

PHOTONICS

magazine

The road to:  Knowledge

 Design

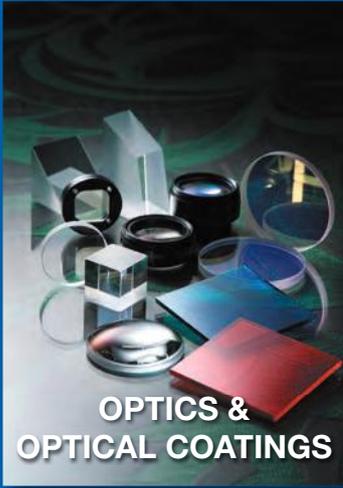
 Manufacturing

 Application

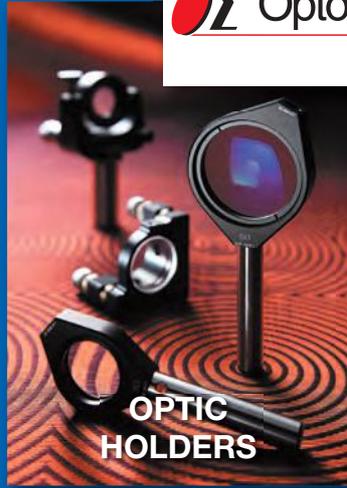
- 7 Laser Technology: Frequency Combs towards applications
- 13 Persbericht : Twentse HighTech bedrijven maken omschakeling naar 5G mogelijk!
- 15 Application of Micro Ring Resonators
- 19 OASIS-project
- 20 PNL Nieuws
- 22 Boekbespreking

molenaar optics

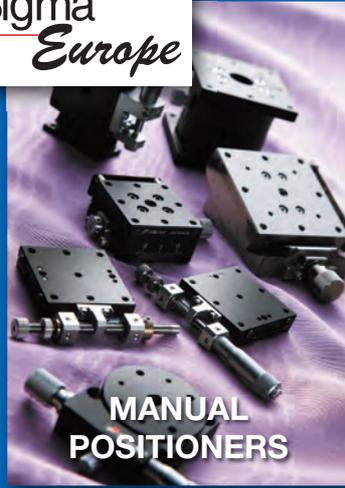
industrial laser systems, measuring instruments, optical components



**OPTICS &
OPTICAL COATINGS**



**OPTIC
HOLDERS**



**MANUAL
POSITIONERS**

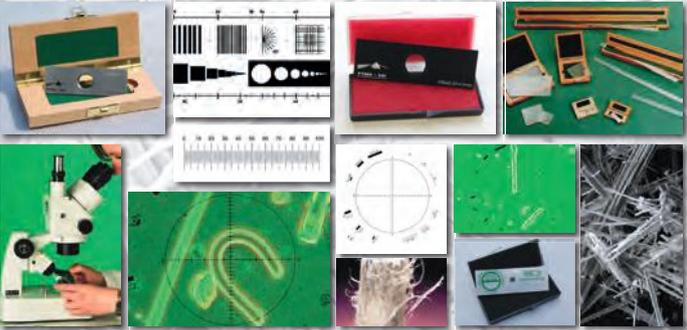


**MOTION CONTROL
PRODUCTS**



**STAGE MICROMETERS
& CALIBRATION
STANDARDS**

**BIO-MEDICAL
RETICLES**



PYSER - SGI



INDUSTRIES, INC.
SCHERR-TUMICO



**VIDEO INSPECTION
SYSTEMS**

**OPTICAL
COMPARATORS**



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

Colofon

PHOTONICS MAGAZINE:

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

HOME PAGE: www.photonicsNL.org

E-MAIL: info@photonicsNL.org

REDACTIE: Guus Taminiau

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.

MARKETING & COMMUNICATIE:

Petra Wicherink

E-MAIL: petra.wicherink@photonicsNL.org

WEBMASTER: Pieter Kramer

E-MAIL: webmaster@photonicsNL.org

BESTUUR: Bart Verbeek - voorzitter,

Sonia Garcia-Blanco - secretaris

Erwin Bomert - penningmeester

Bart Snijders - bestuurslid

Benno Oderkerk - bestuurslid

Paul Urbach - bestuurslid

Guus Taminiau - directeur

SECRETARIAAT: PhotonicsNL, t.a.v. Sylvania

Pereira, p/a Prins Bernhardstraat 64,

2396 GN Koudekerk a/d Rijn

E-MAIL: sylvania.pereira@photonicsNL.org

FINANCIËLE ADMINISTRATIE:

Erwin Bomert, Sientje van Houtenlaan 40

7545 PE Enschede,

E-MAIL: treasurer@photonicsNL.org

LEDENADMINISTRATIE:

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

Beste Photonics Magazine lezer,

Tijdens de recente jaarvergadering in Brussel van Photonics21 - u weet wel, het Europese Technologie Platform dat de fotonica stakeholders in industrie en research organisaties vertegenwoordigt - kwamen er weer een paar interessante onderwerpen langs.

Ten eerste is er een begin gemaakt met het updaten van topics voor de Call 2018/2019 in het Private Publieke Partnership tussen Photonics21 en de EU

Commissie. Opmerkelijk echter was dat het merendeel van de EU-projecten die in 2014 en 2015 gehonoreerd zijn, door research instituten getrokken worden, terwijl er juist zo'n nadruk gelegd was op een trekkende rol door mkb-ers.

Als tweede verheugende feit werd genoemd dat Nederland de op één-na-hoogste score (na Duitsland) heeft in de afgelopen twee H2020 Calls als het gaat om het binnenhalen van gehonoreerde projecten. Blijkbaar kan de Nederlandse fonicawereld de weg goed vinden in H2020. Maar ook overtuigende voorstellen schrijven.

Als derde heeft eurocommissaris Günther Oettinger in zijn keynote speech het belang van en kansen voor fotonica in het digitaliseringproces van Europa nadrukkelijk onderstreept.

Ik moest er toen aan denken dat onze vereniging al een tijdje bezig is om alle leden naast het Photonics Magazine en onze website ook op elektronische/digitale wijze sneller van informatie te voorzien. Helaas blijkt dat het merendeel van onze individuele leden (nog) geen e-mailadres (wil) aanreiken om vanuit onze vereniging aan dit digitaliseringproces mee te werken. Nu alle leden ook via PhotonicsNL lid geworden zijn van de European Optical Society is de kans groot dat relevante informatie niet of te laat gecommuniceerd wordt. Mijn oproep is dan ook: geef een e-mailadres door aan ons! U ontvangt daar binnenkort ook een brief over.

Graag heet ik Petra Wicherink welkom die vanaf 15 februari het Office van PhotonicsNL op parttime basis is komen versterken als Marketing & Communication Manager. Petra brengt uitgebreide ervaring mee in fotonica gerelateerde bedrijven en zal Guus Taminiau ondersteunen in de organisatie van activiteiten en acquisitie van nieuwe leden.

Ook is hier een woord van dank op zijn plaats aan ons bestuurslid Pieter Kramer, die om persoonlijke redenen zijn werkzaamheden voor onze vereniging moet opgeven. Op het gebied van PR en communicatie heeft hij een belangrijke rol gespeeld om de vereniging tot bloei te laten komen: Bedankt Pieter!

2016 is het jaar dat onze vereniging PhotonicsNL en RVO gezamenlijk enkele activiteiten gaan organiseren t.b.v. het versterken van het Nederlandse fotonica veld. U leest hierover meer in het Magazine. Als onderdeel van deze samenwerking was PhotonicsNL aanwezig op de beurs Photonics West in San Francisco en heeft contacten gelegd met clusterorganisaties in de VS en Canada voor onze bedrijfsleden. Interessante kansen op het gebied van geïntegreerde fotonica en medische toepassingen liggen in het verschiet.

Ik wens u opnieuw veel leesplezier toe namens het bestuur van PhotonicsNL.

Bart Verbeek

Voorzitter PhotonicsNL



Bart Verbeek



The World's Most Versatile, Low-Cost NIR Spectrometer

Flame-NIR Puts the Power of NIR Analysis in the Palm of Your Hand

The new Flame-NIR spectrometer (950-1650 nm) from Ocean Optics harnesses near-infrared spectroscopy in a compact, affordable instrument. Flame-NIR combines the benefits of fast, nondestructive measurements with the advantages of high thermal stability, low unit-to-unit variation and interchangeable slits. Additional highlights include:

- Ideal for applications in food quality, R&D and biomedical sciences
- Small instrument footprint for OEMs and customers integrating NIR into portable devices
- Robust, uncooled InGaAs-array spectrometer with low power needs



SPIE. PHOTONICS
EUROPE

Visit us at Booth S106

From the lab to the line, Flame-NIR is near-infrared spectroscopy that won't break your budget.

Beste PhotronicsNL-leden, geachte lezer,

Om maar eens met een onereliner te beginnen: “*Wereldwijd gaat het goed met Fotonica als Key Enabling Technology!*” Ooit is voorspeld dat Fotonica de technologie wordt voor de 21^{ste} eeuw, vergelijkbaar met de rol van Elektronica in de 20^{ste} eeuw. Na 10 jaar intensief deze ontwikkeling eerst vanuit Photonics Cluster Netherlands en vervolgens vanuit PhotonicsNL te hebben mogen gade slaan, ben ik hier inmiddels van overtuigd en wellicht u ook! En bijzonder daarbij is dat er een goed huwelijk is ontstaan tussen Fotonica en Elektronica of liever gezegd Micro-elektronica met Integrated Photonics als resultaat. Wat dit laatste betreft lopen we op deze ontwikkeling in Nederland voorop, vergelijkbaar met Elektronica in de jaren zestig van de vorige eeuw. Het duurt niet lang meer of we kunnen onze iPhone als nauwkeurige spectrometer gebruiken!



