

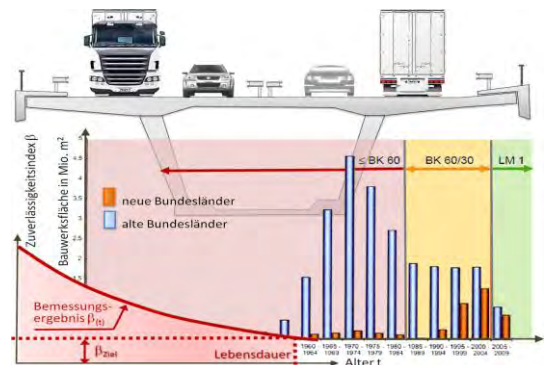
Im Bundesfernstraßennetz befinden sich z. Zt. ca. 38.000 Brückenbauwerke, von denen ca. 11.000 Brücken im nachgeordneten Straßennetz (Überführung von Landes-, Kreis-, Gemeinde- und Stadtstraßen) liegen. Es verbleiben ca. 26.500 Brücken im Bundesfernstraßennetz, die in der überwiegenden Mehrzahl der Bauwerke für die BK60 und BK60/30 nach DIN 1072 bemessen sind. Der Brückenbestand in den alten Bundesländern wurde zum großen Teil im Zeitraum 1960–1985 gebaut, dessen Zustand sich in den vergangenen Jahren kontinuierlich verschlechtert hat.

Spannbetonbrücken, die vor 1980 gebaut wurden, weisen bereits heute erhebliche Mängel auf. Der Grund: die nicht vorhersehbare, überproportionale Zunahme des Schwerverkehrs sowie hoher Verschleiß, Korrosion und Schädigung der Materialien durch mechanische Beanspruchungen und Umwelteinflüsse. Bei älteren Brückenbauwerken bis 1979 wurden darüber hinaus Temperatureinwirkungen nicht berücksichtigt und generell zu geringe Querkraftbewehrungen eingelegt sowie bei Koppelfugen keine Ermüdungsnachweise geführt. Laut „Welt Online“ und „Mot-Bau“ sind ca. 300 Brücken sofort sanierungsbedürftig!

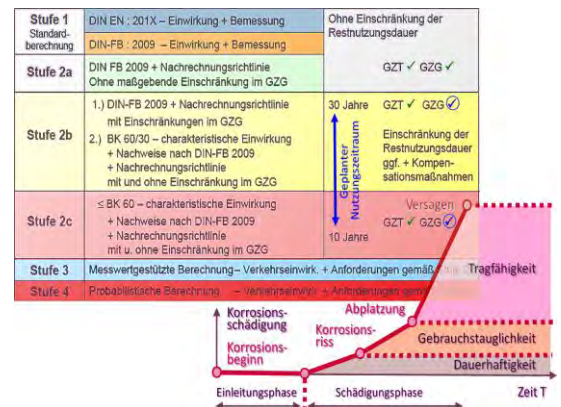
Alles in allem, ingenieurwissenschaftliche Erkenntnisse, die jetzt umfassend in der mehrstufigen Nachrechnungsrichtlinie (NRR) Berücksichtigung finden, welche erstmals im Mai 2011 veröffentlicht wurde. Aufgrund der hohen Kundennachfrage haben wir unser Softwaresystem PONTI® an diese neuen Anforderungen angepasst und können bereits jetzt für die Stufen 1 und 2 die Restsicherheit und die Restnutzungsdauer bestimmen. Bei vielen Projekten hat sich gezeigt, dass ältere Brücken im Bestand damit effizient nachgerechnet werden können. Unsere Brückenbaulösung wurde für den Themenbereich der Nachrechnung ständig weiter ausgebaut und erweitert z.B. für eine umfassende Schadensanalyse oder die Berücksichtigung von Flächentragwerken. Die Anwendung der Programmoption von PONTI® zur Nachrechnung von Brücken zeichnet sich durch folgende besonderen Merkmale aus:

- individuelle Anpassung der Ziellastniveaus, Teilsicherheiten auf der Einwirkungs- und Widerstandsseite
- Nachweisführung nach DIN-FB bzw. DIN EN mit übersichtlicher Darstellung der Ausnutzungsgrade für alle Nachweise in den Grenzzuständen der Tragfähigkeit, Gebrauchstauglichkeit und Ermüdung
- alternative Nachweisführung nach DIN 4227 für alle Nachweise der Tragfähigkeit und Koppelfugen nach Handlungsanweisung
- Nachweis des Ankündungsverhaltens nach Handlungsanweisung integriert die Nachweisführung nach DIN-FB bzw. DIN EN
- Bestimmung der Restsicherheit zum Zeitpunkt der Rissbildung
- Bestimmung der Restnutzungsdauer aus dem schadensäquivalenten Ermüdungsnachweis
- Brückenverstärkung mit zusätzlicher externer Vorspannung

Für die Ertüchtigung von Brücken stehen leistungsfähige Programmoptionen zur Verstärkung der Brückentragwerke mittels Aufbeton, externer Vorspannung etc. zur Verfügung



Altersstruktur der Brückenbauwerke
Quelle: J.Naumann - Brücken und Schwerverkehr - Eine Bestandsaufnahme; Straße und Autobahn, 10/2009

