

# visIT

[ Optische Technologien ]

Eine Sache der Optik

Aus dem Handgelenk  
geschüttelt

Im Auge behalten

Hart am Wind

Blick fürs kleinste Detail

3D-Messturbo für  
Oberflächen-Topographie

Unsicherheitsfaktor Wärmebild

Angemessen messen

Nur die Guten ins Töpfchen

Pure Qualität

# Impressum

Herausgeber  
Prof. Dr.-Ing. habil. Jürgen Beyerer

Redaktion  
Sibylle Wirth

Layout und graphische Bearbeitung  
Christine Spalek

Druck  
Druckhaus Karlsruhe  
Druck + Verlag Südwest

Anschrift der Redaktion

Fraunhofer-Institut für Optonik,  
Systemtechnik und Bildauswertung IOSB

Fraunhoferstr. 1  
76131 Karlsruhe  
Telefon +49 721 6091-300  
Fax +49 721 6091-413  
presse@iosb.fraunhofer.de

© Fraunhofer IOSB  
Karlsruhe 2015

ein Institut der Fraunhofer-Gesellschaft  
zur Förderung der angewandten  
Forschung e. V. München

16. Jahrgang  
ISSN 1616-8240

Bildquellen

Titel, Seite 5, 9, 14, 19, 20:  
MEV

Seiten 3, 4, 5, 6, 8, 11:  
indigo Werbefotografie  
Manfred Zentsch

Alle anderen Abbildungen:  
© Fraunhofer IOSB

Nachdruck, auch auszugsweise,  
nur mit vollständiger Quellenangabe und  
nach Rücksprache mit der Redaktion.

Belegexemplare werden erbeten.

# INHALT

## Interview

### Seite 4 **Eine Sache der Optik**

(aku) Geschäftsführer Agenturengruppe con.Text

## Themen

### Seite 6 **Aus dem Handgelenk geschüttelt**

(aku) Geschäftsführer Agenturengruppe con.Text

### Seite 8 **Im Auge behalten**

(aku) Geschäftsführer Agenturengruppe con.Text

### Seite 10 **Hart am Wind**

(mdi) Mascha Dinter, Journalistin

### Seite 12 **Blick fürs kleinste Detail**

(stw) Autor Wissenschaftsredaktion con.Text

### Seite 14 **3D-Messturbo für Oberflächen-Topographie**

(stw) Autor Wissenschaftsredaktion con.Text

### Seite 16 **Unsicherheitsfaktor Wärmebild**

(aku) Geschäftsführer Agenturengruppe con.Text

### Seite 18 **Angemessen messen**

(stw) Autor Wissenschaftsredaktion con.Text

### Seite 20 **Nur die Guten ins Töpfchen**

(stw) Autor Wissenschaftsredaktion con.Text

### Seite 22 **Pure Qualität**

(mdi) Mascha Dinter, Journalistin



Die Textquelle der Beiträge  
Copyright ©  
by Fraunhofer-Verbund IUK-Technologie  
<http://innovisions.de>

Liebe Freunde des IOSB,

# Editorial

nicht nur der Mensch ist ein »Augentier«. Auch Maschinen, Geräte und Anlagen werden zunehmend mit bildgebenden Sensoren ausgestattet, die ihnen so etwas wie »Seh-Sinne« verleihen.

Dabei sind die künstlichen Augen dem Menschen bei der Wahrnehmung seiner Umgebung oft überlegen. Sie sehen in anderen Wellenlängenbereichen, wie z. B. Infrarot, sie sehen schärfer, wie z. B. Mikroskope und sie sehen ermüdungsfrei, wie z. B. Videoüberwachungssysteme.

In diesem visIT-Heft stellen wir Ihnen verschiedene Projekte vor, die die Vielseitigkeit und den hohen Nutzen optischer Systeme jetzt und in Zukunft veranschaulichen.

Eine der drei Kernkompetenzen des IOSB ist die Optronik. Die hier angesiedelten Abteilungen befassen sich vor allem mit der Bilderzeugung durch unterschiedliche Sensoren und der Übertragung der damit gewonnenen Bildsignale. Die zweite Kernkompetenz ist die Bildauswertung, bei der die automatisierte Interpretation und Analyse der gewonnenen Bilddaten im Vordergrund steht. Unsere dritte Kernkompetenz, die Systemtechnik liefert die notwendigen Kenntnisse im Software- und Hardwareengineering, um aus den Sensoren und den analysierten Daten funktionsfähige Systeme zu bauen, die im harten Industriealltag bestehen können.

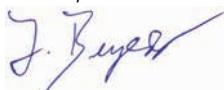
Ein schönes Beispiel hierfür ist die Weintraubensorтировung. Mittels bildgebender Spektroskopie wird der Zuckergehalt im Vorbeiflug von der Sortiermaschine erkannt und die Beeren nach Öchslegrad separiert. So lässt sich das kurze Zeitfenster der Weinlese optimal ausnutzen, um Spitzenweine zu kreieren.

Auch für Industrie 4.0 ermöglichen optische Technologien einen großen Fortschritt für die Mensch-Maschine-Interaktion. Qualitätsprüfer können durch Gestenerkennung per Fingerzeig Fehler an Bauteilen markieren oder ein partnerschaftliches Zusammenarbeiten von Mensch und Roboter im Arbeitsalltag risikofrei gestalten.

Wärmebildkameras kommen Energieverlusten an Gebäuden auf die Spur und Laser-vibrometer vermessen Windkrafträder im laufenden Betrieb auf Materialermüdungerscheinungen.

Besonderen Dank möchten wir noch der Online-Plattform InnoVisions unseres Fraunhofer IuK-Verbunds aussprechen, durch deren Kooperation dieses Themenheft in dieser Form möglich wurde.

Karlsruhe, im März 2015



Prof. Dr.-Ing. habil. Jürgen Beyerer



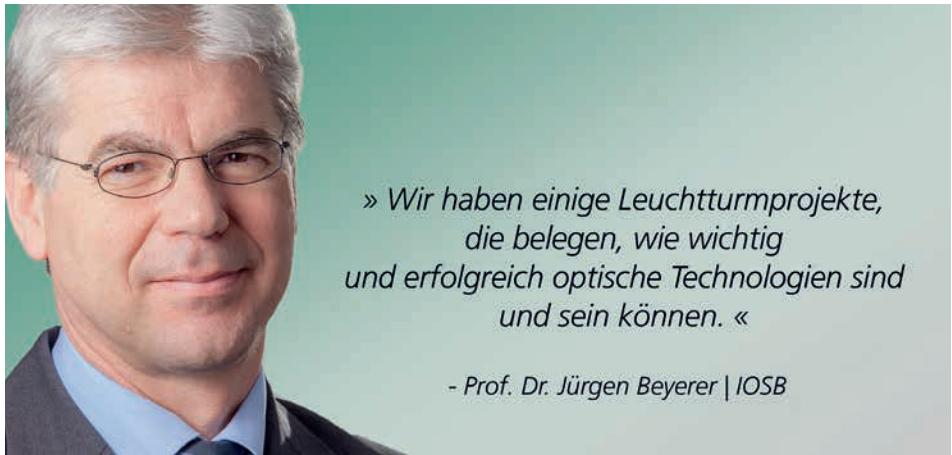
Prof. Dr.-Ing. habil. Jürgen Beyerer



# Interview

## EINE SACHE DER OPTIK

INTERVIEW MIT PROF. DR.-ING. HABIL. JÜRGEN BEYERER,  
LEITER FRAUNHOFER IOSB



» Wir haben einige Leuchtturmprojekte, die belegen, wie wichtig und erfolgreich optische Technologien sind und sein können. «

- Prof. Dr. Jürgen Beyerer | IOSB

17. November 2014 – Im Interview mit InnoVisions.de erklärt Prof. Dr.-Ing. habil. Jürgen Beyerer, Institutsleiter des Fraunhofer-Instituts für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung IOSB die Bedeutung optischer Forschung für die technische Innovation.

*In den Medien ist immer wieder die Rede von Schlüsseltechnologien, die die Entwicklungen der kommenden Jahre oder gar Jahrzehnte bestimmen werden. Im Vergleich etwa zu Elektromobilität oder generell der Weiterentwicklung der Informations- und Kommunikationstechnologie führt die Optik in der öffentlichen Wahrnehmung eher ein Schattendasein.*

Ist das so? Mein Eindruck ist ein anderer. Aber wenn, dann liegt das möglicherweise an den zahlreichen Anwendungsfacetten der Optik. Tatsächlich ist der Mensch ein »Augentier«. Alles, was mit optischer Erfassung von Umgebungen zu tun hat, ist elementar. Technisch können wir sogar noch weitergehen und uns außer im Bereich des sichtbaren Lichts auch im ultravioletten und infraroten Spektrum umsehen. Den vielleicht wichtigsten Sinn des Menschen,

das Sehen, so zu begreifen, dass wir beispielsweise auch Maschinen diese Fähigkeit beibringen können oder Möglichkeiten zu schaffen, diesen Sinn durch Maschinen zu erweitern, ist so grundlegend, dass die Optik meiner Auffassung nach weit oben auf der Agenda einschlägiger Forschungsinstitute steht.

*Ist die Optik elementar für die Zukunftsforschung?*

Sie ist zwar nur ein Bestandteil, aber ein herausragender. Ein Beispiel dafür ist u. a. der Themenbereich Industrie 4.0 mit der multimodalen Interaktion in Fabriken.

*Sie meinen den Überblick über aktuelle Aktivitäten von Mensch und Maschinen?*

Das geht hin bis zu Sicherheitsfragen, wie etwa der möglichen Abschaffung von Trenngittern, die Menschen vor Industrierobotern schützen. Mit Hilfe optischer Technologien lässt sich die Effizienz erhöhen, ohne an Sicherheit einzubüßen. Maschinen sind den Menschen dann »näher« und können ihm optimal assistieren, um den Produktionsprozess zu unterstützen.

*Das Fraunhofer-Institut für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung (IOSB), das Sie leiten, hat einen Schwerpunkt in der optischen Forschung.*

Wir haben einige Leuchtturmprojekte, die belegen, wie wichtig und erfolgreich optische Technologien sind und sein können. So haben wir beispielsweise gemeinsam mit der BMW Group ein Verfahren entwickelt, mit dem Mitarbeiter die auf Karosserieteilen entdeckten Fehler durch eine einfache Zeigegeste dem System mitteilen können. Findet der Qualitätsprüfer also einen Fehler im Lack, genügt ein Fingerzeig, um den Mangel an das Prüfsystem weiterzuleiten, zu speichern und zu dokumentieren. Bauteil und Mensch werden dabei optisch so erfasst, dass die Angaben des Prüfers verstanden werden. Eine Eingabe am Rechner ist nicht mehr erforderlich. Die Genauigkeit dabei ist hoch, die Aufwandsersparnis enorm.

*Auf der CeBIT hat das IOSB zudem eine Reihe weiterer Innovationen vorgestellt.*

Dazu gehört unter anderem auch eine schnelle, flächig arbeitende Hyperspektralkamera, welche die Materialklassen der Objekte erkennen kann. Wir erreichen dies durch die Klassifikation der aufgenommenen Lichtspektren und ermöglichen beispielsweise der Industrie eine vollkommen neue Informationsqualität. Das führt dann zu neuen Möglichkeiten der automatischen Sichtprüfung für Qualitätsinspektionen oder für das effektive Recycling. Ein anderes Beispiel ist »VibroTrack«, unser Trackingsystem für Windenergieanlagen, das mit Hilfe eines automatisch punktgenau mitgeführten Laservibrometers aus bis zu 300 Metern Distanz die Schwingungen - und damit sich versteckte einschleichende

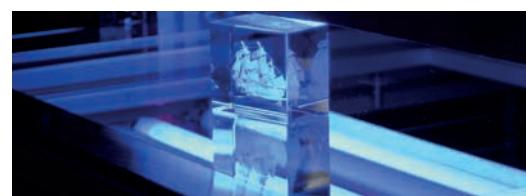
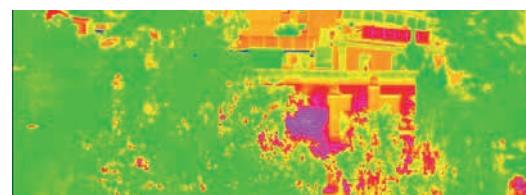
Defekte - der Rotorblätter von Windenergieanlagen im laufenden Betrieb vermessen und detektieren kann.

