

PHOTONICS

magazine

The road to:



Knowledge



Design



Manufacturing



Application

- 7 Optical fiber sensing at the nanolevel
- 11 Adaptive Optics Without Trouble
- 14 Smart Optics Systems
- 16 Biophotonics
- 18 PNL Nieuws
- 19 Dutch Optics Centre
- 20 Women in Photonics
- 21 Relativiteitstheorie
- 22 Boek bespreking

molenaar optics

industrial laser systems, measuring instruments, optical components



PYSER - SGI

STAGE MICROMETERS & CALIBRATION STANDARDS

BIO-MEDICAL RETICLES

ST INDUSTRIES, INC.
SCHERR-TUMICO

VIDEO INSPECTION SYSTEMS

OPTICAL COMPARATORS

**SII
OPTICS**

LASER OPTICS

- Scan Lenses
- Beam Expanders
- Aspheres

MACHINE VISION

- Telecentric Lenses
- CCD Lenses
- UV, NIR, SWIR Lenses
- LED Condensers

LASER DIODE MODULES

molenaar optics
industrial laser systems, measuring instruments, optical components

Postbus 2, 3700 AA Zeist
Gerolaan 63a, 3707 SH Zeist
Tel.: 030-69 51 038
Fax: 030-69 61 348
E-mail: info@molenaar-optics.nl
Internet: www.molenaar-optics.nl

Beste Photonics Magazine lezer,



Bart Verbeek

Het Photonics Magazine is één van de communicatie kanalen - naast de website - van onze vereniging waar naast nieuwe ontwikkelingen in de fotonica ook nieuwsberichten en activiteiten van de vereniging voor en door haar leden bekend gemaakt worden. Het Fotonica Magazine bestaat dit jaar al 40 jaar! Aanvankelijk uitgegeven door de Nederlandse Vereniging voor Fotonica (NVvF). Het magazine nieuwe stijl is door Photonics Cluster Netherlands zo'n 10 jaar geleden opgezet met het doel om een netwerk van mensen die werkzaam zijn in de fotonica en bedrijven te informeren. Rond diezelfde tijd is ook het IOP Photonic Devices gestart: een programma gefinancierd door EZ/NWO/STW dat in de afgelopen tien jaar vele onderzoeksprojecten en ook netwerk activiteiten ontplooid heeft tezamen met oorspronkelijk het PCN en sinds 2013 met PhotonicsNL. Dat IOP PD programma is nu tot een eind gekomen wat gevieren is met een slot symposium op 3 december in het NEMO in Amsterdam. Op dit symposium is niet alleen teruggekeken naar wat er de afgelopen periode bereikt is, maar ook naar de vele nieuwe initiatieven die gestart zijn in het Nederlandse fotonica veld voor de komende jaren. Om er enkele te noemen: MEMPHIS, Photon Delta in Eindhoven, Dutch Optics Centre in Delft, ASTRON extreme large telescoop en HTSM. Bij al deze initiatieven kan PhotonicsNL een goede rol (blijven) spelen. Op het gebied van onderwijs ligt er wel een uitdaging voor ons om fotonica meer systematisch op de agenda van het MBO en HBO te krijgen i.p.v. incidentele projecten.

In dit nummer wordt er aandacht gevraagd voor een nieuw initiatief door TNO en de TU Delft: het Dutch Optics Centre. Deze samenwerking richt zich op de Nederlandse industrie welke zich bezighoudt met optica en opto-mechatronica, en wil gezamenlijke R&D projecten opzetten om de bestaande aanwezige kennis beter maar vooral ook sneller tot industriële resultaten te laten komen. De "klassieke optica" valt ook onder het werkterrein van Photonics21. PhotonicsNL ziet dit initiatief dan ook graag tot een succes komen. Ook vindt u een interessante bijdrage op het gebied van adaptieve optica door OKO Flexible Optical bv welke in real-time correcties van optische aberraties en voor het generen van precisie golffronten toegepast wordt in wetenschappelijke instrumentatie, astronomie en oogheelkunde. Dat sensoren met glasvezel technologie op nanoschaal structuren kunnen meten ook van zachte materialen, wordt u uitgelegd in een bijdrage van Optics11.

De workshop "Women in Photonics" die op 28 oktober in Twente gehouden is bleek een groot succes met een aantal inspirerende presentaties van vrouwen in wetenschap en industrie en met een persoonlijke noot over hoe werk en gezin te combineren. Ook hiervan vindt u een verslag.

Kortom, er is door de redactie weer een fantastisch Photonics Magazine samengesteld en ik wens u veel leesplezier onder de kerstboom en een heel goed 2016 toe namens het bestuur van PhotonicsNL.

Bart Verbeek
Voorzitter PhotonicsNL



Colofon

PHOTONICS MAGAZINE:
 Een 4x per jaar verschijnende uitgave van de vereniging PhotonicsNL (PNL)

Homepage: www.photonicsNL.org
E-mail: info@photonicsNL.org

REDACTIE: Guus Taminius
 Redactieadres: Prins Bernhardstraat 64,
 2396 GN Koudekerk aan den Rijn,
E-mail: magazine@photonicsNL.org

KOPIJ EN ADVERTENTIES: Voor inlichtingen met betrekking tot kopij en/of advertenties kunt u contact opnemen met de redactie.

WEBMASTER: Pieter Kramer
E-mail: webmaster@photonicsNL.org

BESTUUR: Bart Verbeek - voorzitter,
 Sonia Garcia-Blanco - secretaris
 Erwin Bomert - penningmeester
 Bart Snijders - bestuurslid
 Pieter Kramer - bestuurslid
 Benno Oderkerk - bestuurslid
 Paul Urbach - bestuurslid
 Guus Taminius - directeur

SECRETARIAAT: PhotonicsNL, t.a.v. Sonia Garcia-Blanco, p/a Prins Bernhardstraat 64,
 2396 GN Koudekerk a/d Rijn
E-mail: sonia.garcia.blanco@photonicsNL.org

FINANCIËLE ADMINISTRATIE:
 Erwin Bomert, Sientje van Houtenlaan 40
 7545 PE Enschede,
E-mail: treasurer@photonicsNL.org

LEDENADMINISTRATIE:
 Ellen van Ree, Madameperenlaan 42,
 3452 ER Vleuten,
E-mail: administration@photonicsNL.org

CONTRIBUTIE EN ABONNEMENTEN 2015:
 PhotonicsNL-leden betalen € 70 (incl. BTW) per jaar. Bedrijven en bibliotheken betalen € 90 (excl. BTW) per jaar. Gepensioneerde leden betalen € 50 (incl. BTW) per jaar.

BANKGEGEVENS:
 Rabobank: 1367.80.563 t.n.v. vereniging PhotonicsNL te Koudekerk a/d Rijn
 IBAN: NL09RABO0136780563
 BIC: RABONL2U

OVERNAME: Overname van artikelen is alleen toegestaan met volledige bronvermelding na overleg met de redactie. Dit magazine is opgenomen in het depot van Ned. Publ. van de Kon. Bibl. onder ISSN 0925-5338

VORMGEVING:
 Cea Maat - www.ceadesign.nl en
 Gerrie Rauwerdink - www.tweezijdig.nl



THE WORLD'S SMALLEST SPECTRAL SENSOR



The Revolutionary New Visible Spectral Sensor from Ocean Optics



Spark is an ultra-compact sensor that bridges the spectral measurement gap between filter-diode technology and fiber optic array spectrometers. This innovative device provides 5-9 nm resolution from 380-700 nm and is available in standalone and OEM versions, with the level of integration up to the customer.

Contact us today to learn about exciting new possibilities with Spark.



Beste PhotonicsNL-leden, geachte lezer,

Beste PhotonicsNL-leden, geachte lezer,
Inclusief dit decembernummer van het Fotonica Magazine zijn we het afgelopen jaar in totaal drie keer uitgekomen. In plaats van het eerste nummer heeft u begin dit jaar het boek *Celebrating Light* ontvangen. Een uitgave van de SPIE ter gelegenheid van het International Year of Light 2015. Ik hoop dat u met plezier aan dit boek terug denkt. Wat ik ook hoop is dat alle IYL-activiteiten van het afgelopen jaar zowel nationaal als internationaal hebben bijgedragen aan meer begrip, kennis en inzicht van licht bij een breder publiek, vooral ook bij kinderen.



