

Inspektion von Bauwerken bei der Deutschen Bahn AG – Grundlagen, Verfahren, Maßnahmen

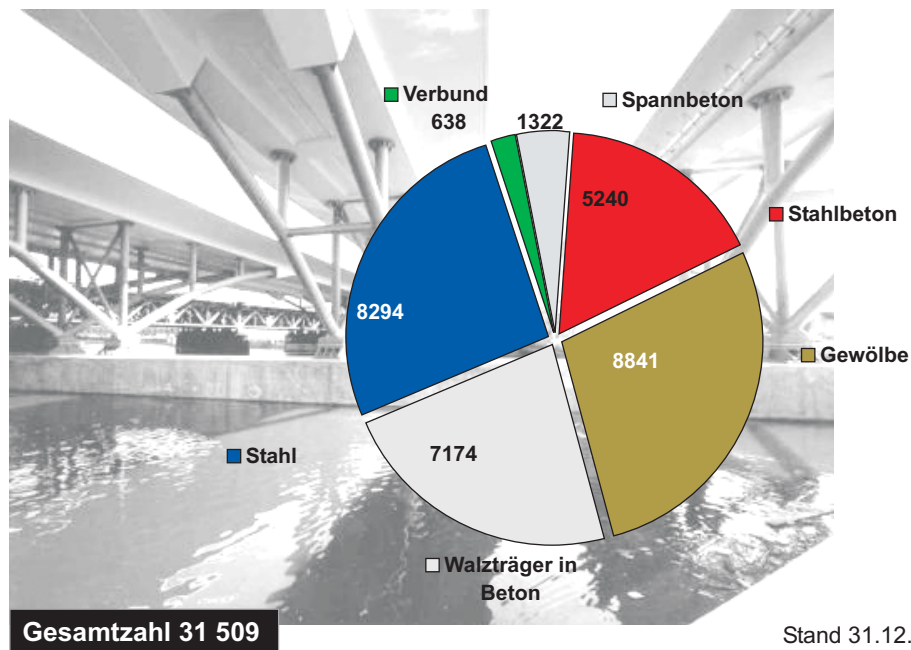
M. Muncke, Deutsche Bahn, Frankfurt am Main

Einleitung

Innerhalb des Deutsche Bahn Konzerns fungiert die DB Netz AG als der Infrastrukturbetreiber. In dieser Funktion besitzt die DB Netz AG ca. 30.000 Eisenbahnbrücken, etwa 800 Tunnel und über 150.000 Erdbauwerke der unterschiedlichsten Art. Um die Sicherheit und Nutzbarkeit dieser Bauwerke zu gewährleisten, ist eine Inspektion im Rahmen der Instandhaltung notwendig und für die Deutsche Bahn AG vom Gesetzgeber vorgeschrieben. Im Folgenden sollen die Grundlagen für diese Inspektionen, Verfahren und Maßnahmen vorgestellt werden.

Grundlagen

Die Eisenbahnbrücken bei der DB Netz AG bestehen zu ca. $\frac{1}{4}$ aus Stahlbrücken, $\frac{1}{4}$ aus Gewölbebrücken, $\frac{1}{4}$ aus Betonbrücken aller Art und $\frac{1}{4}$ aus Verbundbrücken und Walzträgern in Beton. Diese Bauarten haben naturgemäß materialspezifische Eigenschaften, die auch bei der Inspektion entsprechend berücksichtigt werden müssen.



Dies gilt analog für die Tunnelbauwerke und die Erdbauwerke. Durch das Allgemeine Eisenbahngesetz (AEG), letztmalig geändert am 27.04.2005, ist der Deutschen Bahn AG als Eisenbahn des Bundes (EdB) auch im §4 (1) die Verpflichtung übertragen worden „(...) die Eisenbahninfrastruktur, Fahrzeuge und Zubehör sicher zu bauen und in betriebssicherem Zustand zu halten“. Dies schließt als eine der Grundlagen dafür die Inspektion mit ein.

