklären. Sie ließ es sogar zu, dass die Radsatzwelle gewissermaßen vom Unfallort durch die Bahn "entführt" wurde und sich viele Tage lang unter Kontrolle der DB AG – des potentiell Beschuldigten – befand. Die Bahn konnte das entscheidende Beweisstück auch noch in einer für eine umfassende Untersuchung unzureichenden Form präsentieren. Im BAM-Bericht heißt es dazu lapidar: "Das Drehgestell wurde am 15.7.2008 vom Fahrzeug Tz 310, Wagenkasten 4037107, getrennt. Die BAM konnte das Fahrzeug daher nicht in Augenschein nehmen. Einflüsse des Fahrzeugs auf das Drehgestell ... konnten nicht untersucht werden."

Was ist zu tun?

Auf Basis des nun bekannt gewordenen BAM-Berichtes sind die folgenden Maßnahmen unerlässlich, wenn die Sicherheit im Schienenverkehr gewährleistet sein soll:

Weitere Untersuchungen:

Die BAM selbst nennt ihren Report einen "Zwischenbericht". Sie verweist mehrmals darauf, dass sie nicht über alle Grundlagen für einen umfassenden Bericht verfügt. Grundsätzlich ist es nötig, dass weitere Untersuchungen der gebrochenen Radsatzwelle und gegebenenfalls des Wagenkastens durch andere, neutrale Einrichtungen – gegebenenfalls durch mehrere externe Institutionen - durchgeführt werden. So wurde auch nach dem Unglück in Eschede verfahren. Insbesondere aber geht es nun darum, auch hinsichtlich der

Untersuchungsmethode die These des Einzelfalls aufzugeben und die systemische Problematik anzugehen.

Implizit geht aus dem Bericht für eine Achse bereits hervor, dass *alle* Achsen unterdimensioniert sind. Die dort genannte Fehlerursache – der "*Schwingriss*" - muss umgehend eine Überprüfung der tiefergehenden Ursachen zur Folge haben, deren Untersuchung bisher *nicht* Bestandteil des Gutachtens waren. Dazu gehören:

- Eine extern vorgenommene Überprüfung der für die Bemessung zugrunde gelegten Lastannahmen. In der Fachpresse wurden diese Lastannahmen offen angezweifelt. Durch Messung feststellbare Veränderungen der Lastannahmen können dazu kommen: Wartungsfehler an den Gleisen verursachen "Löcher" und somit sicherheitsrelevant erhöhte Belastungen für die Radsatzwellen.
- Eine extern vorgenommene Überprüfung der für die Bemessung zugrunde gelegten Vorgaben für die Materialien. Seitens der DIN wurden diese als unzureichend bewertet.
- Eine extern vorgenommene Überprüfung der externen Fertigungsüberwachung der Achsen und deren Dokumentation.
- Eine extern vorgenommene Überprüfung von Theorie und Praxis der Ultraschallprüfungen. Da kontinuierlich weiter Achsen geprüft werden – und in nächster Zeit noch deutlich mehr als bisher geprüft werden müssen (siehe unten), ist dringend aufzuklären, worin die systematischen Fehler in der Prüfung bestehen, um weiter Unfälle auszuschließen.

Schließlich muss die Staatsanwaltschaft bei der DB AG umgehend die Unterlagen der Materialzeugnisse und die Dokumentation der Ultraschallprüfungen als Beweise sicherstellen.

Intervalle der Ultraschallprüfungen: Alle ICE-3- und alle ICE-T-Züge müssen solange, wie die problematischen Achsen aus dem genannten "hochfesten Werkstoff" eingesetzt sind, in sehr kurzen Intervallen – offensichtlich alle 30.000 km oder rund jeden Monat – mit einem verbesserten Ultraschallverfahren überprüft werden.

Geschwindigkeitsbegrenzungen: Solange keine konstruktiv neue Lösung für die Radsatzwellen gefunden wurde, muss die Einführung von Geschwindigkeitsbegrenzungen – und damit eine deutliche Reduktion der Belastungen der Achsen - geprüft werden. Im Fall der ICE-Neigetechnik-Züge (ICE-T) muss – ebenfalls zur Reduktion der Lasten - das zeitweilige Abschalten der Neigetechnik in Erwägung gezogen werden.

