

Optische Messtechnik erobert neue Anwendungsbereiche

Licht gegen den Trend

Die optischen Technologien sind nach Überzeugung der Messtechnik-Spezialisten von Yokogawa unaufhaltsam auf dem Vormarsch. Dabei decken sie einige zukunftssträchtige Anwendungsbereiche ab, die sich einem erst auf den zweiten Blick erschließen.

»Optische Technologien haben ihren Stellenwert in der modernen Wirtschaft und Gesellschaft auch in diesen schwierigen Zeiten immer wieder unterstrichen«, erklärt Jörg Latzel, Applikationsingenieur Produktsupport bei Yokogawa. »Gerade in den vergangenen Monaten sind entgegen dem allgemein zurückhaltenden Trend größere Investitionen im Bereich Optik getätigt worden. Sowohl die Industrie, als auch die Bundesregierung sowie einzelne Bundesländer verstärken ihr Engagement auf diesem Gebiet und forcieren die Zusammenarbeit mit Instituten und Universitäten. Dabei gehen die Projekte weit über die klassische Anwendung 'Telekommunikation' hinaus.«

Es gibt eine ganze Reihe aktueller und zukünftiger Anwendungen, in denen die Optik eine wichtige Rolle spielt. Deshalb sieht der Messtechnik-Hersteller Yokogawa eine positive Zukunft für die optische Messtechnik – allen voran für die optischen Spektralanalysatoren.

Aus Sicht von Yokogawa gibt es fünf Anwendungsgebiete mit großem Zukunftspotential:

1. Dehnungssensorik:

»Durch das 'Beschließen' von nackten Glasfasern mit ultraviolettem, gepulstem Laser werden Fasergitter in Standardmultimode- und Standardsinglemodefasern eingeschrieben«, erläutert Latzel. »Durch diesen Vorgang entstehen faserinterne, wellenlängenselektive Spiegel, die eine spezifische Wellenlänge optimal reflektieren und den Rest des an einem Ende eingekoppelten Breitbandlichtes transmittieren. Setzt man eine solch präparierte Faser Umweltsituationen aus, so verschiebt sich die Wellenlänge des reflektierten und auch des transmittier-

ten Lichts mit der Temperatur, aber auch mit der Dehnung der Faser. Schreibt man nun mehrere Fasergitter in unterschiedlichen Abständen in eine Faser ein und bringt diese zum Beispiel an Brücken oder Gebäuden an, so schafft man auf einfachem Wege ein Netzwerk von Sensoren, die Bewegungen und Verschiebungen anzeigen können.«

Fasergitter für ein weiteres Anwendungsgebiet, nämlich für den Einsatz in Faserlasern, müssen sehr schmalbandig sein. Gerade in dem für den medizinischen Einsatz wichtigen Wellenlängenbereich um 850 nm bietet Yokogawa mit seinem hochauflösenden optischen Spektralanalysator AQ6370 ein speziell darauf abgestimmtes Analysegerät. Mit dem AQ6370 »Classic« lassen sich in diesem Bereich Auflösungen bis zu 25 pm realisieren. Fasergitter für den Telekommunikationsbereich können mit bis zu 15 pm Auflösungsbandbreite gemessen werden.

2. Gassensorik:

»Optische Analyseverfahren ersetzen zunehmend die konventionelle chemische Analyse von Gasen«, führt Latzel aus. »Sie nutzen den Effekt, dass viele Moleküle Licht bei spezifischen Wellenlängen absorbieren und haben den Vorteil, dass die Ergebnisse schnell zur Verfügung stehen – ohne auf lang dauernde chemische Prozesse angewiesen zu sein. Man nutzt bei diesem Verfahren Lichtquellen mit einer möglichst hohen spektralen Reinheit, die das zu bewertende Gemisch durchleuchten und dessen Strahl dann auf einen Fotodetektor fällt.« Durch Modulation der Lichtquelle verändert man sehr schnell und genau die emittierte Wellenlänge der Lichtquelle und ist so in der Lage, ei-



Jörg Latzel, Yokogawa

»Optische Technologien haben ihren Stellenwert in der modernen Wirtschaft und Gesellschaft auch in diesen schwierigen Zeiten immer wieder unterstrichen.«

nen Wellenlängenbereich mit einer Quelle abzudecken, welcher den Nachweis mehrerer verschiedener Gase erlaubt. Das emittierte Licht ist in dem gesamten Wellenlängenbereich nahezu gleich stark, wodurch ein sich mit der Wellenlänge verändernder Signallevel am Detektor auf unterschiedlich starke Absorptionen schließen lässt.