*Wo liegen die Grenzen, um die Fortschritte durch optische Instrumentarien deutlich voranzubringen?*

Wir forschen an diesen Grenzen und bislang gelingt es ganz gut, die Anwendungsgrenzen immer weiter voranzutreiben. Aber natürlich gibt es so etwas wie technische Hürden. Dazu gehören z. B. Sensoren, die noch nicht so ausgereift sind, dass alle Spektralbereiche empfindlich genug erfasst werden können. Letztlich aber haben wir Forscher heute den Vorzug, über einen ganz phantastischen Baukasten optischer Möglichkeiten zu verfügen. Damit können wir immer wieder interessante neue Anwendungsfelder erschließen.

*Wie wichtig ist dabei die Zusammenarbeit mit anderen Fraunhofer-Instituten?*

Sie ist unabdingbar. Wir arbeiten gut und gern mit anderen Fraunhofer-Instituten zusammen. Gerade dort, wo wir mit unseren Kompetenzen an Grenzen stoßen, weil wir beispielsweise den Bereich Terahertz, Mikrowellen oder Röntgenstrahlung für industrielle Anwendungen nutzen wollen, sind unsere Kolleginnen und Kollegen gefragt. Sie sind in der Lage, unsere Technologien zu komplettieren. Und ich denke, dass dies auch umgekehrt so ist. (aku)

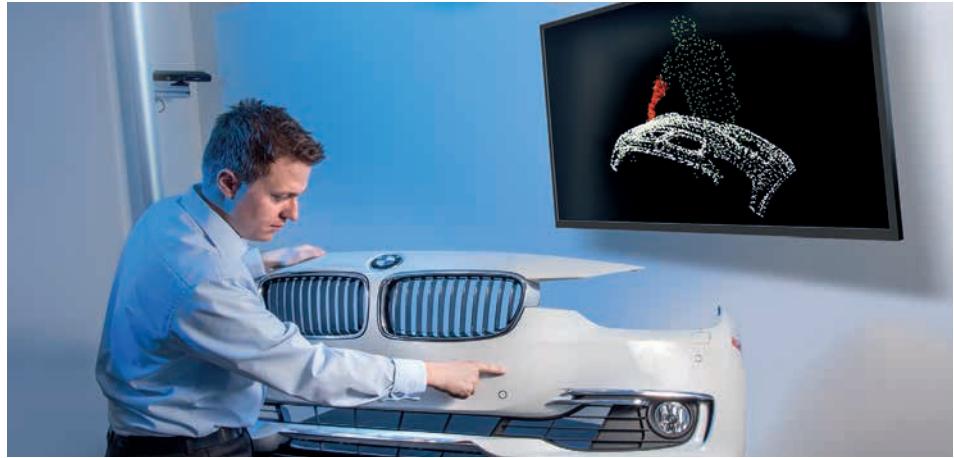


# Themen

zu Original-Online-Version:  
<http://innovisions.de/beitraege/aus-dem-handgelenk-geschuetztelt/>

## AUS DEM HANDGELENK GESCHÜTTELT

### QUALITÄTSKONTROLLE PER HANDZEICHEN



Mit einer einfachen Geste können bei der BMW Group nun Fehler in der Lackierung registriert werden. Grundlage der Technologie war der SmartControlRoom des Fraunhofer IOSB.

**Die Sorgfalt, mit der die Qualität beispielsweise lackierter Autoteile bei der BMW Group kontrolliert wird, ist mit einem hohen Aufwand verbunden. Per Hand kontrollieren die Mitarbeiter jeden Stoßfänger und geben ihn dann durch manuelle Eingabe ihres »O.K.« oder der Fehlerbeschreibung für den weiteren Prozess frei. Gemeinsam mit der BMW Group hat das Fraunhofer IOSB nun ein Verfahren entwickelt, mit dem Mitarbeiter die auf Karosserie- teilen entdeckten Fehler durch eine einfache Zeigegeste dem System mitteilen können. Die Genauigkeit ist hoch, die Aufwandsersparnis enorm.**

Industrielle Qualität ist in der Regel ein Synonym für »Made in Germany« und die Produkte der deutschen Automobilindustrie. Neben der Entwicklung und der Fertigung sind es vor allem die Qualität des Materials und des Produktionsprozesses, die über den Erfolg oder Misserfolg eines Premium- produktes entscheiden. Entsprechend wichtig ist es deshalb, auch kleine Fehler in der Produktion genau zu erkennen und zu erfassen. Bei lackierten Stoßfängern setzt die BMW Group derzeit auf ein manu-

elles Eingabesystem: Dabei untersucht der Arbeiter das Karosserieteil akribisch und merkt sich alle aufgespürten Fehler. Danach muss er seinen Arbeitsplatz verlassen, zum PC-Terminal gehen, mehrere Eingabemasken bedienen und dann die Position der Fehler sowie die Fehlerart festhalten. »Selbst für Beobachter, die sich nicht mit dem Prozessmanagement auseinandersetzen, ist augenfällig, wie zeitintensiv und möglicherweise auch fehleranfällig diese Vorgehensweise ist«, betont Alexander Schick vom Fraunhofer- Institut für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung IOSB.

Basis für die berührungslose Gestenerkennung sind 3D-Daten. Deshalb muss das System vorbereitet werden, sprich: Der komplette Arbeitsplatz muss in 3D rekonstruiert werden. Das umfasst sowohl den Menschen als auch das Objekt, mit dem er sich beschäftigt. »Wo befindet sich die Person? Wie bewegt sie sich? Was tut sie? Und: Wo ist das Objekt? – All diese Informationen sind erforderlich, um die Zeigegesten korrekt mit dem Stoßfänger verknüpfen zu können«, erläutert Schick. Um die Gestensteuerung zu ermöglichen, setzen die Experten ein 3D-Körpertracking



Dr.-Ing. Alexander Schick

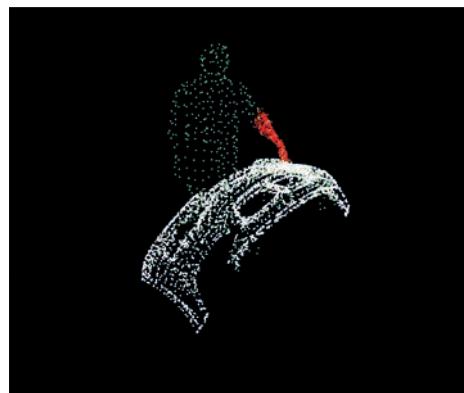
Interaktive Analyse  
und Diagnose (IAD)  
Fraunhofer IOSB Karlsruhe

Telefon +49 721 6091-620  
alexander.schick@iosb.fraunhofer.de  
www.iosb.fraunhofer.de/IAD



Die Software ANABEL der BMW Group ist mit der Gestenerkennung verbunden. Markierte Fehler werden somit automatisch eingetragen und für die Mitarbeiter visualisiert.

ein, das die Körperhaltung der Person in Echtzeit erfasst. Auch das Karosseriebauteil wird »getrackt«. Die Anforderungen an die Hardware sind dabei erstaunlich gering: Ein Standard-PC sowie zwei Microsoft Kinect-Systeme – bestehend aus Kamera und 3D-Sensoren – genügen, um die Rekonstruktion zu realisieren. Die entsprechenden Algorithmen, welche mehrere 2D- und 3D-Bilder fusionieren, sind speziell für diesen Anwendungsfall entwickelt und auf die Anforderungen der BMW Group angepasst worden.



Eine 3D-Rekonstruktion des Mitarbeiters mit dem erfassten Modell des Stoßfängers. Die erfasste Zeigegeste ist in Rot dargestellt.

Die Forscher haben dabei das System der Gestenerkennung bewusst auf nur wenige Gesten reduziert: »Im Vorfeld des Projektes haben wir analysiert, wie viele Gesten für die gewünschte Effizienzsteigerung nötig sind. Denn es macht keinen Sinn, die Qualitätsprüfer mit 20 verschiedenen Gesten von ihrer eigentlichen Aufgabe abzulenken«, meint Schick. In der Regel – so die Beobachtungen – lässt sich bereits mit nur zwei Gesten eine Abdeckung des Bedarfs um rund 95 Prozent erreichen: Durch eine »In-Ordnung-Geste« (Streichen über den Stoßfänger) und eine »Kennzeichnungs-Geste« durch einen Fingerzeig. Die Genauigkeit, mit der das System die angezeigten Fehler erkennt, ist dabei mehr als ausreichend: Auf rund drei Zentimeter genau werden »angezeigte« Unregelmäßigkeiten im Lack erkannt und vermerkt. Das entspricht in etwa der Genauigkeit des früheren Markierens etwa mit einem Kreidekreis.

»Keimzelle für diese präzise Technik ist unser SmartControlRoom, in dem Personen ganz natürlich mit dem Raum interagieren. Sie können mit Zeigegesten entfernte Displays ohne Zusatzgeräte bedienen. Der Raum erkennt, welche Handlungen gerade

stattfinden und bietet dazu die passenden Informationen und Werkzeuge an. Da die Gestenerkennung unabhängig von den Displays ist, sind wir in der Lage, Anwendungen umzusetzen, die keine Monitore verwenden, wie hier die Gesteninteraktion mit echten Gegenständen«, sagt Schick. »Dabei spielt es keine Rolle, um welche Art von Objekt es sich handelt. Anstelle des Stoßfängers ließe sich natürlich auch jedes andere Bauteil tracken.«

Die Technologie lässt sich nachträglich mit geringem Aufwand in bestehende Produktivsysteme integrieren. Im Werk Landshut wurde ein Demonstrator bereits erfolgreich getestet. Zusammen mit dem Feedback der Mitarbeiter konnte dieser gezielt für den produktiven Einsatz weiter entwickelt werden. Jetzt steht das Produktivsystem kurz vor der Einführung im Werk. Ziel ist neben ausführlichen Tests auch die Verfeinerung des Systems, damit es in Zukunft möglichst umfassend zum Einsatz kommen kann. (aku)

#### Literatur:

- [1] Schick, A.; Sauer, O.: wt Werkstatttechnik online, Ausgabe 9-2013, S. 731-732
- [2] Schick, A.; Sauer, O.: QZ Qualität und Zuverlässigkeit, Ausgabe QZ 11/2013, S. 48-50

# Themen

zu Original-Online-Version:  
<http://innovisions.de/beitraege/im-auge-behalten/>

## IM AUGE BEHALTEN

### INTELLIGENTE VIDEOÜBERWACHUNG FÜR KRANKENHÄUSER



Das Krankenhaus-Überwachungssystem NurseEye erkennt Patienten in Gefahrensituationen und alarmiert das Personal unter Wahrung der Privatsphäre.

Krankenhausflure oder auch die Verkehrswege zwischen den Krankenabteilungen werden in der Nacht nur wenig kontrolliert. Gerade für Patienten aber ist es wichtig, dass ein eventueller Sturz in diesen Bereichen möglichst sofort erkannt wird, um schnell Hilfe leisten zu können. Mit dem »NurseEye« haben Forscher des Fraunhofer IOSB nun ein System entwickelt, das die nötige Überwachung gewährleistet – ohne den Datenschutz und die Privatsphäre zu verletzen.