Neue Radsatzwellen: Offensichtlich müssen mittelfristig und im Wortsinne Zug um Zug alle ICE-3- und alle ICE-T-Züge auf andere, größer dimensionierte oder konstruktiv anders gestaltete Achsen, die den hohen Belastungen im Hochgeschwindigkeitsverkehr gerecht werden, umgerüstet werden. Dabei dürfte es sich um einen Prozess handeln, der höchstens bis Mitte 2009 abgeschlossen werden kann.

Fahrplananpassung: Die letztgenannten Punkte (kurze Ultraschallprüfungs-Intervalle, Geschwindigkeitsbegrenzungen und Abschalten der Neigetechnik, Umrüsten auf neue Radsatzwellen) erfordern einen veränderten – angepassten - Fahrplan. Dies ist insbesondere auch deshalb erforderlich, weil die Deutsche Bahn AG beim rollenden Material im

Fernverkehr mit Blick auf den Börsengang über so gut wie *keine Reservekapazitäten* mehr verfügt. Es ist aber wesentlich sinnvoller, auf Basis eines realistischen und zu 95 Prozent einhaltbaren Fahrplans zu verkehren, als – wie in den letzten Wochen erfolgt – auf Basis eines Fahrplans zu verkehren, der nur zu 60 Prozent eingehalten wird, der Millionen Fahrgäste vergrault und der die Bahnbeschäftigte in den Zustand eines Dauerstresses versetzt.

Neue Kapazitäten für das rollende Material im Fernverkehr: Die Deutsche Bahn AG muss umgehend vom 100prozentigen Eigentümer, dem Bund, dazu angehalten werden, im Fernverkehr zusätzliche Kapazitäten anzuschaffen. Teilweise mag dies auch erforderlich sein für Hochgeschwindigkeitszüge (mit Topgeschwindigkeiten über 200 km/h). Doch selbst dann, wenn die Hochgeschwindigkeitsphilosophie nicht in Frage gestellt wird – und diese muss im Grunde prinzipiell auf den Prüfstand gestellt werden – ist festzustellen: Auch im Fernverkehr findet die Masse des Verkehrs im Bereich von Geschwindigkeiten unter 200 km/h statt. (Selbst auf der "Rennstrecke" Köln Frankfurt am Main liegt die Reisegeschwindigkeit unter 140 km/h, auf Tempo 300 wird nur auf einem relativ kurzen Streckenabschnitt beschleunigt). Weit wichtiger als die Anschaffung neuer Hochgeschwindigkeitszüge ist daher die Anschaffung und der Einsatz von Fernverkehrszügen mit Geschwindigkeiten bis zu 200 km/h. In diesem Segment ist die relativ kurzfristige Beschaffung von ergänzenden Kapazitäten auch deutlich schneller zu realisieren als im Bereich der Hochgeschwindigkeitszüge. So ist der Ersatz und der Ausbau der IC/EC-Flotte überfällig. Erneut auf die Tagesordnung gestellt werden muss die Wiederbelebung des Interregios – oder einer Zuggattung, die diesem entspricht, und die die bis 2001 mit dem IR erschlossenen Regionen wieder an das Fernverkehrsnetz anschließt.

Finanzierung der neuen Kapazitäten beim rollenden Material: Die Deutsche Bahn AG hat für 2007 stolze Gewinne ausgewiesen und sie will 2008 diese Gewinne nochmals steigern. Bekannt geworden ist, dass im Fall eines Bahnbörsengangs ein Großteil dieser Gewinne noch 2008, spätestens 2009, an die neuen Investoren ausgeschüttet werden sollte. Mit der Absage des Bahnbörsengangs (bis 2010) und angesichts der beschriebenen Lage im Schienenfernverkehr muss sich der Bund als 100-prozentiger Eigentümer der Bahn dafür einsetzen, dass die vorhandenen Gewinnreserven für die skizzierte Anschaffung von neuen Kapazitäten eingesetzt werden. Nach Lage der Dinge und auf Basis der von Bahnchef Mehdorn stolz verkündeten Zahlen sind dafür kaum zusätzliche öffentliche Mittel erforderlich.