»Da die Absorptionslinien von Gasen sehr genau bekannt sind, ist eine klare Identifikation durch das beschriebene Absorptionsverfahren möglich«, so Latzel. »Ein wichtiger Punkt bei diesem Verfahren ist zudem, dass keine komplizierten chemischen Reaktionen, wie etwa Ionisationen, stattfinden müssen. Auf diese Weise steht ein Verfahren zur Gasedetektion/-bestimmung zur Verfügung, das bedingt auch für explosive Gase eingesetzt werden kann. Im Vergleich zu alten Systemen ist bei der Laser-Gassensorik der effiziente Energieeinsatz ein entscheidender Vorteil.«

In Deutschland kommt diese Entwicklung nach Latzels Überzeugung insbesondere den Laser-Herstellern zugute. »Unternehmen, die VCSEL-, DFB- oder sogar ECL-Laser entwickeln und herstellen, sind potentielle Lieferanten für die notwendigen Lichtquellen und in Deutschland stark vertreten«, so der Experte. »Die erforderliche hohe Seitenmodenunterdrückung lässt sich speziell mit den optischen Analysatoren von Yokogawa schnell und genau durchführen. Die Geräte decken einen

Wellenlängenbereich von 600 bis 2400 nm ab.«

3. Laserbasierte Mess- und Warnsysteme

Das LIDAR-Prinzip (Light Detection and Ranging) ist ein optisches Radar (Radio Detection and Ranging). Eine Laserdiodenquelle sendet kurze Impulse aus, Fotodioden empfangen die Reflexionen, und die Messung der Laufzeit ergibt die Distanz. Quelle und Empfänger können eine Optik nutzen, die für eine Strahldivergenz und ein periodisches Schwenken sorgt, um einen weiten Winkel auszuleuchten und dabei auch eine räumliche Auflösung zu erhalten. Die Laserdiodenquellen arbeiten z.B. bei 900 nm, also im Nah-Infrarot-Bereich, der sich an das sichtbare Licht anschließt. Sie schaffen 50 bis 70 Watt Impulsleistung. Solche Systeme kommen u.a. bei normalen Distanzmessungen, aber auch in fahrerunterstützten Systemen moderner Kfz zum Einsatz. »Bei der Bewertung solcher Systeme ist die Leistung über der Wellenlänge genau zu bestimmen«, erklärt Latzel. »Man benötigt eine hohe Sensitivität, da relativ wenig Licht zum Messen erzeugt wird. Die Quellen sind in der Regel divergent und freistrahlernd. Die Yokogawa-Analysatoren bieten den einzigartigen Freistrahlingseingang, der es auch erlaubt dicke Fasern, welche sehr effizient die Signale der Lichtquellen aufnehmen, für die Signaleinkoppelung einzusetzen.«

Höhere Bitraten und engere Kanalabstände erweitern die Kapazitäten optischer, fasergebundener Übertragungssysteme. »Nachdem sich 2,5-Gbit/s-Systeme zum Standard entwickelt haben und 10 Gbit/s ebenfalls eingeführt wurde, lassen sich jetzt bis zu 40 oder 43,5 Gbit/s auf einem Kanal – d.h. bei einer Wellenlänge – übertragen«, so Latzel. »Mit aktuellen DWDM-Systemen, also Dense Wavelength Division Multiplexing, lässt sich eine einzige Faser für viele Kanäle nutzen. Durch die hochbitratige Modulation von Signalen findet selbst bei modernsten Modulationscodern eine Signalverbreiterung statt.«



Kommentar von Jörg Latzel, Yokogawa

Der Stellenwert optischer Technologien in der Wirtschaft

»Optische Technologien sind die Schrittmachertechnologien für die moderne Wirtschaft und Gesellschaft. Insbesondere in den hoch entwickelten Ländern wie in Japan, den USA und Deutschland hat die Optik einen enorm hohen Stellenwert für die Wirtschaft.

