

Deel 2

Drukkers voor geld 1970-1975

6. Ingenieursbloed

Herman van Heek en Gijs Bouwhuis belanden bij elkaar op een kamer en verbazen zich over de verspilling in de chipproductie.

Als er iemand is die de techniek van de photorepeater kan appreciëren, dan is het wel Hajo Meyer. Hij weet net als Frits Klostermann en Ad Bouwer wat het is om iets te maken met je handen. Als Casimir hem in 1964 aanstelt als adjunct-directeur, kijkt de veelzijdige Meyer met bewondering naar het mechanische en optische vernuft om hem heen. De luchtlagers, de hydrostatische gelagerde sledes en de optische meetsystemen van Hendrik de Lang: het is een goudmijn aan precisietechnologische kennis.

Meyer ziet hoe Klostermann en Bouwer de Natlab-vindingen gebruiken om ingenieuze productieapparaten voor fotomaskers te maken. De photorepeater en de Ophycograph (appendix 8), voor de adjunct zijn het kunststukjes.

Eind jaren zestig herschikt Meyer de researchgroepen die onder hem vallen. Hij haalt het lithografische werk weg uit de fotochemische groep en huisvest die in de optische groep met zijn precisietechnologie.

Herman van Heek en Gijs Bouwhuis nemen vanaf 1 november 1969 de taken over van Klostermann, die elders groepsleider wordt.¹ Bouwhuis heeft jaren onder De Lang gewerkt, voor Van Heek is optiek totaal nieuw terrein. De twee gaan wetenschappelijke ondersteuning bieden aan de fotomaskerfabricage.

Grote nieuwe uitdagingen zijn er eind 1969 niet. De twee richten zich vooral op dagelijkse problemen en vragen van de maskerafdeling. Het tiental dames en drie heren² daar stort zich in die tijd op maskers voor printplaten, elektronenoptiek voor tv-buizen en chips. De vraag is groot.

* * *

Herman van Heek is een telg van een Twentse familie die fortuin heeft gemaakt in de textiel. De kleine Herman groeit op in Amsterdam en verhuist daarna naar Leiden, waar zijn vader een aanstelling krijgt als hoogleraar in de sociologie. Hermans uitvindersgenen komen van moederszijde. Die familie telt drie ingenieurs, onder wie de hoogleraar Felix Vening Meinesz, die bekendheid geniet als de uitvinder van een optisch instrument om de zwaartekracht te meten.

Van Heek gaat natuurkunde studeren in Leiden en belandt uiteindelijk in de lage temperaturen, op het lab van Kamerlingh Onnes. Zeven van zijn acht voorgangers zijn terechtgekomen bij Philips, dus belt ook hij tegen het einde van zijn experimentele jaren naar de personeelsafdeling in Eindhoven. Een afspraak met de Natlab-directeuren is daarna snel gemaakt en in 1964 gaat hij er aan de slag.

Terwijl Klostermann een gedisciplineerde, nauwgezette onderzoeker is, stapt Van Heek met zijn Beatle-kapsel veel frivoler door het leven. In de vijf jaren dat hij bij Philips werkt, komt hij tot de ontdekking dat hij niet zo veel affiniteit heeft met wetenschappelijk spitwerk. De ijver waarmee sommige researchers op het Natlab hun terreintje afbakenen, dat is niets voor hem. Sterker: het wekt zijn weerzin op.

In tegenstelling tot Klostermann heeft Van Heek ook weinig op met hiërarchie en hij is niet erg statusgevoelig. Waarschijnlijk komt dat doordat hij als telg van een gegoede familie gewend is te verkeren in welgestelde kringen. Als hij als kersverse onderzoeker in zijn eerste Philips-jaren deelneemt aan een activiteit voor jonge academici, herkent Frits Philips hem terwijl hij een kroket op zijn broodje legt. 'Van Heek, de fabriek van jouw familie is failliet gegaan', roept de zoon van de oprichter uitdagend van achter uit de rij. Iedereen hoort het. Maar Van Heek laat zich niet uit het veld slaan. 'De fabriek is niet failliet gegaan', roept hij terug. 'Ze hebben bedacht dat ze niet door willen.'³ Maar onze textielonderneming heeft wel acht generaties bestaan en ik moet nog zien hoe ver jullie komen', zo voegt hij de Philips-telg toe.