Die DB Netz AG hält für alle ihre eigenen Bauwerke auch eigenes Inspektionspersonal vor, das entsprechend ausgebildet und ausgerüstet ist, um diese Aufgaben verantwortlich und umfassend auszuführen.

Für die Inspektion der Bauwerke sind in den relevanten Richtlinien der DB Netz AG entsprechende Module enthalten, die diese Aufgaben regeln. Die Module 8000 der Ril 804 – Eisenbahningenieurbauwerke, Ril 836 – Erdbauwerke und Ril 853 – Tunnelbauwerke enthalten Angaben über in der Regel einzuhaltende Fristen und Umfang der Inspektion aber auch Anforderungen an die Kompetenz der Durchführenden und die Dokumentation.

Inspektionsart	Zeitintervall	Erdkörper			Stützbauwerke		Durchlässe alle Bauwerksarten	Nachweis
		Festgesteinsböschung (FG)	Lockergesteinsböschung (LG)	Uferschutz	massive Stützbauwerke	flexible Stützbauwerke		
Überwachung	analog zur Ril 821.2003 Streckengang	alle Bauwerksklassen (nicht objektbezogen) Meister						aktenkundig
Untersuchung	mind. 1 x jähr. mind. 1 x in 3 Jahren	Ing.	Ing.	Ing.	Ing.	Ing.	Ing.	Inspektionsliste, bei Bedarf Befundblatt
Regel-Begutachtung	mind. alle 6 Jahre	Bauwerksklasse 3 (objektbezogen) Fachbeauftragter						Befundblatt
Sonder-Inspektion	nach Erfordernis	alle Bauwerksklassen in besonderen (eingehend objektbezogen) Fachbeauftragter						Befundblatt

(Übersicht Fristen, Kompetenz für alle drei Bereiche - Erdbau)

Die Inspektion bei Eisenbahnbrücken wird in drei Kategorien durchgeführt, als höchste Kategorie ist die Begutachtung zu nennen, die regelmäßig alle 6 Jahre durch spezielle Ingenieure, die Fachbeauftragten, durchgeführt werden muss. Daneben gibt es die Untersuchung, die im Wechsel mit der Begutachtung nach 3 Jahren vom jeweiligen regionalen Bezirksleiter durchgeführt werden muss. Als allgemeine Maßnahme ist die Überwachung zu nennen, eine rein visuelle Kontrolle im Rahmen der allgemeinen Tätigkeit des Instandhaltungspersonals. Dies hat mindestens einmal jährlich zu erfolgen, geschieht jedoch auch häufiger bei den allgemeinen Streckenkontrollen. Als eine vierte Form ist die Sonderinspektion zu nennen, die in allen drei genannten Kategorien erfolgen kann.

Mit jeder der drei Kategorien ist auch ein unterschiedlicher Umfang der Inspektion verbunden. Bei der Überwachung war bereits die rein visuelle Kontrolle genannt worden. Die Untersuchung ist da schon etwas genauer und erfordert ein technisches Verständnis für das entsprechende Bauwerk. Grundlage der Untersuchung bildet die Dokumentation der letzten Begutachtung und die eigenen Unterlagen. Hier wird in erster Linie überprüft, ob sich der Zustand seit der Begutachtung geändert hat, welche Konsequenzen daraus zu ziehen sind und ob gegebenenfalls eine zusätzliche Sonderinspektion mit Spezialisten durchzuführen ist.

Die Begutachtung als höchste Stufe erfordert auch einen entsprechenden Umfang der Prüfung. Hierbei werden alle Details, die Auswirkungen auf Sicherheit und Tragfähigkeit des Bauwerks haben könnten, überprüft, um daraus eine Gesamtzustandsbeschreibung zu erarbeiten und weitere Maßnahmen für die mittel- und langfristige Planung zu beschreiben. Die Begutachtung erfolgt durch den Fachbeauftragten mit seinem Prüftrupp, einem 4 Personenteam mit Fachkenntnissen auf den Gebieten Massivbau und Stahlbau. Die entsprechenden Ergebnisse des Prüftrupps werden einerseits elektronisch aber auch mit Fotos dokumentiert.

