

## Projekt

Koordinator:

## Autonomer Mess-Roboter (AuMeRo)

Dr.-Ing. Frank Höller  
Carl Zeiss AG  
Carl-Zeiss-Strasse 22  
73447 Oberkochen  
Tel.: 07364 / 20-4399  
E-Mail: frank.hoeller@zeiss.com

Projektvolumen:

3,1 Mio € (Förderquote 52%)

Projektlaufzeit:

01.01.2017 – 31.03.2021

Projektpartner:

- ➔ Cubert GmbH, Ulm
- ➔ Universität Ulm
- ➔ Stiftung für Lasertechnologien in der Medizin und Messtechnik an der Universität Ulm
- ➔ Zeiss Automated Inspection GmbH&Co KG, Öhringen

## Mehr Funktionen zu geringeren Kosten durch eine konsequente Digitalisierung

Digitalisierung der Technik bezeichnet die Ergänzung und Erweiterung der Technik mit elektronischer Datenverarbeitung in nahezu allen Anwendungsbereichen. Ob in Fernseher, Radio, der Waschmaschine oder dem Automobil, nahezu überall in unserer Alltagstechnik und in noch weit höherem Maße in der industriellen Anlagen- und Produktionstechnik verrichten zahllose Mikroprozessoren ihren Dienst. Der wesentliche Mehrwert der eingebetteten Mikroelektronik liegt sowohl in der Automatisierung von Einstell-, Regelungs-, Auswertungs- und Überwachungsaufgaben als auch einer enormen Erhöhung des Funktionsumfangs technischer Geräte.



Bild 1: Die Digitalisierung erlaubt eine weit engere Verbindung zwischen optischen, elektronischen und mechanischen Funktionsebenen, als dies bislang der Fall war, hier am Beispiel eines Objektivs. (Quelle: iStock)

Die Optischen Technologien erfahren durch die Digitalisierung einen bedeutenden Wandel. Beispielsweise liefern optische Messsysteme heute dank moderner elektronischer Unterstützung wesentlich umfangreichere und präzisere Informationen, da weit aufwändigere Auswertungsalgorithmen verwendet werden können, als noch vor wenigen Jahren. Die Photonik ist jedoch nicht nur Nutzer, sondern auch ein wesentlicher Treiber der Digitalisierung. Die Datenerfassung mit optoelektronischen Sensoren, die optische Informationsübertragung und schließlich die Darstellung von Information bedürfen modernster optischer Technologien, ohne die unsere digitalisierte Welt nicht vorstellbar wäre.

## Flexible und autonome Messplattform für die Produktionsumgebung

Geometrische Messungen werden für gewöhnlich stationär und mit Hilfe von Bedienpersonal vorgenommen. Eine Automatisierung ist oft nur dort möglich, wo Fertigungsstraßen unter fest vorgegebenen Bedingungen Serienprodukte herstellen. Es existiert daher ein beträchtlicher Bedarf nach Messsystemen, die flexibel unterschiedliche Produkte, idealerweise mit Losgröße Eins, selbständig an variablen Einsatzorten vermessen können.

Ein Ansatz zur Lösung dieses Problems liegt in der Nutzung mobiler Robotersysteme, die sich autonom in der Produktionsumgebung bewegen. Diese dienen dann als Plattformen für Messgeräte, die für die jeweilige Messaufgabe geeignet sind. Eine zusätzliche Herausforderung ergibt sich dadurch, dass auch große Objekte, wie etwa Fahrzeuge und Fahrzeugteile auf diese Weise vermessen werden sollen. Das Messobjekt kann dadurch wesentlich größer sein, als der Messbereich des jeweils zum Einsatz kommenden Geräts. Hierzu muss der Roboter im Zuge einer Messung die Position wechseln können, ohne dass dadurch die Messgenauigkeit zu stark beeinträchtigt wird.