Guus Taminiau

Het zou mooi zijn als dankzij al deze activiteiten er in de toekomst meer kinderen zullen kiezen voor een exacte opleiding en dan het liefst Fotonica. En dat brengt mij bij het onderwerp Fotonica onderwijs. Mijn voorspelling is dat er in de toekomst een groot tekort is aan jonge mensen met kennis over Fotonica en met name op HBO- en MBO-niveau. Bij mijn bezoek aan bedrijven merk ik al lange tijd dat dergelijke jonge mensen bijna niet te vinden zijn. Het wordt de hoogste tijd dat we hier als vereniging PhotonicsNL volgend jaar een hoge prioriteit aan gaan geven. We zouden kunnen beginnen met het organiseren van een symposium voor beleidsmakers uit het HBO en MBO in samenwerking met de Haagse Hogeschool, Fontys Hogeschool, Saxion Hogeschool en de Leidse Instrumentmakers School (LIS). Dankzij een samenwerkingsovereenkomst die wij inmiddels hebben afgesloten met RVO (zie Fotonica Nieuws) hebben we ook de middelen om bestaande activiteiten of nieuwe activiteiten gericht op onderwijs te organiseren. Uiteraard zijn al uw ideeën ook van harte welkom!

Samen met ABN AMRO zullen wij volgend jaar voor Nederland een marktstudie gaan verrichten. Hoewel er op internationaal niveau goede onderzoeken vorhanden zijn ontbreken er nauwkeurige gegevens en vooral ook actuele cijfers over de Nederlandse fotonica markt. Het zal een bij uitstek goede gelegenheid zijn om ook eens de behoefte aan Fotonica onderwijs in Nederland te onderzoeken.

Het volgende magazine zal eind maart weer uitkomen. Wij zijn als redactie voortdurend op zoek naar goede artikelen, persberichten en nieuwsfeiten. Input vanuit de leden wordt zeer op prijs gesteld. Dus mocht u ideeën hebben laat het ons dan tijdig weten. De deadline voor kopij zal medio februari 2016 zijn. Rest mij nog om u fijne Kerstdagen en alvast een gelukkig Nieuwjaar toe te wensen en uiteraard veel leesplezier!

Guus Taminiau
Directeur PhotonicsNL



-  Knowledge
-  Design
-  Manufacturing
-  Application



Onze deskundigen op het gebied van lichtdetectie (EUV - UV - VIS - IR), positie, absoluut kleurbepaling en spectrometrie gaan graag met u in gesprek over uw applicatie en PEOplossing.

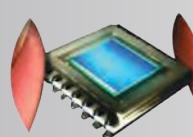
bespreek het met

PEO



Positiebepaling

- laser interferometrie & speciale optica
- positie gevoelige detectoren (PSD)
- PSD versterkers / modules



µm positie



Mhz PSD positie testkit



laser uitlijning

Lichtmeting en -detectie

- diamant detectoren (golflengte <220 nm)
- silicium fotodioden



OEM lichtdetectie
UV-VIS-IR



autonome luxmeter



luxmeter / flicker 180kHz

Colorimetrie

- kleursensoren
- colorimeters
- reflectie / glossmeters



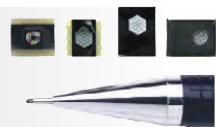
high speed
colorimetrie



gecombineerde
colori- en spectrometer



kleurdetectie



absoluut kleur

Spectrometrie

- spectrometers
- gonio spectrometers
- integrerende bollen
- lichtbronnen



portable
spectrometer



pro
spectrometer



lamp
calibratie



LED / lamp
karakterisatie



absoluut
licht

Imaging

- 2D/CCD photometer
- 2D/CCD colorimeter
- 2D/CCD spectral colorimeter



imaging spectral
colorimeter



imaging photometer



imaging
colorimeter

Nederland

T +31 (0)24 648 86 88

België / Belgique

T +32 (0)3 309 32 09

info@gotoPEO.com

www.gotoPEO.com

Optical fiber sensing at the nanolevel

Niek Rijnveld • Managing Director of Optics11 BV • Amsterdam • The Netherlands



Many critical processes, be it in oil and gas, health monitoring or the life sciences, occur at the nanoscale, and often in very challenging environments. Optics11 builds optical fiber sensing systems that provide accurate nano-mechanical measurements in many critical environments: measuring soft material properties in liquids, measuring sub-sea acoustics of a pump or measuring extremely remote vibrations with a network of point sensors. All of these systems have two things in common: the sensing side is all-optical, meaning that there is no electronics at involved at the sensing side, and the read-out technology is based on interferometry, one of the most accurate optical sensing techniques available. How did Optics11 get to this point?

In 2005, prof. Davide Iannuzzi of the VU University of Amsterdam had a promising idea: what if we take the end face of an optical fiber, and use it as a basis for an all-optical miniature sensing platform? Using the length of the optical fiber, and only light to measure the sensor at the end, the most accurate measurements in the

most remote and critical environments can be performed. With this technology in mind, in 2011 the company Optics11 was founded. In order to bring fiber-top technology to the market, the first product was developed to demonstrate the potential added value of fiber-top sensing: a fiber interferometer with sub-nanometer displacement noise, in combination with a simple fiber-top sensor: a miniature cantilever that bends under external forces. This product opened up the way for fiber-top technology and fiber interferometry to the market. Although the system was applied to solve many different problems, ranging from measuring vibration in the Italian mountains to measuring atomic forces under high pressure and high temperature, initially the highest interest came from the life sciences.



Figure 1: A nano-mechanical sensing device on top of an optical fiber



After obtaining a Master's degree in Mechanical Engineering at the Delft University of Technology in 2007, Niek Rijnveld has worked for 5 years at TNO. First as a control and mechatronics engineer, and later as a system engineer, he worked on challenging design projects in the semiconductor and space instrumentation field. Among the systems he designed and worked on are a six degree of freedom active vibration isolation system, a multi-beam laser dicing system for separating processed wafers and a steering mirror for the Very Large Telescope in Chili. At Optics11, he first designed and realized a high temperature, high pressure Atomic Force Microscope, before starting the design of the Piuma Nanoindenter. Currently he has the position of managing director, in which he combines the day to day management of the company with his passion: mechatronics design.

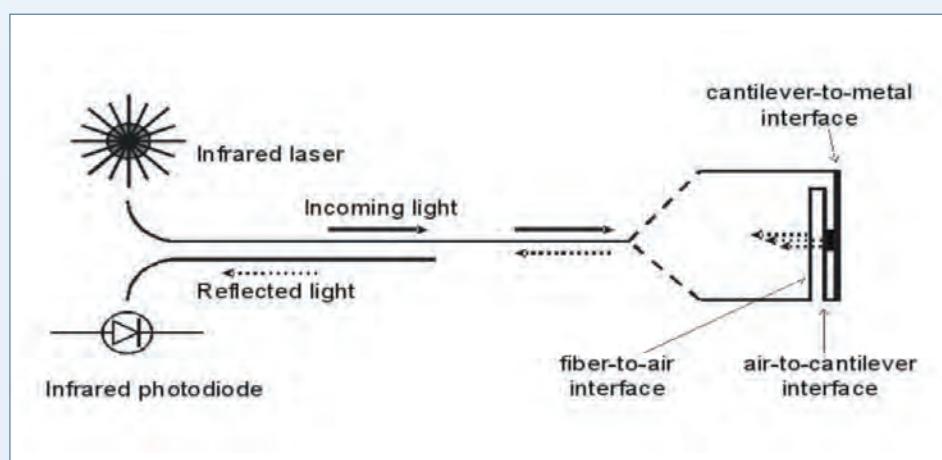


Figure 2: The full Piuma Chiaro system: single cell nanoindentation on an inverted microscope



Measuring the mechanical properties of soft biological materials

Enter the Piuma Nanoindenter. Using the same combination of fiber-top sensing and interferometry, Optics11 developed an instrument that enables biomaterial and cell biology researchers to measure the mechanical properties of the softest tissues and materials. Within the field of Tissue Engineering and Regenerative Medicine, a strongly growing research field that studies the many ways in which human tissues and organs can be grown from stem cells or regenerated otherwise, many researchers focus on the role of the mechanical properties of the environment of biological cells, and its effect on the growth and differentiation of these cells. The Piuma Nanoindenter provides just that: an easy way to locally measure the mechanical properties of the most soft and difficult samples. From the softest hydrogels, through 3D printed scaffolds, to in-vitro measurement of native tissues such as liver, cornea, cartilage; the Piuma Nanoindenter provides accurate spatial information of the Young's Modulus and other material parameters.

