

# Das neue Schweizer Normenwerk zum Umgang mit bestehenden Tragwerken

Mit der Normenreihe SIA 269 stellt der Schweizerische Ingenieur- und Architektenverein seinen Mitgliedern ein Hilfsmittel zur Verfügung, das den Umgang mit bestehenden Tragwerken wesentlich verbessern wird und dabei die Kreativität der Ingenieure herausfordert und auch ermöglicht. In diesem Aufsatz wird das neue Normenwerk vorgestellt. Nach der Erläuterung von Grundsätzen und Tätigkeiten werden wesentliche Aspekte bestehender Tragwerke behandelt und mit Beispielen von Stahlbauten von hohem kulturellem Wert illustriert, bei denen bereits in den letzten Jahren die im Normenwerk SIA 269 festgehaltenen Regeln der Baukunde angewendet wurden.

**The new Swiss Codes for engineering of existing structures.** *The Schweizerische Ingenieur- und Architektenverein (Swiss Society of Engineers and Architects) introduces the series of Codes SIA 269 as a tool that will provide guidance for their members to significantly improve engineering of existing structures. These standards will challenge the civil engineering community and allow for creativity. This paper presents the main content of the SIA 269 codes. Principles and activities are outlined. Main aspects of existing structures are discussed and illustrated by means of examples of existing steel structures of high cultural value which have been rehabilitated over the last few years already applying the state-of-the-art rules as establish now in the Codes SIA 269.*

## 1 Einleitung

In den meisten europäischen Ländern stellt das Bauen im Bestand heute den wichtigste Bereich des Bauwesens dar, denn es gilt, den bedeutenden volkswirtschaftlichen Wert der bestehenden Bauwerke zu erhalten. Dennoch interessieren sich die meisten Bauingenieure nach wie vor hauptsächlich für den Bau von Neuem.

Die Zukunft des Bauwesens ist eng an eine nachhaltige Entwicklung der bebauten Umwelt gebunden. Es gilt, mit der Ressource Baubestand sparsam umzugehen und dabei die Bauwerke entsprechend den neuen Nutzungsanforderungen von Gesellschaft und Wirtschaft zu modernisieren und zu verbessern, um so auf neue Anforderungen und Bedürfnisse wirtschaftlich, umweltschonend und sozialverträglich zu reagieren. Auf neue Bedürfnisse nach Bauwerken soll nicht mehr einfach nur mit neuer Bausubstanz geantwortet werden. Das Potential bestehender Bauwerke ist gezielt zu ermitteln und geschickt auszuschöpfen.

Dies erfordert ein Umdenken der am Bauwerk beteiligten Akteure.

Der Schweizerische Ingenieur- und Architektenverein (SIA) hat diese Ausgangslage erkannt und zusammen mit Vertretern der öffentlichen Verwaltung und der Bauindustrie Ende 2004 das Projekt „SIA Normen für die Erhaltung von Tragwerken“ gestartet. Diese Normen führen die Tradition der SIA Normen weiter, indem sie sich durch Kürze, Praxisnähe und durch einen hohen Informationsgehalt auszeichnen. Die Aufgabe bestand darin, die folgenden, heute im Zusammenhang mit bestehenden Tragwerken wichtigsten Themenbereiche zu behandeln:

- höhere Nutzlasten
- außergewöhnliche Einwirkungen
- Wiederherstellung und Verbesserung der Dauerhaftigkeit

Auf den Straßen nehmen die Anzahl und Lasten der Fahrzeuge zu. Auf dem europäischen Bahnnetz ist eine Erhöhung der Bahnlasten geplant. Im Bereich des Hochbaus stellt sich bei Nutzungsänderungen oft die Frage nach einer genügenden Tragfähigkeit von bestehenden Tragwerken für höhere Nutzlasten. Ob die bestehenden Tragwerke, bei deren Bemessung und Bau geringere Nutzlasten angenommen wurden, genügend tragfähig sind, muss überprüft werden, um einen allfälligen Bedarf für Verstärkungen festzustellen.

Mit zunehmender Ausbreitung des Siedlungsraums und durch die Klimaänderung nehmen die Anzahl und die Intensität von Einwirkungen der Natur (Hochwasser, Lawinen, Steinschlag) auf Bauwerke und Schutzbauten zu. In den Bereich der Naturgefahren gehört auch das Erdbeben, insbesondere die Frage der Erdbebensicherheit bestehender Bauwerke. Durch unsachgemäße Nutzung von Bauwerken (Brand, Explosion, Anprall) kommt es ebenfalls zu außergewöhnlichen Einwirkungen auf Bauwerke. Diese Aspekte gilt es vor dem Hintergrund einer heute intensiven Risikodiskussion in der Gesellschaft zu behandeln.

Der Korrosionsschutz von Stahl (Bewehrungen in Betontragwerken, Stahlbauten) sowie die Gewährleistung eines genügenden Widerstands von Werkstoffen und Bauteilen gegenüber Umwelteinflüssen, insbesondere von Wasser, wird weiterhin ein wichtiger Grund für Eingriffe in die bestehende Bausubstanz bleiben. Die Herausforderung besteht darin, das Tragwerk und die konstruktiven Details zu verbessern und nicht einfach nur zu reparieren.

Eine weitere Veranlassung war die Tatsache, dass für den Umgang mit bestehenden Tragwerken die Normen für neu zu bauende Tragwerke nicht gelten oder nur sinngemäß anwendbar sind. Dennoch werden bestehende Tragwerke üblicherweise weiterhin auf der Basis der „Neubau-normen“ untersucht in der fälschlichen Meinung, auf diese Weise den sogenannten „heute gültigen Normen zu genügen“. In vielen Fällen entsprach dieses Vorgehen nicht den Regeln der Baukunde und führte entsprechend zu unangemessenen Erhaltungsmaßnahmen. Mit der Einführung eines Normenwerks über bestehende Tragwerke wird Klarheit geschaffen, indem nun bestehende Tragwerke unmissverständlich nach der neuen Normenreihe SIA 269 zu behandeln sind.

Der Umgang mit bestehenden Bauwerken, in Deutschland oft Bestandsbauten oder Bauen im Bestand genannt, wird in der Schweiz mit dem Fachausdruck Bauwerks-erhaltung umschrieben und ist als „Gesamtheit der Tätigkeiten und Maßnahmen zur Sicherstellung des Bestands sowie der materiellen und kulturellen Werte eines Bauwerks“ definiert [1]. Das neue Schweizer Normenwerk behandelt die bestehenden Tragwerke als Teil eines ausgeführten und abgenommenen Bauwerks.

Der Umgang mit bestehenden Tragwerken erfordert eine andersartige Denkweise des Tragwerksingeni-ers sowie eine neuartige Methodik, denn im Gegensatz zum Neubau geht es eigentlich darum, das Bauen möglichst auf ein Minimum zu reduzieren oder gar zu vermeiden. Diese Methodik hat sich in den letzten rund 20 Jahren in der Praxis entwickelt und etabliert, vor allem auch dank der Forschung, die gerade auf dem Gebiet bestehender Bau- und Tragwerke intensiv war, und es auch weiterhin bleiben wird.

Dieser Aufsatz hat zum Ziel, das neue Schweizer Normenwerk hinsichtlich seines Umgangs mit bestehenden Tragwerken vorzustellen und die Grundsätze und Tätigkeiten zu erläutern. Dabei werden wesentliche Aspekte bestehender Tragwerke in Stahlbauweise behandelt und mit Beispielen illustriert, bei denen bereits in den letzten Jahren die im Normenwerk SIA 269 festgehaltenen Regeln der Baukunde angewendet wurden.