In Deutschland haben nicht nur regionale Regierungen wie in Thüringen und Baden-Württemberg das Thema aufgegriffen, sondern auch die Bundesregierung, die diesen Bereich zusammen mit Unternehmen der optischen Technologien weiter unterstützt. Laut einer Presseinformation des BMBF vom 11.11.2008 wird das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) ab dem Wintersemester

2008/2009 zwei internationale Masterstudiengänge Optics und Photonics in Jena und Karlsruhe unterstützen. Ziel ist es, im Wettbewerb um Talente Fachkräfte für deutsche Optikunternehmen zu gewinnen. Das BMBF stellt insgesamt 3,8 Millionen Euro für Stipendien für die Studierenden zur Verfügung und unterstützt damit ein effizientes und erfolgreiches Studium. Die Universitäten sowie die Länder Baden-Württemberg und Thüringen steuern 2 Millionen, die Unternehmen rund 1,7 Millionen Euro für die Masterstudiengänge bei.

Nicht nur dank solch großem Engagement stehen in Deutschland schon heute etwa 16 Prozent der Arbeitsplätze im verarbeitenden Ge-

werbe mittelbar oder unmittelbar mit den optischen Technologien in Verbindung. Das entspricht etwa einer Million Beschäftigten.

Direkt beschäftigt im Bereich der optischen Technologien sind etwa 110.000 Menschen vor allem bei Laserherstellern, Herstellern optischer Komponenten und Systeme sowie in der Beleuchtungsindustrie. Allein die rund 1000 mittelständischen Unternehmen in den optischen Technologien mit ihren 36.000 Arbeitsplätzen erwarten einen Zuwachs der Beschäftigten von über 40 Prozent bis zum Jahr 2010. Damit stellen die optischen Technologien für den Wirtschaftsstandort Deutschland einen enorm wichtigen Wirtschaftszweig dar.« (nk)

Die Förderprogramme der Landes- und Bundesregierungen unterstützen wichtige Innovationen in Bereichen wie dem Maschinen-, Automobil-, Schiff- und Flugzeugbau, der Mikroelektronik, der Beleuchtung sowie der Pharma- und Medizinindustrie, in denen Deutschland Kernkompetenzen hat. Das Thema »Nanotechnologie« ist zwar auch Bestandteil in den Maschinen-, Automobil- etc. Technologien, könnte aber trotzdem noch als weitere Technologie angeführt werden.

Zum Thema Nanotechnologie (und um da etwas zu schaffen, braucht man zwingend optische Messtechnik) hat das BMBF spezielle Förderprogramme aufgelegt. »Durch die vielfältigen Einsatzgebiete ist die Wirtschaftslage im Bereich der optischen Technologien recht stabil und nicht abhängig von Krisen in einzelnen Branchen«, resümiert Jörg Latzel. »Yokogawa als Hersteller optischer Spektrumanalysatoren bedient breite Bereiche dieser Technologien und dabei besonders die in Deutschland so wichtige Forschung.« (nk)

Eine wichtige Aussage zur Qualität von Übertragungssystemen trifft die OSNR-Messung. Dabei wird das Verhältnis der Leistung des Signals zur Rauschleistung ermittelt. Da die Energie des Lasers bei hochbitratigen Systemen aber nicht der Spitzenleistung entspricht, die mit hochauflösenden Spektrumanalysatoren gemessen wird, braucht man ein spezielles Messverfahren. Yokogawa-Analysatoren bieten hierfür eine Funktion, die es erlaubt, die Signalleistung mit einer groben Auflösung (bei 10 Gbit/s-NRZ-Signalen mit 0,2 nm) exakt zu bestimmen und dann die Rauschleistung mit einer hohen Auflösung zu ermitteln.

4. Gewebeuntersuchung per LIDAR

Bei der optischen Kohärenztomographie handelt es sich um eine Methode, um u.a. Gewebeproben oder lebende Gewebe zu untersuchen. Biologische, wasserhaltige Gewebe streuen Licht. Das Licht, das also gerichtet aus einer Laserquelle auf das Gewebe trifft, wird in unterschiedlichen Richtungen gestreut. Ein Teil des Lichtes wird somit auch zurückgestreut.