Wer sich den Unterschied zwischen Schein und Sein vor Augen führen möchte, dem bietet das Gesundheitswesen viel Gelegenheit. Jeden Wochentag wird derzeit eine andere Ärzeserie im deutschen Fernsehen ausgestrahlt. Sie zeichnen ein Idealbild medizinischer Versorgung. Und jeden Tag stehen die – laut Statistischem Bundesamt –

rund 2.000 Krankenhäuser in Deutschland für Besucher und Patienten offen. Sie stehen für die Wirklichkeit. Während die Krankenwelt im Fernsehen vor allem deshalb schön und heil wirkt, weil Ärzte, Schwestern und Pfleger stets genug Zeit für ihre Aufgaben und ein persönliches Gespräch haben, zeichnet die Realität vor Ort ein ganz anderes Bild. In einer aktuellen Studie der Gewerkschaft ver.di beispielsweise wird vorge-rechnet, dass in den deutschen Kliniken 162.000 Beschäftigte fehlen. Rund 3.900 Krankenhausabteilungen in 200 Krankenhäusern wurden dafür untersucht. Andere Berichte sprechen von teils »grober Fahrlässigkeit« im Umgang mit den Patienten. Etwa, wenn Situationen auftreten, in denen 30 Patienten von nur einer Pflegekraft betreut werden müssen. Hinzu kommt, dass der Bedarf an Betreuungspersonal in den kommenden Jahren rasant steigen wird: Laut Schätzung des Statistischen Bundes-



Dipl.-Inform. Erik Krempel

Sichere Kommunikations-  
architekturen (SKA)  
Fraunhofer IOSB Karlsruhe

Telefon +49 721 6091-292  
erik.krempel@iosb.fraunhofer.de  
www.iosb.fraunhofer.de/SKA



Youtube Video: <https://www.youtube.com/watch?v=rmpRsnWaRz4>

amts werden im Jahre 2050 rund 23 Millionen Menschen in Deutschland 65 Jahre und älter sein. Das entspricht einem Drittel unserer Bevölkerung - Tendenz steigend.

Um das Auseinanderklaffen der Schere zwischen Pflege-Bedarf und Pflegepersonal wenigstens etwas in den Griff zu bekommen, setzen Wissenschaft, Politik und Wirtschaft auf Automation. Zumindest in Bereichen, wo Fürsorge nicht zwangsläufig menschlicher Natur sein muss. Die optische Überwachung von Gefahrenstellen, wie beispielsweise Krankenhausfluren, wo sich auch bei Nacht Patienten aufhalten, gehört zweifelsohne zu den Bereichen, in denen Technik sinnvoll eingesetzt werden kann. Sofern sie zum einen den Maßgaben des Patienten- und Datenschutzes genügt und zum anderen bedarfsgerecht und zuverlässig funktioniert.

Das Fraunhofer-Institut für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung IOSB hat deshalb eine intelligente Videoüberwachung entwickelt, die die Flure und Verkehrswege von Krankenhäusern und Pflegeheimen im Auge behalten kann. Die Daten von zuvor installierten Videokameras werden dabei durch eine spezielle Software ausgewertet, die in der Lage ist, Notfälle selbstständig zu identifizieren. Die Forscher greifen dabei auf die Erfahrungen des Instituts im Bereich Bildauswertung zurück. Ist ein Hinfallen erkannt, löst das

»NurseEye«-System ein Alarmsignal aus, das eine Krankenschwester oder einen Krankenpfleger über ein mobiles Endgerät informiert. Dabei erhält nur derjenige Mitarbeiter das Signal, der sich in der Nähe der jeweiligen Notsituation aufhält. Bestätigt die Pflegekraft den Alarm und wird damit aktiv, hat sie Zugriff auf das Videomaterial der Kamera und bekommt den genauen Ort des Geschehens auf einer Karte angezeigt. Wird das Signal von der Pflegekraft aber innerhalb einer Zeitspanne von 15 bis 30 Sekunden nicht bestätigt, wird die Meldung an weitere Stationen beziehungsweise Mitarbeiter weitergegeben.

»Bei der Konzeption war uns sehr wichtig, sicherzustellen, dass mit Ausnahme der einzelnen Pflegekraft bei einer Notsituation keine Mitarbeiterin und kein Mitarbeiter des Krankenhauses oder andere Personen Zugriff auf das Videomaterial haben«, erklärt Projektleiter Erik Krempel vom ISOB. Der Datenschutz habe höchste Priorität. Wichtig sei das nicht nur aus rechtlichen Gründen, sondern auch, um zu gewährleisten, dass die Menschen der Integrität des Systems vertrauen. »Überwachungskameras werden in der Regel zunächst als negativ wahrgenommen. Gerade im Krankenhausbereich aber ist es wichtig, dass die Menschen merken, wie ernst Privatheit genommen wird. Unser System berührt diese Grenze lediglich in Notfällen«, betont Krempel.

Um das nötige Vertrauen herzustellen, setzen die Forscher auch auf Transparenz. Im Normalfall werden die Daten nur durch die Software ausgewertet. Alle Kameras sind mit kleinen Displays versehen, über die sich jederzeit nachvollziehen lässt, wie die erfassten Daten ausgewertet werden. »Betroffene – Patienten wie Krankenhauspersonal – können so sehen, dass ihre Privatsphäre optimal geschützt ist«, betont Krempel. Wenn das System aber einen Notfall erkennt, wechselt das Bild des Monitors, so dass der hilfesuchende Patient erkennen kann, dass bereits Hilfe alarmiert wurde: Sobald die Pflegekraft den Erhalt des Alarms bestätigt, baut das System eine Videoverbindung zwischen diesem Mitarbeiter und dem betroffenen Patienten auf. Das erleichtert es zum einen, die Situation einzuschätzen und beruhigend auf den Patienten einzutwirken. Der Patient seinerseits kann sich sicher sein, dass Hilfe zu ihm unterwegs ist. Und er weiß, dass seine Daten nicht durch einen anonymen Dritten, sondern nur durch einen bekannten Mitarbeiter ausgewertet werden. (aku)

#### Literatur:

- [1] Bretthauer, S.; Krempel, E.: Videomonitoring zur Sturzdetektion und Alarmierung - Eine technische und rechtliche Analyse 17. Internationales Rechtsinformatik Symposium (IRIS) 2014 - Transparenz, 2014, 525-534
- [2] Birnstill, P.; Bretthauer, S.; Greiner, S.; Krempel, E.: Privacy Preserving Surveillance: An Interdisciplinary Approach SMART Workshop 2013 - Brussels, 2013

Dr. rer. nat. Dipl.-Phys.

Ilja Kaufmann

Optronik (OPT)

Fraunhofer IOSB Ettlingen

Telefon +49 7243 992-122

ilja.kaufmann@iosb.fraunhofer.de

[www.iosb.fraunhofer.de/OPT](http://www.iosb.fraunhofer.de/OPT)

# Themen

zu Original-Online-Version:  
<http://innovisions.de/beitraege/hart-am-wind/>

## HART AM WIND

### SCHWINGUNGEN VON WINDKRAFTANLAGEN MESSEN



Das Trackingsystem VibroTrack von Fraunhofer IOSB misst Schwingungsschäden bei Windkraftanlagen.

**Neu und bisher einzigartig:** Ein technisches System misst die Schwingungen von Windkraftanlagen und kann auf diese Weise Materialschäden und Verschleißerscheinungen feststellen. Weil es nicht direkt an der Anlage montiert werden muss, sondern in einer Entfernung von bis zu 300 Metern aufgestellt werden kann, ermöglicht es wesentlich umfassendere Analysen als bisherige Systeme. Dabei wird ein computerbasiertes Trackingsystem mit einem Laser-vibrometer kombiniert: Das Trackingsystem sagt die Bewegung der Rotorblätter vorher, sodass der Laser diesen Bewegungen in Echtzeit folgen und die Schwingungen messen kann.

Über 24.100 Windkraftanlagen verwandeln derzeit in Deutschland Wind in Strom und jedes Jahr kommen neue Anlagen hinzu. Allein im ersten Halbjahr 2014 wurden laut dem Bundesverband WindEnergie 650 neue Windkraftanlagen an Land errichtet. Die Bundesregierung hat sich zum Ziel gesetzt, dass der Anteil der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien bis zum Jahr 2020 auf mindestens 35 Prozent ansteigen soll. Onshore- und Offshore-Windenergieparks werden dabei eine wichtige Rolle spielen.

Die Windenergie macht bereits heute den größten Anteil an erneuerbaren Stromquellen in Deutschland aus, der Anteil der Windenergie an der gesamten Energieproduktion liegt bei über 13 Prozent. An Land und auf See trotzen die teils über 100 Meter großen Türme mit Rotorblättern von einer Länge bis zu 65 Metern auch extremen Witterungsbedingungen. Doch die Schwingungen, die durch die Bewegung der Rotorblätter erzeugt werden, wirken sich mit der Zeit auch auf das robusteste Material aus. Das lässt sich nicht verhindern, denn selbst bei normaler Windgeschwindigkeit bewegt sich der Turm bis zu einem Meter hin und her. Das belastet natürlich das Material. Verschleißerscheinungen sind mit der Zeit unvermeidlich. Im schlimmsten Fall kann dies zu Materialschäden und zu einem Ausfall der Anlage führen. Deshalb ist eine Analyse der Schwingungen sowohl für die Entwicklung neuer Anlagen als auch für die Wartung bestehender Windräder enorm wichtig. Denn: Die Materialermüdung, die die Lastwechsel im Laufe der Zeit verursachen, wäre an sich nicht problematisch, würde man diese frühzeitig feststellen. Je später man sie aber erkennt, desto höher fallen die Kosten für Wartung und Reparatur aus. Deshalb sollte der Zustand einer



Anlage kontinuierlich überprüft werden. Das aber ist leichter gesagt als getan: Eine manuelle Überprüfung, bei der alle Teile gründlich inspiziert werden, bedeutet für den Betreiber, dass die Anlage für den Zeitraum der Inspektion abgeschaltet werden muss. Moderne Anlagen verfügen zwar über Sensoren, mit denen die Schwingung an bestimmten Punkten gemessen werden kann, diese Sensoren können jedoch nicht in allen Teilen einer Anlage verbaut werden. Das gilt insbesondere für die Rotorblätter der meisten Anlagen, die deshalb nicht automatisch auf Schwingungsschäden kontrolliert werden können.

Bisher war es also unmöglich, ein umfassendes Schwingungsmuster einer Anlage zu erstellen. Den Forschern am Fraunhofer-Institut für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung IOSB ist es gelungen, dieses Problem zu lösen: Gemeinsam haben die Spezialisten der Abteilungen Optronik und Objekterkennung ein neuartiges System entwickelt, das eine Kombination aus einem Laservibrometer und einem Trackingsystem ist. Es misst die Schwingung einer Windkraftanlage aus der Ferne: Ein Laservibrometer erfasst Vibrationen an den Oberflächen. Mit dem leistungsstarken Laser des Fraunhofer IOSB können diese Schwingungen auf der Oberfläche von Windkraftanlagen aus einem Abstand von bis zu 300 Metern gemessen werden. »Der Laser ist auf einer mobilen Anlage mit einem Schwenkneigekopf montiert. Er wird auf die Anlage gerichtet und der Laserstrahl bewegt sich dann mit den Rotorblättern. So können wir die Schwingungen auf beliebigen Stellen der Oberflächen messen«, erklärt Projektleiter Dr. Ilja Kaufmann vom Fraunhofer IOSB. Werden dabei Veränderungen festgestellt,

kann das auf nicht sichtbare Schäden am Material hinweisen. Das kompakte System kann mit einem Fahrzeug zur Windkraftanlage transportiert werden.

»Die Messung eines bestimmten Punktes dauert etwa eine Sekunde. Das macht die Sache natürlich kompliziert, wenn der zu vermessende Punkt permanent in Bewegung ist. Deshalb haben wir den Laser mit einem Trackingsystem kombiniert, das anhand von Videodaten Objekte verfolgen kann«, erläutert Kaufmann. Mit dem computerbasierten Trackingsystem »VibroTrack« können die Flügel auch dann vermessen werden, wenn das Windrad in Bewegung ist. Zu dem System gehört eine Bildverarbeitungssoftware, die an eine Kamera gekoppelt ist. Die Kamera macht Aufnahmen von der Windkraftanlage und leitet sie an die Software weiter. Diese erstellt dann daraus ein virtuelles 3-D-Modell und kann so die Bewegung vorhersagen. Mit Hilfe dieser Informationen ist der Laser in der Lage, rechtzeitig die richtige Position einzunehmen und die Bewegung in Echtzeit zu verfolgen. So kann aus der Distanz das Schwingungsmuster der gesamten Anlage gemessen werden.

