

Inhoud

Voorwoord	9
I Het fenomeen Natlab	13
1 Vrij als een vogeltje	14
2 Het Natlab van Holst en Casimir	22
3 Een anarchistisch broederschap	29
4 Groene tomaten	38
5 Aan de ketting	46
II De compact disc	55
1 Aalst	56
2 Kuiltjes	66
3 Audio	84
4 De persconferentie	92
5 Keesje Kater	111
6 Lasers	117
7 Sony	131
8 Eindrace	143
9 Gebroken code	152
10 Rotten tomaten	167
III Digitale dromen, analoge winsten	177
1 Ma Bell's cookbook	178
2 We konden niks, helemaal niks!	183
3 Tuinhekjes van een magisch oxide	190
4 Haasje-over	199
5 Is dit de afdeling van de enen en de nullen?	217
6 Gegokt en verloren	225
7 Dromen in duigen	238
8 Digitale hybride	250
<i>Appendix A</i>	256
Fabricage en werking van lagetransistoren	256
<i>Appendix B</i>	258
Opkomst van een nieuw type transistor	258
<i>Appendix C</i>	261
Locos	261

IV De waferstepper	263
1 De inhaalactie	264
2 Dippel	270
3 Elcoma	273
4 Ingenieursbloed	283
5 De reisgenoten	287
6 Silicon Repeater	290
7 Drukpers voor geld	296
8 Science & Industry	308
9 Bedelen in Den Haag	320
10 De elektrische tafel	323
11 De reddingsactie	328
12 Amerikaanse partners	345
13 De deal	354
<i>Appendix A</i>	356
De oude manier van chips maken	356
De moderne manier van chips maken	358
V Uit beeld	361
1 Dikke en dunne nekken	362
2 Zeer Eenvoudig Ultra Slim	368
3 Project Turtle	375
4 Drie slag is uit	386
<i>Appendix A</i>	400
De beeldbuis	400
<i>Appendix B</i>	401
Zeus	401
<i>Appendix C</i>	402
Het lcd	402
Verantwoording	404
Geraadpleegde literatuur	406
Dankwoord	408

Voorwoord

Wij schrijven samen, bij elkaar opgeteld, ruim vier decennia over de Nederlandse hightech. In die jaren kwamen we ontelbare producten, technologieën, verhalen en bedrijven tegen die allemaal hun wortels hadden op het Philips Natuurkundig Laboratorium. Zeker rondom Eindhoven struikel je over de ondernemingen die zijn gebouwd op technologie van Philips' voormalige researchorganisatie. Chipmachinefabrikant ASML, elektronenmicroscopemaker Fei, halfgeleiderfabrikant NXP en vele anderen, het Natlab is zonder overdrijven de bakermat van de Nederlandse hightech.

Het vernuft van het Natlab reikte bovendien tot ver over de landsgrenzen. De op het lab ontwikkelde chiptechnologie vormde behalve voor NXP ook de basis voor het Taiwanese TSMC, met een omzet van zo'n 24 miljard euro momenteel 's werelds grootste onafhankelijke chipfabrikant. Daarnaast kwam veel Natlab-kennis via talloze Philips-spin-offs in buitenlandse handen. Fluke, Benchmark, Heidenhain, allemaal profiteerden ze van wat schrandere Natlab-geesten bedachten in het Eindhovense Strijp en Waalre.

Evengoed waren er de verhalen over mislukkingen en gestrande pogingen van Philips, die maar bleven rondzoemen in de Nederlandse hightechmarkt. Iedereen kent de contouren en theorieën, maar niemand het naadje van de kous.

Wie ten slotte een poosje rondloopt in de wereld van het bèta-onderzoek, krijgt vroeg of laat te horen over het Natlab. Niet alleen vanwege de grootse prestaties maar vooral vanwege de organisatie: gepamperde onderzoekers die in alle vrijheid mochten werken aan de meest exotische ideeën, in dienst van een bedrijf. Dit onderzoekswalhalla lijkt te mooi om waar te zijn, maar wie de klaagzangen hoort van Philips-managers die het regelmatig aan de stok hadden met het Natlab krijgt de indruk dat het wel degelijk heeft bestaan.