The main advantage of using the Piuma Nanoindenter for biological samples is the monolithical probe. First, as opposed to competing technologies, such as Atomic Force Microscopy (AFM) and traditional nanoindentation, the monolithical

Piuma probe requires no alignment or calibration, and can be used directly after clicking it in the Piuma indenter head. Second, almost all biological samples are required to be in a hydrated state. Since a liquid to air interface has its own forces, which are typically much larger than the mechanical response of the soft materials, it is preferred to measure inside the liquid. The Piuma fiber-top probe can be immersed completely in the liquid, making sure that any surface tension forces are outside the measurement loop.

About 1 year after the launch of the Piuma Nanoindenter, a new version of the Piuma instrument was developed. While demonstrating and promoting the Piuma Nanoindenter to many tissue engineering labs, the notion was formed that the users would not only be interested in the mechanical properties of the tissues, but also in the properties of the single cells. To be able to see and isolate a single cell, a high performance microscope is required. Therefore, a new configuration of the Piuma Nanoindenter head was designed to fit on top of an inverted microscope: the Piuma Chiaro.

The Piuma Nanoindenter and Piuma Chiaro are now working in labs all around the world, providing a steady stream of scientific publications that advance the field of tissue engineering and regenerative medicine.

Measuring sub-sea acoustics of a pump

During the development and advance of the Piuma Nanoindenter, all was not quiet on the front: other applications of fiber-top technology and interferometry presented themselves. In the field of remote acoustic sensing in critical environments, such as sub-sea or down-hole, sensing is normally performed by optical fiber sensing systems that use complicated and relatively inaccurate read-out technology (coherent Rayleigh backscattering). Traditional Fiber Bragg Grating (FBG) interrogation is not sensitive enough to pick up the acoustics in these environments. To solve this problem, Optics11 has developed a new optical fiber acoustics sensing system, based on interferometry: the ZonaSens system. The ZonaSens allows measurement of the elongation of the fiber between different FBGs, rather than inside a single FBG. Using the ZonaSens, the user can select any zone between two FBGs, and measure the strain in the fiber with subnanometer precision, far into the MHz range. A single fiber can be more than 40 kms long, have more than 30 FBGs distributed anywhere along its length. This allows the creation of extremely sensitive hydrophones or other transducers, using tens of meters of fiber that can be stretched up to 1% of its length, while still providing a linear signal on the ZonaSens. Currently, this system is featured in several pilot projects, but Optics11 welcomes suggestions for using this technology in other application areas.

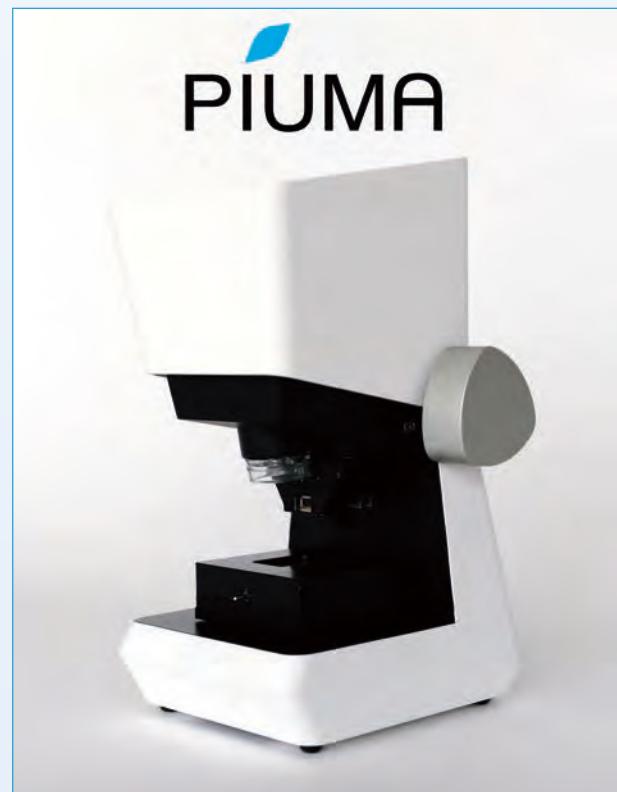


Figure 3: Measuring soft biological material properties with the Piuma Nanoindenter



Figure 4: The full Piuma Chiaro system: single cell nanoindentation on an inverted microscope

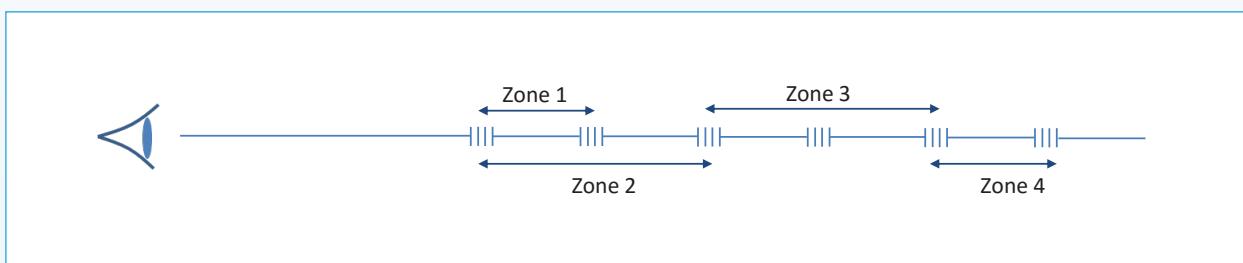


Figure 5: ZonaSens: measuring strain in the zones between Fiber Bragg Gratings

A point sensing network that measures acceleration, temperature and acoustics

The newest addition to the fiber sensing portfolio of Optics11 is the MoltoSens system, of which the first prototype is under development. Generally speaking, the most accurate optical sensors will always be single point transducers that have complete freedom in the design of the sensitive element, and provide precise location information. For example, the most accurate seismic acceleration sensor consists of a perfectly designed mass-spring system, combined with the most accurate displacement sensor. Therefore, having to stretch an optical fiber, such as in the ZonaSens system, is not the ultimate solution for this challenge. The holy grail of point sensing networks is to have interferometric displacement data of many point-sensing transducers, using a single fiber and single read-out. This is the merit of the MoltoSens system: using a single fiber, that at the end splits into up to 60 different transducers, that provides simultaneous nanometer accurate information about the sensing element. The transducer can be designed to measure acceleration, temperature, acoustics, pressure, all in a single readout and connected by a single fiber.

Optics11: Ideas on the top of a fiber

Now, in 2015, Optics11 is still located at the Vrije Universiteit Amsterdam campus. With 10 employees, both full-time experts and VU students, the company is growing steadily. In the near future, the efforts will be focused on both improving the features and performance of the Piuma Nanoindenter family, and to further develop prototypes and systems for the remote acoustic and point sensing fields. Further into the future we can not yet see, but all effort is aimed at creating and maintaining a sustainable business around optical fiber nanosensing systems. Optics11 will always be open for new ideas (on the top of a fiber)! ◆

For more information: visit www.optics11.com or send an email to info@optics11.com





Onze
Corporate
Members



DE HAAGSE
HOOGESCHOOL

TNO innovation
for life

ASML

Lambert // / / /



University of Applied Sciences



The next EVolutionary step for spectrometry

Avaspec EVO series spectrometers will give you:



USB 3



↔ Gigabit Ethernet



More memory



AVANTES
enlightening spectroscopy

info@avantes.com | www.avantes.com



Adaptive Optics Without Trouble

Gleb Vdovin and Oleg Soloviev • DCSC, TU Delft • Mekelweg 2 - 2628CD • Delft • The Netherlands

g.v.vdovin@tudelft.nl • o.a.soloviev@tudelft.nl

Flexible Optical BV • Polakweg 10-11 - 2288GG • Rijswijk • the Netherlands

gleb@okotech.com • oleg@okotech.nl

Abstract

Deformable mirrors are used to improve the performance of optical systems used in vision science, imaging, microscopy, and for beam control in lasers and coherent optical systems. Since the deformable mirrors and wave front correctors are still quite expensive, matching the corrector to the statistics of expected aberrations in the optical system can drastically improve the performance of adaptive optical system and reduce its price and complexity.

