

PHOTONICS NEWS

Magazin der LASER COMPONENTS GmbH

#80 ■ 03|17

lasercomponents.com



Drohnen: Chancen und Herausforderungen

Passkontrolle und Echtheitsprüfung

Sicherheit mit Laserscannern

Alkoholkontrollen im Kfz

Neue Produkte



Sie haben ein zertifiziertes Qualitätsmanagement-System?
Dann müssen Ihre Prüfmittel regelmäßig kalibriert werden, um eine Rückführung der Mess- und Prüfergebnisse auf primäre, nationale & internationale Standards möglich zu machen.

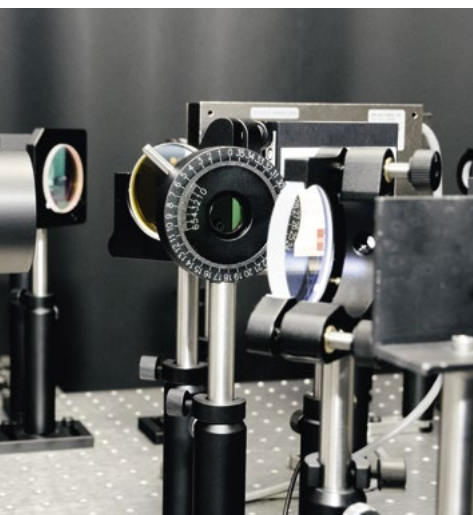
Wir bieten den Kalibrier-Service für folgende Geräte der Marke Gentec-EO:

- Thermische Leistungsmessköpfe
- Pyroelektrische Energiemessköpfe
- Anzeigergeräte

Zum Service gehören u.a.

- Kalibrierung gegen „Golden Standard“-Referenz, rückführbar auf NIST bzw. PTB.
- Abspeichern des Sensitivitätswertes und der Korrekturfaktoren im EEPROM des Detektors
- Ermittlung des individuellen Wellenlängenprofils
- Kalibrierzertifikat mit Varianz-Report

gentec-EO



KALIBRIER-SERVICE
in Deutschland
+49 8142 2864-0

LASER COMPONENTS

Einen ...

BLICK IN DIE ZUKUNFT

...würde jeder Unternehmer gerne wagen, schon alleine um seine Investitionsentscheidungen besser absichern zu können. Wenn wir bei LASER COMPONENTS auf unsere Zahlen schauen und unsere Indikatoren analysieren, haben wir keinen Grund zur Annahme, das Geschäft würde sich nicht weiter positiv entwickeln.

In 2016 konnten wir einen neuen Umsatzrekord feiern und unsere Auftragsbücher sind gut gefüllt. Das neue Jahr hat noch stärker begonnen. Wichtige Neuentwicklungen werden bis zur LASER Messe im Juni abgeschlossen sein und mehrere langfristige Kundenprojekte stehen kurz vor dem Durchbruch. Soweit alles gut, wären da nicht die politischen Rahmenbedingungen, die eine stabile Weltkonjunktur mit einem schon lange nicht dagewesenen Unsicherheitsfaktor belasten.

Der Wahlausgang in den USA und die wichtigen anstehenden Wahlen in Europa, mit erstarkten extremen und populistischen Kräften, machen zuverlässige Vorhersagen schwierig. Starke Währungsschwankungen und drohende Zölle sind Gift für die Wirtschaft. Auch steht unsere Welt vor großen Herausforderungen in Punkto Umweltschutz und Energie, die durch nationalstaatliches Denken sicher nicht besser gelöst werden.

Die nächste Krise kommt bestimmt, wir wissen nur nicht wann!

Was lässt uns dennoch positiv in unsere eigene Zukunft blicken und bekräftigt uns bei den anstehenden Investitionen?

LASER COMPONENTS hat in den vergangenen Jahren schrittweise den Wandel von einem reinen Händler zu einem führenden Komponentenhersteller vollzogen. Im vergangenen Jahr lag der Eigenproduktanteil für die Gesamtfirmengruppe bei über 70%. Zudem konnten wir in den letzten Jahren viele Schlüsseltechnologien im eigenen Haus etablieren.

Optische Technologien sind aus unserem Alltag nicht mehr wegzudenken und halten auch immer mehr Einzug in Konsumgüter. Ob in der Automobilbranche, bei Smartphones oder neuerdings auch bei dem rasant wachsenden Markt der Drohnen, werden künftig immer mehr Laser und Detektoren verbaut. LASER COMPONENTS ist durch den vorhandenen Technologiepool ein überaus attraktiver potentieller Lieferant und wird durch diese, für uns neuen Märkte, eine große Wachstumsmöglichkeit erfahren.

Welchen Beitrag unsere Komponenten bereits heute für eine größere Sicherheit im Alltag leisten, erfahren Sie in dieser Ausgabe.

Ihr



Patrick Paul

Geschäftsführer, Laser Components GmbH





Impressum

LASER COMPONENTS GmbH

Werner-von-Siemens-Str. 15
82140 Olching / Germany

Tel: +49 8142 2864-0
Fax: +49 8142 2864-11

www.lasercomponents.com
info@lasercomponents.com

Geschäftsführer:

Günther Paul, Patrick Paul
Handelsregister München HRB 77055
Redaktion: Claudia Michalke

Die „Photonics News®“ sowie alle enthaltenen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Mit Ausnahme der gesetzlich zugelassenen Fälle ist eine Verwertung ohne Einwilligung der LASER COMPONENTS GmbH strafbar.

Trotz gründlicher Recherche kann keine Verantwortung für die Richtigkeit der Inhalte übernommen werden.

Abo-Service: Die „Photonics News®“ erhalten Sie kostenlos. Für Adressänderungen, Neu- oder Abbestellungen der Zeitschrift wenden Sie sich an den oben angegebenen allgemeinen Kontakt.

* Preisänderungen, technische Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Solange der Vorrat reicht.

Preisstellung ab Werk Olching, unverpackt, unversichert, zzgl. derzeit gültiger MwSt. Zwischenverkauf vorbehalten.

© 2017. Alle Rechte vorbehalten.

Optoelektronische Sicherheitstechnologien

- 6 **Die neue Drohnen-Verordnung in Deutschland**
Bundesministerium: Klare Regeln für den Betrieb von Drohnen
- 8 **Kommerzielle Anwendungen von Drohnen**
Von Paketdiensten zum Katastrophenschutz
- 11 **Autonomes Fliegen**
Pulslaufzeitmessung verhindert Zusammenstöße
- 12 **Automatiktüren und Sicherheitstechnik**
Wenn Türen sich automatisch öffnen, steckt dahinter High-Tech
- 13 **Personenschutz durch Laserscanner**
Sicherheit in der Industrie und bei Karusselltüren

Sicherheit bei der Datenübertragung

- 14 **Netzwerksicherheit**
So werden Angriffe auf ein Netzwerk aufgespürt

Sicherheitstechnologien mit UV- & IR-Licht

- 16 **Passkontrolle und Echtheitsprüfung von Geldscheinen**
UV-Technologien erhöhen die Sicherheit
- 18 **Wird es zum Standard? Alkoholtest direkt im Auto**
Andere Länder, andere Technologien
- 19 **Die Qual der Wahl**
Die richtige Auswahl der passenden IR-Komponenten

Unternehmen

- 21 **Rückblick IR WORKshop**
80 Teilnehmer, 11 Nationen, 42 Vorträge

Neue Produkte

- 22 **Bleiben Sie Up to Date**
Neue Produkte von LASER COMPONENTS und seinen Partnern



6

Neue Verkehrsteilnehmer - Drohnen

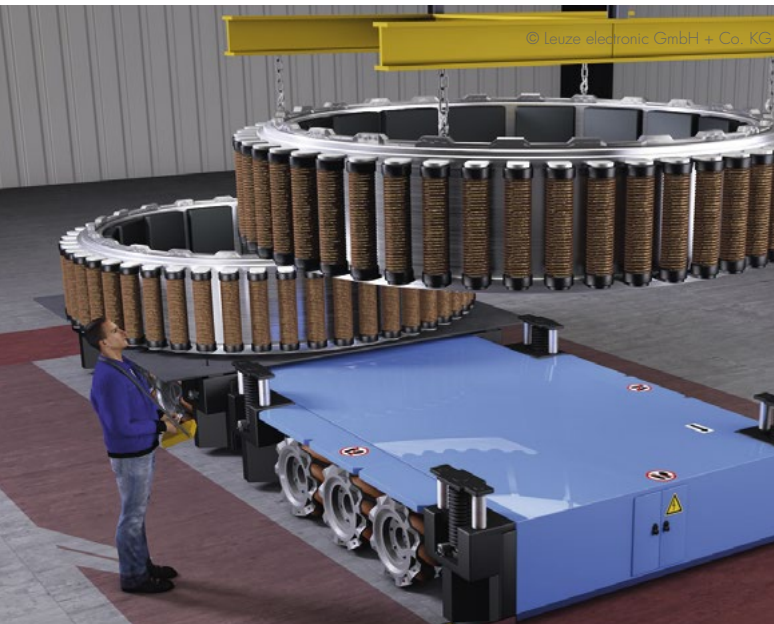
Noch wird geforscht, aber zukünftig werden Drohnen wichtige Aufgaben übernehmen: im Katastrophenschutz und bei speziellen Lieferaufträgen können sie helfen.

Alkohol 18

Atemgasanalysen in der Automobilindustrie - in europäischen Ländern schon eingesetzt.



© istock.com/zstockphotos

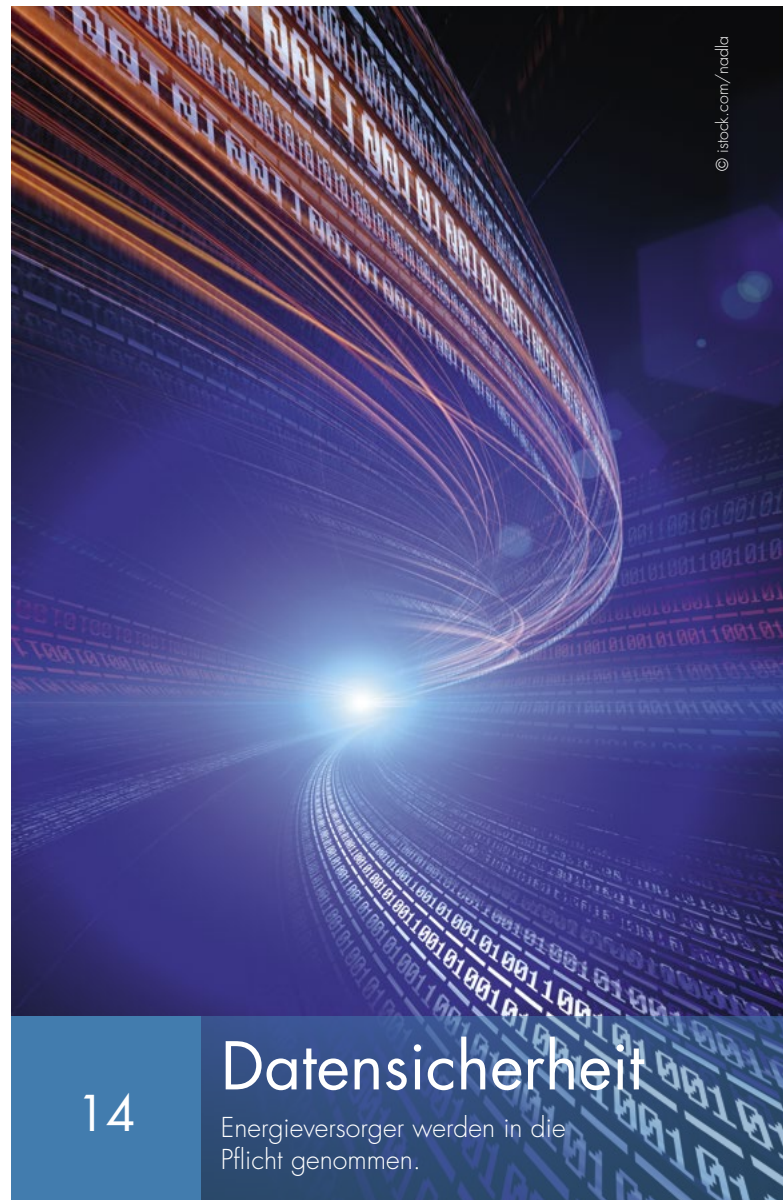


© Leuze electronic GmbH + Co. KG

12

Laser-Scanner

Im Alltag und in der Industrieautomation.



