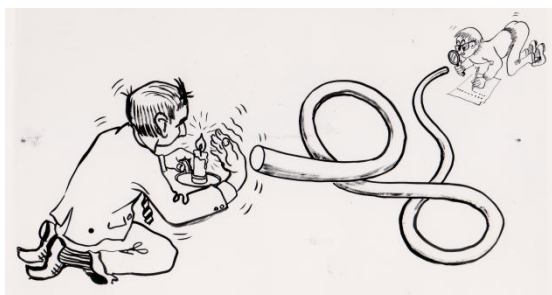


Optische Communicatie en de man van het eerste uur

Engel Roza, september 2015



Koen Mouthaan

In het najaar van 1970 woonde een jonge onderzoeker van het Nat.lab een conferentie bij in Londen. Het thema was *Trunk Telecommunications by Guided Waves*. De voordrachten hadden betrekking op microgolven, golfpijpen, straalzenders en wat dies meer zij. Ergens in het programma was een wat ondergeschoven sessie opgenomen voor liefhebbers, die kennis wilden nemen van nieuwe speculatieve mogelijkheden. Uit enige nieuwsgierigheid besloot de jonge wetenschapper te gaan luisteren. Hij hoorde daar dat de firma *Corning Glass Works* glasvezels had kunnen produceren, die voor nabij infrarood licht ($0.8 \mu\text{m}$ golflengte) een optische demping hadden van minder dan 20 dB/km. Dat was ongekend zuiver, want tot op dat moment hadden glasvezels een optische demping van duizenden dB/km. Belangwekkend was de reden waarom dit resultaat op een microgolfconferentie werd ingebracht. Dat had te maken met een studie (*Dielectric-fibre surface waveguides for optical frequencies*, Proceedings IEE, July 1966), gepubliceerd door K.C. Kao en G.A. Hockam van STC (*Standard Telephones and Cables*, Harlow, England), die aangetoond hadden dat er eigenlijk geen fundamentele ondergrens bestond voor optische demping in glas en die daarbij de conclusie hadden getrokken dat, als de glasvezeldemping zou kunnen worden teruggebracht tot ca 20 dB/km, glasvezels zouden kunnen concurreren met coaxiale kabels als transmissiemedium, indien geschikte optische zenders en ontvangers zouden kunnen worden gerealiseerd. Ikzelf werkte in die tijd aan digitale transmissie via coaxiale kabels en bereikte aardige resultaten met bitrates van 560 Mbit/s, die ik kon demonstreren met een kabel van 1.5 km lengte die ons door de NKF (Nederlandse Kabel Fabrieken) geschonken was. Die had, op twee haspels in de kelder van WY een plaatsje gekregen.

Toen Koen Mouthaan - dat is de naam van de jonge onderzoeker -, met wie ik sinds onze studie aan de Technische Universiteit Delft bevriend was, mij iets over deze glasvezels vertelde, maakte ik mij totaal geen zorgen. Er was immers een hele lange weg te gaan. Er was vooralsnog totaal geen zicht op de realiseerbaarheid van vaste stof lasers bij kamertemperatuur die nodig zouden zijn als optische zenders. En de transmissiesnelheden waarmee ik werkte, lagen volstrekt buiten bereik, want de bandbreedte van die glasvezels was maar zeer beperkt, omdat er geen sprake van kon zijn dat men licht echt als draaggolf zou kunnen gebruiken. Eigenlijk kwam het moduleren van een lichtbron neer op het aan- en uitzetten van een ruisbron. De intensiteit van het licht zou men kunnen moduleren, dat wel. Maar dat betekende een transmissie via interne reflecties binnen de glasvezelkern en dat is heel wat anders dan een gemoduleerde draaggolf op de frequentie van het licht. Nee, ook de bandbreedte van de glasvezel was een serieus probleem, omdat een smalle lichtpuls, die zich door interne reflecties in de vezel moet voorplanten, vele lichtpaden kent met allemaal verschillende

lengten, waardoor een smalle puls aan het ene eind van de vezel aan de andere kant zeer sterk uitgesmeerd tevoorschijn komt. Nu is dat bij coax kabels ook het geval, maar daar is de dispersie door egalisatie weg te werken en dat zou bij glasvezels niet kunnen wegens de abruptheid van de bandbreedtegrens. Hoe zou je glasvezels ooit in het veld kunnen verwerken, omdat er een schier oneindige precisie nodig is om glasvezels met de uitlijning van de kernen aan elkaar te lassen? En hoe krijg je het licht er in en er uit zonder verlies? Nee, ik maakte mij volstrekt geen zorgen. Er zouden decennia over heen gaan voordat transmissie via glasvezels zou kunnen concurreren met transmissie via coax kabels.

