

Versuchsgrenzlastindikatoren bei Belastungsversuchen

Entwicklung und Erprobung von Versuchsgrenzlastindikatoren bei der experimentellen Tragfähigkeitsanalyse bestehender Hochbaukonstruktionen mit geringem Ankündigungsverhalten

Anlass/ Ausgangslage

Die Bewertung der Tragsicherheit von bestehenden Gebäuden ist aufgrund fehlender Bestandsunterlagen oder nach heutigen Maßstäben unzureichender Konstruktionen oft nicht auf rechnerischem Wege durchführbar. In solchen Fällen können Probelastungen ein hilfreiches Mittel sein die Tragsicherheit experimentell nachzuweisen.

Tragwerke mit geringem Ankündigungsverhalten sind bisher für die Anwendung der Probelastung nahezu ausgeschlossen, haben jedoch einen großen Anteil am Gesamtbestand von Massivbaukonstruktionen.

Gegenstand des Forschungsvorhabens

Im ersten Arbeitsschritt des Forschungsvorhabens wurden die bekannten Versagensmechanismen von Massivbaukonstruktionen (speziell Bauteile ohne Querkraftbewehrung und vorgespannte Bauteile) hinsichtlich ihres Ankündigungsverhaltens analysiert und bewertet. Besonderes Augenmerk wurde dabei auf möglichst allgemeingültige Identifikationsmerkmale gelegt, welche schon bei geringen Strukturveränderungen mit den vorweg beschriebenen messtechnischen Verfahren erfasst werden können.

Parallel dazu erfolgte die Anpassung und aufgabenspezifische Entwicklung der für die Aufgabe ausgewählten Messverfahren (Photogrammetrie, Schallemissionsanalyse und abschnittsweise Verformungsmessung). Alle Messverfahren sind grundsätzlich für die flächenhafte Messung von kleinsten Strukturveränderungen geeignet. Jedoch waren die Verfahren auf die zu untersuchende Problemstellung zu adaptieren. Dies betraf insbesondere die Fragen der Messbereiche, der erforderlichen Auflösung sowie der Auswertungssoftware, welche die notwendigen Informationen verdichtet und zu Bewertungskriterien hocharbeitet.

Um die Funktionsfähigkeit und Leistungsfähigkeit der adaptierten Messverfahren zu erproben und die theoretischen Vorüberlegungen zu verifizieren, wurden zunächst Tastversuche durchgeführt. Für die Vorversuche wurden vornehmlich Dehnkörper verwendet, da hier die möglichen Rissbildungs- und Versagensbereiche gleichmäßig über den gesamten Probekörper verteilt sind und damit nur von den unbekanntem Streuungen der Materialeigenschaften abhängen. Darüber hinaus liegen aufgrund der einheitlichen Oberfläche gute Beobachtungsbedingungen vor.

Die in den, in der Literatur recherchierten Versuchen, beobachteten allgemeinen Schädigungs- und Versagensmuster wurden bewertet, insbesondere hinsichtlich ihrer Allgemeingültigkeit, der messtechnischen Erfassbarkeit und ihrer Auftretenswahrscheinlichkeit auf niedrigem Schädigungslevel. In geeigneten Fällen wurden daraus Versuchsgrenzlastindikatoren abgeleitet, welche das Auftreten nicht tolerierbarer Schädigungen während eines Belastungsversuches sicher ausschließen. Außerdem mussten die für die praktische Anwendung

erforderlichen Anforderungen an die Auswertungssoftware definiert und deren Umsetzbarkeit geprüft werden.

Im nächsten Schritt wurden die zuvor abgeleiteten Indikatoren im Labor an typischen Bauteilen, d. h. an Bauteilen ohne Querkraftbewehrung und an Spannbetonbauteilen überprüft und verifiziert bzw. entsprechend modifiziert. Dazu wurden Versuche an Stahl- und Spannbetonbalken in Originalgröße durchgeführt, da Schädigungs- und Versagensprozesse an Bauteilen im Modellmaßstab bzw. an einzelnen Bauteilabschnitten nicht ausreichend realitätsgetreu abgebildet werden können.

Die Ergebnisse des Vorhabens wurden im Abschlussbericht zusammengefasst und bewertet. Speziell wird dabei auf Eignung und Anwendungsbedingungen der verwendeten Messverfahren und der entwickelten Indikatoren eingegangen. Abschließend werden die notwendigen Forschungsschritte definiert, deren Ziel die praktische Anwendbarkeit der Indikatoren und Bewertungskriterien bei Belastungsversuchen in-situ sein soll. Diese Praxistauglichkeit soll im bereits beantragten Folgevorhaben erreicht werden.

