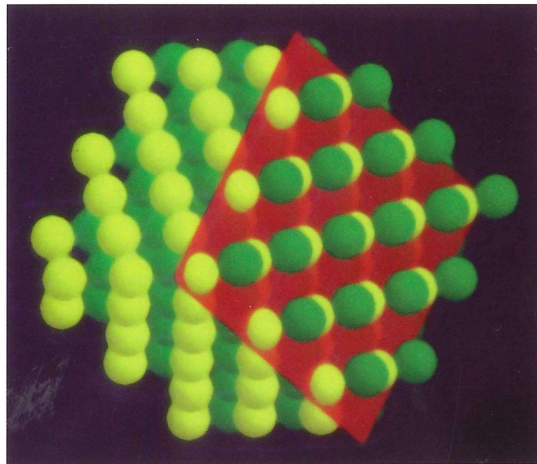


Prof.dr. H.W.M. Salemink

Mind the Gap

Uittreerede 21 september 2012

Faculteit Technische
Natuurwetenschappen



Mind the Gap

Uittreerede

In verkorte vorm uitgesproken op 21 september 2012
ter gelegenheid van het uittreden uit
het ambt van hoogleraar aan de
faculteit TNW van de Technische Universiteit Delft.

door

prof.dr. H.W.M. Salemink

*Mijnheer de Rector Magnificus,
Leden van het College van Bestuur,
Collegae hoogleraren en leden van de universitaire gemeenschap,
Zeer gewaardeerde toehoorders,
Dames en heren,*

Collega's, vrienden en familie,

In deze uittreerede zal ik ingaan op een aantal onderwerpen die voor een natuurkundige te maken hebben met 'gaps' ofwel 'gaten', kuilen of kloven. Een aantal kloven betreffen mijn tunnelmicroscopie werk in IBM en een deel mijn nanofotonisch werk aan de universiteit. Van deze laatstgenoemde zal ik in enkele beelden het doel, het ontwerp, de fabricage en de resultaten toelichten, zoals de studenten en promovendi dit in afgelopen jaren bewerkt en gebruikt hebben. Verder zal ik spreken over het overbruggen van andere kloven in samenwerkingen; tenslotte benoem ik gaten in onze wereld, welke wij heden ten dage "opportunities" noemen. Dit laatste thema vormt deel van een lopende discussie over onderwijs, financiering en toekomstige werkgelegenheid en is opinierend van aard.

De rode draad in het verhaal.

Waarom de titel "Mind the Gap"? Gaps prikkelen mijn fantasie:

- 1] Allereerst uitgaande van mijn vakgebied, waarin gaps een belangrijke rol spelen, zowel in halfgeleiders, tunnels en nanofotonica. Waarover later in meer detail.
- 2] Daarnaast zijn er door de natuur gevormde geologische verschijnselen, esthetisch mooi. Soms lastig.
- 3] Dan zijn er door de mens bewust bedachte constructies, bedoelt om deze gaps of kloven te overbruggen. Het doel is dan meestal daarover transport te laten plaatsvinden van en naar lokaties. En let ook op de constructie van deze "overbrugging", die we later zullen terugzien bij de bespreking van elektronen transport.



Fig.1



Fig.2



Fig.3

Enkele gaps

- Albula bahn
- Andreas fault
- Continenten

- Semiconductors en optica

- Culturen
- Industrie onderwijs / opleiding

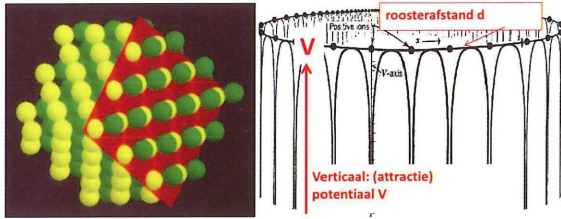
- Kennis/wetenschap - maatschappij

- Korte / lange termijn

Zoals u bekend is, zijn er meerdere typen van 'gaps' of kloven of gaten, zo u wilt. Enkele bekende zijn hier afgebeeld, zoals het begin van de geofysische Andreas fault in de buurt van King City, California. Aldaar is dit een af-en-toe onrustig natuurfenomeen, maar verder noordwaarts wordt degelijk rekening gehouden met onrust uit de diepte van deze kloof. Iets verder bij Salton sea vinden we Ladder Canyon, waar u ziet dat toegang en traversering van de geologie al een obstakel kan zijn: de hindernis is natuurlijk afhankelijk van de lengteschaal van toepassing: zo'n 1 meter voor een mens. Dit is veel minder het geval voor een vlieg van 5 millimeter of voor de observatie vanuit de ruimte met 1 kilometer detail. Ik bedoel te zeggen dat de waarneming van een kloof afhankelijk is van de dimensie waarmee we kijken, maar dat is eigenlijk niets nieuws. Een derde kloof is de Albula in Graubunden, Zwitserland: u ziet ook hoe deze gap "overbrugd" is voor een vorm van transmissie. Dit beeld is een voorbeeld hoe wij met gaps kunnen omgaan om iets te bereiken. Let u op twee zaken in deze figuur: (a) de weloverwogen plaatsing van de zuilen, en (b) de vorm van de brug-dragers. Beide hebben een symbolische plaats in het verdere verloop van mijn tekst.

Nu kom ik langzaam op mijn vakgebied en zal duidelijk maken waardoor gaps te zien zijn.