Bei der Begutachtung werden zur Unterstützung der Fachkräfte auch besondere Fahrzeuge eingesetzt.

Inspektionsgeräte

Bis in die 80er-Jahre wurden an größeren Brücken, vor allem bei den großen Talbrücken besondere Brückenbesichtigungsgeräte installiert. Mit den Neubaustrecken Hannover-Würzburg und Mannheim-Stuttgart wurden an den Talbrücken besondere Brückenbesichtigungsfahrzeuge eingesetzt. Dazu wurden besondere Anforderungen an die Konstruktion der Brücken gestellt.

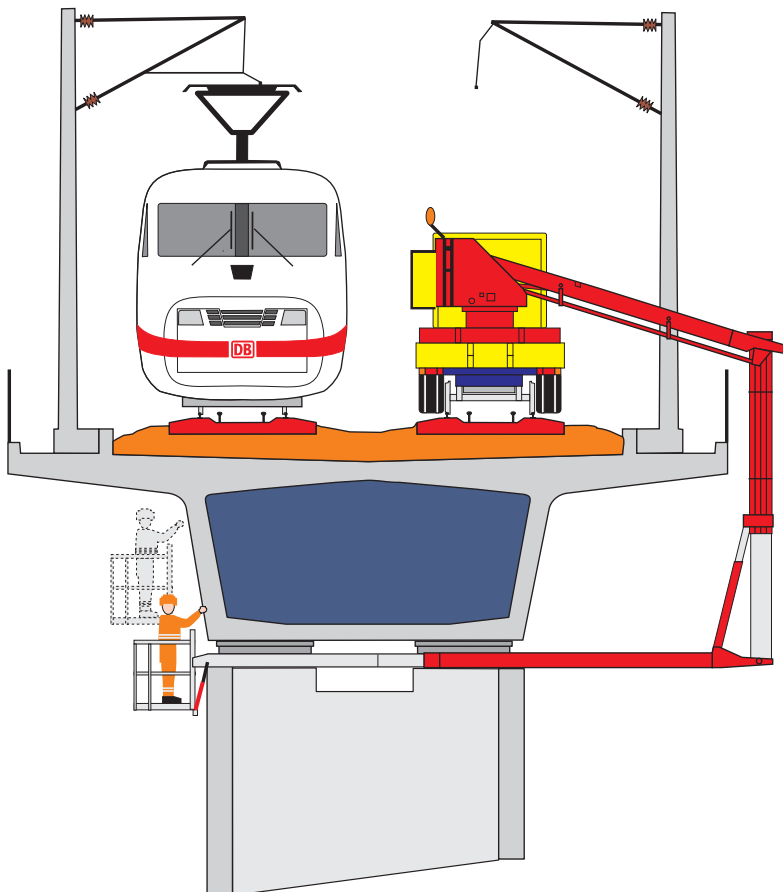
Die randwegverfahrbaren Brückenbesichtigungsfahrzeuge können heute bei allen Brückenbauwerken mit einer Randwegbreite von mehr als 1,15 m und maximal 2,0 m hohen Lärmschutzwänden eingesetzt werden. Mit diesen Fahrzeugen kann der gesamte Überbau rundherum besichtigt werden. Mit besonderen Zusatzaggregaten können die Pfeiler untersucht werden, egal ob senkrecht oder als Bögen.

Für diese Brückenbesichtigungsfahrzeuge ist ein besonderer Aufstellungsplatz an einem Widerlager der Brücke vorzubereiten.

Da in den letzten Jahren auch immer weniger Betriebspausen im Streckennetz vorhanden sind, wurden Inspektionen mit gleisfahrbaren Inspektionsgeräten immer problematischer. Neben den hohen Geschwindigkeiten, die zum flüssigen Betriebsablauf notwendig sind, sind auch die hohen Zugzahlen von Bedeutung.

Um unabhängiger vom Eisenbahnbetrieb zu sein, wurde ein Zweiwege-Fahrzeug entwickelt, das möglichst in unmittelbarer Nähe des Bauwerkes aufgleist und dann die Inspektion des Bauwerkes durchführen kann.