Stärkung des Eisenbahn-Bundesamtes (EBA): Das EBA muss zu einer neutralen, eigenständigen Sicherheitsbehörde umorganisiert – und dies vom Gesetzgeber strukturell und gesetzlich abgesichert verankert - werden. Die Sicherheit im Bahnverkehr muss dabei uneingeschränkte und einzige Richtschnur sein. Die aktuelle faktische Unterordnung des Eisenbahn-Bundesamtes unter das Verkehrsministerium und das Buckeln des EBA gegenüber dem Bahnvorstand sind kontraproduktiv. Dabei ist dem Autor bekannt, dass seitens der EU (Richtlinie RL 2004/49/EG Art. 29 und 21) und der Bundesregierung das Entgegengesetzte angestrebt wird: eine weitere Schwächung des EBA durch den Aufbau einer neuen Sicherheitsbehörde (einer EUB, einer "Eisenbahnunfalluntersuchungsbehörde") und mittels der fatalen Konkurrenz beider Einrichtungen (des EBA und der EUB) untereinander und gegenüber einer dritten Einrichtung, der Netzagentur (die formal "nur" über die "Wettbewerbsgleichheit" im Schienenverkehr zu wachen hat).

Absage der neuen Bahnpreiserhöhung: Die Bahn hat seit Ende 2003 ihre Fahrpreise im Fernverkehr um 20 Prozent und im Nahverkehr um 17 Prozent erhöht. Bereits diese Erhöhungen liegen rund doppelt so hoch wie die Inflationsrate. Sie will am 14. Dezember 2008 diese Preise nochmals um 3,9 Prozent steigern. Parallel erleben die Fahrgäste deutliche Verschlechterungen des Angebots, einen Abbau von Pünktlichkeit und nicht zuletzt auch eine Infragestellung der sprichwörtlichen Sicherheit im Schienenverkehr. Diese neuen Preiserhöhungen passen schlicht nicht in die Landschaft. Der Bund als Eigentümer der Bahn und die Länder als Bestellende im Nahverkehr sind aufgefordert, seinen Einfluss geltend zu machen, dass die kommende Tarifierhöhung abgesetzt wird.

Absage einer Bahnprivatisierung jetzt und für die Zukunft: Der Bericht der Bundesanstalt für Materialprüfung belegt ein weiteres Mal und dies in eindrucksvoller Weise: Eine Bahnprivatisierung ist aus Sicht der Fahrgäste, der Bahnbeschäftigten und vor allem mit Blick auf den entscheidenden Strukturvorteil der Bahn vor anderen Verkehrsmitteln, die Sicherheit, absolut kontraproduktiv. Mit einer Orientierung auf maximalen Profit werden Sicherheitsstandards systematisch untergraben. Bereits eine auf Privatisierungskurs befindliche Deutsche Bahn ist unfähig, in Bezug auf die erforderliche kurzfristige Sicherheit im Schienenverkehr und in Bezug auf den notwendigen langfristig sinnvollen Einsatz des rollenden Materials die erforderliche Nachhaltigkeit zu gewährleisten. Das kurzfristige Scheitern des Bahnbörsengangs muss daher in eine *grundsätzliche Absage an jede Art Bahnprivatisierung* münden.

Bahnpolitik und Politik gegen die Krise: Mit einem Verzicht auf eine Bahnprivatisierung werden zugleich erhebliche Kapazitäten frei, die im Sinne einer Verkehrswende eingesetzt werden können. Dies wäre gleichzeitig ein relevanter Beitrag zu einem sinnvollen Konjunkturprogramm, mit dem der aktuellen Finanz- und Wirtschaftskrise nicht nur rein quantitativ, sondern vor allem qualitativ – durch ein Umsteuern im Verkehrssektor – begegnet und auf diese Weise Hunderttausende sinnvolle Arbeitsplätze erhalten und neue geschaffen werden könnten.

Bei dem Abschnitt von Winfried Wolf bin ich allerdings nicht mit allem einverstanden, insbesondere nicht mit der Feststellung, dass eine Privatisierung der DB AG heute und in Zukunft z.B. aus Gründen der Sicherheit verhindert werden müsste. Wäre das so, dann hätte die Deutsche Lufthansa AG nie privatisiert werden dürfen, denn in der Luft ist das Sicherheitsrisiko anerkanntermaßen wesentlich größer. Ich bin sogar der Meinung, weil die DB noch Staatsbetrieb ist, konnte es zu diesem Niedergang kommen (siehe DDR-Wirtschaft und Betriebe). Als privatisierter Betrieb hätte die DB den Gewinn zunächst in die Sicherheit und Technik investieren müssen, um wettbewerbsfähig zu bleiben und nicht pleite zu gehen. Wäre sie dann trotzdem pleite gegangen würden die Wettbewerber den Betrieb sofort übernehmen, wie es in der Marktwirtschaft üblich ist. Man kann doch nicht sagen, dass private Unternehmen ein größeres Risiko für Menschen und Umwelt darstellen als die staatlichen.

