

Mehdi Fedan (BfG), Patrick Havel (BfG), Rolf Rabe (BASt), Julia Sorgatz (BAW)

Motivation

Anwendungen aus Photogrammetrie, Laserscanner und Fernerkundung bieten **effiziente** und **wirtschaftliche** Lösungen zur Bauwerksprüfung. Sie ermöglichen eine zunehmend automatisierte, objektivere **Zustandserfassung**.

Erfassungszeit und **Personalaufwand** vor Ort werden erheblich **reduziert**. Technologien wie Unmanned Aerial Vehicles (UAV) erlauben es, **schwer zugängliche Bauwerksbereiche** zu erfassen. Die Verfahren können so derzeitige Erfassungsmethoden ergänzen.

Am Bauwerk: Laserscanning und Nahbereichsphotogrammetrie

Die Bauwerkserfassung mittels **terrestrischen Laserscannern** kann eine **frühzeitige Schadenserkennung** und **Schadensbewertung** über den gesamten **Lebenszyklus** eines Bauwerks ermöglichen. Mithilfe eines (lokalen) Bezugssystems können unterschiedliche Messepochen überlagert und **Geometrieänderungen** (oberhalb des Wasserspiegels) als **Differenzmodell im Millimeterbereich** erfasst werden. Abb. 1 und 2 veranschaulichen das Verfahren am Beispiel einer Ufersicherung.



Abb. 1: (a) Festpunkt, (b) Reflektor und (c) terrestrische Erfassung einer Uferböschung mittels Laserscanner



Abb. 2: Differenzmodell der Uferböschung

In einer Pilotstudie wurde die **Prüfbarkeit von Schäden** aus digitalen Aufnahmen mit **UAV** unter anderem an **schwer zugänglichen Bauwerksbereichen** untersucht. Die Ergebnisse sind auszugswise in Tab. 1 dargestellt.

Potenzielle Schäden	Voreinschätzung	Aktuelle Einschätzung
Allgemein:		
Bauwerke aus Beton / Außenflächen	🟡	🟢
Bauwerke aus Stahl / Außenflächen	🔴	🟡
Bauwerke aus Stein / Außenflächen	🟢	🟢
Hohlkästen / Innenflächen	🟡	🔴
Beton:		
Betonoberfläche: Abplatzung / Bindedrahtreste / Fremdkörper / Betonoberfläche: Schalungsanker / Grobkornstelle/ Anhaftung	🟡	🟢
Betonoberflächen: Einstufung in Sichtbetonqualitätsstufe		🟢
Tausalze / Chlorideinwirkungen	🔴	🔴
Alkali-Kieselsäurereaktion	🔴	🔴
Erkennbarkeit Risse, Breite $b \leq 0,2$ ⁽¹⁾	🟡	🔴
Erkennbarkeit Risse, Breite $b > 0,2$ ⁽¹⁾	🟡	🟢
Abplatzung / freiliegende Bewehrung	🟢	🟢
Aussinterung	🟢	🟢
Instandsetzung / Betonersatzsystem:	🔴	🟡
Stahl:		
Schraube / Unterlegscheibe / Niet	🟡	🟡
Schweißnähte / Umschweißungen	🟡	🟢
Korrosion	🟢	🟢
Korrosionsschutzbeschichtung: Oberfläche / Ausbesserung / Anhaftung	🟡	🟢

🟢 Überwiegend prüfbar 🟡 Teilweise prüfbar 🔴 Überwiegend nicht prüfbar
⁽¹⁾ Erkennbarkeit unter günstigen Randbedingungen, wie z.B. Licht, Feuchtigkeit, usw. Rissbreitenmessung derzeit noch nicht möglich

Tab. 1: Prüfbarkeit von Schäden (modifiziert), Quelle: Bericht zum FE 15.0602/2014/LRB „Unterstützung der Bauwerksprüfung durch innovative digitale Bildauswertung – Pilotstudie“, TÜV Rheinland