## 2 Frühere Regelwerke zu bestehenden Tragwerken

Auslöser der Schweizer Normierung im Bereich der Tragwerke war der Brückeneinsturz von Münchenstein im Jahre 1891, mit 73 Todesopfern und 171 Verletzten das bisher folgenschwerste Tragwerksversagen in der Schweiz (Bild 1). Dieses tragische Ereignis löste damals in der schweizerischen Öffentlichkeit eine tiefe Betroffenheit aus, was die Schweizer Regierung veranlasste, sehr schnell ein Regelwerk zu erlassen und unter den damals privaten Bahnunternehmen gleiche Sicherheitsanforderungen durchzusetzen. Damit sollte den Sicherheitsansprüchen der Öffentlichkeit entsprochen werden. Dies führte zur Veröffentlichung der „Verordnung betreffend der Berechnung und Prüfung der eisernen Brücken- und Dachkonstruktionen auf den schweizerischen Eisenbahnen“ am 19. August 1892 [2].

Diese Verordnung betraf bestehende und neu zu bauende Tragwerke in Stahlbauweise. In Bezug auf bestehende Tragwerke war vor allem der Artikel 8 von Interesse, der



*Bild 1. Einsturz der Bahnbrücke über die Birs bei Münchenstein bei Basel am 14. Juni 1891 (Porträtbild von Prof. Ludwig von Tetmajer, einer der Experten zur Klärung der Unfallursache)*

*Fig. 1. Failure of the railway bridge over the Birs River at Münchenstein near Basel on 14<sup>th</sup> of June 1891 (Portrait of Prof. Ludwig von Tetmajer, one of the experts mandated to analyse the accident)*

besagte, dass beim rechnerischen Nachweis der Tragsicherheit (nach der damaligen Methode der „zulässigen Spannungen“) Überschreitungen von bis zu 30 % akzeptiert werden können. Die nachfolgenden Verordnungen und Normen enthielten bis in die 1980er Jahre eine ähnlich lautende, jedoch allgemeiner formulierte Ziffer zu bestehenden Tragwerken.

Mit der 1989er SIA Normengeneration wurden in der Schweiz die Tragwerksnormen zu reinen Neubau-normen. Bei der Veröffentlichung der 1989er Normen wurde ein Regelwerk für die Behandlung bestehender Tragwerke in Aussicht gestellt, denn bereits damals war die Bedeutung einer Normierung im Zusammenhang mit bestehenden Tragwerken erkennbar. Im Jahr 1994 konnte die Richtlinie SIA 462 (1994) „Beurteilung der Tragsicherheit bestehender Bauwerke“ veröffentlicht werden. Dieses Regelwerk wird nun mit der Veröffentlichung der Norm SIA 269 (2011) abgelöst. Die Richtlinie SIA 462 darf heute als wegweisende Grundlage für die neue Normreihe SIA 269 gewürdigt werden.

Als weitere Grundlagen zur Normenreihe SIA 269 dienten diverse nationale Richtlinien, Empfehlungen und andere Regelwerke zu verschiedenen Teilaspekten der Erhaltung von Tragwerken sowie die ISO-Norm ISO/CD 13822: „Bases for design of structures – Assessment of existing structures (1999)“ [3], die unter maßgeblicher Schweizer Beteiligung entstand.

## 3 Das Normenwerk SIA 269

### 3.1 Übersicht

Nach einer Bearbeitungszeit von rund sechs Jahren konnte im Januar 2011 das Normenwerk SIA 269 „Erhaltung von Tragwerken“ [4] in Kraft gesetzt werden. Die Gliederung der Normen zur Erhaltung von Tragwerken ist aus Bild 2

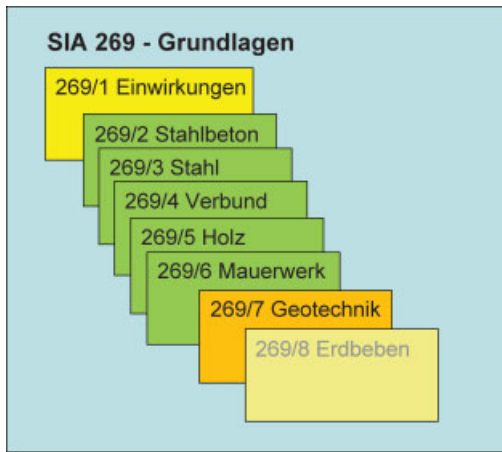


Bild 2. Gliederung des Normenwerks SIA 269 über die Erhaltung bestehender Tragwerke

Fig. 2. Overview on the SIA Codes 269 for the maintenance of existing structures

ersichtlich. Die Analogie mit den Normen für die Projektierung und den Bau von neuen Tragwerken ist leicht erkennbar. Die Basis wird mit der Grundlagennorm SIA 269 gelegt. Darauf aufbauend behandelt die Norm SIA 269/1 die Einwirkungen auf bestehende Tragwerke. Danach folgen die bauweissenspezifischen Normen SIA 269/2 bis SIA 269/6 über bestehende Tragwerke aus Stahlbeton, Stahl, Verbund, Holz und Mauerwerk sowie die Norm SIA 269/7 zu den wesentlichen Aspekten der Geotechnik. Die Erhaltung von Tragwerken bezüglich Erdbeben wird in der Norm SIA 269/8 behandelt, die 2012 veröffentlicht werden wird.

### 3.2 Norm SIA 269/3 Erhaltung bestehender Stahlbauten

Die bauweissenspezifische Norm SIA 269/3 [5] regelt die Belange der Erhaltung von Tragwerken aus Gusseisen, Eisen und Stahl als Bestandteile bestehender Bauwerke. Zunächst werden der Geltungsbereich der Norm festgelegt, die Fachausdrücke definiert und die Grundsätze festgehalten. Danach werden die Werkstoffe aus der Zeit vor 1956, d. h. Gusseisen, Schweißisen, Flusseisen und erster Flusstahl, bezeichnet und deren charakteristische Werte aufgeführt sowie die charakteristischen Werkstoffeigenschaften der Verbindungsmittel, d. h. Niete, alte Schrauben und erste Schweißverbindungen, festgelegt.

Im Kapitel über die Verbindungen werden Angaben zum Tragverhalten und den Tragwiderständen von Niet-, Schrauben- und Schweißverbindungen in bestehenden Tragwerken gemacht. Für die Tragwerksanalyse und die Nachweise der Tragsicherheit wird danach der aktualisierte Widerstandsbeiwert in Abhängigkeit des Werkstoffs und dessen Herstellungsjahres definiert, und es wird die Modellbildung früherer Tragwerke, vor allem aus genieteten Bauteilen, behandelt. Das gleiche Kapitel gibt Angaben über die Querschnittswiderstände, die Stabilität und die Ermüdung. Die Norm SIA 269/3 definiert Ermüdungskerbgruppen für genietete Konstruktionsdetails und fordert die Anwendung der Bruchmechanik für die Untersuchung der Tragfähigkeit eines Stahlbauteils mit einem Ermüdungsrisse und die Abschätzung des Intervalls von Zwischeninspektionen.

Das Kapitel über die Zustandserfassung am bestehenden Tragwerk enthält Angaben über Mängel und Schädigungen in bestehenden Stahltragwerken. Im letzten Kapitel über Erhaltungsmassnahmen werden die wesentlichen Aspekte der Überwachung, Instandsetzung und Veränderung von Niet-, Schrauben- und Schweißverbindungen sowie von ermüdungsbeanspruchten Details und des Korrosionsschutzes behandelt.

