

HISTEchnica 40 JAAR



Histechnica
40 jaar



Technische Universiteit Delft: overzicht van het centrale deel van de campus



Science Centre Delft is gevestigd in het gebouw van de voormalige Faculteit Mijnbouwkunde, met adres Mijnbouwstraat 120, Delft

Histechnica

40 jaar



Histechnica

Vereniging voor Historie der Techniek en Erfgoed TUD

Histechnica is de Vereniging van Vrienden van het Academisch Erfgoed van de TU Delft. Het zet zich geheel belangeloos in voor de waardering van het academisch erfgoed van de Technische Universiteit Delft, en voor de bevordering van belangstelling voor de geschiedenis van de techniek.

Dit lustrumboek is een uitgave van de Vereniging Histechnica Delft ter gelegenheid van haar veertigjarig bestaan.

Redactie

Ir. Daan de Hoop
Drs. Gerard van de Schootbrugge
Dr.ir. Paul Th.L.M. van Woerkom

Omslag

Martin Barnes

Copyright 2015 Auteurs en Vereniging Histechnica

Druk- en bindwerk

Ipskamp Drukkers, Enschede

Vormgeving

Legatron Electronic Publishing, Rotterdam

Foto op omslag

Science Centre Delft

Foto op pagina 6

Blad uit Nieuwsbrief van Histechnica 1976

Foto op pagina 110

Blad uit Nieuwsbrief van Histechnica 1981

Inhoud

Voorwoord Dr. ir. Menno Tienstra, Voorzitter Histechnica	7	Commercieel ruimtevaarttransport- een revolutie Lt. Generaal b.d. Ben A.C. Droste	66
Deel 1 Histechnica			
Vereniging Histechnica en activiteiten Ir. Daan de Hoop	10	Van Staal tot Plastic – Materiaalgebruik in de luchtvaart Ir. Jos Sinke	70
Het Academisch Erfgoed van de TU Delft Dr. Han G. Heijmans	15	Christiaan Huygens, Nederlands meest veelzijdige geleerde Drs. Tiemen Cocquyt	75
Science Centre Delft en Histechnica Drs. Michael van der Meer	21	Gebouwd in Indië Cor Passchier, architect MArch	82
Deel 2 Selectie Voordrachten			
Oorlogsnood vormde TNO Drs. Gerard van de Schootbrugge	26	De winning van bruinkool in Duitsland Ir. Ton Boele	95
De zelf ontwikkelende vliegtuigindustrie in Nederland Ir. Frits M. van der Jagt	31	Computerontwikkelingen in Nederland, 1945 tot 1980 Ir. Kees Pronk	100
Van Drebbel tot Kursk Dr. ir. Carel A. Prins	35	Naar de kern van vluchtsimulatie Prof. dr. ir. Bob Mulder	104
Olieraffinage Ir. Frederik Baars	40	Deel 3 Studiereizen en excursies	
Houden we onze polders droog? Em. prof. dr. ir. Bart Schultz	43	Studiereizen	112
De TU Delft in een veranderende wereld Drs. Paul Rullmann	48	Studiereis naar Saksen Hans Stoutjesdijk	116
Maakt techniek gelukkig? Prof. dr. ir. Harry W. Lintsen	53	Werkspoor museum in Amsterdam Dr. ir. Paul Th.L.M. van Woerkom	118
Zoveel bereikt en nog zover te gaan; 125 jaar De Ingenieur Ing. Henk Tolsma	57	Deel 4 Slot	
De Blauwe Jongens van Kamerlingh Onnes Prof. dr. Dirk van Delft	62	Geslaagd Lustrumsymposium	122
		Auteurs, Histechnica en Slot	126
		Histechnica	129

IN DIT NUMMER....

wordt uiteraard veel aandacht besteed aan twee recente gebeurtenissen: de officiële opening van het Technisch Tentoonstellings Centrum en de opening van de expositie van modellen naar schetsen van Leonardo da Vinci. Op deze tentoonstelling zelf, en op andere exposities, zoals die over „Bruggen” en „Veertig eeuwen Boren” hopen wij in het volgende nummer nader terug te komen.

Nieuw adres secretariaat

Op de Algemene Ledenvergadering is met algemene stemmen het voorstel van het Dagelijks Bestuur van „Histechnica” aangenomen, om de heer A. J. W. Pruisen te benoemen tot secretaris. Het secretariaatsadres is derhalve gewijzigd in: Paxlaan 6 in Delft. Telefoon: 015 - 12 47 61.

november 1976



„HISTECHNICA”

Eind 1974 is opgericht de vereniging „Histechnica”, een vereniging van vrienden van het Technisch Tentoonstellingscentrum TTC. Deze vereniging heeft als doel de belangstelling voor de geschiedenis van de techniek te bevorderen door het TTC bij haar activiteiten financieel te helpen en te steunen.

In dit centrum dat de bedoeling heeft meer te zijn dan een museum van de techniek, moet op een voor iedereen duidelijke manier getoond worden dat het de techniek van vroeger is die ten grondslag ligt aan het schijnbaar vanzelfsprekende technische comfort van vandaag.

Zo kan met modellen of originele exemplaren getoond worden welke opeenvolgende ontwikkelingsstadia een bepaald onderdeel van de techniek door-gemaakt heeft.

Ook kan men het publiek laten zien welke simpele bewerkingstechnieken toegepast werden.

Wanneer men het verleden van de techniek beter kent en begrijpt, kan men zich ook beter bezinnen over de techniek van vandaag en morgen.

Om dit te kunnen realiseren heeft Histechnica 1000 gewone en 200 beschermende leden nodig.

Voor een gewoon lid bedraagt de contributie minstens / 15,— per jaar; voor een beschermend lid tenminste / 100,— per jaar.

U kunt dit werk steunen door u aan te melden bij het secretariaat van Histechnica, Paxlaan 6, Delft.

TTC-ACTIVITEITEN AGENDA

In het gebouw van het Technisch Tentoonstellings Centrum (TTC) aan de Kanaalweg 4 te Delft.....

.....is t/m 31 maart 1977 de tentoonstelling BRUGGEN te zien, die een boeiend overzicht geeft van de geschiedenis van de bruggenbouw in de wereld;

.....wordt t/m 11 december een expositie gehouden van een 20-tal modellen naar schetsen van Leonardo da Vinci, afkomstig van de Technische Universiteit in Berlijn;

.....kan nog steeds de kleine, permanente expositie over verbrandingsmotoren worden bekeken;

.....en is ook nog steeds de kleine, doch fraaie selectie uit de kabelmonster-verzameling van wijlen de heer Ir. S. A. Korporaal te zien;

.....wordt een expositie voorbereid van het werk van de schilder/etser H. Roodenburg uit Wassenaar, wiens etsen vaak industriële objecten tot onderwerp hebben, zoals mijnen, werven en spoorlijnen;

.....zal t.z.t. een tentoonstelling over mijnbouw in Centraal Europa uit het Nationaal Technisch Museum in Praag te zien zijn;

Tentoonstellingen in het TTC kunnen van maandag t/m zaterdag worden bezichtigd van 10 uur tot 17 uur. De toegang is vrij. Degenen die in groepsverband een bezoek willen brengen wordt aangeraden vooraf contact op te nemen met het TTC: 015 - 13 32 22, toestel 3038 of 143.



30 SEPTEMBER 1976

TECHNISCH TENTOONSTELLINGS CENTRUM DELFT OFFICIEEL GEOPEND DOOR MINISTER F. H. P. TRIP



WELKOM - Ir. J. H. Makkink

Als Hoofd van het Technisch Tentoonstellingscentrum TTC heet ik u van harte welkom bij deze openingsplechtigheid. Een speciaal welkom zou ik willen toeroepen aan: de heer Trip, Minister voor Wetenschapsbeleid, de heer Schwarz, plaatsvervangend voorzitter van het

College van Bestuur van deze TH, de heer Castelijns, loco-burgemeester van de Gemeente Delft (de heer Oele kan tot zijn zeer grote spijt vandaag niet aanwezig zijn), de leden van het Bestuur van Histechnica, Vereniging van Vrienden van het TTC, de leden van de Commissie van Advies van het TTC.

Volgens ingewijden werd er in de tweede helft van de vijftiger jaren reeds gesproken over de mogelijkheid een technisch museum bij de TH op te richten. Thans meer dan twintig jaar later is het zover dat een dergelijke instelling, zij het onder een wat andere naam, kan worden geopend. Dat het tenslotte toch is gelukt het TTC van de grond te krijgen is te danken geweest aan twee instanties.

In de eerste plaats aan de TH Delft, die het in het slop geraakte werk van een in 1969 door de Academische Raad ingestelde Werkgroep TTC onder voorzitterschap van Ir. Lohmann, oud-president directeur van de NS, gaande heeft weten te houden en waarvan het College van Bestuur tenslotte met voorstellen is

Voorwoord

De Vereniging Histechnica werd in 1974 opgericht toen er sprake was van de stichting van een nationaal techniekmuseum. In techniek geïnteresseerden (veelal ingenieurs opgeleid aan de TH) vonden Delft daarvoor de juiste vestigingsplaats. Dr.ir. A.P. Oele werd de eerste voorzitter van Histechnica. Het Technisch Tentoonstellings Centrum van de TH werd in 1976 geopend door de heer F.H.P. Trip, Minister van Wetenschapsbeleid. Dit gaf ook aan dat de Delftse initiatieven serieus werden genomen.

Sinds haar begintijd heeft de vereniging veel kunnen organiseren en stimuleren. De voornaamste activiteiten waren toch wel het stimuleren en het in bescheiden mate subsidiëren van de twee universitaire Technische Musea die in Delft stonden in de jaren zestig tot negentig, namelijk het Technisch Tentoonstelling Centrum aan de Kanaalweg en het Techniek Museum Delft aan de Ezelsveldlaan. Gedurende de jaren van het bestaan van deze beide musea hebben wij ons dan ook de Vrienden hiervan genoemd. Onlangs hebben wij onze naam veranderd in Histechnica- Vrienden van het Academisch Erfgoed van de TU Delft, om duidelijk aan te geven dat wij ons ook intensief willen bezighouden met het inventariseren van het Academisch Erfgoed van de TUD. Dit uiteraard in nauwe samenwerking met de TU Delft. Histechnica ondersteunt eveneens het huidige Science Centre Delft.

Naast deze aandacht voor het academisch erfgoed van de TU Delft, organiseert Histechnica samen met de Afdeling Geschiedenis der Techniek van het KIVI maandelijks voordrachten over een breed spectrum van technische onderwerpen. Deze voordrachten kunnen een sterk geschiedkundig karakter hebben, maar ook actuele onderwerpen en toekomstvisies komen aan bod. Het merendeel van onze huidige voordrachten wordt gehouden in het Science Centre aan de Mijnbouwstraat. Voorts organiseert Histechnica binnenlandse en buitenlandse studiereizen, eveneens samen met de KIVI afdeling Geschiedenis der Techniek.

In het kader van de viering van het achtste lustrum van Histechnica werd op 8 november 2014 een symposium gehouden in het Science Centre. Voordrachten op dit symposium gingen over de geschiedenis van het voormalige gebouw voor Mijnbouwkunde waarin het Science Centre nu is gevestigd, de ontwikkeling van computers in Nederland in de periode 1945-1980, de ontwikkeling van vluchtsimulators in de luchtvaart, de ontwikkeling van de elektronenmicroscopie en huidige Nederlandse bijdragen daarin, de ontwikkeling van wegsimulators voor automobielen, en de omgang met het Erfgoed van de TU Delft. Aan het symposium werd deelgenomen door meer dan 130 bezoekers. De receptie na afloop, voor sociale contacten en netwerkactiviteiten, droeg ook bij tot het slagen van de bijeenkomst.

Voor u ligt het Histechnica Lustrumboek. In dit boek wordt u een selectie uit onze activiteiten gepresenteerd. Het accent ligt op de voordrachten die in de afgelopen vijf jaren werden gehouden. Van de selectie van de gehouden voordrachten hebben de sprekers een kort artikel gemaakt. Hier en daar heeft de redactie kleine aanpassingen gemaakt, maar de voor de schrijvers authentieke schrijfstijl is om praktische en goede redenen behouden gebleven. De redactie is de schrijvers dankbaar voor hun bijdragen. Het bestuur dankt de redactie voor hun noeste werk aan het tot stand komen van dit lustrumboek. We wensen u veel leesplezier.



Het Technisch Tentoonstellings Centrum TTC was gevestigd in het gebouw van de voormalige Faculteit Geodesie, met adres Kanaalweg 4, Delft.



Het Techniek Museum Delft TMD was gevestigd in vroegere laboratoriumhallen van de Faculteit der Werktuigbouwkunde en Scheepsbouwkunde, met adres Ezelsveldlaan, Delft. Hier: Laboratorium Hal 1.

Deel 1

Histechnica

Vereniging Histechnica en activiteiten

Ir. Daan de Hoop

De vereniging Histechnica – “Vrienden van het academisch erfgoed van de TU Delft” – stelt zich tot doel de belangstelling voor de geschiedenis en de ontwikkeling van de techniek en de natuurwetenschappen te wekken en te onderhouden. Dit wil men bereiken door het geven van voordrachten en het organiseren van excursies en studiereizen.

Histechnica werd in 1974 opgericht. De vereniging heeft nauwe banden ontwikkeld met verschillende instellingen, instituten, musea en verenigingen, zoals vanzelfsprekend de TU Delft, KIVI en het Science Centre Delft. Histechnica bevordert tevens de bewustwording van het belang van het Academisch Erfgoed van de TU Delft door middel van het ondersteunen van publicaties en exposities. Ook wordt aandacht besteed aan het industrieel erfgoed in Nederland in het algemeen door het organiseren van excursies met voordrachten. Zo is een excursie gehouden naar het Twents Techniek Museum in Hengelo en het Werkspoor museum in Amsterdam. De buitenlandse excursies waren steeds een groot succes. Vele landstroken in Europa zijn bezocht, zoals Cornwall en Saksen. Ook het bezoek aan Barcelona verliep goed.



Voormalig gebouw voor Mijnbouwkunde, nu Science Centre TU Delft.

Histechnica besteedt aandacht aan nagenoeg alle aspecten van de techniek, variërend van architectuur, instrumenten en deltawerken tot windmolens, materialen en ruimtevaart. De voortschrijdende techniek beïnvloedt ons leven aanzienlijk. Nieuwe vindingen en innovaties veranderen onze wereld voortdurend. Om de techniek van nu en haar ontwikkelingen te kunnen begrijpen is ook kennis van de historische ontwikkelingen belangrijk. Histechnica behandelt de gehele keten van de geschiedenis van de techniek tot de huidige verworvenheden. Histechnica

kent leden van diverse pluimage: naast wetenschappers, technische specialisten en managers bevinden zich onder haar leden ook huisartsen, juristen, kunstenaars en vele anderen.

Enige historische gebeurtenissen

Histechnica had al vanaf de oprichting nauwe relaties met het Technisch Tentoonstellings Centrum (TTC) aan de Kanaalweg en het latere Techniek Museum Delft (TMD) aan de Ezelsveldlaan. Momenteel wordt de techniek op een ietwat andere wijze gepromoot in het nieuwe Science Centre van de TU Delft dat in 2009 werd geopend. Kort iets over de historie.

In de Histechnica Nieuwsbrief van 1976 stond een mooi verslag van de opening van het TTC door minister Trip op 30 september 1976. Tevens stonden in de nieuwsbladen gebeurtenissen en verslagen van bijeenkomsten die een goed beeld geven van de beginjaren van Histechnica. Zo stond in een verslag van de ALV van 1976 een mooie volzin over een expositie van Chinese grafiek: "De geëxposeerde werken verkondigden de boodschap van de techniek als verlosser van de mens en zijn onderontwikkelde land". In deze jaren zeventig werden veel gevarieerde voordrachten en tentoonstellingen georganiseerd, waaronder "40 eeuwen boren", "Modellen van uitvindingen van Leonardo da Vinci" en "Maten en Gewichten".