Fazit

Die Detektion kleinster Strukturveränderung mit Hilfe der gewählten Messverfahren Photogrammetrie, Schallemission und abschnittsweise Verformungsmessung ist möglich und in Laborversuchen nachgewiesen worden. Lokal erhöhte Dehnungen sind eindeutig vor der Makrorissbildung messbar und somit ist eine Schädigung bereits auf sehr geringem Niveau erkennbar.

Die Recherchen zum Schubtragverhalten haben nicht nur mögliche Kriterien für die Definition der Versuchsgrenzlast ermöglicht, sondern führten auch dazu, dass durch die Bewertung bestimmter Einflussfaktoren ein Schubversagen für viele typische Hochbaukonstruktionen bereits vor dem Versuch ausgeschlossen werden kann.

Eckdaten

Kurztitel: Versuchsgrenzlastindikatoren bei Belastungsversuchen

Forscher / Projektleitung: Dipl.-Ing. Gregor Schacht,
Dipl.-Wirtsch.-Ing. Robert Koschitzki,
Prof. Dr.-Ing. Guido Bolle,
Univ.-Prof. Dr. habil. Hans-Gerd Maas,
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Steffen Marx

Projektleiter: Univ.-Prof. Dr.-Ing. Steffen Marx

Gesamtkosten: 378.100,00 €
Anteil Bundeszuschuss: 229.000,00 €

Projektlaufzeit: bis 31. August 2011

BILDER/ ABBILDUNGEN:



Bild 1: Probekörper für die Untersuchung geeigneter Oberflächenstrukturierungen und zur Detektion von lokal erhöhten Dehnungen

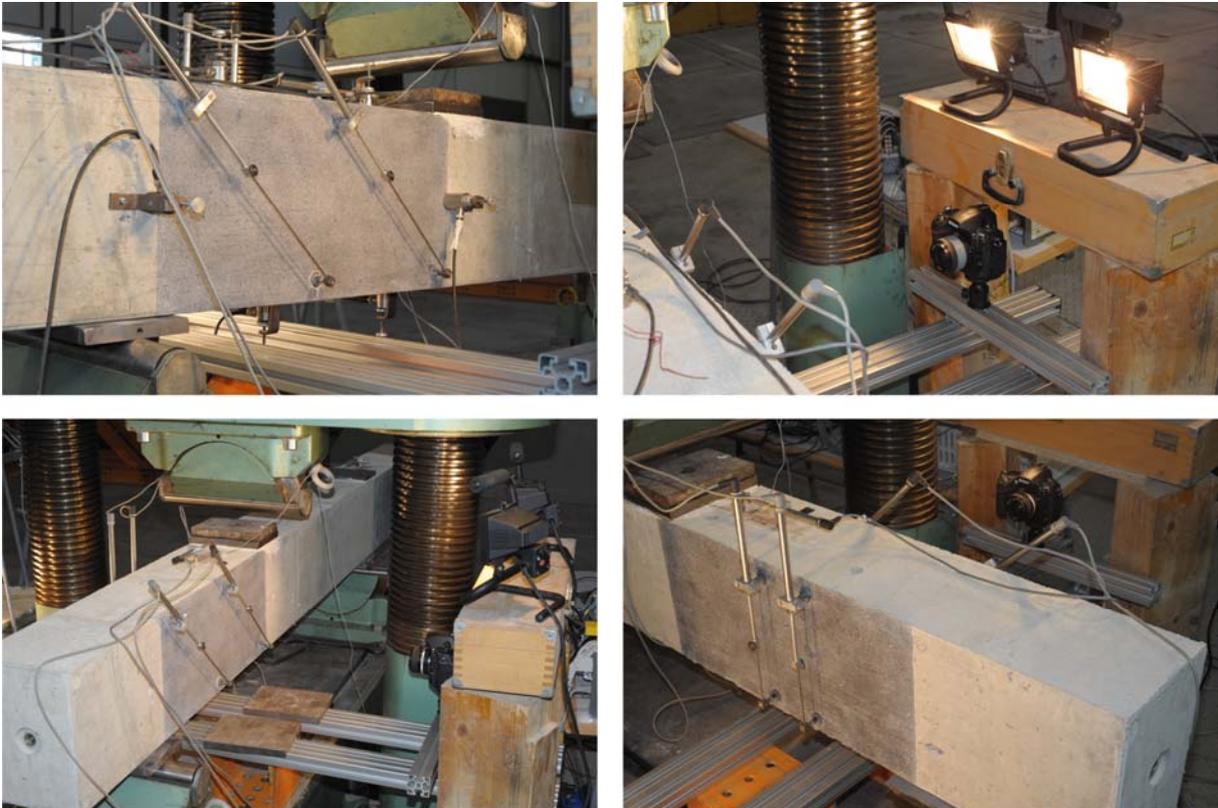


Bild 2: Darstellung der applizierten Messtechniken an den Stahlbetonversuchskörpern ohne Bügelbewehrung