## 4 Grundsätze und Tätigkeiten

### 4.1 Ziele

Im Kapitel 2 „Grundsätze“ fordert die Norm SIA 269 einen Umgang mit bestehenden Tragwerken gemäß den Grundsätzen der nachhaltigen Entwicklung der Bauwerke. Diese Zielsetzung ist fundamental und selbstverständlich. Bei bestehenden Tragwerken werden die Grundsätze der nachhaltigen Entwicklung der Bauwerke berücksichtigt, indem das vorhandene Leistungsvermögen bestehender Tragwerke mit einer präzisen Überprüfung ermittelt und auch ausgeschöpft wird. In der Regel kann so durch eine Weiterverwendung bestehender Bausubstanz auf neue Nutzungsanforderungen und Bedürfnisse wirtschaftlich, umweltschonend und auch sozialverträglich reagiert werden.

In diesem Sinne kann die grundlegende Philosophie von *Robert Maillart*, „... Bauwerke, die den deutlichen Stempel äußerster Sparsamkeit tragen, ...“ [6] zu erstellen, als Einhalten der Grundsätze einer nachhaltigen Entwicklung gesehen werden. Denn es geht schließlich um den sparsamen Umgang mit bestehenden Bauwerken. Effizienz, d. h. sich auf das Wesentliche beschränken, ist eine grundlegende Anforderung und Qualität im Ingenieurwesen.

Beim Umgang mit bestehenden Tragwerken liegen die generellen Ziele darin, für eine vereinbarte weitere Nutzung und Nutzungsdauer:

- eine ausreichende Tragsicherheit zu garantieren
- die Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit des Tragwerks zu gewährleisten
- die kulturellen und materiellen Werte eines Bauwerks unter Berücksichtigung der Betriebs- und Erhaltungskosten zu bewahren.

Falls notwendig, sind Lösungen zu erarbeiten, um anhand von Erhaltungsmaßnahmen die Restnutzungsdauer bestehender Bauwerke und deren Tragwerke zu verlängern.

### 4.2 Übersicht über die Tätigkeiten und Fachausdrücke

Ein klares Gedankengebäude über die Tätigkeiten und eine korrekte Anwendung der Fachausdrücke sind eine wichtige Voraussetzung für eine fachgerechte Bauwerkserhaltung. Damit können auch die Leistungen und Verantwortlichkeiten der Beteiligten besser festgelegt werden. Das Bild 3 stellt den Aufbau der Kapitel der Norm SIA 269 dar und enthält die wesentlichen Fachausdrücke. In einem ersten Teil der Norm werden – wie in allen Normen üblich – der Geltungsbereich, die Verständigung (d. h. die Definition von Fachausdrücken und Bezeichnungen) und die Grundsätze festgelegt.

Danach werden die eigentlichen Grundlagen der Erhaltung bestehender Tragwerke normiert. Dabei werden die Anforderungen an bestehende Tragwerke, die Aktuali-

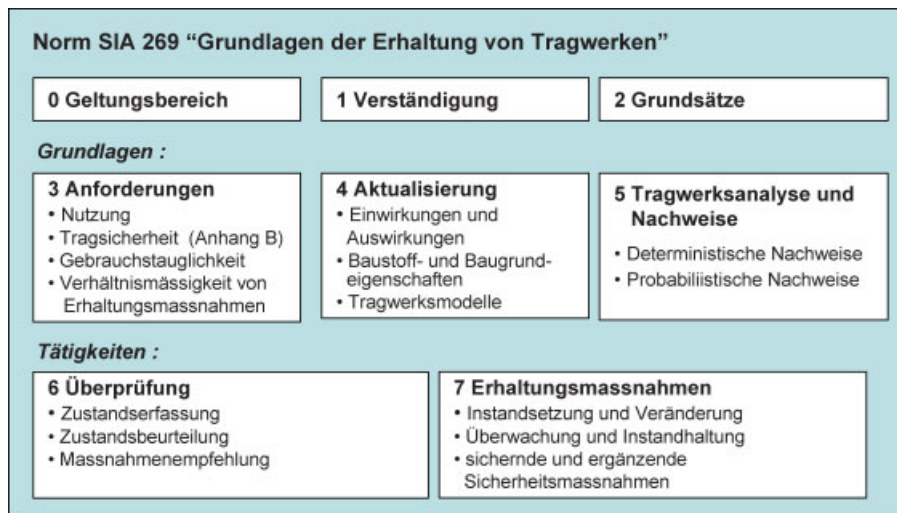


Bild 3. Aufbau der Norm SIA 269: Fachausdrücke, Grundlagen und Tätigkeiten

Fig. 3. Structure of the Code SIA 269: Terminology, bases and activities

sierung der verschiedenen Aspekte im Zusammenhang mit bestehenden Tragwerken sowie die Formate für die Nachweisführung festgelegt. Die Tätigkeiten der Erhaltung von Tragwerken lassen sich in zwei Haupttätigkeiten aufteilen: (1) die Überprüfung und (2) die Erhaltungsmaßnahmen. Diese beiden Haupttätigkeiten sind strikt auseinander zu halten.

Auf einzelne Fachausdrücke wird in den nachfolgenden Abschnitten detaillierter eingegangen. Die Anforderungen an bestehende Tragwerke werden im Abschnitt 5 behandelt.

### 4.3 Überprüfung

Der Schlüssel zu einer effizienten Bauwerkserhaltung ist die genaue Überprüfung des bestehenden Tragwerks. Die Überprüfung wird bei besonderem Anlass durchgeführt und hat zum Ziel, den Tragwerkszustand basierend auf den Ergebnissen der Überwachung und anhand vertiefter Untersuchungen festzustellen, zu analysieren und zu beurteilen sowie Empfehlungen für das weitere Vorgehen vorzuschlagen. Eine Veranlassung zu einer Überprüfung ist vor allem dann gegeben, wenn:

- eine Instandsetzung, eine Veränderung oder ein Ersatz des Bauwerks in Erwägung gezogen wird
- aufgrund der Überwachung, nach außergewöhnlichen Ereignissen oder aufgrund neuer Erkenntnisse, eine ungenügende Sicherheit vermutet wird oder
- eine wesentliche Nutzungsänderung vorgesehen ist.

Die Überprüfung erfolgt stufenweise mit zunehmender Vertiefung (Bild 4):

- Das Ziel der **generellen Überprüfung** ist, die maßgebenden Teile des Tragwerks zu erfassen. Für die generelle Überprüfung gibt die Norm SIA 269 die Grundsätze, das Vorgehen und die Anforderungen (z. B. betreffend Tragsicherheit) vor. Die Normen SIA 269/1 bis SIA 269/8 enthalten charakteristische, aktualisierte Werte für die Ermittlung der sogenannten Überprüfungswerte von Auswirkungen und Tragwiderständen. In Analogie zum Fachausdruck „Bemessungswert“ (Wert zur Bemessung eines neuen Tragwerks) in den Neubaunormen führt die Norm SIA 269 den Fachausdruck „Überprüfungswert“ (Wert zur Überprüfung eines bestehenden Tragwerks) ein.

