

# Digitales Rissmess-System (DRS) - Ein neues Messinstrument für die Bauwerksüberwachung

Wolfgang Niemeier<sup>1</sup>, Björn Riedel, Technische Universität Braunschweig  
Helmut Neuß, Rafael Stratmann, Eberhard Ziem, Stadt Düsseldorf  
Clive Fraser, Universität Melbourne, Australien

## Problem / Aufgabenstellung:

Ein Großteil des Bauwerksbestandes in Deutschland hat mittlerweile ein durchschnittliches Alter von 30-50 Jahren erreicht. Die zunehmenden Schäden an den Bauwerken sind der Beweis für dieses Alter. Für Brückenbauwerke ist dabei eine ursprünglich nicht vorgesehene, sehr dynamisch steigende Belastung durch den Straßenverkehr zu beachten.

Ein wesentlicher Indikator für Schädigungen in Ingenieurbauwerken sind Risse, genauer die Zunahme von Rissbreiten sowie der längenmäßigen Ausdehnung. Regelmäßige Überprüfungen der Risse sind für die Standsicherheit, Dauerhaftigkeit und Verkehrssicherheit absolut erforderlich und z.B. für Ingenieurbauwerke im Zuge von Straßen und Wegen nach DIN 1076 auch verbindlich vorgeschrieben.

In der Praxis der Bauwerksprüfungen nach DIN 1076 ist bislang die manuelle Rissaufnahme mittels eines Vergleichsmaßstabes (Risslehre) oder einer Risslupe üblich. Dabei wird die Rissbreite an einer von dem Bauwerksprüfer festgelegten Stelle ermittelt und im Feldbuch niedergeschrieben, s. Abb. 1.



**Abb. 1:** Manuelle Rissaufnahme mit analoger Risslehre und Fadenzähler (Risslupe)

Die Rissbreite als markante Größe zur Bewertung eines derartigen Schadens wird immer nur punktuell aufgemessen, d.h. der Rissverlauf wird nach Augenschein und (mehr oder weniger) unmaßstäblich im Feldbuch dokumentiert, wie auch die Lage der Messstelle am Objekt.

Aus einer kritischen Analyse des bisherigen Vorgehens bei einer Bauwerksprüfung nach DIN 1076 wurden die folgenden **Anforderungen** an ein zeitgemäßes Messsystem formuliert :

- objektive, robuste Erfassung am Bauwerk
- Dokumentation der Information
- Festlegung der Position des Risses (Rissabschnittes)
- Nachvollziehen der Bestimmung der Rissbreiten
- Aufzeigen der Historie der Rissentwicklung

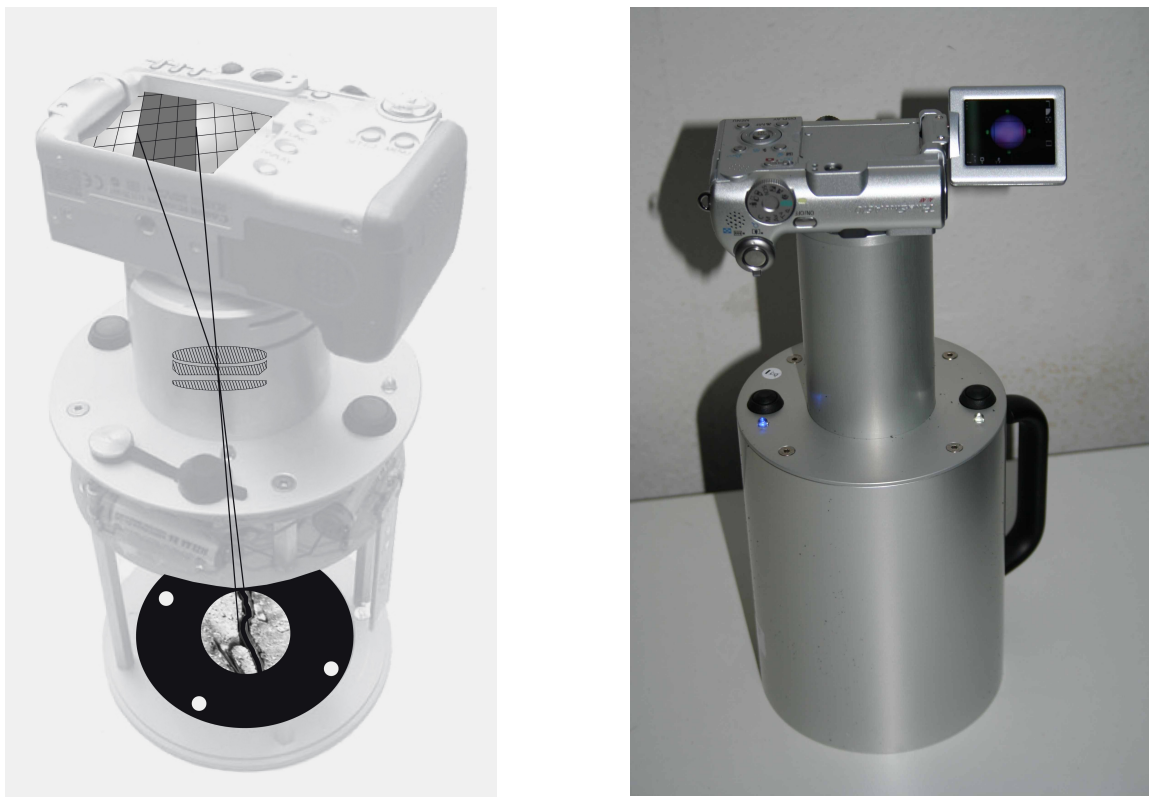
<sup>1</sup> Kontaktaufnahme über [W.Niemeier@tu-braunschweig.de](mailto:W.Niemeier@tu-braunschweig.de)