Kronig Penney model: atomen in een rooster: elektronische bandstructuur en gaps



$$\frac{Km}{\hbar\sqrt{2mE}} \sin\left(\frac{d}{\hbar}\sqrt{2mE}\right) + \cos\left(\frac{d}{\hbar}\sqrt{2mE}\right) = \cos(kd)$$

Fig.4

de oplossing van KP vergelijking en formatie van energie (E) banden

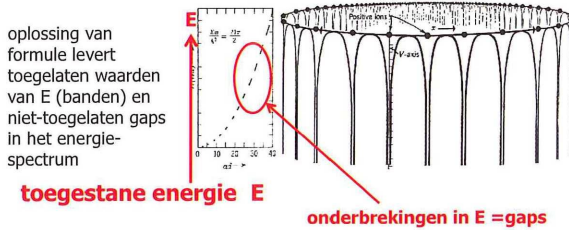


Fig.5

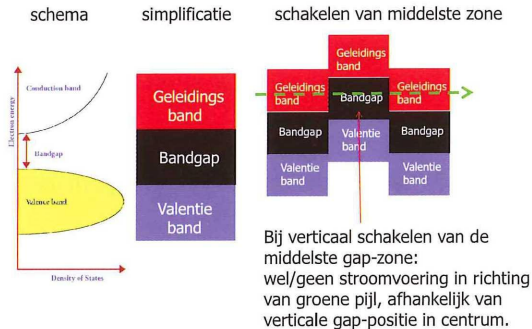


Fig.6

In de wereld van transistors en IC's (Intel) is de elektronische bandgap van groot belang. Deze elektronische bandgap zal ik kort toelichten, mede omdat dit een duidelijke relatie heeft met mijn werkgebied nanotechnologie en fotonica. Een kristallijn materiaal als silicium bestaat uit een structurele ordening van de atomen (bouwstenen van de materie) als bolletjes in figuur 4 links. U kent dit mogelijk uit de scheikundeles. In een kristal zijn identieke atomen verbonden door een (aantrekkende) kracht die deze bolletjes in een rooster op een bepaalde afstand houdt: de rooster-afstand hier (d) genoemd.

In 1932 hebben Kronig & Penney het getekende een-dimensionale ring-model als vereenvoudiging van de 3-dimensionale opbouw bedacht (rechts in figuur 4) en daarvoor de elektronische eigenschappen uitgerekend. U ziet dat de aantrekkende kracht de bolletjes als het ware zuigt naar de bepaalde posities op onderlinge afstand d . Uit dit Kronig-Penney model volgt na enige wiskunde de formule onderin figuur 4. Hierin zijn: roosterafstand = d , sterkte van aantrekkingskracht = K en de energie(snelheid) van de electronen = E . Daar de waarde van \sin en \cos maximaal = 1 kan zijn, ziet u dat niet alle waarden van E (energie) mogelijk zijn: de E waarden zijn afhankelijk van K en d en moeten aan genoemde formule voldoen. De mogelijke E waarden zijn getekend in de volgende figuur 5 midden en u ziet dat er bepaalde 'banden' van E zijn: de energie-banden.

In figuur 6 links ziet u een detail van een zo'n gap-deel uit het energiespectrum van de vorige figuur 5: het betreft de valentie-band (geel) en de geleidings(conduction)-band erboven, gescheiden door de energie-gap. Een versimpelde blok-weergave is in figuur 6 midden, met de gap in zwart. Het aan elkaar koppelen van drie blokjes van deze banden en dit koppelen te beïnvloeden, vormt de basis van de werking van de transistor (figuur 6 rechts). Het middelste blokje bandstructuur wordt electrostatisch verticaal bewogen en in de getekende situatie rechts in figuur 6, is er geen elektrische geleiding volgens de groene pijl, daar de gap in het centrale blokje dit blokkeert; indien de rode geleidingsbanden in lijn gebracht worden, is er wel stroomgeleiding. De nanotechnologie (zoals Intel) maakt complexe schakelingen op deze basis. Ik laat deze drie figuren bewust zien om te illustreren hoe belangrijk en elegant de wiskunde is voor onze natuurkunde en voor praktische realisatie van hedendaagse electronica. Het is een essentieel aspect van de huidige IC industrie en alles wat u daaromtrent gebruikt. De realisatie van dit concept op bijzonder kleine (nano-)schaal is ook het elixer van het bedrijf ASML, waar overigens zeker vijf van mijn studenten zijn gaan werken.

De figuren 4-6 behandelden de energie van elektronen en elektronen transport-mogelijkheden in transistors.

nu voor optische banden

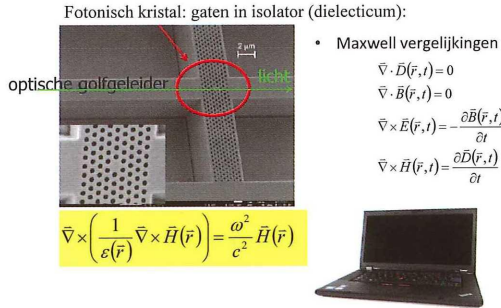
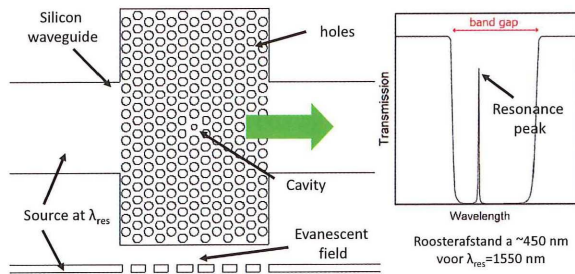