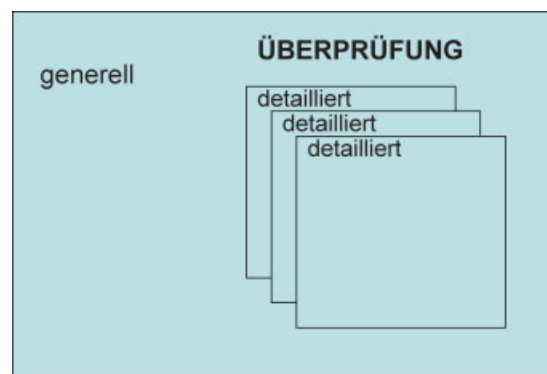


Bild 4. Generelle und detaillierte Überprüfung  
Fig. 4. General and detailed examination

- Die **detaillierte Überprüfung** beinhaltet weitergehende tragwerksspezifische Untersuchungen gemäß den Grundsätzen der Normen SIA 269 und SIA 269/1 bis SIA 269/8. In dieser zweiten oder weiteren Stufe werden die maßgebenden Tragwerksteile vertieft untersucht, wobei es dabei oft notwendig ist, neueste Erkenntnisse und neuartige Methoden anzuwenden.

### 4.4 Aktualisierung

Die Überprüfung eines bestehenden Tragwerks basiert auf der Aktualisierung von Gefährdungsbildern, Einwirkungen, Baustoff- und Baugrundeigenschaften, Tragwerksmodellen und geometrischen Größen sowie der Tragwiderstände und des Verformungsvermögens des Tragwerks und seiner Bauteile. Die Aktualisierung ist gemäß Definition in der Norm SIA 269 „ein Prozess, um vorhandene Kenntnisse durch neue Informationen zu ergänzen“.

Es ist also die Tatsache zu nutzen, dass das Tragwerk besteht, eine Vergangenheit aufweist und somit tragwerksspezifische Informationen gesammelt werden können. Die Aktualisierung ist von zentraler Bedeutung und erfordert einen mehr oder weniger großen Aufwand, der im Voraus meistens nicht absehbar ist. Wie detailliert eine Aktualisierung ausfallen wird, hängt von einer Gegenüberstellung des erhofften Gewinns an neuen Informationen mit dem (Kosten-)Aufwand ab.

## 4.5 Erhaltungsmaßnahmen

Bei den Erhaltungsmaßnahmen gemäß der Norm SIA 269 handelt es sich um betriebliche und bauliche Maßnahmen zur Einschränkung von Gefährdungen sowie zur Sicherstellung des Bestands und der materiellen und immateriellen Werte eines Bauwerks:

- Zu den betrieblichen Erhaltungsmaßnahmen gehören die Überwachung und die Instandhaltung. Diese werden regelmäßig ausgeführt und sind geplant. Eine systematische Überwachung ist aus Gründen der Sicherheit wichtig, insbesondere für Kunstbauten und für Tragwerke von Hoch- und Industriebauten mit einer Spannweite größer als etwa 10 m. Die Tätigkeiten der Überwachung und der Instandhaltung verfolgen einen vorwiegend präventiven Charakter. Sie werden zweckmäßigerweise gleichzeitig und nach objektspezifischen Plänen, dem Überwachungsplan und dem Unterhaltsplan, ausgeführt.
- Bei den baulichen Erhaltungsmaßnahmen ist zwischen der Instandsetzung und der Veränderung zu unterscheiden. Instandsetzungen sind unvorhergesehen und fallen in der Regel bei einem gewissen Schadenausmaß an. Eine Veränderung hingegen erfolgt hinsichtlich einer Änderung der Nutzung und ist aus der Sicht des Werkeigentümers eine Investition, um einen Mehrwert zu schaffen. Die Veränderung von Bauwerken beinhaltet insbesondere auch anspruchsvolle Aufgaben der Gestaltung von Bauwerken. Die Verbindung von bestehender Bausubstanz mit modernen Bauteilen kann zu interessanten Wechselwirkungen und neuartigen Lösungen führen (Bild 5). Dieser Aspekt der Erhaltung wird heute vielfach noch unterschätzt, indem beispielsweise noch wenige Wettbewerbe im Zusammenhang mit der Veränderung eines bestehenden Bauwerks durchgeführt werden.

## 4.6 Verhältnismäßigkeit

Ein wichtiger, neu in der Norm SIA 269 eingeführter und definierter Fachausdruck ist die Verhältnismäßigkeit. Die Verhältnismäßigkeit von Erhaltungsmaßnahmen wird anhand einer Gegenüberstellung von Aufwand und Nutzen von Erhaltungsmaßnahmen mit dem Ziel eines effizienten Mitteleinsatzes beurteilt. Dabei sind der Erhaltungswert (s. Abschnitt 4.7), das Maßnahmenkonzept, die Erfüllung der Erhaltungsziele (insbesondere der Anforderungen an die Tragsicherheit) und die Nutzung des Bauwerks während der Ausführung von Erhaltungsmaßnahmen in die Bewertung der Verhältnismäßigkeit mit einzubeziehen:

- Der Aufwand für Erhaltungsmaßnahmen kann in Kosten für die Erfüllung der Anforderungen an die Nutzung, Tragsicherheit und Gebrauchstauglichkeit eines Tragwerks ausgedrückt werden.
- Als Nutzen der Erhaltungsmaßnahmen werden der Gewinn an materiellen und kulturellen Werten sowie die Risikoreduktion durch die Herstellung der geforderten Tragsicherheit und Gebrauchstauglichkeit ausgewiesen.

Eine richtig durchgeführte Beurteilung der Verhältnismäßigkeit gewährleistet angepasste Erhaltungsmaßnahmen, d. h. übertriebene oder ungenügende Erhaltungsmaßnahmen mit entsprechenden unangenehmen Kostenfolgen werden vermieden. Für viele Bauingenieure ist die explizite Be-



*Bild 5. Lausanne, Schweiz: Bessières Brücke (1910) und St.-Martin Brücke (2007) für die Metro; im Hintergrund die Kathedrale und die Altstadt*

*Fig. 5. Lausanne, Switzerland: Bessières Bridge (1910) and St.-Martin Bridge (2007) for the metro; in the back: the cathedral and the old town*

urteilung der Verhältnismäßigkeit noch wenig gebräuchlich. Die Verhältnismäßigkeit ist jedoch ein in der Rechtsprechung gebräuchlicher Begriff. Er wurde in der Schweiz in letzter Zeit im Zusammenhang mit Rechts- und Haftungsfragen bei der Erdbebensicherheit von Gebäuden [7] oder bei der Sicherheit des Verkehrssystems Straße und dessen Kunstbauten [8] eingehend diskutiert.

## 4.7 Erhaltungswert

Für viele Bauingenieure, Bauwerkseigentümer und andere im Bereich der Erhaltung Beteiligte ist es heute noch wenig üblich, im Zusammenhang mit Bauwerken von Werten zu sprechen. Im Sinne einer ganzheitlichen Sichtweise ist es jedoch beim Umgang mit bestehenden Bauwerken wichtig, die Werte eines Bauwerks zu erkennen und diese bewusst zu berücksichtigen. Das Ziel der Bauwerkserhaltung besteht darin, die Werte eines Bauwerks zu bewahren. Dies ist insbesondere bei hohen wirtschaftlichen und kulturellen Werten sehr wichtig.

Gemäß der Definition in der Norm SIA 269 besteht der Erhaltungswert aus materiellen und kulturellen Werten eines Bauwerks.

Die materiellen Werte setzen sich aus folgenden Komponenten zusammen:

- Der funktionelle Wert eines Bauwerks wird anhand des Verkehrs-, Ertrags-, Nutzungs- oder Versicherungswerts bestimmt. Der funktionelle Wert ist durch den Werkeigentümer zu ermitteln.