Es ist das erste Mal, dass solche umfassenden Messungen möglich sind. Die Methode eröffnet den Konstrukteuren und Betreibern von Windkraftanlagen ganz neue Möglichkeiten: »Zum Beispiel kann das System bei der Entwicklung von Windkraftanlagen und Schwingungsmodellen

genutzt werden, um sie bereits im Vorfeld zu validieren und gegebenenfalls zu optimieren«, sagt Kaufmann. Aber auch bestehende Anlagen lassen sich mit dem System beurteilen. »Das ist besonders wichtig, um Materialschäden wie Risse oder Brüche festzustellen, bevor sie sichtbar sind. Solche Veränderungen kann man mit regelmäßigen Messungen aufdecken und Mängel beheben, bevor sie einen Schaden verursachen.« Auch zur einmaligen Bewertung einer Anlage bietet sich das System an. »Die Windkraftanlagen der ersten Generation haben mittlerweile ihre auf etwa 20 Jahre angesetzte Lebenszeit erreicht. Jetzt stellt sich für die Betreiber die Frage, was sie damit machen: Abreißen, weiterbetreiben, verkaufen? Da wäre es natürlich enorm hilfreich, eine fundierte Aussage über den Zustand der Anlage treffen und bewerten zu können, wie gut das Material in Schuss ist«, so Kaufmann. Die hohe Distanz, aus der gemessen wird, ermöglicht es prinzipiell sogar, Offshore-Anlagen auf dem Wasser von einem Schiff aus abzuscannen und zu vermessen.

Nachdem die Forscher am Fraunhofer IOSB den Prototypen des Systems auf der CeBIT 2014 präsentiert haben, werden die einzelnen Komponenten, die zunächst für ein Windradmodell entwickelt wurden, für den Einsatz außerhalb des Labors umgerüstet. Daraus wollen die Wissenschaftler dann in den kommenden Monaten ein marktaugliches System entwickeln. (mdi)

# Themen

zu Original-Online-Version:  
<http://innovisions.de/beitraege/blick-fuers-kleinste-detail/>

## BLICK FÜRS KLEINSTE DETAIL

### INLINE-PRÜFUNG FÜR NANOBESCHICHTUNGEN



Neue Ellipsometrie-Technologie von Fraunhofer IOSB prüft Mikro- und Nanobeschichtungen im Durchlaufverfahren.

**Ultradünne Beschichtungen sorgen für die entscheidenden Funktionalitäten – bei der Chipherstellung genauso wie bei Autoscheinwerfern oder im Sanitärbereich. Ob die Beschichtungen richtig ausgeführt sind, lässt sich bisher meist nur mit hohem Aufwand und damit nur stichprobenhaft im Labor prüfen. Ein neu entwickeltes Messverfahren ermöglicht den Einsatz von Ellipsometrie zur Bewertung von Schichtdicken bis in den Nanobereich als integrierte Inline-Lösung im Produktionsprozess.**

Sie sind nur Tausendstel eines Millimeters dick und doch garantieren sie entscheidende Funktionen von Produkten und Bauteilen: Zum Beispiel sorgen Beschichtungen mit Dicken im Mikro- und Nanobereich dafür, dass Schmutz an Fassadenelementen, Photovoltaikmodulen oder Produkten für den Sanitärbereich nicht haften bleibt. Ebenso kann der mikrometerdicke, durchsichtige Lack auf der Innenseite des Autoscheinwerfers Kondensatbildung und damit ein Beschlagen der Fläche zuverlässig ver-

hindern. Dass Beschichtungen ihre vielfältigen Funktionen in vollem Umfang auch erfüllen, setzt allerdings exaktes und fehlerfreies Aufbringen im Produktionsprozess voraus. Dasselbe gilt beim Abscheiden einzelner Schichten oder beim schichtweisen Materialabtrag in der Halbleiterindustrie. Bereits Abweichungen in der Größenordnung weniger Atomlagen können hier qualitätsentscheidend sein.

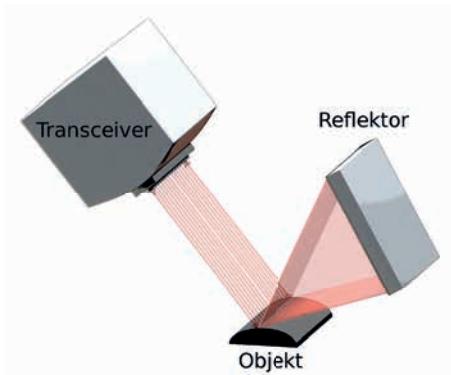
Insbesondere in den Qualitätslaboren der Halbleiterfertigung hat sich deshalb ein sehr genaues optisches Verfahren etabliert: die Ellipsometrie. Sie ermöglicht die optische Messung der Schichtdicken vom Mikro- bis in den Nanobereich und funktioniert absolut berührungslos und zerstörungsfrei. Das Prinzip dahinter ist vergleichsweise einfach zu erklären: Von einem Sender aus wird die Materialprobe von einem Lichtstrahl mit definierter Polarisation angestrahlt. Der an der zu messenden Schicht reflektierte Lichtstrahl wird von einem Empfänger detektiert. Aus der Messung der Polarisationsänderung zwischen dem einfallendem und reflektier-



Dipl.-Inform. Christian Negara

Sichtprüfsysteme (SPR)  
Fraunhofer IOSB Karlsruhe

Telefon +49 721 6091-567  
christian.negara@iosb.fraunhofer.de  
www.iosb.fraunhofer.de/SPR



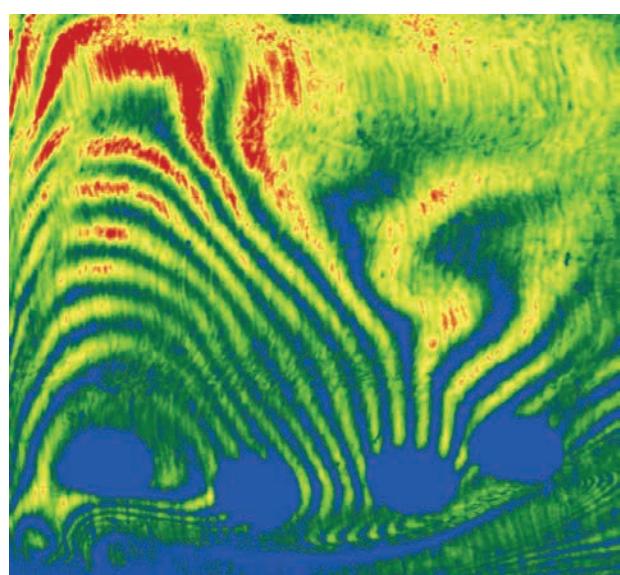
Durch die Retroreflexion gelangt das Licht wieder zurück in den Transceiver.

tem Licht lässt sich nun die Dicke der Beschichtung bestimmen. Die Messanordnung setzt allerdings eine hochpräzise Einstellung von Einfalls- und Ausfallswinkel voraus. Um damit mehrere Messpunkte einer Oberfläche zu prüfen, muss die untersuchte Probe vollkommen eben sein. Damit auch bei einer gekrümmten Oberfläche die Reflexionsbedingung jederzeit erfüllt ist, müsste für jede Punktmeßung Einfalls- und Ausfallswinkel neu angepasst werden. Für einen Einsatz bei der laufenden Qualitätskontrolle gekrümmter Oberflächen im Produktionsprozess ist diese Messanordnung daher nicht geeignet.

Eine am Fraunhofer-Institut für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung IOSB entwickelte neue Methodik ermöglicht nun, die Ellipsometrie auch auf gekrümmten Flächen und als Inline-Verfahren zur Qualitätskontrolle dünner Beschichtungen zu verwenden. Kernelement dabei ist das Retroreflex-Prinzip. Wie bisher wird von einem Sender aus ein Lichtstrahl mit definierter Polarisation auf die zu prüfende Oberfläche gesendet. Im Reflexionsbereich aber positionieren die Forscher nicht wie bisher die Empfangseinheit, sondern eine Retroreflexfolie. »Diese Folie hat die Eigenschaft, das reflektierte Licht unter demselben Winkel auf die Oberfläche zurückzusenden. Nach nochmaliger Reflexion an der Oberfläche gelangt der Lichtstrahl so genau wieder zum Ausgangspunkt zurück«, erklärt Christian Negara vom Fraunhofer IOSB. Dort haben die Forscher die Lichtquelle durch einen Laserscanner mit kombinierter Sende- und Empfangseinheit ersetzt. Der Polarisationszustand des reflektierten Laserstrahls wird also in der Einheit erfasst, von der er ausgesendet wurde. Die Reflexionsprüfung ist nicht länger davon abhängig, dass Einfalls- und Ausfallwinkel des Mess-

aufbaus exakt justiert sind. »Auch bei Neigungsänderungen der zu prüfenden Oberfläche funktioniert die Messung zuverlässig. Einzige Bedingung, die dabei erfüllt werden muss ist, dass der reflektierte Laserstrahl den Bereich der Retroreflexfolie trifft«, so Negara.

Zusätzlich arbeitet das neue patentierte IOSB-Verfahren nicht nur mit einer punktuellen Lichtquelle. Bei dem von den Forschern umgesetzten Prototyp übernimmt ein Laserscanner mit einer Arbeitsbreite von etwa 20 Zentimeter die Funktion der kombinierten Sende- und Empfangseinheit. Bei der Prüfung von Beschichtungen auf gekrümmten oder unebenen Oberflächen deckt die Retroreflexfolie des Prototyps einen Winkelbereich von etwa 30 Grad ab. Auch größere Bereiche von Objekten lassen sich in einem Durchlauf nicht nur punktuell auf Fehler oder Schwankungen in der Beschichtung prüfen, sondern problemlos komplett abscannen. Die bewährte Methodik der Ellipsometrie zur Messung dünner Schichten kann mit dem neuen Verfahren daher insbesondere auch zur kontinuierlichen Qualitätsprüfung im Produktionsprozess eingesetzt werden. Geeignete Anwendungsfelder sind alle Bereiche, in denen teilspiegelnde Beschichtungen analysiert werden sollen, von der Halbleiterfertigung über Lackauftrag an Kunststoffen und Metallen bis zum Schichtaufbau für optische Filter und Linsen. (stw)



Aufgenommenes Polarisationsbild einer lackierten und gekrümmten Oberfläche aus Kunststoff.

#### Literatur:

[1] Negara, C.; Hartrumpf, M.: »Ellipsometrie an gekrümmten oberflächen,« in Forum Bildverarbeitung 2014: [27.-28. November 2014 in Regensburg], F. Puente León, Ed. Karlsruhe: KIT Scientific Publishing, 2014, pp. 227-238

# Themen

zu Original-Online-Version:  
<http://innovisions.de/beitraege/3d-messturbo-fuer-oberflaechen-topographie/>

## 3D-MESSTURBO FÜR OBERFLÄCHEN-TOPOGRAPHIE PRÜFVERFAHREN IN DER LAUFENDEN PRODUKTION



Auch die Untersuchung großer Flächen wie beispielsweise von Solarzellen ist mit der neuen Technik möglich.

In den Entwicklungs- und Qualitätslaboren der Industrie gehören 3D-Messungen von Oberflächen-Topographien vielfach bereits zu den Routineaufgaben. Die dafür eingesetzten Spektrometer prüfen Oberflächen bis auf Abweichungen im Mikrometerbereich genau. Die Genauigkeit hat allerdings auch ihren Preis: Die optischen Messungen kosten Zeit. Für eine laufende, lückenlose Qualitätskontrolle in der Produktion sind die Verfahren daher ungeeignet. Mit einer neu entwickelten Messtechnologie gewinnen die Forscher vom Fraunhofer IOSB nun den notwendigen Zeitvorteil, um 3D-Topographien inline zu prüfen.