TGV in Frankreich

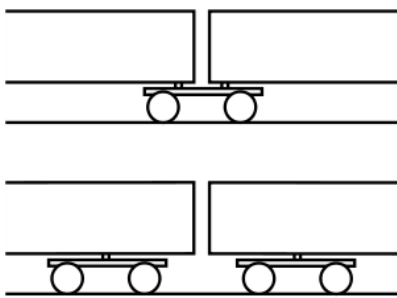
Der TGV gilt als ausgesprochen sicheres Verkehrsmittel. So gab es seit der Betriebsaufnahme im Jahr 1981 bis heute keinen einzigen Unfall mit Todesfolge, der auf den Betrieb auf Schnellfahrstrecken zurückzuführen ist. Allerdings entgleiten in drei Fällen einzelne Wagen, was einige leicht Verletzte zur Folge hatte. Die schwerwiegenderen Unfälle geschahen allesamt auf bereits bestehenden

Altbaustrecken, verursacht durch Kollisionen mit Fahrzeugen auf [Bahnübergängen](#) sowie in einem Fall durch einen Schienenbruch. Als Folge dieser Unfälle wurden sämtliche niveaugleichen Bahnübergänge auf der Strecke [Tours–Bordeaux](#) aufgehoben; weitere Altbaustrecken, auf denen TGV-Züge verkehren, sollen folgen.

Besonderes Merkmal sind die [Jakobs-Drehgestelle](#), bei denen zwei aneinanderstoßende Mittelwagen gemeinsam auf einem [Drehgestell](#) aufliegen und daher nicht getrennt werden können. Sie geben dem Zug ein niedriges Gewicht, eine besondere Laufruhe und verringern die Wahrscheinlichkeit des Entgleisens. Ein Nachteil dieser Bauweise ist, dass die Züge nur mit großem Aufwand getrennt werden können. Während die Triebköpfe standardmäßig abgekuppelt und teilweise baureihenübergreifend gewechselt werden können, sind für die Trennung von Mittelwageneinheiten spezielle Hebevorrichtungen in den Depots notwendig.

Jakobs-Drehgestelle oder **Jakobsachsen** sind eine spezielle Bauart von [Eisenbahn-Drehgestellen](#), benannt nach dem deutschen Eisenbahningenieur [Wilhelm Jakobs](#) (1858–1942).

Auf einem Jakobs-Drehgestell stützen sich zwei aufeinanderfolgende Fahrzeuge gleichzeitig ab. Das Drehgestell befindet sich also direkt unter dem Übergang zweier fest verbundener Fahrzeuge. Damit entfällt der nach außen zeigende Überhang von Einzelfahrzeugen mit Drehgestellen und es werden kürzere Wagenübergänge möglich.



Hätte TGV-Technik Eschede verhindert?

Zehn Jahre älter und trotzdem besser? Offenbar. Der französische Hochgeschwindigkeitszug TGV fuhr lange vor dem ICE auf den Schienen. Hätte der Unglücks-Zug von Eschede dessen Technik an Bord gehabt, hätte sich die Katastrophe so wohl nicht ereignet. Die Bahn schweigt dazu.



Luftbild des Schreckens: Der nahe Eschede verunglückte ICE. Foto: ap

HB PARIS. Als der erste ICE 1991 zur Jungfernfahrt startete, war sein Bruderzug TGV schon zehn Jahre durch Frankreich gerast. Trotzdem hatte der „train à grande vitesse“ (TGV) bei der Sicherheit die Nase noch weit vorn. Hätten die Konstrukteure der Deutschen Bahn ihren Kollegen westlich des Rheins bloß besser in die Karten geschaut. Denn Experten sind der Meinung, dass sich mit der Technik des TGV die Katastrophe von Eschede hätte vermeiden lassen - bei der vor zehn Jahren 101 Menschen ihr Leben verloren und 88 schwer verletzt wurden.