## Das Digitale Rissmess-System (DRS)

Diese Überlegungen haben dazu geführt, dass in den vergangenen Jahren die Gruppe der Autoren ein neuartiges Digitales Rissmess-System (DRS) entwickelt hat, eines objektiven Messverfahrens zur robusten digitalen Bestimmung von Rissbreiten an Beton und vielen anderen Oberflächen.

Schon seit längerer Zeit sind handelsübliche digitale Kameras ein Standardwerkzeug für die visuelle Erfassung von Schädigungen an Oberflächen und somit prinzipiell auch geeignet, Risse zu erfassen. Es hat sich jedoch in unseren Versuchen ergeben, dass die herkömmliche digitale Bildinformation allein für eine objektive Rissbreiten-Messung nicht ausreicht, hier vielmehr eine spezielle Kamera und ein aufwändiger Auswertalgorithmus erforderlich sind.

Kernbestandteil des DRS ist die in Abb. 2 skizzierte, speziell entwickelte Riss-Kamera mit festem Tubus, gleichmäßiger Ausleuchtung sowie mono- und multispektraler Erfassung der Risse. Eine Vorab-Kalibrierung dieses Messsystems und die Verwendung von Kontrollmarken im Gesichtsfeld der Kamera erlauben eine präzise Bestimmung des Abbildungsmaßstabes und somit eine eindeutige Größenangabe für die Rissbreiten.

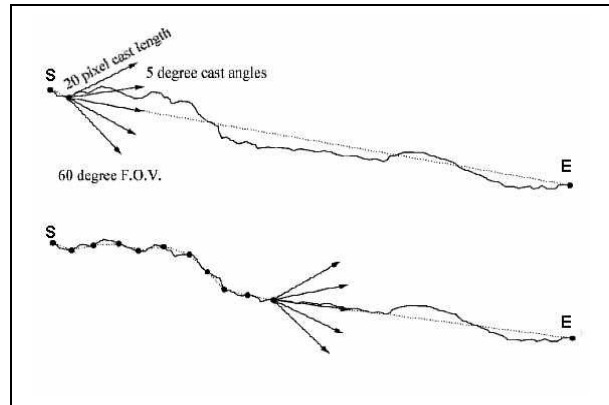
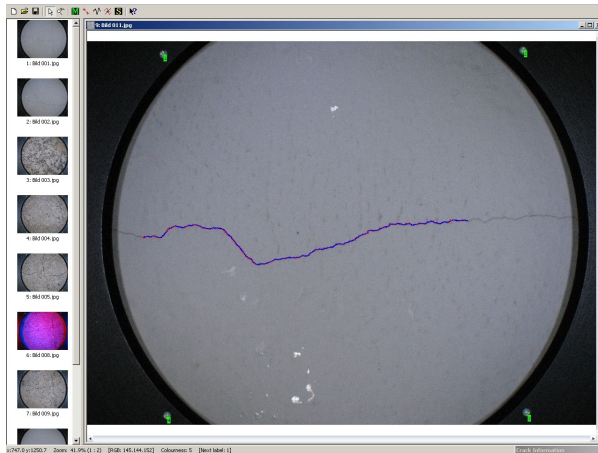


**Abb. 2 :** Links: Prinzip der zentralperspektivischen Abbildung eines Risses auf den CCD-Sensor einer Digitalkamera. Dargestellt sind auch die Kontrollpunkte zur Überprüfung der Kamerakalibrierung. Rechts: DRS-Hardware bestehend aus Kamera und Tubus.