Guus Taminiau



En als we het nu toch even over het verleden hebben, mijn fascinatie voor Fotonica is begin jaren zestig ontstaan. Bij mijzelf ontwikkelde Elektronica zich al snel als hobby met een van de eerste transistoren, de OC13 van Philips, als belangrijkste bouwsteen. Deze transistor bevond zich nog in een glazen behuizing en was voorzien van zwarte lak. Zie de figuur.

En wat was nu een leuke ontdekking. Wanneer je voorzichtig de zwarte lak verwijderde kon je deze transistor ook gebruiken als foto-transistor. Vanaf dat moment wilde ik alles weten over de wisselwerking tussen licht en materie. Goed beschouwd is dit de meest simpele definitie van Fotonica en wordt het de hoogste tijd dat Fotonica in onze Dikke van Dale terecht komt. Voorwaarde daarvoor is dat Fotonica in Nederland een meer algemeen begrip is geworden. Misschien een mooie ambitie voor ons als vereniging!

Een ander voorbeeld van een goed huwelijk is Fotonica en Nanotechnologie. We zijn inmiddels in staat om met nieuwe microscopische technieken het Rayleigh criterium te omzeilen, zodat we deeltjes kunnen zien die vele malen kleiner zijn dan de golflengte van het licht. We spreken zelfs al van Nanophotonics!

En dat brengt mij erop u te wijzen op een speciale workshop op 12 april a.s. getiteld NanoTech&Photonics4SME. Deze workshop is bedoeld om het MKB bewust te maken van de kansen die Nanotechnologie biedt. Op bladzijde 21 kunt u hier meer over lezen en ook hoe u zich voor deze workshop kunt aanmelden. Deelname is gratis!

Dan het komende Photonics Event FE2016 op 2 en 3 juni a.s. te Veldhoven. Op moment van schrijven zijn wij druk bezig met de ontwikkeling van het conferentieprogramma. Meer hierover leest u op bladzijde 20. En net als vorig jaar zal het volgende Fotonica Magazine al in mei uitkomen als special voor het FE2016.

Tenslotte stel ik u graag voor aan twee nieuwe leden namelijk de Radboud Universiteit te Nijmegen en Admesy bv te Ittervoorde. Leuk toeval is dat in deze uitgave juist ook een artikel gepubliceerd is afkomstig van de Radboud Universiteit met als onderwerp Frequency Combs.

Veel leesplezier!

Guus Taminiau
 Directeur PhotonicsNL

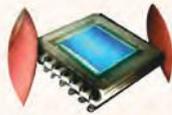
**Knowledge****Design****Manufacturing****Application**

Bespreek het met PEO

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.

Positiebepaling

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



µm positie



MHz/submicron positionering



laseraflijning

Lichtmeting en -detectie

- diamant detectoren ($\lambda < 220\text{nm}$)
- silicium fotodioden
- luminantie-/illuminantie meters
- flickermeters



OEM lichtdetectie
UV-VIS-IR



autonome luxmeter



luxmeter / flicker
180kHz

Colorimetrie

- kleursensoren
- colorimeters
- reflectie-/glossmeters



high-speed
colorimeter



kleurdetectie



absoluut kleur



gecombineerde
colori- & spectrometer

Spectrometrie

- spectrometers
- gonio spectrometers
- integrerende bollen
- lichtbronnen



portable
spectrometer



pro spectro-
meter



lampcalibratie



LED/lamp
karakterisatie



absoluut
licht



imaging spectral
colorimeter

Imaging

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



imaging photometer



imaging colorimeter



Frequency Combs towards applications

Introduction

Since 2000, the Frequency Comb (FC) [1] has appeared as a new laser source, offering a broad spectral range that consists of a large number equidistant narrow lines (Figure 1), which have stable and accurate individual positions. Such FC lasers are self-calibrated on the frequency scale. As a light source, the unique properties of Frequency Combs are a high spectral brightness and a spectral wavelength spanning over several hundreds of wavenumbers in spectral regions ranging from the UV to the infrared. As such, a single FC has a spectrum equivalent to 100.000s single-mode lasers emitting, simultaneously, in phase and at perfectly well known frequencies. The benefit of such light source for metrology have been acknowledged in 2005, when T.W. Hänsch and J.L. Hall were awarded by the Nobel Prize for the invention and the understanding of the Frequency Comb.

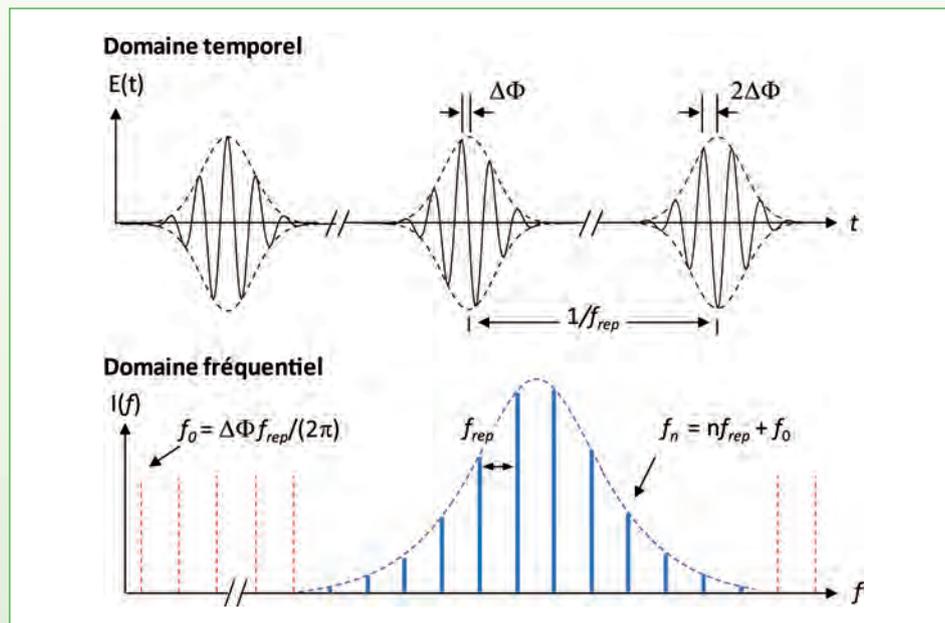


Figure 1: Based on a femtosecond mode-locked laser, a pulse train is generated in the time domain. Its spectrum is a series of Dirac delta functions in the frequency domain. These lines typically have a width of few kHz. By controlling the repetition rate (f_{rep}) and the carrier-envelope offset (f_0) between each pulse, the frequency position of each line in the frequency domain is stable and known with an excellent accuracy. The spacing between the lines, linked to repetition rate of the pulses, can be from the MHz to the GHz range.

Fourier Transform (FT) spectroscopy is one of the major scientific instrumental developments during the second half of the twentieth century. FT Spectrometers are the most efficient instruments to record, highly consistent, well resolved spectra and have become the standard in the field of spectroscopy, appropriate for applications ranging from quantitative analysis in research labs to monitoring on-line processes in industry. Today many companies (Bruker Optics, ABB Bomem, Thermo Nicolet, etc.) manufacture affordable and easy to use FT spectrometers. Despite its success, FT spectrometry has encountered little evolution since its early breakthrough. The recording times are mostly limited (few minutes), low spectral resolution (~ 10 GHz), next to its limited sensitivity. In this context, Frequency Combs can offer tremendous features for the world of spectroscopy that will lead to the next generation of spectroscopic instrumentation.



Julien Mandon is a postdoctoral fellow at the Radboud University, Nijmegen (the Netherlands). He completed his PhD in Physics in 2009 at the University Paris Sud, Orsay (France), where he used Frequency Combs for infrared spectroscopy and proposed, for the first time, its use in combination with Fourier spectroscopy. After two years financed by a EU Marie Curie fellowship working on Quantum Cascade Lasers for the detection of trace gas emitted by various biological sample, he decided to focus his research back to frequency combs. His project demonstrates the successful implementation of mid-infrared Optical Parametric Oscillators for frequency comb spectroscopy.



Frequency combs from visible to mid-IR

The first generation of broadband combs were based on bulky femtosecond Ti:Sapphire lasers and the emission wavelength was restricted from 400 to 1100 nm. Nowadays, the most common commercial products are based on femtosecond fiber lasers and are available at (depending on the fiber doping): 1 μm (Yb), 1.5 μm (Er), 2 μm (Tm). Moderately compact and with turnkey operation, these FC systems are producing hundreds of mW optical power that can further be amplified. This wavelength region is attractive as research topic because of the potential applications and the integration of the combs into micro-photonics. A highly promising route to such optical comb generation, utilizes ultra-broadband, cascaded, parametric four-wave mixing oscillation in high-Q microresonators [2] (Figure 2). By changing the material of the microresonator, different wavelength region can be reached; a wavelength at 2.5 μm could be reached using magnesium fluoride [3].

Another successful approach is the use of the semiconductor technology for the design of mm-scale mode-locked ring resonators [5, 6]. Optical bandwidth of tens of nanometers and output power of few milliWatts have been demonstrated around 1.5 μm (Figure 3).

Frequency combs in the mid-infrared wavelength region above 3 μm have been well studied and several techniques have been successfully implemented [7] based on non-linear generation. Offering different features in term of wavelength coverage, output power, intensity or frequency noise, all these

techniques have as principle, to convert near-infrared combs at longer wavelength using non-linear optical conversion process. Presently, wavelengths longer than 6 μm are still challenging to reach at high power levels. The main constraint is the lack nonlinear crystals that are transparent in that wavelength range.

