

JDS Uniphase

Arbeidsproject  
Thomas den Hollander  
4F Praedinius Gymnasium

Philips Research  
Stagebegeleider:  
Dr. J.J.H.B. Schleipen



## Voorwoord

Ik ben Thomas den Hollander, ik zit op het Praedinius in Groningen. Dit is het verslag van mijn geweldige stageweek bij Philips Research. Het was een week waarin ik heel veel heb gedaan en geleerd. Ik wil Philips Research en vooral mijn stagebegeleider Jean Schleipen heel hartelijk bedanken voor de leuke tijd die ik deze werkweek in Eindhoven heb gehad. In dit verslag zal ik uitleggen wat er in deze week is gebeurd, wat eraan vooraf ging, een korte beschrijving van het bedrijf en de evaluaties van mij en het bedrijf. Ik hoop dat dit verslag met veel plezier wordt gelezen.

Thomas den Hollander

Winsum, 10-5-2013

## Inhoudsopgave

Voorkant.....	1
Voorwoord .....	2
Inhoudsopgave .....	3
Inleiding .....	4
Vorbereidende fase.....	5
Beschrijving van het bedrijf.....	6
De werkzaamheden.....	7
Maandag 22 april.....	7
Dinsdag 23 april.....	9
Woensdag 24 april.....	10
Donderdag 25 april.....	12
Vrijdag 26 april .....	13
Eigen evaluatie .....	15
Evaluatie stagebegeleider .....	16
Bijlagen .....	17
Introductieformulier.....	17
Bedrijfsstructuur Philips .....	18
Bronnen.....	20

## **Inleiding**

Ik schrijf nu dit verslag als afsluiting van mijn arbeidsstage bij Philips. Ik zal hierin beginnen met een beschrijving van de voorbereidende fase, waarin ik solliciteerde. Daarna zal ik een beschrijving geven van de opbouw van Philips en de plaats van Philips Research in het geheel. Als derde komt dan een uitgebreid verslag van de gehele werkweek, en wat ik erin heb gedaan. Vervolgens komt mijn evaluatie van de week, gevolgd door de evaluatie van mijn stagebegeleider. In de bijlage heb ik bijgeleverd: mijn introductieformulier en een visuele weergave van de opbouw van Philips.

## Vorbereidende fase

Ik heb sinds de uitleg en het krijgen van de uitleg voor dit project nagedacht over wat ik zou doen. Ik herinnerde mij een gesprek met mijn oom Jean waarin hij vertelde over Jet-Net (Jongeren en Technologie Netwerk Nederland). Via Jet-Net konden scholen zich opgeven voor stages bij grote bedrijven, waaronder Philips waar mijn oom zelf werkt. Het leek mij fantastisch om dit arbeidsproject bij Philips stage te lopen, dus belde ik hem. Ik vind natuurkunde erg leuk en daarom leek het mij een geweldige kans om te werken bij Philips Research. Jean heeft gekeken of het mogelijk was omdat het Praedinius geen lid is van Jet-Net, maar dat was geen groot probleem. Na enkele telefoongesprekken en e-mails stuurde ik mijn introductieformulier (zie bijlagen).

## Beschrijving van het bedrijf

Philips is een bedrijf dat in 1891 begon met twee broers: Gerard en Anton Philips en zich bezighield met het maken van gloeilampen. Met de hiervoor benodigde technieken produceerden ze daarna ook andere elektronica, zoals elektronenbuizen, en later elektrische scheerapparaten, radio's en na 1945 televisiesets en cassettebandjes. Nu werken er ruim 122,000 mensen wereldwijd bij Philips. Philips bestaat uit twee delen; de businesses en de Philips Group Innovation. De CEO van Philips is



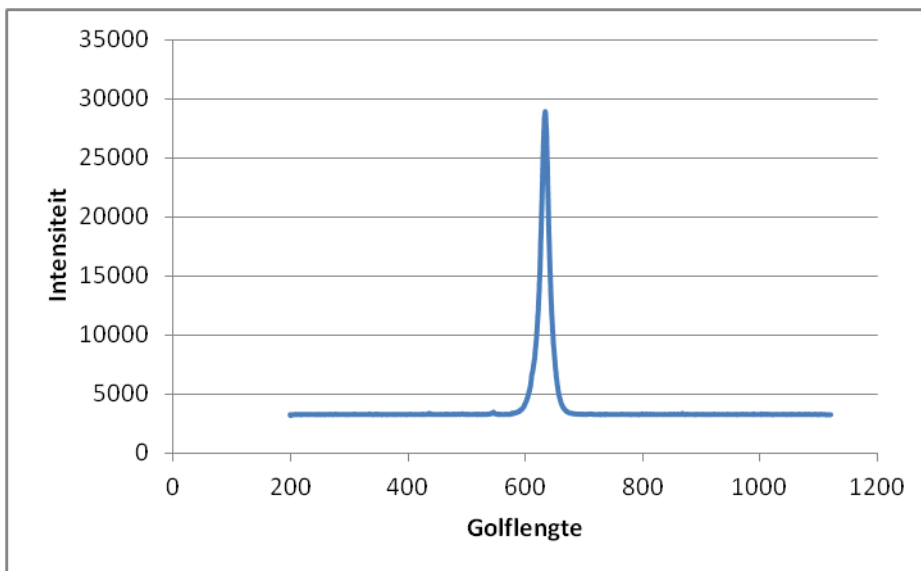
Frans van Houten. De businesses zijn onderverdeeld in 3 afdelingen, namelijk Lighting, Consumer Lifestyle en Healthcare. Het tweede deel van Philips is Philips Group Innovation. Hieronder vallen Philips Design, dat het uiterlijk van producten ontwerpt, Philips Intellectual Property Rights and Standards, dat gaat over rechten en patenten, Philips Innovation Services, dat machines en kennis ter beschikking stelt zodat grote aankopen voor iedereen te gebruiken zijn, en als laatste Philips Research waar ik stage liep. Philips Research onderzoekt en ontwikkelt nieuwe of verbeterde producten. Philips Research heeft verschillende Research Groups van ongeveer 30 tot 40 mensen. Iedere afdeling heeft een expertise zoals Molecular Diagnostics of in mijn geval Optics. De Research Groups werken alleen of samen met andere groepen aan een project dat weer valt onder één van de drie categorieën, Lighting, Consumer Lifestyle en Healthcare.