Zo stapelde de nieuwsgierigheid zich bij ons op. Tot we in 2010 tegen elkaar zeiden: het Natlab verdient een boek. We wilden het werkelijke verhaal vertellen over de Philips-researchers. Vanuit hun

perspectief, niet vanuit het oogpunt van het management. Want het is inmiddels voldoende bekend dat de productdivisies van het elektronikabedrijf in de vorige eeuw vernieuwing vaak uit de weg gingen, zich verloren in politieke spelletjes of simpelweg hun neus ophaalden voor de frivoliteiten van hun collega's in de research. Daar hoeft u *Kortsluiting* van Marcel Metzger maar op na te slaan.

Hoe zag dat eruit vanuit Natlab-perspectief? Onder welke omstandigheden kwamen al die geniale vondsten tot stand, waarom klikte het wel of niet met de hoofdindustriegroepen en wat voor impact had dit op de technologische strategie van het moederconcern?

Met de huidige aandacht voor start-ups en de bakken geld die bedrijven als Apple, Google en Facebook in research stoppen, zijn deze vragen actueler dan ooit. Hoe haal je het beste uit je onderzoekers en hoe maak je die ideeën het slimst te gelde op de markt?

We weten zeker dat we met alle verhalen uit het Natlab minstens tien boeken kunnen vullen, maar we hebben ons gericht op vier cases. Onze keuze voor de compact disc, chips, de waferstepper en beeldschermen komt niet uit de lucht vallen. Ze zijn naar onze mening illustratief voor de slagkracht én de onmacht van het Natlab in de laatste vier decennia van de vorige eeuw.

Philips begon met lampen en evolueerde tot een breed concern met als grote gemene deler elektronica. Niet voor niets vormde de miniaturisering op chips de grote drijvende kracht in de research. Vandaar dat we zowel de ontwikkeling van chips als het fotografisch krimpen van elektronische schakelingen een hoofdstuk gaven. We hadden vragen genoeg. Wat was bijvoorbeeld de werkelijke betekenis van het miljarden verslindende Mega-project in de jaren tachtig? Hoe ontstond de technologie waarmee ASML de wereld heeft veroverd?

Als Philips één slag verloren heeft, dan is het wel de strijd om de beeldschermenmarkt. Het Natlab ontwikkelde vernuftige technologie, maar liet zich volledig overvallen door het succes van schermen op basis van vloeibare kristallen. Een illustratief gerucht dat wij daarover opvingen: Philips had rond de millenniumwisseling een volledige fabricagelijns voor beeldbuizen ingescheept naar Mexico, maar liet het schip halverwege omkeren.

Ook over de ontwikkeling van de compact disc hadden we talloze vragen, maar de kiem voor dit deel in ons boek werd eind jaren negentig al gelegd. We ontvingen destijds een telefoontje. Of we wisten dat de cd een heuse uitvinder kende? Nee, dat wisten we niet. Daar hadden zover we wisten vele onderzoekers aan gewerkt. Maar de persoon aan de andere kant van de lijn was pertinent. De echte uitvinder was niemand minder dan Kees Schouhamer Immink. Deze persoon wist nog een prikkelend feitje: Philips deed er alles aan om dit te verbloemen.

De bij Philips vertrokken Immink tuigde de jaren daarna een forse pr-machine op rond zijn persoon. In 2003 polsten we *chief technology officer* Ad Huijser in een vraagggesprek: hoe zat het eigenlijk met de kwestie-Immink? Huijser ontplofte bijna en dreigde: als het woord 'Immink' zou voorkomen in het interview, dan maakte hij onmiddellijk een einde aan het gesprek. Het was duidelijk: als een van de meest gerespecteerde researchbazen zich zo uit zijn evenwicht liet brengen over een medewerker die al jaren weg was, dan moest er iets grondig mis zijn. Zoveel was zeker: het Natlab had een nog niet verteld verhaal.