Bei relativ niedrigen Brückenüberbauten kann die Inspektion auch von der Geländeoberfläche oder mit Hubsteigern und anderen mobilen Besichtigungsgeräten erfolgen.



(Zweiwege-Inspektionsfz)

Eine vollautomatische Inspektion ist allerdings derzeit noch in weiter Ferne. Die eigentliche Besichtigung und die daran folgende Auswertung muss immer noch der Mensch durchführen, der sich dabei aber immer häufiger verschiedenster Geräte und Verfahren bedient, die ihm die Arbeit erleichtern.

Stahlüberbauten

Bei Stahlüberbauten haben sich durch die relativ klaren Strukturen und mathematisch berechenbaren Auswirkungen bereits sehr viele mechanische und automatische Hilfsmittel ergeben, die zu einer Inspektion mit herangezogen werden. Es sind dies Prüfgeräte auf Ultraschallbasis zur Untersuchung der Schweißnähte, verschiedenste Verfahren zur Risserkennung und Rissuntersuchung, Schichtdickenmessgeräte für den Korrosionsschutz und andere Systeme, die im Rahmen der zerstörungsfreien Prüfung bereits allgemein verwendet werden. Viele der Verfahren können schon heute halb- oder vollautomatisch agieren, die Auswertung bleibt aber noch dem Menschen und vor allem seiner Erfahrung vorbehalten.

Betonüberbauten

Gewölbebrücken bilden hier eine Besonderheit. Aufgrund ihrer Konstruktionsweise und ihres Tragverhaltens ist eine Betrachtung einzelner Komponenten hier nicht zielführend, vielmehr ist hier das Gesamtsystem zu betrachten. Diesem Umstand macht sich das System BELFA DB zu Nutze.

Hier wird durch eine Belastung in der Höhe des Bemessungslastmodells ein direkter Nachweis des Gesamtsystems mit einem vorgegebenen Sicherheitsbeiwert durchgeführt. Der Vorteil ist hier, dass keine materialspezifischen Parameter mit unsicheren Faktoren oder unsichere Parameter selbst in EDV-Programmen eingegeben werden, bei denen teilweise der Rechenablauf nicht bekannt ist, sondern, dass durch die direkte Belastung und den daraus erzeugten Messwerten eine gesamthafte Antwort des Systems erzeugt wird, die aussagekräftig ist, um eine Entscheidung über das weitere Vorgehen zu ermöglichen.

Erdbauwerke

Für die Erdbauwerke gibt es keine speziellen Inspektionsfahrzeuge. Teilweise können bestimmte Bereiche bereits mittels Georadar inspiziert werden. Der überwiegende Teil der Erdbauwerke ist aber immer noch auf Sicht zu überprüfen. Darunter fallen vor allem die Stützbauwerke sowohl unter Eisenbahnverkehrslasten als auch abseits der Strecke als Sicherung von Einschnitten. Hier haben sich vor allem in den letzten Jahren durch die heftigen und ergiebigen Regenfälle besondere Problemgebiete gebildet.

Auch natürliche Hangrutschgebiete bedrohen die Bahnstrecken. Zur Inspektion dieser Gebiete wurden neben der bisher bereits durchgeführten Hubschrauberbefliegung in den letzten beiden Jahren zusammen mit der ESA neue Systeme unter Zuhilfenahme von Satelliten erarbeitet, die mittels digitaler Bildverarbeitung die Verschiebung von Referenzpunkten messen und bei Erreichen eines Grenzwertes automatisch Alarm geben.

Aber auch hier bleibt die Erfahrung und ortsspezifische Kenntnis des Inspizierenden unabdingbar, um ein qualifiziertes Ergebnis zu erhalten.

Im Bereich der Entwässerungsleitungen, vor allem bei der Tiefenentwässerung werden zur Abnahme und in weiteren Abständen Kamerabefahrungen eingesetzt, um die Qualität und den Zustand des Kanals zu erkunden.