Ook had Histechnica jarenlang een eigen magazine genaamd "Histechnicon", dat in 1987 voor het eerst verscheen. Dit tijdschrift bevatte naast artikelen, ook berichten over TTC, Histechnica-activiteiten en tentoonstellingen. Zo verscheen in nummer 3 van 1987 een uiteenzetting over holografie en een artikel over het textielmuseumcomplex in Tilburg. Nummer 3 van 1989 bevatte artikelen over ruimtevaart in de Nederlandse samenleving en over honderd jaar autohistorie.

Huidige activiteiten

We houden momenteel jaarlijks circa 8 voordrachten, meestal in het Science Centre op een zaterdagochtend met koffie vooraf en discussies na de voordracht. Ieder jaar wordt een excursie georganiseerd: om de twee jaar zowel een meerdaagse buitenlandse excursie als een binnenlandse excursie. De lezingen en excursies worden georganiseerd in samenwerking met de afdeling Geschiedenis der Techniek van KIVI. Ter gelegenheid van haar veertig jarig bestaan hield Histechnica een lustrumsymposium op 8 november 2014 in het Science Centre. Dit symposium trok maar liefst 130 bezoekers, waarbij naast onze leden vele gasten aanwezig waren van de TU Delft en andere verenigingen.

De inhoud van het nu voor u liggende lustrumboek geeft een overzicht van de gehouden voordrachten. De onderwerpen zijn behoorlijk divers, variërend van TNO, Fokker vliegtuigen, architectuur en Chr. Huygens tot computerontwikkelingen en simulatie in de luchtvaart.

De meerdaagse buitenlandse excursies trekken steeds veel deelnemers. Er worden jaarlijks binnenlandse excursies georganiseerd. Zo werd in december 2012 het Baggermuseum in Sliedrecht bezocht. In mei 2013 werd een tweedaagse excursie georganiseerd naar Zeeland (60 jaar na de Watersnoodramp). In december 2013 gingen we met de trein naar Hengelo, alwaar

het industriemuseum HEIM werd bezocht met Stork, Heemaf, Hagemeijer en Textiel erfgoed. In 2014 bezochten we het Werkspoormuseum in Amsterdam.



Lustrumsymposium in Science Centre op 8 november 2014.

Histechnica heeft een eigen website met vele rubrieken zoals “Huidige voordrachten en activiteiten”. Er is ook een nieuwe rubriek over gehouden voordrachten, waarbij enige details en viewgraphs worden gepresenteerd. We zijn bezig deze website wat aan te passen en er meer informatie in aan te brengen.

Korte samenvatting van de studiereizen

Studiereizen naar het buitenland worden om de twee jaar georganiseerd. Het zijn de hoogtepunten van onze vereniging, waaraan veel aandacht wordt geschonken. In 2004 ging de reis naar het Ruhrgebied alwaar objecten op het gebied van de kolen-, ijzer- en staalproductie werden bezocht. Noord-Frankrijk was in 2006 aan de beurt. Hierbij lag het accent op de textiel- en glasindustrie. Ook werden de citadel van Lille en andere bijzonderheden bezocht.

Het reisdoel in 2008 was Shropshire, Noord Wales en Cheshire. Een veelheid aan historische objecten werd bezocht zoals de Iron Bridge, een gietijzeren aquaduct van Thomas Telford, het Llangollen aquaduct en Conwy-Castle.

In 2011 gingen we naar Barcelona waarbij ruim aandacht werd besteed aan bezoeken aan diverse gebouwen, waaronder de Sagrada Familia, en industriële ontwikkelingen. In Cornwall in 2012 werden meerdere locaties bezocht waaronder Levant met nog werkende stoommachines en de door Brunel gebouwde Saltash Bridge. In 2014 ging de reis naar Saksen in Duitsland, waarbij ook de steden Dresden en Leipzig werden bezocht. Op onze website is meer informatie te vinden over deze excursies.



Studiereis naar Cornwall.

Erfgoed van de TU Delft

Histechnica bevordert ook de zichtbaarheid van het Academisch Erfgoed van de TU Delft door middel van het ondersteunen van publicaties en exposities. Het Academisch Erfgoed van de TU Delft bevat historische boeken, kaarten, prenten, wetenschappelijke instrumenten en machines, zoals gasmotoren, rekenmachines en theodolieten. De vereniging is zodoende “vriend” van de TU Delft Library die het centraal beheerde academische erfgoed van de TU Delft onder haar hoede heeft.



Repetitiecijskel volgens
J.C. de Borda.

Science Centre Delft

Histechnica heeft een nauwe relatie met het Science Centre Delft waar de resultaten van het hedendaags technisch-wetenschappelijk onderzoek van de TU Delft worden getoond. We houden daar ook onze voordrachten.



Dit Centre aan de Mijnbouwstraat 120 is gevestigd in het historische gebouw van de voormalige Faculteit Mijnbouwkunde, met tal van exposities en vooral actieve technologische hoogstandjes, waaronder een vluchtsimulator. Ook worden de resultaten van recent of hedendaags onderzoek gepromoot, zoals het mechanische insect Delfly en de Solar Car. Echt een bezoek waard. Kijk eens op hun website sciencecentre.tudelft.nl . U zult versteld staan over wat daar allemaal gebeurt.

Relaties van Histechnica

Histechnica heeft nauwe banden met het KIVI (www.kivi.nl) en de TU Delft (www.tudelft.nl). Nagenoeg alle activiteiten worden georganiseerd in nauw overleg met de Afdeling Geschiedenis van de Techniek van het KIVI. Met de TU Delft worden nauwe banden onderhouden. Zo zijn in

een depot van de TU Bibliotheek grote delen van het Academisch Erfgoed ondergebracht. We hebben goede contacten met de Alumni van de TU Delft.

Histechnica onderhoudt banden met de “Federatie Industrieel Erfgoed Nederland FIEN”. Deze federatie ontstond in 1984 als platform van een twintigtal organisaties, een aantal dat nu al is opgelopen tot meer dan vijftig. Binnen dit heterogene gezelschap bevinden zich lokale en regionale organisaties die zich richten op zowel een bepaalde streek als onderwerpen zoals gemalen, schepen en trams (zie website www.industrieel-erfgoed.nl). Histechnica heeft ook een goede relatie met de “Stichting Historie der Techniek SHT” te Eindhoven (zie www.histech.nl).

Ook dient de landelijke “Stichting Academisch Erfgoed SAE” genoemd te worden. Nederlandse universiteiten werken al een tiental jaren samen om hun academisch erfgoed te behouden en beter zichtbaar en inzetbaar te maken. SAE geeft ook een mooi blad uit (zie ook www.academischerfgoed.nl).

Tot slot

Wie zich kan vinden in de doelstellingen van Histechnica wordt hopelijk lid van de vereniging!

Meer informatie kunt u vinden op de Histechnica website: www.histechnica.nl.



Toehoorders bij voordracht SCD.

Het Academisch Erfgoed van de TU Delft

Dr. Han G. Heijmans

Vanaf 1975 heeft het Technisch Tentoonstellings Centrum (TTC), vanaf 1989 voortgezet als Techniek Museum Delft (TMD), erfgoed bijeenbracht dat voornamelijk, maar niet uitsluitend, afkomstig was van de faculteiten van de TH/TU Delft. Deze verzameling had een educatief doel, behorend bij een algemeen museum voor de promotie van techniek en bevatte daarom ook veel objecten die tot de algemene geschiedenis van de techniek behoorden, maar geen echte relatie hadden met de TU Delft. Hiertoe behoorde bijvoorbeeld een verzameling werkplaatsmachines. Van ongeveer 1998 tot 2002 vond een ingrijpende herschikking en sanering van verschillende facultaire verzamelingen plaats. Dit werd mogelijk gemaakt door subsidie van het ministerie van OC&W (zogenaamde 'Nuis'-gelden, vernoemd naar staatssecretaris Aad Nuis). Dit had tot gevolg dat de eigen collectie van TMD zoveel mogelijk ontdaan werd van objecten die geen relatie hadden met de TU Delft, terwijl enkele van de bij de faculteiten in beheer zijnde verzamelingen geheel of gedeeltelijk onder beheer van TMD kwamen en naar het depot van het museum verhuisden. Dit laatste betrof vooral de verzameling van Bouwkunde, de collecties die rechtstreeks onder het College van Bestuur vielen (vooral hoogleraarportretten, meubels, kunst), en een deel van de Studieverzameling Elektrotechniek. Ook de afdeling Natuurkunde stootte toen een groot deel van de eigen verzamelingen af, en na de opheffing van de faculteit Geodesie in 2003 kwam ook die verzameling onder centraal beheer van het museum.

Momenteel zijn er nog facultaire collecties aanwezig bij Industrieel Ontwerpen (IO) en Technische Natuurwetenschappen (TNW, vooral in haar Kluyverlab), terwijl het niet in de centrale collecties opgenomen deel van de Studieverzameling Elektrotechniek langzamerhand opnieuw tot een eigen museum is uitgegroeid. Daarnaast bevinden zich hier en daar nog vitrines met kleine collecties in de gebouwen die in het algemeen beheerd worden door een medewerker uit een bepaalde vakgroep. Voor deze decentrale collecties had het TMD formeel een toezichthoudende functie.

Exposities

Het erfgoed van de TU werd voor een deel permanent geëxposeerd in de drie tentoonstellingshallen van het TMD aan de Ezelsveldlaan. In de grote centrale hal met haar prachtige historische uitstraling stonden de stoommachines, gas- en diesel- en hete lucht motoren, die hoofdzakelijk afkomstig waren van de faculteit der Werktuigbouwkunde. Een belangrijk deel van de verzameling rekenmachines werd enige jaren permanent geëxposeerd in de tweede hal, en andere delen van het erfgoed kwamen met enige regelmaat terug in de halfjaarlijkse wisseltentoonstellingen die het museum organiseerde in de derde hal. Tegen deze achtergrond van (wisselende) tentoonstellingen, die vaak een mengvorm waren van geschiedenis en hedendaags onderzoek, werden interactieve workshops georganiseerd voor de jeugd, vooral

voor basisscholieren. Hierbij werd nauw samengewerkt met de Gemeente Delft binnen het gezamenlijk opgezette programma Techniek Educatie Delft.

In 2008 werd het TMD opgeheven om te worden voortgezet als Science Centre aan de Mijnbouwstraat. De workshopactiviteiten voor de jeugd werden daar voortgezet, en daarnaast werd er permanent aandacht besteed aan het werk van de TU van vandaag. De erfgoedcollecties verloren hun podium en werden opgeslagen in het centrale depot dat onder beheer kwam van de TU Delft Library.

Waaruit bestaat het erfgoed van de TU Delft?

De International Council Of Museums verstaat onder Erfgoed: “de materiële en immateriële getuigenissen van de mens en zijn omgeving”. Ideeën, concepten en ontwerpen die aan de TU zijn ontstaan behoren dus ook tot het erfgoed, maar dan tot het immateriële erfgoed. Dat betekent dat de geschiedenis van onderwijs en onderzoek aan de TU onlosmakelijk verbonden is met het Erfgoed.

Bovendien ligt niet al het TU Erfgoed in het depot van de TU Delft. Wat te denken van de sluizen, bruggen en waterkeringen van de Deltawerken? In dit korte artikel zullen we ons echter beperken tot de centraal in het depot opgeslagen objecten.

De TU Delft heeft onmiskenbaar objecten in haar verzamelingen die niet zouden misstaan in internationaal beroemde musea. Ik kan hierbij wijzen op het schitterende portret van Koning Willem II van de hofschilder Jean-Baptiste van der Hulst, en ook op dat van de beschermheer van de Koninklijke Akademie: de latere Willem III, geschilderd door de beroemde Nicolaas Pieneman. Beide schilderijen zijn door het Koningshuis geschonken aan de TU Delft bij gelegenheid van haar oprichting als Koninklijke Akademie in 1842. Het portret van de Kroonprins toont hem ook als beschermheer van de Akademie. Op de achtergrond is de Alma Mater herkenbaar, met daaronder de Agenda Academiae en op tafel diverse wetenschappelijk aandoende instrumenten. Bovendien is te zien dat de Kroonprins in de zogenaamde Prinsenkamer aan de Oude Delft, het vroegere hoofgebouw van de Akademie, is geportretteerd, doordat hij staat op een tapijt dat zich nog altijd in die Prinsenkamer bevindt.

Uit dezelfde tijd stamt het portret van de Minister van Binnenlandse Zaken, Baron Schimmelpenninck van der Oye van de Poll, eveneens van Pieneman, en het portret van diens persoonlijk adviseur in zaken der werktuigbouw en scheikunde: de grondlegger van de TU Delft: Antoine Lipkens. Deze portretten behoren onmiskenbaar tot de instituutsgeschiedenis en het erfgoed van de TU Delft.



Portret van de latere Willem III als
beschermheer van de Koninklijke Akademie
(N. Pieneman, 1844)

Daarnaast beschikken we over vele bijzondere objecten die een algemeen publiek gemakkelijk aanspreken, zoals objecten op het gebied van industrieel ontwerpen. Als voorbeeld kunnen we de rekenmachines van Olivetti noemen die ontworpen werden door internationaal vermaarde ontwerpers als Mario Bellini en Marcello Nizzoli. Op het gebied van interieur-architectuur beschikken we over stoelen van Gerrit Rietveld, Marcel Wanders, Michel Breuer, de zeldzame meubels uit de ateliers van Prinses Mariya Tenishev uit het dorpje Talashkino in de omgeving van Smolensk.

Er zijn ook bijzondere voorwerpen die niet meteen tot het algemene publiek spreken, zoals wetenschappelijke instrumenten, demonstratiemodellen voor het onderwijs, of collecties die voor onderzoek zijn gebruikt. Deze maken echter een belangrijk deel uit van de geschiedenis van het onderwijs en onderzoek aan de TU Delft. Hiertoe behoren bijvoorbeeld de bijzondere en zeldzame 19^{de} eeuwse gasmotoren die voor het onderwijs in gebruik zijn geweest bij het laboratorium voor Verbrandingsmotoren van de faculteit Werktuigbouwkunde, waaronder de oudste gasmotor van Nederland: de verticale atmosferische motor van Otto uit 1867, "Probably the most historically significant internal combustion engine ever produced".

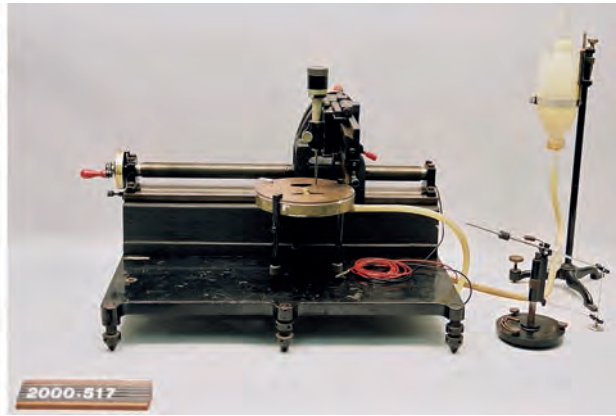
Of de 'repetitielcirkel', ontworpen door J-C. de Borda, waarmee C.R.Th. baron Krayenhoff ten tijde van de Bataafse Republiek de eerste triangulatie van Nederland heeft uitgevoerd. Zo ook de eerste in Nederland, en dan nog wel in Delft, vervaardigde computer: de Testudo. Het zijn apparaten waar Delftse hoogleraren aan, of mee gewerkt hebben. Een ander bekend voorbeeld is het slingertoestel van F.A. Vening Meinesz, het zogenaamde 'Gouden Kalf', waarmee hij met een onderzeeboot duizenden mijlen heeft afgelegd om zwaartekrachtmetingen op de oceanen uit te voeren. Maar er is ook het minder bekende 'zeepvliesanalogon' van C.B. Biezeno waarmee schuifspanningen konden worden opgemeten, en een onderwijsmodel van Lucht- en Ruimtevaart om de werking te demonstreren van de Sperry A-3 automatische stuurinrichting die werd toegepast in vliegtuigen van onder meer Fokker en Douglas. Ontwerpen en modellen van het proton-synchrotron van A.F. Heijn, een Delfts studentenproject avant la lettre, de kleine handzame landmeetinstrumenten die zijn ontworpen en gebruikt door de eerder genoemde Lipkens, tientallen hoogleraarsportretten, waaronder die van beroemdheden als Cornelis Lely, prototypes van een in Delft uitgevonden versie van de tachymeter door de latere Delftse hoogleraar en decaan Bogaerts, een collectie kunstnijverheid die een beeld geeft van de opvattingen over het onderwijs in de kunstgeschiedenis en het handtekenen, en een bijzondere collectie tropische materialen en haar toepassingen, bijeengebracht door botanicus Gerrit van Iterson. En zo kan men nog lang doorgaan.