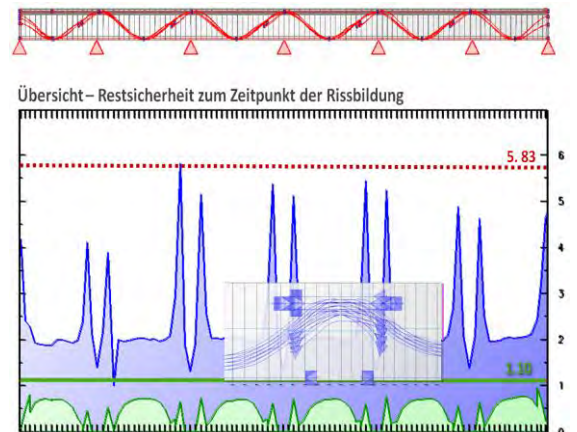
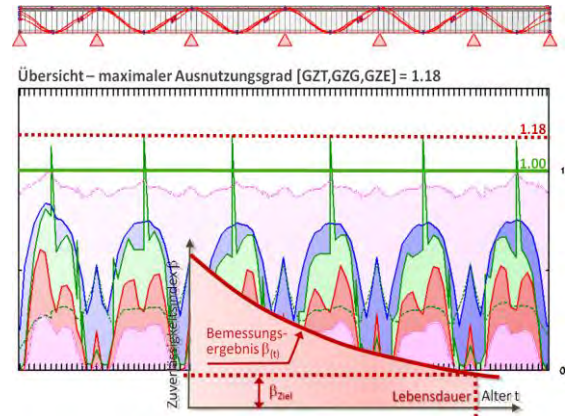


Nachweisstufen und Schädigungsphasen

RTbrückennachrechnung – Option für die Nachrechnung von allgemeinen Straßenbrücken

PONTI® Brückennachrechnung führt die wesentlichen Nachweise, welche sich aus den Kriterien der Richtlinie zur Nachrechnung von Brücken aus der Stufe 1 und 2 ergeben. Dabei werden die Verweise auf die Handlungsanweisung zur Spannungsrissskorrosion (SpRK) und die Handlungsanweisung zu Koppelfugen II ebenfalls berücksichtigt. Die Programmoption unterstützt im einzelnen folgende Funktionen und Nachweise:

- Eingabe von realistischen Materialkennwerten für Beton nach Tab. 11.1.2, Betonstahl nach Tab. 11.3.4, Spannstahl nach Tab. 11.5.6 oder frei mit 5%-Fraktilwerten durch Stichproben
- Eingabe unterschiedlicher Ziellastniveaus LM1, 60/30, 60 und 30/30 durch Lastmakros (10.1.2)
- Eingabe der Längsbewehrung je Kante
- Einstellung der probabilistischen Teilsicherheiten auf der Einwirkungs- und Widerstandsseite (12.3)
- Einstellung zusätzlicher Bemessungsparameter wie z.B. Schädigungsgrad des Betons und Betonstahls oder unterer Grenzwert der Druckstrebenneigung in Stufe 2 (12.4)
- Ausgabe der Bemessungsergebnisse in der Excel-Vorlage der BASt (Anlage 2)
- Übersichtliche Darstellung der Ausnutzungsgrade (4.3.1.3) sämtlicher Nachweise in GzT, GzG und GzE mit Angabe der Restnutzungsdauer aus dem schadensäquivalenten Ermüdungsnachweis
- Berücksichtigung eines Schädigungsmodells bei SpRK – gefährdeten Brücken durch den Nachweis des mechanischen Ankündungsverhaltens nach der „Handlungsanweisung zur Spannungsrissskorrosion“ (12.8)
- Ermittlung der Restsicherheit zum Zeitpunkt der Rissbildung bezogen auf den Verkehrslastanteil, die Ergebnisdarstellung erfolgt tabellarisch und grafisch mit Hinweis auf die lokalen Bemessungsstellen ohne Ankündungsverhalten (12.8)
- Biege- und Schubmessung (4.2.7) sowie Koppelfugennachweis II (12.7.6) nach DIN 4227-1 bzw. „Handlungsanweisung zu Koppelfugen“
- Bei der Querkraftbemessung wird ein gewichteter, innerer Hebelarm eingesetzt (12.4.3.3), da nach DIN-Fb der innere Hebelarm – gerade im Bereich der Momentennullpunkte – sehr klein werden kann und damit zu große Bügelbewehrungsgrade ergibt



RTbrückennachrechnung Betonstahl – Option für schlaff bewehrte Straßenbrücken

Auch der Zustand von Deutschlands kommunalen Brücken, welche vorwiegend als schlaff bewehrte Platten- und rahmenbrücken ausgeführt wurden, ist alarmierend. Der Grund: Wie größere Talbrücken sind auch diese kleineren Brücken fortwährend höheren Verkehrslasten ausgesetzt. Um eine Sanierung speziell für diesen Sektor entsprechend der Anforderungen der Nachrechnungsrichtlinie zu ermöglichen, hat die RIB Software AG das Programmsystem PONTI in der aktuellen Version um die Nachrechnung von Flächentragwerken erweitert.

Damit lassen sich mit dem FEM-System PONTI für den Brückenbau die nun auch verschiedenste Nachweise für die Tragfähigkeit, Gebrauchstauglichkeit und Ermüdung (Biegung und Querkraft) für Plattenbrücken nach den Anforderungen der Nachrechnungsrichtlinie über Kenngrößen bewerten und einstufen. Die neuen Nachweise für Flächentragwerke lassen sich auch bei vorgespannten Brückensystemen einsetzen, wenn z.B. eine in Querrichtung schlaff bewehrte Fahrbahnplatte nachgerechnet und bewertet werden soll.