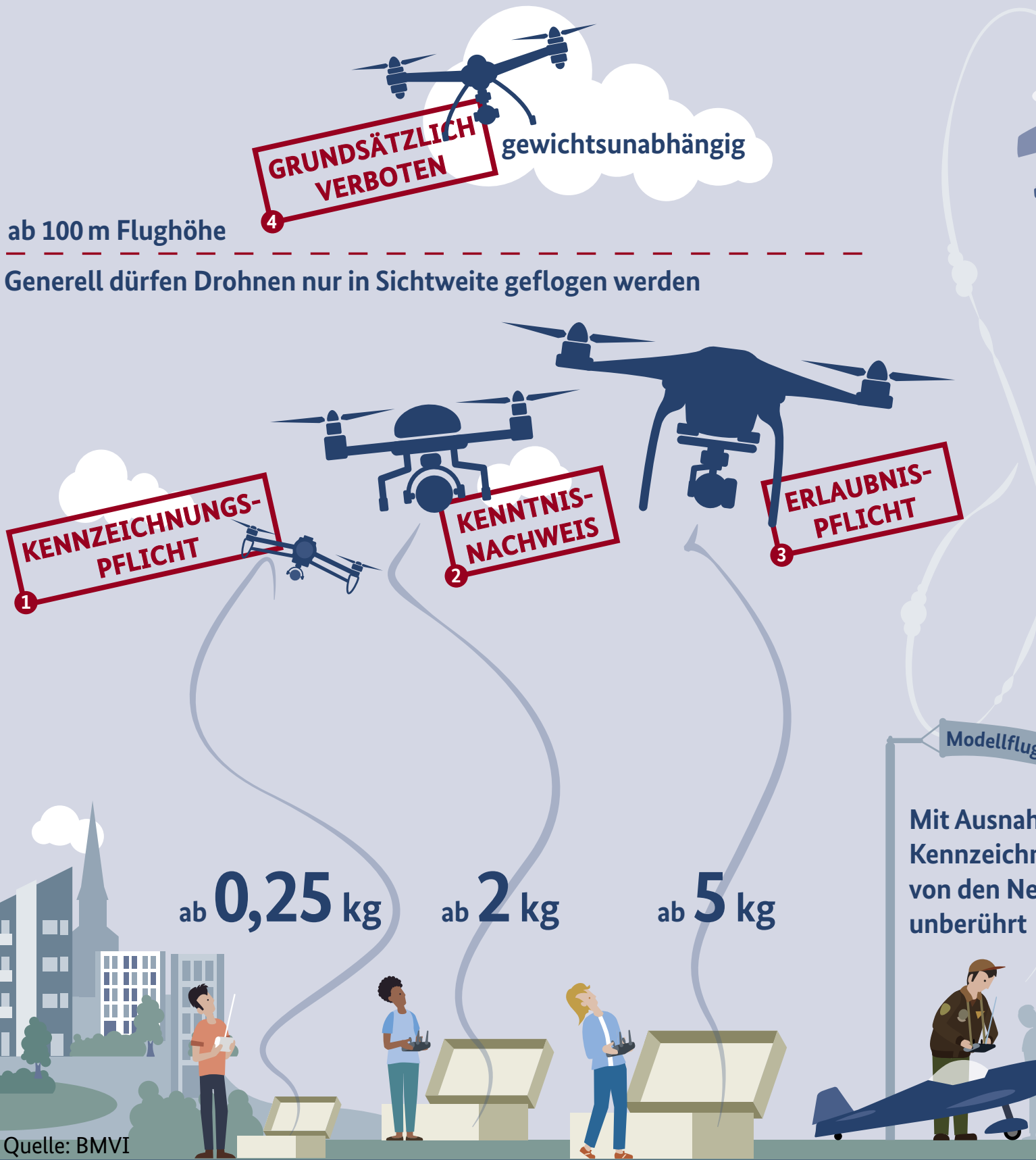
© istock.com/naela

14

Datensicherheit

Energieversorger werden in die Pflicht genommen.

Die neue Drohnen-Verordnung



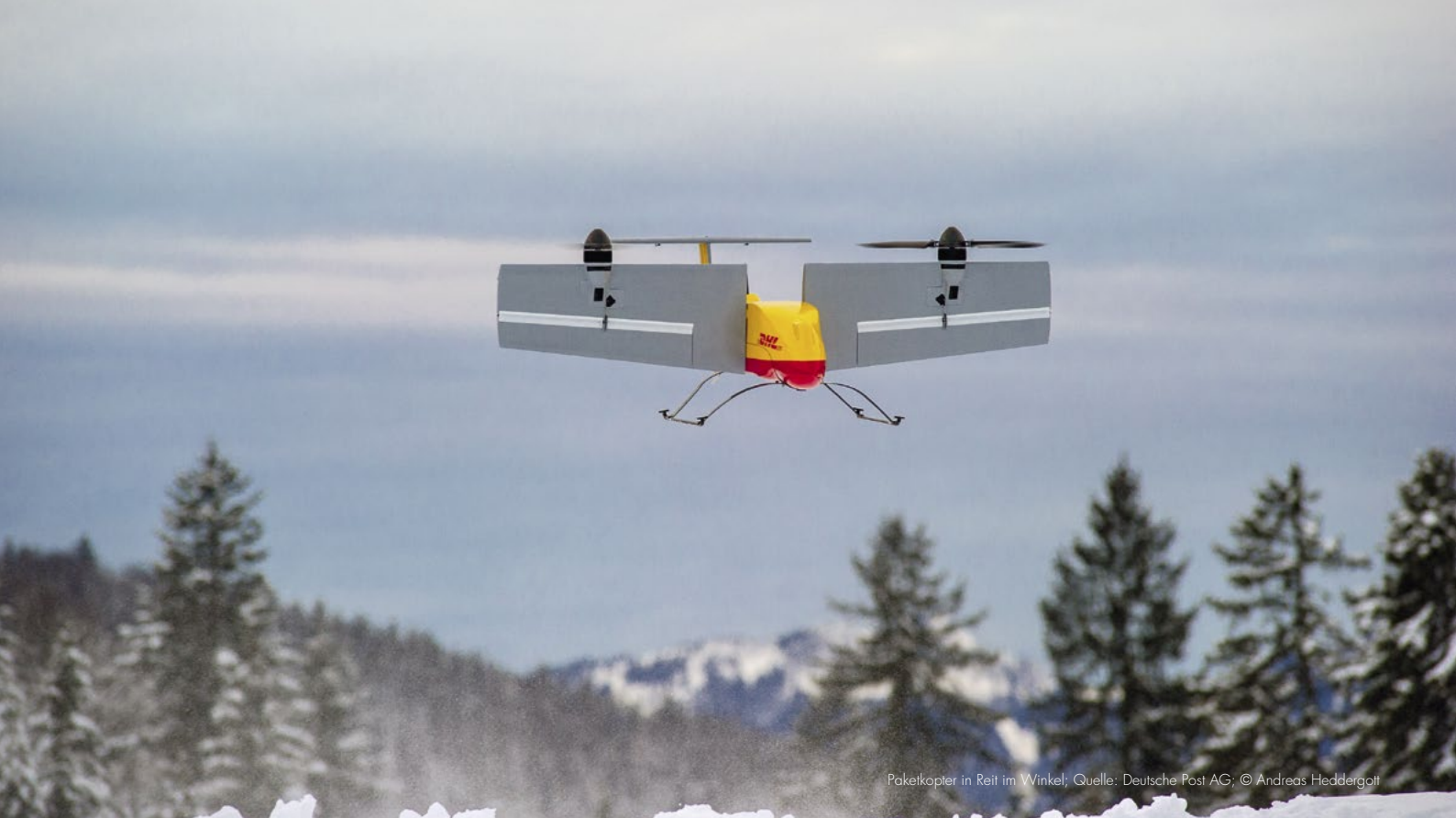
- 1 Kennzeichnungspflicht:** Ab 0,25 kg muss eine Plakette mit Namen und Adresse des Eigentümers angebracht werden.
- 2 Kenntnissnachweis:** Ab 2,0 kg müssen besondere Kenntnisse nachgewiesen werden.
- 3 Erlaubnispflicht:** Ab 5,0 kg wird eine spezielle Erlaubnis der Landesluftfahrtbehörde benötigt.
- 4 Grundsätzlich verboten:** Ab 100m dürfen Drohnen nur fliegen, wenn eine behördliche Ausnahmeerlaubnis bei



werden – auch auf Modellfluggeländen.

Weitere Überflugverbotsbereiche siehe: www.bmvi.de/drohnen

den Landesluftfahrtbehörden eingeholt wurde.



Paketkopter in Reit im Winkel; Quelle: Deutsche Post AG; © Andreas Heddergott

Drohnen werden die Welt verändern

Science Fiction war gestern

Die deutsche Flugsicherung schätzt die Anzahl der privaten Drohnen in Deutschland auf 500.000, mit dem Weihnachtsgeschäft 2016 seien allein 100.000 neue Systeme hinzugekommen. Der rasante Anstieg der verkauften Drohnen erhöht die Gefahr von Kollisionen, Abstürzen oder Unfällen. Eine Versicherungspflicht besteht bereits seit 2005; nun ist die Zeit reif für klare Regularien, um die Flugsicherheit auch außerhalb von Modellflugplätzen zu gewähren: 2015 wurden 14 Flugobjekte im Nahbereich von Flugzeugen bzw. Helikoptern gesichtet, 2016 gab es bereits über 60 Meldungen. Im Januar 2017 hat Minister Dobrindt schließlich eine länderübergreifende Drohnenverordnung für Deutschland eingebracht: deren wichtigsten Eckpfeiler betreffen Kennzeichnungspflicht, Drohnenführerschin, Flughöhe und Fluggebiet.

Drohnen zählen zu den unbemannten Luftfahrzeugen, UAV, die privat und gewerblich eingesetzt werden.

Privatpersonen nutzen hauptsächlich Kameradrohnen in Form von Multikoptern und die sorgen für Zündstoff: Neben den sicherheitsrelevanten Regularien sind die Gesetze des Datenschutzes zu beachten, denn nicht überall ist das Filmen oder Fotografieren erlaubt. Die Gesetzeslage ändert sich fortwährend, eine regelmäßige Information ist notwendig.

Ganz neuartige Anwendungen eröffnen sich beim kommerziellen Einsatz – den größten Diskussionsstoff bietet vermutlich die Paketzustellung via Drohne, Horror-szenarien malen einen Himmel voller Flugobjekte. Unumstritten ist der Einsatz unbemannter Fluggeräte bei der zivilen Sicherheit oder im Katastrophenschutz: eine Brandbekämpfung kann mit UAVs effizienter koordiniert werden als bisher – gleiches gilt für Seenot- oder Bergrettungen. Zukünftig können auch Industrieanlagen von Drohnen überwacht werden, um bspw. Gaslecks aufzuspüren; Machbarkeitsstudien prüfen gar die Verwendung innerhalb großer Fabrikhallen.

Drohnen im Feuerwehr-Einsatz

UAV-Systeme werden schon heute in der Rettung eingesetzt. Beim Feuerwehreinsatz wird im einfachsten Fall der Brandherd lokalisiert - das hilft besonders bei Waldbränden, um Löscharbeiten gezielt zu steuern. Die USA hat bereits positive Erfahrungen gesammelt.

Leben retten sollen die Systeme auch bei Unfällen mit Gefahrguttransporten. Mit Hilfe von Drohnen wird nicht nur die Lage von Verletzten oder Lecks bestimmt, auch Gefahrstoffe lassen sich detektieren und Schadstoffkonzentrationen messen: Mit diesen Daten können Ausbreitungsprognosen von Schadstoffwolken ➔

Was ist eine Drohne?

Ein „unmanned aerial vehicle“, UAV, wird umgangssprachlich Drohne genannt. UAVs sind Flugsysteme, die wie ein normales Flugzeug mit Leitwerken und Flügeln oder als Drehflügler mit einem oder mehreren Rotoren ausgestattet sind. Die größte Anzahl an Drohnen stellen Multikopter mit vier Rotoren.

Kippflügler, die effizienten Drohnen Unterschieden werden Flächenflieger und Drehflügler. Flächenflieger sehen aus wie normale Flugzeuge, als Kippflügler können sie die Flügel abkippen, um senkrecht aufzusteigen. Bei Start & Landung sind sie bei richtig angepasster Flügelstellung unanfälliger bei hohen Winden und haben eine höhere Flugreichweite. Durch die Nutzung der Tragflächen während des Flugs benötigen sie nur etwa 1/5 der Energie eines Multirotor-Systems.

abgeleitet und die entsprechenden Gegenmaßnahmen koordiniert werden. Die Weiterentwicklung dieser Systeme war Gegenstand des BMBF Forschungsprojekts AirShield.