Verticale stoommachine van
Zimmer en Zonen uit 1845.



Sperry A3 onderwijsmodel voor automatische standregeling van een vliegtuig
(TU Delft, ca. 1960).



Zeepvliesanalogon gebruikt door C.B. Biezeno
(G. de Koningh, 1931).

Academisch Erfgoed?

Tot verdriet van velen ligt al dit fraaie materiaal opgeslagen in een ontoegankelijk depot. Het ligt in een redelijk geklimatiseerde ruimte met redelijk stofdichte kasten, of onder stofhoezen, en een keer per week wordt er in dat depot gewerkt om de zaak op orde te houden. Maar dat is allemaal wel een erg minimale zorg!

Doordat het erfgoed nu vrijwel nergens meer zichtbaar is, op enkele losse vitrines in de faculteiten na, is het relevant om de vraag te stellen wat er nu verder mee moet gebeuren. Deze vraag stelde het College van Bestuur zich ook. Maar gelukkig besloot het College op 24 juni 2014 om de zorg voor de eigen geschiedenis en het bijbehorend erfgoed structureel te borgen in de organisatie door een vast percentage van de eerste geldstroom hiervoor te reserveren. Aan TU Delft Library is daarom gevraagd een plan te ontwikkelen voor “de structurele borging van het beheer en de ontsluiting van het Academisch Erfgoed van de TU Delft, en voor het bijhouden en actualiseren van haar geschiedenis”.

De eerder genoemde International Council Of Museums stelt dat erfgoed behouden wordt “voor doeleinden van studie, educatie en genoeg”. Deze begrippen sluiten naadloos aan bij de primaire processen van de universiteit: onderzoek, onderwijs en valorisatie, als we ‘genoegen’ ook mogen beschouwen als het toekennen van meerwaarde.

Inzet voor onderzoek

Het faciliteren van wetenschappelijk onderzoek wordt altijd genoemd als de voornaamste redenen om erfgoed te bewaren. Men bewaart erfgoed om later terug te kunnen kijken hoe de maatschappij in elkaar stak, en het wetenschappelijk onderzoek waarop gedoeld wordt, is dan

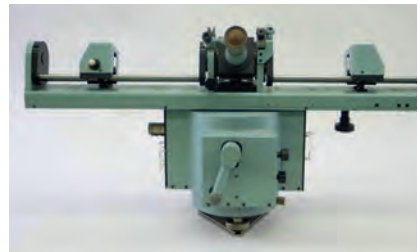
ook voornamelijk historisch onderzoek. Als zodanig hebben erfgoedcollecties een soort archieffunctie. Maar niet altijd.

Meerdere universiteiten beschikken bijvoorbeeld over natuurhistorische verzamelingen die onder meer bestaan uit preparaten, botten en fossielen. De moderne DNA-onderzoeksmethodes maken deze verzamelingen ineens weer interessant, omdat daarmee wellicht een DNA-kaart gemaakt kan worden van uitgestorven planten en dieren.

Men moet zich echter wel afvragen of dat de werkelijke reden is geweest om deze collecties te bewaren: voor het geval we in de toekomst dit materiaal ooit nog eens zullen gebruiken omdat er dan onderzoeksvragen en -methodes bestaan die we nu nog niet kunnen voorzien. In dat geval mag je nooit iets weg doen, want je kunt niet weten wat de toekomst zal brengen. Dat dit DNA-onderzoek een rechtvaardiging geeft voor het behoud van natuurhistorische verzamelingen is dus meer een gelukkig toeval en een excuus achteraf, dan een werkelijk argument.

Als bovendien die collecties weer voor hedendaags onderzoek worden ingezet, zijn het dan nog wel erfgoedcollecties, of zijn het dan weer opnieuw onderzoek collecties?

Dit type hergebruik van museale objecten voor hernieuwd wetenschappelijk onderzoek blijft toch redelijk uitzonderlijk. Meestal worden museale verzamelingen gebruikt voor historisch onderzoek, dat aan de TU Delft helaas nog niet structureel wordt gedaan. Het is echter beschikbaar voor allen die serieus wetenschapshistorisch onderzoek willen doen.



Basisreductietachymeter ontwikkeld door
M.J.M. Bogaerts (TU Delft, 1969).

Inzet voor onderwijs

Als we het Academisch Erfgoed beter zichtbaar willen maken, dan zouden we het ook kunnen inzetten bij de colleges. Natuurlijk is het voor studenten leuk om een authentiek historisch object te zien, maar als je de technische details ervan wil laten zien, dan moeten zij een kijkje kunnen nemen onder de motorkap, dan moet het apparaat open, en dan moet de werking ervan in levenden lijve worden getoond. Het aanschouwen van een werkend apparaat, of beter nog: het in en uit elkaar kunnen halen, vertelt meer dan 1 000 woorden. Daarvoor zijn de studieverzamelingen voor het onderwijs oorspronkelijk ook aangelegd.

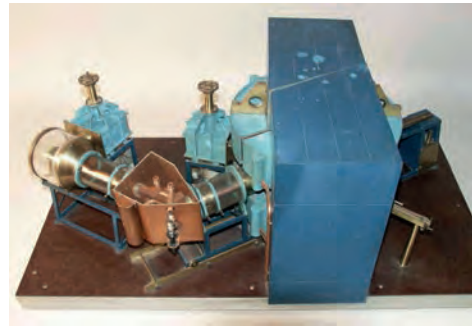
Maar op dit moment hebben ze die rol niet meer. Ze zijn door de faculteiten uit het onderwijs en onderzoek gestoten en worden om historisch-culturele redenen bewaard. De restauratie-ethiek die in musea wordt gehanteerd, waarschuwt dan ook tegen dit soort kannibalisme, omdat men historische objecten niet als studiemateriaal voor onderwijs in de techniek beschouwt, maar als studiemateriaal voor de geschiedenis van wetenschap en techniek. Als zodanig kan dit materiaal een belangrijke rol spelen in de bredere academische vorming.

Inzet voor valorisatie

Welke meerwaarde, naast het mogelijk minimale gebruik voor onderwijs en onderzoek, kan het erfgoed hebben voor de TU?

Het tonen van het erfgoed, of beter: het zichtbaar en voelbaar maken van de eigen geschiedenis door middel van verhalen die geïllustreerd worden met authentieke objecten, draagt bij aan de vorming van een Corporate Identity. Overall op de campus zouden de successen van de TU Delft, zowel die uit het heden, als die uit het verleden, voelbaar moeten zijn. Dit bevordert de onderlinge saamhorigheid, de loyaliteit van de medewerkers aan de universiteit, en de binding met alumni. We mogen trots zijn op wat de ingenieurs hebben bereikt, en dat mogen we dus ook best laten zien.

Dat kan op verschillende manieren, waarbij het organiseren van permanente of wisselende tentoonstellingen op de campus er maar één van is. Op dit moment worden de plannen hiervoor uitgewerkt.



Model van de deeltjesversneller volgens A.F. Heijn (TU Delft, ca. 1950).



De Bibliotheek van de TU Delft beheert nu een groot deel van het Erfgoed van de universiteit.

Science Centre Delft, Histechnica en Gebouw Mijnbouwkunde

Drs. Michael van der Meer

Science Centre Delft is de opvolger van het Techniek Museum Delft (TMD), dat op zijn beurt het Technologisch Tentoonstellingscentrum (TTC), dat gevestigd was in de faculteit Geodesie aan de Kanaalweg, als voorganger had. Het TMD was tot begin 2008 gevestigd in de voormalige gebouwen van de faculteit Werktuig- en Scheepsbouwkunde aan de Ezelsveldlaan, en legde meer nadruk op een museale presentatie en beheerde de historische collecties van de TUD. De Vereniging Histechnica, die eerder nauwe banden had met het TTC en TMD, heeft nu haar thuisbasis in het Science Centre.

Het gebouw Mijnbouwkunde

De nieuwe thuisbasis van Histechnica is het vroegere pand van de faculteit Mijnbouwkunde, dat ontworpen is door rijksbouwmeester Jan Vrijman in Hollandse Renaissance stijl. De drijvende kracht achter het gebouw was professor Carel van Loon, die later ook de eerste beheerder van de faculteit zou worden. In 1908 trok de regering 510 000 gulden (nu ca. 6 miljoen euro) uit voor de nieuwbouw, waarmee de faculteit Mijnbouwkunde in het duurste – en tevens grootste – gebouw van de toenmalige Technische Hogeschool gevestigd zou worden.

Het gebouw werd ontworpen voor 35 stafleden en 250 studenten. De hoogleraren bemoeiden zich intensief met de inrichting en de aankleding van de binnenkant van het gebouw. Iedere hoogleraar had een eigen collegezaal, kabinet-studeerkamer, laboratorium en secretariaat kamers. Aan de aankleding van de ruimtes van de hoogleraren is veel aandacht besteed, zo kwam er onder meer damasten behang en verschenen er op geologische tijdperken geïnspireerde schilderijen op het plafond van de bestuurskamer en de collegezaal van professor Molengraaff. In februari 1913 verhuisden 32 stafleden en 85 studenten naar het nieuwe pand. Enige cijfers: het gebouw is in 750 dagen neergezet, er werd door de arbeiders 11 uur per dag gewerkt. Het gebouw staat op 4 026 palen en er is 60 000 kilo ijzer, 26 000 kilo lood en 7 400 kilo zink in verwerkt.





Science Centre Delft in het gebouw van de voormalige Faculteit Mijnbouwkunde.

Science Centre Delft

Vanaf de jaren '60 is de faculteit Mijnbouwkunde gestaag gegroeid en uiteindelijk was het gebouw te klein en waren de ruimtes en faciliteiten niet meer geschikt voor het onderwijs en onderzoek. In 2008 is de faculteit verhuisd naar de nieuwe campus van de TU Delft en een onderdeel geworden van de grotere faculteit Civiele Techniek en Geowetenschappen. Rond deze tijd moest het Techniekmuseum Delft zijn gebouw volgens een afspraak met de Gemeente Delft verlaten en kreeg het gebouw Mijnbouwkunde een nieuwe bestemming als vestiging van het Science Centre Delft.

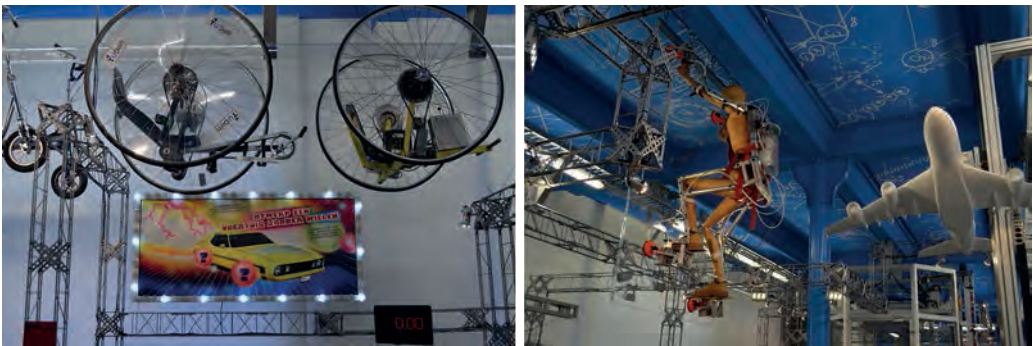
Inmiddels had de TU besloten dat het iets anders wilde. De historische collectie was 'uit'. De nadruk kwam meer te liggen op een presentatie van wat de TU Delft nu doet, actueel onderzoek laten zien. Verder moest er meer ingezet worden op ondersteuning van techniekeducatie in het basis- en voortgezet onderwijs. De TU Delft binnenstebuiten, dat is de gedachte achter het Science Centre: aan de buitenwereld laten zien wat er zich binnen de muren van de faculteiten afspeelt. Wetenschapscommunicatie en –educatie zijn dan wel geen primaire taken, maar de TU Delft vindt het belangrijk om aan het publiek te laten zien wat het doet met het publieke geld waarmee de universiteit wordt gefinancierd. Een ander doel van het Science Centre is het ondersteunen van het techniekonderwijs voor het basis- en het voortgezet onderwijs. Dit omdat jongeren tijdens hun schoolcarrière weinig tot niet in aanraking komen met techniek en zo geen enkel beeld krijgen van wat een studie in een technische richting inhoudt, dit in tegenstelling tot vakken als bijvoorbeeld wiskunde en geschiedenis.



Science Centre Delft moest wezenlijk anders zijn dan andere Nederlandse science centra zoals bijvoorbeeld Science Center NEMO en het Museon. Kopiëren voegt immers weinig toe aan bestaande instellingen en de concurrentie in Nederland bevindt zich op een steenworp afstand. De TU binnenstebuiten betekent niet alleen resultaten van onderzoek presenteren, maar ook laten zien hoe het universitaire onderwijs eruitziet en bijvoorbeeld wat promoties zijn en hoe deze in hun werk gaan. Behalve dat het Science Centre is gevuld met exhibits van de verschillende faculteiten, is universitair onderwijs als een levende interactieve exhibit onderdeel van de tentoonstelling.

Nieuwe plannen

Sinds de opening op 1 september 2010 is het Science Centre snel gegroeid naar het niveau van rond de 55.000 bezoekers per jaar waarvan ruim een derde jongeren zijn die in schoolverband op bezoek komen. De uitdaging voor de komende tijd is om de bezoekers vast te houden en om te gaan met teruglopende subsidies vanuit de overheid. Binnenkort bestaat het Science Centre vijf jaar en dan wil het klaar zijn voor een volgende periode en het publiek een frisse presentatie met nieuwe activiteiten aanbieden. Op het programma staan onder meer een herziening van de tentoonstelling, het bieden van meer context in de vorm van rondleidingen en tours, maar ook het openen van twee collectietentoonstellingen op de tweede verdieping van het gebouw. De mineralogie- en ertsencollectie zal in oude luister worden tentoongesteld en daarnaast zal er een kleine permanente presentatie rond microbiologie en professor Beijerinck worden gemaakt.



Histechnica

Inmiddels heeft het Science Centre een nauwe band met de Vereniging Histechnica opgebouwd. De vereniging steunt het Science Centre financieel en draagt er zo aan bij dat er speciale 'exhibits' over hedendaags TU-onderzoek gemaakt kunnen worden. Histechnica zit al weer zo'n vijf jaar in de oude collegezaal van professor Van Loon. Het Science Centre op zijn beurt besteedt meer aandacht aan het TU-verleden en er komt zelfs weer collectie het gebouw in. Maar bij het ene netwerk kon het niet blijven. Oud moet gecompliceerd worden met jong en nieuw. Naast dat we met veel genoeg onderdak bieden aan Histechnica, biedt Science Centre Delft ook onderdak aan andere ingenieursnetwerken: het Delftse studentenbestuur van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs (KIVI) en KIVI-jong regio Delft.

Deel 2

Selectie
Voordrachten

Oorlogsnood vormde TNO

Drs. Gerard van de Schootbrugge

Dit korte essay is een bewerking van een voordracht die de auteur hield naar aanleiding van het 75-jarig jubileum van TNO in 2007. Aan het eind van de Eerste Wereldoorlog werd, niet toevallig, de kiem gelegd voor een Nederlandse onderzoeksorganisatie op het gebied van de natuurwetenschappen met kennisbenutting als primaire opdracht: het ontwikkelen en toepassen van kennis om welvaart en welzijn te bevorderen. Op allerlei gebieden gebeurde dat al, maar in de ogen van insiders vaak weinig efficiënt, nauwelijks gecoördineerd en meestal gericht op deelbelangen. Kortom, er werden volgens deze ingewijden kansen gemist in een wereld waarin het belang van wetenschap en techniek snel groeide. En het is niet verrassend dat dit inzicht juist in en direct na een allesvernietigende oorlog ontstond. De Tweede Wereldoorlog zorgde ervoor dat het idee ook tot leven kwam. En ook dat is achteraf goed verklaarbaar.