Somit ergänzt diese neue Programmkomponente für Flächen-tragwerke die bereits bestehenden Nachrechnungsmöglichkeiten zu einer leistungsstarken Gesamtlösung für das Bauen im Brückenbestand. RIB stellt auf dieser Basis nunmehr zwei Lösungsvarianten für schlaff bewehrte und für allgemeine, vorgespannte Massivbrücken zur Verfügung, die vielseitig eingesetzt werden können.

Warum ist die Nachrechnungsrichtlinie wichtig?

Die bisher durchgeführten Nachrechnungen älterer Brückenbauwerke haben gezeigt, dass man mit dem Ansatz der normgemäßen Belastungs- und Bemessungsvorschriften und den vorgegebenen Sicherheitsbeiwerten relativ schnell an die Grenzen der Tragfähigkeit, Gebrauchstauglichkeit und Ermüdung stößt. Das liegt u.a. daran, dass diese Normen ausschließlich für Neubauten entwickelt wurden, um mit den entsprechenden Reserven die planmäßig gewünschte lange Nutzungsdauer sicherstellen zu können.

Unter welchen Bedingungen darf die Nachrechnungsrichtlinie eingesetzt werden?

Laut dem Schreiben von Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) vom 26.05.2011 befand sich die Nachrechnungsrichtlinie bis Ende 2011 in der Erprobungsphase und wird ab 2012 eingeführt. Eine entsprechende Einführungsveranstaltung fand unter der Leitung der BAST am 29.11.2011 in Berlin statt.

Wann sollte nach Nachrechnungsrichtlinie bemessen werden?

Die Berechnung älterer Spannbetonbrücken nach der Nachrechnungsrichtlinie ist immer erforderlich, wenn eine Schädigung des Bauwerks vorliegt oder vermutet wird. Das betrifft insbesondere Brücken mit bauzeitbedingten Defiziten wie

- Spannungsrissskorrosion (SpKR)
- Koppelfugen
- Überbauten mit zu geringer Schubbewehrung
- vor 1980 gebaute Talbrücken, bei denen u. a. der lineare Temperaturunterschied nicht berücksichtigt wurde
- generell Brücken mit der Zustandsnote > 3.0 d.h. kritischer Bauwerkszustand (RI-EBW-PRÜF)

Durch den einerseits rasant zunehmenden Schwerverkehr und andererseits bei alten Brücken nicht geführten Ermüdungsnachweis nimmt die Restnutzungsdauer eine zentrale Bedeutung ein, da jede Spannungsschwingbreite auch eine Teilschädigung des Materials hervorruft.

Um festzustellen, ob und in welchem Umfang eine Ertüchtigung oder alternativ eine Erneuerung notwendig ist, sind die Bauwerke entsprechend der NRR zu behandeln (RI-WI-BRÜ).

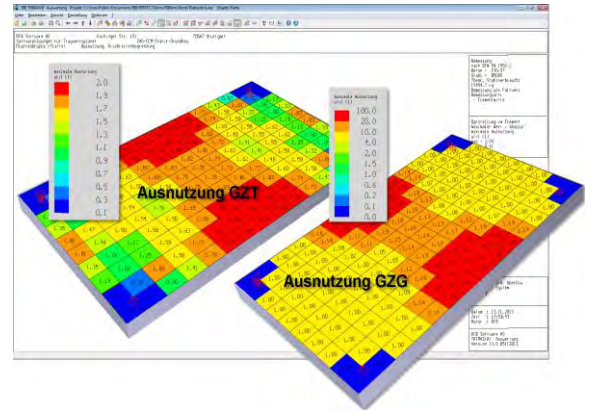
Welche Modellierungsstufen sind zu berücksichtigen?

Einwirkungsmodell

- Das RIB-Programm PONTI® kann in der aktuellen Version die darin vorgesehenen Lastniveaus LM1, 60/30, 60, 30/30 sowie reale Straßenverkehrslasten bearbeiten
- Alle Teilsicherheits- und Kombinationsbeiwerte können fortan angepasst werden

Systemmodell

- Die für eine Nachrechnung erforderlichen charakteristischen Materialkennwerte sowie die daraus abgeleiteten Materialteilsicherheiten lassen sich variabel eingeben



Zusammenfassung der Berechnungsergebnisse									
Bauwerksname		Nachrechnung - Stahl-2s							
Berechnungsgrundlage		Bauwerkstyp		Zustand		Zustand		Bemessung	
Stütz des statischen Systems		Hauptstützen		Stützweite		Längsrichtung		Baujahr	
Querschnitt									
0 Allgemeines									
0.1 Dauerzustand (Bemessung anhand von Bemessungswerten)									
Nomen der zu den Brückenarten									
0.2 Angaben zu der Modellierung des Systems bei der Berechnung									
0.2.1 Bemessung									
0.2.2 Bemessung									
0.2.3 Bemessung									
1 Übersicht / Linienansicht									
Feldanzahl: 1 Spannweite: 12.1 m									
1.1 Darstellung der Gebrauchstauglichkeit									
1.1.1 Dehnungsspannung									
1.1.2 Biegemoment									
1.1.3 Schubkraft									
1.1.4 Bemessungswerte									
1.1.5 Gebrauchstauglichkeit									
1.1.6 Mischbeanspruchung									
1.1.7 Mischbeanspruchung									
1.1.8 Direkte Bemessung der Brücke									
1.1.9 Direkte Bemessung der Brücke									
1.1.10 Direkte Bemessung der Brücke									