- Die Abschätzung des wirtschaftlichen Werts eines Bauwerks beinhaltet neben den eigentlichen Investitionen in Erhaltungsmaßnahmen auch Kapital-, Instandhaltungs- und Betriebskosten sowie Kosten für den Rückbau.
- Der Nutzungswert eines Bauwerks beinhaltet die Gebrauchstauglichkeit, die Veränderbarkeit des Nutzungszustands (als Potential), gesetzliche und vertragliche Randbedingungen sowie die Betriebssicherheit.
- Der Wert der Bausubstanz ergibt sich aus der Art und dem Zustand des Bauwerks sowie dem Bedarf nach Erhaltungsmaßnahmen. Hinzu kommen die Entsorgung und Rezyklierbarkeit von Baustoffen beim Rückbau, der Energiebedarf im Betrieb, der Landbedarf sowie der Einfluss auf die Umgebung (Emissionen).

Die kulturellen Werte setzen sich aus folgenden Komponenten zusammen:

- Der Situationswert eines Bauwerks ergibt sich aus seiner Exposition und Wirkung auf die Umgebung als Raumbegrenzung oder markante Erscheinung, welche das Umfeld und die Identifikation des Orts prägen.
- Ein Bauwerk kann einen historisch-kulturellen Wert aufweisen, der aus seiner Stellung innerhalb der wirtschaftlichen, politischen oder sozialen Entwicklung einer Epoche resultiert, beispielsweise als markanter Repräsentant einer technischen Entwicklung oder durch seine Beziehung zu einem berühmten Erbauer. Bei historisch wertvollen Bauwerken gehört die originale Bausubstanz zum kulturellen Wert.
- Der ästhetische Wert eines Bauwerks ergibt sich aus seinem Erscheinungsbild, das durch die optische Beziehung zur Umgebung, die Formgebung und Struktur sowie die Oberflächenbeschaffenheit und Farbgebung bestimmt wird.
- Bauwerke können auch emotionale Werte beinhalten, mit der Zeit an Liebhaberwert gewinnen, als sozial-kulturelle Geste verstanden werden, zu einer speziellen gesellschaftlichen Stellung gelangen oder zur Wahrung einer Tradition beitragen.

Die Bewertung, vor allem von kulturellen Werten, kann nicht nach einem Schema oder einer Formel ablaufen, sondern erfordert Interpretation und Abwägung. Je nach Bauwerk sind neben dem Werkeigentümer und dem von ihm beauftragten Planer auch Benutzer, Behörden oder Fachstellen angesprochen oder involviert.

Das Ziel und die eigentliche Bedeutung der Ermittlung des Erhaltungswerts bestehen darin, sich über die Bedeutung des Bauwerks bewusst zu werden. Zudem soll möglichst früh ein Konsens über die Anforderungen bei allfälligen Erhaltungsmaßnahmen gefunden werden. Damit soll beispielsweise ein Bauwerk von hohem kulturellem Wert erkannt werden, um so zu vermeiden, dass es nicht unbesehen abgebrochen oder entstellt wird. Andererseits soll erkannt werden, weshalb ein wenig wertvolles Bauwerk abgebrochen werden kann zu Gunsten einer besseren Lösung.

## 5 Anforderungen an bestehende Tragwerke

### 5.1 Anforderungen an die Nutzung und weitere Nutzungsdauer

Die vorgesehene Nutzung und die weitere Nutzungsdauer werden vom Werkeigentümer festgelegt. Dabei werden ins-

besondere die Nutzlasten vereinbart. Es stellt sich die Frage, wie lange können Tragwerke genutzt werden? Datenbanken über Bauwerksbestände zeigen, dass das Durchschnittsalter der Bauwerke mit jedem Jahr zunimmt. Von einer Überalterung zu sprechen ist jedoch unbegründet, denn das Bauwerksalter (gerechnet als die Zeit seit dem Bau bis heute) ist nicht maßgebend. Entscheidend ist vielmehr, in welchem Zustand sich ein Tragwerk befindet und welche Leistungsfähigkeit es aufweist. Es ist eher angebracht, von einem äquivalenten Alter zu sprechen, das sich direkt aus dem Zustand und der Leistungsfähigkeit des Tragwerks ergibt (Bild 6). Außerdem ist es aus wirtschaftlichen und technischen Gründen weder möglich noch gerechtfertigt, Tragwerke zu ersetzen, welche eine früher mal vereinbarte Nutzungsdauer erreicht haben. Die in Normen für neue Tragwerke angegebene Nutzungsdauer von rund 100 Jahren ist als Richtwert zu verstehen, der eigentlich aussagt, dass eine lange, über mehrere Generationen dauernde Nutzung vorgesehen ist.

Es ist empfehlenswert, bei der Festlegung der Anforderungen an die weitere Nutzung eines bestehenden Tragwerks die weitere Nutzungsdauer gemäß drei Zeitfenstern zu vereinbaren (Bild 7):

- kurzfristige Restnutzungsdauer: Die Nutzung ist eindeutig definiert. Als kurzfristig kann die Zeitdauer ab heute bis in 20 oder 25 Jahre bezeichnet werden.
- mittelfristige Restnutzungsdauer: Die Nutzung kann nicht eindeutig, jedoch mit großer Wahrscheinlichkeit definiert werden. Als mittelfristig kann der Zeithorizont, von heute aus gesehen, ab etwa 25 Jahre bis in 50 bis 60 Jahre betrachtet werden.
- langfristige Restnutzungsdauer: Die Nutzung wird im Sinne einer langfristigen Perspektive festgelegt. Gemeint ist der Zeithorizont, der in etwa 50 Jahren beginnt und danach weitere 50 bis 100 Jahre dauern wird.



*Bild 6. Die seit 1859 in Betrieb stehende Bahnbrücke über den Rhein zwischen Koblenz (CH) und Waldshut (D) genügt auch den Anforderungen des künftigen Bahnverkehrs [9]. Nach der Ausführung von geringfügigen baulichen Erhaltungsmaßnahmen wird das Bauwerk wieder ein junges äquivalentes Alter aufweisen.*

*Fig. 6. The railway bridge over the Rhine between Koblenz (CH) and Waldshut (D) is in service since 1859. An examination showed that this bridge still fulfils the requirements of future traffic [9]. The bridge will have again a young equivalent age after minor construction interventions.*

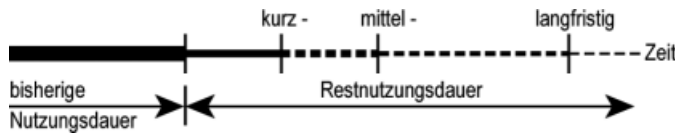


Bild 7. Einteilung der Restnutzungsdauer in drei Zeitfenster  
Fig. 7. Subdividing the remaining service life into three time domains

Die vereinbarte Nutzung und Restnutzungsdauer hängen von funktionellen und volkswirtschaftlichen Betrachtungen sowie von strategischen Zielen des Werkeigentümers ab. In gewissen Situationen ist es demnach sinnvoll, die technisch mögliche Nutzung und Nutzungsdauer nicht oder noch nicht auszuschöpfen. Beispielsweise kann es aus verkehrspolitischen Gründen Sinn machen, eine Lastbeschränkung auf einer Brücke bestehen zu lassen, obwohl die Brücke unbeschränkte Straßenlasten tragen könnte.

Folglich sollte bei einer Überprüfung immer die Frage nach der technisch maximal möglichen Leistungsfähigkeit und Nutzungsdauer gestellt und auch beantwortet werden. Ob der Werkeigentümer dies ausnutzen will oder nicht, hängt vorwiegend von seinen strategischen Zielen ab. Für den Werkeigentümer ist die Kenntnis allfälliger Reserven von großer Bedeutung, denn so kann er die Flexibilität und Anpassungsfähigkeit des Tragwerks an künftige Nutzungsanforderungen als Potential (und damit als materiellen Wert) feststellen.