WO I: Neutraliteit loopt slecht af

Bij het uitbreken van de Eerste Wereldoorlog koos Nederland voor strikte neutraliteit. De regering hoopte zo de Nederlandse onafhankelijkheid in Europa te beschermen, een zekere vrijheid van handel te behouden, de lijn met Indië open te houden en de grondwettelijke ambitie van beschermer van vrede en internationaal recht overeind te houden. Dat lukte omdat de Duitsers er voordeel in zagen en de Fransen en Engelsen moeilijk de Nederlandse neutraliteit konden schenden waar ze Duitsland juist de oorlog hadden verklaard vanwege het feit dat dat land nu juist de Belgische neutraliteit had geschonden. Het grote belang voor Duitsland was de Oosterschelde, de toegangsweg naar Antwerpen, open houden en Nederland als uitweg gebruiken bij een te verwachten zeeblokkade van de Duitse havens. Aanvankelijk werkte de Nederlandse aanpak. De economie groeide in 1915 en 1916 aanmerkelijk. Volgens sommigen werd Duitsland zelfs in leven gehouden door Hollandse kaas, boter, eieren, aardappelen en vlees. Duitsland leverde ons steenkool en industriegoederen. Maar van lieverlee werd de 'economische speelruimte' ingeperkt. Onder dreiging van een invasie moest Nederland steeds meer inbinden. Er was nog een land dat zich lang afzijdig hield: de VS. En ook de VS profiteerde aanzienlijk. Maar toen de Amerikanen zich in 1917 uiteindelijk toch met de strijd gingen bemoeien, raakte ons land in een totaal isolement. De relatieve voordelen van de neutraliteit veranderden in enorme nadelen. Nederland kwam in grote problemen, niets ging meer vanzelf. Al heel snel bleek hoe



Elektroakoestisch onderzoek bij de
Technische Fysische Dienst TNO-TH
Delft, in de jaren veertig.

afhankelijk ons land was van buitenlandse grondstoffen, producten, kennis en technologie. En al heel snel werd ook duidelijk dat toepassingsgericht onderzoek een vak apart is.

Toepassingsgericht onderzoek: een vak apart

Nederland had een grote reputatie opgebouwd op het gebied van de natuurwetenschappen. Nobelprijzen voor wetenschappers als Van der Waals, Lorentz, Zeeman en Kamerlingh Onnes waren daar het bewijs van. Maar zij excelleerden in 'een tak van sport' die ver af stond van het oplossen van praktische problemen op het gebied van productie, transport en voedselvoorziening.

'Is het niet dringend nodig, alle kracht van wetenschap en ervaring, waarover Nederland beschikt, te doen zoeken naar middelen en wegen om uit de weinig beschikbare grondstoffen en productiemiddelen een zo groot mogelijk nut te trekken?'

Het is de Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen (KNAW) die in 1917 bij monde van Nobelprijswinnaar Hendrik Antoon Lorentz de alarmbel luidt. De KNAW wijst op de geringe hulp die beoefenaren van de natuurwetenschappen bieden bij het overwinnen van de problemen waar Nederland door de oorlogstoestand mee te maken heeft gekregen. Begin 1918 stelt de minister van Binnenlandse Zaken, die in die tijd ook over de wetenschap ging, een commissie in onder leiding van Lorentz en Zeeman, met als officiële naam: 'Wetenschappelijke Commissie van advies en onderzoek in het belang van volkswelvaart en weerbaarheid', ook wel de Commissie Lorentz. Hij legt er het omvangrijke bedrag van 100.000 gulden bij. De Commissie Lorentz begint wetenschappelijke expertise te organiseren om problemen aan te pakken zoals het tekort aan brandstof, de behoefte aan volwaardige voeding en aan nitraat houdende meststoffen. Er worden onderzoeksprojecten uitgevoerd, adviezen gegeven en er worden zelfs pogingen gedaan om speciale instituten op te richten, bijvoorbeeld ten behoeve van de aardappelcultuur. Ook ligt er al snel een plan klaar voor 'Het Vitaminen-Laboratorium'.

De geboorte van een idee

De Commissie Lorentz krijgt uiteindelijk niet de kans om te laten zien wat ze waard is. Een half jaar na haar instelling is de oorlog voorbij en worden de typische oorlogsvraagstukken snel minder urgent. De Commissie Lorentz had dus niet veel impact. Zo was het al snel duidelijk dat er met de verstrekte adviezen weinig was gedaan. Het bleek toch allemaal wat te academisch. De aansluiting met de praktijk ontbrak. Maar het belang van het type activiteiten dat op het programma van de Commissie had gestaan, was wel degelijk zichtbaar geworden. Je zou kunnen zeggen dat de TNO-teerling was geworpen.

Zo stelde de KNAW in 1919: *'Meer dan ooit zijn wij overtuigd, dat het oordeelkundig toepassen van natuurwetenschappelijke ervaring bij de behandeling der grote problemen van volkswelvaart en andere nationale belangen in vele gevallen een zeer heilzame invloed kan hebben.'*

Maar wie moest de kar gaan trekken? De KNAW? De technische wetenschappers hadden zo hun bedenkingen. In hun ogen was het daardoor juist mis gegaan met de Commissie Lorentz. Het was dr. C.J. van Nieuwenburg, chemisch technoloog en later hoogleraar aan de TH (evenals bestuurslid van TNO), die de gedachtevorming een nieuwe impuls gaf. Op 19 december 1919 hield hij een lezing voor het Delftsch Natuurwetenschappelijk Gezelschap waarin hij wees op de verkeerde aanpak van de KNAW (de inzet van academici uit de hoek van het zuiver-wetenschappelijk onderzoek) en op het grote belang van een organisatie die wel geëigend was om praktische problemen aan te pakken. Zijn verhaal verscheen op 14 februari 1920 in het Chemisch Weekblad. En het bleef niet onopgemerkt.

De minister van Onderwijs, De Visser, vroeg prof. Isaac de Vooy om commentaar. De Vooy was op dat moment buitengewoon hoogleraar aan de TH. Hij kwam met een degelijke analyse.

De Vooy: *'Er wordt in ons land veel geld en, wat nog meer is, veel van het allerbeste intellect verkwist of ongebruikt gelaten. Een tijd als de onze, die tot zuinigheid en inspanning dwingt of spoedig dwingen zal, legt dan ook de taak op daar tegen in te gaan.'* Hij was ertegen om het probleem op te lossen met het oprichten van weer een nieuwe organisatie. De oplossing moest gevonden worden in de vernieuwing en samenvoeging van bestaande instellingen.

De Commissie Went legt de basis voor TNO

De analyse van De Vooy krijgt een vervolg in een commissie die in 1923 wordt ingesteld door de ministers van Onderwijs, Kunsten en Wetenschappen en van Binnenlandse zaken en Landbouw. Voorzitter wordt de Utrechtse hoogleraar Friedrich Went, die in 1921 Lorentz was opgevolgd als voorzitter van de Afdeling Wis- en Natuurkunde van de KNAW. De Commissie Went komt in 1925 met behoorlijk ambitieuze aanbevelingen. Coördinatie en afstemming, daar moest het vooral om gaan. De Commissie kwam ook met een lange lijst van rijksinstellingen die daarvoor in aanmerking kwamen. Op die lijst staan onder meer het Rijkslederproefstation (Waalwijk), de Rijksrubberdienst (Delft), de Rijksvezeldienst



Klassiek chemisch laboratorium.

(Delft), de Geologische Dienst, de Meteorologische Dienst en de Rijksnijverheidsdienst. De eerste drie zijn inderdaad (pas) in 1941 in TNO opgenomen, de andere drie, en vele andere, niet. Het grote TNO-ideaal is uiteindelijk maar zeer beperkt gerealiseerd.

Het advies blijft nog tot 1927 liggen. De regering weet er duidelijk niet goed raad mee. Maar het vormt uiteindelijk dan toch de basis voor de TNO-wet. Die wet wordt het levenswerk van ir. A. de Mooij A.Czn., die later de eerste Algemene Secretaris van TNO zal worden. De wet passeert in 1930 het parlement. Nog weer twee jaar later, op 10 mei 1932, wordt het eerste bestuur van TNO geïnstalleerd met prof. Went als eerste voorzitter. Een onafhankelijk TNO, een rechtspersoon gebaseerd op een speciale wet, is een feit. Maar ook niet veel meer dan dat. De wet gaf TNO in de

ogen van de betrokken ministeries (met name het nieuwe ministerie van Economische Zaken) zoveel onafhankelijkheid (een bewuste keuze van de founding fathers!) dat men de grootste moeite had eigen diensten en de bijbehorende fondsen over te dragen. Er is in 1938 zelfs gedreigd met een aanpassing van de wet. En de betrokken medewerkers hadden nog een ander probleem: verlies van hun rechtszekerheid als ambtenaar. Kortom: moeilijk, moeilijk, moeilijk!

Weer een grote oorlog

Maar dan wordt het kleine TNO-drama onderdeel van een groot drama. De Tweede Wereldoorlog breekt uit, waardoor alles anders wordt.

Algemeen Secretaris De Mooij daarover (TNO Kontakt, 1966):

'De oorlogstoestand bracht voor TNO niet de nekslag. Integendeel, men kan wel zeggen dat onder leiding van Alingh Prins de oorlogsjaren de wording van TNO versneld hebben. Niet dat deze voorzitter ook maar enigszins de bezetter op enig gebied tegemoet trad, maar veeleer doordat aan een van de ergste tegenwerkende personen ten departemente ontslag werd verleend, ook al doordat door het allengs optredende gebrek aan tal van middelen, men koortsachtig ging zoeken naar andere oplossingen, naar vervangingsmiddelen. Er is geen invloed van Duitse zijde op TNO geweest; ze begrepen de vorm van TNO niet helemaal. Zo er al eens een hardnekkige poging tot infiltratie in besturen is geweest van foute Nederlanders, dan mislukte deze toch door een gewaagd en handig woordenspel. Wij speculeerden op het feit, dat deze foute mensen de Duitsers naar de ogen keken en 'voorspelden' hen: U krijgt ongelijk bij de Duitsers als u uw zin wilt doordrijven. Wel werd getracht personeel van TNO naar Duitsland over te brengen. Ook dat werd met allerlei motieven voorkomen. De twijfel bij de Duitsers of men te doen had met een publiekrechtelijke dan wel een privaatrechtelijke instelling werd door ons uitgebuit.'

TNO als onderduikadres

De Duitsers hadden moeite met dat vreemde TNO. Daar werd in een aantal gevallen handig gebruik van gemaakt, onder meer door de BPM (Bataafsche Petroleum Maatschappij). Dat raakte na de Duitse inval afgesneden van Indië en daarmee van vrijwel al haar grondstoffen. Dit betekende dat het grote researchinstituut in Amsterdam, met 1350 werknemers, en de grote technische diensten en ingenieursbureaus in Den Haag geen emplooi meer hadden. Wachtgeld, werkloosheid en tewerkstelling in Duitsland dreigden. Tegen die achtergrond ontwikkelde de leiding van de BPM in 1940 en 1941 samen met TNO een plan om de aanwezige researchstaf zoveel mogelijk aan het werk te houden. Dit plan kwam er op neer dat een deel van het personeel werd uitgeleend aan de in juni 1940 opgerichte Technische Afdeling van TNO, die onder leiding kwam te staan van de van de BPM afkomstige scheikundige en vezeltechnoloog Jan Uytenbogaart, terwijl het BPM-laboratorium in Amsterdam een soort 'Wetenschapswinkel' werd die onderzoek ging doen voor het Nederlandse bedrijfsleven. In 1941 verzond het BPM-laboratorium een

circulaire naar een aantal Nederlandse industrieën, waarin het lab haar diensten aanbood voor onderzoek op fysisch, chemisch en andere gebied. Verschillende bedrijven zijn daarop ingegaan. Zo deed men onder meer onderzoek naar zeepvervangers, naar chemische vezels voor AKU, naar het gebruik van stro voor vezels, naar reukstoffen en naar analyse methoden. Voor de AKU bouwde men bij Arnhem een nieuwe fabriek in de Kleefse Waard. Op verzoek van het Rijksbureau voor de Voedselvoorziening ontwikkelde het BPM-laboratorium, samen met de Chemische Fabriek 'Naarden' en de Gist- en Spiritusfabriek Delft, een eigen syntheseroute van vitamine C (TNO-octrooi) en een daarop gebaseerde productiefaciliteit in Delft omdat de import vanuit Zwitserland was weggefallen. Dit crisisonderdeel van TNO vormde de basis voor een belangrijk naoorlogs onderdeel: het Centraal Technisch Instituut TNO.



TNO Rubberinstituut in de jaren vijftig.

De Rubberstichting (geen TNO) in Delft had een vergelijkbaar probleem: geen link meer met de rubberproductie in Indië. Om de medewerkers voor de tewerkstelling in Duitsland te behoeden werd de bezetter voorgehouden dat kunststoffen de toekomst waren. O.l.v. Roelof Houwink werd toen, onder auspiciën van de Rubberstichting, het Kunststoffen-instituut opgericht. Een noodsprong. Na de oorlog keerde men terug naar de rubber en werd het instituut, min of meer als een lege huls, overgedragen aan TNO. Maar het was wel de start van het Kunststoffen en Rubberinstituut TNO dat in de naoorlogse jaren van aanzienlijke betekenis werd voor de opkomst van de kunststofverwerkende industrie in ons land.

De Delftse Julianalaan kreeg in de oorlog een nieuwe naam: Poortlandlaan. In het Julianagebouw werd het TNO-instituut Poortlandlaan opgericht met het doel om een deel van het Nederlandse defensieonderzoek (chemisch onderzoek) uit het zicht van de Duitsers te houden. Dit, en ander defensieonderzoek, werd na de oorlog ook echt ondergebracht in de in 1946 opgerichte Rijksverdedigingsorganisatie TNO, eveneens vanuit WO II bij TNO geformeerd.

Ook de overdracht van rijksdiensten kwam in 1941 van de grond: de Rijksrubberdienst werd Rubberinstituut TNO, de Rijksvezeldienst werd Vezelinstituut TNO, de Kleischool in Gouda werd Keramisch Instituut TNO. In 1942 werd het Proefstation en de Voorlichtingsdienst ten bate van de leder- en schoenindustrie in Waalwijk het Lederinstituut TNO. En de benarde voedselvoorziening gaf al in 1940 aanleiding tot de oprichting van de Voedingsorganisatie TNO en het Centraal Instituut voor Voedingsonderzoek TNO. Een van de eerste activiteiten van dit instituut was het samenstellen van voedingswaardetabellen van vervangende voedingsmiddelen. In dezelfde context werden in 1943 ook de Landbouworganisatie TNO en de Landbouwnijverheidsorganisatie TNO opgericht.

TNO kwam de oorlog uit als een volstrekt levensvatbare organisatie. Het idee uit WO I had zich eindelijk bewezen. De TNO-ers konden op reis naar de VS om te zien hoe ver de techniek in vijf jaar gevorderd was.

De zelf ontwikkelende vliegtuigindustrie in Nederland

Ir. Frits M. van der Jagt

De zelfontwikkellende vliegtuigindustrie in Nederland heeft na de Tweede Wereldoorlog een bijzondere rol gespeeld in de wederopbouw van de industrie in ons land. Met steun van de Nederlandse overheid is de vliegtuigindustrie gebundeld en door middel van een speciaal ontwikkelingsinstituut is de industrie in staat gesteld nieuwe producten te ontwikkelen. Dit beleid heeft grote successen geboekt en heeft er toe geleid dat Fokker weer op de kaart kon worden gezet als producent van civiele vliegtuigen. Een halve eeuw lang, van 1946 tot 1996, heeft de zelf ontwikkelende vliegtuigindustrie zich op deze wijze kunnen handhaven en heeft de naam Fokker zich over de hele wereld kunnen verspreiden als producent van betrouwbare en veilige verkeersvliegtuigen.



Fokker F 27.



Fokker F 28.