BAST Excel-Sheet für die übersichtliche Zusammenstellung der Nachrechnungsergebnisse

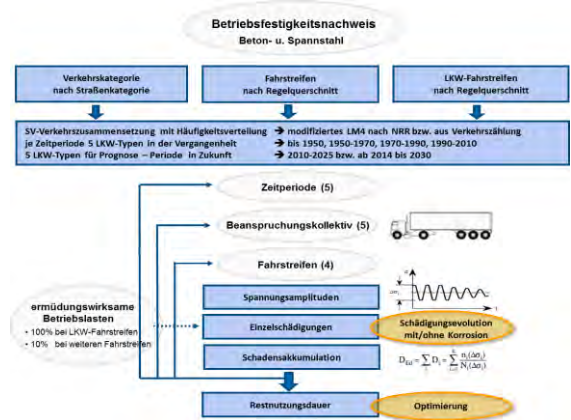
Bemessungsmodell

- Alle Nachweise erfolgen auf Basis der DIN-Fachberichte bzw. der DIN-EN ohne Bemessungsprozess d.h. ohne Erhöhung der Bewehrung, für die Stufe 2 teilweise unter veränderten Randbedingungen. Diese können allesamt eingestellt werden, ohne dass eine Bemessung stattfindet alternativ können die Tragfähigkeitsnachweise und der Koppelfugennachweis auch nach DIN 4227-1 geführt werden
- Dazu sind die vorhandenen Längsbewehrungen vorzugeben
- Alle Ausnutzungsgrade infolge der GzT-, GzG- und GzE - Nachweise sowie Restsicherheit und Restnutzungsdauer sind übersichtlich zusammengestellt

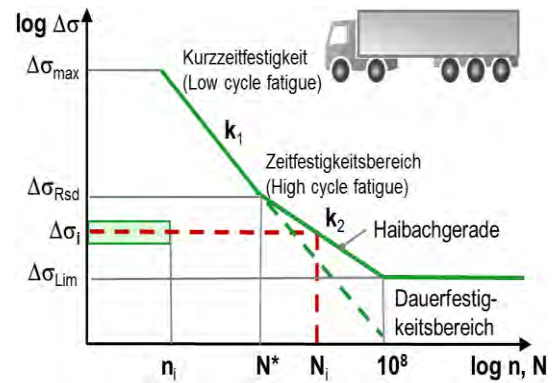
Schädigungsmodell

Das Schädigungsmodell und Bemessungsmodell stehen interaktiv miteinander in Beziehung.

- Der schadensäquivalente Ermüdungsnachweis mit den LM3 Ermüdungslasten als Einstufenkollektiv nach DIN Fb stellt die einfachste Form des Betriebsfestigkeitsnachweises dar. Dort wird vereinfacht aus der Spannungsschwingbreite in Verbindung mit der Wöhlerlinie die Restnutzungsdauer bis zum Eintritt des Schadens bestimmt. Auch dabei findet keine Bemessung statt
- Um die Schädigung genauer zu ermitteln, ist ein mehrstufiger Betriebsfestigkeitsnachweis unter Verwendung einer Verkehrszusammensetzung entsprechend den LM4 Lasten erforderlich. Diesem Konzept liegt die Akkumulationshypothese nach Palmgren-Miner zugrunde, nach der die Einzelschädigung aus unterschiedlichen Spannungsschwingbreiten in Verbindung mit der Wöhlerlinie zu ermitteln ist. Die Gesamtschädigung aus LM4 ergibt sich aus der Summe der Einzelschädigungen. Daraus wird dann die Restnutzungsdauer ermittelt.



Dazu wird als Beanspruchungskollektiv das modifizierte Lastmodell LM4 nach NRR herangezogen. Es besteht aus 5 repräsentativen LKW-Typen, die prozentual am häufigsten vorkommen. Als Schadensakkumulationshypothese wird die lineare Schadensakkumulationshypothese nach Palmgren-Miner mit drei unterschiedlichen Miner-Regeln eingesetzt. Diesem Ansatz liegt der Gedanke zugrunde, dass eine schwingende Beanspruchung des Bauteils Schädigungen in den Werkstoffen verursacht, die sich solange gleichwertig addieren, bis ein kritischer Schädigungswert erreicht ist. Bei diesem Schädigungswert erfolgt dann ein Ermüdungsversagen.

$$D = \sum \frac{n(\Delta\sigma_i)}{N(\Delta\sigma_i)} = \int \frac{dn}{N_f} \leq 1.0$$


Die tatsächlich während der Lebensdauer der Brücke auftretende Anzahl der Spannungszyklen mit der Spannungsamplitude $\Delta\sigma_i$ wird mit $n(\Delta\sigma_i)$ bezeichnet. $N(\Delta\sigma_i)$ ist die der Spannungsschwingbreite $\Delta\sigma_i$ zugeordnete Bruchlastzyklenzahl, welche sich aus dem trilinearen SN-Diagramm ergibt.

Dabei ist der Zeitfestigkeitsbereich der für die Schadensakkumulation relevante Spannungsbereich. Spannungsamplituden $> \Delta\sigma_{Rsd}$ sind beim Betriebsfestigkeitsnachweis im Gegensatz zum schadensäquivalenten Ermüdungsnachweis erlaubt, rufen aber i.d.R. zusätzliche Schädigungen des Materials hervor, die durch eine programmgesteuerte Schädigungsevolution berücksichtigt werden.