One recent alternative is the Quantum Cascade Laser (QCL) comb. For mid-infrared spectroscopy, QCLs are a well known as continuous wave or pulsed lasers source. QCLs have mW of output power and available at any wavelength longer than 4 μm. They can be easily integrated in sensor systems allowing single or multiple-molecular species detection. Recently, QCLs have proven themselves capable of generating comb spectral structures, paving the way for compact and efficient mid-infrared comb sources [8].

Frequency Comb Spectroscopy

In the early stage, FCs were successfully combined with Michelson-based FT Spectrometers for molecular absorption spectroscopy [9]. As a light source, Frequency Combs allows faster measurements with higher sensitivities with relatively broad spectral coverage. However, limitations remained in terms of spectral resolution, recording time, and needed FT Spectrometer.

It appeared that the unique feature of a Frequency Comb, to have a discrete equal-distance spaced spectrum of emission lines, allows the realization of a completely new generation of spectrometers, known as Dual-Comb FT spectrometers[10]. Based on two Frequency Combs, this motionless spectrometer

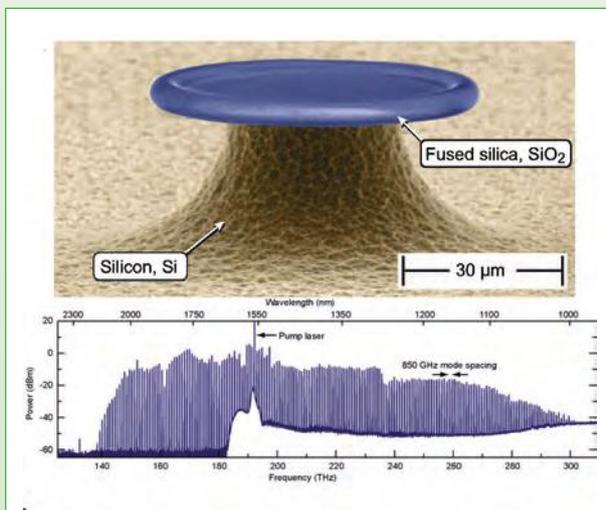


Figure 2: (top) Microscope image of a fused silica micro toroid microresonator. (bottom) When the continuous laser light is coupled into the resonator, the high power enhancement leads to the generation of a Frequency Combs through high four-wave mixing. (Figure taken from [4]).

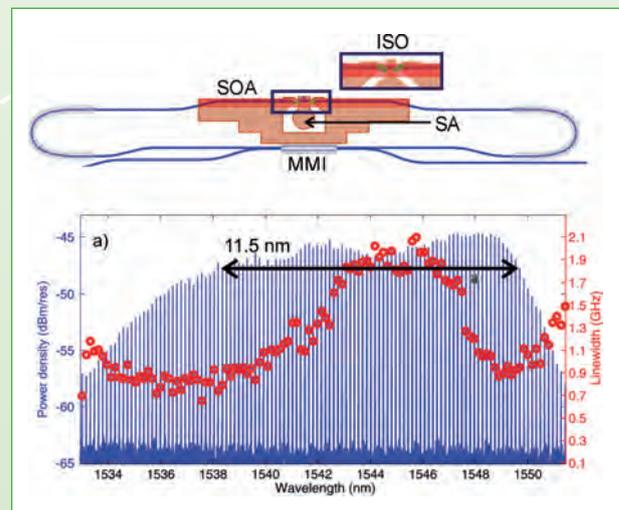


Figure 3: (Top) Mask layout of a 4 mm ring mode-locked laser. SOA: semiconductor optical amplifier, SA: saturable absorber, ISO: two electrical isolation sections, MMI: multimode interference coupler. (Bottom) The optical frequency comb generated. The red circles represent the linewidth values for each mode. (Figure taken from[5]).

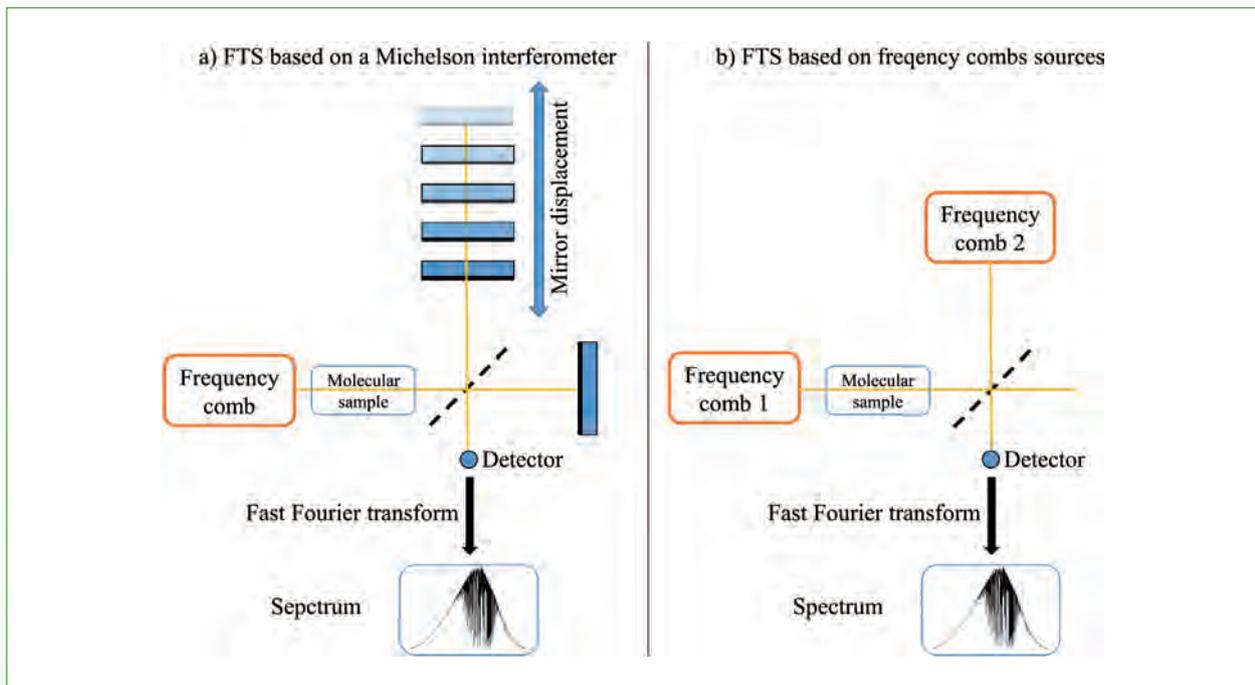


Figure 4: Comparison between a conventional and a frequency comb based spectrometers. a) Using the frequency comb instead of a blackbody source with a Michelson interferometer allows faster and more sensitive measurements. Limitations are recording time (mechanical movement of a mirror), and spectral resolution (needs long arm for high spectral resolution, e.g. 1 meter for only 150 MHz.) b) A spectrometer based on Frequency Combs is using FC-lasers sources providing high spectral brightness (high sensitivity), no moving elements (fast and high spectral resolution in a compact design) and high frequency accuracy (spectral discrete properties of the combs).

offers the same assets as traditional an FT spectrometer; its main advantages are related to the absence of moving parts and to the metrological qualities of the Frequency Combs (Figure 4). With such a Dual Comb spectrometer, the recording time, spectral resolution and frequency accuracy can be improved as much as $1'000'000$ times as compared to other FT spectrometers. Its principle is that pairs of lines from the two combs, lying close to each other, show a beating in the radio-frequency domain, thus providing a down-converted image of the optical spectrum.

As an example of dual-comb spectroscopy in the mid-infrared, an OPO containing two MgO-doped PPLN crystals in a singly resonant ring cavity was demonstrated for absorption and dispersion spectroscopy [11]. The OPO source is able to generate an FC between 2.7 and 4.7 μm . Dual-comb spectroscopy is achieved by using a laser pump of the OPO, two identical Yb fiber mode-locked lasers with different repetition frequencies. A measured absorption/dispersion spectrum of methane is presented with a spectral bandwidth of 350 cm^{-1} , giving an instrumental resolution of 0.2 cm^{-1} (Figure 5).

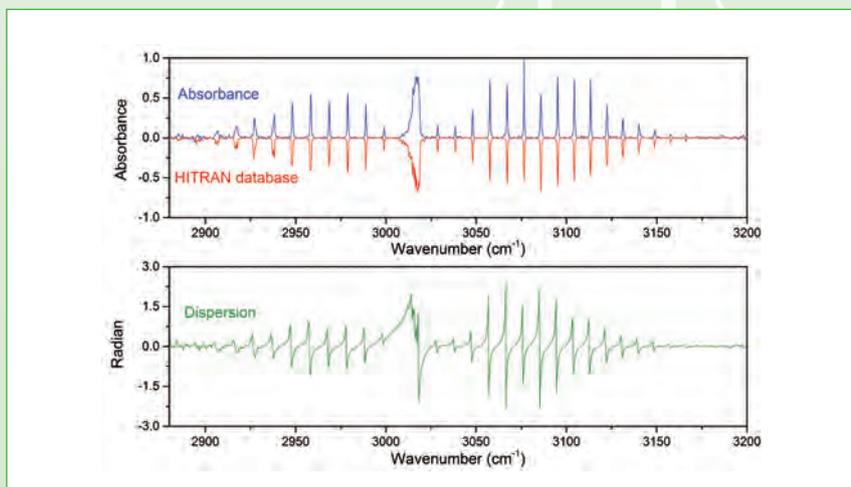


Figure 5: Blue curve: Normalized and averaged absorption spectrum of the ν_3 vibrational band of methane recorded using dual-comb spectroscopy. Red curve: Simulation HITRAN database. Green curve: Dispersion information retrieved from the same measurement. The total recording time of the 350 cm^{-1} spectrum is of 100 ms. (Figure taken from [12]).