Sensorik-Herausforderungen professioneller Systeme

UAVs zur privaten Nutzung dürfen grundsätzlich nur mit Sichtkontakt fliegen und müssen sich fern von anderen Flugobjekten halten. Professionelle Drohnen sollen hingegen autonom fliegen, der Anspruch an die Sicherheitssysteme ist entsprechend hoch. Die UAVs müssen jederzeit ihre genaue Position bestimmen und automatisch auf äußere Einflüsse reagieren können.

Eine ausgefeilte Sensorik ist allein für den reinen Flugbetrieb notwendig.

Sicheres Fliegen

Besonders herausfordernd sind der Start und die Landung bei hohen Windgeschwindigkeiten. In kürzester Zeit müssen so genannte Verblasungseffekte ausgeglichen werden, was eine sehr genaue Positionsbestimmung mit Zentimeter-Genauigkeit verlangt. Satellitennavigation und Referenzmessungen helfen. Das effektive Gegensteuern klappt durch das Zusammenspiel von Flugrechner mit Navigations- und Luftdatensensoren. Eindrucksvoll hat das die RWTH Aachen bewiesen.

DHL Paketkopter 3.0

In Zusammenarbeit mit dem Institut für Flugsystemdynamik (der RWTH Aachen), geleitet von Prof. Dieter Moormann, testete DHL Paket Anfang 2016 autonome Streckenflüge in der bayerischen Gemeinde Reit im Winkl. Bei der Zustellung vom Tal auf die Winkelmoosalm wurden erfolgreich 8 km und 500 Höhenmeter überwunden und das bei schnell wechselnden Wetterbedingungen und hohen Temperaturschwankungen.

Eilige Medikamente konnten innerhalb von 8 Minuten zum DHL Skyport auf der Hochalm zugestellt werden; ein Auto hätte bei winterlichen Verhältnissen über 30 Minuten benötigt.

Während des Flugs ohne Sichtkontakt wurden redundante Sicherungssysteme eingesetzt, ein Datenlink mit hoher Reichweite aufgebaut: Funkverbindung und Mobilfunknetz ermöglichten den Betrieb. Und auch die Zustellung erfolgte intelligent: Die Paketbe- und Entladung erfolgte automatisch und sogar die Akkus wurden getauscht, um den Weiterflug unmittelbar anschließen zu können. Die technische Machbarkeit wurde damit bewiesen, die DHL konnte als weltweit erster Zusteller die umfängliche Integration in die Lieferkette beweisen (dpdhl.de/paketkopter).

Im Dezember 2016 haben weitere Logistikunternehmen nachgezogen: DPD führte Flüge in Frankreich durch, Amazon in Cambridge. Für den täglichen Einsatz müssen vor allem die gesetzlichen Voraussetzungen geschaffen werden und auch die UAVs werden weiter verfeinert. ➔

Autonomes Fliegen - Produkte für die Abstandsmessung

Dass Drohnen Abstände zu Hindernissen erkennen müssen, könnte bald Vorschrift werden. Um kostengünstige Sensoren aufbauen zu können, bietet Laser Components die passenden Komponenten.

Avalanche Photodioden

Klein und preiswert: die Avalanche Photodioden der SAH-Serie sind in einem SMD-Gehäuse untergebracht, das eine Kantenlänge von nur 3,1 x 1,8 mm hat. Die Bauteile sind für die Wellenlängen 850 nm bis 905 nm optimiert, haben eine hohe Quanteneffizienz und sprechen schnell an.

Kostengünstige Impulslaserdioden

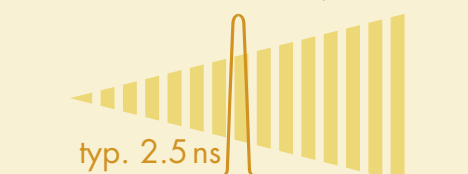
Das Pendant zu den kostengünstigen APDs sind die Impulslaserdioden der UA-Serie, die es mit Leistungen bis zu 75W gibt. Sie sind so günstig wie vergleichbare PLDs im Plastikgehäuse, haben jedoch eine höhere Qualität mit ihren ultrapräzisen mechanischen Toleranzen. Das hermetische Metallgehäuse hat einen Durchmesser von 5,6 mm - die Temperaturstabilität des Bauteils ist demnach hervorragend.

Impulslaserdioden mit kurzen Pulsen

QuickSwitch® heißen die Impulslaserdioden, die wir bereits jetzt ankündigen können.

Noch in diesem Jahr werden wir die Markteinführung der neuen Komponenten feiern können, die sich durch besonders kurze Pulsbreiten von nur 2,5 ns auszeichnen. Ein vorläufiges Datenblatt erhalten Sie unter dem angegebenen Webcode - weitere Informationen werden im Laufe des Jahres folgen. ■

Dr. Mike Hodges: 08 142 2864-50
m.hodges@lasercomponents.com



WEB D80-041



Teammitglieder der RWTH Aachen mit dem Paketkopter auf dem DHL Skyport in Reit im Winkl © RWTH Aachen

Zukunftsprojekt Automation

Bei großflächigen Katastrophen sollen Drohnen zukünftig ohne aktive Steuerung flugbereit sein, ein vorgegebenes Gebiet selbstständig analysieren und die aufgenommenen Daten weiterleiten. Mögliche Einsatzszenarien sind Nuklearunfälle oder große Erdbeben, bei denen unter Umständen Straßen zerstört sind oder das Telefonnetz ausfällt. Diese selbstständige Gebietsanalyse wird nur in Drohnen-schwärmen möglich sein, in denen die einzelnen UAVs miteinander kommunizieren können und ihre Informationen an Bodenstationen weitergeben. Dass Drohnen eines Schwarms nicht zusammenstoßen dürfen, versteht sich von selbst.

Kollisionsschutz durch Abstandsmessung

Auch für Cockpits und Triebwerke von Rettungshubschraubern und niedrig fliegenden Passagierflugzeugen stellen UAVs eine große Gefahr dar. Damit die Drohnen anderen Flugobjekten ausweichen können, werden bei autonomen UAVs Abstandssensoren eingebaut – je nach zu messender Entfernung könnten sich dort Radar-Systeme oder auch LIDAR-Systeme durchsetzen. LIDAR Systeme werden vermutlich zusätzlich eine Rolle bei der sogenannten Nahfeldnavigation in der Nähe von Gebäuden für beispielsweise Inspektionsaufgaben oder sogar bei der Navigation innerhalb von Gebäuden spielen. ■



© istock.com/Wooneydriver

Gefahr durch Drohnen

Bald werden wir den kommerziellen Einsatz autonomer Drohnen erleben, bei denen die UAVs nicht in Sichtweite des steuernden Piloten fliegen. Eine Herausforderung wird auch das Aufspüren feindlicher Drohnen sein.

So steht nicht nur die intelligente Automation der Flugsysteme im Fokus der Entwicklung: im gleichen Maße wird an der Drohnen-Detektion gearbeitet, um eine zuverlässige Drohnen-Abwehr zu gewährleisten.

Drohnenabwehr

Schon heute überwachen Multi-Sensoren die Lufträume von Gefängnissen, Regierungsgebäuden, Industriebauten oder Stadien (dedrone.com).

Wird eine gefährliche Drohne erkannt, sind verschiedene Abwehr-Techniken denkbar: es wird daran geforscht, Systeme über elektromagnetische Felder zu übernehmen oder zu zerstören: Eingriffe über Jammer oder Spoofer könnten dazu führen, dass die Drohne zur Startposition

zurück fliegt, den ursprünglichen Weg verlässt, landet oder abstürzt. Gegendrohnen mit Fangvorrichtungen erscheinen weniger praktikabel, denn sie müssten sehr groß sein und gezielt gesteuert werden.

Einen ungewöhnlichen Weg geht die niederländische Polizei: sie bildet derzeit Adler aus, die kleine Drohnen im Flug fangen sollen. Ein Video dazu finden Sie hier: [youtube.com/watch?v=HifO-ebmE1s](https://www.youtube.com/watch?v=HifO-ebmE1s)

Abstandsmessung verhindert Zusammenstöße

LiDAR-Systeme zur Hindernis-Erkennung

Wenn Fahrzeuge selbständig fahren oder unbemannte Luftfahrzeuge allein fliegen sollen, müssen sie Hindernisse selbständig erkennen, um ihnen ausweichen zu können. Die Umfeld-Beobachtung mit LiDAR-Systemen hat einige Vorteile: Die Systeme sind nicht nur preiswert sondern können auch schnell bis zu einigen hundert Meter Entfernung messen. LiDAR ist übrigens eine Abkürzung für **L**ight **D**etection **A**nd **R**anging.

Bei der Messung werden Impulslaserdioden (PLD) als Sender und Avalanche Photodioden (APD) als Empfänger genutzt; das Messprinzip basiert auf der optischen Laufzeitmessung, auch als Time-of-Flight, ToF, bekannt.

Die optische Lichtlaufzeitmessung

Das Prinzip der optischen Lichtlaufzeitmessung ist einfach erklärt: Eine Impulslaserdiode sendet einen einzelnen kurzen Lichtimpuls aus. Im Idealfall breitet sich das Licht auf dem kürzesten Weg ungestört in der Luft aus, bis es auf ein Hindernis trifft. Am Hindernis wird das Licht reflektiert, und der Impuls läuft zurück, bis er von einer Avalanche

Photodiode detektiert wird. Die Elektronik, die APD und PLD verbindet, misst den Zeitraum Δt zwischen dem Aussenden und dem Empfangen des zurückkehrenden Lichtpulses. Da die Ausbreitungsgeschwindigkeit von Licht bekannt ist, lässt sich die Distanz d des Hindernisses leicht aus der gestoppten Zeit berechnen.

Physikalische Grundlagen

Licht breitet sich im Vakuum mit der Lichtgeschwindigkeit c aus. Messungen im Vakuum haben folgenden Wert für c ergeben:

$$c = 299.792.458 \text{ Meter/Sekunde}$$

Als Vakuum wird im physikalischen Sinne ein Raum ohne Materie bezeichnet; ihm wird daher die optische Dichte $n=1$ zugeordnet.

Kleinste Staubpartikel, wie wir sie in der Luft finden, ändern diese optische Dichte, die auch als Brechzahl n bekannt ist: Wellenlänge und Phasengeschwindigkeit sind kleiner als im Vakuum - also ändert sich auch die Ausbreitungsgeschwindigkeit des Lichts: $c_{\text{Luft}} = c/n_{\text{Luft}}$

Beispielrechnung

Stellen wir uns vor, dass ein Lichtimpuls nach $\Delta t = 500 \text{ ns}$ detektiert wird. Das Hindernis steht in der Distanz d , die gemessene Zeit bezieht sich auf den Hin- und Rückweg des Lichts, also auf $2*d$.