Aus der Luft: UAV-gestützte Photogrammetrie und Laserscanning

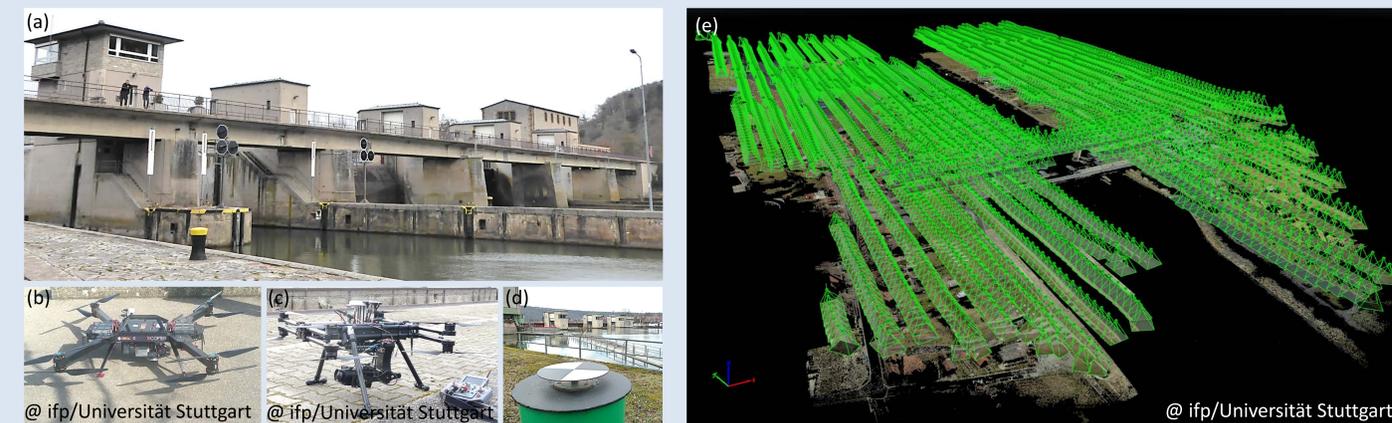


Abb. 5: (a) Schleusenanlage Hessigheim, (b) UAV mit Laserscanner, (c) UAV mit digitaler Kamera, (d) Pfeilerpasspunkt und (e) Bildfluganordnung

Der Einsatz von **UAV-Systemen** bietet gegenüber bisher eingesetzten Techniken neue fachliche und wirtschaftlichere Möglichkeiten zur **hochauflösenden** und **flächenhaften Erfassung** sowie **Beurteilung** von Bauwerken und deren Umfeld. Aus den gewonnenen digitalen Bild- und Laserscannerdaten werden digitale **Oberflächen-** und **Differenzmodelle** in 10-cm-Auflösung erzeugt, um somit mögliche **3D-Veränderungen** zu detektieren.

Das **Ziel** sind neue messtechnische **Erfassungs- und Auswertekonzepte** für ein effizientes Monitoring, welche in diesem Zusammenhang an der Schleusenanlage Hessigheim/Neckar entwickelt werden (s. Abb. 5).

Aus dem Weltall: Fernerkundungsanwendung

Mit Hilfe der **kostenfreien Radardaten** der beiden **Satelliten Sentinel-1A** und **-1B** (s. Abb. 3) des europäischen **Erdbeobachtungsprogramms Copernicus** können Bauwerke und deren Umfeld über einen **längeren Zeitraum** oder gar den gesamten **Lebenszyklus** beobachtet werden.

Unter Zuhilfenahme von natürlichen oder künstlichen persistenten Rückstreuern (s. Abb. 4) und hochentwickelten Auswerteverfahren können **Veränderungen des Bau-**

werks und des erweiterten Bauwerks Umfelds als Raumvektor **millimetergenau** erfasst werden. Die Potenziale der **Sentinel-1**-Daten sowie die Vergleichbarkeit zu den kommerziellen **TerraSAR-X**-Daten werden zurzeit untersucht.



Abb. 3: Satellit Sentinel-1



Abb. 4: Corner-Reflektor

Kontakt

Mehdi Fedan, BfG
 E-Mail: fedan@bafg.de