## De werkzaamheden

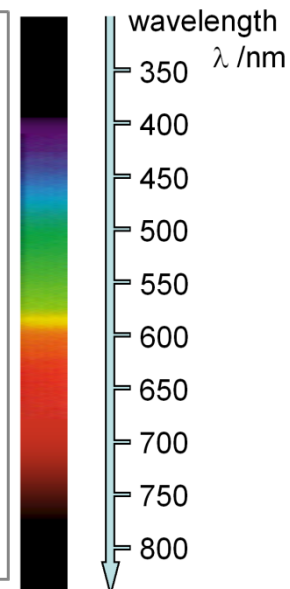
### Maandag 22 april

Maandag was de eerste dag van mijn stage bij Philips Research. Om 9:00 waren we aanwezig. Ik heb kennisgemaakt met enkele collega's. Mijn eerste opdracht was om een overzicht te maken van de bedrijfsstructuur van Philips, zodat ik een beter idee zou krijgen hoe Philips werkt. Ik heb het overzicht bijgeleverd als bijlage. We hebben geluncht in de bedrijfskantine.

's Middags ben ik het lab in gegaan. Ik had de opdracht gekregen het spectrum en vermogen van verschillende leds te meten en te vergelijken. Allereerst is mij iets uitgelegd over het spectrum van kunstmatige verlichting zoals tl-buizen en leds, en daarna ben ik zelfstandig aan het werk gegaan. Omdat het vermogen door een led na een bepaalde drempelwaarde omhoogschiet ten opzichte van de spanning moest ik eerst een weerstandje solderen aan de led. Tussen de spanning en de stroomsterkte bestaat namelijk een exponentieel verband, wat betekent dat naarmate de spanning stijgt, de stroomsterkte steeds sneller mee gaat stijgen. Een weerstand echter heeft een lineair verband tussen die twee, dus als een led en een weerstand in serie staan wordt de stroom



Figuur 1 Het spectrum van de eerste gemeten led.



Figuur 2 Een overzicht van verschillende golflengtes en corresponderende kleuren.

gelimiteerd. Hierna kon ik gaan meten, waarvoor ik eerst een opstelling moest bouwen. Het spectrum van de eerste led die ik mat is geplot in de grafiek hieronder (fig. 1). Zoals je kunt zien is dit een rode led (het spectrum varieert namelijk van  $\pm 600 - 650$  nm wat, zoals zichtbaar in figuur 2, overeenkomt met een rode kleur. Voor de volgende stap, het meten van het vermogen van deze led, moest ik eerst de goede golflengte van de led instellen. In dit geval is dat 634 nm, zoals te zien is in de grafiek, maar preciezer in de ruwe data. De intensiteit is op 634.49 nm namelijk 28965, wat het hoogste is uit de reeks. Vermogen moest ik meten met een sensor van silicium, wat de eigenschap heeft photonen te kunnen opvangen, en daarbij elektronen uit te stoten, die gemeten worden door het apparaat. Om dit te kunnen doen, moet echter wel de juiste golflengte worden ingesteld waarvan het vermogen gemeten moet worden. Toen dat klaar was, kon ik gaan meten. Dit betekent langzaam de spanning opvoeren en continu de combinatie van het voltage en het gemeten vermogen noteren in Excel. Daarna kan Excel de data verwerken en er een grafiek van maken. De grafiek van de eerste led is hieronder zichtbaar

(fig. 3). Hierin is goed zichtbaar dat de hoeveelheid licht eerst weinig is, maar na ongeveer 2,3 volt ineens omhoogschiet.

Dit lijkt heel erg voordelig, omdat je zo voor weinig spanning een hoge lichtsterkte krijgt, maar dit heeft als consequentie dat de led snel opwarmt en uiteindelijk kan doorbranden en daardoor onbruikbaar wordt. De formule  $W = I \cdot U$  gaat hier niet helemaal op, omdat bij het gemeten vermogen een bepaald deel van het licht niet werd opgevangen. Verder

heeft een led lang geen 100% efficiëntie, maar gebruikt in plaats daarvan voor een typische led maximaal 22% van het vermogen nuttig. Dit houdt in dat  $W = I \cdot U$  wel klopt voor het gebruikte vermogen van de led, maar het vermogen van het omgezette licht nog een (onbekende) variabele nodig heeft die de efficiëntie aangeeft, bijvoorbeeld  $W = I \cdot U \cdot a$ . Hieruit kun je dus relatieve waardes berekenen, maar niet direct van Volt naar Ampère en andersom.

Deze dingen heb op maandag ook gemeten voor een andere led, een blauwe. Een blauwe led heeft een kleinere golflengte dan een rode led, en een hogere energie. Dit zegt de formule van Planck  $E = h \cdot f$  waarbij E de energie is, h de constante van Planck en v de snelheid van een golf. De frequentie van een golf is

$$f = \frac{v}{\lambda}, \text{ en omdat het}$$

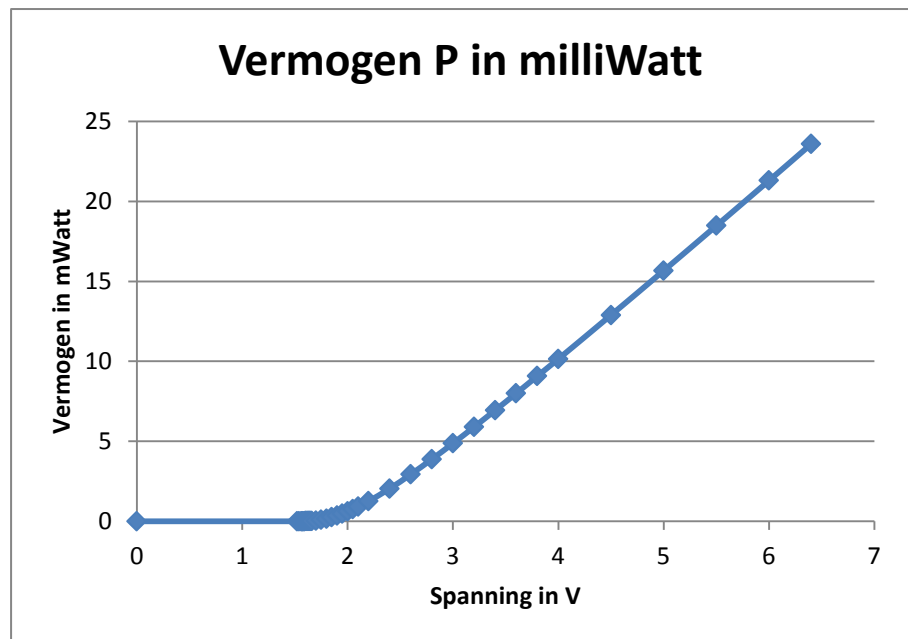
over licht gaat kan v worden vervangen door c, de snelheid van het licht. Als deze formules worden samengevoegd wordt de energie van