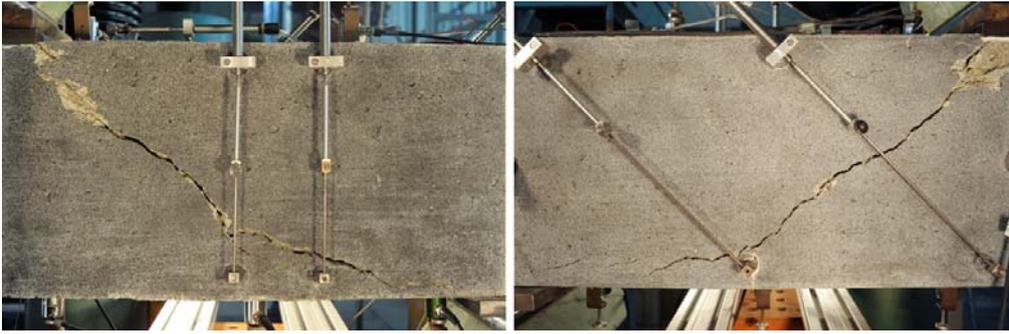


Bild 3: Vorder- und Rückseite des Versuchskörpers nach dem Biegeschubversagen

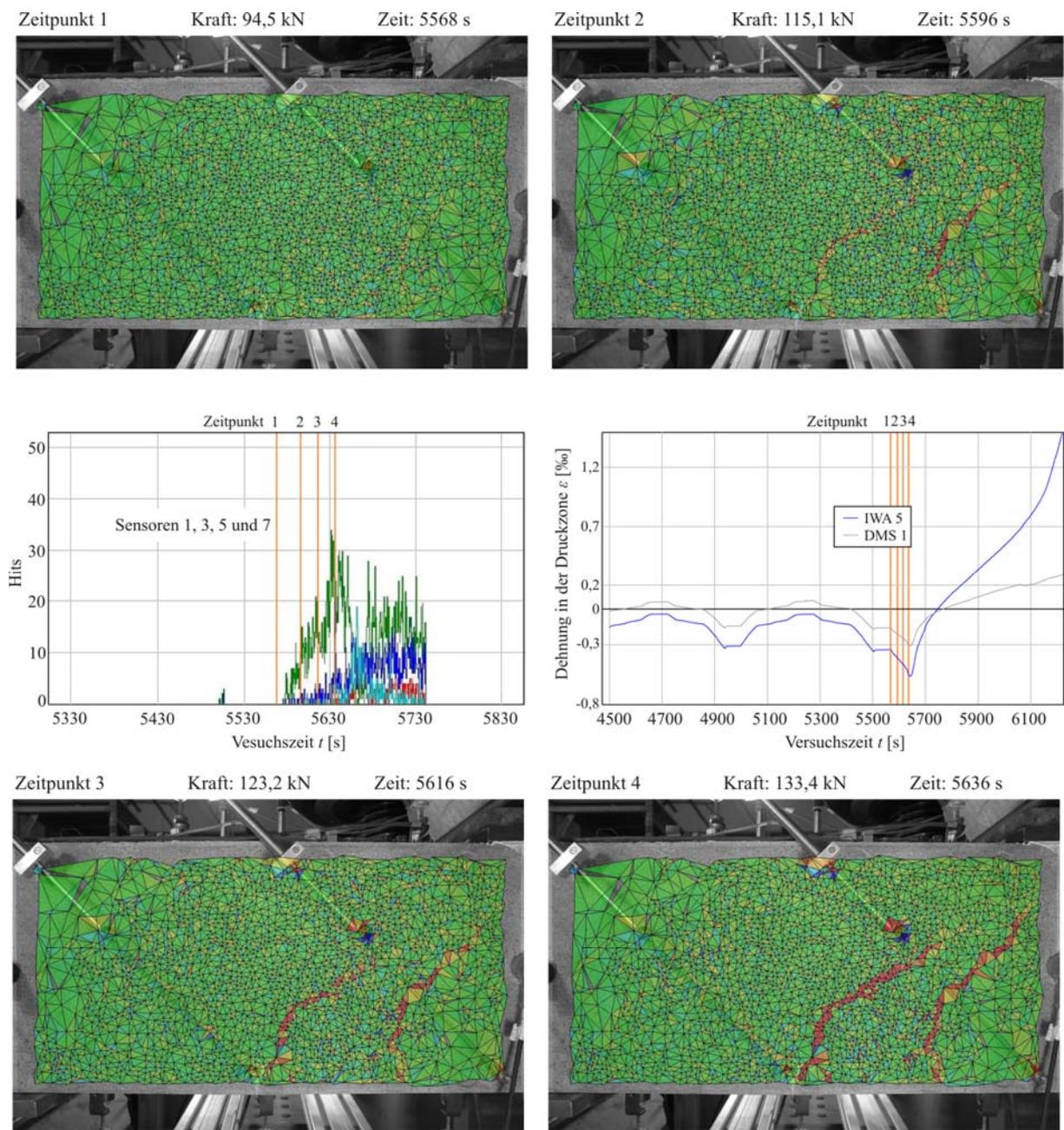
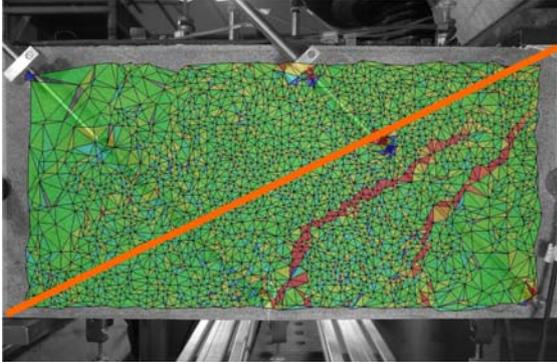
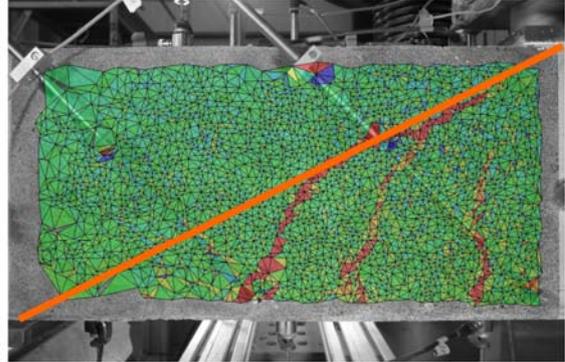


