

## Projekt

### **Bildgebende Werkstoffanalyse mittels magnetooptischer Sensorik zur schnellen Qualitätssicherung von Stahlbauteilen (BiWa-MOS)**

Koordinator:

Dr.-Ing. Madalina Rabung  
Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e. V.  
Campus E3.1  
66123 Saarbrücken  
Tel.: +49 681 9302-3882  
E-Mail: madalina.rabung@izfp.fraunhofer.de

Projektvolumen:

ca. 253.000 € (Förderquote 100%)

Projektlaufzeit:

01.03.2020 – 28.02.2021

Projektpartner:

➔ Fraunhofer-Institut für Zerstörungsfreie Prüfverfahren (IZFP),  
Saarbrücken

### **Wissenschaftliche Vorprojekte – Erkenne die Anfänge: Wer frühzeitig innovative Ideen testet, ist später ganz vorn dabei!**

Grundlage technologischer Innovationen sind der Entdecker- und Erfindergeist des Menschen. Die naturwissenschaftliche Grundlagenforschung erschließt der menschlichen Erkenntnis permanent vormals unbekannt und unverstandene Wirkungsweisen der Natur. Viele dieser naturwissenschaftlichen Erkenntnisse lassen sich für technische Zwecke nutzen. Mit der Förderinitiative „Wissenschaftliche Vorprojekte (WiVoPro)“ innerhalb der Förderprogramme „Photonik Forschung Deutschland“ sowie „Quantentechnologien – von den Grundlagen zum Markt“ verfolgt das Bundesministerium für Bildung und Forschung das Ziel, diejenigen neuen Erkenntnisse aufzugreifen, die mittelfristig eine Verwertbarkeit für neue Technologien versprechen. Beispiele hierfür sind die Quantenoptik oder photonische Metamaterialien, die gerade beginnen, der reinen Grundlagenforschung zu entwachsen und Potenziale für konkrete Anwendungen aufzeigen.

Neue Ergebnisse der Grundlagenforschung sind hinsichtlich ihres späteren Marktpotenzials oft kaum zu beurteilen. Es besteht somit die Notwendigkeit, durch wissenschaftlich-technische Vorarbeiten eine Grundlage zu schaffen, die eine Bewertung ermöglicht, welches Potenzial in der neuen Erfindung bzw. der neuen wissenschaftlichen Erkenntnis tatsächlich steckt. Oft muss dabei schnell reagiert werden, denn je früher den interessierten Unternehmen die Bedeutung des neuen Themas plausibel gemacht werden kann, desto eher werden diese in das neue Thema investieren und versuchen ihre Marktchancen zu nutzen.

Wissenschaftliche Vorprojekte leisten somit einen wichtigen Beitrag zu einem schnellen Transfer neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse in innovative Produkte.

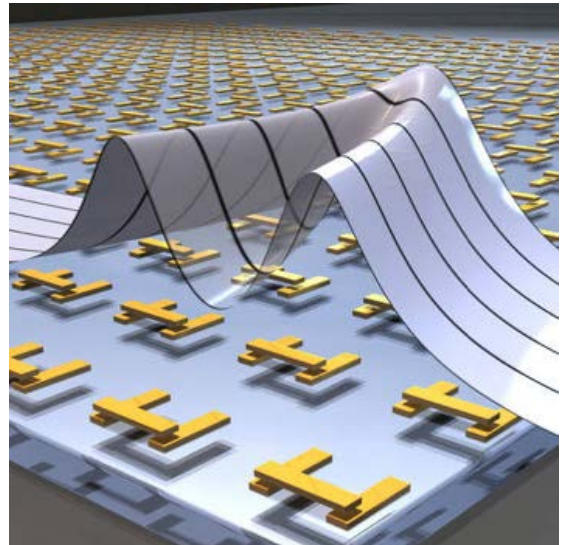


Bild 1: Photonische Metamaterialien (Quelle: Universität Stuttgart)

## Verbesserte Qualitätssicherung von Stahlkomponenten

Materialeigenschaften beeinflussen die Belastbarkeit und Lebensdauer von Stahlbauteilen. Veränderungen des Gefüges und der Eigenspannungen, die bereits im Rahmen der Produktion, aber auch im Zuge des nachfolgenden Betriebs auftreten, haben daher signifikanten Einfluss auf die Produktqualität und die Einsatztauglichkeit. Bisher existiert keine Lösung, Gefüge- und Eigenspannungsverteilungen in der Fläche und in die Tiefe aufgelöst im Sinne der industriellen Qualitätssicherung schnell und zerstörungsfrei zu erfassen. Im Falle sicherheitsrelevanter Bauteile unterschiedlicher Größenskalen (von Automobil-, über Bahn- bis hin zu Kraftwerkskomponenten) ist ein erheblicher Bedarf für eine solche Lösung zu sehen.