De verschijning van *Natlab* valt samen met de definitieve splitsing van Philips. Ruim honderd jaar na de oprichting van het lab verdelen de researchactiviteiten zich dit jaar over een lichtonderneming en een gezondheidsconcern. Daarmee valt definitief het doek voor Philips' eerste en grootste onderzoekslaboratorium. Het Natlab keert niet meer terug, maar wij denken dat er ook tegenwoordig nog plaats zou zijn voor een organisatie met een vergelijkbaar karakter. De relatie tot het moederbedrijf was niet zonder problemen, maar de vrijbuiters van het Natlab waren wel degelijk effectief en wilden niets liever dan Philips' productportfolio vullen met uitvindingen. De onttakeling is dan ook een aderlating. Niet alleen voor Philips, maar voor heel Nederland.

Paul van Gerven
René Raaijmakers
Augustus 2016

Het fenomeen Natlab

*Het Natlab was een eigenwijze en tikkeltje
anarchistische organisatie met een geheel eigen kijk
op wat goed was voor Philips*

1 Vrij als een vogeltje

Over het Natlab doen twee verschillende verhalen de ronde. Welke je te horen krijgt, hangt af van de persoon met wie je praat. Vraag het de onderzoeker en zijn ogen gaan twinkelen. Het Natlab, dat was het summum van technologisch georiënteerd onderzoek in Nederland. Een vrijplaats waar de natuurwetenschappelijke elite in alle rust en vrijheid haar ideeën kon uitwerken, voorzien van alle gemakken, zonder onderwinstaken. Geen wonder dat zo'n onderzoeksparadijs geweldige uitvindingen heeft voortgebracht; jammer dat Philips deze niet vaker heeft kunnen omzetten in klinkende munt.

Vraag het iemand met een commerciële functie bij Philips en zie zijn gelaatsuitdrukking verstarren. Het Natlab, daar zaten wereldvreemde eigenheimers die maar wat liepen te hobbyen op kosten van de zaak. Arrogante types die meer geïnteresseerd waren in prijzen of publicaties dan in het vullen van de pijn van hun concern met vermarktbaar uitvindingen, of daar in ieder geval veel te veel tijd voor namen. De successen die ze Philips brachten, waren meer geluk dan wijsheid.

Beide verhalen berusten op een gemeenschappelijk fundament: researchers in dienst van Philips, die toch vrij als een vogeltje waren. De onderzoeker ziet het als een katalysator voor glorieuze prestaties, de verkoper als een gruwel van inefficiëntie en een blok aan zijn been in de concurrentieoorlog waarin de commercie dag in dag uit is verwickeld. Beide partijen eisen successen op, maar wijzen naar elkaar als het gaat over de kansen die Philips heeft laten liggen.

Dat laatste is het werkelijke probleem: Philips' worsteling om de interactie te stroomlijnen tussen zijn research en de rest van het bedrijf. Elk nieuw product moet een aantal stappen doorlopen, een keten. Het begint met een idee of wens, dan volgt de uitvinding, een prototype en bij voldoende potentie een product, waarbij is nagedacht over hoe dat in de markt moet worden gezet en hoe het kan worden geproduceerd binnen de specificaties tegen zo laag mogelijke kosten.

Als het product flopt, heeft de hele keten – het hele concern – gefaald, even afgezien van het feit dat falen er nu eenmaal bij hoort in het ondernemen. Uitvinders moeten geen nutteloze dingen bedenken, maar de commercie moet een uitvinding op waarde weten te schatten en in staat zijn haar slagvaardig in de markt te zetten.

Door zijn nogal losse bedrijfsstructuur en in toenemende mate logge bedrijfsvoering was Philips kwetsbaar voor mislukkingen. In de twee tot drie decennia na de oorlog verdoezelden royale economische groei en een overzichtelijk speelveld deze zwakte, maar vanaf de late jaren zeventig begon het pijn te doen. Er stonden formidabele concurrenten op in Azië en het innovatietempo nam toe. Philips kreeg steeds meer moeite om ontwikkelingen uit eigen keukens succesvol te vermarkten.