In maart 1996 werd het faillissement uitgesproken over het grootste deel van de Fokkerfabriek in Nederland. De grootste werkmaatschappij, Fokker Aircraft BV, werd failliet verklaard. Fokker Aircraft BV was verantwoordelijk voor de ontwikkeling, productie, marketing en verkoop van de door Fokker zelf ontwikkelde civiele vliegtuigen. Velen hebben zich daarna afgevraagd wat de oorzaak is geweest van dit roemloos einde van de zelfontwikkellende vliegtuigindustrie in Nederland. In het onderstaande wordt getracht een antwoord te geven op deze vraag. Hierbij moet worden aangetekend dat dit een persoonlijke visie is die niet algemeen wordt onderschreven.

Fokker na de tweede wereldoorlog

De Fokkerfabriek is na de Tweede Wereldoorlog, dank zij de steun van de Nederlandse regering, via het in 1946 opgerichte Nederlands Instituut voor Vliegtuigontwikkeling weer opgebouwd. In 1953 is men gestart met de ontwikkeling van een nieuw verkeersvliegtuig voor de korte afstand voor circa 40 passagiers, de F27 Friendship. Bij de ontwikkeling van dit type is in ruime mate

gebruik gemaakt van nieuwe technologie, zoals het op grote schaal toepassen van gelijmde metaalverbindingen. Ook de toepassing van de turbopropmotor betekende een nieuwe fase in de voortstuwing van vliegtuigen van deze grootte. Veel jonge Nederlandse ingenieurs en wetenschappers hebben aan de ontwikkeling van dit vliegtuig meegewerkt en de Friendship is een internationaal succes geworden. Het type is ook in de Verenigde Staten in licentie geproduceerd door Fairchild.

Ruim tien jaar later werd de ontwikkeling van een groter vliegtuig voor circa 65 passagiers, met twee straalmotoren ter hand genomen, de F28 Fellowship. Hoewel dit type technisch gezien een bijzonder goed product was, heeft het qua verkoopaantallen het succes van de F27 niet weten te evenaren. De nadruk die in die tijd al lag op Europese samenwerking, heeft ertoe geleid dat er in 1969 een fusie tot stand kwam tussen Fokker en VFW, Vereinigte Flugtechnische Werke in Duitsland. Deze fusie heeft het tien jaar uitgehouden en is daarna weer ontbonden. Grote spanningen zijn in die tijd ontstaan omdat VFW een eigen vliegtuigtype op de markt wilde brengen, de VFW 614. Van dit type zijn er uiteindelijk niet meer dan 16 gebouwd, en daarna is de productie gestopt. Dat dit gepaard ging met grote verliezen behoeft geen betoog.

Na de ontbinding van de fusie met VFW ontstond er voor Fokker een nieuwe situatie. Er kwam een nieuwe directie en er werd intensief nagedacht over de verder te volgen strategie. Een poging om een internationaal consortium op te bouwen rond een opvolger van de F28 mondde uit in een samenwerking tussen Fokker en de Amerikaanse vliegtuigfabriek McDonnell-Douglas. Helaas strandde deze samenwerking en eind 1983 stond Fokker er weer geheel alleen voor. Besloten is toen om gelijktijdig twee nieuwe typen te ontwikkelen, de Fokker 50 en de Fokker 100. De Fokker 50 bood plaats aan circa 50 passagiers en de Fokker 100 aan circa 100 passagiers. Beide typen waren verdere ontwikkelingen van bestaande vliegtuigen: de Fokker 50 was een verdere ontwikkeling van de F27 en de Fokker 100 een verdere ontwikkeling van de F28. Later zijn nog meer varianten ontwikkeld van dezelfde families: de Fokker 60, een verlengde versie van de Fokker 50 voor circa 60 passagiers, en de Fokker 70, een verkorte versie van de Fokker 100, voor circa 85 passagiers.

In 1987 stond de onderneming voor een debacle omdat de ontwikkelingskosten voor de nieuwe vliegtuigen veel hoger uitvielen dan geraamd, en Fokker moest toen met een injectie van de Nederlandse regering worden gered. Een voorwaarde voor deze reddingsactie was dat Fokker zich moest versterken in een internationale samenwerking. Uiteindelijk is er toen een overname tot stand gekomen door de Duitse vliegtuigfabriek DASA, Daimler Benz Aerospace. Na deze crisis is het een tijdlang goed gegaan met Fokker. Er werden grote orders binnengehaald voor de Fokker 50 en de Fokker 100. De beide typen bleken goed te voldoen in de praktijk en de productie steeg tot ongeveer honderd vliegtuigen per jaar. Op het hoogtepunt in 1990 had Fokker meer dan 10.000 werknemers in Nederland!



Fokker F 50.

Wat ging er fout?

Na 1990 kwam de onderneming in steeds zwaarder financieel weer terecht. De lage dollarkoers veroorzaakte een sterke daling van de verkoopopbrengsten. De productie was vooral in guldens, ponden en marken, en de verkoop in dollars. De kostprijs van de vliegtuigen kon niet voldoende verlaagd worden om dit op te vangen en er was geen koerssteun vanuit de overheid mogelijk, zoals dit bijvoorbeeld wel met het Europese Airbus-programma het geval was. De personeelsbezetting werd zoveel mogelijk teruggebracht, wat weer extra kosten met zich meebracht. Er was sprake van een teruglopende markt voor verkeersvliegtuigen door de internationale spanningen in de Golfregio. Dit veroorzaakte een overproductie van vliegtuigen, die verdere verliezen met zich meebracht.



Fokker F 100.

De concurrentie had ook niet stilgezeten; Boeing had een directe concurrent van de Fokker 100 ontwikkeld voor een lage prijs in dollars, de Boeing 737-500. Aerospatiale in Frankrijk had samen met de Italiaanse vliegtuigindustrie een directe concurrent voor de Fokker 50 op de markt gebracht, de ATR42, en ook SAAB had een concurrent van de Fokker 50 ontwikkeld, de SAAB 2000. Zo ging het van kwaad tot erger, en in 1995 werd het duidelijk dat er een groot steunpakket nodig zou zijn om Fokker door de ergste periode heen te helpen. De Nederlandse overheid was echter niet bereid om deze steun te verlenen, en DASA liet weten dat steun van de Nederlandse kant een voorwaarde was om zelf ook de financiële steun te verlenen die nodig was om een faillissement af te wenden.

In februari 1996 werden er van de toen nog aanwezige 7500 werknemers er ongeveer 5000 ontslagen en de overige 2500 werden door Stork overgenomen. Dit betrof de onderneming Fokker Aircraft Services en een aantal delen van Fokker Aircraft BV, die zich bezighielden met onderdelen productie, militaire productie en kabelbomen. De lopende verplichtingen van Fokker Aircraft BV werden afgehandeld en de productielijnen werden daarna gesloten. Dit betekende het definitieve einde van de Nederlandse zelf ontwikkelende vliegtuigindustrie.

Had het anders kunnen gaan?

Het Fokker-management besloot om na de ontvlechting van de fusie VFW-Fokker zelfstandig verder te gaan. Er was echter geen mogelijkheid tot het ontwikkelen van een geheel nieuwe familie vliegtuigen en het was ook niet mogelijk om tot een nieuw internationaal consortium te komen naast Boeing en Airbus. Een nauwe samenwerking met het Europese Airbus-consortium had naar mijn mening. Op dat moment voor de hand gelegen. Fokker heeft dit toen afgewezen en is zelfstandig doorgegaan. Had men toen een partnerschap met Airbus gesloten dat was er m.i. vandaag nog steeds een bloeiende vliegtuigindustrie in Nederland. Fokker zou dan een goede toeleverancier van Airbus zijn geworden, zoals ook British Aerospace, Aerospatiale en DASA dat zijn.

Ook wat betreft de nieuwe generatie turboprops weigerde Fokker een gelijkwaardig partnerschap met de Franse vliegtuigindustrie aan te gaan. Vervolgens ontstond een Frans-Italiaans consortium, dat een grote concurrent van de Fokker 50 ontwikkelde, de ATR 42. De krampachtige pogingen de zelfstandigheid als producent van verkeersvliegtuigen in Nederland te handhaven hebben naar mijn mening de teloorgang van Fokker als zelfschepende vliegtuigfabriek niet voorkomen, maar eerder in de hand gewerkt.

Het wijzen met een beschuldigende vinger naar de Nederlandse overheid, die onvoldoende steun zou hebben gegeven in de moeilijkste tijd, is dan ook begrijpelijk, maar biedt onvoldoende zicht op de onderliggende oorzaken. Er zijn door het Fokker-management strategische keuzen gemaakt, die zeker mede tot de teloorgang hebben geleid. Er is helaas een einde gekomen aan een halve eeuw waarin de slagzin van Fokker opgeld deed: "Nederlanders bouwen vliegtuigen van wereldklasse!"



Van Drebbel tot Kursk

Dr. ir. Carel A. Prins

Dit is het verhaal over de moeizame weg van de eerste schuchtere pogingen om onderwater te navigeren tot de technologisch geavanceerde onderzeeboten van vandaag. Maar ook, ondanks die technologie, over de ondergang van een van de grootste onderzeeboten ter wereld, de Kursk. Een moderne onderzeeboot is een complex vaartuig waarvan het ontwerp veel kennis vraagt van de risico's die de opvarenden lopen zoals het overschrijden van de bezwijkdruk, degradatie van de lucht kwaliteit en de gevolgen van slecht onderhoud.

Geschiedenis

Van deze gevaren waren de eerste pioniers zich nauwelijks bewust. Vraag een Nederlandse marineman wie de uitvinder van de eerste duikboot was en hij zal de naam van Cornelis Drebbel (1572-1633) uit Alkmaar noemen, zijn Engelse collega zal zeggen dat Drebbel het idee van William Bourne (1535-1583) "geleend" had. Bourne beschreef zijn "invention" in 1578 in een brief, aan waarschijnlijk de Engelse koningin, om een houten schip te voorzien van variabele ballasttanks om te kunnen duiken en weer boven te komen. Drebbel zou echter de eerste zijn die zijn houten duikboot demonstreerde aan koning James I door in de Thames een tijd onder water te varen voortgedreven door roeiers. De BBC heeft dat experiment in 2002 een keer met succes herhaald.

Na Drebbel hebben nog vele gedreven uitvinders hun ideeën omgezet in een experimentele duikboot. De meeste van deze ideeën dienden een militair doel, vaak als een antwoord op de vraag naar blokkadebrekers. Bekende namen zijn de Son (1653), David Bushnell (1776), Wilhelm Bauer (1850) Horace Hunley (1863), Claude Goubet (1888). Beroemd is het verhaal van de duikboot van Hunley. De aanleiding voor de bouw was de blokkade die de Confederate Navy voor Charleston had gelegd. Hunley gebruikte een 10 m lange stoomdrum als druklichaam. De voortstuwing bestond uit 8 man die met de hand via een krukas de schroef aandreven. De bedoeling was om het blokkadeschip onder water te bereiken en dan een explosief met een soort harpoen, gemonteerd op de boeg, aan de romp van het schip te bevestigen. Om dan na een terugtrekkende beweging de lading met een trekkoord te ontsteken. Hunley verloor het leven bij een van de proeftochten en ook de bemanning, die met succes de Housatonic uiteindelijk tot zinken bracht, kwam om.



Replica van Drebbel's duikboot voor het BBC programma.

John Philip Holland bouwde in 1883 de eerste serieuze duikboot: de Phenian Ram bestemd om de Royal Navy te bestrijden. Holland, van Ierse afkomst, had zich door een anti Engelse brotherhood laten financieren. Hoewel de proeftochten van de Ram goed verliepen is de boot nooit voor het beoogde doel ingezet. Holland bleef zijn ideeën vervolgen in de hoop op opdrachten van de US Navy. Uiteindelijk won hij in 1893, in competitie met anderen, een opdracht. Het zou echter tot 1900 duren voor zijn 6-de ontwerp, de Holland VI, als de USN Holland (SS-1) in dienst van de US Navy kwam. Daarna volgde de Royal Navy met vijf Holland boten. De naam van de Holland als de eerste betrouwbare duikboot was gevestigd.

In 1903 zette Nederland de eerste stappen op weg naar een “silent service”. Uitzonderlijk genoeg was het niet de Marine maar Kon. Mij. De Schelde die het initiatief nam. In 1904 werd door de werf in Vlissingen voor eigen rekening een boot van het type Holland-9 gebouwd. In 1906 nam de marine na succesvolle proeftochten de boot in dienst als de O-1. Inmiddels waren er al 114 duikboten in dienst waarbij Frankrijk met 52 op kop ging. De onderzeedienst in Nederland groeide gestaag. Na de O-1 volgde verschillende O-klassen tot het uitbreken van WOII toen de laatste Nederlandse duikboten naar Engeland uitweken. Naast de O-boten werden ook duikboten voor de koloniën gebouwd, de K-klassen. Deze waren ontworpen met het oog op tropische condities: meer koeling en grotere autonomie. De duikboten voor de Kon. Marine werden gebouwd op de werven van De Schelde, Wilton-Feijenoord en de RDM. Aanvankelijk werd gebruik gemaakt van concepten uit de VS en Engeland maar geleidelijk werden het Nederlandse ontwerpen. Vermeldenswaard is de wereldreis van de K-XIII via het Panama kanaal naar Soerabaja. Heel bijzonder is de ruime mate van beschikbaarheid van Nederlandse duikboten op vele plaatsen op de wereld voor het uitvoeren van zwaartekrachtmetingen door Prof. Vening Meinesz. Er werd daarvoor wel 100 000 zeemijl afgelegd met diverse duikboten waaronder de K-XIII. Na de oorlog zijn deze metingen nog verder doorgevoerd. Deze zwaartekrachtgegevens hebben mede onderbouwing gegeven aan de theorie van de plaat tektoniek.

Een belangrijk middel om de detectie van duikboten bij varen aan de oppervlakte tegen te gaan was de invoering van de snuiver. Daardoor konden de dieselgeneratoren blijven draaien om de batterij te laden terwijl de boot op periscoopdiepte, dus geheel gedoken, navigeerde. Volgens overleveringen is dat een Nederlandse vinding die voor het eerst op de O-19 werd toegepast. Het verhaal gaat dat Admiraal Dönitz de invoering van de snuivermast aan het begin van WOII verbood. De toenmalige duikboten waren immers zo ontworpen dat de hoogste snelheid aan de oppervlakte kon worden behaald. De dagorder was met hoge snelheid naar het doel te varen om dan op het laatste moment weg te duiken voor de aanval: de batterij had toen nog maar beperkte capaciteit. De komst van de Duitse Typ-21 onderzeeboot in 1943 betekende een omwenteling omdat die ontworpen was om juist onder water de beste prestaties te leveren en daarvoor een grote batterij had. In het Nederlands taalgebruik spreekt men sinds WOII met de komst van zulke ontwerpen, specifiek gericht op de onderwatervaart, van onderzeeboten in plaats van duikboten.

Bij het begin van WOII weken 7 Nederlandse O-boten uit naar Engeland, terwijl zich 15 K- en O-boten in Nederlands Indië bevonden. De onderzeedienst verloor in de oorlog 7 duikboten op oorlogspatrouille op de Noordzee en in de Oost. Zo werd de O-22, in 1940 vermist, pas in 1993 bij toeval teruggevonden ten zuidwesten van Egersund op een diepte van 180 m. Het wrak met

de lichamen van de 43 opvarenden is tot oorlogsgraf verklaard. In de loop van de oorlog werd de flottielje aangevuld met 7 Engelse en Amerikaanse onderzeeboten. De laatste deden tot 1969 dienst.

In Londen had M.F. Gunning, in 1942 werkzaam op het Ministerie van Marine, al het innovatieve concept bedacht voor een onderzeeboot met niet één enkele cilindrische drukhuid maar één opgebouwd uit drie cilinders gearrangeerd in een driehoek configuratie. Het werd de eerste onderzeeboot van Nederlands ontwerp na de oorlog waarvan er tussen 1954 en 1966 vier werden gebouwd. In de VS was inmiddels het tijdperk van de nucleaire voortstuwing aangebroken en ook de Nederlandse marine had haar zinnen gezet op dit wonder van energievoorziening om "oneindig" lang onderwater te kunnen blijven. Men had al het ontwerp van de USN Barbel – de laatste dieselelektrische onderzeeboot in de VS – in handen, die als platform zou dienen voor een nucleaire boot. Er was daarom in de VS een licentie aangevraagd voor een "nuclear plant". De Washington Times van 14 mei 1960 maakt gewag van de discussies over het al dan niet toestaan van een kennis transfer, maar uiteindelijk werd die afgewezen. En hoewel de Vice-Adm. Doornbos bij de tewaterlating van de, op de Barbel gebaseerde, Zwaardvis liet optekenen dat de Marine in 1980 een nucleaire boot zou krijgen zou het dus toch bij dieselelektrische voortstuwing blijven.