Das Messobjekt schimmert in allen Farben des Regenbogens. Jede Farbabstufung repräsentiert eine ganz bestimmte Höhe auf der Oberfläche des zu vermessenden Objekts. Beleuchtet wird der Prüfling dazu mit einer Lichtquelle, deren Sensoroptik die verschiedenen Wellenlängen jeweils auf unterschiedliche Entfernung zum Messobjekt fokussiert. Dieses chromatisch konfokale Prinzip ermöglicht, mit einer Messung der Wellenlänge die Höhe eines

Messpunktes auf der Oberflächentopographie des Prüfobjekts bis auf Tausendstel Millimeter genau zu erfassen. Üblicherweise wird dazu als Kamerasensor ein Spektrometer eingesetzt, das für jeden Messpunkt die Wellenlänge des von der Objektoberfläche reflektierten Lichts und damit seine Höhe äußerst exakt bestimmt. Die Genauigkeit dieser Messanordnung hat allerdings einen gravierenden Nachteil: Für jeden Messpunkt muss das Spektrometer typischerweise 1024 Pixel auslesen und verarbeiten. Stichprobenmessungen im Labor sind mit dieser 3D-Messtechnik kein Problem. Großflächige Überprüfungen etwa der Ausführung von Laserstrukturierungen bei Dünnschicht-Solarzellen oder der Oberflächenrauheit ganzer Karosserieteile sind so allerdings kaum umzusetzen. Um ein Vielfaches zu langsam ist das Verfahren auch für Messungen direkt im Produktionsprozess etwa als Qualitätsprüfung in der Leiterplattenherstellung oder zur Prüfung der Formhaltigkeit an Dichtflächen.

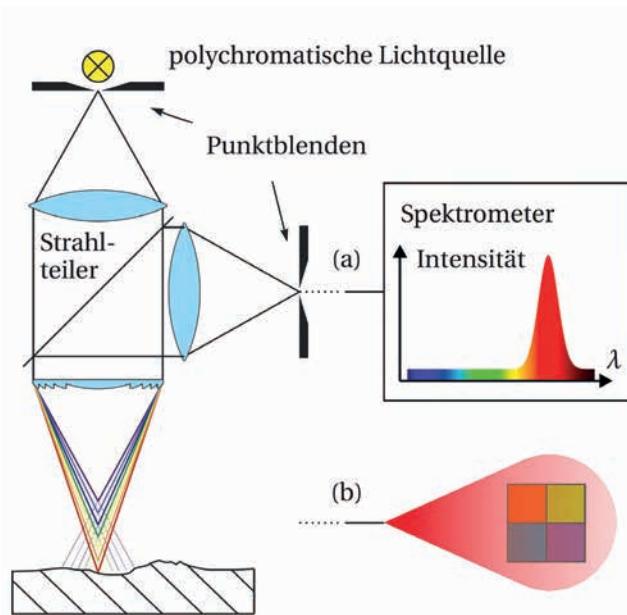
Die Forscher am Fraunhofer-Institut für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung IOSB haben für 3D-Messungen nach dem chromatisch konfokalen Prinzip ein



Dr.-Ing. Miro Taphanel

Sichtprüfsysteme (SPR)  
Fraunhofer IOSB Karlsruhe

Telefon +49 721 6091-389  
miro.taphanel@iosb.fraunhofer.de  
www.iosb.fraunhofer.de/SPR



Aufbau des Prüfsystems zur 3D-Topographie. Statt der auf einzelne Messpunkte begrenzte Messung mit dem Spektrometer verwenden die Fraunhofer-Forscher einen multispektralen Kamerasensor mit sechs Farbkanälen zur Fokussierung der Oberflächen-topographie über die Fläche.

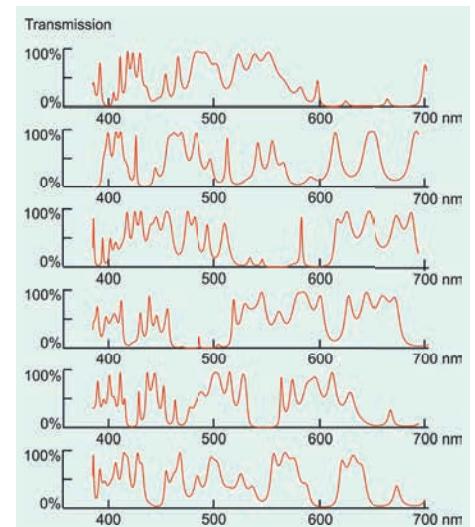
neues Verfahren entwickelt, das die Anforderungen an Genauigkeit und Geschwindigkeit gleichzeitig erfüllen kann. Erstmals wird damit ein Inline-Einsatz der 3D Messung von Oberflächentopographien für unterschiedlichste industrielle Prüfaufgaben ermöglicht. Als inlinefähig werden Technologien bezeichnet, die direkt in der Montagelinie eingesetzt werden können. Die zeitaufwendige Messung mit dem Spektrometer haben die Fraunhofer-Forscher durch einen multispektralen Kamerasensor mit sechs Farbkanälen ersetzt. Die Geschwindigkeit wird so erheblich gesteigert. Allerdings geht die geringe Zahl der erfassten Wellenlängenunterschiede erst einmal zu Lasten der Genauigkeit bei der Höhenbestimmung. »Eine multispektrale Kamera in Verbindung mit herkömmlicher Bildauswertung würde vollkommen unakzeptable Messunsicherheiten liefern«, erklärt Miro Taphanel vom Fraunhofer IOSB. »Den Durchbruch brachten erst speziell entwickelte Lösungen zur Optimierung der Interferenzfilter«. Die Kombination der neuen Filterverfahren mit der 6-Kanal-Kamera kann nun Oberflächentopographien im Mikrobereich mit

einer ähnlich hohen Genauigkeit vermessen, als die Messanordnung mit dem Spektrometer. Dass das neue 3D-Messverfahren die hohen Genauigkeitsanforderungen auch in der Praxis erfüllt, konnten die Systementwickler bereits anhand von Versuchsmessungen mit einem Demonstrator belegen.

Aktuell wird am Fraunhofer IOSB ein Prototyp des Messsystems umgesetzt. »Ziel ist es, den Inline-Einsatz des 3D-Messverfahrens für unterschiedlichste Prüfaufgaben und Produktionsumgebungen testen zu können und zudem zu belegen, dass die Anforderungen an die Genauigkeit der Ergebnisse auch bei hohen Messgeschwindigkeiten zuverlässig erreicht werden«, so Taphanel.

Die Verwendung eines multispektralen Kamerasensors für die Höhenmessungen hat einen weiteren Vorteil: Für die Messanordnung können also insbesondere auch Zeilenkameras verwendet werden, wodurch sich die Arbeitsbreite des Prüfsystems deutlich erhöht. Für den Prototyp haben die Fraunhofer-Forscher eine Kamera mit 1.000 Pixel pro Zeile vorgesehen. In

einem Messdurchgang deckt das System so einen Prüfbereich von 10 Millimetern Breite ab. Ausgestattet mit der Zeilenkamera bestimmt das gesamte 3D Messsystem in einer Sekunde die Höheninformationen von 100 Millionen Messpunkten. Im Inline-Einsatz lässt sich damit eine lückenlose Oberflächenprüfung bis zu einer Vorschubgeschwindigkeit der Prüfobjekte von einem Meter pro Sekunde realisieren. Erfasst werden dabei Oberflächenstrukturen mit Höhenunterschieden von bis zu zwei Millimeter bei einer Messunsicherheit im Mikrometerbereich. Geeignet ist das Verfahren sowohl für die 3D-Prüfung spiegelnder Objekte als auch diffuse Oberflächen mit matten oder rauen Strukturen. (stw)



Jeder Farbkanal des multispektralen Kamerasensors verfügt über eine spezifische Empfindlichkeit. Durch optimierte Interferenzfilter erreicht die Höhenbestimmung der 6-Kanal-Kamera eine ähnlich hohe Genauigkeit wie Messungen mit dem Spektrometer.

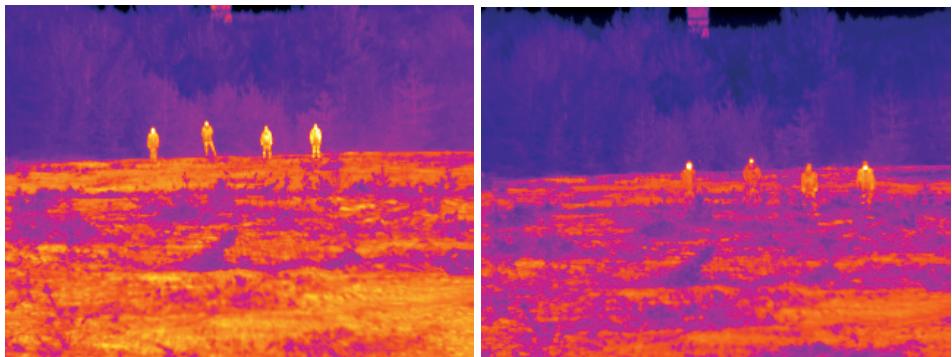
#### Literatur:

- [1] Taphanel, M.; Hovestreydt, B.; Beyerer, J.: "Speed-up chromatic sensors by optimized optical filters", Proc. SPIE Vol 8788, pp. 87880S-87880S-10 (2013)
- [2] Taphanel, M.; Beyerer, J.: "Fast 3D in-line sensor for specular and diffuse surfaces combining the chromatic confocal and triangulation principle", Instrumentation and Measurement Technology Conference, pp. 1072 -1077 (2012)

# Themen

## UNSICHERHEITSFAKTOR WÄRMEBILD

### INFRAROTKAMERAS VERSPRECHEN OFT MEHR ALS SIE HALTEN



Die gleiche Gruppe von Personen kann je nach Standort entweder sehr gut oder nur sehr schlecht im Wärmebild wahrgenommen werden.

**Mittlerweile verfügt eine Vielzahl von Fahrzeugen insbesondere in der Oberklasse über Wärmebildkameras. Mit ihrer Hilfe sollen Personen und Tiere auch bei Nacht über eine hohe Distanz zuverlässig erkannt werden. Forschungen des Fraunhofer IOSB zeigen jetzt, dass diese Zuverlässigkeit nicht immer gegeben ist.**

»Bei Nacht sind alle Katzen grau.« Schön wäre es. Die Wirklichkeit aber sieht anders aus: Alles, was nicht von künstlichem Licht beleuchtet wird, ist eben nicht grau, sondern fast unsichtbar. Vor allem dann, wenn man sich dem Objekt mit mehr als Schrittschwindigkeit nähert, was ein langsames Erkennen der Schemen kaum möglich macht. Bei Nacht erreichen unsere Augen nur noch ein Zehntel der Sehleistung gegenüber dem Tageswert.

Das wiederum ist einer der Hauptgründe, warum Nachtfahrten ein deutlich höheres Gefahrenpotenzial darstellen als Fahrten während des Tages. In Deutschland passieren etwa 50 Prozent der schweren Autounfälle nachts, obwohl durchschnittlich 75 Prozent aller Fahrten während des Tages stattfinden. Diese Zahlen des statistischen Bundesamts

bedeuten, dass bei Nachtfahrten die Unfallgefahr doppelt so hoch ist wie tagsüber. Und das gilt nicht nur für Deutschland: Mit einem Anteil von 28 Prozent an allen Fahrten passieren in den USA 55 Prozent aller schweren Unfälle bei Nacht. Schätzungen gehen davon aus, dass in Europa jedes Jahr über eine halbe Million Menschen im Dunkeln verletzt und etwa 23.000 getötet werden. Besonders gefährdet dabei sind Fußgänger, die sich in der Nacht auf befahrenen Straßen bewegen oder diese überqueren wollen. Sie haben ein dreimal so hohes Risiko, in einen Unfall mit einem Kraftfahrzeug verwickelt zu werden als am Tage.

Bei erschreckenden Zahlen wie diesen ist es nur selbstverständlich, dass sich vor allem die Automobilindustrie um ein Mehr an Sicherheit für Kraftfahrzeuge und Fußgänger bemüht, wenn diese in der Dämmerung oder nachts unterwegs sind.

Das Mittel der Wahl sind dabei Wärmebildkameras, die mittlerweile in fast jedes moderne Oberklassenfahrzeug eingebaut werden und neben der Sicherheit auch ein wichtiges Kaufargument liefern sollen.