* * *

Als hij in 1964 op het Natlab komt, duikt Van Heek in een keur aan onderwerpen. Allerlei halfgeleidermaterialen legt hij onder het vergrootglas, in een zoektocht naar computergeheugens die een alternatief zouden kunnen vormen voor de ferrietkernegeheugens die in de jaren zestig nog door dames met de hand aan elkaar worden geregen. Hij werkt op de groep van Leo Tummers ook nog aan sensoren om lichaamspotentialen van hersenen, hart en spieren te kunnen meten. Daarna vertrekt hij voor een jaar naar Mullard Research Labs in Engeland, waar hij zijn eerste instrument in elkaar zet: een bijna-infraroodspectrometer om luchtvervuiling te meten. Weer terug in Nederland is Van Heeks werk bij de gasontladingsgroep geen succes. Het wetenschappelijke onderzoek komt hem de neus uit. Atomaire absorptie, fluorescentiemetingen en het Zeemaneffect: hij gelooft het allemaal wel. In balorige buien hekelt hij het gedrag van collega-onderzoekers met te grote ego's. Hij bekijkt ze met scepsis.

Zelf heeft Van Heek geen onderzoeks-, maar ingenieursbloed. Hij vindt het veel leuker om iets te bouwen, zoals de spectrometer die hij heeft gemaakt bij Mullard. In zijn ogen biedt Moeder Natuur een enorme kast met effecten en verschijnselen en hij ontleent plezier aan het opentrekken van de juiste lades om zijn problemen op te lossen.

Als Van Heek er met adjunct-directeur Meyer over praat, adviseert die hem om de opengevallen plaats in te vullen op het maskercentrum. Zo belandt de onderzoeker-ingenieur in de optische groep van Piet Kramer, waar hij de leiding krijgt over een praktische afdeling, eentje die vooral druk is met het maken van fotomaskers. Vrijwel iedereen op het Natlab werkt in die tijd aan miniaturisatie en het maskercentrum kan de grote vraag naar fotomaskers voor allerlei toepassingen niet bijbenen. Maskers maken is vooral een dagelijkse nijverheid van de assistenten. Van Heek dompelt zich als wetenschappelijk geweten op het centrum onder in de speciale problemen waarmee Natlab-onderzoekers en de productiemensen van hoofdindustriegroepen bij hem aankloppen.

De nauwgezetheid waarmee Van Heek in zijn eerste jaren verslag doet aan het Natlab-management zet hij rond 1969 opzij. Hij is inmiddels een ingenieur met zelfvertrouwen, eentje die het niet

nodig acht om in meer dan twee zinnen zijn kwartaalresultaten samen te vatten voor zijn bazen – hij weet best dat Kramer en Meyer niet zitten te wachten op wetenschappelijke egotrips en gedetailleerde onderzoeksverslagen.

Van Heek houdt het graag luchtig. Al die ernst, het hoeft niet voor hem. In zijn rapportages voegt de onderzoeker zelfs humoristische opmerkingen toe of ironisch getoonzette kritiek. Zo beëindigt hij een van zijn eerste verslagen in de optische groep met de opmerking: ‘Het feit dat mijn experimenteeruimte op het ogenblik slechts acht vierkante meter is en geen aansluiting voor water en vacuüm heeft, maakt dat ik me een zigeuner voel als ik weer met een rijdende opstelling over de gang loop van de water- naar de vacuümleiding.’

* * *

Zijn eerste jaar op de optische groep is weinig spannend. Van Heek moet zorgen dat ze bij de maskerafdeling over state-of-the-art instrumenten en technologie beschikken, maar hun belangrijkste instrumenten, de photorepeater en de Ophycograph, zijn zo geavanceerd dat ze wat betreft afbeeldingstechnieken nauwelijks extra wensen hebben. Als hij zich vervolgens verdiept in de stappen die daarna komen, de productie met behulp van de fotomaskers, dan valt hij van verbazing van zijn stoel. Chips fabriceren blijkt extreem verspillend.