Aus dem vorhandenen Restschädigungspotential kann unter Verwendung eines prognostizierten, zukünftigen Beanspruchungskollektivs die Restnutzungsdauer berechnet werden.

$$L_R = \frac{n_{max}}{365 \cdot DTV_{SV}} \text{ [Jahre]}$$

Durch eine anschließende Optimierung d.h. durch Änderung der Lastzyklen des Beanspruchungskollektivs kann die Restnutzungsdauer vergrößert werden. Gleichzeitig sind aber entsprechende verkehrseinschränkende Kompensationsmaßnahmen vorzusehen.

- Bei Brücken mit besonders gefährdeten Spannstählen mit der Festigkeit „St 145/160“, die in der Westdeutschland bis ca. 1978 und in der ehemaligen DDR bis ca. 1993 hergestellt wurden, ist das Ankündigungsverhalten bei Rissbildung zu bestimmen. Bei dem Ankündigungsverhalten von älteren Spannbetonbrücken geht es grundsätzlich um die Restsicherheit bezogen auf Verkehrslasten gegenüber einem Versagen mit Vorankündigung. Brücken ohne ausreichendes Ankündigungsverhalten stellen ein Sicherheitsrisiko dar. Besonders empfindlich sind Einfeldsysteme, Systeme mit nur wenigen Spanngliedern und zu geringen Betonstahlanteil, die diese SpRK – gefährdeten Spannglieder enthalten.

Was bedeutet Restnutzungsdauer?

Gewöhnlich findet eine Bemessung vor Ausführung des Bauwerks statt. Bei der Betrachtung der Restnutzungsdauer wird die Resttragfähigkeit zu einem bestimmten Zeitpunkt nach dessen Ausführung durchgeführt. Sie ist von besonderer Bedeutung, wenn Teilschädigungen des Bauwerks vorliegen oder eine Änderung der Nutzung vorgesehen ist. Wenn berücksichtigt wird, dass mit zunehmender Lebensdauer eines Bauwerks der Schädigungsgrad z. B. durch Korrosion steigt bzw. umgekehrt der Zuverlässigkeitsindex β abnimmt, ist die Restnutzungsdauer immer von großer Bedeutung.

Was bedeutet Spannungsrisskorrosion?

Unter Spannungsrisskorrosion (SpRK) wird die Ausbreitung von Rissen in Werkstücken, z.B. Spannritzen, unter gleichzeitiger Einwirkung von Korrosion und statischer mechanischer Zugbeanspruchung verstanden.

Welche Fachinformationen sind bei der Nachrechnung von Brücken wichtig?

Neben vielen verschiedenen fachlichen Veröffentlichungen wurden vor allem die folgenden Literaturstellen bei der Nachrechnung von Brücken in PONTI® berücksichtigt:

- Richtlinie zur Nachrechnung von Straßenbrücken im Bestand (Nachrechnungsrichtlinie), BMVBS Ausgabe Mai 2011
- Handlungsanweisung zur Überprüfung und Beurteilung von älteren Brückenbauwerken, die mit vergütetem, spannungsrisskorrosionsgefährdeten Spannstahl erstellt wurden, BMVBS Ausgabe September 2009
- Stochastische Untersuchung von Spanngliedausfällen bei Brückenbauwerken mit spannungsrisskorrosionsempfindlichen Spannstahl, Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik Heft 1049, Ausgabe November 2010
- Handlungsanweisung zur Beurteilung der Dauerhaftigkeit vorgespannter Bewehrung von älteren Spannbetonbrücken, BASt Ausgabe 1998
- Untersuchung zur Querkraftbemessung von Spannbetonbalken mit girlandenförmiger Spanngliedführung, BASt Heft B 79, Ausgabe August 2011



Wie erfolgt die Aktualisierung der Programme für die Nachrechnungsrichtlinie?

Um die Nachrechnungsrichtlinie nutzen zu können, ist die zusätzliche Programmoption PONTI® Brückennachrechnung erforderlich. Sie beinhaltet die Nachrechnung älterer Spannbetonbrücken entsprechend der Stufe 1 und 2 einschließlich den Nachweisen nach alter Norm.

Wie kann eine Brücke mit PONTI® ertüchtigt werden?

- Tragwerksverstärkungen werden zukünftig bei der Nachrechnung und Einstufung eine zentrale Bedeutung einnehmen. Es ist abzusehen, dass Tragwerksverstärkungen für viele Bauwerke notwendig werden, um sie überhaupt noch für eine Restnutzungsdauer einstufen zu können. Neben der reinen Betoninstandsetzung wird es immer häufiger notwendig, auch das Tragsystem zu verstärken

- Schädigungen von Brücken- und Ingenieurbauwerken machen eine Verstärkung des Überbaus erforderlich, insbesondere vor dem Hintergrund des zunehmenden Schwerverkehrsaufkommens sowie von steigenden Fahrzeuggewichten und Achslasten
- Zur Erhöhung der Tragfähigkeit und des Widerstands gegen Ermüdung von älteren Spannbetonbrücken in Längsrichtung erfolgt häufig eine Verstärkung mit externer Vorspannung. Diese Ertüchtigungsmaßnahme kann in PONTI® durch den Ansatz einer zweistufigen Vorspannung modelliert werden; d.h. die Vorspannung der 1. Stufe umfasst alle Spanngliedlagen zum Herstellungszeitpunkt während die Vorspannung der 2. Stufe alle externen Spannglieder enthält, die ab dem Zeitpunkt der Ertüchtigung zusätzlich wirken
- Durch eine nachträglich aufbetonierte Stahlbetonplatte kann die Druckzone entscheidend verbessert werden. Die Lösung dieses Problems lässt sich am einfachsten mit dem RIB-Programm PONTI®betonverbund erzielen.