Dr. Max Winkelmann

Signaturik (SIG)  
Fraunhofer IOSB Ettlingen

Telefon +49 7243 992-331  
max.winkelmann@iosb.fraunhofer.de  
www.iosb.fraunhofer.de/SIG

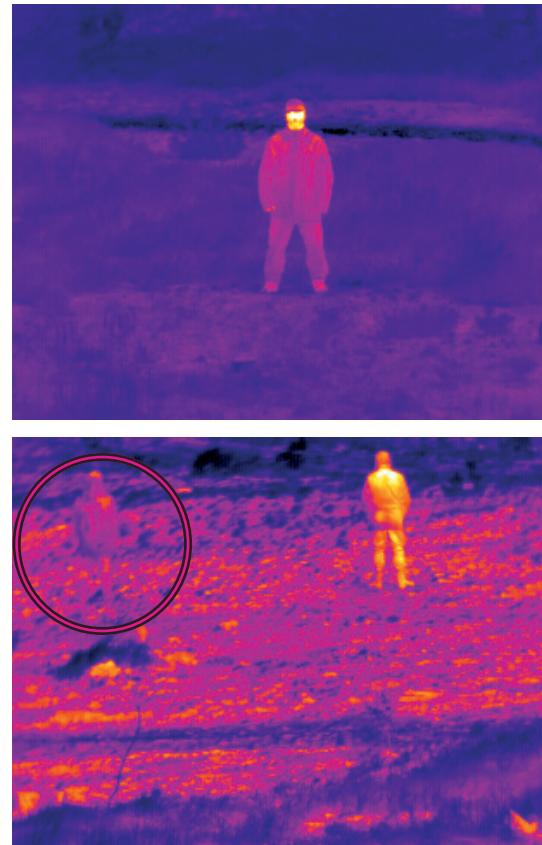
Doch sind diese wirklich so zuverlässig, wie in der Werbung oft suggeriert wird? Wissenschaftler am Fraunhofer Institut für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung IOSB mahnen zur Vorsicht: »Unsere Forschungen und Ergebnisse unserer Studien etwa für Helikopter und militärische Einsätze zeigen, dass Wärmebildkameras unter bestimmten Bedingungen eine Sicherheit vorspiegeln können, die nicht zwangsläufig gegeben ist«, erklärt Max Winkelmann vom IOSB.

Eine Wärmebildkamera (oder auch Thermo- grafie-, Thermal- oder Infrarotkamera) ist einer klassischen Kamera im Grunde sehr ähnlich. Sie bildet jedoch statt des herkömmlichen Lichts infrarotes Licht ab, also jenes Licht, das durch Wärme entsteht. Infrarotstrahlung liegt im Wellenlängen- bereich von ca. 0,7 µm bis 12 µm. Da in der Umgebung beispielsweise eines Fahrzeugs keine beziehungsweise unterschiedlich starke Wärmequellen vorhanden sind, die sich im Idealfall auch bewegen, lassen sich so auch Fußgänger oder Tiere beim Wildwechsel erkennen. Selbst wenn sie (noch) nicht vom Scheinwerfer des Wagens beleuchtet wurden. Mittlerweile sind viele der Oberklasse-Wärmebildkameras so ausgereift, dass Menschen in einem Bereich von bis zu 300 m erkannt werden sollen. Sie sind damit weitaus weitsichtiger als beispielsweise Scheinwerfer. Da die Fahrer zusätzlich Wärmebilder der vor ihnen liegenden Straße sehen, können sie zudem nun auch Hindernisse, Fahrzeuge und Kurven im Straßenverlauf deutlich früher erkennen und haben damit eine größere Reaktionszeit.

Soweit die Theorie.

Tatsächlich aber gilt dies wohl nur unter normalen Umständen. »Und eben solche Umstände sind vielleicht nur in 18 oder 19 von 20 kritischen Situationen gegeben, sodass das Wärmebildassistenzsystem nicht immer zuverlässig funktionieren kann«, betont Winkelmann. Vom Marketing der Automobilhersteller werde in der Regel von den – letztlich sehr wahrscheinlichen – Idealfällen ausgegangen. Nicht berücksichtigt würden dabei wichtige, störende Einflussfaktoren. »Wir dürfen nicht davon ausgehen, dass ein Mensch im thermischen Spektralbereich gegenüber dem Hintergrund stets ein unterscheidbares Erscheinungsbild aufweist«, sagt Winkelmann. Aus IOSB- Projekten zur Hinderniserkennung für Hubschrauber im thermischen Spektralbereich und gemeinsamen kleineren Projekten mit der Polizei, bei denen die Zweckmäßigkeit einer Fahrzeugausrüstung mit Wärmebildkameras getestet wurde, lasse sich schlussfolgern: Es ist technisch wesentlich komplizierter und damit auch risikobehafteter, Menschen und Tiere bei Nacht durch ihre Infrarotstrahlung zuverlässig zu lokalisieren.

Dafür gibt es im Wesentlichen zwei Gründe: Zum einen ziehen sich Personen der Witterung entsprechend an, sodass bei kalten Außentemperaturen ihre (für Wärmebildkameras sichtbare) Körperwärme zumindest teilweise abgeschirmt wird. Und zum anderen emittieren viele Kunststoffe, die in der Textilherstellung verwendet werden, aufgrund ihrer inhärenten Materialeigenschaften generell weniger Wärmestrahlung



Je nach Art der Bekleidung können Personen im Wärmebild gut bis gar nicht wahrgenommen werden.

als die Umgebung bei gleicher Temperatur. »Hinzu kommen dann noch Effekte wie Verdunstungskühlung, wenn es geregnet hat, oder die Veränderung der Abstrahlung der Oberfläche durch Benetzung mit Wasser und andere, wenn auch kleinere Effekte«, unterstreicht Winkelmann.

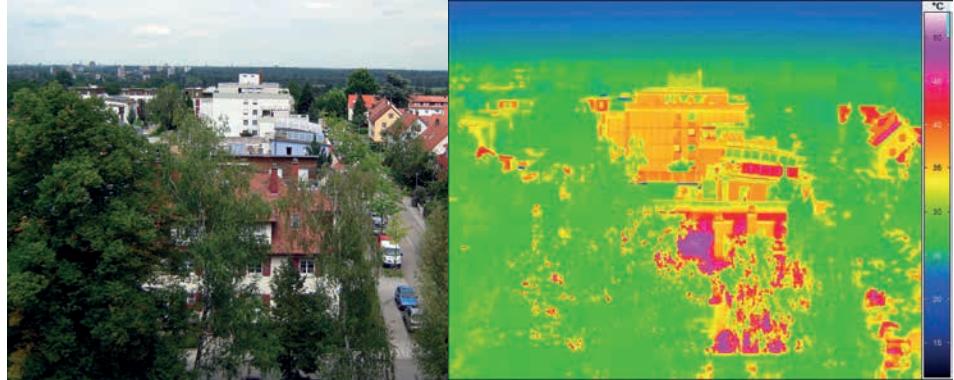
Für den Forscher ist ein weiterer Ansatz der Wärmebildkameras zwar sinnvoll, von einer Art ausgereiften und absolut zuverlässigen Technik aber kann aus wissenschaftlicher Sicht nicht gesprochen werden. Idealerweise müssten diese Erkenntnisse deshalb stärker in die Algorithmen der Auswertungssoftware in den Fahrzeugen einfließen, als dies bisher geschehen ist. (aku)

# Themen

zu Original-Online-Version:  
<http://innovisions.de/beitraege/angemessen-messen/>

## ANGEMESEN MESSEN

### UMWELTEINFLÜSSE BEI THERMOGRAPHIEAUFNAHMEN



Tests von Fraunhofer IOSB zeigen Forschungsbedarf bei Einfluss von Umwelteinflüssen auf die Gebäude-Thermographie.

Zur Feststellung gravierender energetischer Schwachstellen an der Gebäude-  
außenhaut bieten Thermographie-  
aufnahmen eine bewährte Methode.  
Sollen die Energieverluste allerdings  
detaillierter erfasst werden, reicht der  
bisher übliche Einsatz von Wärmebild-  
kameras nicht aus. Dies gilt umso mehr,  
je besser ein Gebäude bereits gedämmt  
ist. Denn Umwelteinflüsse wie Sonnen-  
einstrahlung, Regen und Wind beein-  
flussen die Aussagekraft der Wärme-  
bilder in beträchtlichem Umfang. Eine  
aussagekräftige Analyse wird erschwert  
oder ist unter Umständen sogar schlicht  
unmöglich.

Eine Aufnahme mit der Wärmebildkamera ist schnell gemacht. Die Ergebnisse einer solchen Momentaufnahme der Wärme-  
verteilung auf einer Gebäudeaußenwand sind allerdings oft nicht eindeutig zu interpretieren. Ein und dasselbe Gebäude an zwei unterschiedlichen Tagen erfasst, kann äußerst widersprüchliche Bilder liefern, auch wenn die Bedingungen an beiden Tagen nahezu gleich und ideal sind: Kein Regen, kein Wind, keine direkte Bestrahlung durch die Sonne. Dennoch zeigt das erste Bild eine deutlich rote Fläche am Gebäude, während auf der zweiten Aufnahme die gesamte

Gebäudefläche im grünen Bereich liegt. Tatsächlich erfüllt das Gebäude bereits hohe Dämmstandards und es ist kein Sanierungsbedarf gegeben. Den roten Bereich auf der Infrarot-Messung am ersten Aufnahmetag als Wärmebrücke oder Schwachstelle zu interpretieren wäre hier schlicht falsch. Eine Erklärung der widersprüchlichen Aufnahmen liefert erst eine intensive Betrachtung und Feststellung der komplexen Zusammenhänge zwischen dem Witterungsverlauf, im Vorfeld der Aufnahmen und den verbauten Materialien, auf und hinter der Hausfassade. Während an den Tagen vor der ersten Aufnahme die Sonneneinstrahlung und die Tagestemperaturen erheblich höher waren, als zum Zeitpunkt der Messung, waren beim zweiten Messtermin die Witterungsverhältnisse über Tage hinweg bis zur Erfassung mit der Wärmebildkamera konstant. Das Ergebnis: Der Bereich der Fassade, an dem sich ein Betonkörper befindet, erscheint im ersten Fall rot. Im Betonkörper war noch ein Teil der Sonnenwärme der Vortage gespeichert, während das umgebende Mauerwerk bereits wieder abgekühlt war. Die durchgehende Grünfärbung der zweiten Aufnahme aber belegt, dass nicht eine energetische Schwachstelle vorliegt, sondern allein die Umwelteinflüsse für die Wärmeunterschiede der ersten Aufnahme ursächlich sind.



Dr. Max Winkelmann

Signaturik (SIG)  
Fraunhofer IOSB Ettlingen

Telefon +49 7243 992-331  
max.winkelmann@iosb.fraunhofer.de  
www.iosb.fraunhofer.de/SIG

Der Einsatz von Infrarotkameras zur Bestimmung von energetischen Schwachstellen ist dennoch in der Praxis ein bewährtes Mittel. Gerade zur Ermittlung des Sanierungsbedarfs an älteren Bestandsgebäuden lassen sich damit deutliche Wärmebrücken oder Baumängel schnell und zielgerichtet erkennen. »Eine Messung feinerer Unterschiede des Wärmetransports an der Gebäudeaußenhaut jedoch erfordert einen erheblich größeren Mess- und Dokumentationsaufwand und kann auch dann häufig keine eindeutigen Ergebnisse liefern«, sagt Dr. Max Winkelmann vom Fraunhofer-Institut für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung IOSB. Insbesondere wenn es darum geht, Gebäude zu bewerten, die bereits energetisch saniert oder nach aktuellen Dämmstandards gebaut wurden, stoßen die in der Praxis üblichen Vorgehensweisen schnell an ihre Grenzen. »Je weniger die Wärmestrahlung aufgrund von Dämmmaßnahmen durch die Innentemperatur des Gebäudes bestimmt wird, desto gravierender wird die Beeinflussung der Messergebnisse durch eine Reihe von Umwelteinwirkungen«, so Winkelmann. Die Richtlinien des Bundesverband für Angewandte Thermografie e.V. schreiben für Messungen mit der Wärmebildkamera daher unter anderem auch vor: »Der Messzeitpunkt muss so gewählt werden, dass eine mögliche vorhergehende Sonneneinstrahlung keinen Einfluss mehr auf das Messergebnis hat« und »Die Messung darf nicht durch Umwelteinflüsse wie Wind, Regen, Schnee, Nebel, o. ä. beeinträchtigt werden«.