Hoe bizar de verhoudingen waren tussen het Natlab en de rest van de Philips-organisatie illustreren we aan de hand van een machine die eind jaren zestig zowel in Eindhoven als in Hamburg en Nijmegen werd ontwikkeld. Het researchlab en twee productievestigingen deden dat alle drie in concurrentie met elkaar.

We gaan daarvoor terug naar het eind van de jaren zestig. Gordon Moore heeft zijn beroemde wet geformuleerd, maar die hadden Natlab-onderzoekers niet nodig om de ongekende mogelijkheden in te zien van geïntegreerde elektronica. Vol enthousiasme probeerden ze niet alleen de chiptechnologie binnen Philips naar een hoger plan te tillen (zie deel III), ook de complexe processen om de geïntegreerde circuits te maken, hadden hun volle aandacht. Wat heb je immers aan een chip als je hem niet kunt produceren?

Natlab'ers Frits Klostermann en Ad Bouwer waren net klaar met hun geavanceerde repeteercamera (zie deel IV), een apparaat om de maskers te maken waarmee ragfijne patroontjes voor chips op silicium schijven zijn te zetten. De vadermaskers, de originele patronen die deze photorepeater moest verkleinen, werden echter op een vrij primitieve manier gemaakt. Bij Philips' hoofdindustriegroep Elektrische Componenten (Elcoma) en op het Natlab sneden ze nog steeds metersgrote circuitontwerpen voor chips op stripfolies uit.

II

De compact disc

*Hoe de ingenieurs van Philips zorgden voor een revolutie in
de media-industrie met het eerste volledig digitale
systeem voor consumenten*

1 Aalst

De ontwikkeling van de cd begon in een klein Brabantse dorpje, een paar kilometer ten zuiden van Eindhoven. Daar in Aalst woonde in de jaren vijftig en zestig een aantal Natlab-ingenieurs. Niet dat ze opvielen. Heel de buurt werkte bij Philips en ook onderzoekers als Kees Teer en Hajo Meyer hadden er eenvoudige huizen. Op het werk maar ook privé trokken ze met elkaar op. Door hun gemeenschappelijke interesse in muziek, maar vooral ook doordat ze hun bezieling voor wetenschap en techniek niet konden delen met elke willekeurige andere buurman.

Het was Kees Wols die in 1969 bij zijn goede vriend Meyer door de achterdeur binnenstapte. Wols was bij de hoofdindustrie-groep Elektro Akoestiek (ELA) verantwoordelijk voor onderwijskundige toepassingen en hij had een idee. Hij zocht naar een nieuwe manier om beelden en geluid op te slaan. Op dat moment konden speelfilms en televisie-uitzendingen alleen worden vastgelegd op film of magneetbanden. Voor onderwijstoepassingen was dat onhandig; herhaaldelijk terugspoelen kostte veel tijd. Wols vroeg daarom aan Meyer of ze iets konden bedenken waarmee gebruikers met een druk op de knop naar de gewenste informatie konden springen.

Als man van de commercie had Wols ook een vergezicht: videoplatten zouden er later ook komen voor de gewone man. In dat soort gesprekken over toepassingen en markten was de ELA-man niet te stoppen. 'We kunnen er ook tijdschriften op zetten en programma's voor de vrouw', zei hij dan. 'Dan komt op donderdag de bladenman, moeder de vrouw loopt naar de voordeur en ontvangt haar plaat, en daarna legt ze haar voeten op een bankje en gaat ze alle programma's kijken die ze leuk vindt.'

Wols had het ook besproken met Teer, hoofd van de Natlab-sector elektronische systemen, waaronder ook de groep voor magnetische recording viel. Maar die liep niet erg warm voor Wols' ideeën. Hij had eigenlijk niet veel zin om binnen zijn afdeling de ontwikke-

ling van een magnetisch systeem te starten. Bij 'optisch' zette Teer al helemaal vraagtekens.