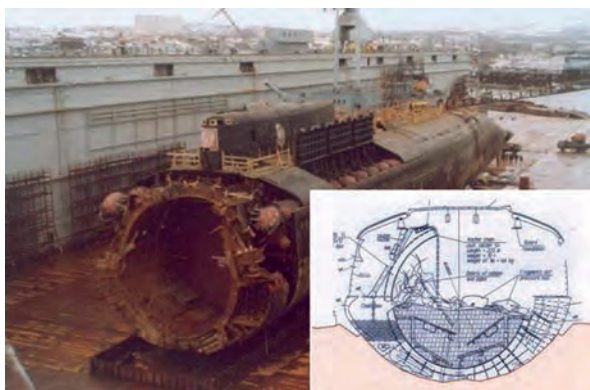
Na de Zwaardvis Klasse kwam de opvolger de Walrus klasse, waar de nodige deining over ontstond omdat het zwaardere eisenpakket tot een onverwacht hoge prijs leidde. In de praktijk bleek deze serie van vier onderzeeboten wel buitengewoon goed te presteren. Wat duikdiepte, automatisering van het platform en wapensysteem betreft, om een paar eigenschappen te noemen, liep de onderzeeboot voor op veel van zijn tijdgenoten. En dat is zo gebleven tot de dag van vandaag. Gezien de goede conditie van de onderzeeboten werd al in 2003 besloten tot een levensverlengend onderhoud inclusief enkele belangrijke modernisering. Met een nieuw Combat Management System, een optronische periscoop, satelliet communicatie en nog een aantal aanpassingen zal de Walrus Klasse tot 2025 in dienst blijven.

In september 2014 heeft de Minister van Defensie in een nota laten weten dat Nederland zich een vervanging van de huidige onderzeeboot capaciteit, voorzien voor het midden van de jaren twintig, uitsluitend kan permitteren als de nieuwe onderzeeboten samen met één of meer Europese partnerlanden worden ontwikkeld, gebouwd en geëxploiteerd. Er wordt daarmee uitzicht geboden op een innovatieve voortzetting van de Nederlandse traditie van onderzeeboot bouw. In de lange geschiedenis van onderzeeboten is het aantal verliezen aanzienlijk geweest. Sinds 1774 zijn er 1 448 verloren gegaan bij oorlogshandelingen en 313 door ongelukken, met een groot verlies aan mensenlevens. Het laatste grote drama, de teloorgang van de Kursk, is daar nog niet bijgeteld.

De Kursk

Op 12 augustus 2000 registreerden seismische stations rond de Barentszee twee bevingen circa twee minuten na elkaar. De tweede, die later kon worden geduid als een explosie van 3-7 ton TNT, vond zijn oorsprong in de boegbuiskamer van de nucleaire onderzeeboot Kursk.

Een oefentorpedo vloog, als gevolg van lekkende water-stofperoxide (brandstof) explosief in brand waarna de meeste aanwezige torpedo's ontploften. Het grootste deel van de 118 opvarenden kwam door de explosie vrijwel direct om. 28 bemanningsleden konden naar het achterste compartiment vluchten waar ze alsnog binnen enkele uren door brand om het leven kwamen. De onderzeeboot verdween direct onder de golven en belandde op een diepte



De Kursk in dok na verwijdering van debris (inzet) uit het eerste compartiment.

van 108 m. op de zeebodem. De Kursk, een 155 m lange onderzeeboot van de Oscar II klasse, met een waterverplaatsing van 25 000 ton (vergelijk de 2 800 ton van de Walrus) nam op dat moment deel aan vlootoefeningen. De geheimzinnigheid van de autoriteiten leidde tot allerlei complottheorieën. Pas veel later hoorden nabestaanden wat er werkelijk gebeurd was. Toen de Kursk oktober 2001 in het dok in Moermansk weer boven water kwam, was de verwoesting pas goed zichtbaar. Het bergingsbedrijf Smit International kwam samen met Heerema Marine Contractors snel met een plan om de Kursk te bergen, maar er was geen zicht op een Russisch contract. Omdat Europese landen, met name Noorwegen, een nucleaire ramp vreesden, werd al in 2000 de Kursk Foundation opgericht met het doel fondsen te werven voor de berging. Ondergetekende werd gevraagd te onderzoeken wat de nucleaire risico's van een berging zouden kunnen zijn. Met name op grond van (Noorse) metingen van de straling rond het wrak, waarbij geen hoogenergetische gammastraling werd gemeten kon worden geconcludeerd dat de reactoren waren uitgeschakeld en de berging geen nucleaire problemen zou geven. Gaandeweg kwam president Poetin onder zo grote politieke druk, dat hij toezegde de berging te betalen en verviel de bestaansreden van de Kursk Foundation.

Na Poetin's toezegging in mei 2001 sprong het bedrijf Mammoet in de geboden opening, vormde met Smit en Russische partners een consortium en verwierf het bergingscontract. Het plan was om het wrak met het speciale Mammoet-kabel-hefsysteem (strand jack system) onder de afzinkbare bak, de Giant 4, te takelen en het zo naar Moermansk te slepen. De tijd om het project vóór de herfststormen succesvol af te ronden was uitermate krap. Het verwoeste eerste compartiment moest worden afgezaagd waarvoor eerst nog een speciale draadzaag van Smit moest worden getest. Verder diende de Giant 4 te worden aangepast met uitsparingen in de bodem en met zadels waar de onderzeeboot tegenaan getrokken moest worden. Voor het zekeren van de ankers van het hefsysteem in de drukhuid van de Kursk dienden duikers op 100 m diepte gaten in de romp van de Kursk te maken. Daarvoor werd een hoge druk snijsysteem gebruikt bestaande uit een straal slurry van water en carborundum. De hoeveelheid werk die moest worden verzet tussen mei en de herfst, was overweldigend. Toch waren alle hulpmiddelen en het verbouwen van de Giant 4 in Amsterdam op tijd klaar. Zelfs de extra, afzinkbare, pontons, die op de werf Sevmash in Sverdovinsk werden gefabriceerd, waren op tijd klaar. Deze pontons

moesten op het laatste moment afgezonken worden en onder de Giant 4, waar de Kursk inmiddels onder hing, worden geschoven. De pontons werden leeggepompt om voldoende ruimte tussen de onderkant van de Kursk en de dokvloer te verkrijgen. Kort voor de invallende herfststormen kon de Kursk op 21 oktober 2001 in het droogdok worden afgezet.



De Giant 4 met daaronder de Kursk en pontons in de haven van Moermansk.

Afsluiting

Van 18% van alle onderzeeboten die van het prille begin tot heden zijn vergaan is de oorzaak een ongeluk als gevolg van technische en menselijke fouten. Van al deze incidenten en rampen zijn de huidige ontwerpers zich zeer bewust. Er is inmiddels een veiligheidsfilosofie opgebouwd die nu ten grondslag ligt aan ieder nieuw ontwerp. Toch gebeuren er nog ongelukken zoals met de Kursk. In dit concrete geval vanwege een falend technisch systeem in een, slecht onderhouden, verouderde torpedo. Het is de ultieme uitdaging voor de ingenieur om de lessen van het verleden te verwerken in zijn innovatieve creaties.

Olieraffinage: evolutie en uitdagingen, engineering en katalyse

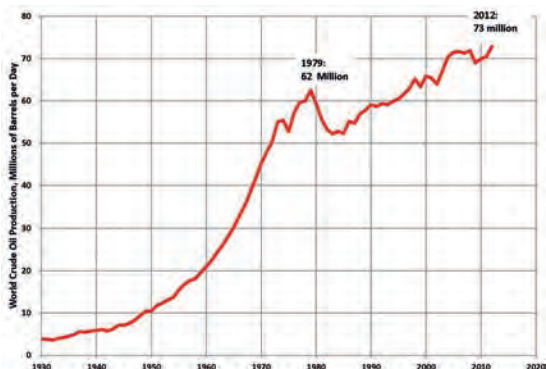
Ir. Frederik Baars

Olieraffinage heeft een lange historie. Het woord raffineren komt in meerder industrieën voor, de meest bekende wellicht in de suikerproductie. Maar al in de Middeleeuwen werd er geraffineerd in de zin van het zuiveren van metalen. Olie en raffinage kwamen pas aan het eind van negentiende eeuw samen. Voorheen werd olie al wel gebruikt maar dan in de ongeraffineerde vorm, meestal als afdichting, bijvoorbeeld bij het breeuwen van scheepsdekken en als dakbekleding. Er was geen sprake van olieboring: de olie of het asfalt sijpelden meestal op natuurlijke wijze uit de grond. In het begin van de negentiende eeuw was er voor het eerst sprake van raffinage. In de eerste dagen was het hoofdproduct kerosine. Niet te gebruiken als vliegtuigbrandstof zoals heden ten dage, maar als lampolie ter vervanging van walvisolie. De olieconsumptie en het olieverbruik namen explosief toe na de geslaagde olieboring van Edwin Drake in 1859 in Titusville, Pennsylvanie, USA.

De daaropvolgende uitvindingen van de benzine- en dieselmotor in 1876 resp. 1897 leidden tot een explosieve groei van het gebruik van ruwe olie. Aanvankelijk voor industriële toepassingen, na de tweede wereldoorlog als brandstof in het vervoer en als grondstof in de petrochemie. Maar pas tegen het midden van de 20^{ste} eeuw verdrong olie kolen als hoofdenenergiedrager. Sinds de oliecrises in de jaren 1970 neemt het olieverbruik als percentage van het totaal aan energiegrondstoffen af, maar neemt door de groei van het wereldenergieverbruik de totale olieproductie nog niet af.

(http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/4a/World_Oil_Production.png)

In Europa verbruiken we 15% van de olieproductie maar produceren we minder dan 4% (BP Statistical review 2014). De olieverwerking is nog steeds een belangrijke industriële activiteit. De Rotterdamse haven importeert 91 miljoen ton olie per jaar (15% van het totale Europese verbruik) overeenkomstig de capaciteit van 150 supertankers, en Nederland heeft vijf olieraffinaderijen.



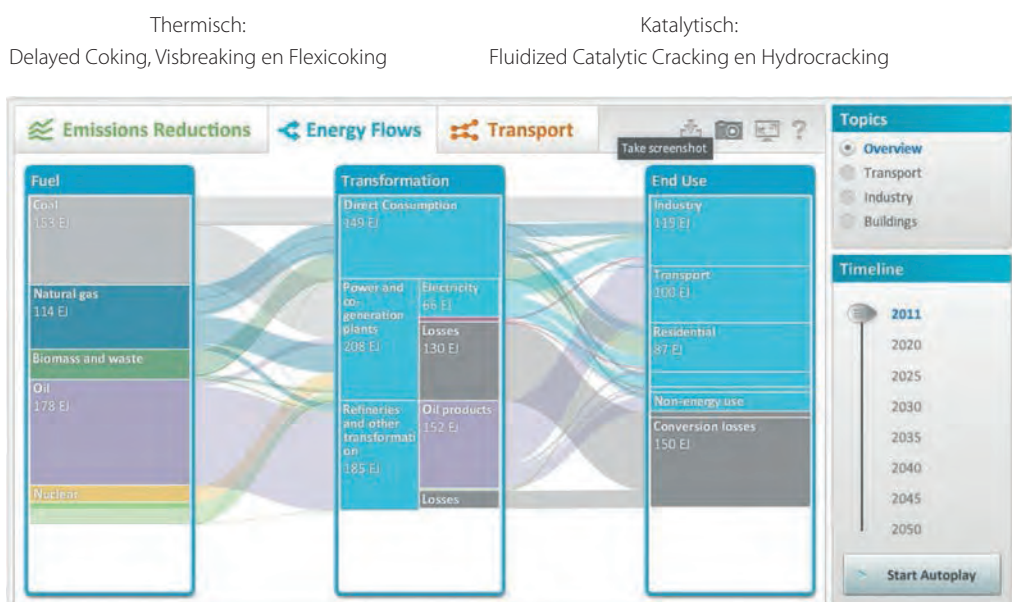
Ruwe olie is nog steeds het basisproduct voor transporttoepassingen.

Raffinage

Het doel van olieraffinage is het omzetten van de ruwe olie in een zo hoog mogelijke opbrengst aan hoogwaardig product. Na een eerste scheiding op basis van kookpunt in de primaire destillatietorens worden de diverse stromen verder geconverteerd en gezuiverd.

Een gemiddelde ruwe olie bevat 50% van de zwaarste fractie (residu) die ongeschikt is als motorbrandstof. Deze fractie wordt in conversie-units omgezet in een lichter product. In deze conversiestap worden de zware moleculen in de residufractie omgezet in lichtere moleculen.

De conversie vindt plaats onder invloed van een juiste combinatie van temperatuur, druk en katalysator, zie onderstaand schema over residu conversie:



Olietransport en olieverwerking vormen de tussenschakel tussen productie en verbruik.

De lichtere fracties moeten dan gezuiverd worden van verontreinigingen, voornamelijk zwavel. Bepaalde producteigenschappen die kritisch zijn voor de juiste werking van de benzine/dieselmotor, vereisen verdere behandelingen. Dit alles gebeurt in de procesinstallaties van de olieraffinaderij. Een gemiddelde olieraffinaderij omvat daarom al gauw een twintigtal fabrieken, nog afgezien van de diverse installaties voor de productie van stoom, elektriciteit en andere bedrijfsmiddelen dan wel de zuivering van afvalstromen zoals proceswater. Een raffinaderij beschikt ook over een uitgebreid tankpark voor de opslag van de ruwe olie, eindproducten en halfabricaten.

Via de conversiefabrieken kan de opbrengst aan licht product, voornamelijk benzine en diesel, tot wel van 90% van het ruwe olie verbruik opgeschroefd worden. In de lezing is ingegaan op de evolutie van de belangrijkste conversieprocessen voornamelijk van het katalytische kraken. Dit proces heeft als hoofddoel het omzetten van de zwaarste distillaatfractie van de primaire distillatie in benzine. In de eerste industriële toepassing van dit proces uit 1936 werd de olie in reactoren ('cases') in contact gebracht met een aluminiumsilikaat, waarna de reactor na verloop

van tijd afgeschakeld werd voor regeneratie (het afbranden van de coke). De fabriek omvatte meerdere reactoren om een min of meer continue productie mogelijk te maken. De gewenste opbrengst vereiste een actieve katalysator resulterend in een korte 'run'tijd voordat regeneratie noodzakelijk werd. Het continue schakelen van de diverse reactoren en cycli van niet meer dan 10 minuten, resulteerden in een complex geheel.

Dit kraakproces resulteerde in een onverzadigd product waarvan met name de lichte fracties verder verwerkt konden worden. Het oververzadigde butaan kon gebruikt worden voor de productie van alkylaar en rubber. Naar beide producten ontstond een grote vraag in de Tweede wereldoorlog. In een gezamenlijke inspanning van oliemaatschappijen en onderzoeksinstituten werd het proces verder ontwikkeld culminerend in een continu proces waarin gebruik werd gemaakt van synthetische, poedervormige katalysator welke door gebruik van fluïde bedden en pneumatisch transport circuleerde tussen een reactie- en regenerator sectie. In de regeneratorsectie werd de coke afgebrand. De vrijkomende warmte werd gebruikt om de katalysator te verwarmen, die op haar beurt de kraakwarmte leverde.

Aan het eind van de Tweede Wereldoorlog waren er 43 van dit soort FCC (Fluid Catalytic Cracking) installaties in bedrijf. Nog steeds is het FCC-proces een kernbestanddeel van de meeste raffinaderijen. Met de verdere stijging van de dieselconsumptie is de laatste decennia het hydrogenerend kraken sterk opgekomen. In dit proces worden bij hoge druk en onder de aanwezigheid van een katalysator in vaste bedden zware oliefracties in voornamelijk kerosine en diesel omgezet. De benzineproductie is veel geringer dan bij het FCC proces en van mindere kwaliteit zodat verdere opwerking noodzakelijk is.