Frequency Combs have the potential to replace lasers and blackbody lamps in a wide variety of applications. Below, a few examples are given from literature in which Frequency Combs could trigger a major step forwards in their specific application area.

Rapid and precise distance measurements

Frequency Combs are used within metrology for rapid and precise measurements of absolute distances [13-15]. This has important applications in non-contact ranging of a distance in industrial metrology, manufacturing, forensics, etc. With a typical continuous wave source, distance measurements are done by determination of the phase shift on a signal after travelling a certain distance. The wavelength of the laser is chosen according to the requirement, a shorter wavelength for better spatial resolution, or a longer wavelength for a larger ambiguity range. Using multiwavelength interferometry is one of the solutions to keep a reasonable ambiguity range while maintaining sub-wavelength resolution. As such, frequency combs are excellent candidate sources.

When two frequency comb sources are used, the time-of-flight of the femtosecond pulse and the interferometry between the two combs can provide absolute distance measurements. An example is in Figure 6, in which the time-of-flight of the pulse yields a precision of 3 μm with an ambiguity range of 1.5 m within 200 milliseconds. The precision is improved down to 5 nm (in 60 milliseconds) using the information of the phase of the optical carrier frequency. The advantage of the use of Frequency Combs is the fast millisecond-scale update rates, which can be very useful for effective feedback.

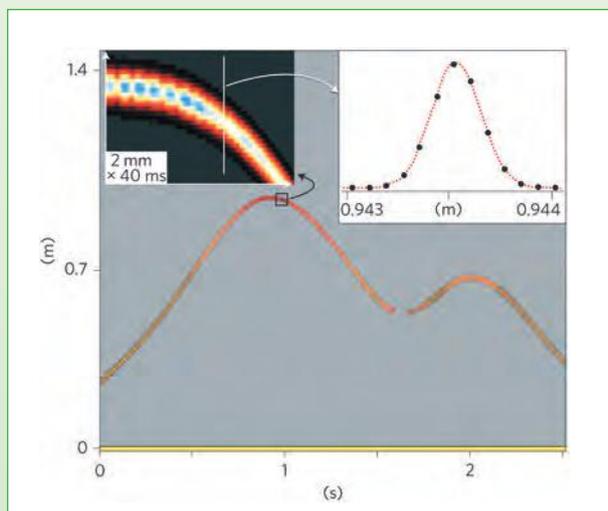


Figure 6: Real-time image of the range versus time for a moving target. Every 200 ms, the system scans the entire 1.5 m ambiguity range of the system. The upper right inset shows a cross-section of the return signal. The absolute distance to the target is determined within 3 μm . (Figure taken from [13]).

Observation of exoplanets

For the calibration of astronomical spectrographs laser frequency combs are the ideal spectroscopic source [16]. The lines of a Frequency Combs can be frequency stabilized with an atomic clock. Such absolute long-term frequency calibration allows collecting velocity information of astronomical objects via de Doppler shifts of the atomic emission lines from these objects. For the detection of exoplanets in orbits around solar-type stars, the observable is a tiny velocity change of the emission line of less than 10 $\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$. The variation in stability across observations is important. Using laser frequency combs the velocity change around a star was measured over periods of days [17] (Figure 7).

Coherent Raman Spectroscopy with frequency combs

Coherent Raman spectroscopy offers a label-free tool for the non-destructive and chemically selective probing of complex systems via the observation of vibrational transitions in molecules. Frequency Combs have been explored in their potential for Coherent anti-Stokes Raman Spectroscopy (CARS) and spectro-imaging measuring all spectral elements over a wide bandwidth and with high resolution on a microsecond timescale [18] (see Fig. 8).

Broadband Phase Spectroscopy over Turbulent Air Paths

While conventional broadband spectroscopy only measures intensity absorption, broadband phase spectroscopy enables measurement of the full complex susceptibility. Only a few instruments are capable of directly measuring broadband phase spectra; dual-comb spectrometers are one of them, even outside the lab under turbulence conditions (Fig. 9) [19]. Normally, phase measurements require a stable optical path, which is challenging in the laboratory and fundamentally impossible in turbulent paths. The elimination of turbulence

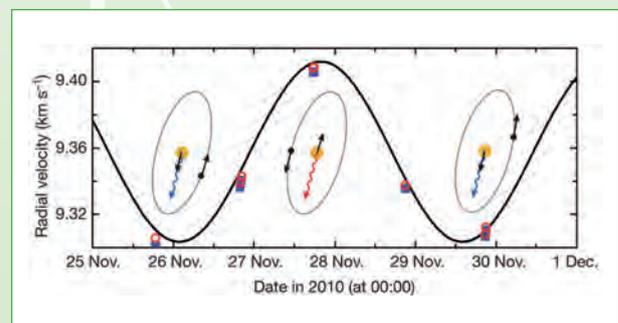


Figure 7: The orbit of a planet around a star is sketched as the star has a periodic deviation from its average radial velocity of 9.36 $\text{km}\cdot\text{s}^{-1}$. The minimum short-term Doppler shift that could be measured was 2.5 $\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$ (Figure taken from [17]).

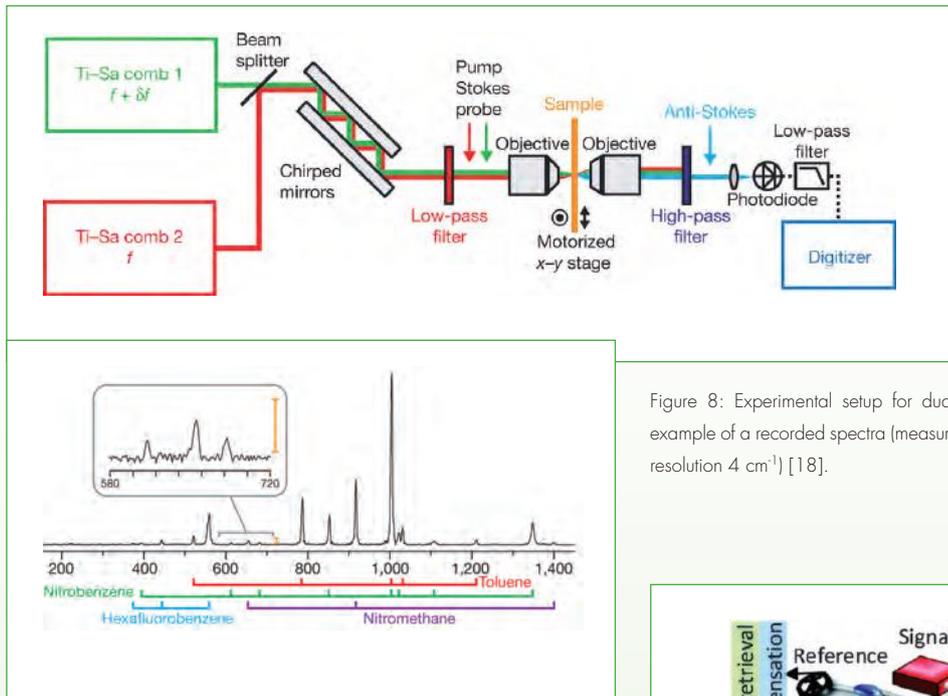


Figure 8: Experimental setup for dual-comb CARS spectro-imaging and an example of a recorded spectra (measurement time 295.5 μ s; apodized spectral resolution 4 cm^{-1}) [18].

phase noise is possible due to the fact that it falls off rapidly at higher Fourier frequencies. Over the time that the dual-comb spectrometer acquires a single spectrum the phase noise is effectively frozen. Next to this, the turbulence-induced phase noise can be correlated across the comb spectrum and quantified very accurately, after which it can be removed [19]. As such, phase spectra are measured with a 10^5 -fold suppression of the turbulence-induced phase noise. With higher-order baseline removal, the phase noise becomes 0.6 mrad, or a refractive index change of $<10^{-13}$ over a 2 km path. ♦

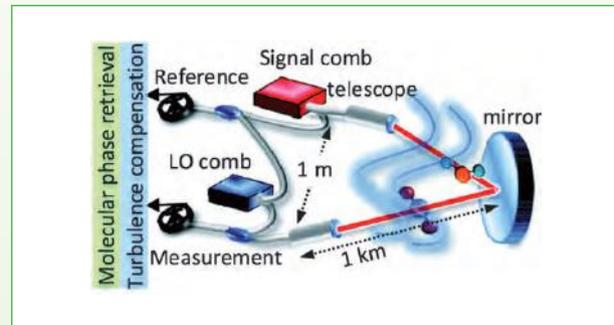


Figure 9: Phase-sensitive, turbulence-compensated dual-comb spectrometry. The signal comb is transmitted across a turbulent path (red), recollected and heterodyned against a Local Oscillator Comb. The turbulence phase noise is extracted from the data and used to self-compensate the measured complex spectrum, to retrieve the atmospheric molecular phase and absorbance spectrum. (Figure taken from [19]).

