

PRESSEINFORMATION

PRESSEINFORMATION

25.01.2024 || Seite 1 | 3

Optischer Hammerschlagtest

Laser ersetzt Hammer: neue Methode zur Integritätsprüfung von Bauwerken

Laserbasierte Messsysteme sind ein Gewinn für die Bauwerksinspektion: Sie messen schnell, präzise und liefern digitale Messdaten. Bereits heute kommen Laserscanner zum Einsatz, um die Geometrie von Bauwerken zu messen und Oberflächenschäden zu detektieren. In Zukunft wird es möglich sein, auch tieferliegende Schadstellen mithilfe von Lasern aufzuspüren. Verborgene Fehlstellen konnten bisher nur mit dem sogenannten Hammerschlagtest nachgewiesen werden.

Sichtprüfungen sind noch immer eine weit verbreitete Methode, um den Zustand von Bauwerken zu beurteilen. Was aber, wenn sich Schäden unter der Oberfläche bilden? Verborgene Hohlstellen oder Materialablösungen (Delaminationen) sind oft ein erster Hinweis auf sich anbahnende größere Schäden. Sie möglichst früh zu entdecken, ist Teil einer vorausschauenden Instandhaltung von Tunneln, Brücken, Staumauern, Kanälen und anderen Infrastrukturbauwerken. Aber auch für kritische Baumaßnahmen wie etwa den Rückbau von Atomkraftwerken spielen Integritätsprüfungen eine wichtige Rolle. Ein Forschungsteam am Fraunhofer IPM hat ein System entwickelt, das zerstörungsfreie Delaminationsprüfungen mithilfe eines gepulsten Lasers ermöglicht.

Quantifizierbare Messdaten für eine vorausschauende Instandhaltung

Um verborgene Fehlstellen wie z. B. Delaminationen aufzuspüren, ist bis heute der sogenannte Hammerschlagtest das Mittel der Wahl. Dabei wird die gesamte zu prüfende Oberfläche von Hand mit einem speziellen Prüfhammer abgeklopft – ein erheblicher Aufwand, da in der Regel sehr große Objekte geprüft werden. Als Sensor dient beim Hammerschlagtest allein das menschliche Ohr, das die durch den Schlag angeregten Resonanzschwingungen wahrnimmt. Die Prüfmethode ist nicht nur langwierig und damit kostspielig; sie liefert überdies keine objektiv quantifizierbaren Messergebnisse. Vergleiche über lange Zeiträume hinweg, die auf sich anbahnende Defekte hindeuten, sind daher nur schwer möglich. Für ein zeitgemäßes Zustandsmonitoring im Sinne des Building Information Modeling (BIM) sind zudem digitale Messdaten nötig.

Redaktion

Holger Kock | Fraunhofer-Institut für Physikalische Messtechnik IPM | Georges-Köhler-Allee 301 | 79110 Freiburg | www.ipm.fraunhofer.de
Telefon +49 761 8857-129 | holger.kock@ipm.fraunhofer.de

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR PHYSIKALISCHE MESSTECHNIK IPM

Das am Fraunhofer IPM entwickelte berührungslose Verfahren nutzt einen starken gepulsten Laser, der den mechanischen Hammerschlag imitiert. Der Laser erzeugt einen Plasmablitz unmittelbar vor der Objektoberfläche, ohne diese zu beschädigen. Verbergen sich Delaminationen, Hohlräume oder Defekte unter der Oberfläche, regt die plasma-induzierte Schockwelle charakteristische resonante Schwingungen der Oberfläche an – ähnlich wie beim Hammerschlag. Die Vibrationen werden mithilfe eines zweiten Lasers detektiert: Ein Laser-Doppler-Vibrometer (LDV) misst die mechanische Schwingung der Betonoberfläche direkt über die Frequenzverschiebung des rückgestreuten Lichts, die interferometrisch ausgewertet wird. Amplitude und Frequenz der Schwingungen geben Aufschluss über die Größe und Tiefe der Hohlräume und Defekte. Ein motorisierter Spiegel lenkt den Laserstrahl entlang zweier Achsen über die zu prüfende Fläche ab. Mit dem aktuellen System können die Forschenden rund 100 m² mit einem Messraster von 10 cm innerhalb von nur 17 Minuten prüfen; bei geringerer Auflösung entsprechend schneller. Durch Parallelisierung und Optimierung von Systemkomponenten lässt sich der Aufnahmeprozess zusätzlich beschleunigen.