Die Entfernung lässt sich im Kopf ausrechnen, wenn wir folgende Näherungswerte zulassen:

$$c = 300.000.000 \text{ m/s} = 3 * 10^8 \text{ m/s}$$

$$n = 1$$

Es gilt die Gleichung

$$\Delta t = 2*d*n/c = 500 \text{ ns} = 5 * 10^{-7} \text{ s}$$

$$d = 0,5 * (c * \Delta t) / n$$

Der Abstand berechnet sich zu

$$d = 0,5 * (3 * 10^8 \text{ m/s} * 5 * 10^{-7} \text{ s}) / 1$$

$$d = 0,5 * 3 * 5 * 10^1 \text{ m}$$

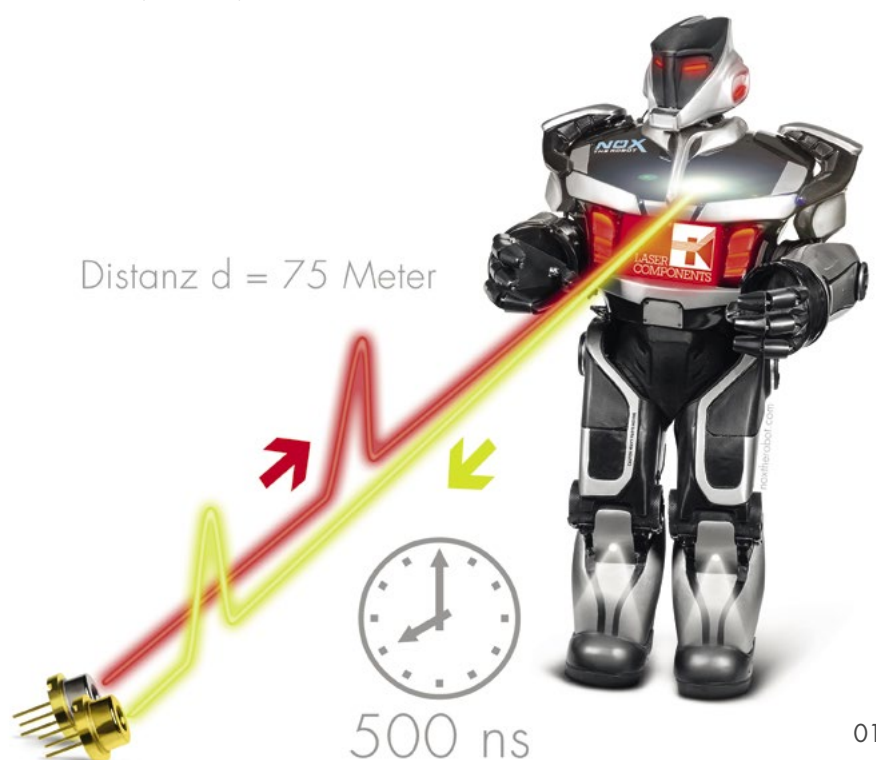
$$= 75 \text{ m}$$

Eindrucksvoll erkennt man, welch kleine Zeitabstände für Messungen in kurzen Entfernungen benötigt werden - diese reichen bis in den Nanosekunden-Bereich. ■

Autonomes Fahren

Die von Frost & Sullivan veröffentlichte Studie „Automotive LiDAR Market for ADAS and Automated Driving, Global 2016“ erwartet den Vormarsch von LiDAR Technologien beim autonomen Fahren. Das Einsatzgebiet reicht von Spurhalte-Assistenten bis hin zu Auto-pilot-Funktionen. Die flächendeckende Einführung wird bis zum Jahr 2025 erwartet.

Quelle: frost.com/mb5c



Sesam öffne Dich

Wenn sich Türen automatisch öffnen, steckt dahinter High-Tech

Sind Sie bereits vor oder gar durch eine geschlossene Glastür gelaufen? Vielleicht auch schon von einer Schiebetür eingeklemmt worden? Häufig geht ein Zusammenprall glimpflich aus und man erinnert sich lachend zurück - doch manchmal entsteht ein erheblicher Schaden: deswegen werden viele Türen in öffentlichen Einrichtungen mittlerweile automatisch gesteuert; für die Sicherheit sorgen Sensoren und deren „Intelligenz“ steigt.

Automatische Schiebetüren

Fast jeder Supermarkt ist heute mit automatisch öffnenden Schiebetüren ausgestattet und selbst S-Bahn Türen schließen wie von selbst. Bald täglich gehen wir durch sensorgesteuerte Türsysteme, doch haben Sie sich jemals Gedanken gemacht, wie diese funktionieren?

Einweg-Lichtschanke

Ein einfaches Sicherheitssystem ist die Einweg-Lichtschanke, die Hindernisse auf der installierten Höhe erkennt: Dafür sendet eine Lichtquelle permanent einen Strahl, der von einem gegenüberliegenden Detektor empfangen wird - gesteuert wird das über eine Elektronik. Der Empfänger schlägt Alarm, sobald er kein Licht mehr von der sendenden Lichtquelle auffangen kann und gibt die Rückmeldung: Hindernis.

Bei Schiebetür-Systemen werden Lichtquellen mit infraroter Strahlung eingesetzt, die für das Auge unsichtbar ist. Meist werden die Sensoren auf der Höhe der Fußknöchel installiert. Wird die Verbindung Sender – Empfänger unterbrochen, so wird der Schließmechanismus der Tür für ein eingestelltes Zeitintervall unterbrochen.

Bei ebenerdigen Türen ist diese Sicherung häufig ausreichend. Lichtschranken werden trotzdem gern mit zusätzlichen Schutzmechanismen kombiniert, bspw. wenn beim Eintritt durch eine Tür eine Stufe überwunden werden muss und der Arm an einem Handlauf vor dem Einklemmen geschützt werden muss: Die Technologien reichen vom Drucksensor bis zur Installation weiterer Lichtschranken in unterschiedlichen Höhen.

Lichtvorhang

Immer häufiger ersetzen so genannte Lichtvorhänge die einfachen Lichtschranken. Dabei bilden viele Sender- und Empfängereinheiten ein feines Linienraster, sodass in einer Schiebetür nichts mehr eingeklemmt werden kann. Stark verbreitet sind Lichtvorhänge auch bei industriellen Anwendungen, bei denen Zugänge überwacht werden müssen.

Komplexe Sensorik für Karusselltüren

Karusselltüren hemmen den Luftzug und sparen, verglichen mit Schiebetüren, Energiekosten: bei großen Gebäuden werden sie daher bevorzugt eingesetzt. Sind die Sicherheitsanforderungen bei Schiebetüren physikalisch trivial zu lösen, so sind die Anforderungen bei Dreh- bzw. Karusselltüren bereits sehr komplex. Viele Schutzausstattungen müssen entsprechend der DIN 18650 nachgewiesen werden.

Wir stellen Ihnen zwei gängige optoelektronische Verfahren vor, die eine Absicherung mittels Abstandsmessung bieten: Es sind kostengünstige Triangulationsverfahren und komplexe Laser-Scanner mit Lichtlaufzeitmessung. ■



Optoelektronischer Personenschutz durch Abstandsmessung

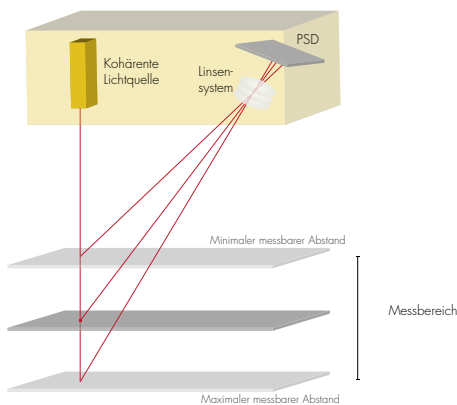
Triangulation und Lichtlaufzeitmessung

Abstandsmessung mit Triangulations-Verfahren

Das Triangulationsverfahren wird bei automatisch drehenden Karusselltüren eingesetzt: Bleibt eine Person in einem Flügel stehen, muss der Dreh-Automatismus automatisch gestoppt werden, damit die Tür nicht mit der Person kollidiert. Der optoelektronische Sensor besteht aus einer Laserdiode und einem Empfänger, der eine Ortsbestimmung messen kann - so werden bspw. positionsempfindliche Detektoren (PSD) oder CCD-Kameras verwendet.

Objekterkennung

Vereinfacht dargestellt, erfolgt die Objekterkennung folgendermaßen: In der schematischen Zeichnung sieht man einen Sensor, der kontinuierlich die Entfernung zum Boden bestimmen. Sobald sich der gemessene Abstand verkürzt, wird ein Hindernis erkannt und das Türsystem gestoppt.

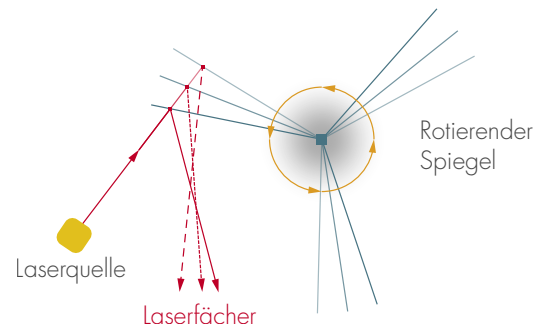


Laserscanner

Wenn höchste Präzision und Schnelligkeit erforderlich ist, greift man statt zur Triangulation zu Laserscannern. Bei Karusselltüren werden sie als Einklemmschutz verwendet, in der industriellen Automatisierung zum Schutz vor Maschinen: die Sensoren erkennen das Eindringen in einen gefährlichen Bereich und lösen einen (Maschinen-)stopp aus.

Objekterkennung mit Laserscannern

Laserscanner basieren auf der optischen Laufzeitmessung (siehe Seite 012). Beim typischen Aufbau von industriellen Laserscannern wird mit einem rotierenden Spiegel eine zweidimensionale Fläche aufgespannt, um das Umfeld zu erfassen (s. Abbildung). Die Systeme erreichen eine hohe Winkelauflösung, mit denen eine exakte Abstandsmessung möglich ist; der Scan hat einen hohen Detailierungsgrad. Typischerweise erfassen industrielle Laserscanner einen Winkelbereich bis 270°; 360° findet man bei Automotive-Anwendungen. Bei einem dreiseitigen Spiegel wird die Scanfläche 3x pro Rotation gescannt. Würden die Spiegelflächen gekippt werden, so könnte man gar zueinander geneigte Ebenen abtasten statt einer rein 2-dimensionalen Fläche.



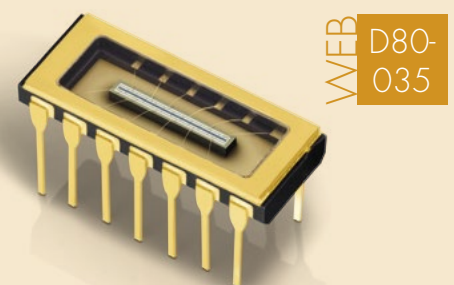
Qualitätsmerkmale der Impulslaserdiode

Laserscanner werden zur Überwachung ganz unterschiedlicher Entfernungsbereiche eingesetzt. Wie die Rechnung auf der vorherigen Seite zeigte, wird ein Objekt in 75 m Abstand mit einer Zeitverzögerung von 500 ns gemessen, nach nur 13 ns wird der Impuls für Objekte in 2 m Entfernung detektiert. Für die Entfernungsmessung bei kurzen Distanzen werden daher Impulslaserdioden mit möglichst geringer Pulsbreite benötigt. Je kürzer der Laserpuls, desto höher die Genauigkeit. Typische Versionen haben eine Breite $\ll 10$ ns - neuartige Technologien stehen in den Startlöchern. Bei weiten Entfernungen muss hingegen gewährleistet werden, dass die Pulsleistung hoch genug ist, um ein zurückkommendes Signal detektieren zu können. Bei beiden Anforderungen liegt die Kunst in der Auswahl der richtigen Komponenten sowie in der Schaltung von Laserquelle und Empfänger. ■

Avalanche Photodioden und Impulslaserdioden für Ihre Messung

Abstandssensoren arbeiten mit Impulslaserdioden der Wellenlängen 905 nm und zugehörigen Detektoren. Lawinphotodioden, APDs, empfangen auch schwache Signale und werden daher bevorzugt eingesetzt.

Laser Components fertigt beide Komponenten und stellte vor wenigen Tagen auf der Photonics West ein APD-Array vor, das ideal für Laserscanner geeignet ist. Unter dem angegebenen Webcode finden Sie Datenblätter zu den passenden Time-of-Flight Komponenten. ■



Dr. Mike Hodges: 08142 2864-50
m.hodges@lasercomponents.com

Schützen Sie Ihr Netzwerk vor Sabotage

Glasfaser-Fernüberwachungssysteme decken Netzwerk-Ereignisse auf

Das Thema „nachrichtentechnische Informationsübertragung“ ist beinahe so alt wie das zivilisierte Zusammenleben: Bereits in der Antike wurden mittels optischer Telegrafie Informationen zwischen einem Sender und Empfänger ausgetauscht. Unter Einsatz von Fackeln und zyklisch eingesetzten Blenden wurden diverse Codes von A nach B übermittelt. Wenn man so will, hat sich an dem grundsätzlichen Prinzip bis heute nichts geändert, obgleich sich Infrastrukturen und Datenraten sicherlich nicht mehr mit jenen der Antike vergleichen lassen. In jedem Fall identisch geblieben ist das Ziel der 100%igen Verfügbarkeit eines nachrichtentechnischen Kommunikationsweges sowie der Wunsch geschützt zu sein vor Sabotage und dem Mithören Dritter – ganz gleich ob aus militärischen oder betriebswirtschaftlichen Beweggründen.



Die Gesetzeslage

Der Schutz kritischer Infrastrukturen vor Cyberangriffen ist zu einem realen Thema geworden. Für Betreiber kritischer Infrastrukturen wie Wasserversorger, Strom- und Gasnetzbetreiber besteht eine Meldepflicht außerordentlicher IT Stö- rungseignisse.

In der modernen Übertragungstechnik ist es möglich, sich vor der Manipulation seiner Netzinfrastruktur zu schützen: Hierfür werden Glasfaserüberwachungs- Systeme eingesetzt, die idealerweise skalierbar sind, um beim weiteren Netzausbau mühelos erweitert werden zu können.