1. Cundiff, S.T. and J. Ye, *Colloquium: Femtosecond optical frequency combs*. *Reviews of Modern Physics*, 2003. **75**(1): p. 325-342.
2. Kippenberg, T.J., R. Holzwarth, and S.A. Diddams, *Microresonator-Based Optical Frequency Combs*. *Science*, 2011. **332**(6029): p. 555-559.
3. Wang, C.Y., et al., *Mid-infrared optical frequency combs at 2.5 μ m based on crystalline microresonators*. *Nature Communications*, 2013. **4**: p. 1345.
4. Del'Haye, P., R. Holzwarth, and T.J. Kippenberg, *Large bandwidth from a tiny device*. SPIE News room, 2011. DOI: **10.1117/2.1201110.003910**: p. 1-3.
5. Moskalenko, V., et al., *Record bandwidth and sub-picosecond pulses from a monolithically integrated mode-locked quantum well ring laser*. *Optics Express*, 2014. **22**(23): p. 28865-28874.
6. Latkowski, S., et al., *Monolithically integrated 2.5 GHz extended cavity mode-locked ring laser with intracavity phase modulators*. *Optics Letters*, 2015. **40**(1): p. 77-80.
7. Schliesser, A., N. Picque, and T.W. Hansch, *Mid-infrared frequency combs*. *Nature Photonics*, 2012. **6**(7): p. 440-449.
8. Hugi, A., et al., *Mid-infrared frequency comb based on a quantum cascade laser*. *Nature*, 2012. **492**(7428): p. 229-233.
9. Mandon, J., G. Guelachvili, and N. Picque, *Fourier transform spectroscopy with a laser frequency comb*. *Nature Photonics*, 2009. **3**(2): p. 99-102.



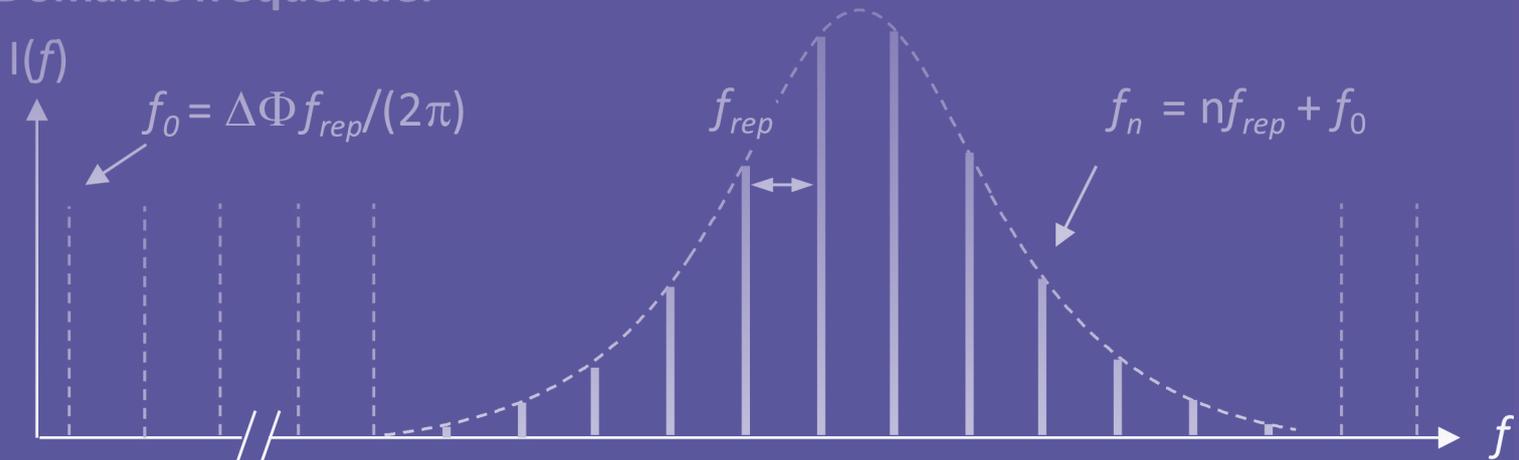
10. Ideguchi, T., et al., *Adaptive real-time dual-comb spectroscopy*. Nature Communications, 2014. **5**: p. 3375.
11. Jin, Y., et al., *Two-crystal mid-infrared optical parametric oscillator for absorption and dispersion dual-comb spectroscopy*. Optics Letters, 2014. **39**(11): p. 3270-3273.
12. Jin, Y., et al., *Femtosecond optical parametric oscillators toward real-time dual-comb spectroscopy*. Applied Physics B-Lasers and Optics, 2015. **119**(1): p. 65-74.
13. Coddington, I., et al., *Rapid and precise absolute distance measurements at long range*. Nature Photonics, 2009. **3**(6): p. 351-356.
14. van den Berg, S.A., et al., *Many-Wavelength Interferometry with Thousands of Lasers for Absolute Distance Measurement*. Physical Review Letters, 2012. **108**(18): p. 183901.
15. Baumann, E., et al., *Comb-calibrated laser ranging for three-dimensional surface profiling with micrometer-level precision at a distance*. Optics Express, 2014. **22**(21): p. 24914-24928.
16. Murphy, M.T., et al., *High-precision wavelength calibration of astronomical spectrographs with laser frequency combs*. Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 2007. **380**(2): p. 839-847.
17. Wilken, T., et al., *A spectrograph for exoplanet observations calibrated at the centimetre-per-second level*. Nature, 2012. **485**(7400): p. 611-614.
18. Ideguchi, T., et al., *Coherent Raman spectro-imaging with laser frequency combs*. Nature, 2013. **502**(7471): p. 355-358.
19. Giorgetta, F.R., et al., *Broadband Phase Spectroscopy over Turbulent Air Paths*. Physical Review Letters, 2015. **115**(10): p. 103901.

About the other author:

Frans J.M. Harren completed his Ph.D. in 1988 developing laser-based photoacoustics techniques to study trace gas emissions from biological samples. Presently, he is Associate Professor at the Radboud University in Nijmegen. He published more than 210 publications in refereed journals and gave more than 110 invited presentations. His research focuses on the reliable sensing of minute quantities of trace gases in complicated gas mixtures using laser spectroscopy and mass spectrometry. Currently, mid-infrared Optical Parametric Oscillators and Quantum Cascade Lasers are used for this next to solid-state lasers and Frequency Comb lasers. The laser-based analytical instruments are applied in the field of Biology and Medical Sciences. Amongst others, breath studies are performed on humans to relate the exhaled gases in the breath to the physiological status of their body. He is co-founder of the spin-off company Sensor Sense, which commercializes laser-based trace gas sensors.



Domaine fréquentiel



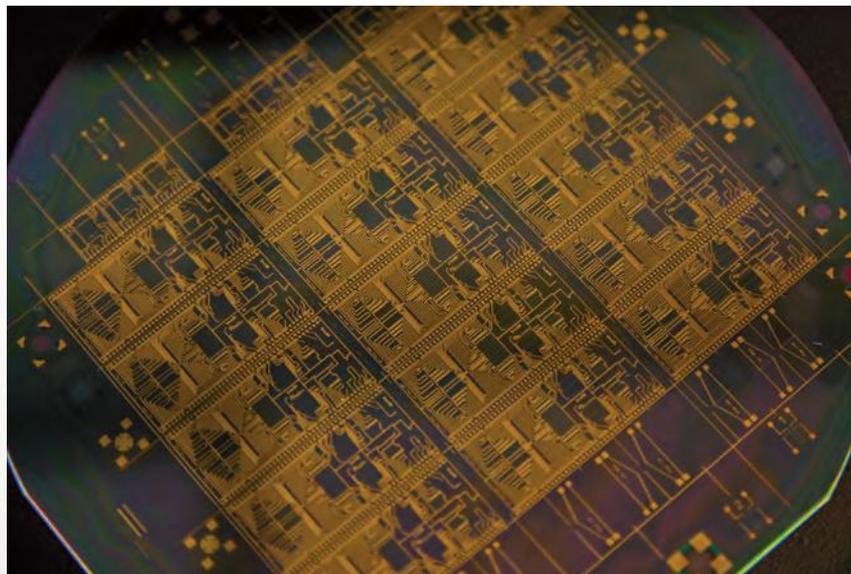


TWENTSE HIGHTECH BEDRIJVEN MAKEN OMSCHAKELING NAAR 5G MOGELIJK.

EU INVESTEERT 1,6 MILJOEN EURO IN ONDERZOEK SOLMATES, LIONIEN EN SATRAX

De Twentse nanotechnologiebedrijven Solmates, LioniX en Satrax ontvangen gezamenlijk 1,6 miljoen euro van de Europese Unie voor de ontwikkeling van energiezuinige micro lichtschakelaars voor de telecomsector. Deze schakelaars zijn noodzakelijk om de omschakeling van 4G naar het veel snellere 5G netwerk mogelijk te maken. De schakelaars die de drie spin-off bedrijven van de UT ontwikkelen zijn een miljoen keer energiezuiniger en vele malen sneller dan bestaande technologie. Volgens de bedrijven maakt het hightech ecosysteem rondom UT-onderzoeksinstituut MESA+ en Kennispark Twente projecten als dit mogelijk. "De hele innovatieketen is hier aanwezig en dat binnen een straal van een paar honderd meter."

Met de huidige technologie is de vraag naar steeds sneller mobiel internet niet bij te houden voor telecombedrijven. Telecombedrijven gebruiken daarom steeds vaker infrastructuur die informatie verwerkt met behulp van licht, omdat je hiermee sneller en meer informatie kunt verwerken. Voor mobiel internet heb je dan ook systemen nodig die radiosignalen kunnen omzetten naar lichtsignalen. Ondertussen zijn hiervoor al diverse optische schakelingen beschikbaar, maar deze hebben enkele nadelen: de te lage snelheid en de lokale warmteontwikkeling op de chips. Om de stap naar 5G internet op je mobiel te kunnen maken is een nieuwe generatie lichtschakelaars nodig; schakelaars als onderdeel van intelligente antennesystemen die het dekkingsgebied en de capaciteit van het netwerk optimaliseren.



MILJOEN KEER ENERGIEZUINIGER

De bedrijven Solmates, LioniX en Satrax zullen daarom binnen het HAMLET project optische schakelingen op chips creëren die duizend keer sneller en een miljoen keer energiezuiniger zijn. Door het veel lagere energieverbruik creëren de schakelingen lokaal veel minder hitte, wat essentieel is voor robuuste systemen van telecomproviders. Naast toepassingen in de telecomsector is de technologie onder meer relevant voor de medische diagnostiek.