In der Praxis bedeutet dies allerdings, dass ein Einsatz der Thermografie als aussagekräftiges Analysewerkzeug vielfach kaum umsetzbar ist. »Um die Beeinträchtigung der Messungen durch Umwelteinflüsse ausschließen oder zumindest quantifizieren

zu können, fehlen derzeit noch belastbare Erkenntnisse der relevanten Wirkungszusammenhänge«, erklärt Winkelmann. »Thermographiemessungen an Gebäuden über eine längere Zeitspanne hinweg zeigen auf, dass in diesem Bereich aktuell noch erheblicher Forschungsbedarf besteht«.

Das obige Beispiel verdeutlicht, welche Auswirkungen Unterschiede bei der Sonneninstrahlung im Vorfeld der Thermographieaufnahme auf die Ergebnisse haben können. Die Witterung vor Ort muss also nicht nur am Aufnahmetag, sondern zusätzlich bereits davor gemessen und dokumentiert werden. Für die Entscheidung, ob dafür die Betrachtung des Vortages reicht oder eine noch längere Zeitspanne zu prüfen ist, erfordert möglichst genaue Kenntnisse darüber, wie lange die Sonnenwärme von den einzelnen Bereichen der Außenhaut des spezifischen Gebäudes gespeichert wird. Zu wissen, aus welchen Materialien die einzelnen Gebäudeteile bestehen, reicht dafür allerdings allein nicht aus. Denn das Gesamtverhalten eines Wandaufbaus lässt sich nicht aus den Kenngrößen der einzelnen Baumaterialien errechnen. »Für eine relativ verlässliche Einschätzung des Wärmespeicherverhaltens einer Wand wären mindestens Referenzwerte erforderlich, die in wissenschaftlichen Messreihen für verschiedene Grundtypen von Fassadenaufbauten erhoben wurden«, so Winkelmann.

Ähnlich anspruchsvoll und bisher nur unzureichend wissenschaftlich geklärt, wie die Bewertung des Einflusses der Sonneneinstrahlung auf Wärmebildmessungen, ist auch die Berücksichtigung der Auswirkungen weiterer Umwelteinflüssen, wie Wind und Regen. Infrarotmessungen an Gebäuden über einen längeren Zeitraum hinweg haben beispielsweise gezeigt, dass bei



Niederschlag die Oberflächentemperatur der Gebäudefassade nicht im Geringsten träge reagiert. Trotz der hohen thermischen Masse der Wand führt Regen zu einer sofortigen deutlichen Abkühlung der Gebäudeaußenhaut. Die Erforschung der Wirkungszusammenhänge zwischen Umwelteinflüssen und dem thermischen Verhalten von Gebäuden könnte zudem wichtiges Grundlagenwissen für den effizienten Einsatz von Thermographieaufnahmen liefern: Erst wenn grundlegend geklärt ist, welche Kriterien und Messgrößen im Einzelfall relevant sind und mit welchem Aufwand sie kontrolliert und dokumentiert werden können, lassen sich fundierte Richtwerte aufstellen, für welche Fälle und in welchem Umfang eine Messung mit der Wärmebildkamera sowohl finanziell als auch fachlich sinnvoll ist. (stw)

#### Literatur:

- [1] Tanner, Ch.; Lehmann, B.; Frank, T.; Eckmanns, A.; Filleux, Ch.: Schlussbericht: Energetische Beurteilung von Gebäuden mit Thermografie und der Methode QualiThermo, Schweizerische Eidgenossenschaft, Bundesamt für Energie BFE, 2011
- [2] VATh-Richtlinie: Bauthermografie; © Bundesverband für Angewandte Thermografie e.V. 2011



Dr.-Ing. Robin Gruna

Sichtprüfsysteme (SPR)  
Fraunhofer IOSB Karlsruhe

Telefon +49 721 6091-263  
robin.gruna@iosb.fraunhofer.de  
www.iosb.fraunhofer.de/SPR

zu Original-Online-Version:  
<http://innovisions.de/beitraege/nur-die-guten-ins-toepfchen/>

# Themen



Dr. Kai-Uwe Vieth

Sichtprüfsysteme SPR  
Fraunhofer IOSB Karlsruhe

Telefon +49 721 6091-279  
kai-uwe.vieth@iosb.fraunhofer.de  
www.iosb.fraunhofer.de

## NUR DIE GUTEN INS TÖPFCHEN

### SPEKTROSKOPIE-BLICK BEI SCHÜTTGUTSORTIERUNG

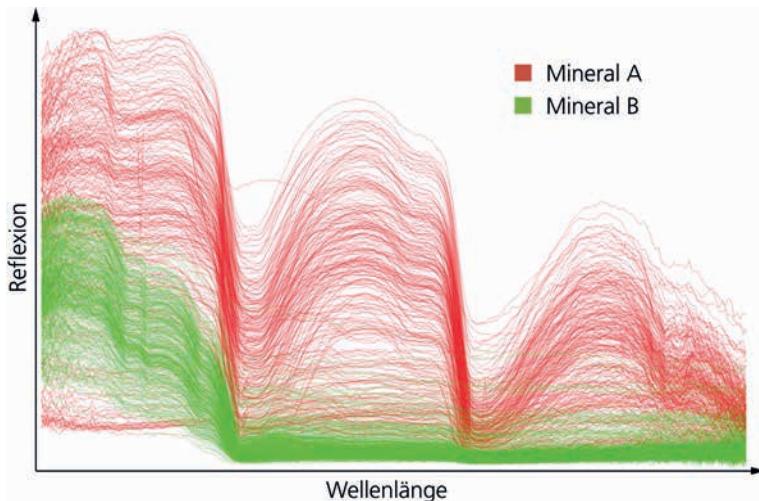


Bildgebende Spektroskopie von Fraunhofer IOSB sortiert Trauben nach Zuckergehalt oder Gestein nach Mineralgehalt.

**Buntes Glas ist in einer Industrieanlage mit Farbbildkamera schnell sortiert. Verschiedene Kunststoffarten oder Lebensmittel nach ihrer Qualität zu unterscheiden dagegen erfordert einen tieferen Blick: Mit bildgebender Spektroskopie (Hyperspectral Imaging) wird auch die chemische Zusammensetzung von unterschiedlichstem Schüttgut sichtbar. So kommen nur die reifen Trauben in den besten Wein oder das geförderte Gestein im Bergbau wird nach seinem Mineralgehalt sortiert.**

Mit bloßem Auge lässt sich nicht sehen, ob der Zuckergehalt einer Traube reicht, um daraus einen Spitzenwein zu keltern. Auch die Farbkamera einer Schüttgutsortieranlage erfasst lediglich die Farbe jeder Frucht. Das funktioniert zwar erheblich schneller, als es das menschliche Auge vermag. Dennoch können mit einem solchen System lediglich Fremdkörper und deutlich unreife Trauben bestimmt und aussortiert werden. Für eine tiefergehende Sortierung nach Qualitätsmerkmalen wie dem Zuckergehalt ist das Verfahren ungeeignet. Einen »detaillierteren« Blick auf die Qualität der Früchte ermöglicht nun eine am Fraunhofer

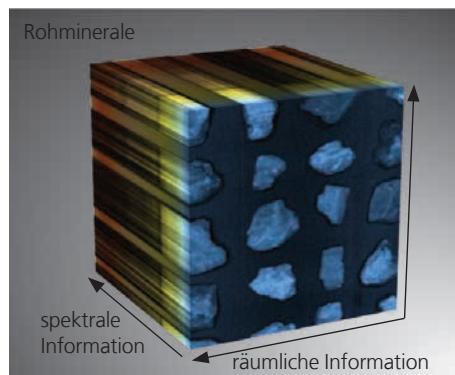
Institut für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung IOSB eingesetzte neuartige Kamer 技术. Statt einer auf das Spektrum des sichtbaren Lichts beschränkte Farbkamera verwenden die Forscher für die Schüttgutsortierung ein hyperspektrales Zeilenkamerasystem. In dem von der Traube reflektierten Licht werden die Intensitäten einzelner Wellenlängenbereiche detailliert erfasst und ausgewertet. Der entscheidende Vorteil dabei: Von der detaillierten Messung der verschiedenen Wellenlängenbereiche des reflektierten Lichts lässt sich auf die chemische Zusammensetzung der Traube schließen. Denn mit dem Zuckergehalt beispielweise variiert auch die Intensität der Reflexion in einzelnen Spektralsegmenten. »Während Analysen mit einem herkömmlichen Spektrometer nur punktuelle Messungen liefern, lassen sich mit bildgebender Spektroskopie ortsaufgelöst mehrere Objekte in einem Durchgang scannen und auswerten«, erklärt Robin Gruna vom Fraunhofer IOSB. Bei der Weintraube wird so nicht nur der Zuckergehalt eines zufällig gewählten Messpunktes bestimmt. Die gleichzeitige Erfassung in der Fläche ermöglicht einen zuverlässigen Rückschluss auf die Qualitätswerte der gesamten Frucht.



Reflektanzspektren zweier verschiedener Minerale. Unterschiede in bestimmten Wellenlängenbereichen können für eine optische Sortierung genutzt werden.

Welche Wellenlängenbereiche dafür im Detail betrachtet werden müssen, hängt von der jeweiligen Fragestellung ab. »Der mögliche Spektralbereich für die Messungen reicht vom kurzwelligen UV-Licht über das gesamte für das menschliche Auge sichtbare Lichtspektrum bis in den Nah-Infrarot-Bereich«, so Gruna. In Kooperation mit dem Karlsruher Institut für Technologie KIT haben die Wissenschaftler vom Fraunhofer IOSB das Zentrum für Materialsignaturen KCM aufgebaut. Das Hyperspektrallabor ist mit drei Systemen für bildgebende Spektroskopie-Analysen ausgestattet mit Messbereichen für UV-Licht mit Wellenlängen von 200 bis 400 Nanometer, für den Bereich zwischen 300 und 1.100 nm, der somit das sichtbare Spektrum umfasst, und für das Nahinfrarot-Spektrum von 1.000 nm bis 2.500 nm. Bevor eine Qualitätsbewertung an einer Sortieranlage möglich ist, wird hier zuerst bestimmt, welcher Wellenlängenbereich für die jeweilige Sortieraufgabe geeignet ist. Beim Beispiel der Weintrauben werden also im Labor gezielt »gute« Trauben mit dem gewünschten Zuckergehalt und »schlechte« Trauben, die dem Qualitätsanspruch nicht genügen gemessen. Die

Wissenschaftler legen so die Messbereiche und algorithmischen Analyseverfahren fest, bei denen die Signaturen signifikante Ergebnisse für eine Qualitätsbeurteilung liefern. Im nächsten Schritt kann nun das optimale Sensorsystem für den Inline-Einsatz bei der Schüttgutsortierung aufgebaut und entsprechend angepasst und parametrieren werden. Auch hierfür stehen am Fraunhofer IOSB die entsprechenden Testumgebungen mit Bandsortierer, Sortierer mit Schurre und Sortierung im freien Fall jeweils ausgestattet mit Kamera und Ausblasvorrichtung zur Verfügung.



Spektrale und räumliche Information können in einem sogenannten hyperspektralen Datenwürfel angeordnet werden.

Die Anwendungsbereiche und Aufgabenstellungen, für welche die bildgebende Spektroskopie geeignet ist, sind äußerst vielfältig: Im Lebensmittelbereich etwa lassen sich nicht nur Qualitätskriterien bei Weintrauben bestimmen. Ebenso können etwa Qualitätsschwankungen bei Kaffee oder Tee untersucht werden oder der Frischegrad von Fleisch. Auch anspruchsvolle und komplexe Sortieraufgaben werden mit dem Verfahren beherrschbar. Beispiele dafür sind die Trennung unterschiedlicher Kunststoffsorten für das Materialrecycling oder im Bergbau die Analyse und Zuordnung des abgebauten Materials in Hinblick auf chemische Zusammensetzung und Mineralgehalt.