Ein Überwachungssystem der neuesten Generation ermöglicht die Detektion eines Ereignisses auf der Glasfaser- strecke annähernd metergenau und in Echtzeit. Dazu gehören neben dem radikalsten Störungsanlass „Faserbruch“ auch Streckenveränderungen, die eine Dämpfung nach sich ziehen.

Abhören durch Fiber-Tapping

Ein klassisches Beispiel für eine Strecken- veränderung ist das Fiber-Tapping, bei dem mittels Biegung (Bending) einer Faser das Licht des Übertragungs- signals ausgekoppelt wird – selbst die Ummantelung einer Faser bietet hierbei keinen ausreichenden Schutz. Ohne Ein-

satz eines Überwachungssystems bliebe dieser Eingriff unbemerkt; die Datenkom- munikation könnte über das ausgekoppel- te Signal unbemerkt abgehört werden.

Schnelle Störungsbehebung oder Sabotage-Absicherung

Bis vor wenigen Jahren war die vorran- gige Motivation der Glasfaserüberwa- chung eine Reduzierung der Mean Time To Repair (MTTR), also die gemessene Zeitdauer zwischen Störungeignis und vollständiger Störungsbehebung. Heute werden die Überwachungssysteme vor- rangig zur Absicherung vor Sabotage, Diebstahl und zum Detektieren von Abhörversuchen eingesetzt.

Einbruchschutz

Auch die gegen elektromagnetische Störsender unanfällige Überwachung von Schachtdeckeln oder Türen kritischer Infrastrukturen ist mit einem Glasfaserüber- wachungssystem problemlos möglich. Es bedarf hierzu nur einer einzigen übrig gebliebenen Faser und einem entspre- chenden Sensor am jeweiligen Über- wachungsort. Bis zu 80 Sensoren lassen sich mit nur einer Faser ansteuern.

Neue Meldepflicht

für Betreiber kritischer Infrastrukturen
Auf die Glasfaserüberwachung setzen bereits klassische Netzbetreiber, staatliche Behörden und Zweckverbände im Betreibermodell wie Kreise, Städte und Gemeinden. Seit den Neuregelungen im IT Sicherheitsgesetz vom 25.07.2015 nutzen die Systeme auch Betreiber kritischer Infrastrukturen.

Überwachung bei Netzwerk-Ausfall

Die Ausgabe des Alarmstatus der Messeinheit und der angebotenen Glasfaserstrecken muss jederzeit mög- lich sein - sogar wenn Netzwerke oder Mobilfunknetze ausfallen. Nur so kann sichergestellt werden, dass auch bei Netzwerkmanipulationen auf höheren Schichtenebenen (z.B. Router-Hacking) immer eine Möglichkeit besteht, direkten Zugang zu seiner Glasfaserüberwachung zu erlangen.

Die Ereignis-Alarmierung seitens des Systems sollte daher über verschiedene Wege erfolgen können: neben E-Mail und SMS-Benachrichtigungen, via SNMP an ein NOC oder über ein Relais. Gerade letzteres, sowie die Möglich- keit, sich im Bedarfsfall mittels separater lokaler Schnittstelle auf eine Messeinheit verbinden zu können, sind Qualitäts- merkmale und Mindestanforderungen an moderne Überwachungslösungen. ■

smartOTU - Monitoring-System für City- und Firmennetzwerke

VIAVI bietet mit der smartOTU ein Fernüberwachungssystem für Glasfaser- netzwerke. Die 2U Einheit lässt sich mittels Mounting Kit in ein typisches 19“ Cabinet integrieren und kann bis zu 48 einzelne Fasern gleichzeitig tracken. Die Faseranzahl wird über einen prakti- schen optischen Schalter eingestellt. Um die aktive Datenübertragung bei den zu beobachtenden Fasern nicht

zu stören, erfolgt die Überwachung typischerweise im Wellenlängenbereich 1650nm. Abweichende Wellenlängen können ebenfalls gewählt werden. Bei Ereignissen auf der Glasfaserstrecke lassen sich verschiedene Alarmierungs- möglichkeiten in Anspruch nehmen: Dazu gehören Email, SMS, SNMP und 3 potentialfreie Kontakte (Relais). Bei Bedarf kann man sich jederzeit über

einen separaten LAN Port lokal mit dem Gerät verbinden. Selbst große IT Netzausfälle beeinträchtigen die Überwachung somit nicht. Eine Erweiterung des bestehenden Systems ist problemlos möglich. ■

Falk Wagner: 08142 65 44 011
f.wagner@lasercomponents.com

VVFB
D80-
OTU



Die neue 50-€-Banknote wird übrigens ab dem 4. April 2017 ausgegeben.

Mit Sicherheit keine Blüte

Sicherheitstechnologien zur Prüfung von Dokumenten

Damit Banknoten und Ausweispapiere möglichst fälschungssicher sind, werden sie mit unterschiedlichen Sicherheitsmerkmalen ausgestattet: manche lassen sich mit dem bloßen Auge erkennen, einige sind haptischer Art und andere können nur mit besonderen Scannern entdeckt werden.

Der Falschgeld-Skandal

Die Fälschung von Banknoten führt in erster Linie zu monetären Verlusten. Beim größten Betrug der Geschichte Anfang des 20. Jahrhunderts kam es jedoch fast zum Bankrott der portugiesischen Wirtschaft als *Alves dos Reis* Banknoten im Wert von etwa 1% des Bruttoinlandsprodukts fälschte. Die politischen Folgen waren enorm: das Vertrauen in die Politik schwand und so sei der Fälschungsskandal ein Wegbereiter für den Militärputsch 1926 gewesen [1], auf den die autoritäre Diktatur folgte.

Das Bestreben, Banknoten fälschungssicher zu gestalten, versteht sich nach dieser Geschichte von selbst. So gibt es weltweit nur 30 Unternehmen, die Sicherheitspapier herstellen, das für Banknoten aber auch für Ausweise verwendet wird. Jede Währung stellt eigene Anforderungen; beispielsweise werden Reliefs, Wasserzeichen, Sichtfenster, Hologramme oder Sicherheitsfäden direkt in das Papier eingearbeitet.

Prüfen Sie selbst:

Die zweite Euroschein-Generation

Einige Merkmale können Sie beim Euroschein selbst prüfen: fühlen Sie beispielsweise die in das Papier eingearbeiteten Reliefs an der kurzen Seite des EURO-Scheins. Halten Sie den Geldschein auch einmal gegen das Licht. Sie erkennen den dunklen Sicherheitsstreifen mit Wertzahl und €-Zeichen oder, ab der 10 EUR Note, auch das Wasserzeichen. Beeindruckend ist das Portrait-Fenster der neuen 20-er und 50-er Scheine.

Gegen das Licht gehalten wird das Hologramm durchsichtig. Beim Verkippen vor einem Hintergrund erscheint der Wert des Papiers - auf der Rückseite nur innerhalb des Fensters, auf der Vorderseite auf dem gesamten silbernen Streifen.

Scanner sehen noch viel mehr!

Es steckt noch viel mehr Schutz in unserem Geld, der sich nur mit besonderen Hilfsmitteln detektieren lässt. Mikroschriften können mit der Lupe entziffert werden; für alle anderen Merkmale ist infrarotes oder ultraviolettes Licht notwendig.

Geheime Druckfarben

IR. Es gibt infrarote (IR) Druckfarben, die wir mit dem Auge sehen, jedoch für eine IR-Kamera unsichtbar bleiben, da sie infrarotes Licht absorbieren. Andere IR-Druckfarben reflektieren IR-Licht, sodass die Bereiche leuchten. Betrachtet man den EUR unter IR-Licht, so sieht man nur Teilbereiche des Drucks.

Fluoreszenz einfach erklärt

Die spontane Emission macht Unsichtbares sichtbar

UV-Strahlung ist für das menschliche Auge unsichtbar. Werden Banknoten oder Ausweispapiere mit UV-Licht bestrahlt, sieht man farbige Elemente, die ansonsten verborgen bleiben. Das Phänomen beruht auf Fluoreszenz.

Fluoreszierende Stoffe werden mit UV-Licht zum Leuchten gebracht: dabei nehmen die Moleküle fluoreszierender Stoffe die eingebrachte Energie auf und geben vorhandene Energie ab (spontane Emission) - diese wird als sichtbares Licht abgestrahlt. Die Lichtfarbe ist abhängig von der Molekülstruktur und der Wellenlänge des Anregungslichts.

Echtheitsprüfungen von Ausweisen oder Führerscheine werden häufig bei 365 nm, so genanntem UVA-Licht durchgeführt. Zusätzlich wird UVC-Licht für Banknoten eingesetzt.

Fluoreszenz begegnet uns übrigens auch im Alltag: Wussten Sie, dass Waschmitteln optische Aufheller beige-mischt werden, damit die Kleidung weißer erscheint? Als UV-Lichtquelle dient dabei der UV-Anteil des Tageslichts. ■



Kostengünstige UV LEDs

In kompakten Sicherheitsscannern werden meist langlebige UV LEDs eingesetzt: Aktuelle UVA LEDs haben bereits eine Leistung bis zu 2 Watt, die kurzwelligen UVC LEDs bringen es bei 278 nm auf 70 mW.

Das SMD-Gehäuse der UV LED ist winzig; die kleinsten Bauteile haben eine Kantenlänge von nur 3,4 mm. Es gibt sogar Versionen mit einer eingebauten Kollimationslinse, welche die austretenden Lichtstrahlen parallel ausrichtet. ■

Dr. Olga Stroh-Vasenev:

08142 2864-48

o.stroh-vasenev@lasercomponents.com

WEB D80-042

Fluoreszenz. Fluoreszierende Druckfarben und Fasern leuchten im UVA- bzw. UVC-Licht unterschiedlich. Auf dem Foto erkennen Sie kleine farbige Striche - es sind in das Papier eingearbeitete Fasern, die im UV-Licht leuchten; unter UV-C Licht fluoreszieren bestimmte bedruckte Bereiche orange bzw. gelb.

Wieder einmal Portugal...

Zurück zu Portugal: Die Nelkenrevolution leitete 1974 den Niedergang der portugiesischen Diktatur ein. Wissenschaftler sehen in der Revolution den Wegbereiter einer Demokratisierungswelle und damit den Anfang für ein freies Europa, das nicht nur Zollgrenzen aufhob, sondern auch das Reisen ohne Grenzen ermöglicht.

Trotz des Schengener-Abkommens dürfen in Ausnahmefällen Ausweiskontrollen durchgeführt werden: davon wurde bspw. bei der Fußball WM 2006 in Deutschland Gebrauch gemacht. Die Ausweiskontrolle ist ebenso sicherheitsrelevant, wie die Prüfung von Geldscheinen - so gleichen sich auch die Prüfmechanismen.

Geräte zur Echtheitsprüfung

Ob Bankautomat, Banknoten-Echtheitsprüfung oder Ausweiskontrolle. Die maschinelle Echtheitskontrolle wird an vielen Stellen eingesetzt. Lesen Sie oben stehend, wie die Prüfung mit UV-Licht erfolgt.



Alkohol am Steuer: So kann der Atemalkohol bestimmt werden

Alkohol-Tester werden mit Wegfahrsperrn kombiniert

Heiß wird das Thema „Alkohol am Steuer“ und Wegfahrsperrn diskutiert: Messvorrichtungen im Fahrzeug sollen die Zündung sperren, wenn der Fahrer einen zu hohen Alkoholpegel hat; erst nach dem Pusten in den „Alkolock“ kann der Motor gestartet werden.

Während in Deutschland Datenschützer auf die Barrikaden gehen, können schwedische Arbeitnehmer bereits zur Nutzung der Messgeräte verpflichtet werden: per Arbeitsvertrag [1]. Auch in Frankreich gab es einen Vorstoß; seit Sommer 2012 muss in jedem Fahrzeug ein Alkohol-Testgerät mitgeführt werden – die gebührenpflichtige Verwarnung wurde jedoch Anfang 2013 wieder abgeschafft [2].

Alkolock Nachrüstpakete

Als Sonderzubehör „Alcoguard“ können Alkohol-Zündsperrn bereits bei Volvo bestellt werden - sogar in kabellosen Varianten; weitere Hersteller bieten Wegfahrsperrn als Nachrüstpaket an: die Messungen basieren immer auf der Bestimmung des Atem-Alkohols.