Hier hat sich auch in den letzten Jahren der Einfluss der Versinterung bemerkbar gemacht und um die Einflussfaktoren dafür zu bestimmen sind verschiedene Forschungsvorhaben initiiert worden, die nun kurz vor dem Abschluss stehen. Die Inspektion hat hier nur geringe Eingriffsmöglichkeiten, da sie nur den aktuellen Zustand messen kann.

Die Inspektion der Erdbauwerke hat gegenüber den Inspektionen bei den Brücken den Vorteil, dass sie größtenteils vom Schienenverkehr unabhängig ist und nur bei Inanspruchnahme des direkten Gleisbereiches zu Behinderungen oder Einschränkungen des Schienenverkehrs führt.

Tunnelbauwerke

Bei der Inspektion der Tunnelbauwerke ist der Automatisierungsgrad heute am weitesten vorangeschritten. In den früheren Jahren, bis etwa 1992 wurde die Tunnelinspektion im geometrischen Bereich durch ein besonderes Fahrzeug durchgeführt, dass aufgrund seiner Profilabtastung mittels ausfahrbarer Stangen „Igel“ genannt wurde. Dieses Fahrzeug wurde dann durch den Profilmesszug PROM abgelöst.

Mittlerweile ist in diesen Bereich die Technik so weit fortgeschritten, dass der überwiegende Teil der allgemeinen Inspektion während besonderer Streckenfahrten mit Geschwindigkeiten bis zu 60 km/h durchgeführt werden können. Hierzu werden verschiedene Aufnahmesysteme von Video über Thermografie, Laser und elektromagnetische Systeme genutzt, die allerdings auch entsprechend aufwändige Auswerteprogramme benötigen, die nur mit besonderer Erfahrung auf dem jeweiligen Gebiet bedient werden können. Diese Verfahren werden daher nicht mehr von dem Inspizierenden direkt bedient, sondern als Dienstleistung von externen Anbietern eingekauft.



(Tunneluntersuchungsfahrzeug)

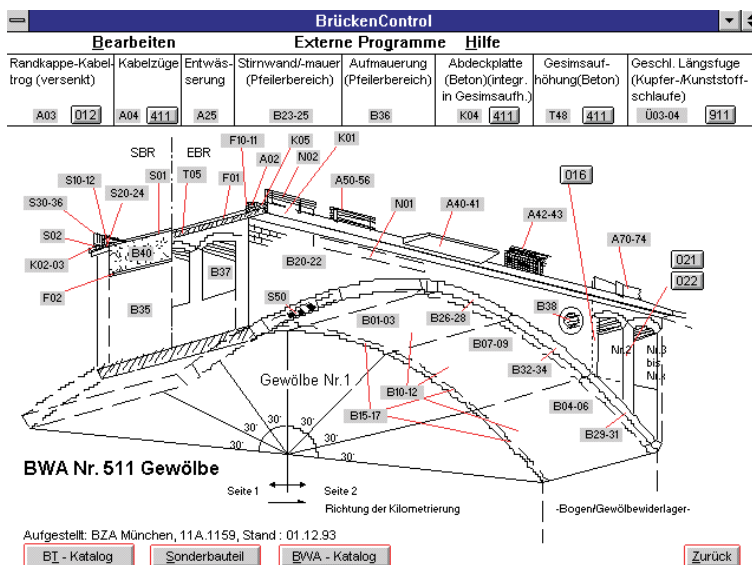
Für die Inspektion wurden bisher zwei Schienenfahrzeuge, das Tunnelinspektionsfahrzeug (TIF) und das Tunneluntersuchungsfahrzeug (TUF) eingesetzt, die aber beide ihre Lebensdauer erreicht haben. Hierfür wurde nun analog den Brückeninspektionen ein Zweiwegefahrzeug konzipiert, das mit beweglichen Bühnen und

einem Arbeitskorb an einem Gelenkmast die gesamte Tunnelinnenschale abfahren kann.

