

**OptoFluidic**

**FESTO**



**Optische Analyse  
in Echtzeit**

# Wenn Informationen auf Reisen gehen



Optische Analyse im Regenbogen: Sonnenlicht in Spektralfarben

Optofluidik ist eine relativ junge und interdisziplinäre Technologie, die Optik und Fluidik kombiniert. Sie steht sowohl für die Realisierung optischer Effekte und Komponenten als auch für die Analyse von bewegten Fluiden. Zu Fluiden zählen Flüssigkeiten und Gase, aber auch Schüttgüter, die durch Rohrleitungen und Armaturen fließen.

## Optik analysiert Fluidik

Die Technologie ermöglicht Diagnose- und Analyseverfahren, bei denen aus bewegten Fluiden bestimmte Eigenschaften, Bestandteile oder Parameter wie Dichte oder Volumen, Farbe oder Schadstoffgehalt erkannt und bewertet werden. Dabei wird das Fluid mit Informationen aufgeladen, die später von den optischen Komponenten ausgelesen werden können. Das Fluid wird zum Medium, das den Code für die optische Analyse bereits in sich transportiert. Komponenten wie Kameras und Sensoren visualisieren dabei die Diagnose in Echtzeit, ohne dass der Prozessablauf unterbrochen werden muss. In Zukunft könnten optofluide Analyseverfahren die zeitintensive Entnahme von Proben ersetzen und den Prozessfluss stabilisieren, die Komponentenzahl verringern und aufwendige Wartungen reduzieren.



Vorbild Lotusblatt: Wassertropfen wirken wie optische Linsen

## Vorbild aus der Natur

Schon in der Natur lassen sich optofluide Phänomene beobachten: Ein Regenbogen entsteht, wenn Sonnenstrahlen auf Regentropfen treffen. Dabei werden die Sonnenstrahlen an den nahezu kugelförmigen Wassertropfen optisch gebrochen und in ihre spektralen Farbanteile zerlegt. Die Sonnenstrahlen werden mit Hilfe der Regentropfen analysiert und optisch als farbenfroher Regenbogen sichtbar. Ergebnis dieser optischen Analyse ist, dass Sonnenstrahlen aus Spektralfarben bestehen. Umgekehrt analysieren die Sonnenstrahlen jeden Regentropfen in Echtzeit. Sie bilden das Ergebnis optisch in Form des Regenbogens ab.

Wie Fluide Optik realisieren, zeigt die Natur anhand des Lotusblatts. Die hydrophobe Schicht des Blatts stößt den Wassertropfen nicht nur ab, sie formt ihn. Dabei nimmt der Tropfen die Gestalt einer Halbkugel an und wirkt, wenn ein Lichtstrahl senkrecht auf ihn auftrifft, wie eine Linse. Durch Veränderung der Größe des Wassertropfens und der Wahl des hydrophoben Untergrundes ist es möglich, Wassertropfen gezielt zu formen und damit eine Vielzahl von unterschiedlichen Linsen herzustellen.

Im Bionic Learning Network, einem Verbund mit namhaften Hochschulen, Instituten und Entwicklungsfirmen, forscht Festo daran, wie diese Prinzipien aus der Natur auf industrielle Prozesse der Automatisierungstechnik angewendet werden können.



OptoFluidic: Demonstration optischer Analyse- und Trennverfahren

### OptoFluidic von Festo

Um die Vorgänge der Optofluidik zu veranschaulichen, hat Festo den bionischen Versuchsträger OptoFluidic entwickelt. Dabei kann Festo auf sein breites Portfolio an Komponenten aus der optischen Technologie wie Kameras, Sensoren und LEDs, Laser oder Fotodioden zurückgreifen. Diese werden mit Elementen der Fluidtechnik, wie Ventile, Pumpen oder Mischer, kombiniert, die den Fluss der Medien steuern.

### Intelligente Flüssigkeit

Durch ein Ventil wird eine transparente in eine blaue Flüssigkeit dosiert. Die beiden nicht miteinander mischbaren Fluide fließen durch die Leitungen des Displays. Die blaue Flüssigkeit ist dabei das intelligente Medium, das die nötigen Informationen für die optische Diagnose in sich trägt. Drei Stationen demonstrieren mögliche Analyse- und Trennschritte der Optofluidik.

### Optische Analyse in Echtzeit

Die erste Station enthält einen optischen Sensor vom Typ SOEC und die Kompaktkamera vom Typ SBOC. In Echtzeit analysiert die Kamera das transparente Fluid hinsichtlich seiner Zusammensetzung und Eigenschaften und wertet Parameter wie das Volumen des transparenten Tropfens aus. Festo setzt hierfür die selbst entwickelte Software CheckKon und CheckOpti ein. Ein an das Kamerasystem angeschlossener Monitor zeigt die erfassten Daten an und ermöglicht eine kontinuierliche Echtzeitüberwachung der Prozesse.