Österreich diskutiert, diese Nachrüstpakete Ende 2017 als Bewährungsmodell anzubieten - statt eines Führerscheinentzugs. Erfolg hat das Modell offensichtlich schon in Finnland: Die Wiederholungsdelikte verringerten sich nach Einbau eines Alkolocks um $\frac{2}{3}$ [3]. Auch Australien führte das System 2015 ein.

„Hauchen Sie mal“

Atemalkohol-Bestimmung statt Blutprobe

Der Alkoholkonsum lässt sich im Blut nachweisen: das resorbierte Ethanol gelangt über Mundschleimhaut, Magen und vor allem Dünndarm in den Blutkreislauf. In den Lungenbläschen findet ein Gasaustausch zwischen dem Alkohol aus dem arteriellen Blutkreislauf und der eingeatmeten Luft statt: also kann der Alkoholkonsum auch über die Atemgasanalyse festgestellt werden. Sogar eine Konzentrationsmessung ist möglich, denn es besteht ein physiologischer Zusammenhang zwischen dem Gehalt des Atemalkohols AAK und des Blutalkohols BAK (Gesetz von Henry: mittlerer Verteilungsfaktor 1:2100).



Da eine genaue Umrechnung von vielen Einflussfaktoren abhängig und damit nicht rechtssicher möglich ist, wurden in der deutschen Rechtsprechung zwei Grenzwerte eingeführt: einer für Blutalkohol und einer Atemalkohol. Hierbei wurde ein Umrechnungsfaktor von 1:2000 zugrunde gelegt, was eine Begünstigung der AAK-Messung darstellt. Es gilt demnach: $0,5 \text{ ‰ BAK} = 0,25 \text{ mg/l AAK}$

Und so wird der Atemalkohol gemessen

Bei der Messung der Atemluftalkoholkonzentration AAK wird der Ethanolgehalt je Liter Atemluft in der Einheit mg / l bestimmt. „Beweissichere“ Atemalkohol-Messgeräte bieten zwei voneinander unabhängige Messmethoden in einer Einheit und kombinieren einen elektrochemischen Sensor und einen Infrarot-Sensor.

Elektrochemischer Sensor

Bei der elektrochemischen Detektion von Alkohol wird der in der chemischen Umwandlung des Ethanols erzeugte Strom gemessen.

In einer Messkammer befinden sich ein Elektrolyt und mindestens zwei gegenüberstehende Elektroden, die mit einem Amperemeter verbunden sind. In die Messzelle wird ein definiertes Luftvolumen eingeblasen: Ist Ethanol nachweisbar, so wird durch eine Redox-Reaktion ein messbarer Strom erzeugt: ein Reaktionspartner wird oxidiert - gibt also Elektronen ab, der andere reduziert - nimmt demnach Elektronen auf. Der in der chemischen Reaktion erzeugte Stromfluss ist ein Maß für die Alkoholkonzentration.

Ein Problem elektrochemischer Sensoren ist die Messgenauigkeit, die mit steigenden Betriebsstunden sinkt.

IR-Sensor

Am einfachsten werden Gase mit so genannten NDIR Sensoren nachgewiesen, nichtdispersiven Infrarotsensoren. Hierbei wird eine Messzelle mit infrarotem Licht durchstrahlt und auf der gegenüberliegenden Seite mit einem Detektor aufgefangen. Vor dem Detektor sind schmalbandige Bandpassfilter (Interferenzfilter) montiert.

Gase haben charakteristische Absorptionslinien, sodass sie mithilfe der Absorptionsspektroskopie eindeutig identifiziert werden können. Auch die Konzentration des Gases kann bestimmt werden; es gilt das Lambert-Beersche Gesetz, das den Zusammenhang zwischen der Abschwächung der Strahlungsintensität in Abhängigkeit von der Konzentration beschreibt. Einfach ausgedrückt nimmt die Lichtintensität am Detektor ab, je mehr Alkohol sich in der Kammer befindet. Das System ist langzeitstabil. ■

Ein Blick in die Zukunft

Getrieben von der Automobilindustrie werden derzeit ganz verschiedene Alkohol-Messmethoden diskutiert, die in Kraftfahrzeugen eingebaut werden: neben den vorgestellten etablierten Methoden werden auch laserbasierte Ansätze geprüft. Die serienmäßige Ausstattung prüft man in Forschungsprogrammen in den USA.

Auch bei den Messapparaturen wird nach kreativen Ansätzen gesucht: Statt eines Mundstücks sollen Atemgase direkt gemessen werden - die größte Herausforderung ist es sicherlich, den wahren Fahrer zu identifizieren, um Betrugsfälle ausschließen zu können: Die Australier kombinieren derzeit Kamerasysteme und Messungen während der Fahrt. ■



[1] www.zeit.de/auto/2011-04/alkoholtestfahren

[2] <http://www.ambafrance-de.org/Nichtmitfuehren-eines-Alkoholtests>

[3] https://www.ace.de/presse/medien-service/grafiken/datei/factsheet-alkohol-im-strassenverkehr.html?elD=nfcmcdialbrary&tx_nfcmcdialbrary_pi1%5Bdownuid%5D=27957

[3] <http://www.tt.com/panorama/unfall/11643807-91/alkolock-darf-kein-privileg-f%C3%BCr-reiche-sein.csp>

NEU
Standardfilter für
Alkohol-Messungen
 mehr auf Seite 25

Komponenten für die Atemalkohol-Messung

Wählen Sie den passenden Detektor und den richtigen Filter

Einen passenden Detektor für eine bestimmte Gasmessung zu finden, erscheint zumindest noch theoretisch trivial. Um Atemalkohol (AAK) nachzuweisen, werden zunächst die Absorptionslinien des Ethanol-Gases untersucht. Sie liegen bei etwa 9,5 µm, 8,1 µm, 7,2 µm und 3,4 µm. Theoretisch würde es ausreichen, das Detektor-Signal bei einer einzigen Absorptionslinie zu messen, jedoch ist darauf zu achten, dass es keine Querempfindlichkeit zu anderen Substanzen gibt, die sich ebenfalls in der Atemluft befinden (Wasser, Methan, Ethanol).

Filter-Auswahl

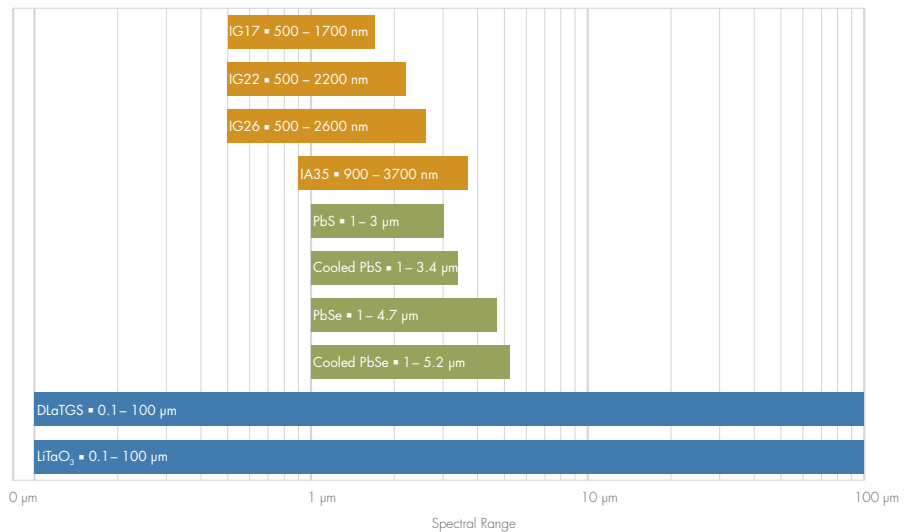
IR-Detektoren sind polychromatisch. Um ein bestimmtes Gas/eine spezifische Wellenlänge nachweisen zu können, wird ein passender Filter benötigt: Bandpassfilter lassen nur Strahlung eines bestimmten Wellenlängen-Bereichs durch. Der Erfolg der Messung hängt damit immer mit der Qualität des Filters zusammen: die spektrale Breite muss genau auf die zu messende Absorptionslinie passen und die Transmission des Filters sollte möglichst hoch sein. Für die AAK-Messung hat sich die Untersuchung bei den Wellenlängen 3,4 µm und 9,5 µm durchgesetzt.

Detektor-Auswahl

Die kürzere Wellenlänge könnte mit verschiedenen Detektor-Typen identifiziert werden: Laut Übersicht würden sich InAs, PbSe, gekühltes PbS und PbSe sowie pyroelektrische Detektoren eignen. Eine ausschließliche Betrachtung bei 3,4 µm ist jedoch kritisch, da die Absorptionslinien des Wasserdampfes und des Methangases in der Nähe liegen. In der Atemluft ist Feuchtigkeit enthalten und im ungünstigen Fall ist bei 3,4 µm keine scharfe Trennung zwischen Ethanol und Wasserdampf möglich. Methan ist als Treibhausgas ebenfalls in der Luft nachweisbar, die Problematik ist die gleiche.

Signifikanter ist die Messung bei der Wellenlänge 9,5 µm, sodass die Wahl auf pyroelektrische Detektoren fällt.

Bei den Pyros können in einem einzigen Gehäuse bis zu vier autarke Detektor-Chips mit integriertem Bandpass-Filtern untergebracht werden: Häufig dient ein Kanal als Referenz, die weiteren der Gasdetection: Möglich wäre die zeitgleiche Messung eines Gases durch zwei Filter und tatsächlich wird das in der Praxis immer dann gemacht, wenn ein hoher Dynamikbereich in der Messung erforderlich ist. ■



Fertigungskapazitäten bei Pyroelektrischen Detektoren erweitert

LiTaO₃ und DLaTGS Detektoren können in hohen Stückzahlen mit allen Standardfiltern gefertigt werden

WFER
D80-033

Die Fertigungskapazitäten der Laser Components Pyro Group sind erweitert worden: fortan können alle pyroelektrischen „Standard-Detektoren“ in hohen Stückzahlen gefertigt werden. Eine schnelle Verfügbarkeit aller Versionen wird durch ein neuartiges modulares Design gewährleistet.

Unter „Standard“ verstehen wir alle Komponenten, die im Katalog bzw. auf den Datenblättern gelistet sind: dies umfasst Detektoren im Spannungs- und Strombetrieb, Ein-, Zwei-, Drei- und Vierkanal-detektoren auf Basis von LiTaO₃, sowie die DLaTGS-Pyros für FTIR-Anwendungen.

Beeindruckend ist das verfügbare Filtersortiment: Mit derzeit 17 verschiedenen Versionen bieten wir das größte Standard-Sortiment auf dem Markt. Stolz sind wir auf unsere neuen Bandpassfilter, die für aktuelle Trends der Gasmesstechnik entwickelt wurden. ■

Uwe Asmus: 08142 2864-43
 u.asmus@lasercomponents.com

Massive Impact

80 Teilnehmer, 11 Nationen, 42 Vorträge

Neuigkeiten in der infraroten Welt werden auf dem „**International IR WORKshop**“ geteilt, der zuletzt im November 2016 stattfand: 42 Vorträge an zwei aufeinanderfolgenden Tagen stellten hohe Ansprüche an das internationale Publikum: In konzentrierter Arbeitsatmosphäre präsentierten Infrarot-Schwergewichte die neuesten Ergebnisse ihrer Spezialgebiete und ließen danach Zeit für Fragen. Direkt vor den Pausen ergänzten 2–3 fünfminütige Kurzpräsentationen das Programm.

Die Branche präsentierte sich selbstbewusst, zunehmend jung, diskussionsfreudig und mit klarem kommerziellen Fokus. Passend dazu wurde der IR WORKshop mit einem Beitrag von dem französischen Marktforscher Thierry Robin eröffnet.

IR Detectors. Der IR WORKshop ging dann in die klassische Session „IR Detectors“ über, in der ganz unterschiedliche Informationen geteilt wurden. Sie reichten von der nichtinvasiven Glukose-Messung über Halbleiteralternativen zum MCT, Performance-Steigerungen bei Pyrodetektoren bis hin zur Schrittmacherrolle des Internet of Things, IoT.

IR Components. Die zweite von drei Sessions stand unter der Überschrift „IR Components“: Chalkogenidgläser werden uns zukünftig häufiger begegnen: die Forschungen gehen Richtung Asphären aber auch Freiformoptiken. Das Ziel ist dabei die Entwicklung von leichteren und robusteren IR-Kameras für Raumfahrt und Fahrerassistenzsysteme.

Bei den Emittlern lag der Schwerpunkt der Veranstaltung bei breitbandigen Lichtquellen, denn die enormen Fortschritte der QCL füllen mittlerweile eigene Konferenzen.