1 Introduction

Since the principle of adaptive optics (AO) was suggested by Babcock [1], a great number of wave front correctors has been proposed, realized and used to improve the performance of AO in science, medicine, and industry. However, many applications of AO still belong to researchers. Scientists, in their vast majority, are not interested in AO as a technology. They just want to use it as an invisible tool that helps to reach their goals, which are usually unrelated to adaptive optics. For them adaptive optics is simply a tool to improve the performance of otherwise impaired optical system. Ideally, it should be invisible, cheap, and do exactly what is expected, causing no trouble. But in real life, introduction of AO usually means a considerable increase in the system complexity, bringing advantages and problems in a single package.

The mutual goal of the developers and users of an AO system is the optimization of the performance, while keeping the complexity low. Less complexity means higher reliability, simpler, cheaper and easier to set up and more robust to control system. The goal of high performance and low complexity in one package can be reached by tuning the parameters of the adaptive optical system to the expected aberrations. Such a tuning can save a lot of effort and money, and the parameters to tune are simple and easy to understand.

2 Wave front correction

Adaptive optics can be used to optimize almost any measurable parameter of an optical system. A very short list includes the output power of a laser, laser beam quality, Strehl number of an imaging system, image sharpness, pulse shape, pulse duration, beam focus, etc. These improvements are generally achieved by changing the wave front of the light wave. Commonly, the correction consists in the approximation of the aberration function A by a combination of N modes ϕ_i , $i = 1 \dots N$ of the wave front corrector, minimizing the residual aberration

$$R = \left\| A - \sum_{i=1}^N \phi_i \cdot a_i \right\|$$

where R is the residual error, a_i are the control signals, and ϕ_i are the modes of the corrector.

To begin with, the aberration A is minimized by aligning the optical system. If the result is not satisfactory, then adaptive optics can be introduced as the last and powerful cure. The control loop of the AO system minimizes R by a choice of the best possible combination of a_i . If the correction is not satisfactory, the common wisdom is to increase the number of degrees of freedom N . A large number of control channels N usually means a complex and expensive adaptive optical system. The described approach leads to a widely accepted belief that a good adaptive optical system should have many control channels and, as a result, be expensive.

However, in many cases, a very good result can be achieved with only a small number of correction channels, by statistically matching the influence functions ϕ_i to the most expected aberrations.



Gleb Vdovin received his masters degree in Optical Engineering in 1986 from the Leningrad Technical University of Fine Mechanics and Optics (USSR), and his PhD in 1996 from Delft University of Technology in the Netherlands, with thesis "Adaptive mirror micromachined in silicon". He is a founder of OKO Technologies, a company that develops and produces adaptive optical components and systems since 1997. Since 2014 he is a parttime professor at the Delft Center for Systems and Control of TU Delft.



Oleg Soloviev received his master's degree in Mathematics and Applied Mathematics in 1994 from Moscow State University (Russia), and his PhD in 2006 from Delft University of Technology in the Netherlands, with thesis "Methods and sensors for accurate wavefront measurements". His experience includes design and development of phase retrieving and wave-front sensing algorithms, deformable mirrors, integrated and discrete analogue and digital electronics. Since 2006 he is employed as a senior associate by Flexible Optical BV, and from 2015 parttime as a docent/researcher by DCSC, TU Delft.



For instance, if the most expected aberrations are tip, tilt, and defocus, it is sufficient to use an AO system with only three influence functions - also represented by tip, tilt and defocus - to reduce the residual aberration practically to zero. Of course, a system with a larger numbers of control channels can be also used, and certain improvement will be achieved; however, if all these functions are not statistically matched to the aberrations, the result can be far from satisfactory. A good example of such a situation is given by deformable mirrors with uncoupled piston actuators. Approximation of smooth shapes, such as tip, tilt, and defocus with step-like function is either unsatisfactory, or requires a very large number of control channels N .

3 Statistics of aberrations

The expected aberration can be represented as a series over some set of orthogonal functions with random weights. The best possible fit, reaching maximum precision with the minimum number of modes, is given by the Karhunen-Loeve functions, with eigen values corresponding to the statistical weights of the corresponding terms. In general, each optical system has its own aberration statistics requiring building a specific set of Karhunen-Loeve functions. Usually such a goal is hard to achieve, because the statistics is unknown. Fortunately, a wellstudied case of the atmospheric turbulence gives some useful clues. It was found that the Karhunen-Loeve functions of the aberration statistics of the atmospheric turbulence are very close to Zernike polynomials. On the other hand, classical theory of optical system also uses Zernike polynomials to describe the most important aberrations of optical systems: tip, tilt, defocus, astigmatism, coma, trefoil, and spherical aberration. Thus, we can assume that in most cases, the aberrations described by the first Zernike terms will be the most prominent in a general optical system, regardless of their nature. This is a rather strong sentence and there is a great chance that it is not always correct, but we just do not have any better.

4 Quasi-optimal correctors

As explained earlier, the tip-tilt and third-order Zernike terms are the most statistically significant aberrations in the majority of optical systems. If we want to keep the AO simple, then the correction of these aberrations dynamically should constitute our primary goal. Fast correctors of tip-tilt, also called scanners, are available from a number of companies. They close the gap between the "traditional" and the "adaptive" optics, in a sense that they provide fast dynamic correction, but are not really adaptive. One has to expect the tip-tilt correction to be a simple task, however the dynamic correctors are quite expensive, especially if they work in a calibrated feed-forward mode.

And there is a problem of two separate correctors: usually a

scanner stage is used for tip and tilt, and a separate deformable mirror is used to correct higher order aberrations. Since both correctors should be positioned in the system pupil, an additional imaging telescope is applied to achieve the pupil conjugation, resulting in a more complex, less compact system with higher losses and scattering. In some cases it is possible to use the deformable mirror in a scanner mode - most deformable mirrors can correct small amounts of tip and tilt - however it restricts the correction range for other aberrations, and the quality of correction is usually unsatisfactory, as tip and tilt do not belong to the eigen functions of a typical deformable mirror. To solve this problem we, at OKO Tech (www.okotech.com), have developed a special corrector, featuring a membrane deformable mirror [2] with 17 actuators for correction of all 3-rd order aberrations, mounted on a fast tip-tilt stage. The mirror is shown in Fig. 1.

The mirror uses 15 mm micromachined membrane with 10 mm working aperture, that provides 3 miliradians of tip and tilt in a frequency range of up to 200 Hz, and also corrects all third order aberrations with maximum amplitudes of several wavelengths in a frequency range of up to 600 Hz.

Appropriately coated micromachined membrane mirrors can work with continuous laser power of up to hundreds of Watts, however they are not suitable for laser applications in the KW range. For these applications, we have developed a piezoelectric deformable mirror (see Fig. 2) with a special actuator configuration providing very good correction of low-order Zernike terms in the aperture of 20 mm (30 mm full aperture), and 35 mm (50 mm full aperture). Response optimization is achieved by positioning most of the actuators outside the working aperture of the mirror, defined by the beam footprint [3], providing the best possible match between the mechanical response of the mirror, and the statistically most expected



Figure 1: 17-ch micromachined membrane mirror with integrated tip-tilt stage.

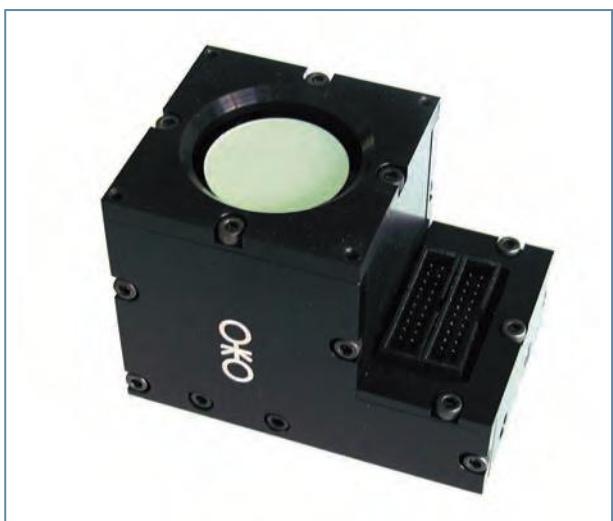


Figure 2: Piezoelectric adaptive mirror optimized for low-order aberrations.