$$\text{licht } E = \frac{cv}{\lambda} . \text{ met een}$$

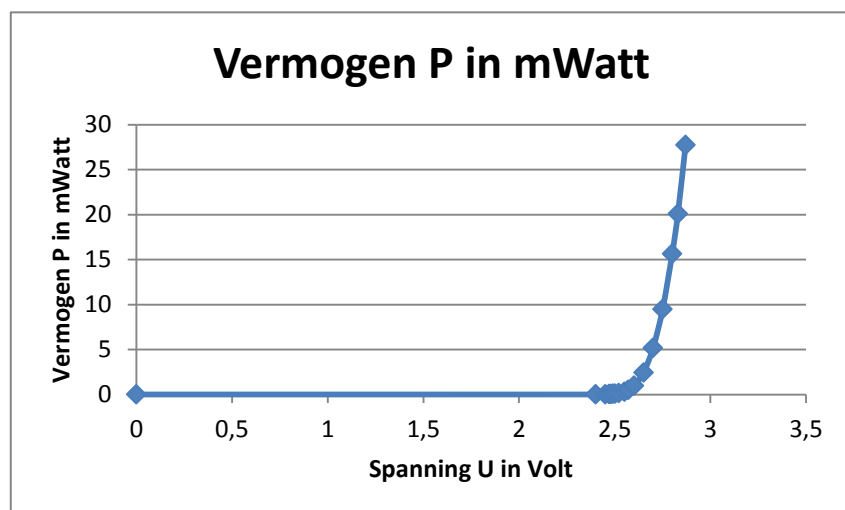
hogere golflengte wordt E dus kleiner, wat

betekent dat er minder energie vanaf kan komen

en ook minder voor nodig is om het op te wekken. Dit betekent ook dat om meer energie te krijgen



Figuur 3 De grafiek van led #1, het vermogen geplot als functie van de spanning.



Figuur 4 Het vermogen van de blauwe led



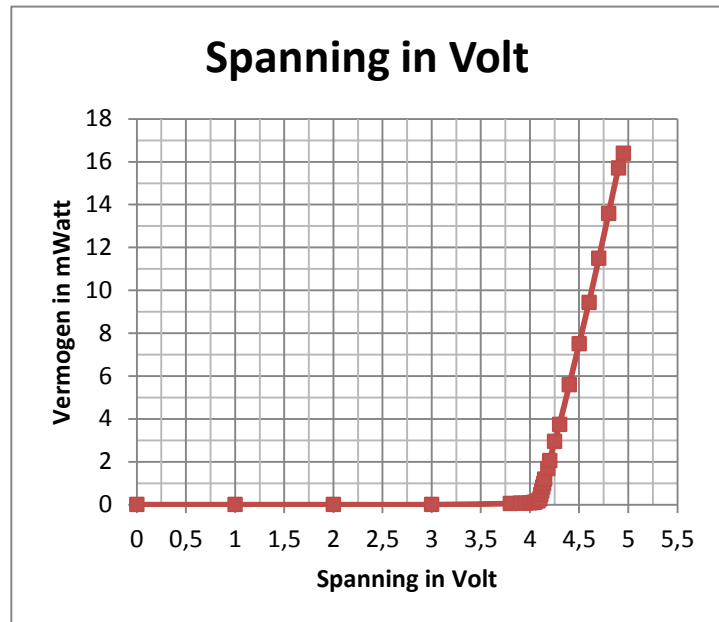
er een groter vermogen nodig is, wat er weer voor zorgt dat er een hoger voltage en/of hogere stroomsterkte nodig is. Dat zag ik terug in de grafiek. Waar bij de rode led ( $\lambda=634$  nm) vanaf ongeveer 1,6 Volt licht vrijkwam, was dat bij de blauwe led ( $\lambda=458$  nm) pas bij 2,5. In beide grafieken is het vermogen bij 0 Volt niet 0 mWatt (in plaats daarvan is het 0.008), maar dit is vanwege omgevingslicht en moet voor een betere meting van het vermogen op ieder punt in de grafiek worden afgetrokken.

## Dinsdag 23 april

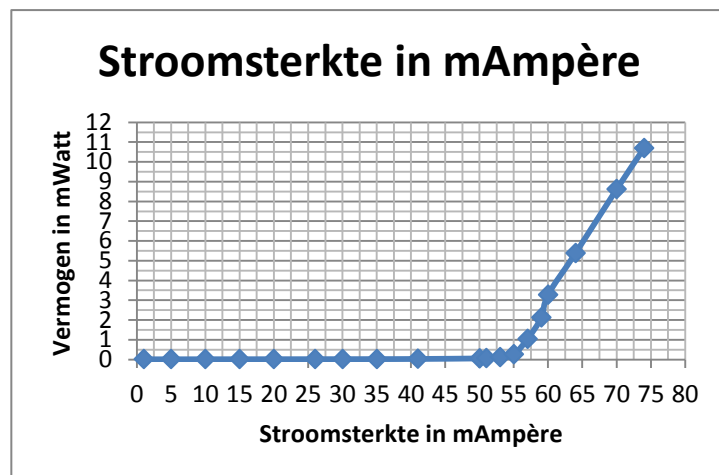
Op dinsdag ben ik verder gegaan met het meten van het vermogen van lichtbronnen, dit keer van twee lasers. Lasers hebben een veel smaller spectrum dan leds. Verder geven lasers natuurlijk een smalle lichtbundel, wat inhoudt dat in verhouding tot de led veel meer licht kan worden opgevangen op de vermogensmeter. Hierdoor zijn de metingen van de leds en de lasers niet te vergelijken. Een hoger vermogen houdt dus niet noodzakelijk in dat de laser efficiënter is, al is dit meestal wel het geval. Hiernaast staat de grafiek (figuur. Zoals hier zichtbaar was dit een blauwe laser, omdat er 4.5 Volt nodig is voor de laser gaat branden. In deze grafiek is goed zichtbaar hoe de laser aangaat en steeds sneller stijgt.