## 5.2 Anforderungen an die Tragsicherheit

Die Gewährleistung einer genügenden Tragsicherheit beruht auf einer gesetzlichen und öffentlich-rechtlichen Verpflichtung, welche der Ingenieur als Berufsmann zu erfüllen hat. Somit sind die Angaben einer Norm die Tragsicherheit betreffend bindend und verpflichtend. Beim Nachweis der Tragsicherheit bestehender Tragwerke ist die Frage nach dem erforderlichen Sicherheitsniveau zentral. Wieviel Sicherheit ist bei einem gegebenen Gefährdungsbild erforderlich?

Ein Denken in Gefährdungsbildern ist eine Voraussetzung, um die Sicherheitsanforderungen zu definieren, die erforderliche Verfügbarkeit eines Bauwerks oder einer Anlage festzulegen sowie die Eintretenswahrscheinlichkeit und das Schadensausmaß eines Ereignisses abzuschätzen.

Die Norm SIA 269 legt das erforderliche Niveau der Tragsicherheit aufgrund der Akzeptanz eines Risikos für Personen, Sachgüter und Umwelt explizit fest. Es wird als Kollektivrisiko oder über den Zielwert des Zuverlässigkeitsindex als Maß für die annehmbare Versagenswahrscheinlichkeit ausgedrückt. Das erforderliche Niveau der Tragsicherheit wird mit den Methoden der Zuverlässigkeitstheorie ausgedrückt. Die gegebenen Zielwerte des Zuverlässigkeitsindex basieren auf den Angaben im Probabilistic Model Code [10] und entsprechen denjenigen Werten, die im Eurocode für neue Tragwerke festgelegt wurden. Das erforderliche Sicherheitsniveau bestehender und neu zu bauender Tragwerke ist somit gleich.

Gemäß der Norm SIA 269 sind die Gefährdungsbilder eines bestehenden Tragwerks im Sinne der Aktualisierung zu analysieren und daraus das jeweils erforderliche Niveau der Tragsicherheit explizit zu ermitteln. Dieses

Vorgehen ist vor allem bei außergewöhnlichen Einwirkungen und bei Ermüdung von großem Interesse oder gar erforderlich. Dieses Vorgehen ist im Ingenieurwesen grundlegend und wurde schon immer mehr oder weniger bewusst angewendet.

## 5.3 Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit

Im Gegensatz zur Tragsicherheit gelten die Angaben zu den Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit nur als Hinweis und Empfehlung. Es besteht grundsätzlich keine Verpflichtung, gewisse Richtwerte gemäß der Norm einzuhalten. Die Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit eines bestehenden Tragwerks sind folglich mit dem Werkeigentümer (und eventuell auch Benutzer) zu vereinbaren.

Bei der Überwachung und Überprüfung eines bestehenden Tragwerks wird die vorhandene Gebrauchstauglichkeit erfasst und bewertet. Bei der Zustandserfassung werden also aufgrund des Verhaltens des Tragwerks Verformungen, Verschiebungen oder das Schwingungsverhalten beschrieben, mit den Anforderungen verglichen und daraus geschlossen, ob das Tragwerksverhalten annehmbar ist. Fundamental ist, dass sich das bestehende Tragwerk im Gebrauchszustand unter Einwirkungen aus der Nutzung oder unter klimatischen Einwirkungen elastisch zu verhalten hat. Diese Bedingung ist bei einem rechnerischen Nachweis zu erfüllen.

## 5.4 Verhältnismäßigkeit von sicherheitsbezogenen Erhaltungsmaßnahmen

Die Norm SIA 269 führt die risikobasierte Sicherheitsbetrachtung ein, indem die Anforderung an die Tragsicherheit durch den Zielwert des Zuverlässigkeitsindex oder durch das Individualrisiko festgelegt wird. Damit im Zusammenhang steht die Beurteilung der Verhältnismäßigkeit von sicherheitsbezogenen Erhaltungsmaßnahmen, die aufgrund ihrer Maßnahmeneffizienz beurteilt wird.

Die Maßnahmeneffizienz wird in der Norm SIA 269 definiert als Effizienz von sicherheitsbezogenen Erhaltungsmaßnahmen, ausgedrückt als Quotient von Risikoreduktion und Sicherheitskosten:

- Die Risikoreduktion ist gleich der Differenz der Eintretenswahrscheinlichkeit eines Ereignisses vor und nach der Ausführung der sicherheitsbezogenen Erhaltungsmaßnahme, multipliziert mit der Schadensgröße. Die Schadensgröße kann dabei als jährlich gerettete Menschenleben und jährlich vermiedene Schäden an Sachgüter oder an der Umwelt formuliert werden.
- Die Sicherheitskosten sind diejenigen Kosten, die der eigentlichen Sicherung des Tragwerks angelastet werden und nicht auf andere Anforderungen, wie z. B. ohnehin notwendige Instandsetzungen und Veränderungen, abgewälzt werden können.

Beide Größen werden als diskontierte, jährliche monetäre Werte über die Restnutzungsdauer formuliert. Dazu gibt die Norm SIA 269 einen Richtwert für den realen Zinssatz von 2 % an. Dieser Zinssatz wird vor allem für langfristig genutzte, öffentliche Infrastrukturbauwerke als angemessen erachtet. Er kann je nach den strategischen Zie-

len des Werkeigentümers hinsichtlich der Rentabilität seines Bauwerks (z. B. im Hochbau) auch höher liegen.

Erhaltungsmaßnahmen sind verhältnismäßig, falls deren Nutzen größer ist als der Aufwand für deren Umsetzung:

- Dies bedeutet, dass verhältnismäßige sicherheitsrelevante Erhaltungsmaßnahmen umzusetzen sind, denn bei sicherheitsbezogenen Erhaltungsmaßnahmen müssen die normativen und gesetzlichen Anforderungen an die Sicherheit, im speziellen an die Tragsicherheit, immer erfüllt werden.
- Andererseits, und falls Erhaltungsmaßnahmen als nicht verhältnismäßig gelten, sind die Nutzungsanforderungen zu überdenken, oder es ist das Maßnahmenprojekt zu überarbeiten. Ist danach die Verhältnismäßigkeit der Erhaltungsmaßnahmen weiterhin nicht ausgewiesen, ist der Verzicht auf die Erhaltungsmaßnahmen zu prüfen. Die Gefährdung kann als annehmbar eingestuft werden.

## 6 Anwendungen

Wie andere Normen beinhalten die Normen der Reihe SIA 269 Erkenntnisse, Kennwerte und Vorgehensweisen, die sich über die letzten Jahre bereits als Regeln der Baukunde bewährt haben. Erfahrungen aus dem bisherigen Umgang mit bestehenden Bauwerken beeinflussten so die Erarbeitung der Normenreihe SIA 269. Die folgenden Anwendungen, bei denen der Autor beteiligt war, zeigen somit beispielhaft auf, wie die Grundsätze der Normenreihe SIA 269 beim Umgang mit bestehenden Tragwerken umgesetzt werden können. Alle behandelten Stahlbauten befinden sich in der Schweiz und sind von hohem kulturellem Wert.

### 6.1 Genietete Bahnbrücken

In der Veröffentlichung [9] über den Umgang mit genieteten Bahnbrücken von hohem kulturellem Wert wurden drei Anwendungsbeispiele beschrieben, bei denen aktualisierte Bahnlastmodelle und Angaben zur Ermüdung und Tragfähigkeit von genieteten Tragwerken verwendet wurden, wie sie heute in der Normenreihe SIA 269 festgelegt sind. Ein Beispiel betrifft ein Monitoring durch permanente Messungen an ausgewählten Tragwerksstellen. Alle Beispiele zeigen, dass auch bei zunehmenden Bahnlasten genietete Bahnbrücken aus dem 19. Jahrhundert bei einem verhältnismäßigen Aufwand an Erhaltungsmaßnahmen weiterverwendet und so kulturelle und materielle Werte bewahrt werden können. Die Interessen von Bahnunternehmen und Denkmalschutz konnten in Übereinstimmung gebracht werden.