Diese Fahrzeuge sind auch als Geräteträger für die verschiedenen Aufnahmegereäte eingerichtet, so dass manuelle und automatische Inspektion gleichzeitig durchgeführt werden kann. Hierbei ist es besonders vorteilhaft, wenn die Auswertung bereits online erfolgen kann und besonders auffällige Punkte dann sofort optisch überprüft werden können und gegebenenfalls auch noch zusätzliche Messungen oder Untersuchungen durchgeführt werden können.

Dokumentation

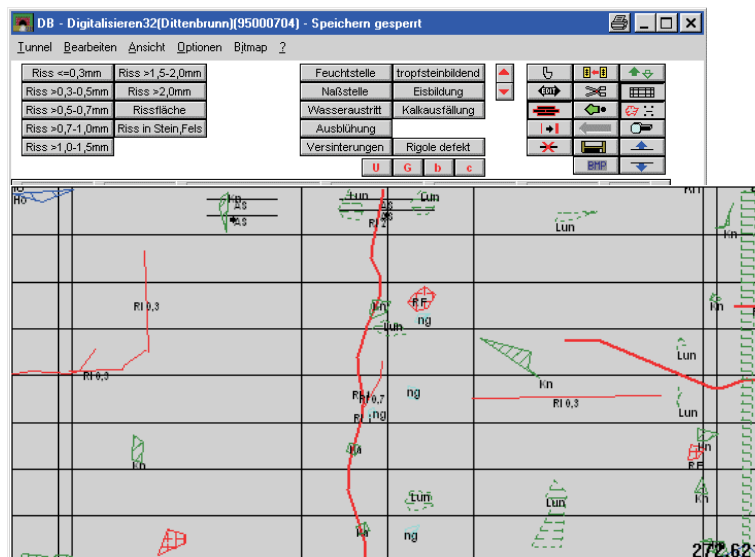
Bisher wurde bei der Deutschen Bahn AG für die Dokumentation der Inspektion aller Bauwerke das EDV-Programm BauSysControl verwendet, einer Eigenentwicklung, mit den drei Hauptmodulen Brücke, Tunnel und Erdbauwerke. Im Rahmen der Einführung von SAP R/3 wurde auch die Disposition der Instandhaltung von diesem System übernommen und BauSysControl wird für den Teil der Befundung nun sukzessive durch SAP abgelöst. Hierbei sind einige Schwierigkeiten zu überwinden, da die Programme naturgemäß unterschiedliche Struktur und Programmierung besitzen. Die grafische Diagnose wird weiterhin daneben bestehen bleiben. In BauSysControl können für den Brückenbau die unterschiedlichen Schäden direkt über die Benutzeroberfläche geführt eingegeben werden. Als Beispiel ist hier die Oberfläche zur Schadenseingabe von Gewölbebrücken gezeigt.



(Schadensgrafik Gewölbe)

Analog können entsprechende Grafiken für andere Brückensysteme aufgerufen werden.

Für Tunnelbauwerke werden entsprechende Schadensbilder direkt aus den Aufnahmen erzeugt.



(digitalisierte Tunnelscanneraufnahme)

Die gesamte Inspektion führt letztendlich zu einer Schadensbeurteilung mit einer Einschätzung des Bauwerkszustandes und eventuell daraus resultierender Maßnahmen und Einschränkungen. Diese Ergebnisse werden dann dem jeweils zuständigen Anlagenverantwortlichen als Empfehlung übergeben und in einem gemeinsamen Gespräch erläutert.

Daraus entsteht dann eine mittel- bis langfristige Vorhersage über die notwendigen Maßnahmen in diesem Bereich.

Zusammenfassung

Diese Übersicht kann die Vielfalt der Inspektion bei den Bauwerken der Deutschen Bahn AG nur als kleinen Einblick darstellen. Die Inspektion der Bauwerke wird heute durch viele technische Möglichkeiten unterstützt, die im Rahmen der zerstörungsfreien Prüfung und des Monitorings Aussagen über den Zustand und daraus folgend für die weitere Nutzung des Bauwerkes erlauben. Unabdingbar bleibt aber weiterhin der technische Sachverstand und die Erfahrung der Inspizierenden, die dafür ausgebildet und ständig weitergebildet werden müssen.