



Schwingriss, auch als Ermüdungsriss bezeichnet: ausgehend von einer Kerbe im Material sich durch Wechselbeanspruchung vergrößernder Riss z.B. in einer Triebachse eines Zuges. Die Größe der Wechselbeanspruchung kann dabei deutlich geringer, z.B. nur 10 oder 20 % der Maximalbeanspruchung betragen, wenn eine große Anzahl von Wiederholungen der Last auftreten, z.B. einige Millionen mal, kommt es ausgehend von der Kerbe zum Riss. Bleibt der Riss unentdeckt, vergrößert er sich bei gleichbleibenden äußerer Beanspruchung progressiv, da die Spannungen in der Achse in unmittelbarer Nähe der Rißwurzel infolge der durch den Riß verkleinerten Querschnitts ansteigen. 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.

Ermüdungsriss: siehe Schwingriss

Wechselbeanspruchung: Beanspruchung eines Bauteils oder einer Achse, die in ihrer Amplitude variiert, häufig auch im Vorzeichen. Wird hervorgerufen z.B. durch angeregte Eigenschwingungen, 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.

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

Betriebsfestigkeit: siehe Dauerfestigkeit

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.

Inspektionsintervall: Abstand zwischen zwei Prüfungen, im vorliegenden Fall zwischen den Ultraschallprüfung 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 Angabe 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.

Ultraschallprüfung: Die 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.

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 US-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.

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.

Mischverkehr: Im Hochgeschwindigkeitsverkehr, also dem Eisenbahnverkehr mit den fahrplanmäßigen 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 und gegebenenfalls noch Bremscheiben und/oder kommen. Radsatzwellen übertragen die Lasten wie Gewicht des Fahrzeugs oder Beschleunigungskräfte infolge Bremsen und Anfahren zu den 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 sind 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.

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

Wird fortgesetzt.