### 6.2 Straßenbrücke über das Schwarzwasser

Die Straßenbrücke überwindet als Hochbrücke mit einem Bogen einer Spannweite von 114 m das tief eingeschnittene Flusstal der Schwarzwasser in der Höhe der angrenzenden Plateaus (Bild 8). Die genietete Schweißeisenkonstruktion ist Bestandteil einer Kantonsstraße südlich von Bern und wurde 1882 vom Ingenieur Röthlisberger entworfen und von der Firma Gebrüder Ott & Cie aus Bern gebaut.

Die Schwarzwasserbrücke gehört zu den wichtigsten Bogenbrücken der Schweiz. Die filigrane Eisenkonstruktion ist schlicht, funktional und in ihrer Form logisch. Die Lage hoch über dem Fluss verstärkt den Eindruck von Schlankheit und Kühnheit. Die Brücke ergibt einen interessanten Einblick in die Ingenieurbaukunst des 19. Jahrhunderts.

Aufgrund neuer Anforderungen des Straßenverkehrs wurde 2003 eine Überprüfung des genieteten Tragwerks im Hinblick auf die künftigen Straßenlasten durchgeführt unter Anwendung der Kenntnisse über genietete Tragwerke,

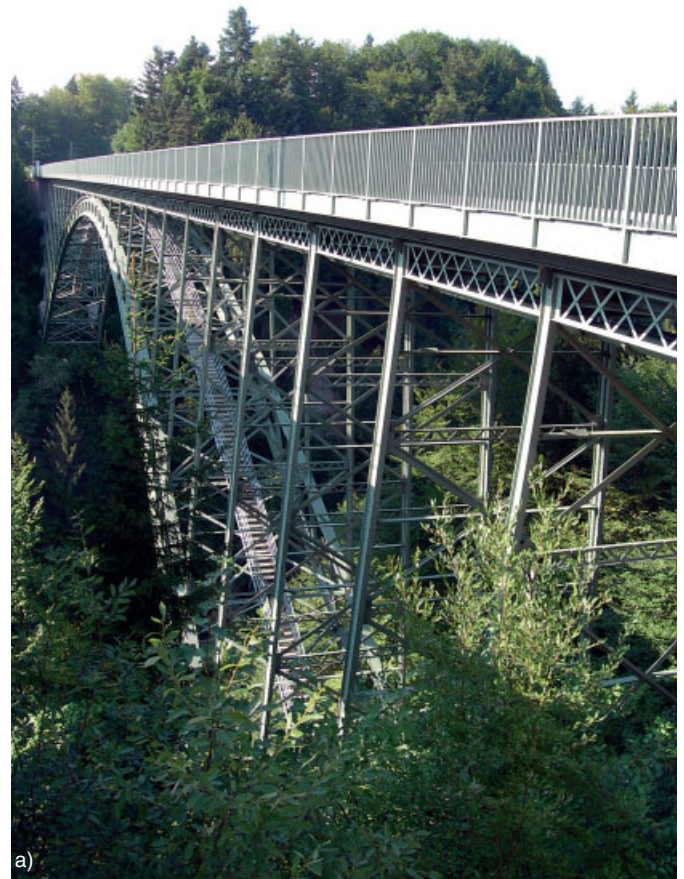


Bild 8. Schwarzwasserbrücke südlich von Bern: a) Ansicht, b) Einbau der neuen Fahrbahnplattenelemente  
Fig. 8. Schwarzwasser Bridge south of Bern: a) side view, b) construction of the new deck slab elements



wie sie heute in der Norm SIA 269/3 festgelegt sind. Außerdem musste die Brückenfahrbahn im Hinblick auf die künftigen Anforderungen des Straßenverkehrs verbreitert werden.

Die Überprüfung zeigte, dass die bestehende Fahrbahnplatte eine ungenügende Tragfähigkeit und Korrosionsschäden aufwies. Hingegen konnte für die Nietkonstruktion (mit Ausnahme einzelner Bereiche des Bogens) eine genügende Tragsicherheit nachgewiesen werden unter der Bedingung, dass das Eigengewicht der neuen Fahrbahnplatte im Vergleich zur bestehenden Platte nicht erhöht wird. Für den Ersatz der Fahrbahnplatte konnte die Brücke während zwei Monaten gesperrt werden.

Diese Bedingungen konnten mit Stahlbetonfertigteilelementen eingehalten werden, welche auf die bestehenden vier Fahrbahnträger aus Walzprofilen aufgelegt und mit diesen verbunden wurden, um so einen leichten Plattenbalken in Verbundbauweise herzustellen. Dazu wurde ein Stahlblech mit aufgeschweißten Verbunddübeln in die Schalung der neuen Betonelemente eingelegt und einbetoniert, so dass die vorgefertigten Plattenelemente das Verbundmittel bereits enthielten. Auf der Baustelle wurde dann mit einer Längsschweißnaht der Verbund zwischen dem Blech im vorgefertigten Element und dem Oberflansch des Fahrbahnträgers hergestellt, nachdem die Fahrbahnplattenelemente in den Querfugen verklebt und mit Litzen zusammengespannt wurden. Durch diese Bauweise entstand auch eine rissfreie Fahrbahnplatte.

Der Ersatz der Fahrbahn über die gesamte Brückenspanne von 170 m erfolgte im Sommer 2005 in nur sechs Wochen. An der Nietkonstruktion mussten an einzelnen Stäben des Bogens im Bereich der Kämpfer Knickverstärkungen angebracht werden. Die Baukosten waren deutlich geringer als die geschätzten Kosten für einen Neubau.

### 6.3 Bessières Straßenbrücke

Die im Jahr 1910 eröffnete Bessières-Brücke überquert das Flon-Tal in der Stadtmitte von Lausanne. Sie wurde von den Ateliers de Construction Mécaniques in Vevey in Zusammenarbeit mit dem Architekten *Eugène Jost* entworfen und gebaut. Die genietete Stahlkonstruktion besteht aus fünf Bogenträgern mit einer Spannweite von 80 m, die sich auf Pfeilern aus massivem Natursteinmauerwerk abstützen. Die Brücke ist ein markantes Bauwerk im Stadtbild von Lausanne und steht unter Denkmalschutz.

Im Jahr 1972 wurde eine Fahrbahnplatte aus vorgefertigten Betonelementen eingebaut und über Schubdübel mit der Stahlkonstruktion verbunden. Ende der 1990er Jahre wurden entlang der Grenzschicht zwischen Beton und Stahlkonstruktion der äußeren Träger Korrosionserscheinungen festgestellt, die auf eine schadhafte Abdichtung der Fahrbahnplatte hinwiesen. Andere Schäden betrafen die Bewehrungskorrosion der Konsolköpfe der Fahrbahnplatte sowie undichte Fahrbahnübergänge. Eine daraufhin durchgeführte Überprüfung der Brücke ergab eine genügende Tragsicherheit für heutigen und künftigen Verkehr. Der Eingriff konnte sich somit auf die Wiederherstellung und Verbesserung der Dauerhaftigkeit begrenzen.