In de grafiek van de rode laser (figuur 6) heb ik niet de spanning maar de stroomsterkte geplote. Dit geeft hetzelfde effect omdat stroomsterkte en spanning met elkaar verbonden zijn.

Verder heb ik draadjes aan een combinatie van 3 leds bij elkaar gesoldeerd om te bekijken wat er zou gebeuren, een rode, groene en blauwe led die samen met een groot genoeg vermogen wit licht lijken te geven. Voor alle drie de leds heb ik de golflengte gemeten en het vermogen geplote. Het was goed zichtbaar dat eerst de rode, dan de groene en vervolgens de blauwe led aanging.

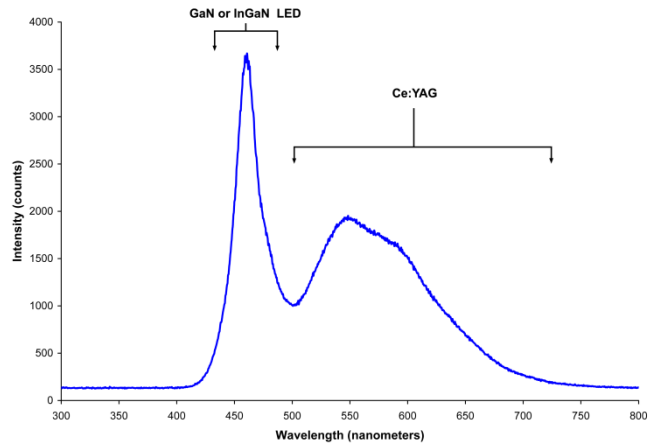


Figuur 5 Het vermogen van de blauwe laser, geplote als functie van de spanning.



Figuur 6 Het vermogen van de rode laser, geplote als functie van de stroomsterkte

De kleuren rood, blauw en groen lijken voor ons dus wit, maar drie leds zijn duur om te maken, en dus zijn er oplossingen bedacht om één led ook wit te laten lijken. In een blauwe led worden fosforen toegevoegd om een gedeelte van het licht om te zetten in licht van een grotere golflengte. Hierdoor ontstaat een spectrum dat er uit ziet zoals in figuur 7. De grote piek is de originele blauwe led, en de wijde bolling ernaast zijn de verschillende fosforen die het licht gedeeltelijk omzetten naar licht van een andere golflengte.



Figuur 7 Een grafiek van het spectrum van een witte led

Ik heb op dinsdag ook de invloeden van een interferentiefilter gemeten. Een interferentiefilter is een filter dat een specifieke golflengte doorlaat, afhankelijk van de hoek van inval. Door een bron spectrum op te slaan, kan live het absorptiespectrum worden weergegeven, wat het percentage licht aangeeft dat wordt geabsorbeerd. Hierin kun je zien dat er een blok uit het spectrum is genomen dat opschuift wanneer het filter draait. Verder heb ik ook het absorptiespectrum van een polarisatiefilter gemeten.

**Woensdag 24 april** was de eerste dag van twee van het Photonics Event in Veldhoven. Om 8:15 waren we aanwezig en heb ik rondgekeken bij verschillende booths. In totaal waren er 57 booths, waarin een bedrijf of instelling een product of toepassing laat zien op het gebied van optica en photonica. Een aantal stands:

- PhotonicsNL heeft in het afgelopen jaar een zogenaamde Photonics Toolbox ontwikkeld, bestaande uit een bord waarop verscheidene optische elementen geplaatst kunnen worden. Hiermee kunnen op dit moment een spectrometer, een barcode reader en een dataverbinding via glasvezel gemaakt worden. De bedoeling is, dat wanneer dit in productie genomen wordt, deze box non-profit wordt verkocht aan de bovenbouw van middelbare scholen tot onderbouw HBO voor €1000,-.
- Een nieuwe ontwikkeling is de iSPEX, een klein gadget waarin onder andere een grate zit en een polarisatiefilter. Een grate bestaat uit een geribbeld oppervlak met meestal een kleine afstand tussen twee ribbels. Als daar licht op valt, wordt de bundel weerkaatst, maar iedere golflengte onder een andere hoek. Hierdoor wordt een bundel gescheiden, en in de iSPEX zorgt dat ervoor dat het spectrum daardoor kan worden bepaald. Door de polarisatiefilter op de juiste manier op te stellen wordt de polarisatie weergegeven op het spectrum. Het gehele stuk kan worden geplaatst op een smartphone, waarmee een foto van het spectrum kan worden gemaakt. Dit wordt gebruikt om fijnstof in de lucht te meten, en door vele metingen in kaart te brengen over heel Nederland, de luchtvervuiling in kaart te brengen.
- De Instrumentaire Universiteit Utrecht liet onder andere de voorloper van de iSPEX zien, een preciezer apparaat ter grootte van een schoendoos, bedoeld om aan te tonen of de methode die was bedacht echt werkte.

- Een stand van het Academisch Medisch Centrum van de Universiteit van Amsterdam liet een manier zien om een spectroscopie te gebruiken om de leeftijd van bloed of blauwe plekken aan te tonen. In het kort werkt het als volgt: Als een photon op een atoom valt, kan een elektron om dat atoom terecht komen in een hogere baan, waarin het de energie van de photon opneemt. Volgens moet dat elektron vervolgens terugvallen in een lagere baan (niet noodzakelijk de baan van herkomst), en daarbij geeft het zijn energie weer af in de vorm van licht. De golflengte daarvan hangt af van het energieverval tussen beide banen. Als een oppervlak zwart is, komt er slechts weinig energie vrij bij het terugvallen, wat zorgt voor infrarode straling in plaats van zichtbaar licht, resulterend in een donkere kleur, die warmte afgeeft. De energieniveaus van verschillende atomen zijn zeer precies bekend, en zijn voor ieder atoom anders. Als bloed verouderd, verandert de chemische samenstelling, en daardoor ook het lichtspectrum dat er vanaf komt.
  - Een andere toepassing van dit verschijnsel werd beschouwd in een lezing; doordat planten besmet met de aandoening Botrytis een ander spectrum afgeven dan gezonde planten, kunnen deze planten vroeg worden geïdentificeerd.

Om 9:00 begon de opening en de eerste lezing, deze ging over een mechanische druk kunnen opvangen van een lichtdeeltje. Deze presentatie duurde tot 10:20 waarna er weer vrije tijd was. Om 11:00 begonnen de themaspecifieke presentaties, opgedeeld in drie categorieën: Energy & Lighting, ICT & Security en Automotive & Aerospace. Ik heb de twee lezingen binnen de eerste categorie bijgewoond, de eerste van 11:00 tot 11:20 heb ik gemist.