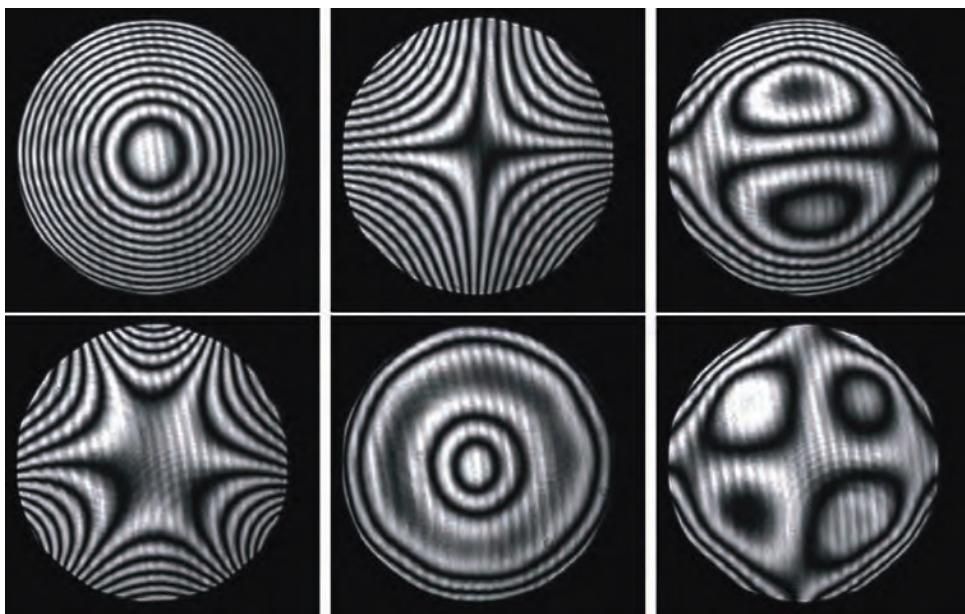


Figure 3: Interferometric patterns corresponding to low-order aberrations (de-focus, astigmatism, coma, trefoil, spherical aberration and $Z^{2/4}$, obtained with a low-order 19-ch piezoelectric deformable mirror.

aberrations, as seen in Fig. 3. These mirrors can be specially coated for high-power applications with continuous power densities of up to several kW/cm^2 .

5 Conclusion

In many scenarios the goal of simple, efficient, and inexpensive AO can be achieved with a minimum effort by using correctors matched to the statistics of the expected aberrations. Such correctors, combining deformable mirror and tip-tilt stage in a single device and optimized for correction of low-order optical aberrations described by the Zernike polynomials, offer good performance for a fraction of the price that should be paid for a more complicated multichannel systems with separate subsystems for tip-tilt and adaptive optics. ♦

References

- [1] H. W. Babcock. The Possibility of Compensating Astronomical Seeing. *PASP*, 65, October 1953.
- [2] G. Vdovin and P. M. Sarro. Flexible mirror micromachined in silicon. *Appl. Opt.*, 34(16):2968-2972, (1995).
- [3] G. Vdovin, O. Soloviev, A. Samokhin, and M. Loktev. Correction of low order aberrations using continuous deformable mirrors. *Opt. Express*, 16(5):2859-2866, 2008.



click or scan to register

Open Window on the Future of Smart Optics Systems

March 3-4, 2016,
Aula Congress Centre, TU Delft

TU Delft



- 4 excellent guest speakers
- Opening of the Smart Optics Lab
- Inaugural speech Prof. dr. Gleb Vdovin
- 1 day school on smart optics technologies *

Small scale event with leading experts

The symposium 'Open Windows on the Future of Smart Optics Systems' will feature pioneering researchers with an excellent research track record and with success in creating high-tech start-ups. These speakers will be followed by the opening of the Smart Optics Lab of Prof. Michel Verhaegen by the Rector Magnificus of TU Delft. The event is winded around a lunch to network and to get acquainted with the current research activities of the Smart Optics Lab. The day will be concluded with the inaugural lecture of Prof. dr. Gleb Vdovin. March 3 will be a special 1 day school on the topic.



Prof. dr. Chris Dainty
NUI Galway, Ireland

Chris Dainty has been researching optical imaging, scattering and propagation since 1968, held numerous academic positions, and has interacted and collaborated extensively with industry. In 2008 he was elected a Member of the Royal Irish Academy. He was a Director at Large of the OSA from 2005-2007 and the 2011 President of the OSA.



Prof. dr. Thomas Bifano
Boston University

Thomas Bifano is the Director of the Boston University Photonics Center. His research focuses on modeling, design, production, and use of micro-electro-mechanical systems (MEMS) in optical applications. He is a founder and CTO of Boston Micromachines Corporation in Cambridge, MA, a leading producer of deformable mirrors for applications in astronomy, bio-imaging, and defense.



Dr. Ivo Vellekoop
Universiteit Twente

Ivo Vellekoop is assistant professor in the UT Biomedical Photonic Imaging Group. Together with Allard Mosk, he demonstrated that light can be focused sharply through non-transparent materials. This pioneering work was elected as one of the top 10 physics stories of the year by the American Institute of Physics in 2008. Since then, Ivo works on applications of this method.



Dr. Volker Sorger
George Washington University

Volker J. Sorger is assistant professor and the director of the Nanophotonics Labs at George Washington. His research areas include opto-electronic devices, plasmonics and nanophotonics. He received multiple awards such as the MRS Graduate Gold award, and the Intel Fellowship. He is executive chairman of the OSA Nanophotonics technical group and editor-in-chief for 'Nanophotonics'.

* March 3: One Day School on Smart Optics Technologies

The school will provide a professional introduction to the multidisciplinary field of Smart Optics by instructors renowned for their contribution to the field of Adaptive Optics and Smart Optics Control. The course will deliver the basic knowledge in the technology, targeting engineers and scientists in industry, vision science, astronomy, biology and laser physics, who are using or planning to use adaptive optics. For more information about the teachers and the program details we refer to the symposium website.

School Program

Wavefront correctors

Prof. dr. Gleb Vdovin

Wavefront sensors

Dr. Oleg Soloviev

Smart Optics Control

Prof. dr. ir. Michel Verhaegen

Adaptive Optics in Vision Science

Prof. dr. Chris Dainty

Building an AO system in 60 minutes

Prof. dr. Thomas Bifano

Round table discussion with the teachers

Lab Demonstrations & School Dinner

Included: participation, course materials, lunch, dinner, and participation in the March 4 symposium.

Registration

Industry and university staff: € 490
ex. VAT, PhD students: € 290 ex. VAT.
The number of school participants is limited to 21. The registration is open until the course is full. [Register here.](#)



March 4: Symposium Open Window on the Future of Smart Optics Systems

Symposium

Chairman: Prof. dr. ir. Michel Verhaegen, section leader of the section N4CI of Delft Center for Systems and Control and initiator of the Smart Optics Lab.

Introduction to Smart Optics

Prof. dr. Chris Dainty

MEMS deformable mirrors for the coming generation of large telescopes

Prof. Thomas Bifano

Coherent imaging in strongly scattering media

Dr. Ivo Vellekoop

Fundamental scaling laws & light-matter enhanced nanophotonic devices

Dr. Volker Sorger

Opening Smart Optics Lab

The official opening of the Smart Optics Lab will be done by Prof. Ir. Karel Luyben, Rector Magnificus of TU Delft. There will be lunch, poster presentations and lab demos.