Applications. Abschließend wurden neuartige Anwendungen vorgestellt, deren Vielfalt am besten zeigt, dass die IR-Technologien ihre Nische verlassen. Erörtert wurden Hautspektralmessungen ebenso wie Heiß-/bzw. Kaltläuferordnungen auf Eisenbahnschienen, um defekte Bremsen zu detektieren.



Wir erwarten die Miniaturisierung der IR Messmethoden und die weitere Integration in Smartwatches und -phones - und das nicht nur bei so genannten „Health-Anwendungen“. So entflammten Diskussionen bei der Vorstellung einer App zur Feuchtebestimmung in Mehl oder bei Forschungen zur Kfz-Abgasmessung in Mautstationen. ■

Einen ausführlichen Bericht finden Sie unter dem angegebenen Webcode:



Demnächst auch in den USA

Der IR WORKshop ist nach der dritten Veranstaltung zu einer festen Größe der IR Experten geworden. Zukünftig wird die Veranstaltung in einem ganz ähnlichen Format auch in den USA stattfinden – in den geraden Jahreszahlen bleibt sie wie gewohnt in Olching/München. Informationen finden Sie wie gewohnt auf der Webseite www.ir-workshop.info



Neue

Produkte

- 1 Dualband-Spiegel Übertragung von Pilot- und CO₂-Laserlicht ■
- 2 Diffraktive Optik Doppelspot-DOE mit 97% Effizienz. ■
- 3 APD-Arrays Geschaffen für LiDAR-Anwendungen ■
- 4 FLEXPOINT® mini Jetzt auch mit der Wellenlänge 520 nm ■
- 5 IR Filter 5 neue Standard-Filter für interessante Messungen ■
- 6 Side-Light POF Moderne Plastikfasern für Design-Beleuchtungen ■
- 7 OLTS Test-Set Bedienung via Smartphone. Datenspeicherung in der Cloud. ■
- 8 PRONTO-250-PLUS Laserleistungsmessung im handlichen Format ■
- 9 MTS5800-100G Handtester für die Netzwerkinstallation ■

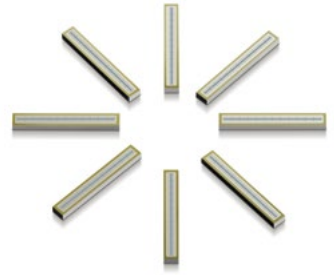
1



2



3



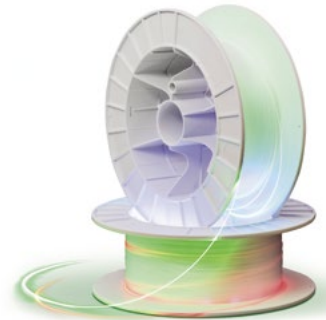
4



5



6



7



8



9



Dualband Spiegel für CO₂-Laser und Pilotlaser

Diese Strahlführungskomponenten auf Silizium-Basis reflektieren mehrere Wellenlängen mit hoher Effizienz

WEB D80-001

Pilotlaser werden bei Systemen mit nicht-sichtbaren CO₂-Bearbeitungslasern eingesetzt, um den Auftreffpunkt der Strahlung zu bestimmen. Die Strahlführung beider Laser ist gleich und das führt zu Problemen: Sind Strahlführungskomponenten nicht auf die eingesetzten Wellenlängen optimiert, so „verschlucken“ sie Licht. Bei Siliziumspiegeln war das Licht des Pilotlasers bisher fast nicht mehr sichtbar.

Eine neuartige Dualbandbeschichtung auf Siliziumträgern schafft nun Spiegel, die hohe Reflexionswerte für die Bearbeitungswellenlänge 10,6µm bietet und gleichzeitig das Licht roter Pilotlaser mit hoher Effizienz reflektiert. Bei einem Einfallswinkel von AOI = 45° werden die folgenden Werte erreicht:

$$\begin{aligned} R_{(10,6\ \mu\text{m})} &> 99,8\% \\ R_{(600 - 700\text{nm})} &> 90,0\% \end{aligned}$$

Ebenfalls bemerkenswert ist der geringe Phasenshift von ca. ±2° bei 10,6µm.

Für Licht der Wellenlänge 10,6µm werden neben Silizium- auch Kupferspiegel eingesetzt. Siliziumsubstrate haben jedoch entscheidende Vorteile: Im Gegensatz zu Kupferspiegeln sind sie deutlich leichter. Weiterhin haben Dualband-Siliziumspiegel eine beständigere Oberfläche - die beim Reinigen weniger schnell verkratzt als bei Standard-Siliziumspiegeln. ■

Christian Jahn: 08142 2864-94
c.jahn@lasercomponents.com



Der besondere Strahlteiler für höchste Effizienz

HEDS - Das hocheffiziente Doppel-Spot DOE

WEB D80-002

Die neuen diffraktiven Doppelpunkt-Elemente von Holo/OR haben eine Effizienz von 97% - frühere Standardversionen schafften lediglich 81%.

High Efficiency Double Spot - HEDS

Diffraktive Strahlteiler teilen den Eingangsstrahl in Strahlen mit gleichen Eigenschaften auf. Die Intensität aller Teilstrahlen entspricht annähernd der Gesamtintensität des Eingangsstrahls. Bei den neuen „hocheffizienten Doppelpunkt-DOEs“ heißt das: Jeder Teilstrahl hat >48% der Gesamtintensität!

Vorteil: Keine höheren Beugungsordnungen

Bei den bisherigen Versionen ging ein Teil des Lichts in die höheren Beugungsordnungen - in dem Graphen blau dargestellt. Bei den HEDS Elementen sind die höheren Beugungsordnungen vernachlässigbar klein: Ein Vorteil bei kritischen Anwendungen.

Die HEDS sind für Wellenlängen von 193 nm bis 10.6 µm erhältlich.

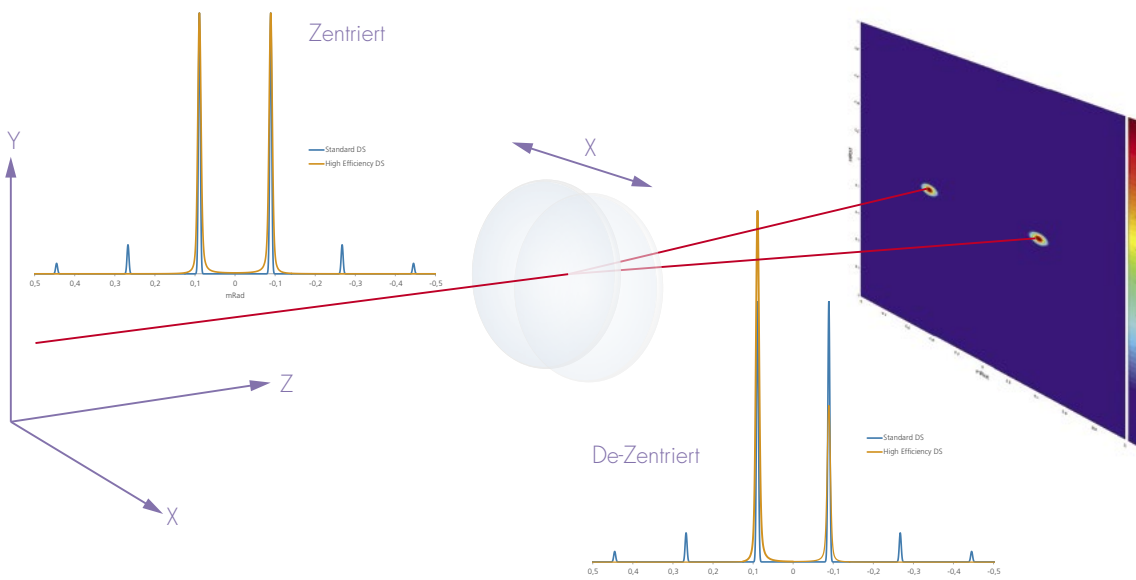
Besonderheiten der Justage

Die hohe Effizienz wird durch ein neuartiges Design erreicht, das eine Zentrierung des HEDS im Strahlengang erfordert.

Bei einer Verschiebung bleiben Spotform und Gesamteffizienz des Elements zwar erhalten, jedoch ändert sich Leistungsverteilung zwischen den beiden Spots. Diese Eigenschaft lässt sich andererseits geschickt für die Feinjustage des Teilungsverhältnisses nutzen: Statt des Verhältnisses 50:50 könnten 47:53 eingestellt werden.

Eingesetzt werden die Elemente beispielsweise in der Lithographie, zur Perforation, zum Laserschneiden oder anderen Materialbearbeitungs-Anwendungen. ■

René Sattler: 08142 2864-763
r.sattler@lasercomponents.com



Maßgeschneiderte APD Arrays für LiDAR Anwendungen

Anordnung und Größe der Pixel frei wählbar

WEB D80-135

Zur Photonics West wurde das erste APD-Array der Laser Components Detector Group vorgestellt: ein Linien-Array mit 12 Elementen im DIL-Gehäuse, das bestens für LiDAR-Anwendungen geeignet ist.

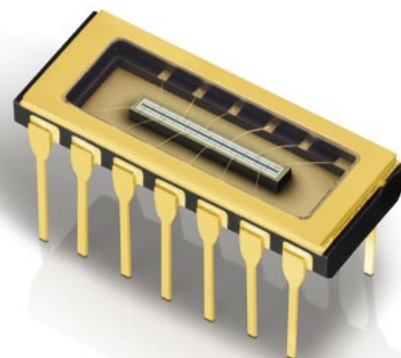
Die neuen Arrays basieren auf schnellen, rauscharmen Avalanche-Photodioden aus Silizium, die in einer monolithischen Reihe aufgebaut sind. Die Empfindlichkeit wurde für den Wellenlängenbereich 800–900 nm optimiert; zu den weiteren Merkmalen gehören ein niedriger

Temperaturkoeffizient sowie ein sehr schmaler Gap zwischen den Elementen, der lediglich 40 µm beträgt.

Die linearen Si APD-Arrays werden nach Kundenspezifikationen entwickelt; sowohl die Anzahl als auch die Größe der Elemente kann individuell definiert werden.

Zweidimensionale Matrix-Arrays werden demnächst verfügbar sein. ■

Dr. Mike Hodges: 08142 2864-50
m.hodges@lasercomponents.com



FLEXPOINT® Mini jetzt auch mit 520 nm

Kleinstes Lasermodul jetzt auch mit grünem Licht

WEB D80-074

Die FLEXPOINT® Mini Serie ist ab sofort auch mit Laserdioden der Wellenlänge 520 nm (grün) erhältlich.

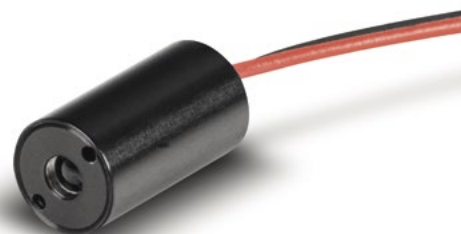
Die Ausgangsleistung stellen wir nach Ihren Wünschen ab Werk ein: Werte zwischen 0,4 mW und 5 mW sind möglich.

Abhängig von der eingestellten Ausgangsleistung fallen die Lasermodule entweder in die Laserklasse 1, 2 oder 3R.

Auf Kundenwunsch kann eine digitale Modulation zum schnellen Ein- und Ausschalten des Lasers integriert werden.

Die Lasermodule sind besonders handlich: das Gehäuse ist nur 40 mm lang und hat einen Durchmesser von 8 mm. Betrieben werden die Module mit einer Versorgungsspannung von 4,5 – 6 V. ■

Jochen Maier: 08142 2864-22
j.maier@lasercomponents.com



Fünf neue Bandpassfilter für pyroelektrische Detektoren

Hut ab: So einfach statten Sie Ihren Detektor für verschiedene Gasmessungen aus

WEB D80-133

Bandpassfilter für IR Detektoren: Mit 5 neuen Produkten bieten wir das weltweit größte Standard-Sortiment an - damit Sie das

messen, was sie wollen! Insgesamt gibt es 17 verschiedene Filter.

IR Detektoren sind polychromatisch: Das heißt, dass sie nicht nur eine Wellenlänge detektieren sondern eine ganze Bandbreite: Bei pyroelektrischen Detektoren reicht sie von 0,1 – 100 µm.