PRESSEINFORMATION

25.01.2024 || Seite 2 | 3

Zuverlässige Messungen aus mehreren Metern Abstand möglich

Bei Evaluierungsmessungen an einem Betonquader aus zwei Metern Entfernung war das laserbasierte System dem klassischen Hammerschlagtest überlegen: Mithilfe des laserinduzierten Körperschalls wurden Fehlstellen mit einer Größe von bis zu wenigen Zentimetern sicher detektiert, die mit der mechanischen Methode unentdeckt blieben. Um das System unter praktischen Bedingungen zu prüfen, wurden Messungen in mehreren ausgewählten Tunnelbauwerken gemacht. Nun arbeiten die Forschenden daran, das System für den praktischen Einsatz aufzurüsten und ein produktives System aufzubauen.

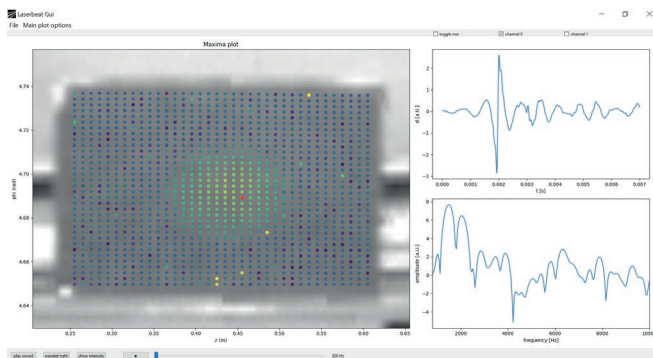
WEITERE INFORMATIONEN

Das Projekt »LaserBeat Hammerschlagtest mit Licht – berührungslose und flächenhafte Inspektion von Tunneln auf Basis laserinduzierten Körperschalls« wurde mit Fraunhofer-internen Mitteln finanziert und in Kooperation mit dem Fraunhofer-Institut für Großstrukturen in der Produktionstechnik IGP bearbeitet. Laufzeit: 01.04.2019 – 31.12.2023

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR PHYSIKALISCHE MESSTECHNIK IPM**PRESSEINFORMATION**

25.01.2024 || Seite 3 | 3

Schäden an Betonbauwerken verbergen sich oft unter der Oberfläche. Mit laserinduziertem Körperschall lassen sich diese Fehlstellen effizient aufspüren und automatisiert auswerten – genauer als dies mit der heute üblichen Hammerschlagmethode möglich ist. Messungen zeigen, dass dies auch unter realen Bedingungen in einem Tunnel (hier Untertageforschungsanlage ZaB, Österreich) funktioniert. © Jannis Gangelhoff / Fraunhofer IPM



Probemessung an einem Betonkörper von 50 cm x 50 cm Kantenlänge: Eine am Fraunhofer IGP entwickelte Software identifiziert KI-basiert auffällige Messpunkte, grenzt Schadensbereiche ein und visualisiert die Ergebnisse direkt. Sichtbar sind einzelne Messpunkte; deren Farbe gibt Aufschluss über die Stärke der Schwingung. Helle Bereiche weisen auf eine Delamination in der Mitte des Probekörpers hin. Jedes Messsignal kann zudem in Form eines Graphen detailliert angezeigt werden. © Fraunhofer IGP

Die **Fraunhofer-Gesellschaft** mit Sitz in Deutschland ist die weltweit führende Organisation für anwendungsorientierte Forschung. Mit ihrer Fokussierung auf zukunftsrelevante Schlüsseltechnologien sowie auf die Verwertung der Ergebnisse in Wirtschaft und Industrie spielt sie eine zentrale Rolle im Innovationsprozess. Als Wegweiser und Impulsgeber für innovative Entwicklungen und wissenschaftliche Exzellenz wirkt sie mit an der Gestaltung unserer Gesellschaft und unserer Zukunft. Die 1949 gegründete Organisation betreibt in Deutschland derzeit 76 Institute und Forschungseinrichtungen. Etwa 30 800 Mitarbeitende, überwiegend mit natur- oder ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung, erarbeiten das jährliche Forschungsvolumen von rund 3,0 Mrd. €. Davon fallen 2,6 Mrd. € auf den Bereich Vertragsforschung

Weitere Ansprechpartner

Prof. Dr. Alexander Reiterer | **Abteilungsleiter Objekt- und Formerfassung** | Fraunhofer-Institut für Physikalische Messtechnik IPM | Georges-Köhler-Allee 301 | 79110 Freiburg | www.ipm.fraunhofer.de | Telefon +49 761 8857-183 | alexander.reiterer@ipm.fraunhofer.de