Erfahrungsbericht IB Rolf Müller aus Ulm: Mit Ertüchtigung wieder durchgängig belastbar

Die Sanierung der Ehinger Brücke Gamerschwang bei Ulm ist eine enorme Herausforderung für Tragwerksplaner, Bauleiter und Bauausführer gleichermaßen. Exakte Berechnungen und Feinarbeit in jeder Projektphase sind Voraussetzung, dass das 50er-Jahre-Bauwerk den heutigen Belastungen stand hält. Mit Hilfe zeitgemäßer Softwaresysteme können die Projektpartner die Brücke an alle heutzutage erforderlichen Standards adaptieren. Und nicht zu vergessen: Die Software bietet auch Entlastung bei den komplexen Aufgaben

50 Milliarden Euro werden in den nächsten Jahren in die Instandsetzung von Straßen- und Brücken in Deutschland investiert: So die Prognose des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung.

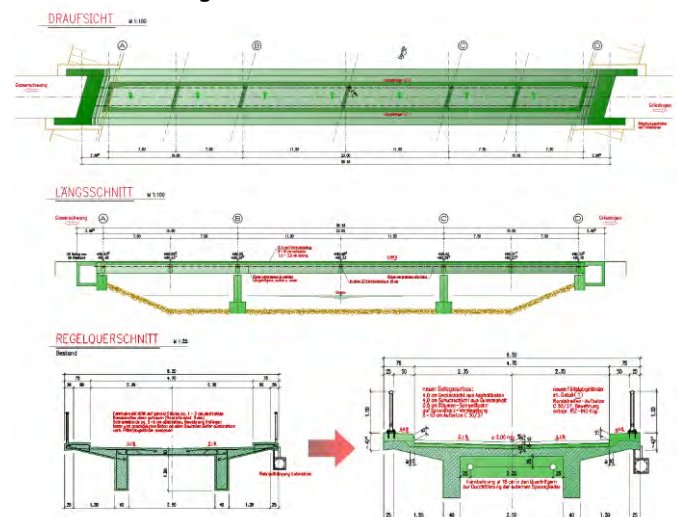
Höheren Lasten standhalten

Auch die im Jahre 1959 errichtete Brücke Gamerschwang nahe Ulm fällt unter die Bauwerke, die eine Sanierung erfordern. In den Fünfgigern wurde das Bauwerk ursprünglich für eine Belastung durch 12 Tonnen schwere landwirtschaftliche Fahrzeuge realisiert. Doch in diesem Bereich hat sich bis heute einiges getan, sodass moderne Traktoren, Mähdrescher und andere Fahrzeuge, die in der Landwirtschaft zum Einsatz kommen, zwischenzeitlich bis zu 20 Tonnen Last auf die Brücke bringen. Aus diesem Grund erforderte der Auftraggeber, die Stadt Ehingen vom Ingenieurbüro Rolf Müller, das mit den tragwerksplanerischen Maßnahmen betraut wurde, die Brücke nach Instandsetzung für zukünftige Belastungen zu ertüchtigen.

Dipl.-Ing. Rolf Müller, der gemeinsam mit Prüfenieur Karl-Heinz Nissle aus Böblingen die Aufmaßeinheiten durchführte, erklärt, dass die in den Fünfgigern bereits gültige Norm DIN 1072 keine Temperatur- und Setzungslastfälle beinhaltete, weshalb diese Berechnungen beim Bau der Brücke entsprechend nicht vorgenommen wurden. Aus diesem Grund weist die Brücke an verschiedenen Stellen Risse auf, deren Verhältnis zu den Spanngliedern die Ingenieure in einem ersten Schritt erfassten. „Eine Sanierung war überhaupt nur deshalb möglich, da die Spannglieder bis auf eine einzige Stelle unbeschädigt waren“, berichtet Müller. An dieser Stelle fanden die Ingenieure vollkommen zermahlene Beton, 1 Millimeter gegeneinander versetzte Stege sowie schubmäßig nach unten verlegte Träger vor. Selbstverständlich wurde nach dieser ersten Diagnose vor Ort der Verkehr über die Brücke Gamerschwang sofort gestoppt.

Upgrade unterstützt Konzeption

Im ersten Schritt wurde hier rund 1 Zentimeter Beton mit Hilfe des Hochdruckwasserstrahl-Verfahrens (HDW) auf der Brücke abgetragen. Diese Vorgehensweise zeichnet sich durch einen hohen Preis aus und bringt im Weiteren



Brücke Gamerschwana – Grundriss, Ansicht und Schnitte

eine erhebliche Lärmbelastung mit sich. Doch sie hat durchaus ihre Vorteile: „Mit dem HDW-Roboter kann der Beton nicht nur erschütterungsfrei abgetragen werden“, weiß der Ingenieur aus Ulm. „Der Bauausführer kann außerdem den Restbeton direkt zur weiteren Betonage verwenden.“

Mit der RIB-Software PONTI, einem FEM-System für Massivbrücken aus dem RIBTEC-Produktportfolio, war Rolf Müller in der Lage, alle Einzellastfälle zu berechnen sowie die schiefen Hauptzugspannungen der Brücke effizient nachzuweisen. Speziell für die nun dringend erforderliche Sanierungsmaßnahme entschied der Geschäftsführer, sein Softwaresystem um die Programmoption RTbetonverbund für die durchgängige Bearbeitung von Verbundfertigteilterbrücken zu ergänzen. Denn schließlich war viel rechnerische Vorarbeit für den nachträglichen Auftrag von Ortbeton sowie für die externen auswechselbaren Spannglieder notwendig. Nur so hält die Brücke später auch den gewünschten 20 Tonnen zu jeder Zeit stand. Mit der Ausführung begann die Josef Hebel GmbH & Co. KG aus Memmingen im März 2009.