De tweede lezing was van een bedrijf (Xicato) dat lichtconfiguraties ontwerpt en realiseert. De manier waarop een witte led gemaakt wordt is als volgt: Een blauwe led wordt genomen, en om de buitenste laag van de led komt een laag fosfor. Die zet een gedeelte van het licht om in groen tot rood licht. Hierdoor is het licht blauw, groen en rood, wat wordt opgevangen door het menselijk oog als wit. Fosforen warmen echter op door de led, dus na veel gebruik verandert hun spectrum en geven ze een compleet andere kleur licht. In deze presentatie werd verteld hoe Xicato dit oplost door de led en de fosforen uit elkaar te houden, zodat ze beter koel blijven en langer meegaan.

De derde lezing ging over de drivers van een led. Deze warmen namelijk ook op, en gaan daardoor veel minder lang mee dan de leds zelf. Om dit op te lossen heeft NRGLed, die de lezing gaf, PWM gebruikt, pulsbreedtemodulatie in het Nederlands. Dit houdt in, dat de led zo snel dat het niet te zien is met het menselijk oog, aan en uit wordt geschakeld. In de tijd dat de led uit is, kan hij afkoelen. Hierdoor wordt een constante temperatuur mogelijk, en daardoor kan het gebruikte voltage weer omhoog.

Na deze lezingen was het tijd voor pauze en de lunch. Ik mijn tijd besteed aan het rondkijken en aantekeningen maken over verschillende stands. De tweede set lezingen begon om 14:00. Het begon met een uitleg over hoe belangrijk Photonics Integrated Circuits in de toekomst worden. PIC is het gebruiken van optische elementen op zeer kleine schaal zoals elektrische IC's elektrische componenten op een chip inhoudt. Een belangrijke toepassing van PIC's ligt in de telecom, waar het licht van een laser gescheiden kan worden op bijvoorbeeld polarisatie, zodat op die manier verschillende datastromen kunnen worden samengevoegd in één lichtstraal.

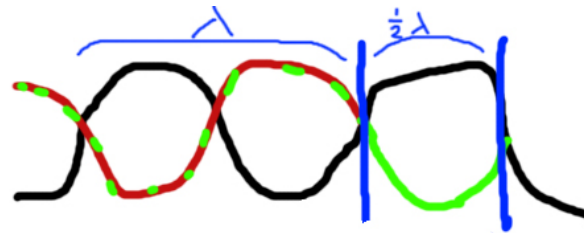
In het middagprogramma heb ik een set lezingen bijgewoond over Integrated Photonics. Deze presentaties waren voor mij moeilijk te volgen. De eerste lezing ging over de nieuwste



ontwikkelingen op het gebied van chips die elektronica en IP combineren. De tweede ging over het gebruik van glasvezelkabels om te 'voelen' wat ermee gebeurt door middel van Bragg grating. Als licht van een bepaalde golflengte  $\lambda$  valt op een grate, kan het zichzelf uitdoven, mits de afstand tussen twee gleuven een half keer de golflengte is (zie figuur 8). Als de zwarte golf binnenkomt, wordt hij bij de eerste hobbel gedeeltelijk

weerkaatst, de rode golf. Deze golf dooft de zwarte golf gedeeltelijk uit, dit heet negatieve interferentie. Niet volledig, omdat een gedeelte van de zwarte golf niet is weerkaatst, en dus de rode golf minder hoog is dan de zwarte. Het gedeelte van de zwarte golf die door is gelaten valt op de volgende hobbel en weerkaatst daar. Ook daar vindt negatieve interferentie plaats, en op deze

manier wordt uiteindelijk de zwarte golf niet teruggekaatst. Een golf met een andere golflengte weerkaatst wél, omdat deze anders op de grate valt en zichzelf niet uitdooft. Als je deze grate in een glasvezelkabel plaatst, en je laat er een bundel licht in schijnen, zal de golflengte  $\lambda = 2\Lambda$  niet worden teruggekaatst ( $\Lambda$  is de afstand tussen hobbels). Als de plek van de grate echter buigt, wordt de grate langer en dus  $\Lambda$  ook, wat ervoor zorgt dat de golflengte die niet wordt weerspiegeld verandert. In het spectrum zul je dus een dal zien dat bij buigen verplaatst. In een kabel kun je ook meerdere grates zetten met verschillende afstanden. Zo krijg je in één spectrum meerdere dalen en meetpunten waaraan je de buiging kunt detecteren. De derde lezing ging over het detecteren van gasdeeltjes door middel van licht.



Figuur 8 Een schets die aangeeft hoe een golf zichzelf uitdooft.

## Donderdag 25 april

Deze dag was de tweede dag van het symposium. Ik had de avond van te voren nog een aantal dingen uitgelegd gekregen zodat ik enkele presentaties beter zou begrijpen. De eerste lezing ging over de iSPEX, het vertelde wat het deed en hoe het werkte. Deze lezing was centraal, en daarna waren er weer drie thema's waaronder drie presentaties werden gegeven.

De eerste lezing die ik bekeek was van iemand van Philips die een manier aan het ontwikkelen was om de Bragg sensoren te gebruiken om een 3D weergave te krijgen van een kateter. Nu moet een arts schadelijke röntgenstralen gebruiken gedurende de gehele operatie, en het was de bedoeling dat deze ontwikkeling dit (gedeeltelijk) onnodig zou maken. Twee dingen die anders zijn dan een normale sensor is dat een normale sensor kan weten dat een grate buigt, maar niet welke kant op. Ook draait een arts een kateter tijdens het gebruik, waardoor wat eerst rechts was ineens iedere richting kan zijn. Het uiteindelijke ontwerp is een kabel met drie fibers die erdoorheen spiralen. Als de afstand van alle drie de spiralen groter wordt, betekent dat dat de kabel is gedraaid, en hiermee kan vervolgens rekening worden gehouden bij het berekenen van de richting van het buigen. Omdat er drie fibers zijn zal bij een buiging één kant langer worden, een andere kant korter. Hieruit kan ook de richting worden bepaald.

De tweede lezing ging over het gebruik van een spectroscop om Botrytis te kunnen detecteren, wat ik hierboven al heb uitgelegd. Verder ging de derde over het gebruik van leds bij de verlichting bij het verbouwen van groenten en fruit. Verschillende kleuren leds doen namelijk verschillende dingen met

de grootte van de vrucht, de groeisnelheid en meer. Smaak lijkt niet te worden beïnvloed door de kleur of intensiteit van het licht, maar daar wordt nog onderzoek naar gedaan.

