

## Inhalt

		7.1.1 Allgemein .....	20
		7.1.2 Einführung .....	20
		7.1.3 Grenzzustandsfunktion .....	21
Danksagung .....	7	7.1.4 Sicherheitsindex .....	22
		7.1.5 Zufallsvariablen .....	23
1 Einleitung .....	7	7.1.6 Stochastisches Modell der Einwirkungen .....	23
2 Projektziel .....	7	7.1.7 Stochastisches Modell der Widerstände .....	26
3 Definitionen .....	8	7.1.8 Modellunsicherheiten .....	27
4 Überwachung und Prüfung von Ingenieurbauwerken .....	9	7.1.9 Lösungsverfahren – numerische Integrationsverfahren .....	28
5 Analyse verfügbarer Monitoring- systeme zur Abschätzung der Tragfähigkeit und Restnutzungs- dauer .....	10	7.2 Ermittlung der Schädigungssumme und Nutzungsdauer infolge Material- ermüdung .....	30
5.1 Struktur von Monitoringsystemen .....	10	7.2.1 Allgemeines .....	30
5.1.1 Lokales Monitoringsystem .....	10	7.2.2 Beanspruchungskollektive .....	31
5.1.2 Globales Monitoringsystem .....	11	7.2.3 Ermüdungsfestigkeit .....	31
5.2 Verfahrensablauf globaler Monitoringsysteme .....	13	7.2.4 Schadensakkumulation .....	31
5.3 Beschreibung von Schädigungen bestehender Brücken .....	14		
5.3.1 Kennwerte von Schädigungen .....	14	8 Ausgewählte Probleme im Rahmen der Konzeptentwicklung .....	32
5.3.2 Einsatz von Monitoringsystemen zur Be- wertung von Schädigungen und folgend der Tragfähigkeit von Brücken .....	15	8.1 Schädigungsprognosen für Beton und Stahlbetontragwerke .....	32
6 Konzeptentwicklung für Monitoring- systeme zur Bewertung von Trag- fähigkeit und Restnutzungsdauer bestehender Brücken .....	16	8.2 Systemidentifikation .....	33
6.1 Allgemeines .....	16	8.2.1 Allgemeines .....	33
6.2 Versagen durch Übergang des Trag- werkes in einen Bruchzustand .....	17	8.2.2 Ungeschädigtes Tragwerk .....	34
6.3 Versagen durch Materialermüdung ...	18	8.2.3 Geschädigtes Tragwerk (Feld) .....	35
6.4 Quantifizierte, aber unscharfe Aussagen .....	18	8.2.4 Geschädigtes Tragwerk (Stütze) .....	36
7 Grundlagen der Konzept- entwicklung .....	20	8.3 Modelle für geschädigte Tragsysteme .....	36
7.1 Probabilistische Ermittlung von Zu- verlässigkeitsindex und Versagens- wahrscheinlichkeit .....	20	8.3.1 Ungeschädigtes Tragsystem .....	37
		8.3.2 Geschädigtes Tragsystem (Feld) .....	38
		8.3.3 Geschädigtes Tragsystem (Stütze) ...	39
		8.4 Interaktion geschädigte Systeme – Beanspruchungen infolge Verkehrs ...	41
		8.4.1 Grundlagen der stochastischen Beschreibung von Beanspruchungen aus Verkehr .....	41
		8.4.2 Aktueller und angenommener zukünftiger Verkehr .....	41
		8.4.3 Auswirkungen von Schädigungen auf den Kennwertverlauf eines Einzelfahr- zeuges .....	43

8.4.4	Ermittlung von charakteristischen Werten der Verkehrsbeanspruchungen .....	44	9.6.1	Tragsystemmodell .....	64
8.4.5	Ableitung von stochastischen Beschreibungen .....	45	9.6.2	Daten des aktuellen Verkehrs .....	65
8.5	Anforderungen an Tragsystemmodelle .....	52	9.6.3	Stochastische Beschreibung von Beanspruchungen aus Verkehr .....	65
8.5.1	Vorgehensweise .....	52	9.6.4	Ermittlung von Beanspruchungskollektiven aus Verkehr – Materialermüdung .....	66
8.5.2	Modellbeschreibung .....	53	9.6.5	Berechnung der Versagenswahrscheinlichkeiten, Sicherheitsindices ...	67
8.5.3	Genauigkeitsklassen unterschiedlicher FE-Modelle .....	54	9.6.6	Ermittlung der Schädigungssummen und Restnutzungsdauern .....	71
9	<b>Das Monitoringsystem zur Bewertung von Tragfähigkeit und Restnutzungsdauer bestehender Brücken</b> .....	56	10	<b>Leitfaden zur Ausschreibung eines Monitoringsystems zur Bewertung von Tragfähigkeit und Restnutzungsdauer bestehender Brücken</b> .....	72
9.1	Ein Überblick .....	56	10.1	Bestandteile des Monitoringsystems ...	72
9.2	Anwendungsbereich .....	58	10.2	Leistungsbeschreibung .....	73
9.3	Auswahl des Messequipments .....	58	11	<b>Korrelation zu Nachrechnungs- und Erhaltungssystemen</b> .....	74
9.4	Tragsysteme – Schädigungsprognosemodelle .....	58	11.1	Monitoringbasierte Nachrechnung ....	74
9.4.1	Initiales Tragsystem ( $T_{t0}$ ) .....	58	11.2	Das Monitoringkonzept und das BMS der BAST .....	75
9.4.2	Update des Tragsystemmodells ( $T_{t1}$ bis $T_{tn-1}$ ) .....	58	12	<b>Zielstellung und Ergebnis – ein Quervergleich</b> .....	75
9.4.3	Tragsystem mit Schädigungen, die zum Bruch durch Überlast führen ( $T_{tn}$ ) ....	59	12.1	Zielstellung nach Kapitel 2 .....	75
9.5	Auswertemodule .....	59	12.2	Ergebnis am Projektende .....	75
9.5.1	Daten des objektbezogenen Verkehrs .....	59	13	<b>Literatur</b> .....	76
9.5.2	Stochastische Beschreibung von Beanspruchungen infolge objektbezogenen Verkehrs .....	61			
9.5.3	Ermittlung von Beanspruchungskollektiven aus Verkehr .....	61			
9.5.4	Stochastische Beschreibung der Widerstände .....	62			
9.5.5	Zuverlässigkeitsindex und Versagenswahrscheinlichkeit für ein Biegeversagen aus identifiziertem Tragwerksmodell .....	63			
9.5.6	Schädigungssumme und Restnutzungsdauer .....	64			
9.6	Exemplarische Teilergebnisse für die gewählte Beispielbrücke .....	64			
				<b>Anhang</b>	
				A	Analyse Schadenskatalog Hauptbauteil Überbau aus Stahlbeton und Spannbeton
				B	Prinzipieller Ablauf bei Monitoringsystemen
				C	Ein kennwertbezogenes Monitoring-System für Brücken – Grundlagen und praktische Empfehlungen
					Die Anhänge zum Bericht sind im elektronischen BAST-Archiv ELBA unter:
					<a href="http://bast.opus.hbz-nrw.de">http://bast.opus.hbz-nrw.de</a> abrufbar