Inaugural Speech Professor Gleb Vdovin 'Integrated Design Of Smart Optics Systems'

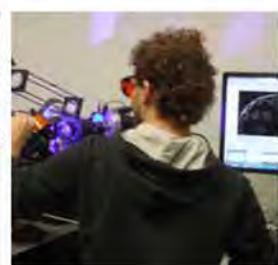
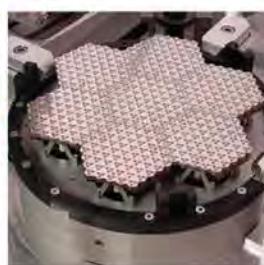


Prof. dr. Gleb Vdovin

is founder of the company OKO Tech, and is working alongside Michel Verhaegen as part-time professor of Delft Center for Systems and Control. All symposium participants are welcome to the inaugural speech and the reception.

Registration:

Symposium participants need to register, registration for March 4 is free. [Register here.](#)



Organization: Research Group 'Control for Scientific Imaging & Instrumentation' (CSi²) and DCSC support staff.

Location: Delft University of Technology, The Netherlands

Information: www.dcs.tudelft.nl, Marieke Versloot-Bus M.Versloot-Bus@tudelft.nl +31 (0)15 27 82473

Information and registration on www.dcs.tudelft.nl

DCSC

Artikel FMT Gezondheidszorg

Onderstaand artikel is gepubliceerd in het decembernummer van het tijdschrift FMT Gezondheidszorg. De tijd is rijp om het maatschappelijke en economische belang van Fotonica als *Key Enabling Technology* onder de aandacht te brengen van een breder publiek, zoals de gezondheidszorg. De oplage van dit tijdschrift is 2500.

Een stille revolutie binnen de gezondheidszorg dankzij *Biophotonics*?

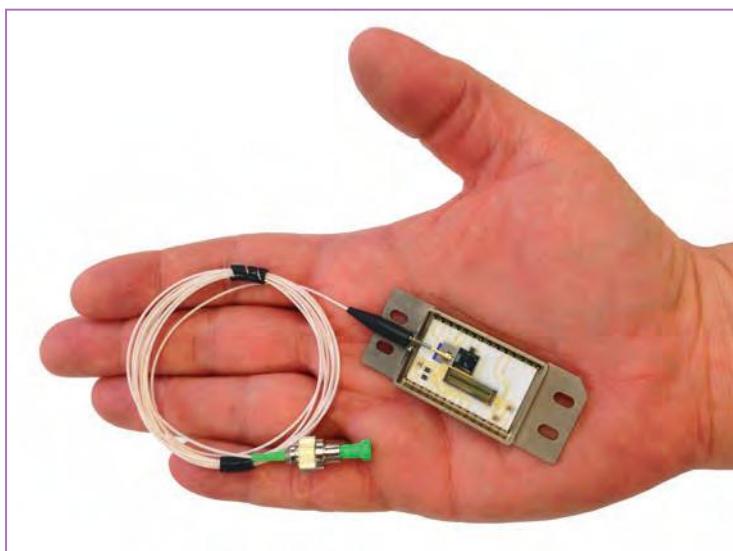
Guus Taminiau • directeur PhotonicsNL

Fotonica als *Key Enabling Technology*

Fotonica wordt erkend als *Key Enabling Technology* voor de 21ste eeuw in zeer uiteenlopende toepassingsgebieden, waaronder biologie en daarmee ook de gezondheidszorg. Het aantal toepassingen hier binnen is inmiddels zo groot dat deze nieuwe technologie aangeduid wordt met de naam Biophotonics. Meest bekende toepassing is het gebruik van lasers voor therapie en chirurgie. Minder bekend zijn nieuwe toepassingen binnen de medische diagnostiek, en dan met name nieuwe non-invasive technieken.

De impact van *Biophotonics* binnen de gezondheidszorg.

Veel toepassingen binnen de medische technologie zijn te danken aan het steeds meer voor handen zijn van fotonische componenten (lichtbronnen, lasers, geïntegreerde optiek, detectoren en camera's) welke steeds geavanceerder, maar vooral ook kleiner en goedkoper worden. Met name de integratie van micro-elektronica (chips) en fotonische componenten (optische chips) in combinatie met Informatie Technologie leidt tot ongekende nieuwe mogelijkheden en uiteindelijk tot nieuwe apparaten, welke niet alleen op de ziekenhuisvloer, maar juist ook bij de huisarts en zelfs bij de patiënt thuis terecht zullen komen. Het moge duidelijk zijn dat deze verschuiving van de ziekenhuisvloer naar de huisvloer tot betere preventieve zorg zal leiden, dus vooral de gezondheid van patiënten ten goede zal komen en 'last but not least' een forse kostenreductie binnen de gezondheidszorg zal kunnen opleveren.



Bij non-invasive diagnostiek speelt vooral spectroscopie (analyse van stoffen door kleurmeting) een belangrijke rol. Dankzij de miniaturisering is het nu al mogelijk om met een handzame spectrometer en met een optische glasvezel als sensor tot analyse van het bloed te komen door deze sensor simpelweg tegen een bloedvat aan te houden. De welbekende hielprikk bij baby's zou wel eens snel tot het verleden kunnen gaan behoren.

Een andere veelbelovende toepassing is *Spectral Imaging*: kleuranalyse van camera-beelden tot op pixel-niveau. Voor de hand liggende toepassingen zijn kleurmetingen



aan de huid voor het in een vroeg stadium detecteren van huidkanker. Maar ook de combinatie met microscopie en endoscopie waarmee via spectrale beeldvorming van weefsel in het lichaam de chirurg veel beter in staat is om gezond weefsel van ongezond weefsel te onderscheiden. In ziekenhuizen wordt deze technologie op kleine schaal reeds toegepast. Maar ook hier zal er door de ontwikkeling van goedkopere en kleinere spectrale camera's en lichtbronnen het aantal toepassingen fors toenemen, en zal er ook een verschuiving mogelijk worden naar de meer preventieve zorg.

Conclusie

Het antwoord op de vraag of *Biophotonics* tot een stille revolutie leidt juist ook binnen de gezondheidszorg is dus ja! Dit wordt ook nog eens bevestigd door de bijna explosief groeiende *Biophotonics* markt met een wereldwijde omzet van 32 miljard Euro en een gemiddelde stijging van 9 % per jaar en dat ondanks of misschien wel juist dankzij de economische crisis. Goed voor nieuwe bedrijvigheid en nieuwe werkgelegenheid, juist ook in Nederland!

Vereniging PhotonicsNL

PhotonicsNL heeft als belangrijk doel om het maatschappelijke en economische belang van Fotonica onder de aandacht te brengen van het bedrijfsleven, het onderwijs, beleidsmakers en de overheid, maar ook onder een breed publiek.

Mocht u als bedrijf of als eindgebruiker meer informatie willen over deze innovatieve technologie, neem dan gerust contact op met Guus Taminiau.

Contact: guus.taminiau@photonicsnl.org Website: www.photonicsnl.org



Fotonica is de technologie welke zich bezig houdt met de opwekking, het transport en de detectie van lichtgolven of lichtdeeltjes, beter bekend als fotonen. Fotonica is hiervan afgeleid en is te vergelijken met de naam elektronica, waarbij juist het elektron het elementaire deeltje is. Het bijzondere van licht is dat afhankelijk van het experiment licht zich gedraagt als golf of als deeltje (foton). Zo is het zogenaamde foto-elektrische effect uitsluitend te verklaren als we licht opvatten als deeltje. Het betreft hier de wisselwerking tussen een elektron en een foton zowel bij de opwekking van licht (lichtbronnen, zoals de laser) als bij de detectie van licht zoals bij de camera in onze iPhone. Bij het transport van licht via een medium gedraagt licht zich echter als golf. Voorbeelden zijn de werking van een lens, een spiegel en als meest modern medium, de welbekende optische glasvezel. Een mooi voorbeeld van een zeer oud maar zeer geavanceerd fotonisch instrument is wel het menselijke oog!



Fotonica nieuws

Guus Taminiau



- **Samenwerkingsovereenkomst PhotonicsNL en RVO**

Met het afgelopen slotsymposium IOP Photonic Devices op 3 december j.l. is het IOP-project na een periode van acht jaar met succes officieel afgesloten. Echter PhotonicsNL en RVO zijn overeengekomen om volgend jaar een aantal activiteiten samen voort te blijven zetten en ook nieuwe activiteiten te ontwikkelen. Eddy Schipper zal namens RVO hierbij betrokken blijven. Het beschikbare budget bedraagt maar liefst 200 k€. Op het moment van schrijven is nog niet helemaal duidelijk welke nieuwe activiteiten we zullen gaan ontwikkelen. Promotionele activiteiten, zoals deelname aan buitenlandse beurzen en/of handelsmissies, maar ook het ontwikkelen van activiteiten op Fotonica onderwijsgebied zullen hier zeker onder gaan vallen.