Na de lunch was weer een centrale presentatie waar ik bij was die ging over het stollen van bloed meten met een spectroscop (uitgebreidere uitleg hierboven). Verder was er weer een set lezingen. De eerste begreep ik slecht en ging over een zeer gevoelige microfoon, en de tweede ging over een algoritme dat ruis zoals vervorming van het licht van sterren of door water zeer goed kom wegfilteren. Rond half vier waren deze lezingen klaar en de rest van de tijd heb ik besteed aan het werken aan dit verslag.

## Vrijdag 26 april

Vandaag kreeg ik een nieuwe opdracht: het meten van de track pitch van een cd, dvd en een blu-ray. Dat zijn namelijk door de sporen eigenlijk ook grates, en door er licht op te laten vallen en de hoeken van de reflectie te bepalen kun je de afstand tussen de hobbels van de grate bepalen (de track pitch).

Als licht op een grate valt wordt het onder verschillende hoeken gereflecteerd, en voor iedere golflengte weer anders. De hoek waaronder dit gebeurt wordt bepaald door de formule

$$\sin(\theta_m) = \frac{m\lambda}{p}, \text{ waar } \lambda \text{ de}$$

golflengte is,  $p$  de track pitch,  $\theta_m$  de hoek en  $m$  de orde van we reflectie. In figuur 9 komt een lichtstraal vanaf de rode stip die wordt weerkaatst op een grate.

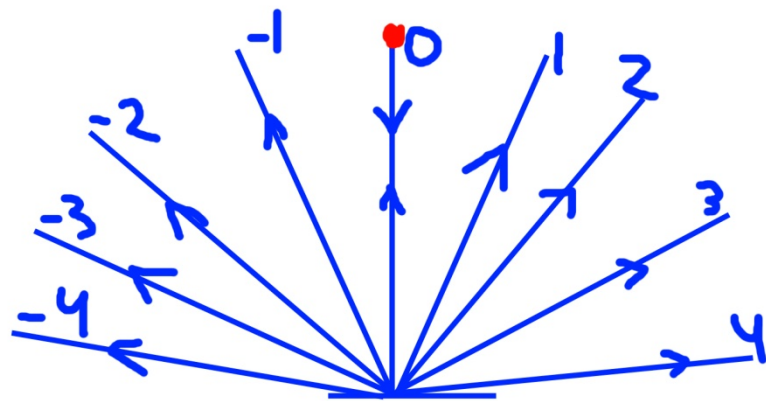
De nulde orde van reflectie komt precies terug op het startpunt, de eerste en -eerste onder een hoek, de tweede en -tweede

onder het dubbele van die hoek, enzovoorts. Ik moest van de verschillende ordes van refractie de hoek meten, en door van de verschillende het gemiddelde te nemen zou ik een redelijk precieze meting krijgen van de track pitch. Ik begon met de cd en een rode laser ( $\lambda = 657\text{nm}$ ). De hoek van een straal is lastig precies te meten, dus deed ik het volgende (fig. 10): Ik mat  $a$  en  $b$  precies tot in millimeters nauwkeurig, waardoor

$$\alpha = \tan^{-1}\left(\frac{a}{b}\right). \text{ Invullen geeft dat } p = \frac{m\lambda}{\sin(\tan^{-1}(\frac{a}{b}))}.$$

Door dit als functie in Excel in te voeren was het niet meer nodig dit iedere keer op een rekenmachine in te vullen maar in plaats daarvan alleen de meetgegevens in hokjes te zetten. Hetzelfde heb ik ook gemeten met een blauwe laser. Met een laser met een kleinere golflengte komen er meer ordes, omdat  $p$  constant is, en met een kleinere golflengte de hoek dus ook kleiner wordt.

Hierdoor past deze hoek vaker in 90 graden. De track pitch van een cd is 1600 nm of 1.6  $\mu\text{m}$ . Ik had uiteindelijk een track pitch van 1.52, waarschijnlijk omdat ik in de afstand van de laser tot de cd een kleine afwijking in de meting had. Voor de dvd heb ik hetzelfde gedaan; de track pitch is 0.740  $\mu\text{m}$ , ik had 0.74  $\mu\text{m}$ , dus dat klopte precies. Een blu-ray is anders. Een laser wordt niet weerkaatst op



Figuur 9 Een voorbeeld van verschillende ordes



een andere orde dan de nulde, en een 'regenboog' is niet zichtbaar zoals op een cd of dvd wel het geval is. Dit is omdat de track pitch van een blu-ray slechts 320 nm. Dat betekent dat voor de eerste orde geldt dat  $\theta_1 = \sin^{-1}\left(1 \cdot \frac{\lambda}{320}\right)$ . Om een 1e orde te hebben moet daarom  $\sin^{-1}\left(\frac{\lambda}{320}\right)$  een oplossing hebben en dus  $0 \leq \frac{\lambda}{320} \leq 1$  zijn. Dit betekent dat de golflengte voor het hebben van een 1e orde of hoger in ieder geval kleiner dan 320 nm moet zijn, wat niet meer onder zichtbaar licht valt, maar onder ultraviolet licht.

Toch is het mogelijk om de track pitch te kunnen meten met zichtbaar licht. Tot nu toe had ik de cd namelijk loodrecht op de lichtbron staan. Als de hoek van inval echter anders is dan 0 graden, dan geldt de formule  $\sin(\theta_m) = m \cdot \frac{\lambda}{p} - \sin(\theta_i)$  waarbij  $\theta_i$  de hoek van inval is. Nu kan  $m \cdot \frac{\lambda}{p}$  zelfs 2 zijn.

Om nu een 1e orde te kunnen meten met een laser van bijvoorbeeld 400 nanometer moet

$\frac{400}{320} - \sin(\theta_i) \leq 1$  en dus  $0,25 - \sin(\theta_i) \leq 0$ . Hieruit volgt dat  $\sin(\theta_i) \geq 0,25$  en dus

$\theta_i \geq \sin^{-1}(0,25) \Rightarrow \theta_i \geq 14,48$ . En inderdaad, een regenboogpatroon is wel te zien als je de blu-ray onder een hoek houdt.