Chips bestaan dan inmiddels uit een stuk of tien lagen. Voor elke laag is een fotomasker nodig, maar na zo’n tien contactafdrukken raken de maskers onbruikbaar door beschadigingen.⁴ Dat betekent dat er voor elke plak die in Nijmegen van de band rolt een fotomasker in de prullenbak belandt. Dat is zonde, maar het ergste is dat er nauwelijks werkende chips op die plakken zitten. De maskers vertonen na een paar keer afdrukken al veel fouten. In de chipfabrieken van Philips zijn ze al tevreden als voor een nieuw ontwerp een op de vijftig ic’s het doet. ‘Dat moet anders kunnen’, denkt Van Heek. Die vraag vormt de drijfveer voor een maandenlange zoektocht naar alternatieven.

* * *

Net als Van Heek is zijn kamergenoot Gijs Bouwhuis geen rasechte wetenschapper. Maar Bouwhuis is van heel andere komaf. Een academische opleiding heeft hij niet. Na de hbs-b in Heerenveen gaat de Fries in 1948 in militaire dienst en vervolgens vervangt hij korte tijd zijn zieke broer in diens drankenzaak. Flessen spoelen, boekhouden, dat soort dingen. Nadat zijn broer weer is opgeknapt, neemt Bouwhuis het eerste baantje dat hij kan krijgen: goed betaald administratief werk bij de Nederlandse Handels Maatschappij in Amsterdam.

Bijna is hij vergeten dat hij ook een sollicitatiebrief aan Philips stuurde, maar na een paar maanden bij de Amsterdamse bank valt een uitnodiging uit Eindhoven op zijn deurmat. Zijn technische bloed begint te stromen en Bouwhuis besluit naar het zuiden af te reizen voor een beroepstest bij Philips' personeelszaken op de Willemstraat. Daar hebben ze een verrassende boodschap: ze vinden Bouwhuis het meest geschikt als tolk. Maar de Friese jongen houdt vol: hij wil de techniek in. Uiteindelijk kan hij in 1951 als assistent terecht bij het Natlab op Strijp.

Bij de optische groep van Piet van Alphen mag Bouwhuis gaan spelen met licht. Hij werkt zich in de eerste jaren grondig in. Hij volgt avondcursussen bij de Interne Technische Opleiding en krijgt de tijd om zich te verdiepen in de materie. Maanden brengt hij door in de bibliotheek – op het Natlab is het in die tijd geen enkel probleem om op je gemak, onder werktijd, de beschikbare kennis te doorgronden. Hij verslindt technische artikelen en boeken, als het maar over optiek gaat. Vaak in het Frans, want Frankrijk is in die tijd hét bolwerk van optische geleerdheid. Bouwhuis krijgt de kans om het te absorberen en de wiskunde en de fysica achter optische verschijnselen te doorgronden. Onder Van Alphen en later De Lang groeit hij uit tot de meest gezichtsbepalende optische expert van het Natlab. Onder Piet Kramer levert hij in de optische groep cruciale bijdragen aan de videolangspeelplaat, voorloper van de compact disc, en de waferstepper.

* * *

Van Heek heeft de productie-ellende in de Elcoma-fabriek gezien, maar ook opticus Bouwhuis weet hoe taai de problematiek is. De

honger naar kleinere en kleinere structuren is onverzadigbaar en op het Natlab kloppen ze daarvoor al jaren bij hem aan. Als geen ander leert hij de grenzen van het contactafdrukken kennen. Hij rekent uit hoe dicht maskers en fotolak op elkaar moeten worden gedrukt om niet te veel last te hebben van afwijkingen door de buiging van het licht langs de randen van de microscopische details.