Voor alle raffinaderijprocessen geldt dat katalysatorproducenten, oliemaatschappijen en toeleveranciers continue bezig zijn de processen verder te ontwikkelen en te perfectioneren teneinde aan de marktverwachtingen te voldoen. Tevens worden de olieraffinaderijen verder aangepast om aan de eisen van deze tijd wat betreft milieunormen en sustainability-criteria te voldoen. Ook na meer dan 150 jaar bedrijf van olieraffinaderijen is hier nog geen eind aangekomen.

Houden we onze polders droog?

Invloed van veranderingen in grondgebruik en klimaat op de waterhuishouding en de veiligheid van onze polders

Em. prof. dr. ir. Bart Schultz

Het Nederlandse landschap heeft in de loop van de tijd vele wijzigingen ondergaan. Het eerste ingrijpen van de mens in de natuur dateert van ongeveer 1000 jaar geleden. In die tijd lag de bodem in het lage deel op 2-3 m boven NAP. Sindsdien hebben zich vele wijzigingen voorgedaan en liggen onze diepste polders nu op ongeveer 6,5 m onder NAP (*figuren hieronder*).



- Overstromingsgebied bij ontbreken rivierdijken
- Ingepolderd laagland
- Bedijkingen
- Droogmakerijen



- Zoute en zoete schorren, hogere zandbanken en kreekkruggen
- Brakke rietschorren op voedselrijke veengrond
- Rijk (zoet) moerasbos op voedselrijke veengrond
- Veenmos-, natte heide en zeggevegetatie op veengrond
- Bossen op minerale bodems + overstromingsgebied van rivieren
- Zandbanken, geulen, rivieren en meren

Links: Nederland ongeveer 1000 jaar geleden. Het maaiveld in het lage deel van ons land lag toen op 2-3 m +NAP;

Rechts: de poldertypen in Nederland: de diepste delen liggen nu op 6,5 m -NAP.

De diepste delen liggen in de droogmakerijen. Dit zijn drooggemaakte meren, die op natuurlijke wijze, of door afgraven van veen waren ontstaan. Bodemdaling door inklinking en oxidatie heeft zich vooral voorgedaan in de veenpolders. Hier ligt de bodem nu op 1-3 m –NAP, wat overeenkomt met een bodemdaling van gemiddeld vijf meter. Door de bodemdaling en in zekere zin ook door de zeespiegelstijging is het lage deel van ons land steeds dieper komen te liggen en moet het overtollige water door gemalen worden uitgemalen. Dit gebeurt voor het grootste deel naar boezemkanalen met een peil van ongeveer 0,50 m –NAP. Van daaruit wordt het water geloosd op de Noordzee, of op het IJsselmeer en de rivieren. In het verleden vond deze lozing plaats door uitwateringsluizen, maar in toenemende mate wordt ook hier bemaling ingezet.

Naast de ontwikkelingen in het waterbeheer hebben zich enorme wijzigingen in bewoning en grondgebruik voorgedaan, van natuur en agrarisch grondgebruik, tot vergaande verstedelijking en industrialisatie. Hierdoor is in onze polders een divers grondgebruik ontstaan waarbij voor het waterbeheer telkens weer een optimalisatie moet worden gevonden voor een combinatie van functies: landbouw, natuur, recreatie en stedelijk gebied. Dit eist op lokaal en regionaal niveau veel van onze waterschappen en op nationaal niveau veel van het ministerie van Infrastructuur en Milieu met haar uitvoerende Dienst Rijkswaterstaat. Een interessant aspect hierbij is dat sinds 2010 het water niet meer in de naam van een ministerie voorkomt. We vinden het dus kennelijk niet meer zo belangrijk.

Van natuurlijk naar ontwikkeld land

Ten aanzien van de maatregelen op het gebied van waterbeheer en bescherming tegen overstromingen die door de eeuwen heen zijn genomen, kunnen de volgende stadia worden onderscheiden: (i) terpen; (ii) dijken, waterafvoer en uitwateringsluizen; (iii) bemaling; (iv) waterkwaliteit; (v) integraal waterbeheer. Toen onze verre voorouders in toenemende mate werden geconfronteerd met overstromingen zijn zij geleidelijk op steeds hogere terpen gaan wonen. In de 11^{de} eeuw is een begin gemaakt met de aanleg van eerst nog zeer lokale dijken, die later zijn samengevoegd tot grotere eenheden. Dit proces was in de loop van de 14^{de} eeuw voltooid. De afwatering van het ingepolderde land vond plaats door uitwateringsluizen, die bij hoge buitenwaterstanden gesloten konden worden. Door de drainage kwam een proces van inklinking en oxidatie op gang, waardoor het land steeds lager kwam te liggen en bemaling noodzakelijk werd. In deze periode was het waterbeheer gericht op controle van de waterkwantiteit, met name op peilbeheer. Dit heeft in feite geduurd tot 1970. De Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren was de basis voor het waterkwaliteitsbeheer. Nu zijn we in de fase van Integraal Waterbeheer. Het benaderen van het water als ecosysteem kreeg daarbij een belangrijke impuls door de Europese Kaderrichtlijn Water. Ik denk dat we in de toekomst nog een stap verder zullen gaan en dat de planning van grondgebruik en waterbeheer zal worden geïntegreerd.

Waterbeheer en bescherming tegen overstromingen

Voor het ontwerpen van de waterbeheersingssystemen in de polders zijn in eerste instantie de neerslag en de verdamping van belang. Daarnaast spelen de bodem – klei of veen – en het grondgebruik een belangrijke rol. Een belangrijk onderscheid tussen landelijke en stedelijke gebieden wordt gevormd door het verharde oppervlak, waarbij het overtollige neerslagwater via een rioleringsysteem en al dan niet via een waterzuiveringsinstallatie naar de waterlopen wordt afgevoerd. De waterbeheersingssystemen zijn afgestemd op peilbeheer en waterafvoer. Dit wordt gerealiseerd door greppels in de veen-gebieden en ondergrondse drainagebuizen in de kleigebieden. Van daaruit wordt het water via waterlopen afgevoerd naar de gemalen. Aanvankelijk aangedreven door windmolens die in de 19^{de} eeuw zijn vervangen door stoomgemalen, die op hun beurt sinds het begin van de 20^{ste} eeuw zijn vervangen door elektrische en dieselmolens. In de waterlopen wordt een streefpeil gehandhaafd en wordt met een kans van 1/5 tot 1/10 per jaar een zekere peilstijging geaccepteerd. Tenslotte wordt nagegaan of het water met een kans van 1/50 tot 1/100 per jaar tot in het maaiveld kan staan. In meer extreme situaties kan dan inundatie optreden, maar deze zal in de regel enkele centimeters bedragen.

Voor bescherming tegen overstroming zijn er dijken, duinen en stormvloedkeringen. Bij dijken wordt onderscheid gemaakt in zeedijken, rivierdijken en dijken langs kanalen en binnenmeren. Hier worden aanzienlijk hogere normen aangehouden dan voor de waterbeheersingssystemen, waarbij onderscheid wordt gemaakt in primaire keringen (zie *figuur*) – langs de zee, de grote rivieren en het IJsselmeer – en secundaire keringen – langs de binnenwateren. Voor de secundaire keringen gelden lagere normen, die vooral worden bepaald door het grondgebruik in de beschermde gebieden. Als de plannen in het Deltaprogramma 2015 inderdaad gerealiseerd worden, zullen vooral de waterkeringen langs de rivieren veel groter worden. Dit komt door verhoging van de overstromingskans van 1/1250 per jaar naar een faalkans van 1/30.000 per jaar. Gezien de oppositie in het verleden bij de verbetering van rivierdijken, waarna de aanvankelijke norm van 1/3000 per jaar is teruggebracht tot 1/1250 per jaar, gaan we een interessante periode tegemoet.



Verstedelijking en bouwpeil

Met betrekking tot het waterbeheer en het gevaar voor overstroming is ook interessant op welk bouwpeil onze dorpen, steden en stadsuitbreidingen door de eeuwen heen zijn aangelegd. Tot 1950 is doorgaans op de hogere delen gebouwd. Na 1950 is er sprake van snelle verstedelijking met bebouwing in diepere polders, maar doorgaans met een ophoging tot boven boezempeil. Toen het zand voor ophoging steeds duurder werd is men na 1970 gaan bouwen op een zekere hoogte boven polderpeil, tot 6.5 m NAP. Door de overstroming van New Orleans in 2005 en de film van Al Gore ontstond er een discussie of we wel door moesten gaan met het bouwen van grote stadsuitbreidingen in diepe polders. Aan deze discussie kwam in 2009 een einde met de acceptatie door de Regering van het rapport van de Delta Commissie en het daarop volgende besluit om onder voorwaarden door te bouwen in diepe polders.

Belangrijke gebeurtenissen en extremen

In het recente verleden hebben een aantal gebeurtenissen een belangrijke rol gespeeld in de besluitvorming over ons waterbeheer en de bescherming tegen overstromingen. Hierbij moet worden gedacht aan: (i) de overstromingsramp van 1953 (kans ongeveer 1/300 per jaar); (ii) hoge afvoeren in de Rijn en de Maas in 1993 en 1995 (beide een kans van ongeveer 1/150 per jaar); (iii) extreme neerslagen in 1998 en 1999 in Delfland, Noordoosten en Noord-Holland (kansen tussen 1/50 en 1/300 per jaar); (iv) rapporten van het Intergouvernementele panel betreffende klimaatverandering (IPCC); (v) overstroming van New Orleans door de orkaan Katrina; (vi) de film *An inconvenient truth* van Al Gore; (vii) het vrijwel ontbreken van waterspecialisten op sleutelposities in ministeries en waterschappen; (viii) aanpassingen in 2009 bij de verkiezingen voor de waterschappen waarbij het principe *belang, betaling, zeggenschap* is verlaten; (ix) het verdwijnen van het ministerie van Verkeer en Waterstaat. Deze gebeurtenissen hebben een impuls gegeven om zaken die al jaren speelden inderdaad te gaan uitvoeren, of hebben geleid tot betekende wijzigingen in het beleid op het gebied van waterbeheer en bescherming tegen overstromingen. Gesteld kan worden dat de Watersnoodramp van 1953 en de evacuatie in 1995 zich niet hadden voorgedaan als de dijken op hun huidige veiligheidsniveau van 1/4000 en 1/1250 per jaar waren geweest. Bij enkele van de extreme neerslagen zouden zich bij de huidige ontwerpnormen ook inundaties hebben voorgedaan.

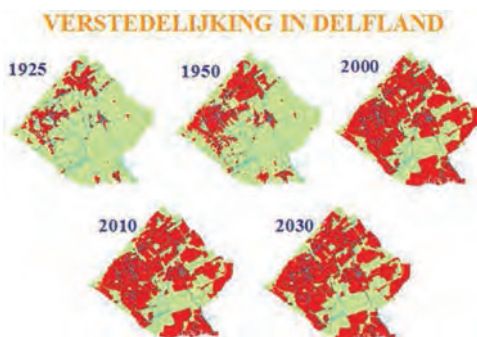
De toekomst

De effecten van klimaatverandering hebben vooral betrekking op zeespiegelstijging, toename van extreme rivierafvoeren en van extreme neerslag. De voorspelling van het IPCC betreft een zeespiegelstijging tot 2100 tussen 0,52 en 0,98 m. De Deltacommissie (2008) ging uit van 1,20 m. Het programma Ruimte voor de Rivier is gebaseerd op een Rijnafvoer bij Lobith van 16.000 m³/s, die zou kunnen oplopen tot 18.000 m³/s. Deze afvoer is dan ook het uitgangspunt voor de voorstellen in het Deltaprogramma 2015. Voor de toename van extreme neerslagen gaat

het KNMI uit van 8 tot 45%. Al met al liggen de effecten van klimaatverandering in de orde van grootte van 5-45% per eeuw. Er zijn echter ook effecten van bodemdaling en wijzigingen in het grondgebruik. Het betreft: toename in publiek en privaat bezit, in de bevolking en in de waarde van gewassen. Deze veranderingen liggen tussen 100 en 1000% per eeuw.

In verband met de voorgestelde maatregelen in verband met zeespiegelstijging zijn al in 1991/1992 door Rijkswaterstaat en het Waterloopkundig Laboratorium scenario's ontwikkeld om aan de toen verwachte zeespiegelstijging

het hoofd te bieden. Uitgaande van een zeespiegelstijging van 0,7 m in een eeuw zou het voorkeursscenario ongeveer 16 miljard Euro kosten. Verdeeld over 100 jaar zou dit neerkomen op minder dan 0,5% van het Bruto Nationaal Product. Toen is besloten om het waarnemingssysteem langs de kust aanzienlijk te verbeteren. Van deze aanbevelingen is in het rapport van de Delta Commissie (2008) niets meer terug te vinden. In het bijna voltooide programma Ruimte voor de Rivier is de veiligheid gebaseerd op een kans van falen van 1/1250 bij een afvoer van de Rijn bij Lobith van 16.000 m³/s. Voorts is sprake van het vergroten van de capaciteit van de sluizen in de Afsluitdijk, onder andere door een derde spuisluis en een gemaal, dat geleidelijk de afvoer door de spuisluizen zal moeten overnemen. In de polders wordt het functioneren van het waterbeheersingssysteem bepaald door de combinatie van berging en bemaling. Omdat zich snelle veranderingen in het grondgebruik voordoen zal het van belang zijn dat regelmatig verbeteringen in het waterbeheersingssysteem worden aangebracht. Gesteld kan echter worden dat goed aangelegde polders nog steeds ruim in hun jasje zitten. Met de nu veel betere informatie over te verwachten natte perioden zijn er mogelijkheden voor voorbemaling, waardoor extra berging kan worden gecreëerd.



Verstedelijking (rood) in het beheersgebied van het Hoogheemraadschap van Delfland tussen 1925 en 2030.

Slotopmerkingen

Al met al heeft ons land zijn zaken betreffende waterbeheer en bescherming tegen overstromingen goed voor elkaar, hoewel permanente aandacht en verbetering een vereiste blijven. De wil is er kennelijk, maar wijsheid is geboden en gedegen kennis onontbeerlijk. De invloed van klimaatverandering is relatief eenvoudig op te vangen. De grote vraag is echter of onze samenleving het zorgvuldige onderhoud en beheer van circa tien eeuwen kan volhouden. Wanneer we daartoe in staat zijn en tijdig de juiste maatregelen nemen, kunnen we nog vele eeuwen met ons lage land voort.

De TU Delft in een veranderende wereld

Drs. Paul Rullmann

De TU Delft kent al een lange geschiedenis. Het officiële jaar van oprichting is 1842. Op 8 januari van dat jaar wordt door Koning Willem II de Koninklijke Academie opgericht. De behoefte aan ingenieurs was er echter al veel langer. In 1594 pleitte Prins Maurits al voor een opleiding wiskunde en landmeten. In 1600 startte de Universiteit Leiden daarom een opleiding 'Nederduytsche Mathematique'. Hoewel de opleiding praktisch en toegankelijk wilde zijn, kwam het initiatief nooit goed van de grond. Pas vanaf 1814 worden er in Delft ingenieurs opgeleid. Van 1814 tot 1928 op de Artillerie- en Genieschool, vanaf 1842 tot 1864 op de Koninklijke Academie. In beide gevallen primair bedoeld voor het leger en voor de landinrichting. Het opleidingsassortiment breidt zich uit en de Academie heet vanaf 1864 de Polytechnische Hogeschool. De Hogeschool wordt dan ook onder een wettelijk kader gebracht. In 1905 wordt het Technische Hogeschool Delft en vanaf 1986 de Technische Universiteit Delft.

De Koninklijke Academie werd in 1842 gevestigd in het monumentale patriciërs huis Oude Delft 95 (waar nu Unesco-IHE is gevestigd). De Academie startte als een opleidingsinstituut voor 'burgerlijke ingenieurs zoo voor 's lands dienst' hier en in de koloniën. Men werd opgeleid tot civiel ingenieur, scheepsbouwkundig ingenieur, mijn ingenieur, voor ijk en accijnzen of in de scheikunde en werktuigbouwkunde. Daarnaast waren er ook opleidingen voor 'de nijverheid en van kweekelingen voor den handel' en voor ambtenaren 1^e en 2^e klasse voor Oost-Indië. Vergelijk dat eens met de huidige situatie. Het is thans louter techniek. Van de handel en nijverheid werd in de 19^e eeuw afstand genomen.