Noch erfordert die Zusammenstellung und Parametrierung der Systeme für die jeweilige Prüfaufgabe eine enge Zusammenarbeit von Experten und Anwendern. Zum Forschungsumfang am Fraunhofer IOSB gehört daher auch die Weiterentwicklung der bildgebenden Spektroskopie zu integrierten Systemlösungen. »Ziel dabei ist es, die Systeme so zu gestalten, dass sie die Anwender selbstständig möglichst einfach und flexibel für wechselnde Analyseaufgaben verwenden können – von der Spezifizierung der Aufgabenstellung, über die Einstellung und das Trainieren der Analysewerkzeuge bis zum Routineeinsatz in der Schüttgutsortierung oder für die Qualitätssicherung«, resümiert Gruna. (stw)

#### Literatur:

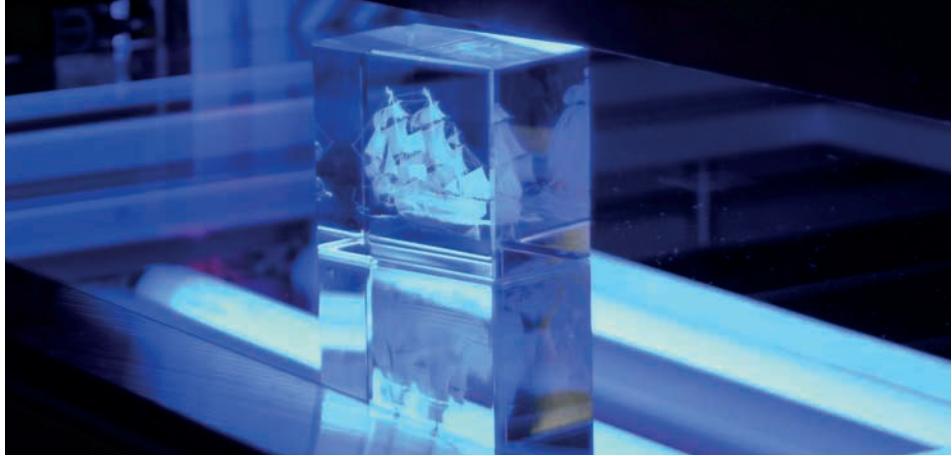
- [1] Michelsburg, M.; Gruna, R.; Vieth, K.-U.; Puente León, F.: Spektrale Bandselektion für das Filterdesign optischer Inspektionssysteme. In: Technisches Messen, Vol. 78(9): 384-390, 2011
- [2] Lafontaine, M.; Freund, M.; Vieth, Kai-Uwe; Negara, Ch.: Journal Article: Automatic fruit sorting by non-destructive determination of quality parameters using visible/near infrared to improve wine quality: I. Red wine production. In: NIR news 24 No.8, pp.6-8, 2013

# Themen

zu Original-Online-Version:  
<http://innovisions.de/beitraege/pure-qualitaet/>

## PURE QUALITÄT

### OPTISCHES PRÜFSYSTEM FÜR TRANSPARENTE OBJEKTE



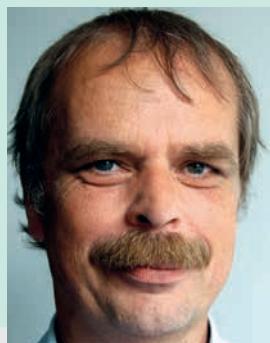
Mit Purity transparente Objekte nach DIN ISO 10110-3 prüfen.

Um Objekte aus transparenten Materialien wie Glas auf Fehler zu untersuchen, werden in der Industrie häufig Kamera-systeme verwendet. Diese stoßen jedoch bei ausgedehnten Objekten wie Glasrohren oder Flaschen an ihre Grenzen. Die neuartigen optischen Purity-Prüfsysteme des Fraunhofer IOSB revolutionieren die bisherige Form der Qualitätsprüfung, weil sie über eine spezielle Bildaufnahmetechnik verfügen, die mit Hilfe eines Laserscanners oder einer Zeilenkamera nahezu jede beliebige Objektform aufnehmen können. Die Purity-Systeme werten die jeweilige Aufnahme in Echtzeit aus und sind nicht nur in der Lage, Fehler im Material zu erkennen, sondern können diese auch klassifizieren.

Glas – ein seit Jahrhunderten genutzter Werkstoff, der heute Massenprodukt ist und für die unterschiedlichsten Produkte benötigt wird. Laut dem Umweltbundesamt wurden in Deutschland im Jahr 2012 über sieben Millionen Tonnen Glas hergestellt. Altglas kann unendlich oft aufgeschmolzen und für die Herstellung neuer Glasprodukte genutzt werden. Das spart nicht nur Energie, sondern auch Rohstoffe. Jedoch können

beim Schmelzen und Veredeln von Gläsern Blasen, Partikeleinschlüsse und Oberflächenfehler im Material auftreten. Diese beeinträchtigen nicht nur die Optik, die besonders bei sichtbaren Bauteilen aus Glas wie zum Beispiel Fenstern relevant ist, sondern auch die Weiterverarbeitbarkeit der Gläser. Schon ein im Glas eingeschlossenes Staubkorn kann die Qualität des Materials mindern. Mehrere kleine Fehler können die Qualität genauso beeinträchtigen wie ein großer Fehler. Dies berücksichtigt die Norm DIN ISO 10110-3 zur Prüfung transparenter Objekte. Für die Prüfung sind bislang meist viele oder bewegte Kameras erforderlich.

Mit den neuartigen Purity-Prüfsystemen, die am Fraunhofer-Institut für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung IOSB entwickelt wurden, kann nun unter anderem geprüft werden, ob die Norm eingehalten wird ohne dass dieser Aufwand betrieben werden muss. Dabei werden für die Inspektion flacher Objekte Zeilenkameras genutzt, für die Inspektion dreidimensional ausgedehnter Objekte wie gebogene Glasscheiben oder Glasrohre kommen Laserscanner zum Einsatz. Damit sind die Systeme der Purity-Produktlinie in der Lage, nahezu jede beliebige Objektform zu prüfen.



Dr.-Ing. Matthias Hartrumpf

Sichtprüfsysteme (SPR)  
Fraunhofer IOSB Karlsruhe

Telefon +49 721 6091-444  
matthias.hartrumpf@iosb.fraunhofer.de  
www.iosb.fraunhofer.de/SPR

»Die Purity-Systeme können innerhalb weniger Millisekunden entscheiden, ob die untersuchten Objekte der Norm entsprechen oder ob sie aussortiert werden müssen«, erklärt Projektleiter Dr. Matthias Hartrumpf aus der Abteilung Sichtprüfsysteme (SPR) am Fraunhofer IOSB. Die Prüfung und Sortierung ist bei Materialgeschwindigkeiten von bis zu drei Metern pro Sekunde möglich. Die Purity-Systeme können problemlos an jedem Förderband installiert werden. »Abhängig von den Eigenschaften ihrer Produkte können wir unseren Kunden unterschiedliche Lösungen anbieten«, sagt Hartrumpf. So ermöglichen die unterschiedlichen Purity-Systeme unter anderem eine vollständige Prüfung von Glaskugeln, die Untersuchung transparenter Granulate auf Verunreinigungen, Aufschäumungen und Fremdkörper, die Detektion von Fremdpartikeln in gepressten Linsen, die zweikanalige Prüfung von Gläsern und Verbundglasscheibe, die Fehlererkennung in Solarglas sowie die Defekterkennung in Ornamentgläsern. Zusätzlich ist auch eine Spannungsmessung und -prüfung in Glasobjekten möglich.

Die Prüfung dreidimensional ausgedehnter, brechender Glasobjekte mit Hilfe von Purity basiert auf dem Prinzip der Retroreflexion. Dabei befindet sich unterhalb des zu vermessenden Objekts eine Reflexfolie, die die einfallende Strahlung einer Leuchtstoffröhre zurück in Richtung Lichtquelle reflektiert. Auf diese Weise ist der Prüfbereich viel umfangreicher als üblich. Bei der Kontrolle einer Glaskugel beispielsweise können herkömmliche Systeme in der Regel nur den mittleren Bereich der Kugel abbilden und prüfen. Mit der Purity-Technik hingegen kann eine Kugel nahezu vollständig untersucht werden. Dazu wird eine Kamera bzw.



Der bildgebende Laserscanner mit dem System Purity ermöglicht mit einer ein- oder mehrkanaligen Bildaufnahme die komplett 3-D-ausgedehnter Glasobjekte aus einer Ansicht.

ein ein- oder mehrkanaliger Laserscanner eingesetzt, mit dem in mehreren Kanälen parallel Aufnahmen unter unterschiedlichen Aufnahmefindungen gemacht werden. So wird das Transparenzprofil im Objekt ermittelt, das anschließend mit einem vorgegebenen Standardobjekt verglichen wird. Weist das Transparenzprofil Störungen auf, deutet das auf Abweichungen der Transmission, auf im Material eingeschlossenen Fremdkörper oder auch auf geometrische Abweichungen hin – denn nicht nur Spannungen, Kratzer, Brüche und Verunreinigungen mindern die Qualität von Glas.

Die Purity-Systeme nehmen nicht nur Bilder der Objekte auf und analysieren sie in Echtzeit. Sie sind außerdem in der Lage, die Art der Störung zu klassifizieren und zwischen unterschiedlichen Arten von Defekten wie Haaren, Fusseln, Folienfehlern und Kratzern zu unterscheiden. Nicht nur für Glas, auch zum Sortieren transparenter Kunststoffgranulate, aus denen später beispielsweise Haushaltsgeräte hergestellt werden, eignet

sich die Purity-Technik. »Weil Granulate während der Verarbeitung aufgeschmolzen werden, sind hier Störungen der Geometrie oder Luftblasen kein Problem. Verunreinigungen oder Trübungen hingegen sind kritisch. Deshalb ist es wichtig, dass das System den Unterschied erkennen kann«, erläutert Hartrumpf.

Bereits seit vielen Jahren beschäftigen sich die Forscher am Fraunhofer IOSB mit automatischer Sichtprüfung. Von Sortiersystemen für Schüttgut bis hin zur Blisterinspektion, die zum Beispiel bei der Verpackung von Medikamenten eingesetzt wird, haben sie bereits mehrere automatische Sichtprüfungssysteme erfolgreich entwickelt. »Die Purity-Produktlinie ist das Ergebnis mehrerer Einzelprojekte und basiert auf den Technologien des Instituts, die sich mit transparenten Materialien beschäftigen«, so Hartrumpf. (mdi)

Das Interview wurde geführt von Mascha Dinter für InnoVisions im Dezember 2014.

## Karlsruhe

Fraunhofer-Institut für Optronik,  
Systemtechnik und Bildauswertung IOSB  
Fraunhoferstraße 1  
76131 Karlsruhe  
Telefon +49 721 6091-0  
Fax +49 721 6091-413  
[info@iosb.fraunhofer.de](mailto:info@iosb.fraunhofer.de)  
[www.iosb.fraunhofer.de](http://www.iosb.fraunhofer.de)

## Ettlingen

Fraunhofer-Institut für Optronik,  
Systemtechnik und Bildauswertung IOSB  
Gutleuthausstr. 1  
76275 Ettlingen  
Telefon +49 7243 992-0  
Fax +49 7243 992-299  
[www.iosb.fraunhofer.de](http://www.iosb.fraunhofer.de)

## Ilmenau

Fraunhofer IOSB, Institutsteil  
Angewandte Systemtechnik AST  
Am Vogelherd 50  
98693 Ilmenau  
Telefon +49 3677 4610  
Fax +49 3677 461-100  
[info@iosb-ast.fraunhofer.de](mailto:info@iosb-ast.fraunhofer.de)  
[www.iosb-ast.fraunhofer.de](http://www.iosb-ast.fraunhofer.de)

## Lemgo

Fraunhofer IOSB-INA  
Anwendungszentrum  
Industrial Automation  
Langenbruch 6  
32657 Lemgo  
Telefon +49 5261 94290-22  
Fax +49 5261 94290-90  
[juergen.jasperneite@iosb-ina.fraunhofer.de](mailto:juergen.jasperneite@iosb-ina.fraunhofer.de)  
[www.iosb-ina.fraunhofer.de](http://www.iosb-ina.fraunhofer.de)

## Beijing

Representative for Production and  
Information Technologies  
Unit 0610, Landmark Tower II  
8 North Dongsanhuan Road  
Chaoyang District  
100004 Beijing, PR China  
Telefon +86 10 6590 0621  
Fax +86 10 6590 0619  
[muh@fraunhofer.com.cn](mailto:muh@fraunhofer.com.cn)