Ein entsprechendes autonomes Messsystem bedarf also einer engen Kopplung zwischen dem Positionssystem und der eigentlichen Messapparatur. Die damit verbundene Fusion und Auswertung von Daten aus unterschiedlichen Quellen ist mit einem erheblichen Rechenaufwand verbunden, der einer entsprechend leistungsfähigen Hardware und ausgeklügelter Algorithmen bedarf.

### Mobiler Messroboter mit drei Sensorsystemen

Im vorliegenden Projekt wird der Lösungsansatz verfolgt, die Daten aus insgesamt drei Sensor- bzw. Messsystemen zusammenzuführen und möglichst in Echtzeit auszuwerten, so dass im Optimalfall eine Messung sogar in Bewegung möglich ist.

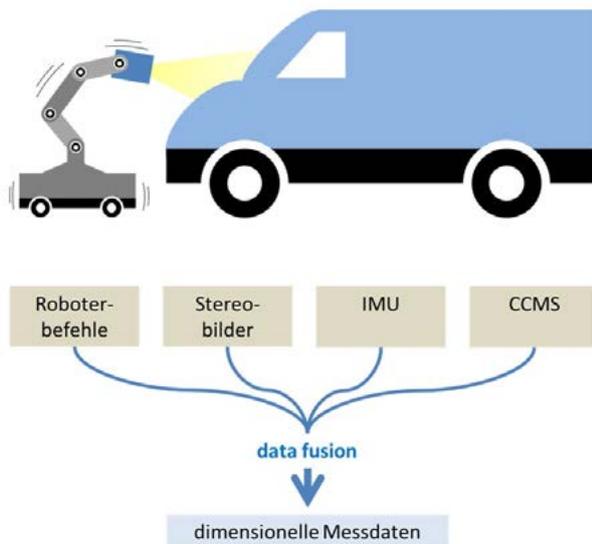


Bild 2: Funktionsprinzip des autonomen Messroboters.  
(Quelle: Carl Zeiss AG)

Für die Orientierung im Raum und die Bewegung zwischen verschiedenen Einsatzorten kommt ein Trägheitssensor zum Einsatz. Für die Positionierung des Messgeräts über dem zu untersuchenden Objekt wird eine Stereobildkamera verwendet. Die eigentliche Messung erfolgt mit einem sogenannten chromatischen, konfokalen Multispotsensor (CCMS).

Entscheidend ist, dass die Sensoren nicht getrennt arbeiten, sondern eine Datenfusion erfolgt. So lassen sich Genauigkeiten erzielen, die mit getrennten Sensorsystemen nicht erreichbar wären. Für die Positionierung des Messroboters am Messobjekt wird daher auch auf den Trägheitssensor zurückgegriffen. Beim Abscannen des Messobjekts wird sowohl der CCMS-Sensor verwendet, indem überlappende Messfelder gewählt werden (sog. Stitching), als auch die Stereokamera, die zusammen mit dem Trägheitssensor ein globales Koordinatensystem definiert, in dem dann die CCMS-Messdaten angeordnet werden.

Für die Positionierung der Roboterplattform wird eine Genauigkeit von besser als 0,1m angestrebt, die Positionierungsgenauigkeit der Sensoren vor dem Objekt soll 1mm erreichen und die Vermessung der 3D-Topographie des Objekts mit 0,01mm Genauigkeit erfolgen.

Die zentrale Innovation des Projektes besteht in der erstmaligen ganzheitlichen Nutzung von Konzepten der digitalen Optik im Bereich der Sensorik, der Datenfusion und -korrelation, der Mustererkennung und von Inertial-mess-geräten für eine Sensorfusion mit dem Ziel eines flexiblen, autonomen aber dennoch genauen und rück-führbaren Systems zur optischen Geometrieerfassung von großen Objekten und Anlagen. Die Einbindung der Messtechnik in den Fertigungsprozess erfolgt dabei nur noch softwareseitig über (drahtlose) Datennetzwerke und nicht mehr durch starre mechanische Kopplung oder eine zentralisierte Prüfeinrichtung.