Eine kurze Rückblende: Der ICE 884 entgleiste am 3. Juni 1998 nahe der niedersächsischen Gemeinde Eschede auf der Bahnstrecke Hannover-Hamburg, nachdem einer der gummigefederten Radreifen gebrochen war. Das Rad brach sechs Kilometer vor dem Unfall. Doch der Lokführer erhielt keine Warnung, um den ins Verhängnis rasenden Zug zu bremsen. Anders im TGV, der schon seit der ersten Generation mit einem sogenannten Vibrationsdetektor ausgerüstet ist, wie ein Sprecher des Zugbauers Alstom erklärt. Bei auffälligem Rumpeln oder Rattern wie nach dem Radbruch vor Eschede sende der Detektor automatisch ein Signal ins Cockpit. War der ICE "Wilhelm Conrad Röntgen" mit einem funktionsfähigen Sicherungssystem ausgerüstet?

"Wenn es so gewesen wäre, hätte das System anschlagen müssen, und der Unfall wäre verhindert worden", sagt Torsten Dellmann, Leiter des Instituts für Schienenfahrzeuge und Fördertechnik der Technischen Hochschule Aachen. "Das Fahrgestell vibrierte nach dem Radbruch wie der Teufel." Das Thema sei nie öffentlich diskutiert worden. Die Bahn lehnt eine offizielle Stellungnahme dazu ab. Der Fall sei juristisch abgeschlossen, heißt es zur Begründung. Heute, so viel ist sicher, hat jeder ICE ein Warnsystem, das auf einem Monitor im Cockpit den Zugführer bei jedem verdächtigen Rumpeln alarmiert und anweist, was er zu tun hat.

Dass die ICEs bis zur Tragödie am 3. Juni 1998 überhaupt mit den anfälligen Radreifen durch Deutschland rollten, war laut Dellmann dem hohen Zeitdruck geschuldet, unter dem die deutschen Konstrukteure gestanden hätten. Im TGV waren von Beginn an Vollräder aus Metall im Einsatz. Die sollten auch im deutschen Schnellzug eingebaut werden. Das Problem: Bei der hohen Geschwindigkeit bilden sich schnell Wellen auf der Oberfläche, ein lautes Brummen ist die Folge. "Bei der Bahn suchten sie damals nach einer schnellen Lösung", erinnert sich der Fachmann. "Man schaute sich die Gummiräder bei Straßenbahnen ab."

Nach Eschede ersetzte die Bahn die leisen, aber bruchanfalligen Radreifen durch Vollräder wie beim TGV. Gegen das Brummen hilft nur häufiges Glattschleifen der Laufflächen. "Die Franzosen wussten das schon damals, haben das Problem und die Lösung aber nicht verraten", sagt Dellmann. "Wir sind damals auf Schweigen gestoßen", bestätigt ein Insider aus der Bahn nahe stehenden Kreisen. Einen weiteren mutmaßlichen Sicherheitsvorsprung des TGVs kann die Bahn nicht wettmachen: Die Waggons der ICEs haben jeweils zwei Drehgestelle und sind durch eine Kupplung verbunden. Der Zug gleitet wie eine bewegliche Kette über die Schienen, deren Glieder beim Entgleisen - wie in Eschede - umherschleudern können.

[Hätte man Eschede mit TGV-Technik verhindern können?](#)

[Heute jährt sich zum 10. Mal die ICE-Katastrophe von Eschede. Nun wird von einigen Experten behauptet, daß der Unfall hätte verhindert werden können, wenn der ICE Technik des TGV an Bord gehabt hätte.](#)

[Der TGV \(Train à Grande Vitesse\), der französische Hochgeschwindigkeitszug, ging 1981 in Betrieb. 10 Jahre vor dem ICE der damaligen Bundesbahn \(heute Deutsche Bahn AG\). Trotzdem, so sind sich Experten einig, hat der TGV in Punkto Sicherheit die Nase vorn. Hätte man die bewährte Technik des TGV auch im ICE verwendet, wäre die Katastrophe von Eschede mit hoher Wahrscheinlichkeit vermeidbar gewesen.](#)

Folgende Punkte sind im TGV besser:

- **Alle Wagen sind mit Vibrationsdetektoren ausgerüstet.**

Bei Störungen gibt es sofort ein Signal an das Cockpit.

Beim ICE offenbar Fehlalarm. Der Unglückszug raste nach dem Bruch des Rades noch über 6km weiter, ohne daß der Lokführer etwas von der Störung mitbekam. Selbst daß der hintere Teil des Zuges abgetrennt wurde und an einer Brücke zerschellte, merkte der Lokführer nicht.