Ik had mij niet sterker kunnen vergissen. Koen zaagde, zonder dat ik er erg in had, de poten van mijn stoel onder mij door. Teruggekomen van de conferentie deelde hij zijn groepsleider (Jan Gieles, groep Wideband Communications) mee, dat hij aan glasvezelcommunicatie ging werken. Koen kennende, zal het echt zo gegaan zijn: hij vroeg het niet, maar hij deelde het mee. Zijn plan werd niet onmiddellijk enthousiast ontvangen. De prioriteiten lagen immers bij straalzenderverbindingen en de focus was net komen te liggen op systeemwerk in het microgolfgebied, in het verlengde van het eerdere werk aan microgolfcomponenten. Waarom gaan werken aan een speculatief onderwerp met verre horizon? Maar Koen Mouthaan zette door. Hij had daarbij de wind enigszins mee. Dat kwam door een verandering in de *mindset* van de Nat.lab directie. Het kwam door een besluit van de Raad van Bestuur, in feite van Pannenburg, dat het Nat.lab meer aan systemen moest gaan werken. Samen met Rathenau moest Kees Teer dat gestalte geven. Dat had bijvoorbeeld al geleid tot wijziging in taakstelling van de groep Gieles en de naamwijziging van *Microwave Components* in *Wideband Communications*. De ambities van Koen Mouthaan vielen bij Kees Teer in goede aarde. Hij kreeg het fiat om aan Optische Communicatie te gaan werken. Maar er gebeurde meer: Rob Gossink in de Groep Stevels van de sector Vink ging aan glasvezels werken (zie Robs eigen bijdrage in Henks website). En de groepen Vlaardingerbroek/later Acket en De Nobel/later Koelman van de sector De Haan zetten in op halfgeleider lasers, avalanche fotodiodes en device technologie voor glasvezelcommunicatie.

En toen ging het snel, heel snel. In het gesprek dat ik met Koen hierover had, heb ik mijn verbazing geuit hoe dit nu allemaal kon. Er komt een jonge vent van een conferentie terug met een idee om aan een nieuw onderwerp te werken en binnen de kortste keren zijn hele groepen aan het werk. Wie had de visie dat dit tot een groot resultaat zou leiden dat deze inzet zou rechtvaardigen? Was het de overtuigingskracht van een negentwintigjarige jongeman? Was het de visie van zijn superieuren die ineens "het licht" zagen? Koen moet bekennen dat hij, nu achteraf, mijn verbazing deelt. Hij zei, "als CTO (Chief Technology Officer) van de Product Divisie Communicatie Systemen (PD CS), die ik later werd, en met de jaren wijs geworden, zou ik niet, zoals de Nat.lab directie deed, op de eenvoudige input van een enthousiaste jonge man zo hebben kunnen handelen". Koens wens kwam echter precies op het juiste moment en op de juiste plaats. Immers, het onderwerp bood enerzijds een fraaie mogelijkheid tot samenwerking tussen alle sectoren/disciplines van het Nat.lab en anderzijds tot samenwerking met hoofdindustriegroepen. Het paste helemaal bij de opdracht die de Nat.lab directie van Pannenburg had meegekregen. En ja, ook de hoofdindustriegroep, in dit geval PTI (hoofdindustriegroep Philips Telecommunications Industries) gaf vanaf het eerste moment steun, niet alleen bij monde, maar ook, op aandrang van Teer, met personele invulling. Zo werd de pas afgestudeerde Loek Engel door PTI aangenomen en in de groep Gieles gedetacheerd.

De eerste metingen aan glasvezels konden in 1971 plaatsvinden aan een monomode (!) glasvezel, getrokken door dr. Papanikolau in het laboratorium van de Hoofd Toeleverings Groep Glas in Eindhoven (Rob Gossink had Koen in contact gebracht met Papanikolau, die uit eerder werk nog een vezeltrekmachine had staan). In 1972, werd ook de groep H. Lydtin van PFA bij de activiteit betrokken. Zij zetten met succes hun *Plasma Chemical Vapor Deposition* (PCVD) proces in voor het maken van hardglas vezels (Rob Gossink werkte met "zacht" glas). Het PCVD proces bleek bij uitstek geschikt voor het maken van glasvezels met speciale profielen van de brekingsindex in de kern van de

vezels. Daarmee kon de glasvezel zelffocuserend worden gemaakt, waarmee de pulsdispersie kon worden teruggedrongen en daarmee de bandbreedte van de glasvezel aanzienlijk kon worden vergroot. Avalanche diodes, oorspronkelijk ontwikkeld voor het opwekken van microgolven, bleken uitstekend geschikt te zijn als gevoelige lichtdetectoren. Als er nu ook nog een geschikte lichtbron beschikbaar zou zijn, zouden bijna alle randvoorwaarden vervuld zijn om voorgoed de coaxiale kabel als transmissiemedium te verdringen. Die doorbraak kwam in 1974 toen de groep Acket een continu op kamertemperatuur werkende GaAs laser kon demonstreren.