Magnetventil Typ VODA:  
Präzise Dosierung und  
Trennung von Fluiden



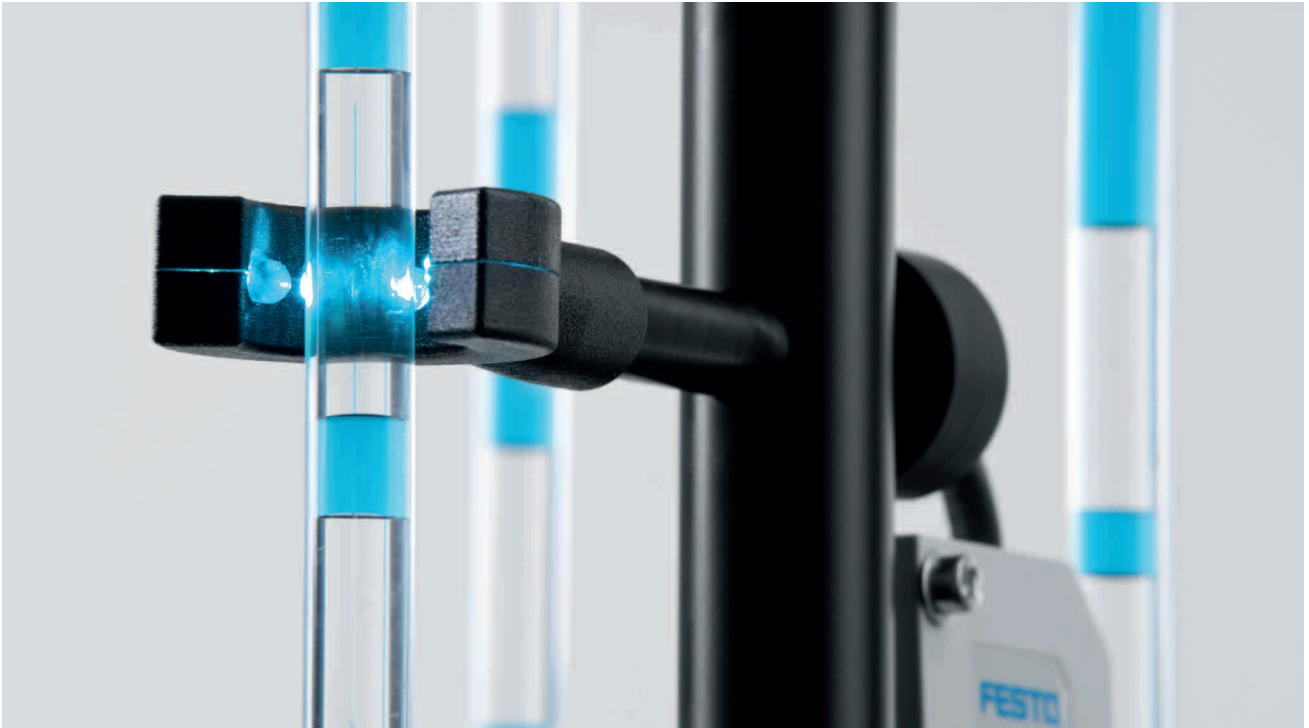
Kompaktkamera Typ SBOC:  
Echtzeitanalyse ohne  
Prozessunterbrechung



Farbsensor Typ SOEC:  
Trennscharfe Farberkennung  
der bewegten Medien



Front End Controller CPX-CEC-C1:  
Steuerung der gesamten  
Applikation



Intelligentes Medium: Das Fluid transportiert die Informationen für eine optische Analyse in sich

#### Visualisierung von verborgenen Informationen

An der zweiten Station macht eine blaue LED mit einer Wellenlänge von 490 nm einen im blauen Fluid enthaltenen fluoreszierenden Farbstoff sichtbar. Dieser Vorgang zeigt, wie es mittels Optofluidik möglich ist, bestimmte und gewünschte Parameter und Informationen durch optische Komponenten zu erfassen und auszulesen.

#### Trennung von unterschiedlichen Fluiden

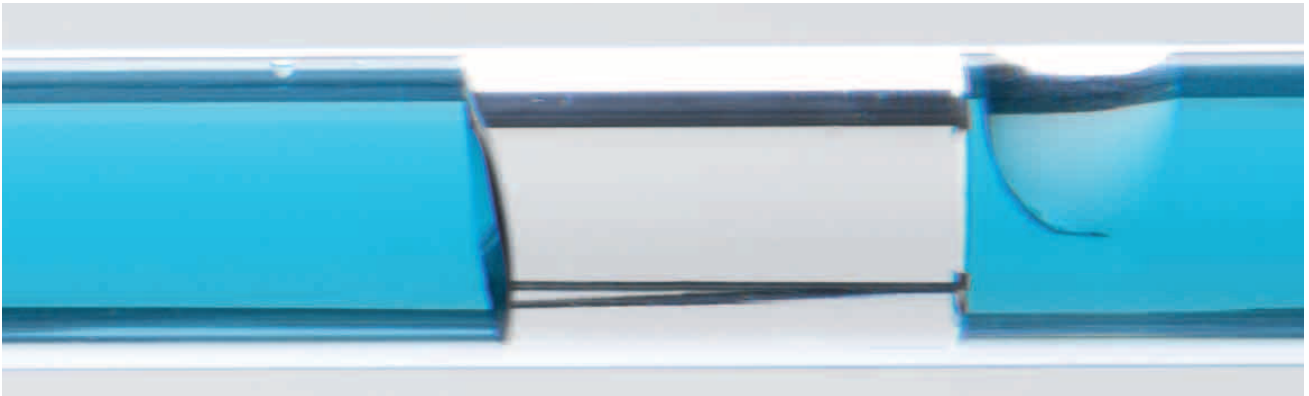
An der dritten Station erkennt ein optischer Sensor vom Typ SOEC die transparente Flüssigkeit. Mithilfe eines Ventils vom Typ VODA trennt das System das transparente Medium von der blauen Flüssigkeit. Das Trennverfahren demonstriert, wie präzise Prozessautomatisierungs-Komponenten von Festo diverse Fluide analysieren und steuern können.