Mit der Entwicklung einer Methode, die in Echtzeit »lebendige« Bilder von Mikrostrukturveränderungen und Spannungsverteilungen liefert, würde eine Technologie zur Verfügung stehen, die völlig neue Möglichkeiten eröffnet, signifikante Informationen über die Belastbarkeit und Lebensdauer von Stahlbauteilen zu gewinnen.

## Neuartige bildgebende Methode zur Werkstoffanalyse basierend auf Magnetooptik

Die Vision von BiWa-MOS ist eine Technik, die in Echtzeit Bilder von Mikrostrukturveränderungen, Spannungsverteilungen, Ermüdungsvorgängen u. ä. Phänomene liefert. Damit werden völlig neue Möglichkeiten eröffnet, Werkstoffverhalten besser zu verstehen und zu beherrschen. Spannungsfelder in Bauteilen sichtbar machen, unter mechanischer Last entstehende plastische Verformung beobachten, Filme der Phasenumwandlung aufnehmen, etc., sind nur einige Nutzungsmöglichkeiten. Durch die Echtzeit-Rückmeldung und Sichtbarmachung des Materialzustandes werden Material- und Produktentwicklung beschleunigt sowie bildbasierte Kenngrößen in digitale Produktionsprozesse einfließen.

Es wird hierfür ein zerstörungsfrei arbeitender magnetooptischer Sensor (MO-Sensor) entwickelt und erprobt, der die Verteilung von Materialeigenschaften bildgebend in Sekunden mit einer oberflächennahen Ortsauflösung von besser als 50 µm sowie einer Tiefe von ca. 1 mm unter der Oberfläche erfasst. Unter Beleuchtung mit polarisiertem Licht und Betrachtung durch einen Analysator-Filter wandeln MO-Sensoren das Magnetfeld, das sie durchsetzt, fast verzögerungsfrei in ein Bild um. Wird der MO-Sensor auf eine magnetische Probe während ihrer Ummagnetisierung aufgesetzt, so wird die örtliche Verteilung des Magnetfeldes hochauflösend visualisiert. Aus den zeitlichen Magnetfeldverläufen werden für jeden Bildpixel Merkmale ermittelt, die den lokalen Materialzustand charakterisieren. Diese sind mit lokalen Materialeigenschaften und Spannungen korreliert, was zur Abbildung dieser Zielgrößen genutzt wird (Bild 2).

Basierend auf der Entwicklung dieses hochauflösenden MO-Verfahrens ergeben sich weitere Anwendungen wie z.B. die Rissdetektion mittels Streuflusstechnik, ggf. gemeinsam mit licht-optischer Oberflächenbewertung. Der primäre Zielmarkt ist in der Stahl- und Gusseisenherstellenden sowie -verarbeitenden Industrie zu sehen. Dazu gehört die Automobil-Zulieferindustrie, aber auch in der Materialforschung, -entwicklung und -optimierung. Rechnet man Nebenergebnisse des Projektes hinzu, z.B. die Möglichkeit zur Charakterisierung von Gefüge-Eigenschaften oder die Rissdetektion, so steigt der Kreis potentieller Anwender weiter.

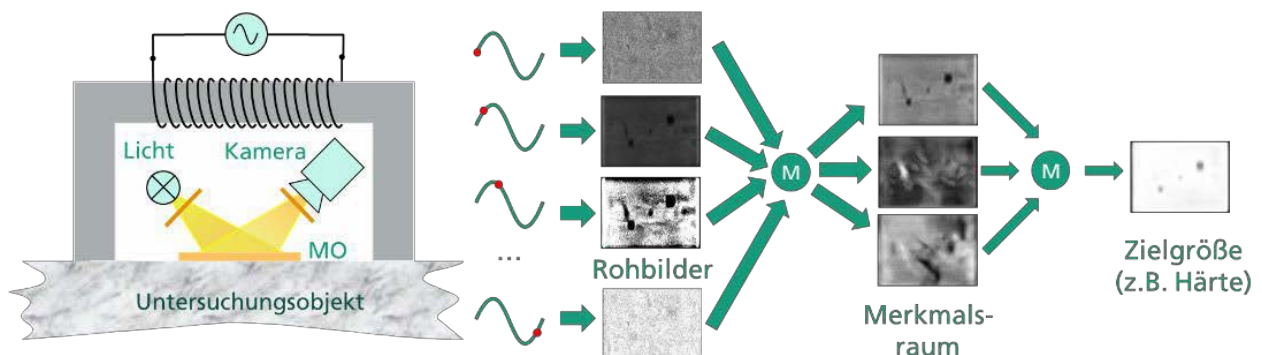


Bild 2: Prinzip BiWa-MOS (Quelle: Fraunhofer IZFP)