Zo kwam Wols weer bij zijn vriend Meyer. Die was net als Teer adjunct-directeur en viel in de Natlab-hiërarchie onder Eddy de Haan. Toen Wols bij hem aanklopte, had Meyer net de onder hem vallende onderzoeksgroep optiek opgeschud en Piet Kramer aan het hoofd gezet. Meyer besprak het met zijn baas De Haan en die gaf toestemming om Wols' idee te laten uitwerken door Kramers groep.

Tijdens de eerste brainstormsessies vielen de puzzelstukjes al snel op hun plaats. Met de technologie die het Natlab op de plank had, kon vlot een eerste prototype worden geconstrueerd. Klaas Compaan kwam met het idee om piepkleine dia's op een schijf te zetten en die uit te lezen met een beeldsensor. Hij wist dat het Natlab daarvoor alle ingrediënten in huis had.

Philips had inmiddels een reputatie met zijn Plumbicon-buizen om bewegende beelden op te nemen. Eind jaren zestig waren de hoogtijdagen van deze beeldsensor. Philips had er de hoogste Amerikaanse en Engelse onderscheidingen in tv-technologie voor in de wacht gesleept. In die jaren verkocht het duizenden Plumbicon-studiocamera's, allemaal gemaakt bij de hoofdindustriegroep ELA, die alle elektronica voor professionele apparaten voor zijn rekening nam.

Wols' medewerker Compaan zag een systeem voor zich dat met een Plumbicon-beeldsensor de zwart-witplaatjes van de schijf kon lezen. Aan de ene kant flitste een lichtbron, waarna een Plumbicon aan de andere kant bij elke flits het beeld oppikte en het plaatje omzette in een elektronisch signaal. Dat kon dan via de antenne-aansluiting naar een tv-toestel.

Ook Compaan was een Aalster buurtgenoot. Hij woonde bij Meyer aan het einde van de straat. Ze kenden elkaar van hun studie, waar ze elkaar hadden gevonden in de muziek. Meyer was een goede violist en de uit de Zaanstreek afkomstige Compaan was een begenadigd hoornist die zelfs op professioneel niveau speelde. Zijn studie theoretische natuurkunde had hij bij elkaar verdiend door bij te klussen als hoornblazer in het Radio Filharmonisch Orkest.

Digitale dromen, analoge winsten

Hoe Philips Semiconductors bijna ten onder ging aan zijn digitale ambities maar als NXP met de analoge kroonjuwelen uit de as herrees

1 **Ma Bell's cookbook**

In 1948 keerde Natlab-directeur Evert Verwey terug van een studiereis in de Verenigde Staten. Daar was hij zo onder de indruk geraakt van een nieuw type elektronische schakelaar – de transistor – dat hij meende dat de elektronenbuizenfabrieken van Philips binnen enkele jaren hun deuren konden sluiten. Dat was nogal wat: Philips was destijds de grootste buizenfabrikant van Europa. Op het hoogtepunt in de jaren vijftig – buizen hielden het iets langer uit dan Verwey vermoedde – produceerde het er tweehonderd miljoen per jaar.

Philips werd groot met de gloeilamp en daarop was de elektronenbuis een natuurlijke uitbreiding. In wezen is de simpelste elektronenbuis (een gelijkrichter of diode) een gloeilamp met een extra elektrode. Nadat het nog jonge Natlab in de jaren twintig buisentechnologie had opgepakt, wist het belangrijke bijdragen te leveren aan de ontwikkeling ervan. Kaskraker was de pentode van Bernard Tellegen, die fungeerde als versterker in de eerste consumentenradio's. Zijn opvolger werd een onmisbaar onderdeel van televisies.

Veel minder bekend was de telbuis, bedacht door Natlab-onderzoeker Adrianus van Overbeek in 1946. Deze geavanceerde buis telde elektrische pulsen en liet de tussen- of eindstand zien door getallen te doen oplichten op een schermje. Overbeeks telbuis was een buitengewoon knap stukje analoge elektronica, maar de uitvinding van de transistor overschaduwde zijn vondst volkomen.