Fig.7

Maxwell vergelijkingen: numerieke simulaties



Th.v.Leest TUD

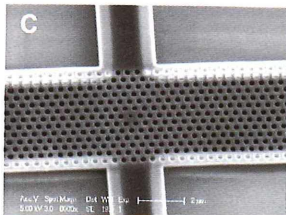
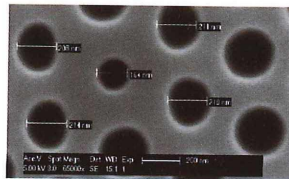
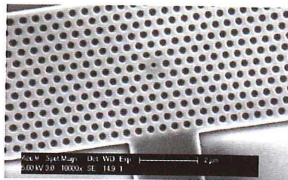
Fig.8

Ik ga nu over op fotonica of optica en wel op een schaal van afmetingen van hun golfengte of een fractie daarvan. De typische afmeting van zo'n optische golf is rond een micron, ongeveer $1/20^e$ van een menselijk haar en we werken met kunstmatig gemaakte structuren van afmetingen tot $1/1000^e$ van dat haar. Licht in een isolerend materiaal volgt de Maxwell formules voor electromagnetische golven. U ziet een optische kristal structuur links in de figuur 7: het lijkt wel op een kristal rooster als eerder gezien bij de atomen. Let op de afmetingen: de roosterafstand is zo'n 400 nanometer oftewel $1/40$ van het dorre haar, de diameter van de gaten circa 240 nanometer.

De mogelijke optische energieën of golflengtes (kleur) worden berekend analoog aan de werkwijze voor onze elektronische banden als zojuist besproken. We berekenen de mogelijke oplossingen van de electromagnetische (Maxwell) vergelijkingen (figuur 7, rechts en in geel) nu in 2 of 3 dimensies via numerieke simulatie programma's. In clip links in figuur 8, ziet u de electromagnetische golf in zo'n 2D simulatie lopen van links naar rechts. Voor de duidelijkheid betreft het hier een 2D optisch kristal-structuur als in figuur 7 links, met een afwijkende cel in het centrum van de structuur. Rechts in figuur 8 is het berekende, resulterende optische spectrum getekend: de transmissie van licht door de fotonische kristalstructuur als functie van golflengte. U ziet een hoge transmissie voor lange golflengtes en voor korte golflengtes (lage en hoge energie), links en rechts. Dit zijn optische (doorlaat) gebieden of banden (grijs). ertussen bevindt zich een laagvlakke - een gap in het spectrum, waar geen transmissie kan plaatsvinden. Dit zijn de drie energiebanden van een optisch kristal, analoog aan het eerder genoemde elektronische bandstructuur op de voorgaande bladzijden.

In de afgebeelde structuur is een afwijkende cel in het centrum en zoals u ziet in het spectrum leidt dit tot een geïsoleerde golflengte piek (aangegeven met resonance): hierop kom ik later terug. In figuur 9 ziet u enkele varianten op deze centrale afwijking: met nanotechnologie kunnen we dit soort variaties momenteel maken met een precisie tot 2 nanometer.

fabricatie: cavity kristal : details 2-5 nm



Details in de structuren:

afmeting : < haar

detail: 2 – 5 nanometer

kleinste gaten: 40 nm

zie bewuste afwijkende vormen (ellipsoid of...)

Fig.9

Precies plaatsen van resonanties in gap

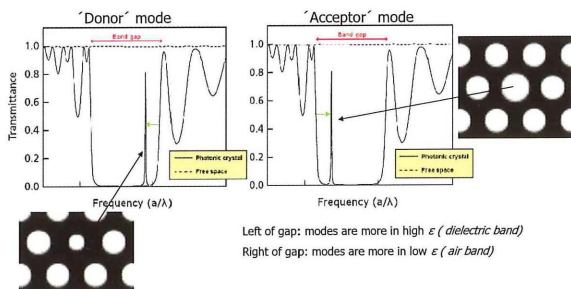


Fig.10

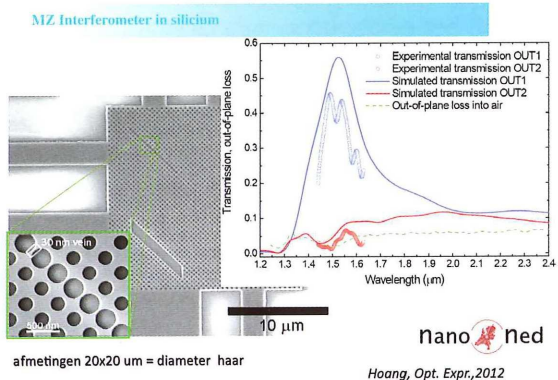


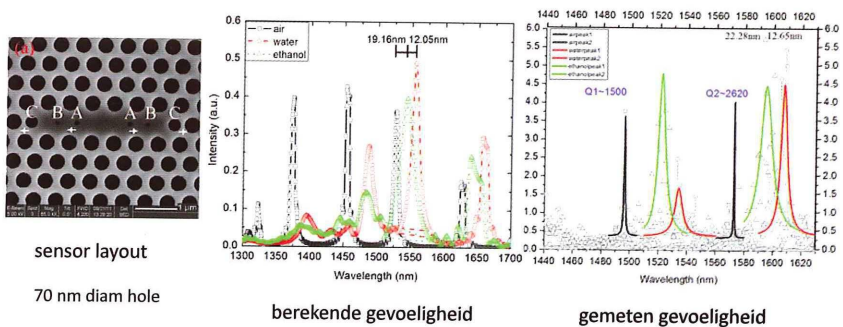
Fig.11

De genoemde 'resonance' piek in het spectrum van figuur 9 in de gap kunnen we verplaatsen naar een andere golflengte (of frequentie), door de centrale cel aan te passen, groot of klein of asymmetrisch te maken (figuur 10). Analoog aan het bewust plaatsen van "onzuiverheden" in silicium wordt dit proces wel 'doping' genoemd, teneinde een bepaalde golflengte te isoleren. Door de flexibele en precieze nanofabricage en door de goede 3D rekenprogramma's is het ontwerpen van dergelijke cellen in structuren sinds 8 jaar zeer efficiënt mogelijk, met hoge voorspellende realiteitswaarde. Dit 'tuning' effect is in de optische structuren veel flexibeler dan in elektronische structuren en geeft verwachtingen voor optische logica in de toekomst (een optische variant van figuur 6 rechts).