Die digitalen Bilder werden durch eine hochentwickelte, aber leicht zu erlernende und zu bedienende Auswertesoftware weiterverarbeitet, wobei diese Auswertung direkt vor Ort, aber auch anschließend / unabhängig im Büro erfolgen kann. Die Originalaufnahmen und die Ergebnisse können in einer Datenbank oder in einem entsprechenden Bauwerksinformationssystem abgelegt werden.

In Abb. 3 ist ein recht einfaches, klares Rissbild dargestellt. Entlang eines manuell vorgewählten Rissabschnittes erfolgt mittels des Polyline-Fly-Fisher-Algorithmus eine automatische Verfolgung des Risses und eine Bestimmung der Rissbreite an allen Zwischenstellen auf der Basis von Grauwerten.

Das einfach zu handhabende System meistert die unterschiedlichsten Umweltbedingungen und Oberflächenstrukturen und erreicht Messgenauigkeiten von 0.05 mm.

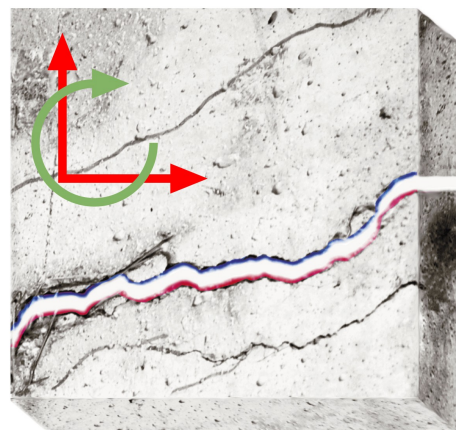
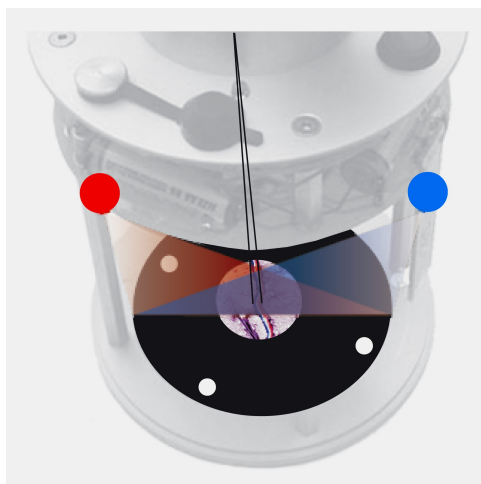


**Abb. 3:** Links: DRS-Auswerte-Fenster mit dem digitalen Rissbild und der Risslinie, die der Polyline-Fly-Fisher Algorithmus als Rissverlauf automatisch detektiert hat. Rechts: Arbeitsweise des Polyline-Fly-Fisher-Algorithmus zur Erfassung des Rissverlaufes.

### Weiterentwicklung des DRS (korrelativer Ansatz)

Die Weiterentwicklung des jetzigen Auswertansatzes basiert auf dem Prinzip der Ähnlichkeit der Rissufer nach Auftreten /Aufbrechen eines Risses. Diese Ähnlichkeit im Verlauf der Rissufer bleibt auch bei größeren Rissen und weitgehend auch bei stärkerer Riss-Erosion erhalten. Das patentierte Verfahren zur Bestimmung der Rissbreite basiert nun darauf, numerisch maximale Korrelation zwischen den Rissufern herzustellen. Aus den hierfür notwendigen Verschiebungsbeträgen und Drehbewegungen eines Teilbildes gegenüber dem anderen Teilbild ergibt sich dann unmittelbar die Rissbreite und ggf. auch die Verschwenkung.

Zur besseren Separation der beiden Rissufer wurden bereits im jetzt verfügbaren Tubus zusätzlich eine rote und eine blaue LED diametral eingebaut, die den Riss schräg von oben beleuchten, siehe Abb. 4, links. Damit wird jeweils die der Lichtquelle gegenüber liegende Rissseite überwiegend mit rot und die andere blau ausgeleuchtet. Entsprechend werden die Rissufer auf der Seite der Lichtquelle selbst hervorgehoben, indem hier z.B. kein/kaum rotes bzw. blaues Licht hinfällt.



**Abb. 4:** Korrelativer Ansatz. Links: Strahlengang im unteren Tubusteil des DRS mit multispektraler Ausleuchtung eines Risses. Rechts: Detektion der Rissufer und Darstellung des virtuellen „Zusammenschiebens“

### Erprobung in Praxis

Dieses völlig neuartige Digitale Rissmess-System ist zur Erprobung und Verbesserung von verschiedenen Ingenieurbüros im Bereich der Bauwerksunterhaltung und der Beweissicherung eingesetzt worden. Es hat sich als einfach zu handhaben und als voll einsatzfähig für alle von den Entwicklern vorgesehenen Anwendungsfälle erwiesen.