De latere Nobelprijswinnaars John Bardeen en Walter Brattain van Bell Labs, de onderzoeksddivisie van de Amerikaanse telefoonmaatschappij AT&T, toonden de eerste transistor vlak voor kerst in 1947 aan hun collega William Shockley, die in 1956 deelde in de hoogste wetenschappelijke eer voor de theoretische beschrijving van de nieuwe schakelaar. Net als een elektronenbuis werkte de transistor als een versterker van elektrische stroom, maar het ding was kleiner, verbruikte minder energie en genereerde minder warmte. Bovendien kwam er aan de fabricage geen glas- en vacuümtechnologie te pas.

Het Natlab verrichte destijds ook onderzoek dat tot de transistor had kunnen leiden; het werkte alleen met andere materialen. De transistor van Bell Labs was gemaakt van germanium, een halfgeleider die tijdens de Tweede Wereldoorlog in de belangstelling was komen te staan vanwege de radar. Daardoor was de metallurgische kennis over het materiaal rap toegenomen, en tegen het einde van de jaren veertig kon het voldoende worden gezuiverd om er een transistor van te maken. Hoewel deze kennis ook op het Europese vasteland aanwezig was – sterker: historisch onderzoek heeft aangetoond dat de transistor onafhankelijk van Bell Labs ongeveer gelijktijdig in Frankrijk is uitgevonden – was deze in de roerige oorlogstijd voorbijgegaan aan het Natlab. Het Eindhovense halfgeleideronderzoek richtte zich op verwante materialen als seleen en metaaloxides.

Verwey maakte daar prompt een einde aan toen hij was teruggekeerd uit de VS. Hij stuurde het onderzoek op het Natlab bij in de richting van germanium. Dit leverde al in 1950 een product op dat kon worden overgedragen aan de productiedivisie: een diode. Twee jaar later produceerde de speciaal opgerichte industriegroep Elektronenbuis-substituten er een miljoen stuks van. Het Natlab beschikte echter niet over de materiaalkennis en de praktische vaardigheid om complexere transistoren te vervaardigen, laat staan deze en masse te produceren.

Juist in die tijd maakte de eigenaar van die begeerde kennis, AT&T, een wonderbaarlijke draai. Het opende de deuren van Bell Labs in april 1952 om deze informatie te delen met anderen. Greitig maakten adjunct-directeur Piet Haaijman en Hajo Meyer van het Natlab en directeur Jan van Vessem van Philips' elektronenbuisenlab daar gebruik van. In Murray Hill, New Jersey, kregen ze alles te horen over het gebruik en de fabricage van transistoren. Vanuit Europa waren ook researchers van onder meer BTH, Ericsson, Siemens en Telefunken overgekomen. De latere uitvinder van het geïntegreerde circuit, Jack Kilby van Texas Instruments, behoorde eveneens tot de bezoekers. De wereld van de halfgeleiders was nog klein en overzichtelijk.

IV

De waferstepper

*Hoe het Natlab in de jaren zestig en zeventig
de basis legde voor een wereldmarktleider
in lithografische technologie*

1 De inhaalactie

In 1962 was op het Natlab duidelijk geworden hoe ver de Amerikanen daadwerkelijk waren met chips. Van een studiereis naar de Verenigde Staten had adjunct-directeur Piet Haaijman een geïntegreerd circuit mee teruggebracht. Dat had voor behoorlijke commotie gezorgd. Toen Haaijman en groepshoofd Leo Tummers het kristal onder de microscoop bekeken, was het hun volkomen helder: de Amerikanen hadden een formidabele voorsprong genomen. Tummers wist: het Natlab had de boot gemist.

Haaijman en Tummers gaven destijds samen met adjunct-directeur Evert Verwey richting aan het halfgeleideronderzoek op het Natlab. Het drietal zat al tien jaar boven op dit nieuwe gebied. Een decennium eerder had Haaijman met Hajo Meyer bij AT&T's Bell Labs in Murray Hill, New Jersey, een training gevolgd over het gebruik en de fabricage van transistoren. Toen ze zich in 1962 realiseerden dat de Amerikanen niet hadden stilgezeten, gaf Tummers een aantal onderzoekers de opdracht om alles uit handen te laten vallen en zich te storten op de nieuwe technologie.