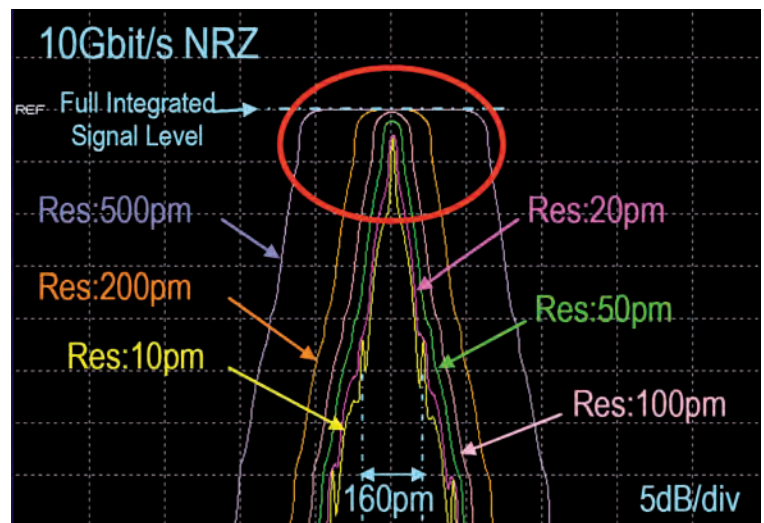
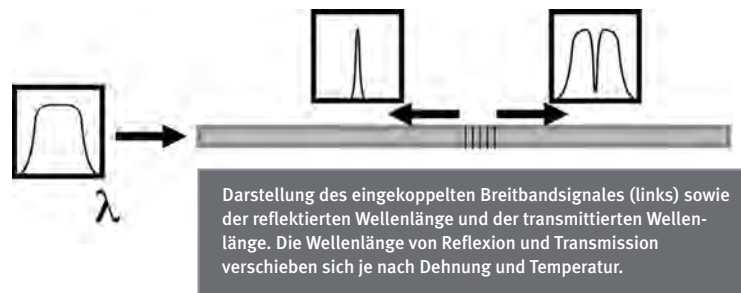
Als Lichtquelle dienen bei hochauflösenden Systemen in der Regel Kurzpulslaser oder spektral breite Weißlichtquellen. Das generierte Licht wird über einen halbdurchlässigen Spiegel in zwei nahezu gleich starke Signale aufgeteilt. Ein Teil des Lichts fällt auf einen verschiebbaren Spiegel und der andere Teil des Lichts wird auf die zu untersuchende Probe gelenkt.

Die beiden Arme des Systems bilden das Prinzip eines Michelson-Interferometers nach. Durch Verschieben des Spiegels bildet man kontinuierlich die optischen Wege nach, die auch das zurückgestreute Licht der Gewebeprobe nimmt. Solange die Wege gleich lang sind, interferiert das Licht miteinander. Sind die Strecken auch nur um 0,5 µm unterschiedlich, ergibt sich keine Interferenz mehr. Da die optischen Wege des Referenzarms sehr genau bekannt sind, kann man hierüber eine klare Aussage treffen, aus welcher Entfernung bzw. Tiefe der Gewebeprobe das Licht zurück gestreut wurde.

»Der Vorteil dieses Verfahrens ist offensichtlich«, so der Experte. »Da man mit sehr wenig Leistung auskommt, ist eine Schädigung des Gewebes, wie sie z.B. durch Röntgenstrahlung denkbar ist, sehr unwahrscheinlich. Yokogawa-Spektrumanalysatoren eignen sich optimal zur Untersuchung der genauen spektralen Dichte solch gepulster breitbandiger Lichtquellen. Da auch die Aufnahme des Lichts und die Leitung zum Analysator sehr flexibel ist, ist ein Yokogawa-Gerät die erste Wahl.«

Fazit

Neben den aufgeführten Trends in der Optik gibt es viele weitere Anwendungsgebiete für klassische und neue optische Technologien.



Darstellung der Peakleistungsmessung eines 10G-NRZ-Signals bei verschiedenen Auflösungen des optischen Analysators.