- **Alle Räder sind Vollräder.**

Beim ICE kamen Radreifen zum Einsatz, wie man sie bei Straßenbahnen verwendet. Die verhindern zwar ein Brummen der Wagenaufbauten, sind aber leider bruchanfällig. Eine vernünftige Kontrolle der Räder auf Risse erfolgte nicht. So blieben Ermüdungsrisse an der Innenseite beim turnungsgemäßen Check am Vortag unentdeckt.

Nach Eschede wurden alle ICE auf Vollräder umgerüstet.

- **Zwei Waggon sitzen auf einem Drehgestell.**

Durch die sogenannten Jakobsdrehgestelle ist der TGV ohne einzelne Glieder, die sich selbständig machen können. Die Wagen stabilisieren sich gegenseitig. Ein Umkippen wird dadurch massiv erschwert.

Beim ICE besitzen die Waggon je zwei eigene Drehgestelle und sind durch eine Kupplung mit einander verbunden. Beim Entgleisen eines Waggons kann dieser unkontrolliert umherschleudern. Wie in Eschede geschehen: Der 3. Waggon schleuderte aus dem Gleis und brachte die Brücke zum Einsturz. Mit Jakobsdrehgestellen wäre der Zug höchstwahrscheinlich unbeschadet unter der Brücke durchgekommen.

Daß der TGV in Unfallsituationen besser zu beherrschen ist, zeigte sich 1993, als bei Amiens Steine auf die Gleise stürzten und deshalb ein TGV mit 294 km/h entgleiste. Nur eine Person wurde verletzt. Das ist Sicherheit auf höchstem Niveau.

Einen Nachteil haben die Jakobsdrehgestelle allerdings: Sie brauchen mehr Platz. Deshalb haben die ICE-Konstrukteure die klassischen Gestelle und Kupplungen verwendet und so mehr Platz im Waggon geschaffen. So hat der ICE mehr Sitzplätze - bei einer Katastrophe aber offenbar auch mehr Opfer.

Alstom erachtet die konstruktive Struktur des TGV - Zuges gegenüber dem ICE als sicherheitsmäßig überlegen. Die festere Verbindung der Sektionen über die Jacobs-Drehgestelle verhindere im Falle eines Entgleisens ein ziehharmonikaartiges Falten des Zuges, da dieser in seiner Gesamtstruktur stabil bleibe. Bewegungen der Wagen untereinander seien deutlich reduziert. Die Position der Drehgestelle und Motoren zwischen den Wagen statt darunter minimiere die im Inneren wahrnehmbaren Geräusche und Vibrationen.^[1] Energieverzehrer an den Zugenden sollen bei Kollisionen 4,5 [Megajoule](#) Energie absorbieren.^[5]

Shinkansen in Japan:

Nie zuvor war ein Zug so schnell gewesen wie der Shinkansen, der am 1. Oktober 1964 zum ersten Mal auf die Strecke ging. Er fuhr mit bis zu 210 km/h von der japanischen Hauptstadt Tokio in das etwa 515 km entfernte Osaka. Heute, 40 Jahre später, gibt es in Japan ein weites Streckennetz, auf dem verschiedene Modelle unterwegs sind: mit bis zu 300 km/h!

Der Shinkansen zeichnet sich weniger durch die absolute Höchstgeschwindigkeit der Triebwagen (443 km/h im Testlauf) als vielmehr durch seine durchgängig hohe [Reisegeschwindigkeit](#) auf einem vom Nah- und Güterverkehr baulich komplett getrennten Hochgeschwindigkeitsnetz aus. So erzielt

der Nozomi-Supereexpress zwischen [Tokio](#) und [Nagoya](#) inkl. Bahnhofsaufenthalten eine Durchschnittsgeschwindigkeit von 206 km/h.

Der Shinkansen gilt als eines der sichersten Verkehrsmittel und ist der sicherste Hochgeschwindigkeitszug überhaupt. Von seiner Inbetriebnahme im Jahre 1964 bis heute ist es zu keinem Unfall mit Todesfolgen gekommen. Selbst bei einem [Erdbeben](#) der Stärke 6,4 im Oktober 2004, als zum ersten Mal ein Zug entgleiste, kam es nicht zu Personenschäden.