In den Jahren 2003 und 2004 wurden neue Konsolköpfe und Fahrbahnübergänge sowie ein neues Belags-



*Bild 9. Bessières Brücke in Lausanne nach der Instandsetzung*

*Fig. 9. Bessières Bridge in Lausanne after rehabilitation*

Abdichtungs-System für die Fahrbahnplatte eingebaut, der Korrosionsschutz vollständig erneuert und das Brückengeländer durch ein neu gestaltetes, höheres Geländer ersetzt. Diese baulichen Eingriffe wurden derart gestaltet, dass der Charakter des ursprünglichen Erscheinungsbilds der Brücke wieder hergestellt werden konnte (Bild 9). Mit der tiefer liegenden, 2009 in Betrieb gegangenen Betonbrücke für die Metro ergibt sich ein originelles Gesamtbild (Bild 5).

### 6.4 Hauptgebäude des BASPO

Das Hauptgebäude des Schweizer Bundesamts für Sport (BASPO) hoch über dem Bielersee wurde 1968 bis 1970 nach den Plänen des in der Schweiz bekannten Architekten *Max Schlup* gebaut. Talseitig tritt der Stahlskelettbau als viergeschossiger Gebäudekörper hervor mit einer Dachfläche, die als Aussichtsterrasse begehbar ist. Etwas zurückgesetzt befindet sich auf der Dachfläche auch ein zweigeschossiger rechteckiger Aufbau mit der Aula und der Bibliothek. Die geschickte Ausnutzung des Terrains, die rostfarbenen Fassaden aus wetterfestem Stahl und die dunklen Fensterscheiben charakterisieren das Gebäude und passen es gut in die Umgebung ein. Das Gebäude ist von hoher architektonischer Qualität und denkmalgeschützt.

Nach 40 Jahren Nutzung war eine Gesamterneuerung des Gebäudes notwendig. Die Räume mussten den veränderten Bedürfnissen angepasst, die Lichtverhältnisse verbessert und die Haustechnikanlagen ersetzt werden. Die Wärmeisolation musste erneuert und verbessert werden, um dem Minergie-Standard (für wenig Energie konsumierende Gebäude) zu genügen. Das Gebäude konnte in seiner Form erhalten werden. Die Stahlkonstruktion konnte weiterverwendet und wo notwendig ertüchtigt werden.

Die Fassadenelemente aus wetterfestem Stahl wurden nicht – wie üblich – durch neue Fassadenelemente aus einem anderen Material ersetzt, sondern erhalten. Die Zustandsaufnahme ergab einen nur geringfügigen Materialabtrag der Fassadenbleche, und nur vereinzelte Stellen mit einer mangelhaften konstruktiven Ausbildung waren ständig feucht und zeigten entsprechend eine Lochfraßkorro-



Bild 10. Hauptgebäude des BASPO in Magglingen  
Fig. 10. BASPO main building at Magglingen

sion. Die Wärmeisolation der Gebäudehülle wurde verbessert, indem im Gebäudeinnern eine Isolierverglasung eingebaut wurde. Die ursprünglichen Elemente aus wetterfestem Stahl konnten so erhalten werden und weisen nun eine rein gestalterische Funktion auf. Das Erscheinungsbild des heute modernsten Anforderungen genügenden Gebäudes konnte so erhalten werden (Bild 10).

## 7 Folgerungen

Mit der Normenreihe SIA 269 stellt der Schweizerische Ingenieur- und Architektenverein seinen Mitgliedern ein Hilfsmittel zur Verfügung, das den Umgang mit bestehenden Tragwerken wesentlich verbessern wird. Der oft zu lesende Vermerk „nach den heute gültigen Normen“ meint nun eindeutig die Normenreihe SIA 269.

Die Normenreihe SIA 269 wird zu günstigen Bedingungen beitragen, die eine auf Nachhaltigkeit ausgerichtete Entwicklung des Bauens in der Schweiz fördert und dabei die Kreativität der Ingenieure herausfordert und auch ermöglicht. Die Leistungen der Ingenieure werden verbessert, indem die Erhaltungsmaßnahmen minimiert werden. Diese Effizienzsteigerung ist im Bereich der Erhaltung, wo die Bandbreite der Erhaltungsmaßnahmen von Nichtstun bis Ersatzbau reichen kann, von sehr großer Bedeutung, insbesondere aus volkswirtschaftlicher Sicht.

Die Normenreihe SIA 269 hat eine Vorreiterrolle inne. Ähnliche Normen sind in anderen Bereichen der bestehenden Bauwerke dringend notwendig, vor allem in Bereichen, welche die Personensicherheit (z. B. Brand, Anprall, Abschränkungen) betreffen. Denn die Erfüllung der Anforderungen an die Sicherheit gestaltet sich bei bestehenden Bauwerken wesentlich schwieriger als im Neubau,

wo die Normanforderungen vergleichsweise einfach umgesetzt werden können. Normen für bestehende Bauwerke wären auch im Bereich der Energie und Haustechnik notwendig, denn es macht nicht immer Sinn, Anforderungen, die für den Neubau gelten, streng auf bestehende Bauwerke umzusetzen.

## Dank

Die Erarbeitung von Normen ist immer ein Gemeinschaftswerk vieler Personen. Der Autor bedankt sich bei den Sachbearbeitern, allen Personen, die sich an den Vernehmlassungen beteiligt haben sowie seinen Kollegen der Projektleitung Dr. *Paul Lüchinger*, *Thomas Lang*, Dr. *Peter Ritz* und Prof. *Thomas Vogel*.

## Literatur

- [1] Norm SIA 469 (1997): Erhaltung von Bauwerken. SIA – Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, Zürich.
- [2] Tragwerksnormen 1892–1956, Eine Sammlung der in der Schweiz zwischen 1892–1956 erlassenen Verordnungen, Vorschriften und Normen für Tragwerke aus Stahl, Beton, Mauerwerk und Holz, herausgegeben vom Schweizerischen Ingenieur- und Architektenverein SIA, Zürich, 1994.
- [3] ISO-Norm ISO/CD 13822 (1999): Bases for design of structures – Assessment of existing structures.
- [4] Normenreihe SIA 269 (2011): Erhaltung von Tragwerken. SIA – Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, Zürich.
- [5] Norm SIA 269/3 (2011): Erhaltung von Tragwerken – Stahlbau. SIA – Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, Zürich.
- [6] *Maillart, R.*: Leichte Eisenbetonbrücken in der Schweiz. Bauingenieur 12 (1931), Heft 10, S. 165–171.
- [7] SIA Dokumentation D0227: Erdbebensicherheit von Gebäuden – Rechts- und Haftungsfragen. Referate der Fachtagung vom 5. September 2008, Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein SIA Zürich, 2008.
- [8] *Güntherich, A., Emch, D., Walpen, A., Graf, C.*: Rechtliche Aspekte eines risiko- und effizienzbasierten Sicherheitskonzepts. Forschungsauftrag AGB 2005/106, VSS Bericht 622, VSS Zürich, Dezember 2009.
- [9] *Brühwiler, E., Hirt, M. A.*: Umgang mit genieteten Bahnbrücken. Stahlbau, 79 (2010), H. 3, S. 209–219.
- [10] Probabilistic Model Code for design and assessment of structures, Joint Committee on Structural Safety (JCSS), Zürich, 2001. [www.jcss.ethz.ch](http://www.jcss.ethz.ch).

## Autor dieses Beitrages:

Prof. Dr. sc. techn. Eugen Brühwiler,  
Lehrstuhl für Erhaltung und Sicherheit von Bauwerken,  
Eidgenössische Technische Hochschule Lausanne (EPFL),  
Station 18, CH – 1015 Lausanne, Schweiz,  
[eugen.bruehwiler@epfl.ch](mailto:eugen.bruehwiler@epfl.ch)