Bild 4: Vergleich der Messverfahren (Photogrammetrie, Schallemissionsanalyse und herkömmliche Messtechnik)

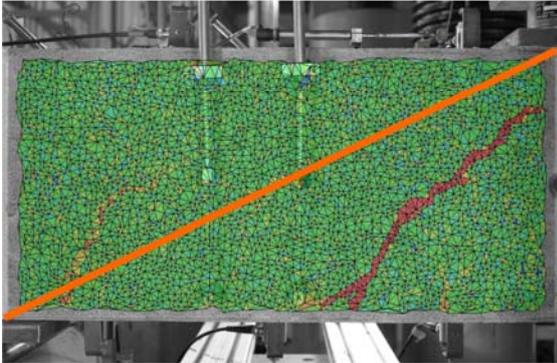
B1F1 Bruchlast/Risslast = 275,5/133,4



B1F2 Bruchlast/Risslast = 176,2/147,1



B2F1 Bruchlast/Risslast = 282,9/151,1



B2F2 Bruchlast/Risslast = 133,1/120,1

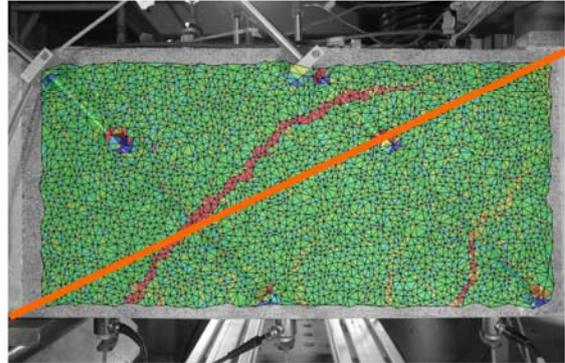


Bild 5: Darstellung des Verlaufes des kritischen Schubrisses in Zusammenhang mit der Laststeigerungsmöglichkeit nach Rissbildung