De Europese Unie investeert 3,4 miljoen euro in het HAMLET project (projectnummer 688750 binnen het Horizon 2020 programma) waarin naast de drie Twentse bedrijven ook onderzoeksinstituut Fraunhofer HHI (Duitsland), het bedrijf Linkra (Italië) en de Technische Universiteit van Athene (Griekenland) zijn betrokken.

TWENTS HIGHTECH ECOSYSTEM

De drie Twentse nanotechnologiebedrijven komen voort uit onderzoek van UT-onderzoeksinstituut MESA+. Als een van de succesfactoren van Twente noemen ze het hightech ecosysteem rondom UT-onderzoeksinstituut MESA+ en Kennispark Twente. "De hele innovatieketen is aanwezig en dat binnen een straal van een paar honderd meter," vertelt Paul van Dijk, CEO van Satrax. Hierbij doet hij op het fundamentele onderzoek van de Universiteit Twente, de hoogstaande faciliteiten (zoals het MESA+ Nanolab en de High Tech Factory), tal van hightech bedrijven die elkaar versterken en begeleiding vanuit Kennispark Twente. "Het feit dat succesvolle hightech bedrijven hier blijven, zegt eigenlijk al genoeg," vult Matthijn Dekkers, CTO van Solmates aan.



SOLMATES, LIONIX EN SATRAX

Solmates produceert apparatuur voor het aanbrengen van nanolagen die worden gebruikt in onder meer de halfgeleiderindustrie. Deze door Solmates ontwikkelde technologie, op basis van gepulste laser depositie, is uitermate geschikt voor het aanbrengen van nieuwe materialen die nodig zijn voor toekomstige generaties computerchips.



LioniX ontwikkelt en produceert chips gebaseerd op micro- en nanotechnologie, voor onder andere optische schakelingen en vloeistof toepassingen. Het bedrijf faciliteert naast de productontwikkeling ook de productie voor de klanten die de chips als een enabler in hun producten gebruiken.



Satrax ontwikkelt intelligente antennesystemen bestemd voor vliegtuigen, satellieten en zendmasten. Deze systemen kunnen zich automatisch zo richten dat de verbinding minder snel verbroken kan worden. In de systemen spelen geïntegreerde fotonische circuits een essentiële rol.





Continuous non-invasive measurements of metabolic parameters in muscle and organ tissues using Micro Ring Resonators

“Any successful product starts with an audacious plan”

Several ways to innovation

Many contributions in Photonics Magazine are written from a so-called "top-down" point of view, where highly scientific knowledge leads to the development of new technology, technology that in turn can be developed into specific applications and products, thus contributing to economic growth and employment.

Dutch universities and colleges have an excellent reputation where it comes to developing (medical) technologies and products for health care and related areas. This often arduous journey from a promising idea to a viable, marketable product is also generously supported by both the Dutch and European governments.

Much harder is the alternative approach, in the form of "bottom-up" innovation, where market demand for a solution to a specific problem incites a commercial entity or user group to develop a new product or application, often developing new technologies on the way. If, for instance, a dermatologist comes up with an idea for an automated system for visual monitoring of skin lesions, he or she would face enormous initial obstacles. The first obstacle is finding (or developing!) suitable technologies as a basis for this product; another obstacle is finding interested parties, both for carrying out this development and for financing the enterprise. Financing is also a delicate matter because of the uncertainties that are inherent to this developmental approach.

This article is written from the perspective of a small high-tech company, operating on the crossroads between "bottom-up" and "top-down", combining a certain demand from and practical knowledge of the marketplace with ground-breaking scientific knowledge in order to develop a new product.

Innovation from an intermediate technological point of view

Already in 2006, Alb. van Gool R&D was asked by a start-up company of a group of wireless technology experts to develop a wearable, wireless sensor system for around-the-clock monitoring of intramural diabetes patients. Monitoring would encompass several parameters, such as patient location and general activity (movement), body temperature, and above all the blood glucose level.

A considerable number of these patients would be suffering from diabetes type 1, which means that they are dependent on multiple insulin injections per day; this has led to the decision by Alb. van Gool R&D that glucose level monitoring should be both continuous and non-invasive.

This idea, however, was not exactly new, and already at that time, billions of dollars had been spent worldwide on developing other non-invasive glucose sensors. Yet only two products ever reached the validation stage, one in the United States, and one in Switzerland. It turned out that the Swiss product would not meet CE specifications in most European countries, and that the American product was acquired by a large manufacturer of insulin products. In the end, the start-up company failed to become viable, and the sensor project was shelved.



Bert van Gool (69) is a typical example of a "self-made man". He studied Mechanical Engineering at the HTS in Enschede, and in 1974, he founded "Alb. van Gool R&D" (<http://www.vangoolrtd.nl/>). In the subsequent 42 years, he completed numerous projects in the areas of (precision) mechanics, electronics, optics and sensor technology, working on theoretical as well as practical aspects. From the year 2000 onwards, Bert increasingly specialized in sensor technology, among which an experimental setup for a Sclera topography measurement device, an contactless measuring system for relative movement of the maxilla (the upper jaw sections), an inexpensive ingestible temperature sensor, several generations of skin lesion monitoring systems, based on spectral imaging and state of the art vision technology, and of course the already described metabolism sensor system. Bert is the CTO and majority stock holder of MetaSenze BV.



Bridging the gap between demand and supply

Through his membership of Federatie Het Instrument, a group of sensor technology experts, Alb. van Gool R&D's proprietor Bert van Gool learned about the concept of micro-optical sensor technology from Dr. Ir. René Heideman, the future co-founder and CEO of LioniX BV. This sensor technology exhibited a high sensitivity (only a few ppm's of gases in air), making it difficult to find relevant applications.

Through his experience with olfactometry, Bert van Gool was aware of the fact that diabetes specialists and health care professionals often perceive a particular odor in patients with hypoglycemia (a low blood glucose level), an odor described as "fruity". The human olfactory sense is capable of perceiving the mere presence of this class of substances in concentrations above approximately 100 ppm, while being able to determine as acetone at some 300 ppm and higher.

This means that the health condition of diabetes patients can be linked to the presence of certain volatile substances which are found in exhaled air and urine, and even permeate through the skin. Combined with the fact that these substances can be properly detected not only by our sense of smell, but also by innovative sensor technology, Alb. van Gool R&D decided in 2006 to take out a patent on the basic principle of "Transcutaneous detection of biomarker substances in humans and animals with sensor technology based on optical interferometry".

In 2009, Van Gool finally succeeded in securing a European grant for this project, which was subsequently revived under the name "HypoSense".

The project was split into two parallel yet separate parts: 1) development of an optical-interferometrical sensor with an optically active layer, together with supporting electronics, and 2) research into any medically relevant possibilities for measuring metabolic products through the skin, in order to gather information about the health condition of a subject.

From literature research, it was already clear that one substance in particular was suitable for signaling a deviation in cellular metabolic processes, i.e. one of three ketones that are produced when muscle and organ cells switch from burning glucose to burning fat: acetone.

First developments

In the first part of the project, René Heideman quickly came up with the suggestion to use a so-called Micro Ring Resonator (MRR) [Figure 1] as a sensor platform. Polymer specialists found several candidates for a chemical-optical polymer layer

that on one hand would respond readily to the presence of acetone vapor by changing the optical behavior of the MRR, but on the other hand should be insensitive to commonly present gaseous substances such as water vapor and carbon dioxide. . [Figure 2] Together with Linetec Enschede (<http://www.linetec.nl/>), special equipment was developed for laboratory measurements on MRR's [Figure 3].

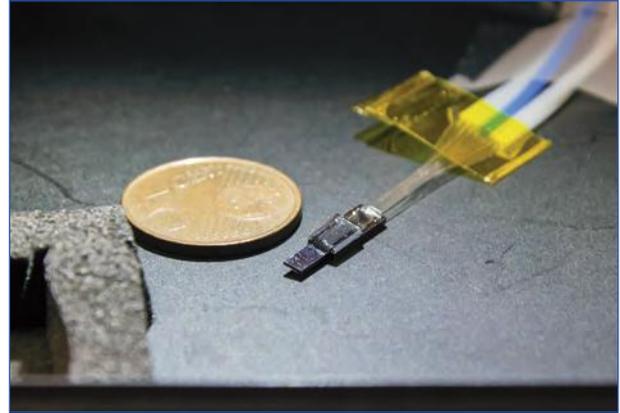


Figure 1.

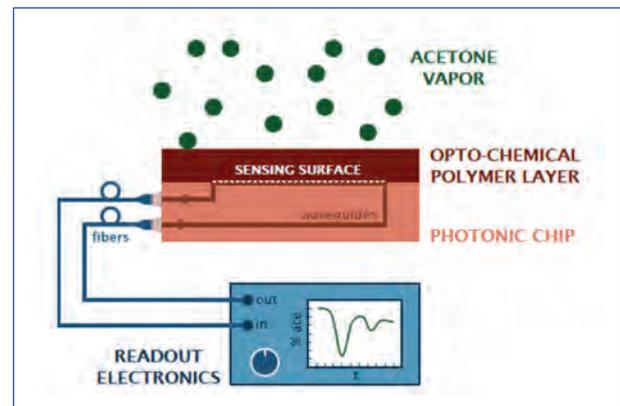


Figure 2.



Figure 3.



The second part of the project was carried out in a German clinic specializing in metabolic medicine, using rented laboratory equipment. Here, patients with diabetes type 1 were monitored under so-called "clamp conditions", where both blood glucose and insulin levels could be forced up and down intravenously, a standard procedure in pharmaceutical trials.