Die Bandpassfilter sind entweder direkt in der festsitzenden Kappe des Detektors montiert oder aber als separate Kappe erhältlich, die auf einen bestehenden Pyrodetektor aufgesteckt wird. Wir stellen Ihnen unsere 5 neuen Filter vor:

Filter B. Referenzfilter

Ein Referenzfilter sollte keine Gasabsorptionsbanden haben. Der bewährte H-Filter tut dies auch meistens. Außer: Es ist SO₂ im Gasgemisch, dann den B-Filter verwenden:

$$\lambda_{\text{peak}} = 3,86 \mu\text{m}, \Delta\lambda = 90 \text{ nm}$$

Filter A. CO₂-Filter

Wir haben über 1 Jahr mit einem Hersteller von CO₂-Sensoren zur Klimaanlage-Regelung den idealen CO₂ Filter gesucht mit bestmöglichem Signal und einfacher Linearisierung. Diese Spezifikation hat sich am besten bewährt:

$$\lambda_{\text{peak}} = 4,265 \mu\text{m}, \Delta\lambda = 110 \text{ nm}$$

Filter M. Wasserdampf-Filter

Wasserdampf ist in fast jedem Gemisch und das führt oft zu einem störenden Untergrund. Versuche, dies mit z.B. einem 2,94 µm Filter zu messen, haben das Problem der Querempfindlichkeit zu CO₂. Der M Filter hat sich in Praxisanwendungen als zuverlässig erwiesen:

$$\lambda_{\text{peak}} = 5,78 \mu\text{m}, \Delta\lambda = 180 \text{ nm}$$

Filter S. Methan-Filter

Methan wird bisher meist bei 3,33 µm gemessen, dies ist aber nicht sonderlich spezifisch. Zur Verbesserung kann ein richtiges Spektrum gemessen werden, oder aber es werden Laser-Methoden verwendet. Alternativ verwenden Sie den S Filter, der auf einer längerwelligen Bande arbeitet:

$$\lambda_{\text{peak}} = 7,91 \mu\text{m}, \Delta\lambda = 160 \text{ nm}$$

Filter O. Alkohol-Filter

Die Alkoholmessung wird immer populärer, dies schreit geradezu nach einem Standardfilter:

$$\lambda_{\text{peak}} = 9,50 \mu\text{m}, \Delta\lambda = 450 \text{ nm} \quad \blacksquare$$

Joe Kunsch: 08142 2864-28
j.kunsch@lasercomponents.com



Neuartige Plastikfasern für die Beleuchtung Side-Light POF für ganz besondere Design-Beleuchtungen

WEB D80-014

Wir haben unser Lieferprogramm erweitert und bieten ab sofort ganz besondere polymer-optische Fasern an, die eingekoppeltes Licht seitlich über die gesamte Faserlänge abstrahlen.

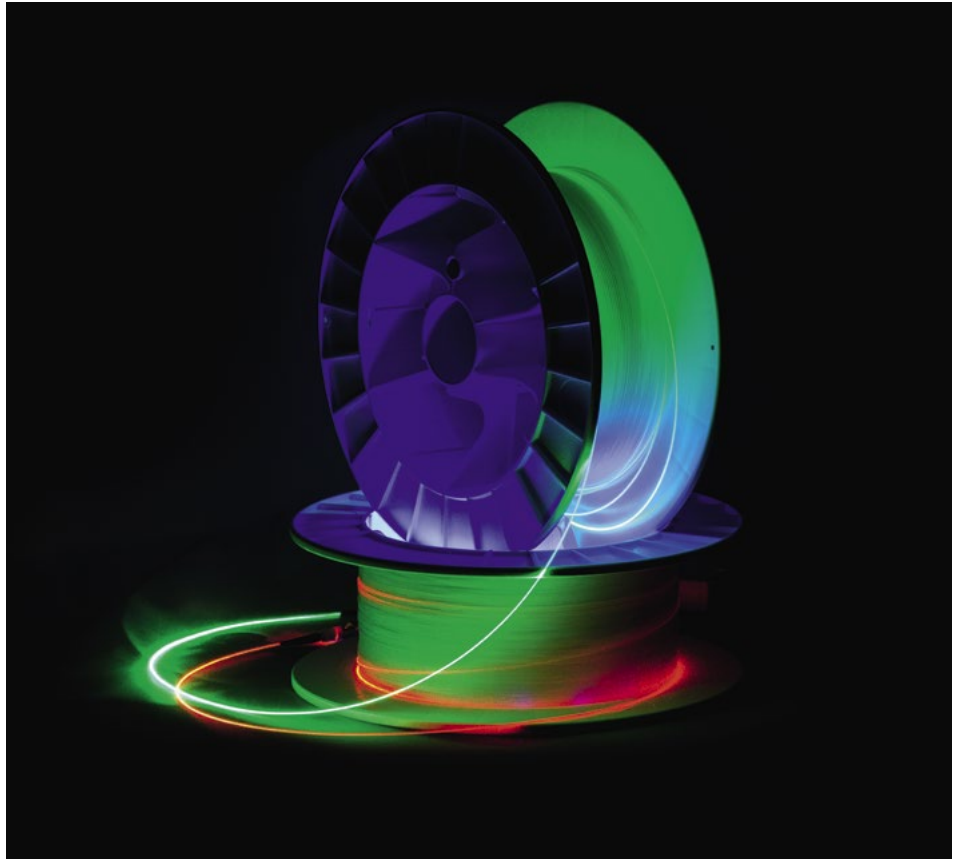
Diese Eigenschaft ist außergewöhnlich, denn eigentlich wird das eingekoppelte Licht innerhalb der optischen Fasern übertragen und erst an der Stirnfläche ausgekoppelt. Bei herkömmlichen Fasern gilt es gar als Qualitätsmerkmal, die seitliche Lichtauskopplung so gering wie möglich zu halten.

Doch die **Side-Light** Plastikfaser ist für Design-Beleuchtungen geschaffen, bei der Licht über eine bestimmte Länge gleichmäßig austreten soll. In der Automobilindustrie eignen sich diese Fasern beispielsweise für Interieur-Beleuchtungen in der Mittelkonsole oder in Türleisten. Aber auch in der Textilindustrie oder bei Lampen-Designs können sie neue Wege eröffnen.

Torays Side-Light POF ist in den Durchmessern 250, 500, 750 und 1000µm verfügbar. Erhältlich sind sie sowohl als Einzelfaser oder auch als Faserbündel mit bis zu 16 Fasern.

Sprechen Sie uns an, häufig können wir Ihnen Muster zusenden. ■

Florian Tächl: 08142 2864-38
f.taechl@lasercomponents.com



Mobile First: Die Zukunft der LWL-Messtechnik setzt auf App und Cloud-Anbindung

OLTS: Bidirektionales Testset mit ROGUE™ Plattform und aeRos™ Cloud

WEB D80-022

AFL stellt einen smarten Ansatz für die LWL-Messtechnik vor: Messmodule, die in die Messplattform ROGUE™ eingesteckt werden, lassen sich über Smartphone oder Tablet konfigurieren und bedienen. Die Messergebnisse können auf dem Gerät oder in der Cloud (aeRos™) gespeichert werden.

OLTS-Mess-Set

Das neue OLTS Mess-Set ermöglicht bidirektionale Messungen von Einfügedämpfung (IL), Rückreflektion (ORL) und der Länge der Faser mit jeweils zwei Wellenlängen.

Automatisierte Messungen an MPO- und MTP-basierten Leitungen können über einen ansteuerbaren Schalter schnell und effizient durchgeführt werden.



Die Mess-Sets sind in verschiedenen Ausführungen erhältlich: Multimode- oder Singlemode-Versionen können als Single-Channel-Version zum bidirektionalen Test über eine Faser ausgewählt werden oder als Dual-Channel für die bidirektionale Messung über ein Faserpaar.

Den zukunftsorientierten Weg der LWL-Messung ebnet das OLTS-Mess-Set mit zahlreichen weiteren nützlichen Funktionen, wie die zentrale Verwaltung der Messdaten, die sofortige Erstellung eines Messprotokolls in der Zentrale, sowie die zentrale Vorgabe der Messgeräteeinstellung und die vorab definierbaren Grenzwerte über den Cloud-basierten Dienst.

OTDR-Module für die ROGUE™ Plattform werden im Frühsommer 2017 erwartet.

Gerne stellen wir Ihnen das Cloud-Prinzip und die deutlich höhere Effizienz in Verbindung mit zentraler Steuerung und Datenverwaltung vor Ort vor. Rufen Sie uns an! ■

Dr. Andreas Hornsteiner: 08142 2864-82
a.hornsteiner@lasercomponents.com

Das neue PRONTO-250-PLUS von Gentec EO

Erneut Zuwachs bei der PRONTO-Familie

WEB D80-071

Gentec-EOs mobiles Laserleistungsmessgerät PRONTO-250-PLUS hält, was der Name verspricht: ein großes PLUS an Funktionen, das einzigartig in dieser Geräteklasse ist.

Das neu vorgestellte Leistungsmessgerät ergänzt die PRONTO-Serie; verglichen zum Standardmodell „PRONTO-250“ sind die Messmöglichkeiten jedoch deutlich erweitert:

So misst das „PRONTO-250-PLUS“ im kontinuierlichen Messmodus Laserleistungen zwischen 0,2 und max. 8 Watt ohne Zeitbeschränkung. Dabei wird die Messwert-Anzeige mit einer Auflösung von 1 mW automatisch alle 1,5 Sekunden aktualisiert. Vor allem für Justagearbeiten im Servicebereich ist das eine echte Erleichterung. Weiterhin beherrscht das Gerät die so genannte „Single-Shot“-Pulsenergiemessung für Einzelpulse bis max. 25 J und einer maximalen Pulsdauer von 88 ms.

Natürlich ist die kurzzeitige Leistungsmessung (also eine „Momentaufnahme“ der Laserleistung)

bis maximal 250 W ebenso möglich. Ebenfalls identisch mit dem Standardmodell sind die kompakten Abmessungen sowie das Design. Auch in Sachen Messgenauigkeit und Wellenlängenbereich gibt es keine Unterschiede.

Das „PRONTO-250-PLUS“ wird generell mit einer auf NIST-Standard rückführbaren Kalibrierung für Wellenlängen von 248 nm bis 2,5 µm sowie für 10,6 µm geliefert - damit ist es auch für CO₂-Laser geeignet. Natürlich liegt jedem Gerät ein individuelles Kalibrierzertifikat bei.

Wenn Sie also das nächste Mal auf der Suche nach einem kompakten Leistungsmessgerät sind: Darf's auch a bisserl mehr sein? ■

René Bartipan: 08142 2864-103
r.bartipan@lasercomponents.com



Handtester MTS5800-100G zur Installation von Netzwerken

Das neue Flaggschiff von VIAVI

WEB D80-026

Der neue MTS-5800-100G vereint in einem ultrakompakten Gehäuse alle Funktionen, die Techniker bei der Installation und Wartung von Netzwerken benötigen. Dabei ist es mit den neuesten Schnittstellen SFP/SFP+/QSFP28 und QSFP+/QSFP28/CFP4 ausgestattet.

Egal ob Dienste aktiviert oder Fehler gesucht werden sollen, ob eine Diagnose oder eine Wartung des Netzwerks erfolgen soll – mit den zukunftsorientierten Testfunktionen können Netzwerktechniker ihr Netz schneller und besser testen als je zuvor. Dabei unterstützt das All-in-One-Dual-100G Handheld-Gerät sowohl alte als auch neue Technologien, die in Metro- und Kernnetzen oder auch Rechenzentren angewendet werden. ■

Der konkrete Funktionsumfang beinhaltet:

- Charakterisierung und Fehlerdiagnose an LWL-Strecken
- Aktivierung und Fehlerdiagnose von Ethernet-Diensten
- Fasertests
- Datenraten-Tests von DSx/PDH (1,5M/2M) bis 112G OTU4
- Sowohl für Labor, wie auch Feldeinsatz geeignet
- Multi-Touchscreen und aussagekräftige Pass/Fail-Ergebnisanzeige
- Schnittstellen für die Verwendung der OTDR- und COSA-Modulen der Modellreihe 4100, inkl. Smart Link Mapper, Fasermikroskop und optische Leistungspegelmessung.

Michael Oellers: 02161 277 98 83
m.oellers@lasercomponents.com



Laserschutz

Brillen

Vorhänge

Fortbildungen

Wir sind Laservision Premium Partner

Profitieren Sie von

- professioneller Beratung - auch bei außergewöhnlichen Anfragen
- kurzen Lieferzeiten

Nadine Kujath
08142 2864-701
n.kujath@lasercomponents.com

Elisabeth Lesnik
08142 2864-81
e.lesnik@lasercomponents.com

Jochen Maier
Produktionsingenieur / Gruppenleiter
Lasermodule und Messtechnik