#### Steuerung des Displays

Ein CoDeSys Front End Controller CPX-CEC-C1 und einige CPX-E/A-Module steuern die komplette Applikation. Die CoDeSys-fähige Kompaktkamera ist direkt an der CPX-Steuerung angeschlossen und kommuniziert direkt in Echtzeit über Ethernet. Die Farbsensoren sind an den E/A-Modulen angeschlossen und ergeben so eine in sich geschlossene Kommunikationskette und Regelung aus einem Guss – als Lösungspaket aus einer Hand.







#### **Im Fluss: Effizienter Inline-Prozess**

OptoFluidic zeigt auf, wie effizient die Technologie als Diagnose- und Analyseverfahren in der Prozessautomation sein kann. Es ermittelt, bewertet und steuert unterschiedliche Parameter, Bestandteile und Eigenschaften eines Fluides kontinuierlich und zerstörungsfrei. Die erfassten Daten und Kennzahlen werden in Echtzeit übermittelt, ohne den Prozess zu unterbrechen. Optofluidik spart durch die Echtzeitanalyse die zeitintensive Entnahme von Flüssigkeitsproben und ihre Auswertung in Chromatographen oder vergleichbaren Messapparaturen.

#### **Richtig dimensioniert: Komponentenwahl nach Bedarf**

Die optischen Elemente und Komponenten können je nach Anforderung eingesetzt werden. Die Auswahl richtig dimensionierter Lichtquellen maximiert die Ressourceneffizienz und senkt den Energieverbrauch. Bereits jetzt verfügt Festo über ein breites Spektrum an Bildverarbeitungssystemen und weiteren optischen Komponenten unterschiedlichster Ausprägung.

#### **Analyseverfahren für die Prozessautomation**

In Zukunft können optofluide Messverfahren eine große Rolle spielen – immer dann, wenn Fluide automatisch transportiert, behandelt, aufbereitet, gereinigt, abgefüllt oder entsorgt werden müssen: in Klär- und Kraftwerken, Brauereien, bei der Papierherstellung, in Erdgasanlagen, in der Laborautomatisierung oder in der chemischen, pharmazeutischen und petrochemischen Industrie.



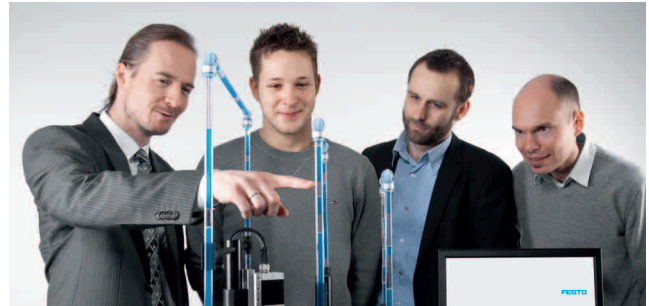
Möglicher Einsatz in der Nahrungsmittel- und Verpackungsindustrie oder der chemischen und pharmazeutischen Industrie



### Technische Daten

Länge: 1080 mm  
Breite: 756 mm  
Höhe: 1570 mm

Farbsensoren: 2x SOEC-RT-Q50-PS-S-7L  
Drucksensoren: 2x SDE3-D20-B-HQ4-2P-M8  
Kamera: SBOC-Q-R3C-WB  
Software: CheckKon, CheckOpti  
Magnetventile: 4x VODA  
Pumpe: 2x Schlauchpumpe TP 4000



### Projektbeteiligte

Projektinitiator:  
Dr. Wilfried Stoll, Geschäftsführender Gesellschafter,  
Festo Holding GmbH

Projektteam:  
Prof. Dr. Peter Hofmann, Prof. Dr. Dominik Rabus, Florian Zieker,  
Festo AG & Co. KG

Messedisplay:  
Uwe Neuhoff, Simon Hanschke, Dipl.-Des. Elias Maria Knubben,  
Dipl.-Ing. (FH) Markus Fischer, Matthias Gehring, Eric Ehrler,  
Festo AG & Co. KG

Fotos:  
Thomas Baumann, Esslingen  
Axel Waldecker, Murr



→ Film

### Festo AG & Co. KG

Ruiter Straße 82  
73734 Esslingen  
Germany  
Telefon 0711 347-0  
Telefax 0711 347-21 55  
cc@de.festo.com  
www.festo.com/bionik