These tests revealed that there was no medically significant correlation between blood glucose levels and acetone concentrations as measured through the skin. Several participants considered the project "failed" because of these negative results, and the project was subsequently terminated.

Later and current project phases

As any successful developer can confirm, determination and perseverance are key character traits when it comes to turning a good idea into a great product. Instead of abandoning the project altogether, Bert van Gool wondered if measuring acetone concentrations together with blood glucose levels (and not just acetone alone) would yield important new information about the metabolism of muscle and organ cells. Also, this would concern not just diabetes patients, but could also be very interesting in any other situation where metabolism is stressed or deviates from normal, e.g. in professional athletes and fitness enthusiasts, in people with eating disorders or certain metabolic conditions, and also in veterinary practice (e.g. ketosis in dairy cattle). To this end, he consulted several experts on both diabetes and human metabolism.

Unfortunately, high-tech medical developments are particularly difficult to fund from this intermediary and autonomous position. This is due to the lengthy "early phase" in the overall development process, stringent procedural requirements, resilience of the market to accept new developments, and last but not least the high cost of involving high-tech and medical expertise from third parties.

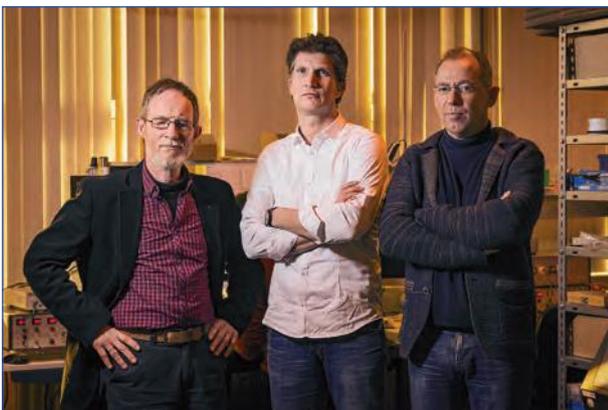


Figure 4.



Figure 5.

By the end of 2014, a start-up by the name of MetaSense BV was founded, in order to continue the development of a high-tech metabolism sensor system.

As from January 1st 2016, Poul van den Elshout is MetaSense's CEO. Development of the essential MRR part of the project is carried out by the Lectorate of Nanotechnology of Saxion University (<http://saxion.nl/nanotechnology>), supervised by Dr.Ir. Cas Damen and Ir.Gerard Heesink. Ir. Heesink also participates in MetaSense in the function of CSO [Figure 4].

At the start of MetaSense, the decision was made to focus first and foremost on the development of sensor applications for sports and dietary research, with veterinary applications as a second goal, and applications in the field of diabetes coming third.

For the first development priority, collaboration was started with Roessingh R&D (<http://www.rrd.nl/>), which among other things performed research into metabolic phenomena during top-level and endurance sports, especially in relation to ketone production and physical condition.

At this moment, a laboratory-grade sensor is available that meets all criteria with regard to sensitivity and selectivity for all three fields of application.

MetaSense is currently working on a miniaturized, wireless interface for the MRR sensor device, which should be available for testing with athletes later this year. [Figure 5]



Conclusion

High-tech innovation from a "halfway" position between a purely scientific top-down approach and a market-driven bottom-up approach offers unique opportunities, but also comes with its own challenges. On the one hand, this position enables easier and quite selective access to co-operation with

partners from a scientific background, while on the other hand a solid connection with the actual market provides clear goals and timelines. But above all, this way of developing innovative products requires endless perseverance, and the ability to do a lot with (very) scarce means. ♦

About the other authors:

Gerard Heesink obtained a master's degree in Theoretical and Solid State Physics at the University of Twente in 1988. From 1988 until 1994 he worked at the Opto-Electronics Department of the University of Twente, specializing in Non-Linear Optics. He is (co) author of several papers in inter alia Appl.Phys.Lett. and Phys.Rev.Lett. From 1995 to 2008 he was co-owner of a company handling Semiconductor Packaging. Presently he is assistant professor of Nanotechnology at the Saxion University of Applied Sciences in Enschede, The Netherlands, and co-founder and CSO of MetaSense B.V.



Poul van den Elshout has his roots in industrial design, graduated cum laude at the Design Academy Eindhoven in 1997 on conceptual design and has been working as a entrepreneur ever since. Within Metasense his role as fascilitator has been of great influence on the business. Finding new clients and markets, leading the road to succes.



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

‘Spectral Imaging’: een mooi voorbeeld van volwassen Fotonica Technologie



Guus Taminiau



Op 21 en 22 januari vond op het prestigieuze Koninklijk Instituut voor de Tropen (KIT) te Amsterdam onze Oasis-workshop ‘Spectral Imaging beyond Vision’ plaats. Met 45 actieve deelnemers afkomstig uit Frankrijk, Spanje, Zweden, Italië, Duitsland, Denemarken, Finland en uiteraard Nederland kunnen we spreken van een zeer geslaagde workshop.

De workshop was georganiseerd samen met Dick Sterenberg en Maurice Aalders van het AMC Uva en uiteraard samen met onze EU-partners.

De keuze van het programma bleek een belangrijke succesfactor, slechts één specifieke technologie (Spectral Imaging) in combinatie met één toepassingsgebied Healthcare & Life Science in de gehele waardeketen, dus van R&D en fabricage t/m eindgebruikers. Hiermee werd bereikt dat alle deelnemers “dezelfde taal” spraken. Na afloop van de workshop kwamen we tot de conclusie dat Spectral Imaging een mooi voorbeeld is van een Fotonica technologie, welke met een snel groeiend aantal toepassingen, eindgebruikers en nieuwe producten tot hoge mate van volwassenheid gekomen is. Veel nieuwe contacten, nieuwe ideeën en nieuwe leads waren geboren!

Met dank aan Dick en Maurice voor hun hulp bij de ontwikkeling van het programma en hun ondersteuning tijdens de workshop!

Alle presentaties (27 in totaal) kunt u bekijken en/of downloaden op de OASIS-website.

Light-Based Solutions for Agriculture, Veterinary And Ecology

Uppsala: 19-20 May 2016

Time: Thursday May 19, 9 am, to Friday May 20, 2 pm.
Place: Swedish Agricultural University (nearby the National Veterinary Institute), Uppsala, Sweden

Main organizers:

 Contact: pierre@photonicsweden.org

Co-organizers:

Workshop

- » Talks by Photonics and End-user Experts
- » Partnering & Networking
- » Exhibition
- » Guided Tours

Save the Dates!
May 19-20 2016

Onze volgende OASIS-workshop zal zijn in Zweden te Uppsala op 19 en 20 mei onder de titel “Light-Based Solutions for Agriculture, Veterinary and Ecology”. Hieronder treft u de aankondiging aan. Het gehele programma kunt op de OASIS-website vinden. Deelname is wederom gratis!

Fotonica nieuws

Guus Taminiau



• Samenwerkingsovereenkomst PhotonicsNL en RVO

In het vorige magazine heb ik reeds melding gemaakt van de samenwerkings- overeenkomst tussen PhotonicsNL en RVO. Inmiddels zijn de activiteiten die wij in de loop van dit jaar en begin volgend jaar vanuit deze samenwerking en het bijbehorende budget willen gaan organiseren vastgesteld. Dit zijn:

- Onze conferentie tijdens het Photonics Event 2016 en onze PhotonicsNL stand op beurzen en congressen.
- Concrete samenwerking met onze HBO-leden, te weten De Haagse Hogeschool, Fontys en Saxion, om het Fotonica-onderwijs te versterken en meer studenten te interesseren voor Fotonica.
- Ondersteuning van het project *Nationale Lichtmeting voor Scholieren* dat in het kader van het International Year of Light in 2015 gestart is en, mede dankzij deze steun, ook in 2016 door zal kunnen lopen. Meer informatie is te vinden op www.iyl2015.nl/educatie/Scholenexperiment.
- De organisatie van eindgebruiker-workshop(s) binnen de sectoren Agriculture & Food, Automotive en Health & Life Sciences, met als doel een kruisbestuiving op gang te brengen tussen Fotonica en eindgebruikers, passend binnen het Topsectorenbeleid.
- Organisatie van een symposium voor HBO-docenten en beleidsmakers om het belang van Fotonica-onderwijs onder de aandacht te brengen.
- Een internationaal holografiesymposium met daaraan gekoppeld een tentoonstelling over holografie afkomstig uit de Hermitage in Moskou, welke ook toegankelijk zal zijn voor het grote publiek.
- Tenslotte de versterking van ons Fotonicanetwerk in Nederland en binnen Europa in nauwe samenwerking met onze huidige EU-partners.

Kortom, een ambitieus programma van activiteiten, waarbij wij zeker een beroep zullen doen op onze leden om ons als vereniging hierbij te ondersteunen. Via onze website en nieuwsbrieven zullen wij u op de hoogte houden van deze activiteiten. En mocht u nu al vragen en/of ideeën hebben, laat het ons weten door een e-mail te sturen naar onze nieuwe Marketing & Communication Manager, Petra Wicherink: petra.wicherink@photonicsnl.org.