Een zeer compacte interferometer met afmetingen van een haar -diameter (20 x 20 micron) is te zien in figuur 11: zie de perfectie in de rooster-structuur en de 30 nanometer kritische details (figuur 11, links onder). Deze Mach-Zehnder interferometer werkt ook volgens voorspellende berekening (figuur 11, rechtsboven), waar de asymmetrische uitgangssignalen te zien zijn (rood en blauw,) voor berekeningen en voor de experimentele resultaten. Een verstoring in de twee wegpaden tussen de reflectors (de 4 strips onder 45 graden) zal de balans in deze uitgangssignalen verstoren. Zelf ben ik toch wel verbaasd over de accuratesse van dergelijke berekeningen en over de precisie van onze nanotechnologische fabricage.

Als laatste voorbeeld een nano-optische sensor, ontwikkeld voor detectie en onderscheiding van water, ethanol en olietypen (figuur 12). In deze figuur ziet u links de structuur, in het midden de berekeningen en rechts de experimentele signalen. Dit ontwerp heeft enkele zeer precies geplaatste gaten van 70 nanometer in het centrale deel teneinde het electromagnetische veld te optimaliseren voor zijn vorm, de exacte locatie en de veldsterkte. U ziet dat de gemeten signaal-verschuivingen van deze resonanties door vloeistof-contact (van 12 en 20 nanometer in golflengtes) goed overeenkomen met de berekende verschuivingen voor de twee hier berekende en gemeten vloeistoffen. Dit werk wordt nu voortgezet voor de identificatie van vloeistoffen ('finger-prints') en voor het maken van 2D optische analyse matrixen, omdat deze sensoren zo compact zijn, instelbaar voor een specifieke golflengte, alleen een glasvezel aansluiting nodig hebben en geen electronica.

nanophotonic sensor : air/water/ethanol (oil)



Yazhao Liu, *Opt. Expr.* 2012, FOM IPP / Shell

Fig.12

Ik hoop dat u een globaal idee hebt gekregen van kristalroosters, energiebanden en gaps, van het ontwerpen van dergelijke bandstructuren, de nanotechnologische fabricage en van enkele resultaten van de nanofotonica. Na deze mogelijk wat saaie technisch-wetenschappelijke gaps en het gebruik ervan, zal ik een volgend thema van eventuele gaten in de toekomst behandelen. Zoals bekend heeft Nederland een uitstekende wetenschappelijke positie in nanotechnologie op dit moment: u ziet dit bijvoorbeeld in het overzicht van verwijzingen naar artikelen over nanotechnologie (figuur 13), waarin Nederland consequent bij de landen met de meest geciteerde publicaties verschijnt (USA, Zwitserland, Zweden, Denemarken, Nederland). Dit is het resultaat van zorgvuldig werk in de afgelopen 16-25 jaren, waarin een excellente expertise is opgebouwd zowel in universiteiten als in delen van de high-tech industrie. In 2002 heeft het consortium NanoNed uit de aardgasbaten (het FES fonds voor structuurversterking) succesvol in de competitie een groot programma kunnen uitvoeren, in co-operatie met 8 universiteiten en 3 industrieën. Dit heeft geleid tot een aanmerkelijke versnelling van nanoscience en technologie, in de vorm van aanstellingen, studenten, 120 promovendi, artikelen, 60 patenten en 5 nieuwe faciliteiten (figuur 14). In de afgelopen jaren is in het vervolg ook een aantal nieuwe programma's ontstaan, die vakgebieden verbinden, via de sponsors EZ, NWO, FOM en STW: voor nanotechnologie staat een (beperkt) overzicht in figuur 15.

De globale positie van Nederland in nanotechnologie :
indicator relevantie wetenschap

Nation	number of papers	total cites	cites per paper	Nation	number of papers	total cites	cites per paper
Switzerland	792	8233	10.40	Spain	874	5131	5.87
Netherlands	514	4767	9.27	Israel	371	2063	5.56
US	9993	92108	9.22	Brazil	245	1253	5.11
Canada	754	5707	7.57	Austria	220	1103	5.01
Belgium	600	3070	5.12	USA	250	1250	5.00
Ireland	100	500	5.00	UK	100	500	5.00
England+Scotland	100	500	5.00	France	100	500	5.00
EU-25	100	500	5.00	Denmark	100	500	5.00
Denmark	100	500	5.00	Germany	100	500	5.00
France	2673	17168	6.42	Russia	1708	4240	2.48
Japan	4251	26267	6.18	China	3168	7653	2.42
Germany	3634	22373	6.16	Southkorea	579	1243	2.15

leercurve : inleertijd voor expertise
8-16 jaar na investering !