Verder heb ik een rondleiding gekregen langs een aantal proefopstellingen, waaronder de 3D kateter van het symposium, in een wijde tafelopstelling met een wirwar van draden en als een prototype, en rond verschillende afdelingen van Philips research.



## Eigen evaluatie

Philips Research is een ontwikkelingsafdeling van het productiebedrijf Philips, valt onder de tertiaire sector en onderzoekt naar het maken van producten. De Philips businesses vallen onder de secundaire sector en produceren de producten.

Toen ik voor het eerst bij Philips Research binnen kwam werd ik eerst voorgesteld aan andere werknemers. Ik werd goed opgevangen en mij werd meteen uitgelegd wat de bedoeling was van de opdracht die ik al eerder via email had gekregen. Mijn stagebegeleider legde mij een aantal dingen uit die ik moest weten om te kunnen beginnen en leidde mij kort rond in het gebouw. Toen ik bezig ging met mijn opdracht kon ik zelfstandig werken. Alles was goed uitgelegd en als ik vragen had kon ik altijd naar een werknemer gaan. De sfeer in het bedrijf was goed. Iedereen was altijd vriendelijk naar mij.

Het was een fijne rustige werkplek, een lab met een grote tafel met opticaonderdelen als lenzen, beam splitters et cetera. Verder was er een kantoor waar ik ook kon werken. De arbeidsomstandigheden waren dus prima. De werktijden zijn er variabel, dat houdt in dat men er naar eigen inzicht met zijn werknemerspas in en uit kan klokken zolang de minimumtijd maar wordt gehaald. Het werk is heel vrij, wat fijn is, maar er worden begrijpelijkerwijs wel ieder kwartaal deadlines gesteld die moeten worden nageleefd.

Ik heb de groepschef ontmoet, en hij was heel aardig en geïnteresseerd in mij en mijn studie. Ik heb niks gemerkt van de ondernemersraad, maar werknemers waren naar mijn mening zeer betrokken bij het bedrijf en werkten hard. Ik ben, geloof ik, nergens negatief over geweest, maar ik weet zeker dat als ik kritiek had gehad, er goed naar was geluisterd.

De CEO van Philips is een man, maar onder hem (de Executive Vice-Presidents) zitten vrouwen, en vrouwen worden er niet anders behandeld dan mannen. Er werkten in de afdeling waar ik zat meer mannen dan vrouwen, maar daar is niet noodzakelijk een reden voor, en zowel mannen als vrouwen leken daar niet door beïnvloed.

Ik vond het geweldig om bij Philips te werken. Het was een geweldige kans waardoor ik nu beter weet wat ik wil gaan doen, en weet dat ik zeker die richting op wil. Ik heb enorm veel geleerd, waarvan een groot deel in dit verslag staat beschreven. Ik heb nu een idee hoe Philips werkt, en hoe het is om daar in dienst te zijn (fantastisch). De stage was nog leuker dan ik had gedacht en ik hoop dat ik later iets soortgelijks als werk zal hebben.

## Evaluatie stagebegeleider

## Bijlagen

### Introductieformulier

Afzender:

Thomas den Hollander  
Leerlooierij 24  
9951 JT Winsum GN

Aan:

Philips Research  
Dr. J.J.H.B. Schleipen  
Boerhaavelaan 27  
5644 BB Eindhoven

Winsum, 29 maart 2013

Betreft: Introductie stage bij Philips Research

Ter attentie van Dr. J.J.H.B. Schleipen,

In deze brief wil ik zowel u als Philips hartelijk bedanken voor het beschikbaar stellen van een stageplaats voor mij. Het lijkt me geweldig om een week aan de slag te gaan bij Philips Research. Deze brief is ook een schriftelijke bevestiging van de invulling van de geboden plaats, gedurende de periode van maandag 22 april tot en met vrijdag 26 april 2013. Ik heb er enorm veel zin in om een werkweek mee te draaien op de afdeling Research van een groot bedrijf als Philips en om te zien hoe werken binnen Philips is, omdat dit perfect binnen mijn profiel (Natuur & Techniek) en interesses ligt. Aan het eind van de stageweek zal ik een verslag schrijven wat door mijn school beoordeeld zal worden, waarvan u uiteraard ook een exemplaar zal ontvangen.

Ik zal begin april telefonisch contact opnemen met u over de afspraken waaraan ik zal moeten voldoen in deze periode. Hierbij zal ik vragen naar vereisten ten opzichte van onder andere werktijden en kleding.

Onderaan deze brief heb ik enkele relevante persoonsgegevens vermeld.

Met vriendelijke groeten,

Thomas den Hollander



Contactgegevens school:

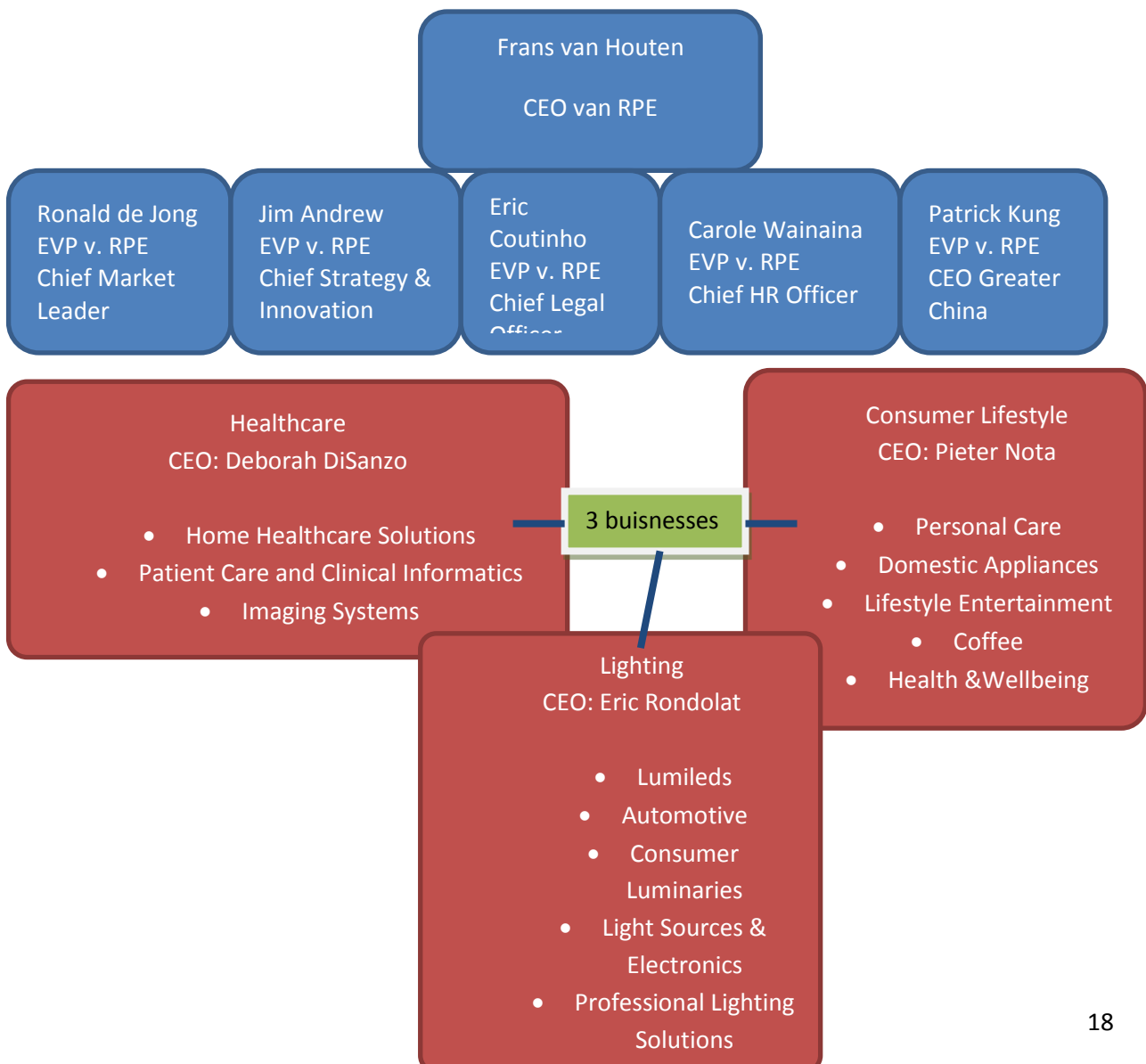
Praedinius Gymnasium  
Postbus 278  
9700 AG Groningen  
050-3120559

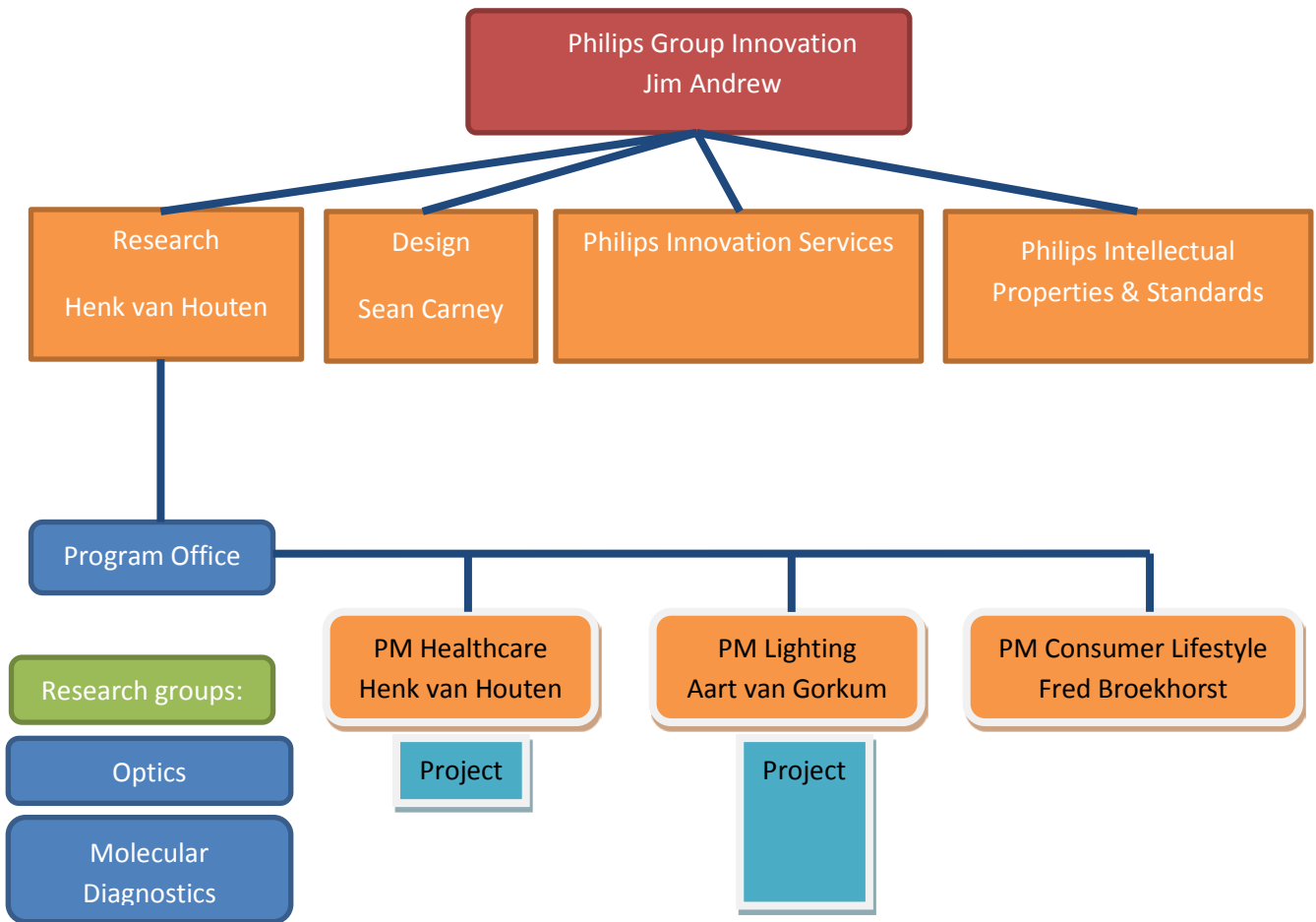
Contactgegevens stagecoördinator:

Dhr. E. Everaars  
arbeidsproject@praedinius.nl

Thomas den Hollander, m  
Geboortedatum: 4 mei 1997  
Telefoon: 0595-4443399

## Bedrijfsstructuur Philips





## **Bronnen**

<http://en.wikipedia.org/>

<http://www.fotonica-evenement.nl/>

<http://www.jet-net.nl/>

<http://www.okotech.com/>

<http://www.optometrics.com/>

<http://www.philips.nl/>