Toen was het snel gebeurd met mijn coax werk. De coax transmissiemiddelen, zoals die bij PTI werden ontwikkeld en waaraan ik mijn bijdragen leverde, pasten naadloos bij digitale transmissie via glasvezels. Dat gold met name voor het net gereedgekomen 140 Mbit/s transmissiesysteem voor coax kabels met lijnrepeaters. In het verlengde van de inmiddels al enige jaren lopende coördinatie tussen Research en betrokken Hoofdindustriegroepen, werd in 1975 een taakgroep opgericht die vorm moest geven aan een *in-house pilot project* voor optische transmissie van 140 Mbit/s dat gerealiseerd moest worden in het Projectencentrum Geldrop. Koen was projectleider. Het project kwam op 15 maart 1979 gereed. Het bestond uit 96 km glasvezelkabel op haspels van 1 km kabel met 6 glasvezels elk, met een repeaterafstand van 8 km. Op 6 oktober 1980 kreeg dit project een vervolg in een proefsysteem met de Nederlandse PTT met grondkabels over 14 km tussen Eindhoven en Helmond met een repeaterafstand van 9 km.

Een cruciaal aspect dat niet onvermeld mag blijven is het volgende. Een glasvezel trekken uit het glas van Lydtin is één ding, maar een kabel maken is nog wat anders. Daarvoor ontbrak binnen de Research elke expertise. Philips beschikte echter over dochter Felten & Guillaume (F&G) in Keulen. En voor eventuele proefprojecten was Duitsland, voor wat betreft beschikbaarheid van overheidsmiddelen, wellicht ideaal. Deze overweging had geleid tot een betrokkenheid van F&G in de samenwerking tussen Research en Hoofd Industrie Groepen. Philips leverde de glasvezels via de Hoofd Toeleverings Groep Glas (ook interne leverancier van glas voor Licht en voor TV buizen) en F&G zorgde voor de verkabeling.

Ja, Koen had inderdaad de poten onder mijn stoel doorgezaagd. Het had geen zin om aan coax transmissie verder te werken. Ik kon mij troosten met de gedachte dat een essentieel onderdeel van de 140 Mbit/s repeaters, voor coax en voor glas, gebaseerd was op klokopwekking via *Phase Locked Loops* zoals dat door PTI van mij was overgenomen. Freek Valster had in de gaten dat het coax tijdperk voorbij was en vroeg mij of ik aan optische systemen wilde gaan werken in de groep Wideband Communications, die inmiddels geleid werd door Han van Heuven. Dit in aanvulling van het mooie werk dat aan optische componenten en deelsystemen werd gedaan door mannen als Djan Khoe, Bram van der Grijp, Bertus Meuleman en Ton Nicia. Maar het grote werk was al gedaan. Het was overgedragen aan PTI. Wel konden wij daarna bijdragen leveren aan projecten die tot doel hadden de glasvezel tot in het huis te brengen. Zowel de Nederlandse als de Duitse PTT hadden zo'n project. Deze projecten, DIVAC en BIGFON, konden weliswaar technisch worden gerealiseerd, maar waren niet levensvatbaar wegens de hoge abonneekosten die daarmee gepaard gingen. Ook hier een schrale troost voor mij: in beide systemen werd de door mij, samen met Jan van Thuijl, ontwikkelde digitale (1-bits) codec van het TV signaal overgenomen. DIVAC en BIGFON kwamen dertig jaar te vroeg. Dit in tegenstelling tot de trunktransmissie dat een hoge vlucht kreeg.

PTI, dat al een goede reputatie had op coax gebied, verwierf zich een mooie positie in optische transmissie. Maar PTI had te lijden onder de bescherming van de nationale telecommunicatie-industrie door de overheden in de grote Europese landen, waardoor concurrentie werd belemmerd. Philips heeft uiteindelijk al haar telecommunicatie activiteiten verkocht. Koen Mouthaan verliet Philips als CTO van de Product Divisie Communication Systems.

Djan Khoe werd hoogleraar *Electro-Optical Communication* aan de Technische Hogeschool Eindhoven (later opgevolgd door Ton Koonen, een van de eerste medewerkers in het Geldropproject). Enige jaren geleden heeft Djan mij een keer uitgenodigd om eens te komen kijken. Hij liet mij toen zien dat onze droom van daadwerkelijke transmissie met licht als draaggolf, de z.g. monomode transmissie, werkelijkheid is geworden. Geen 8 km afstand tussen repeaters, maar honderden km afstand tussen zender en ontvanger en schier oneindige bandbreedte. Ik las op Wikipedia dat Bell er in 2009 in is geslaagd om 15.5 Tbit/s (terabit!) over te brengen via een enkele vezel van 7000 km lengte. Kao kreeg in 2009 de Nobelprijs voor Natuurkunde.

Er is heel veel meer over Optische Communicatie te zeggen. Dit verhaal is mijn persoonlijke impressie, mede tot stand gekomen door een lang gesprek met Koen Mouthaan. Het Philips succes in Optische Communicatie mag op conto worden geschreven van zijn initiatief, zijn deskundigheid en zijn doorzettingsvermogen. Voor aanvullende informatie verwijs ik naar geschiedschrijving, die terug te vinden is in: M.J. de Vries, *80 Years of Research at the Philips Natuurkundig Laboratorium (1914-1994): The Role of the Nat.Lab at Philips*, (2002).

Zie <http://dare.uva.nl/cgi/arno/show.cgi?fid=133311>, pp. 242-254.