• Photonics Event FE2016

Dit jaar valt het FE2016 op 1 en 2 juni en wordt wederom georganiseerd samen met Vision & Robotics. Op 2 juni is onze PhotonicsNL conferentie. We hebben gekozen voor 2 parallelessies in de ochtend en middag. Graag stel ik de leden van onze programmacommissie aan u voor:

Silvania Pereira, TU Delft en secr. PhotonicsNL

Bart Snijders, TNO en bestuurslid PhotonicsNL

Eddy Schipper, RVO

Frans Harren, Radboud Universiteit

Maurice Aalders, AMC UvA

Sonia Garcia-Blanco, Universiteit Twente

Kevin Williams, TU Eindhoven

Femius Koenderink, AMOLF

Jaap Caro, TU Delft

Petra Wicherink, PhotonicsNL



Silvania en Petra zijn namens PhotonicsNL nauw betrokken bij de organisatie van de conferentie: Silvania op inhoud en Petra als contactpersoon naar alle sprekers. Op het moment van schrijven zijn de sprekers nog niet bekend maar uiteraard wel de thema's, namelijk: *Biophotonics* en *Femtosecond Photonics*, waarbij vooral nieuwe applicaties aan bod zullen komen en, parallel hieraan, *Integrated Photonics* en *Metamaterial Photonics* als innovatieve Fotonicatechnologie. Uiteraard kunt u het meest actuele programma volgen op de FE2016-website www.photonics-event.nl.

Een voorproefje op het thema *Femtosecond Photonics* vindt u al in het artikel van Julien Mandon en Frans Harren van de Radboud Universiteit op bladzijde 7.

Nieuw dit jaar is de koppeling met de tweede internationale editie van het *European Photonics Venture Forum (EPVF)*, dat op 2 en 3 juni plaats zal vinden. Dit evenement richt zich op het samenbrengen van ondernemers, investeerders,

bedrijven en beleidsmakers om vanuit nieuwe ideeën tot nieuwe samenwerking en wellicht tot nieuwe bedrijvigheid en werkgelegenheid te komen. De bij dit evenement betrokken partijen zijn o.a. PhotonDelta, Actphast, Photonics21 en Epic. Het programma op 2 juni vindt net als het FE2016 plaats in Veldhoven en sluit aan op onze conferentie. Het internationale karakter van dit evenement zal zeker het positieve gevolg hebben dat ook meer internationale bezoekers aan het FE2016, en dus ook aan onze conferentie, zullen deelnemen. Meer informatie, waaronder het programma, vindt u op de website van E-unlimited, www.e-unlimited.com. Als bezoeker van het FE2016 bent u uiteraard ook van harte welkom op dit evenement.

- **Workshop NanoTech&Photonics4SME**

Op dinsdag 12 april organiseren we samen met MinacNed de workshop *NanoTech&Photonics4SME*. Dankzij nieuwe Fotonicatechnologie, zoals Near-field Scanning Optical Microscopy, zijn we in staat om het ons wel bekende Rayleigh-criterium te omzeilen en om aan nanodeeltjes (20 nm) te meten. Mede dankzij deze ontwikkeling is Nanotechnologie een belangrijke nieuwe technologie geworden binnen zeer uiteenlopende toepassingsgebieden, zoals medische toepassingen, voedsel, cosmetica t/m fofovoltaïsche cellen en mikro-elektronica. Een bijzonder huwelijk tussen Nanofotonica en Nanotechnologie is hiermee gesloten. Het doel van de workshop is om vooral het MKB meer bewust te maken van de mogelijkheden die Nanotechnologie in combinatie met Fotonica bieden en die tot nieuwe business kunnen leiden. De voor u als leden zeker welbekende sprekers zijn Benno Oderkerk van Avantes, Willem Hoving van Anteryon, René Heideman van Lionix en Willem Vos van de Universiteit Twente. De workshop vindt plaats bij FHI te Leusden, start om 13:00 uur en eindigt om 17:30 uur, uiteraard met een afsluitend netwerkdrankje en -hapje. U kunt zich aanmelden door een e-mail te sturen aan Susanne van Bortel van FHI, susanne@fhi.nl. Deelname is gratis!



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

Date: 12 April 2016
Event: Nanotech&Photonics4SME
Masterclass & Workshop
Where: Leusden, NL

Date: 19 – 20 May 2016
Event: OASIS-workshop Agriculture
Where: Upsala, Sweden

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

Date: 2 – 3 June 2016
Event: European Photonics
Venture Forum
Where: Eindhoven, NL

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

- **En “Last but not least” stel ik graag aan u voor:**

Silvania Pereira, onze nieuwe secretaris van het bestuur

Tijdens de afgelopen ALV op 16 december 2015 is Silvania met unanieme stem benoemd tot onze nieuwe secretaris van het bestuur. Silvania behaalde haar Ph.D. in de Natuurkunde aan de Universiteit van Texas in Austin op het gebied van de kwantumoptica. Daarna werkte ze als post-doc aan de Universiteit van Konstanz en vervolgens aan de Universiteit van Leiden. Op dit moment is ze als universitair hoofddocent werkzaam in de Optica Groep aan de Technische Universiteit Delft.



Petra Wicherink, manager Marketing & Communication en mijn allereerste collega! 😊

Petra is op 15 februari 2016 begonnen aan haar parttime baan als Marketing & Communication Manager. Zij zal mij en het bestuur gaan ondersteunen bij met name de werving van nieuwe leden en de organisatie van onze verenigingsactiviteiten.

Petra is afgestudeerd aan het conservatorium in Enschede, met als hoofdvak dwarsfluit. Zij is jarenlang werkzaam geweest als veelzijdig musicus, zowel nationaal als internationaal. In deze tijd heeft zij haar eerste ervaringen op fotonicegebied opgedaan bij BBV, het huidige Phoenix BV. In 2006 is zij begonnen bij Lionix in Enschede, waar ze momenteel werkzaam is als Marketing Assistent.



Graag wens ik jullie beiden, mede namens het bestuur, heel veel succes toe met jullie werkzaamheden voor onze vereniging PhotonicsNL!



Jan M. Broeders

An den Eichen 6

D-46325 Borken-Burlo

Duitsland

www.optische-fenomenen.nl

In de rubriek boekbespreking 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.



Theoretische benaderingen in studie Technische Optica

Het nieuwe studieboek Technische Optica is vooral bedoeld voor technische studies door docenten en studenten aan hogescholen en universiteiten en andere technische opleidingen, leergangen en cursussen op een hoger technisch niveau en toegepaste wetenschappen.

Het studieboek brengt uit het vakgebied zowel theoretische begrippen als de elementaire grondslagen uit de technische optica en bespreekt voor de lezers deze opzet op een aanschouwelijke en toepassingsgerichte wijze. De auteur richt zich daarbij op drie themagebieden, te weten de geometrische optica, fysische optica, optische componenten en klassieke en moderne apparatuur. Elk genoemd themagebied heeft een veelheid aan te bespreken onderwerpen en begrippen. Daarbij zijn specifieke clusters afgesloten met een serie vraagstukken. De uitwerkingen van de vragen zijn in een bijlage van het boek weergegeven. Het bijzondere aan dit studieboek is bovendien een woordenlijst met alle bekende woorden in het Duits en Engels. Ook kan de gebruiker beschikken over een trefwoordenlijst en een compact overzicht met aanvullende vakliteratuur. De auteur start met een behandeling van de complexiteit van het fenomeen licht en de natuurkundige eigenschappen, zoals de optische afbeelding, lichtbreking, buiging en reflectie. Veel aandacht is er voor het gebruik van lenzen, de gebruikelijke denkfouten en de chromatische aberratie in het hoofdstuk van de geometrische optica. In het hoofdstuk met het licht als een golf- of deeltjesbeweging komen de begrippen polarisatie, faseverschuiving, Huygens-

Fresnel-principe, het buigingsrooster, interferentie van elektromagnetische golven en begrippen als Bragg-reflectie, dubbele breking en effecten als lichtverstrooiingen en het dichroïsme van licht aan de orde. Het derde en laatste hoofdstuk over optische componenten begint met een opsomming van materialen en bijzondere stoffen als basismateriaal voor componenten en apparatuur, waaronder anorganisch glas als meest gebruikte basismateriaal voor licht doorlatende optische componenten. In het onderdeel Optische Apparaten biedt het boek een beeld van alle onderdelen en basisbegrippen van de loep, microscoop, verrekijker, de fotocamera en projectieapparatuur in klassieke en moderne uitvoering en de monochromator volgens het ontwerp-principe van Czerny-Turner. Door heldere benaderingen van de onderwerpen heeft de gebruiker een uitstekend studieboek in handen. Uitgebreide kennis van hogere wiskunde is een vereiste. Het studieboek biedt bovendien een schat aan illustraties, foto's, formules en tabellen.

ISBN 978-3-11-035130-9,
"Technische Optik", Rainer Dohlus,
 Verlag Walter de Gruyter, 2015,
 286 pagina's, € 34,95.



LASER 2000

Lasers and Photonics...

tunable ps fiber lasers



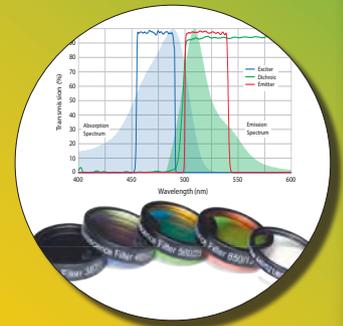
laser safety products



diode and DPSS lasers



fluorescence and bandpass filters



tunable AO filters



vibration isolation tables



solid state light engines

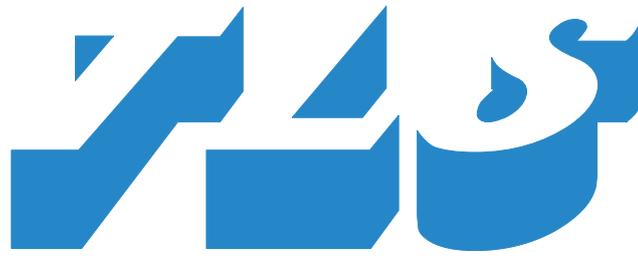


piezo manipulators and focussing stages



... 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