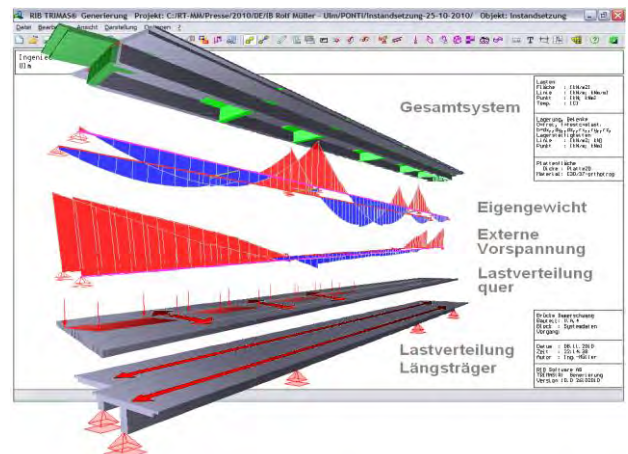
Besonderheiten in Planung und Ausführung

Zur Sanierung der vor 50 Jahren vorgespannten Brücke sollte eine zusätzliche Ortbetonschicht auf der Fahrbahn und eine zwischen den Hauptträgern liegende externe Vorspannung aufgebracht werden. Die Berechnung für dieses neue Sanierungskonzept war nicht einfach, doch Rolf Müller und sein Team sind mit zuverlässigen Werkzeugen ausgestattet, die Ihnen bei Aufgaben wie diesen eine umfassende Unterstützung bieten. „Mit RIB-Software sind wir in der Lage, verschiedene Systemänderungen auf einer Zeitachse innerhalb des Programms zu simulieren“, berichtet er. „Das Upgrade unseres Brückenbausystems PONTI auf RTbetonverbund war ein voller Erfolg für diese komplexe Maßnahme“, führt er weiter aus.

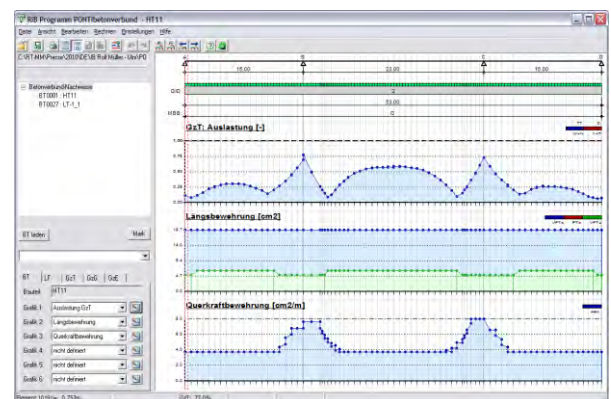
Die Ausführung stellte sich ebenso nicht leicht dar. Die externen Spannglieder, die außerdem auswechselbar sein sollten, bildeten eine Herausforderung für die gesamte Baustellencrew. Rolf Müller erzählt, dass diese als komplette Fertigteile auf die Ehinger Baustelle geliefert wurden. Für die Kernbohrung entstand eine besonders angelegte Baugrube unterhalb der instand zu setzenden Brücke. Die Stähle zu durchbohren war keine leichte Aufgabe für den Bauausführer aus dem Allgäu, der sich dieser mit Bravour gestellt hat.

Erfolgreiche Ertüchtigung

Im Herbst 2009 konnte die sanierte und für höhere Anforderungen ertüchtigte Brücke wieder für den Verkehr freigegeben werden. Zwischenzeitlich sind im Ingenieurbüro von Rolf Müller weitere Brückensanierungen in der bewährten Vorgehensweise angegangen worden. Zu den Sanierungsmaßnahmen bei einem Brückenbauwerks gehört darüber hinaus eine entsprechende Nachsorge. Bei entsprechenden Nachmessungen konnten sich die Ingenieure nachträglich davon überzeugen, dass auch an kritischen Stellen im Bauwerk keine Risse entstanden sind, und somit das gewählte Konzept für die Ertüchtigung als Erfolg betrachtet werden kann. „Diese Erfahrung können wir zur Verfeinerung unserer Lösungsansätze bestens weiter verwenden“, meint Rolf Müller im Rückblick auf dieses knifflige Brückenbauprojekt.



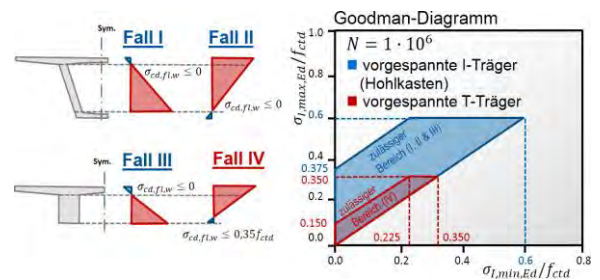
Brücke Gamerschwang – FEM-Modell: Mit der RIB-Software PONTI® betonverbund konnten die Ingenieure sicherstellen, dass das 50er-Jahre-Bauwerk den heutigen Belastungen Stand hält



Brücke Gamerschwang – FEM-Modell: Mit PONTI®betonverbund war das Ingenieurbüro Rolf Müller in der Lage, verschiedene Systemänderungen auf einer Zeitachse innerhalb des Programms zu simulieren.