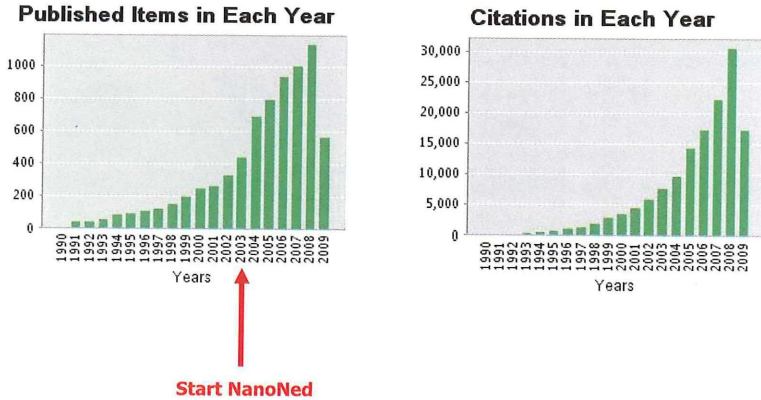
Table 3: Number of nanotechnology publications and citations in the SCI database 1991-2000 for top 25 cited countries, ranked by average cites per paper. Note that the EU-25 figures do only refer to the countries that appear in this table. Source: Thomson ISI database, 2001 on <http://www.esi-topics.com/nano/nations/d1a.html>

Fig.13

Artikelen/jaar uit NL over nanotechnologie uit Nanoned consortium

8000 publications on nano from NanoNed partners

>145,000 citations



[Dave Blank, 2009]

Fig.14

Cooperatieve programma's nanotechnologie

<u>research theme</u>	<u>source</u>	<u>relation</u>
NanoNed	bsik 2004-2010	TUD main prgms+infra
NIMIC	smartmix 2007	TUD FEI LUMC Albemarle
MEMPHIS	smartmix 2007	mainly 3TU + Lionix
NanoLabs.nl	EZ FES 2008	3TU +TUG
HTSM/nanonext	8 mins FES 2009	UT pv, mainly 3TU, industry
NWOnano	NWO,STW, 2010	new NWOnanoscience
IOP Photonics	minEZ, ag.nl	largely 3TU prgm+infra
IPP, STWperspektief	FOM, STW, EU	Shell ASML FEI

Fig.15

Hoe past deze nationale positie in een globaal perspectief?

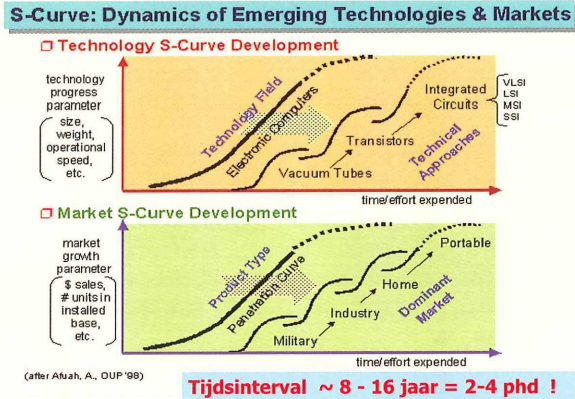


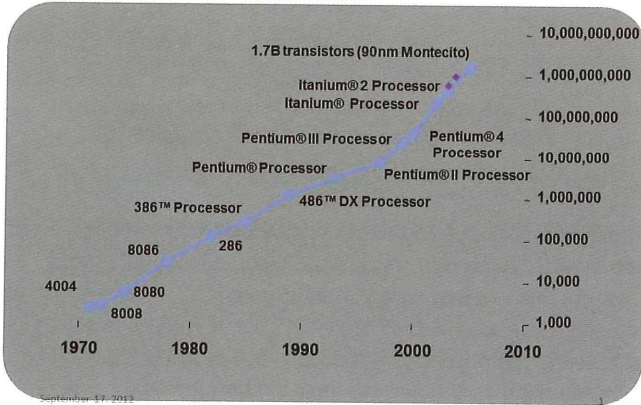
Fig.16

De ontwikkeling van technologie in de loop der tijd verloopt vaak in golven en onderscheidt grofweg drie fasen in elke golf. De eerste fase is een aarzelend begin, soms revolutionair, vaak ook een testfase (zie figuur 16). Daarna volgt een snelle stijging en acceptatie en verbreiding - ook de periode van financiële terugverdientijd. Tenslotte volgt een verzadiging en afvlakking van ontwikkeling en inverdienen, waarna marges sterk afnemen. Vaak volgt hierop een nieuwe golf van technologie of van vernieuwend systeemdenken. Het beheersen en inspelen op deze ontwikkelingen, bekend als learning (of S-) curve, is een essentieel deel van de strategie bij industrieën als IBM, Intel en ASML. Parallel aan deze curves lopen de introductie-lijnen voor diverse markten, van high tech instrumenten naar compacte, draagbare machines, u allen wel bekend. Het zal duidelijk zijn dat beheersbaarheid van techniek, kostenreductie en marktacceptatie in deze strategieën een rol spelen. Voor transistors is dit wel bekend uit de beheersbaarheid van toenemende complexiteit van transistor circuits (figuur 17, links), maar evenzeer is dit mogelijk gemaakt door de enorme reductie in kosten die mogelijk was met sterk avancerende technieken (figuur 17, rechts). Een dergelijke 'scaling' in complexiteit met gelijktijdige kostenreductie vindt momenteel plaats bij genome sequencing. Het doel van deze grafieken en opmerkingen is aan te tonen dat verbeteringen in techniek een van de factoren in de gehele ontwikkeling is. Een tweede factor is kostenreductie. Hoe dit te beheersen is een vak.

Learning curves and a little help from economy of scale

Toenemende complexiteit & prijsdaling : 10M x in 30jaar !