Doordat de glasplaatjes en de wafers nooit perfect vlak zijn, heeft de fabriek ook last van Newtonringen, de interferentiepatronen die ontstaan door de weerkaatsing van licht tussen twee oppervlakken. Goed aandrukken is voor beide problemen een remedie, maar dat lukt nooit voor honderd procent. Er zijn gewoon te veel oneffenheden. Bouwhuis ziet contactafdrukken eigenlijk helemaal niet meer zitten. Hij weet dat deze manier van chips maken op zijn laatste benen loopt. Van Heek en Bouwhuis moeten met oplossingen komen. Maandenlang voeren ze discussies over aanpassingen van de bestaande technologie. Ze wegen hun kansen. Moeten ze hun energie steken in een automatisch inspectieapparaat dat de beschadigingen in maskers snel kan opzoeken? Moeten ze olie gaan aanbrengen tussen fotomaskers en plakken bij het contactafdrukken? Dat laatste vindt Bouwhuis maar geknoei.

Op een gegeven moment kan het tweetal geen kant meer op. Er liggen geen noodgrepen in het verschiet om het leven van het contactafdrukken te verlengen. De enige oplossing is om chippatronen niet een-op-een over te brengen, maar direct verkleind te projecteren op silicium. Dit ligt in feite voor de hand, maar de uitwerking is dermate complex dat Van Heek en Bouwhuis zich er tot nog toe nooit aan hebben gewaagd.

Er duikt namelijk een zeer moeilijk probleem op. Om een chip te maken, zijn vele projecties na elkaar nodig en al die projecties moeten zeer nauwkeurig over elkaar vallen. De grote vraag is: hoe spoort de machine de exacte plaats van vorige projecties op? Eerdere afbeeldingen zitten immers verborgen onder een laag fotolak. Dat is in het kort het raadsel dat Van Heek en Bouwhuis moeten oplossen.

Voordeel is dat hun voorganger Klostermann al veel pionierswerk heeft gedaan. Het geniale van diens photorepeater is dat de maskers die daaruit komen onderling perfect op elkaar passen.

Dat is essentieel in een chipproductieproces: nauwkeurig passende patronen voor elke laag van de chip. In de fabriek zijn het vervolgens meestal vrouwenhanden die het klusje klaren om het glas en het silicium zeer accuraat op elkaar te leggen en daarna te belichten. Van Heek en Bouwhuis staan voor de uitdaging om dezelfde precisie te bereiken, maar hun machine moet ook al geproduceerde patronen onder de fotolak opsporen en nieuwe patronen er daarna met grote precisie overeen projecteren – en dat vele malen achter elkaar.

* * *

Van Heek bespreekt het met zijn bazen Kramer en Meyer. Die vinden ook dat er geen eer valt te behalen aan verdere verbetering van de contactmaskers. De gedachte om direct op silicium af te beelden, is zo gek nog niet. Klostermann heeft met zijn photorepeater een paar jaar eerder al voor een enorme stap in de chipproductie gezorgd. Hierdoor kon Philips Elcoma overstappen van losse transistoren naar geïntegreerde circuits. Van Heek oppert dat Cerco, de optieklieferancier voor de photorepeater, het Natlab ook zou kunnen helpen met een optiek die de circuits direct afbeeldt op het silicium.

Van Heeks visie om voort te bouwen op de optische weg die is ingeslagen met de photorepeater snijdt hout. Kramer en Meyer weten dat het chiponderzoek en de productie binnen Philips geweldige stappen hebben kunnen zetten met Klostermanns apparaat. Ook voor een machine die direct op silicium projecteert, is zowel een onderbouwde visie als een economische noodzaak.

Kramer en Meyer weten ook dat Philips begin jaren zestig de ambitie heeft uitgesproken om een wereldspeler te worden in computers en transistoren. Tien jaar later is het volkomen duidelijk dat de toekomst van het concern afhangt van geïntegreerde circuits. De bedrijven die vooroplopen in chips kunnen kostenvoordelen behalen en goedkoop nieuwe functies toevoegen aan hun producten. Die heeft Philips volop: tv's en radio's, maar ook telefooncentrales en computers. De groei zit in de chips, dus stromen daar de investeringen naartoe.

Niet voor niets gaan de ogen van de Natlab-directie glimmen als de ideeën van Van Heek en Bouwhuis op tafel komen. Er is weinig discussie, ongeacht de kosten. 'Ga je gang', zeggen ze tegen Van Heek.