- **SPIE Photonics West 2016**



Doordat de samenwerkingsovereenkomst pas recentelijk is vastgesteld was het helaas niet mogelijk om voor volgend jaar een Holland Paviljoen tijdens Photonics West te organiseren. Wel is er een cluster van Nederlandse bedrijven die aan de exhibitié mee zullen doen, namelijk: TNO, Technobis, Xio Photonics, Smart Photonics en Anteryon. Inmiddels hebben we als PhotonicsNL besloten om in elk geval met een eigen stand mee te doen en om er op deze wijze misschien toch nog een Hollands tintje aan te kunnen geven.

SPIE. PHOTONICS WEST

- **OASIS-workshop 21 - 22 januari 2016, AMC Amsterdam**



Zoals al vaker in het Fotonica Magazine is beschreven heeft het OASIS-project tot doel om de samenwerking tussen Europese bedrijven, kennisinstellingen en eindgebruikers op het gebied van Biophotonics te stimuleren. Een van de instrumenten om dit doel te bereiken is het organiseren van workshops per EU-partner. Dit keer zijn wij als PhotonicsNL in Nederland aan de beurt en wel op 21 en 22 januari 2016. De workshop organiseren we in samenwerking met het AMC en wel samen met Dick Sterenborg en Maurice Aalders. Het hoofdthema zal zijn Spectral Imaging voor uiteenlopende toepassingen. Op dit moment van schrijven zijn we druk bezig met het opstellen van

het definitieve programma. Alle meest actuele informatie, waaronder ook de mogelijkheid tot aanmelding zult u op onze PhotonicsNL-website kunnen vinden.

- **Algemene Relativiteitstheorie Honderd Jaar**

Het zal u niet ontgaan zijn dat dit jaar de Algemene Relativiteitstheorie van Albert Einstein 100 jaar bestaat. Op allerlei mogelijke manieren (TV, tijdschriften en kranten) is hier ook in Nederland aandacht aan besteed. Graag verwijst ik naar de extra bijdrage van Jan Broeders, onze vaste boekbespreker, op bladzijde 21 over dit *absolute historische moment in tijd*. Hieronder de beroemde vergelijking van Einstein geschilderd op de muur van het Boerhaave museum in Leiden.



AGENDA

Date: 12 January 2016
 Event: Horizon 2020
 Photonics Calls Infoday
 Where: Brussels, Belgium

Date: 21 – 22 January 2016
 Event: Oasis-workshop
 Where: Amsterdam, NL

Date: 13 – 18 February 2016
 Event: Spie Photonics West 2016
 Where: San Francisco, USA

Date: 27 February – 3 March 2016
 Event: SPIE Medical Imaging 2016
 Where: San Diego, USA

Date: 1 – 2 March 2016
 Event: Photonic Integrated Circuits Conference
 Where: Brussels, Belgium

Date: 3 – 4 March 2016
 Event: Smart Optics Systems
 Where: Delft, NL

Date: 4 – 7 April 2016
 Event: SPIE Photonics Europe
 Where: Brussels, Belgium

Date: 1 – 2 June 2016
 Event: Photonics Event 2016
 Where: Veldhoven, NL

*Voor meer informatie zie onze website:
www.photonicsnl.org*

DUTCH OPTICS CENTRE

Dutch Optics Centre is an initiative of TNO and TU Delft aimed at enhancement of Dutch industry around optics and opto-mechatronics and better utilization of Dutch science by joint R&D.

The Netherlands has a unique position in the field of optics and opto-mechatronics. With a leading scientific position by TU Delft, TNO and other knowledge institutes and unique research facilities. And a world class manufacturing industry that produces opto-mechanical components for satellites, telescopes, microscopes, inspection instruments etc.

By joining forces in R&D, development of prototypes and eventually product consortia we can create a strong Dutch opto-mechanical ecosystem that benefits industry and science; this initiative matches well with the Dutch government's ambition for large-scale public-private-partnerships.

Dutch Optics Centre is a consortium of knowledge institutes and over 20 high tech companies from all over the Netherlands. The consortium has reached critical mass and will start early 2016.

Activities

- Open research: joint research programs
- Shared development: joint development of prototypes, using unique maker-lab and joint facilities
- Product consortia: produce & market products in ad-hoc consortia

Applications

- Spectroscopic Instruments for Medical applications and Space
- Imaging, including active and adaptive optics, for Industrial inspection, Astronomy and Medical applications
- Nano Opto Mechanical instruments for Semicon industry, and BioNano market
- Nanophotonic systems, including sensors for Medical applications

Interested?

Please contact Bart Snijders to find out what joining Dutch Optics Centre can contribute to your business or research.

E: bart.snijders@tno.nl T: 088 866 63 69



Picture: Rapid nano: Prototype system for high resolution monitoring of particle contamination for the Semicon industry; it is ready to be turned into an industrial product.

WOMEN IN PHOTONICS IN NL workshop

Sonia Garcia-Blanco, Twente University and Secretary PhotonicsNL

Can women be competent in a job in Photonics? Can they hold leadership positions both in industry and academia? Most people will answer "yes" to these questions. And we have seen good examples of very competent successful women during the "Women in Photonics in NL" workshop held at the University of Twente last 28th of October.



Esther Mollema (HPO Center)



Janneke Hoedemaekers (MESA+)



Panel (from left to right): Jennifer Herek (UT), Ronald Dekker (Xio Photonics), Merel Leistikov (Philips Research), Silvania Pereira (TUD), Patty Stabile (TUE), Nienke Bosschaart (UT), Inge Peters (Teledyne Dalsa), Floor van de Poort (High Tech entrepreneur)

The Women in Photonics in NL workshop was held at the University of Twente, Enschede, on the 28th of October 2015. It was co-organized by PhotonicsNL, the Optical Sciences group of the University of Twente and the Female Faculty Network Twente (FFNT) with financial support from PhotonicsNL, FOM, MESA+, FFNT, IEEE Photonics Society Benelux Chapter and Smallsteps "The Vlinder".

However, as Esther Mollema from HPO Center showed, we are not quite yet there: in academia, for example, from an equal pool of men and female at the start of their careers, only a few percent of females reach full professor or higher positions. Studies reveal that it is a few times harder for women to succeed in each promotion step than it is for men. As Mollema pointed out: "It is already extremely hard for men; how is a woman supposed to succeed in such environment?"

As discussed during the panel session, "mind-bugs" still play a huge role. Although both men and women will answer "yes" to the questions above, "biases" tests show that even women think first of a man when asked about leadership positions.

Another issue discussed in the panel was the influence of taking a "mama/papa day" in their career progression. Ronald Dekker, CTO Xio Photonics, commented that many more men would take parental leave to get involved in the care of their kids but their employers do not always encourage it. Women, on the other hand, are accepted to take it but in a silent way this is understood as lack of career ambition.

Janneke Hoedemaekers, Commercial Director of MESA+, commented during her welcoming talk that role models are very important. One of the objectives of the workshop was to provide role models to young female scientists/engineers starting a career in the photonics field. Four academic scientific presentations from female scientists at different stages of their careers followed by three talks from women occupying different positions in industry showed that women are not only very capable to have a career in photonics but also provided very good role models to the attendees of the workshop. Close to 40 participants joined the event, which was a great opportunity to network with colleagues in the field and share life and career experiences.