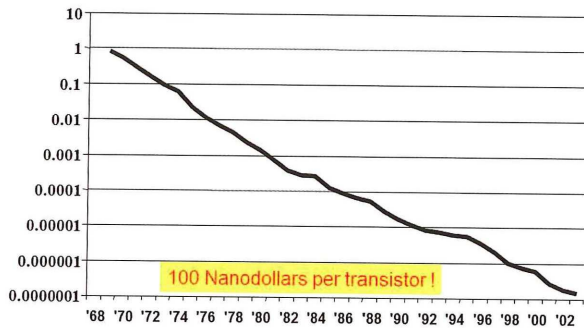
Increase in microprocessor functionality enabled by abundance of transistors



Source: Intel

Average Transistor Price by Year

Nearly 7 Orders Of Magnitude Reduction in Price/Transistor



Source: WSTS/Dataquest/Intel, 3/04

Fig.17

Waarvoor nanotechnologie?:

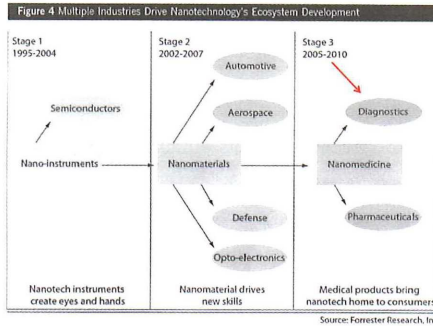


Fig.18

Nanotechnologie doorloopt momenteel ook een of meerdere S-curves: deze technologie heeft zowel een evolutionair als een revolutionair aspect. Het evolutionaire is de voortgaande miniaturisering, mogelijk gemaakt door inzicht, ervaring en door betere machines; het revolutionaire aspect is wel de tunnelmicroscopie (IBM Zurich, 1982) die atomen in oppervlakken zichtbaar maakt. De beheersing van structuren met afmetingen van 2-5 nanometer (= 4 - 10 atomen in lengte) wordt mogelijk, waardoor de disciplines fysica, chemie en biologie steeds minder onderscheidend van elkaar worden. We zien dan ook dat de betekenis van nanotechnologie in de afgelopen 15 jaar (!) van chipsindustrie (waar het routine wordt) nu ook naar medische diagnostiek en farmacie verlegd wordt (figuur 18, Forrester Inc.). In toenemende mate vragen deze ontwikkelingen een samengaan van de fronten in verschillende werkgebieden, dus niet meer in de natuurkunde alleen.

Nations must perform on two distinct axes to dominate in nanotechnology

Nanotechnology activity		Technology development strength	
Nanotech initiatives	15%	R&D spending as % of GDP	25%
Nanotech centers	15%	High-tech manufacturing as % of GDP	20%
Nanotech publications	15%	Technology and science workforce	20%
Issued U.S. patents	15%	Science and engineering Ph.D.'s	15%
Government spending	10%	Expatriation of educated	10%
Risk capital	10%	Infrastructure	10%
Corporate R&D	10%		
Active companies	10%		

Absolute scale

Relative scale
Lux research Inc. & Nanoned

Fig.19

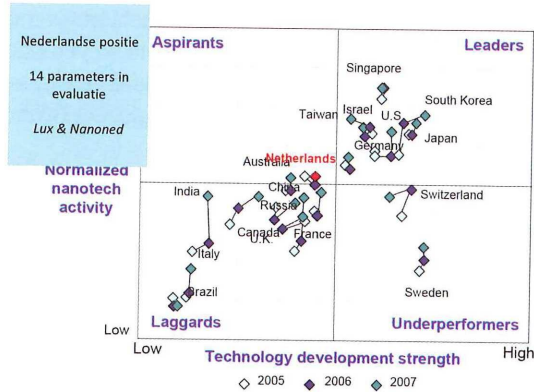


Fig.20

Hoe gaat dit in Nederland? Blijven we aantrekkelijk in de lijnen van de komende learning curves? Voor Nanoned heeft Lux research een classificatie gemaakt van nationale activiteiten en posities in nanotechnologie. Voor deze evaluaties is niet alleen gekeken naar de prestaties van universitair publicaties, maar zijn 14 parameters betrokken die u in figuur 19 ziet. In het resulterende overzicht in figuur 20 staat Nederland niet in het leiders-vak, waar we op grond van alleen de wetenschappelijke publicaties wel zijn. Er is van alles te zeggen over de keuze en zwaarte van de parameters, maar toch is er sprake van een discrepantie, oftewel doet dit denken aan een "gap". Ook als we de Nederlandse positie enigszins corrigeren voor ons kleine bruto nationaal product, staan we alles bij elkaar ergens in het middenveld. Zorgelijker is de grafiek in de volgende figuur 21, die de R&D onderzoeksactiviteit in West-Europa weergeeft:

Actuele investeringen
Adequaat om hoge positie en attractie te behouden in globale competitie ?

Gaat hier een gap ontstaan ?

Figuur 6.2 Nederlandse R&D-uitgaven in een internationaal perspectief

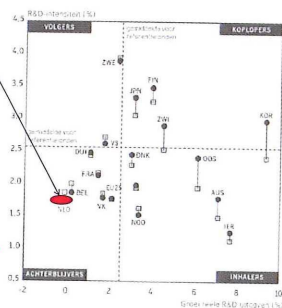


Fig.21

we zien Nederland bij de laagst investerende en achterblijvende groep. Het is moeilijk om te zien hoe deze situatie in positieve zin kan veranderen in 2013, bij dalende academische investeringen. De internationaal georiënteerde industriële activiteiten (ook in Nederland) hebben een eigen globale dynamiek en kunnen anderszins investeren, in andere locaties.