In die opgewonden sfeer kwam Frits Klostermann in september 1962 aan op het Natlab. Hij hoorde er voor het eerst over geïntegreerde schakelingen. Op de Technische Hogeschool in Delft had de jonge ingenieur wel colleges gevolgd over halfgeleiders en transistoren, maar dat de Amerikanen Jack Kilby en Robert Noyce die onderdelen hadden verknoopt en samengebracht op één plakje halfgeleiderkristal was nog niet tot de collegebanken doorgedrongen.

Op het Natlab stond de microscoop met het uit de VS meegenomen *integrated circuit* (ic) permanent opgesteld. Tummers maakte er een statement mee, voor iedereen die nog twijfelde over de toekomst. Hij liet het ic ook zien aan Klostermann: 'Dit moeten wij ook kunnen.'

De meeste onderzoekers die in de jaren vijftig en zestig op het Natlab arriveerden, wachtten relaxte eerste maanden. Ze keken wat om zich heen, lazten zich een aantal maanden op hun gemak

in en kozen daarna zelf het onderzoek dat hen het meest interesseerde. Klostermann begon net zo.

Toch zorgde de Amerikaanse vinding voor een *sense of urgency*. Groepshoofd Tummers wilde een inhaalactie. De keuze viel op een schuifregister, een schakeling die tot dan toe bestond uit aan elkaar gesoldeerde bouwsteentjes: transistoren, weerstanden, diodes en condensatoren. Tummers vroeg Klostermann om die op één stukje silicium te zetten, met andere woorden: om er een geïntegreerde schakeling van te maken.

* * *

In de VS pompten het Pentagon en Nasa in de jaren vijftig en zestig miljarden in research. Gevestigde bedrijven, defensielabs, maar ook kleine start-ups profiteerden daarvan. Europa deed volop mee, maar daar speelden de ontwikkelingen in de halfgeleidertechnologie zich begin jaren zestig vrijwel geheel af binnen de gesloten wereld van de grote onderzoekslabs, bij giganten als Philips, Siemens en Telefunken.

Op het Natlab was de technologie om halfgeleidercomponenten zoals diodes en transistoren te maken ruim voorhanden. Geld speelde geen rol en onderzoekers hoefden maar te knippen met hun vingers en de glasblazerij en de mechanische werkplaats stonden klaar om hen te voorzien van meetinstrumenten, vacuüm-opdampklokken, diffusieovens en andere apparatuur.

Met zijn opdracht om een geïntegreerd circuit te maken, zat Klostermann in een inspirerende omgeving; zijn kamergenoten Albert Schmitz en Piet Jochems hadden inmiddels hun sporen verdiend met de fabricage van transistoren.

Het grootste probleem waren de fotomaskers. Het Natlab ontbeerde de fotografische apparatuur om contactmaskers met zeer kleine patronen te maken. Die laatste waren nodig om contactafdrukken aan te brengen op de halfgeleiderplakken. Klostermann kon de maskers laten maken in de Verenigde Staten, maar daar gingen maanden overheen. Dat vond hij geen optie en hij besloot om er zelf een instrument voor te ontwikkelen. In een paar maanden

Uit beeld

*Hoe Philips afscheid nam
van de displaymarkt*

1 Dikke en dunne nekken

‘Geen beeldbuis zonder Bathelt’, ging het gezegde onder tv-ontwikkelaars op het Eindhovense fabrieksterrein Strijp-R in de jaren zeventig en tachtig. De getalenteerde Rob Bathelt was oorspronkelijk door Hendrik Casimir uit Oostenrijk naar Nederland gehaald om op het Natlab onderzoek te doen, maar hij kwam al snel terecht bij de tv-ontwikkelorganisatie. Daar groeide hij uit tot een fenomeen, een internationaal erkende autoriteit op het gebied van beeldbuisen. Zijn werknemers droegen hem op handen.