Erweiterungen zur neuen Nachrechnungsrichtlinie

Mit der Einführung der neuen Fassung der Nachrechnungsrichtlinie sind verschiedenen Erweiterungen in der Nachweisführung verbunden, welche vor allem die Tragfähigkeits- und Ermüdungsnachweise für Querkraft und Torsion betreffen. Diese Neuerungen sind in verschiedenen Fachveranstaltungen der Öffentlichkeit vorgestellt worden und mittlerweile in PONTI 15.0 enthalten.



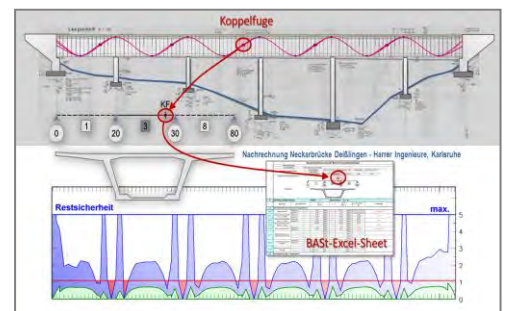
Im Bemessungsmodell GZT für Querkraft- und Torsion wird mit verschiedenen Modellen gearbeitet:

- Modell 1: Fachwerkmodell mit Rissreibung > NRR Stufe 1
- Modell 2: Modifiziertes Fachwerkmodell mit Rissreibung > NRR Stufe 2
- Modell 3: Hauptzugspannungsmodell > NRR Stufe 2

Im neuen Bemessungsmodell für die GZE-Nachweise kann ebenfalls das Hauptzugspannungsmodell angewendet werden. Für alle Nachweise wird vorausgesetzt, dass die vorhandene Bewehrung eingegeben wurde, denn die Nachweisführung richtet sich nach dem Querkraftbewehrungsgrad.

1. Brückenkolloquium „Beurteilung, Ertüchtigung und Instandsetzung von Brücken“

OSTFILDERN, 27. Juni 2014. „Möglichkeiten des EDV-Einsatzes bei der Nachrechnung und Ertüchtigung von Brückenbauwerken.“ So der Titel des Fachvortrags von Dr. Stefan Kimmich und Eckhard Held der RIB Engineering GmbH beim Brückenkolloquium am 24. und 25. Juni in Ostfildern bei Stuttgart. Die Experten demonstrierten dort verschiedene Methoden der Brückennachrechnung, welche unter anderem am Beispiel der Fuldabrücke an der A49 bei Kassel, der Gottorfbrücke in Schleswig sowie der Neckarbrücke Deißlingen vorgestellt wurden. Alle Brückenbauwerke wurden mit dem FEM-System PONTI



des Softwareherstellers nachgerechnet oder befinden sich in der Phase der Voruntersuchung. Vielfach steht die Nachrechnung und Ertüchtigung von Brückenbauwerken in einem unmittelbaren Zusammenhang. Deshalb wurde im Vortrag an weiteren Beispielen gezeigt, wie mit externer Vorspannung, Querschnittsergänzungen oder einer gezielten Änderung des statischen Systems eine Brückensanierung erfolgreich durchgeführt werden kann.

Unter Vorsitz von DirProf. Dr.-Ing. Jürgen Krieger und Prof. Dr.-Ing. Bernd Isecke hatte die Technische Akademie Esslingen Experten aus Bauwirtschaft, Planung, Baustoffproduktion und Forschung sowie Lösungsanbieter für die Brückenertüchtigung und -nachrechnung im Juni nach Ostfildern eingeladen. Im Vordergrund stand die Vorstellung von innovativen Baustoffen und Bauverfahren, Verfahren und Methoden zur Bestandsanalyse, Verfahren zur Ermittlung von Zustand, Zuverlässigkeit und Restnutzungsdauer von Brücken sowie Aspekte des Bauwerksmanagements. Ziel war ein interdisziplinärer Erfahrungs- und Wissensaustausch zwischen den Profis aus unterschiedlichen Tätigkeitsfeldern, um Aktivitäten zu bündeln und die Zusammenarbeit untereinander weiter zu festigen. Mehr als 250 Teilnehmer haben sich zum 1. Brückenkolloquium in Esslingen eingefunden und zu einer gelungenen Veranstaltung beigetragen.



Referent Dr. Stefan Kimmich: „Überall in Deutschland stehen viele anspruchsvolle aber auch äußerst interessante Ingenieuraufgaben hinsichtlich der Nachrechnung, Ertüchtigung und dem bedarfsweisen Ersatzneubau von Brücken an. Schließlich soll der Verkehrsträger Straße auch zukünftig seine führende Rolle in unserem intermodalen Verkehrssystem übernehmen. Jede Brücke hat zudem ihre eigene Geschichte. Die Nachrechnung und Ertüchtigung bringt deshalb immer auch eine sehr individuelle und anspruchsvolle Ingenieuraufgabe mit sich, welche einem Brückenneubau in nichts nachsteht. Durch seine vielseitigen Einsatzmöglichkeiten kann unser FEM-System PONTI gerade in diesen Bereichen zu entsprechend guten Ingenieurlösungen beitragen.“