Die Pünktlichkeit ist international konkurrenzlos. Sämtliche Shinkansen-Züge erreichen pro Tag zusammengerechnet eine Verspätung von unter fünf Minuten. Die durchschnittliche Verspätung eines einzelnen Shinkansen-Zuges am Ankunftsbahnhof betrug im Jahre 2005 ganze sechs Sekunden.^[1] Ursachen dafür sind etwa die Trennung des Hochgeschwindigkeitsnetzes von Nah- und Güterverkehr, fast durchgängige Einzäunung der Strecken, robuste Technologie und gute Wartung. Hat ein Lokführer mehr als 15 Sekunden Verspätung, so hat er sich schriftlich zu verantworten.

Technik

Wie beim ICE 3 hat auch der Shinkansen Baureihe 0 keinen Triebkopfzug. Vielmehr ist es ein Triebwagenzug, der sich aus mehreren Einheiten zusammensetzt. Eine Einheit besteht aus zwei Wagen, die gemeinsam schon einen Zug bilden. Um einen Zug auch bei hohen Geschwindigkeiten schnell abbremsen zu können, baute man nachträglich eine Wirbelstrombremse ein, die Widerstandsbremse fiel damit weg. Besonders auffällig ist die "Nase", auf die der Führerstand aufgesetzt wurde. 2. Technik

Die 16-teiligen [Triebzüge](#) der Varianten B und C bestehen aus je zwei antriebslosen End- und Mittelwagen, sowie zwölf angetriebene Mittelwagen^[3]. Sie erreichen eine Anfahrbeschleunigung von 2 km/h pro Sekunde. Die im Leichtbau konzipierten Züge weisen eine [Radsatzlast](#) von 11,39 t auf. Mit der aerodynamisch gestalteten Kopfform konnte der Luftwiderstand gegenüber der Serie 300 um rund 15 Prozent reduziert werden und der Energieverbrauch um rund acht Prozent gesenkt werden.^[7]

Die 8-teiligen Triebzüge der Variante E bestehen aus zwei nicht angetriebenen Endwagen und vier angetriebenen Mittelwagen.

Im Gegensatz zur langen spitz zulaufenden Kopfform der Baureihe 500 wurde für die Baureihe 700 eine kürzere an einen Entenschnabel erinnernde Kopfform verwendet. Die bezüglich des [Tunnelknalls](#) gleichwertige Form stellt mehr nutzbaren Innenraum in den Endwagen zur Verfügung.

Weiterentwicklung

Die Japaner hatten damals mit ihrem Shinkansen die modernste Zugtechnik der Welt. Nach etwa zehn Jahren zeigten sich aber an den ersten Zügen Schäden, weil sie durch die hohe Geschwindigkeit stark belastet wurden. Deshalb wurden neue, verbesserte Shinkansen-Modelle entwickelt. Die ersten Züge sind jetzt alle durch modernere ersetzt. Natürlich wurde auch das Streckennetz ausgebaut. Heute kann man in Japan auf einer Länge von 2237 km mit zehn verschiedenen Hochgeschwindigkeitszügen fahren. Die schnellsten Modelle fahren mit 300 km/h.

Bei solchen Geschwindigkeiten muss natürlich besonders stark auf Sicherheit geachtet werden. Das gilt in Japan besonders, weil es dort zu stärkeren Erdbeben kommen kann. Es gibt deshalb ein Frühwarnsystem: Wenn ein Erdbeben registriert wird, schaltet sich automatisch der Strom ab und der Shinkansen macht eine Notbremsung. Bis heute ist noch nie jemand bei einem Unfall des japanischen Hochgeschwindigkeitszug gestorben.

Bequeme Fahrt

Im Shinkansen fährt man immer vorwärts. Die Sitze werden nämlich gedreht, wenn der Zug in einen

Kopfbahnhof einfährt und in der umgekehrten Richtung aus einem Bahnhof herausfahren muss. Fast immer ist der Shinkansen auf die Sekunde pünktlich. Das muss auch so sein, denn die Züge fahren zu Stoßzeiten im Abstand von wenigen Minuten.

Der Shinkansen ist im Inneren unglaublich leise. In den neuen Modellen sitzt man fast wie im Flugzeug. Allerdings ist ein Ticket für den Flieger oft billiger als eine Fahrkarte für den Shinkansen.