Bathelt personifieerde de succesvolle inhaalslag die Philips had gemaakt in de ontwikkeling van de beeldbuis (zie appendix A). Reeds in de jaren twintig van de vorige eeuw experimenteerden Natlab-onderzoekers met een primitieve voorganger, de elektro-mechanische Nipkow-schijf, al zag directeur Gilles Holst het toen niet zo’n vaart lopen met beeldtechnologie. Hij hield grootschalig onderzoek af, tegen de wens van een deel van de directie in.

Pas toen het fenomeen tv overwaaide vanuit Amerika, ging Holst overstag. Concurrent RCA toonde in 1933 ’s werelds eerste elektronische beeldsensor aan het publiek, de iconoscoop. Telefunken nam er met het oog op de Olympische Spelen van 1936 onmiddellijk een licentie op. Daarop verzorgde Natlab-pionier Erik de Vries in 1938 de eerste experimentele televisie-uitzending in Nederland, vanuit de Jaarbeurs in Utrecht. Na de oorlog organiseerde Philips in 1948 de eerste publieke tv-uitzending, ook al was die slechts te ontvangen in een straal van veertig kilometer rondom Eindhoven. Drie jaar later was het eerste nationale programma een feit. Daarna begon de tv aan haar opmars naar vrijwel elke Nederlandse huiskamer, eerst in zwart-wit, vanaf eind jaren zestig ook in kleur.

Voor het succes van televisie was het noodzakelijk dat er aansprekende programma’s werden uitgezonden, maar deze produceren was alleen aantrekkelijk bij voldoende publiek. Groot-Britannië en de Verenigde Staten doorbraken de patstelling eerder dan Nederland. Maar eenmaal op gang groeide Philips’ tv-business

onstuimig. Het aandeel van de tv in de omzet steeg van zes procent in 1950 naar dertig procent in 1960, en dat was exclusief de componenten die de Eindhovense onderneming verkocht aan andere tv-fabrikanten. Zijn marktaandeel in de toestel- en beeldbuismarkt noteerde Philips steevast in dubbele cijfers. In tv-chips was het in de jaren zeventig zelfs bijna monopolist. In de jaren negentig maakte het concern furore met de one-chip-tv.

Philips verkocht zijn toestellen over de hele wereld en produceerde ze in verschillende landen. In Europa groeide het bedrijf uit tot de grootste beeldbuisfabrikant, met fabrieken in Nederland, Duitsland, Frankrijk, Groot-Brittannië en Spanje. Overzee was er op de Noord-Amerikaanse markt stevige concurrentie, maar in Zuid-Amerika – met fabrieken in Brazilië en Argentinië – had Philips het rijk vrijwel alleen.

Na de voor- en naoorlogse experimenten duurde het een kleine twee decennia voordat Philips begon bij te dragen aan de ontwikkeling van de technologie zelf. De beeldbuizen die het bedrijf aanvankelijk produceerde, had het in hoge mate afgekeken van Amerikaanse branchegenoten, vooral van audio- en videopionier RCA. Pas in de loop van de jaren zestig, toen de tv de Nederlandse huiskamers begon te veroveren, beschikten de Eindhovenaren over een solide basis om technologisch van zich te doen gelden.

Toen het fundament er eenmaal lag, stoomde Philips met een groot aantal innovaties snel door tot het wereldpodium. Een van de eerste concrete bijdrages, bedacht onder de bezielende leiding van Rob Bathelt, was een metalen band om het glas van de buis bij elkaar te houden in geval van een implosie. Dit maakte de hinderlijke veiligheidsruit overbodig. De techneuten op Strijp-R vonden daarna een elektronenkanon uit dat al na enkele seconden (in plaats van minuten) voldoende elektronen afschoot om beeld te genereren. Ook bedachten ze een schaduwmasker uitgevoerd in een magnetisch afschermend soort staal, waardoor er minder correctiespoelen nodig waren. In 1974 bracht Philips als eerste een beeldbuis op de markt waarin de drie bundels voor rood, groen en blauw niet met een uiterst ingewikkelde procedure op elkaar moes-