uit evaluatie Lux Inc, voor Nanoned: toepassingen & industrie in NL

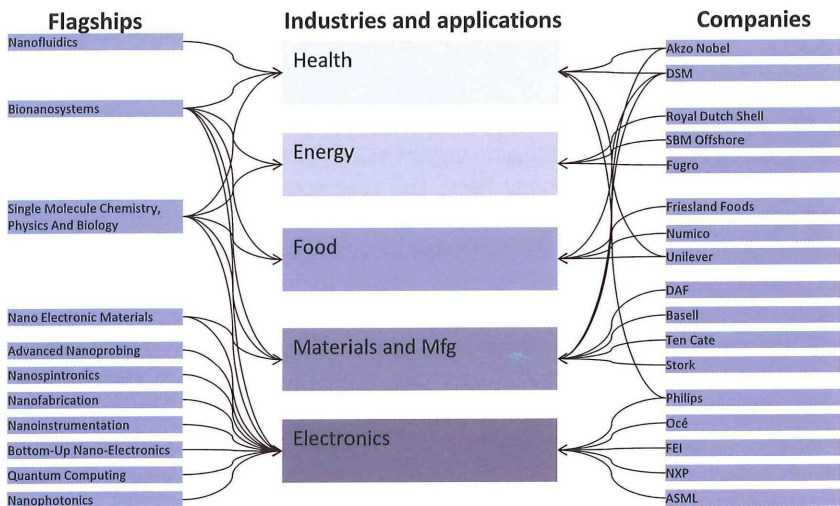


Fig.22

De volgende figuur 22 (uit het Nanoned Lux rapport) geeft een overzicht van mogelijke combinaties van nanotech-werkgebieden en industrieën in Nederland voor de nabije toekomst. U ziet dat er een groot aantal kansen voor samenwerking ligt, zodat ik hoop dat er een niet te grote kloof gaat ontstaan. Enige actie tot samenwerking is hier noodzakelijk, zonder dat de basis-financiering van het onderzoek door NWO wordt aangetast, wat immers de bodem is waaruit de goede Nederlandse positie is ontstaan.

Gap : uitvinding - werkgelegenheid

Bloomberg

How to Make an American Job Before It's Too Late: Andy Grove

Bloomberg Opinion

Recently an acquaintance at the next table in a Palo Alto, California, restaurant introduced me to his companions: three young venture capitalists from China. They explained, with visible excitement, that they were touring promising companies in Silicon Valley. I've lived in the Valley a long time, and usually when I see how the region has become such a draw for global investments, I feel a little proud.

Not this time. I left the restaurant unsettled. Something didn't add up. Bay Area unemployment is even higher than the 9.7 percent national average. Clearly, the great Silicon Valley innovation machine hasn't been creating many jobs of late -- unless you are counting Asia, where American technology companies have been adding jobs like mad for years.

The underlying problem is not simply lower Asian costs.

Fig. 23

Als mijn laatste gap en tevens een mij aan het hart liggende zaak, wil ik een toelichting geven op het belang van scholing. Dit thema betreft de relatie tussen onderwijs, onderzoek en werkgelegenheid. In de volgende illustraties ziet u een kleine selectie uit berichten/artikelen/brieven, geschreven vanuit verschillende gezichtspunten (figuren 23, 24, 25, 26). Enkele citaten kunnen u bekend voorkomen. Vooreerst vraag ik aandacht voor de ingezonden brief aan Bloomberg van Andy Grove, oprichter van Intel Corp., die zich zorgen maakt over de lage werkgelegenheid in Silicon Valley, California, over de kosten van educatie, en -interessant- over de te hoge aandacht voor startup bedrijven in

Over het onderwijs liegen ze allemaal

15

Geen politicus had zóveel moeite met het onderwijs. Dit is een voorbeeld. Na de 'Leraarswet' van 2007 is er bijna weinig veranderd, anders dan een vooropzetten train, stelt Ton van Raaijen.

L... (text continues)

..niet alleen universiteit, ook hbo, mbo

.. geen daden maar woorden...

14 Opinie

Column Louise O. Fresco

Professoren en politici

H... (text continues)

... (text continues)



Innovatie, dames en heren politici, komt van mensen, niet door controle

..innovatie komt van mensen niet door controle...

Fig. 24

Innovatiewanbeleid



Onder de innovatiewanbeleid...
...als of ooit iets vernieuwd of ontdekt is door neuzen die in dezelfde richting staan.....

...als of ooit iets vernieuwd of ontdekt is door neuzen die in dezelfde richting staan.....

...als of ooit iets vernieuwd of ontdekt is door neuzen die in dezelfde richting staan.....

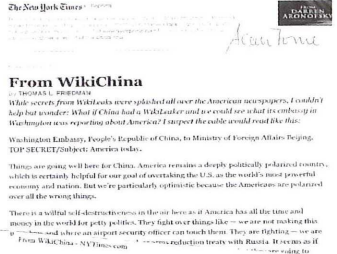
...als of ooit iets vernieuwd of ontdekt is door neuzen die in dezelfde richting staan.....

...als of ooit iets vernieuwd of ontdekt is door neuzen die in dezelfde richting staan.....

Fig.25

...en Legendijk, NRC-17.9.12

de USA. Met dit laatste vraagt hij aandacht voor het behouden van organisatie en logistiek van grote bedrijven in de USA, teneinde de benodigde visie en autonomie te bewaren. Hij ziet dat deze aspecten ook door iconen van de Amerikaanse industrie wordt verhandeld en dat er een smalle (financiële) "string" voor terugkomt, geen brede industriële basis. Dan volgen twee citaten die voor zichzelf spreken. Het tweede artikel dat ik onder uw aandacht breng is een column van Thomas Friedman in de New York Times: "wikiChina". De tekst beschrijft de toenemende polarisatie in de USA, sinds vele jaren, en het bewuste scoren op korte termijn, waardoor ook zakelijk gezien, lange termijn investeringen steeds onzekerder worden. Het is duidelijk dat hier een kloof of "fault" aan het ontstaan is, met onzekere afloop.