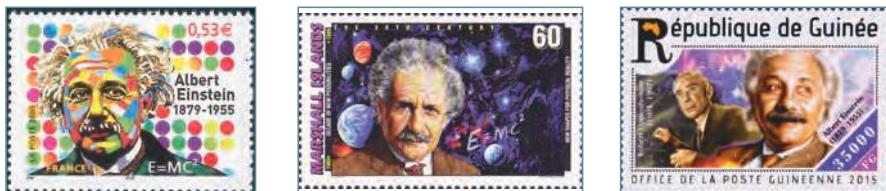


Honderdste verjaardag van de Relativiteitstheorie

Jan Broeders, Optische Fenomenen en uw vaste boekbespreker

Relativiteitstheorie onder de aandacht in Boerhaave

Met de expositie "Einstein & Friends" viert Museum Boerhaave de 100^e verjaardag van de presentatie van de Algemene Relativiteitstheorie door Albert Einstein. Einsteins revolutionaire kijk op ruimte en tijd. Voor het publiek openende de expositie op zaterdag 19 september 2015 en blijft nog tot en met 3 januari 2016 in het museum. Als conservator treedt op de directeur van het museum, Dirk van Delft. Centraal in de opstellingen staan de warme vriendschappen en diepgravende discussies van Albert Einstein met zijn Hollandse collega's, als Pieter Zeeman, Heike Kamerlingh Onnes, Hendrik Lorentz en Paul Ehrenfest. Te zien zijn Einsteins vulpen, schilderijen van Hendrik Lorentz en Paul Ehrenfest, glas-in-loodramen van kunstenaar Harm Kamerlingh Onnes, met onder andere een voorstelling van het Zeeman-effect, foto's, tekeningen, aquarellen en veel historische publicaties en voorwerpen rondom het werk en leven van Albert Einstein (1879-1955). Ter gelegenheid van de expositie verschijnt het stripboek "Ehrenfest! Het tragische levensverhaal van Einsteins boezemvriend". Museum Boerhaave, Lange Sint Agnietenstraat 10, 2312 WC Leiden, www.museumboerhaave.nl.



Portretten en activiteiten van Albert Einstein zijn regelmatig afgebeeld op postzegels en vertellen veel over historische feiten en gebeurtenissen. Het filatelistische thema Wetenschap & Techniek zorgt zeer regelmatig voor informatie en wetenswaardigheden over de geschiedenis, de ontwikkelingen en de innovaties uit wetenschappelijk onderzoek en praktische toepassingen.

Algemene relativiteitstheorie maakte Einstein onsterfelijk

Natuurlijk besteden dit jaar algemene en speciale tijdschriften aandacht aan één van de beroemdste wetenschappers van de wereld, namelijk Albert Einstein, en de werkzaamheden waarmee hij bekend werd. Aan zijn bekendmaking van de Algemene Relativiteitstheorie in 1915 werd 10 jaar gewerkt na de publicatie van zijn eerste aanzetten in 1905. In EOS 10/2015 geeft de redactie een beeld van de moeilijke weg die hij moest afleggen.

Ook uitgave P.M. 10-2015 bespreekt in een lang hoofdartikel de stand van de wetenschap in relatie tot de vele ontdekkingen en beschrijvingen van Einstein. Van de vele vragen van toen zijn er een aantal opgelost en nieuwe vragen zijn ontstaan over het aantal sterren aan de hemel, over de tijd als een vierde dimensie en over het groter worden van het oneindige. In 1905 toonde Einstein aan dat ruimte en tijd niet absoluut zijn, maar afhankelijk zijn van de bewegingstoestand van de kijker.

Het is inmiddels een eeuw geleden dat de wereldberoemde geleerde Albert Einstein met zijn verhandeling over de Algemene Relativiteitstheorie in de openbaarheid trad. Zijn theorie bracht de wetten van de elektromagnetische straling en de fysica van de bewegende lichamen van Galileo en Newton dichter bij elkaar. Bovendien deed Einstein op basis van zijn algemene relativiteitstheorie een aantal voorspellingen. De redactie van de Nederlandse editie van NewScientist nr.26-2015 prikkelt abonnees en nieuwe lezers met de tekst "Einsteins grootste blunder". Het gaat dan om zijn gehanteerde kosmologische constante. Om het geheel van zijn werk weer onder de aandacht te brengen heeft de redactie van NewScientist in een uitgebreid dossier als opfris cursus alle bijzondere ontdekkingen, verhandelingen en publicaties op overzichtelijke wijze en chronologisch beschreven. Ook de stappen in zijn leven en werk zijn compact beschreven en geïllustreerd in een tijdslijn.

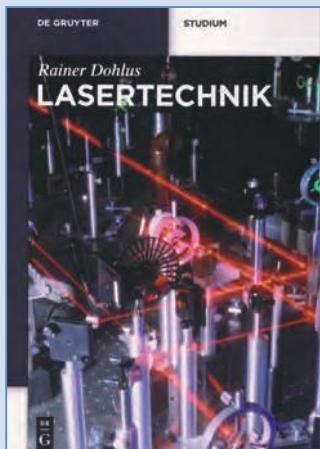




Jan M. Broeders
An den Eichen 6

D-46325 Borken-Burlo
Duitsland
www.optische-fenomenen.nl

In de rubriek boekbesprekking bespreekt Jan Broeders elk kwartaal een boek dat gerelateerd is aan fotonica. Boeken met een natuurkundige insteek, maar ook boeken met een meer psychologische benadering van optische perceptie worden uitvoerig besproken. Naast de feitelijke inhoud wordt een leidraad gegeven voor het gebruik van het boek in educatieve omgevingen.



Leerboek Lasertechniek voor universitaire studies

Het compacte studieboek "Lasertechniek" is samengesteld voor studenten in studierichtingen in het hoger beroepsonderwijs en op universiteiten, waarin het toepassen van lasers aan de orde komt in het studieprogramma.

De inhoud van het boek en de wijze waarop het onderwerp is behandeld, maakt deze publicatie ook prima geschikt voor het gebruik door personen die werkzaam zijn in bedrijven en instituten waar lasers, laserapparatuur en lasertechnieken worden toegepast. Zij kunnen hun kennis toetsen en tevens kennismaken met nieuwe moderne en innovatieve toepassingen van lasers in de praktijk van vele vakgebieden. De auteur brengt alle theoretische en fysische grondbeginselen van de laser op een overzichtelijke en begrijpelijke wijze voor het voetlicht. Voorafgaand aan de theorie geeft de auteur een inleiding in de kwantumoptica. In gedetailleerde paragrafen zijn de respectievelijke principes en vormen van praktische lasers behandeld. Uitgebreid zijn

behandeld de praktische realisering van de verschillende vormen van lasers en de specifieke eigenschappen. Het gebruik van een laser hangt sterk af van de eigenschappen ervan. Interessant zijn de voorbeelden van praktisch gebruik en de aandacht voor de laserveiligheid. Elk hoofdstuk bevat een serie opgaven en de antwoorden staan achterin het boek. Er zijn uitgebreide tweetalige woordenlijsten en het rijk geïllustreerde studieboek sluit af met een literatuurlijst en een trefwoordenregister.

Een uitstekend studieboek voor studenten en praktizerende personen.

ISBN 978-3-11-035088-3,
"Lasertechnik", Rainer Dohlus,
Uitgeverij Walter de Gruyter, 2015,
223 pagina's, € 34,95.





LASER 2000

Lasers and Photonics...

tunable
ps fiber lasers



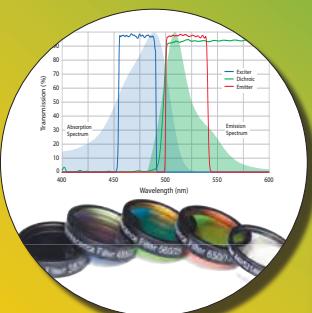
laser
safety products



diode and
DPSS lasers



fluorescence and
bandpass filters



tunable AO filters



vibration isolation
tables



solid state light engines

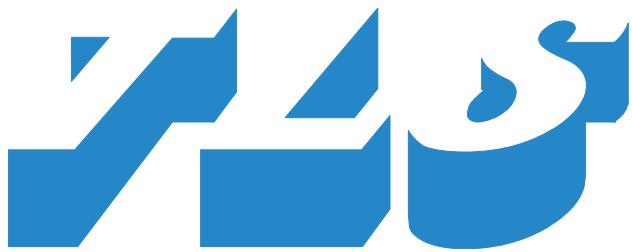


piezo manipulators and
focussing stages



... for Researchers

www.laser2000.nl



TE LINTELO SYSTEMS BV

- light metrology
- opto-electronic equipment
- lasers
- optical components
- fiber optics



photonics is our passion!

Our exclusive partners



THE SOFTWARE PEOPLE FOR OPTICS



For worldwide photonics