..nothing serious to fix structural problems..
educational performance, crumbling infrastructure....

...nothing serious to fix structural problems..
educational performance, crumbling infrastructure....

Fig.26

Afsluiting

Ik hoop en verwacht dat er adequaat maatschappelijk inzicht en ondersteuning komt voor het belang van goed onderwijs, ook als basis voor een gezond draaiende economie op de lange termijn. Dat we loskomen van het korte termijn denken. Dat er geïnvesteerd wordt in onderwijs en kennis en weer waardering voor het opleidersvak van leraren. Zonder dit te doen, lijkt het me niet mogelijk om adequaat te kunnen sturen aan de toekomstige werkgelegenheid en welvaart. Ik hoop dat de vele 'tools' die we hebben, ons ook door de wat lastige komende jaren helpen, zonder dat het hoofdoel - goed onderwijs en onderzoek - wegzakt. Dit derde thema heb ik samengevat in een grafiek (figuur 27) - ook een band-diagram met gap natuurlijk: de onderste band is nu de KennisBand (KB), de bovenste band is de Utilisatie (vroeger valorisatie) Band (UB), ertussen bevindt zich de kloof tussen onderwijs en werk, die we overbruggen met partnership projecten op meerdere opleidings-niveaus, niet alleen universitair. En graag in de komende 4-8 jaren.

wishful future bandstructure

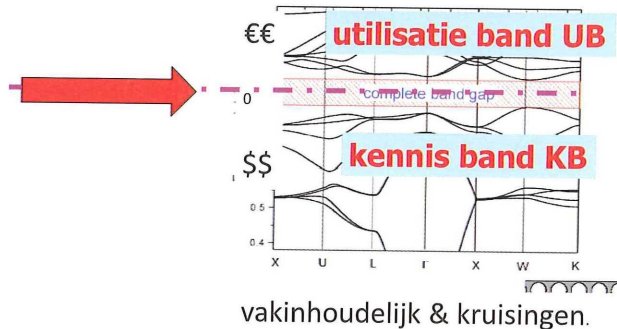


Fig.27

Dankwoord

Verskillende werkomgevingen, vooral IBM Zurich heeft mij 16 jaar geïnspireerd; door een prijzenswaardige risikobereidheid en daaropvolgende erkenning, maar meer nog door bijzondere personen als Heini Rohrer en Alex Muller, die deze visie duidelijk nastreefden.

In TU Delft vond ik enthousiasme en kundigheid in diverse vakrichtingen, gedrevenheid, een brede kennisbasis en een grote en goede basis van studenten, promovendi en collega's.

Het laatste woord

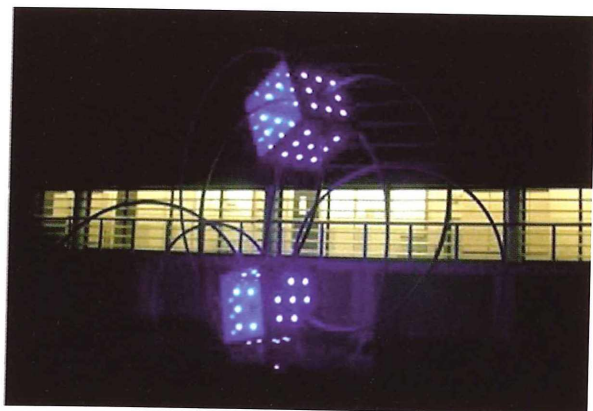
Vooreerst ben ik het College van Bestuur erkentelijk voor de aanstelling aan de Technische Universiteit Delft in afgelopen jaren en de Stichting Physica via professor Fokke Tuinstra en professor Hans Mooij, vanuit IBM Zurich vanaf 1996.

Vele goede collega's heb ik ontmoet, elk met eigen uniciteit, wat deze universiteit zo bijzonder maakt. Ik wil hen expliciet danken voor hun support, niet alleen vanuit TNW, ook uit ander afdelingen en de ondersteuning door technici en secretaresses niet vergeten. De medewerkers, promovendi en studenten van de afdeling Photronic Devices dank ik voor hun werk in het veld nanotechnologie en fotonica. Erkentelijk ben ik voor de ondersteuning bij mijn initiatieven naast de taak als hoogleraar, met name als afdelingsvoorzitter Kavli Nanoscience, wetenschappelijk directeur van het 3TU center Nanotechnology, vicevoorzitter bsik NanoNed en co-initiator smartmix NIMIC en Nanolabs NL. Er is wel iets bereikt in nieuwe aanstellingen, de Nanolabs en samenwerkingsverbanden en programma's door Nanoned, 3TU, STW, FOM-IPP, NWO, EZ/AG en niet te vergeten de daaruit voortkomende activiteiten. Vele personen uit deze organisaties hebben daaraan meegewerkt, waarvoor mijn dank. Mede door uw werk staat de Nederlands nanotechnologie in 2012 zo goed bekend in de wereld.

Tenleste, zijn alle dingen die ik gedaan heb, mede gedaan door Lisette, Maarten en Pieter, omdat zij steeds tijd, ondersteuning en een waardevol referentiekader gegeven hebben, zowel in Zurich als in Nederland.

Ik heb gezegd

Dank voor uw aandacht



Nanolab

Prof.dr. H.W.M. Salemink

Mind the Gap

Uittreerede 21 september 2012

Faculteit Technische
Natuurwetenschappen