De basisdisciplines zijn er nog steeds, maar inmiddels is het assortiment drastisch verbreed. De TU biedt nu 38 masteropleidingen aan, van aerospace engineering tot computer science, van nanoscience, tot systems & control, integrated product design en meer. Niet alleen blijkt uit deze opsomming dat digitalisering een enorme invloed op de kennisontwikkeling heeft gehad en nog heeft, ook is te zien dat de studies internationaler en Engelstalig zijn geworden. De oude 5-jarige opleidingen zijn omgezet in 3-jarige Bachelors en 2-jarige Masters. De titel Ingenieur is ingeruild voor Master of Science. Als we nog wat verder kijken valt op dat alles sneller gaat dan vroeger, dat er meer samenwerking is met private partijen en dat er meer nadruk ligt op wetenschappelijk onderzoek.



Internationaler

Buitenlandse studenten waren er de eerste 100 jaren nauwelijks. Een kleine elite uit Nederlands-Indië kwam in Delft studeren. In 1920 werd een 'tropische TH' opgericht in Bandung (nu Institut Teknologi Bandung). De oprichting was een zeer Nederlands-koloniale aangelegenheid en eigenlijk alleen bestemd voor civiele technici. Professor Duparc, hoogleraar wiskunde in Delft van 1956 tot 1984 zei het eens bewust een beetje provocerend: 'Niet Eindhoven maar Bandung was de tweede Nederlandse TH'. Eén van de weinige internationale studenten in de jaren dertig was de Chinese student Yan Kai. Hij studeerde af als civiel ingenieur, werd later bekend in China als groot waterbouwkundige, werd hoogleraar en 'Honorary President' van de Chinese Hohai Universiteit.



Pas in de tweede helft van de 20^{ste} eeuw komt de internationalisering op gang. Allereerst onder de wetenschappelijke medewerkers, later ook onder de studenten. In 1997 gaan zes Engelstalige Masteropleidingen van start, apart voor buitenlandse studenten. De eerste groep bestond nog vooral uit Indonesische studenten. Vanaf 2003 gaat het echt hard. Met de invoering van het Bachelor/Mastersysteem worden alle Masteropleidingen Engelstalig en is er geen onderscheid meer tussen Nederlandse en buitenlandse studenten. Nu, in 2014, komt meer dan 25% van de nieuwe studenten en 68% van de promovendi uit het buitenland. Er lopen bijna 100 verschillende nationaliteiten rond. Andersom gaan steeds meer Nederlandse studenten voor (een deel van) hun studie naar een buitenlandse universiteit. Ook onder de wetenschappers neemt het aantal buitenlanders gestaag toe. Als je nu door de universiteit loopt klinkt Engels, in allerlei varianten, even vertrouwd als Nederlands. Er is sprake van een internationale community, ook al kan de integratie van al die verschillende culturen nog veel beter. Het internationale karakter blijkt ook uit de talloze strategische samenwerkingsverbanden die de universiteit heeft met universiteiten en kennisinstellingen wereldwijd. Er zijn inmiddels joint research centres van de TU Delft in China, Brazilië en Vietnam.

Sneller

De universiteit is niet alleen internationaler geworden, alles gaat ook veel sneller. Vroeger vond kennisuitwisseling plaats via boeken, dictaten, pamfletten en kaarten. Publiceren in wetenschappelijke tijdschriften bestond al in de 17^e eeuw. Honderden jaren lang vormde het gedrukte woord het communicatiemedium bij uitstek. Ook in Delft, alles bijna standaard uitgegeven door Waltman. Vanaf de zestiger jaren kwam de computer op. Eén van de Nederlandse pioniers was prof.dr.ir. Van der Poel, van 1962 tot 1991 hoogleraar computerkunde in Delft. Zijn bekendste computer was de ZEBRA. In 1958 schafte de Wiskundige Dienst van de TU een ZEBRA aan voor het rekenwerk van alle TH-afdelingen. Vanaf die tijd begon het onderwijs in programmeren (in de programmeertaal ALGOL 60). Voor de invoer werden ponskaarten gebruikt. In 1969 kwam er voor de studenten ook 'zelfbediening', zij het nog zonder beeldscherm. Dat was alleen nog maar voor optellen en aftrekken. Pas eind jaren '70 verscheen de tekstverwerker op het toneel. De ontwikkelingen gingen daarna snel. Vanaf eind jaren '90 konden alle studenten in de studentenhuizen van DUWO vanuit hun kamer het internet op. En op dit moment bestaat informatie-afstand feitelijk niet meer. Je hebt gemakkelijk contact met collega's over de hele wereld, via telefoon, smartphone, Skype, e-mail, video. Onderzoeksresultaten zijn gemakkelijk te vinden via Google Scholar, Web of Science of Scopus. Dankzij de voortschrijdende digitalisering beschik je sneller over kennis dan ooit en gaan ook meer mensen zich met onderzoek bemoeien. Dat jaagt het ontwikkelingstempo op. Ook het onderwijs is, na veel geëxperimenteer, in een nieuwe fase beland. ICT begint in rap tempo het onderwijs te veranderen. Er zijn digitale toetsen, blended leermogelijkheden, flipped classrooms, videocolleges, samenwerkingsplatforms, online cursussen, maar ook volledige online programma's die tot een masterdiploma leiden. Daarmee bedient de TU niet alleen de eigen studenten, maar ook grote aantallen studenten wereldwijd. Alleen al voor de eerste twee MOOC's (massive open online courses) over solar energy en water treatment schreven zich zo'n 80 000 studenten in. Dankzij ICT is het materiaal nu immers plaats- en tijdonafhankelijk beschikbaar. De internationale reputatie van de TU Delft en van sommige docenten neemt daardoor ook op onderwijsgebied snel toe.

Privater

Bij de start van de Koninklijke Academie toonde het Rijk maar weinig belangstelling voor het onderwijs. Op de rijksbegroting kwam de school niet eens voor. Bij de oprichting had Lipkens (de eerste directeur) tienduizend gulden meegekregen voor inrichting en ameublement, plus boeken en instrumenten van de in 1811 opgedoekte Hogeschool van Franeker. Daarna moest de school zichzelf bedruipen. De onkosten werden gedekt met het jaarlijks collegegeld van tweehonderd gulden per leerling en met een bijdrage van het ministerie van Koloniën (vanwege de ambtenarenopleidingen voor Oost-Indië).

Gaandeweg gaat het Rijk echter meer bijdragen; niet op basis van een verdelingsformule, maar op basis van declaratie. Tot 1960 blijft dat zo, voor alle Nederlandse universiteiten. Na 1960 wordt de bekostiging direct gekoppeld aan het aantal ingeschreven studenten. Begin '80

wordt de Derde Geldstroom (privaat geld) voorwerp van bewust beleid: er wordt ingezet op het bevorderen van samenwerking tussen wetenschap en industriële partners. Halverwege de jaren '80 worden daarvoor aparte rechtspersonen opgericht. TU Delft telde bijna 350 stichtingen die aan de universiteit gelieerd waren maar onafhankelijk functioneerden. En de TU was niet de enige. Het leidde ertoe dat het ministerie van OCW beleid ging ontwikkelen om 'valorisatie' meer in te bedden.

De stichtingen zijn daardoor weer verdwenen en onderzoek vindt sindsdien plaats in talloze verzelfstandigde onderzoeksinstituten en publiek/private consortia. Valorisatie wordt naast onderwijs en onderzoek een echte derde taak van de universiteit. Noodzakelijk omdat uit onderzoek keer op keer blijkt dat Nederland sterk is in kennisontwikkeling, maar zwak in het omzetten van nieuwe kennis in producten en diensten. En zo heeft de TU nu een valorisatiecentrum dat jonge starters op weg helpt, een Centre for Entrepreneurship dat ondernemerschap aanwakkert en de succesvolle broedplaats YES!Delft voor nieuwe bedrijfsinitiatieven. Die combinatie van faciliteiten heeft al meer dan 100 nieuwe bedrijven opgeleverd.

Wetenschappelijk

In de vorige eeuw stonden de ingenieurs in hoog aanzien. Eind 19^e eeuw tot 1970 zou je *the Golden Age of Engineering* kunnen noemen. Ingenieurs waren prominent aanwezig bij energie-opwekking, waterwerken, aanleg van infrastructuur, telecommunicatie, de luchtvaart e.d. Onder invloed daarvan kon de Technische Hogeschool uitbreiden met nieuwe faculteiten: Mijnbouw in 1912, Elektrotechniek in 1918, Technische Natuurkunde in 1929, Geodesie in 1935, Lucht- en Ruimtevaart in 1940. Met deze uitbreidingen nam ook de wetenschappelijkheid toe. Dat ging niet zonder slag of stoot. De twee hoogleraren Biezeno (1914) en Burgers (1918) bijvoorbeeld bij Werktuigbouw waren aanvankelijk buitenbeentjes met hun wetenschappelijke aanpak van de mechanica van verschijnselen en voorwerpen. En het duurde tot in de jaren twintig voordat men bij Civiel waterloopkundige testopstellingen echt nodig vond. In 1905 had de Technische Hogeschool het *lus Promovendi* gekregen. Kort daarna promoveerde de eerste ingenieur. Daarna volgden meer dissertaties. Nummer 100 in 1925, 1 000 in 1974 en 2 000 in 1991. Sindsdien groeide het aantal promoties en publicaties stormachtig tot inmiddels, in 2014, meer dan 7 000.

De TU Delft kenmerkt zich inmiddels door natuurwetenschappelijk onderzoek van wereldklasse, gericht op uiteenlopende terreinen als intelligente systemen, verduurzaming van kernenergie, elektronenmicroscopie, bionanoscience en meer. Daarbij is en blijft het een technische universiteit. Het onderzoek is 'use-inspired', of het nu gaat om windparken op zee, biorobotica, zelfhelend beton, veilig wonen in de Delta, waterzuivering, serious gaming of quantum computing. Het nut is nooit ver weg.

Trouw aan de missie

De TU Delft bestaat nu 172 jaar. De universiteit staat stevig in internationale rankings en geeft, met wereldwijd zo'n 45 000 alumni, overal haar visitekaartjes af. Het leidend symbool van de universiteit is de vlam van Prometheus. De Griekse halfgod Prometheus (hij die vooruit kijkt) bracht het vuur van de berg Olympus naar de mensen. Eigenlijk was hij de eerste hoogleraar ingenieur. Hij leerde de mensen het vuur te beheersen, stenen te bakken, dingen te construeren, zich te beschaven en kennis te ontwikkelen. De missie van de universiteit is daarop geïnspireerd: 'De TU Delft draagt substantieel bij aan de duurzame samenleving van de 21^{ste} eeuw door het verrichten van grensverleggend technisch-wetenschappelijk onderzoek van erkend internationaal wereldniveau, door het opleiden van maatschappelijk betrokken ingenieurs en doctors, en door het helpen vertalen van kennis in economisch en maatschappelijk waardevolle technologische innovaties en bedrijvigheid.'

Zo'n universitaire missie wordt natuurlijk om de zoveel jaren tegen het licht gehouden en bijgesteld. Toch is deze missie niet alleen nu actueel, maar zou zij ook nog steeds kunnen staan voor de TU Delft van 1842. De universiteit is door de tijd heen telkens met de maatschappelijke uitdagingen meegegaan, maar in de kern dezelfde gebleven.



Nieuw is de toegenomen wetenschappelijkheid, de denkkraft die uit de hele wereld naar Delft komt, de enorme versnelling die is ontstaan door de digitalisering van onderzoeks- en onderwijsfaciliteiten. Nieuw zijn ook de vele spin-off's naar de markt. Maar constanten zijn de ambitie om breed inzetbare ingenieurs op te leiden, de wetenschappers die zich in onderzoek en onderwijs laten inspireren door maatschappelijke problemen, en – ook al hebben we het daar helemaal niet over gehad – de actieve en betrokken studenten. Zij maken de toekomst.

Maakt techniek gelukkig?

Prof. dr. ir. Harry W. Lintsen

Maakt techniek gelukkig? Volgens de Britse filosoof, wetenschapper en staatsman, Francis Bacon (1561-1626) was het antwoord positief. In zijn utopie *Het Nieuwe Atlantis* uit 1627 leefden de mensen lang en gelukkig. Het was de eerste utopie waarin wetenschap en technologie een centrale rol speelden. Wetenschap en technologie hadden in het Nieuwe Atlantis een einde gemaakt aan schaarste, armoede, honger en ziekte. Zij zorgden voor welvaart. Dat alles vormde de basis voor welzijn. Had Bacon gelijk, zo luidt de vraag van dit essay. Leiden welvaart en welzijn tot gelukkige mensen? Zijn wetenschap en technologie de voorwaarden voor welvaart en welzijn? Vervolgens zullen we ons ook afvragen wanneer het Nieuwe Atlantis in Nederland werd gerealiseerd. Tot slot komen we bij een cruciaal thema: doet techniek er nog toe in de 21^{ste} eeuw?

Techniek en geluk (1)

In de laatste decennia is veel onderzoek gedaan naar het fenomeen geluk. De meeste onderzoekers concentreren zich daarbij op drie aspecten: de positieve stemming van een persoon (de aanwezigheid van prettige emoties zoals plezier, tevredenheid en genegenheid), zijn negatieve stemming (de afwezigheid van onlustgevoelens zoals boosheid, angst en verdriet) en de voldoening over zijn eigen leven. Een gelukkig persoon is dan iemand die zich regelmatig opgewekt voelt, zo af en toe treurig is en in het algemeen voldaan is over zijn leven. In het onderzoek gaat het dus niet alleen om het genot (het hedonistische leven), maar ook om zingeving en zelfverwerkelijking. De onderzoeksresultaten geven een opmerkelijk en eensluidend beeld van de relatie tussen welvaart en geluk. De volkswijsheid 'Geld maakt niet gelukkig' blijkt (wat preciezer geformuleerd) deels juist te zijn. Rijke mensen zijn doorgaans niet gelukkiger dan mensen met minder bezit, althans de geconstateerde verschillen vallen binnen de foutenmarges of zijn klein. Ook blijkt dat als iemand meer gaat verdienen hij of zij (gemiddeld genomen) niet gelukkiger wordt. Het extra plezier is van korte duur. De nieuwe situatie went snel. Op deze regels zijn uitzonderingen en wel voor mensen die arm zijn en rond het bestaansminimum leven. Arme mensen zijn ongelukkiger dan meer welvarende mensen. Indien hun inkomen stijgt, stijgt ook structureel hun welbevinden.

De resultaten van het 'geluksonderzoek' lijken op een duidelijke conclusie te wijzen. Een verpauperd land blijkt baat te hebben bij economische groei en technische ontwikkeling, zowel voor het geluk van het individu als van de bevolking als geheel. Het gaat hier om de vervulling van basisbehoeften: eten en drinken, wonen en kleden, gezondheid en veiligheid. De stelling luidt dan: de vervulling van basisbehoeften leidt tot gelukkiger mensen. De moderne technologie speelt hierbij op drieërlei wijze een doorslaggevende rol. Allereerst behoort een langdurige groei van de economie en de arbeidsproductiviteit tot de noodzakelijke voorwaarden om in de basisbehoeften van een samenleving als geheel te voorzien (en niet uitsluitend van een elite).

Alleen de inzet van de moderne productietechnologie (beginnend met de industriële revolutie met onder andere de stoommachines en ijzeren werktuigen, speciaal bij de productie van voedsel en kleding) is daartoe in staat. Het is onmogelijk met de klassieke (pre-industriële) techniek het eeuwenlang bestaande productieplafond te doorbreken. Een tweede voorwaarde voor de bevordering van het geluk in een arm land is de verbetering van de volksgezondheid. Ook hier speelt de moderne technologie een doorslaggevende rol in de vorm van de hygiënische techniek (waterleiding, riolering, wc, etc.) en in mindere mate de medische techniek (röntgendiagnostiek, antibiotica, vaccins, etc.). In een aantal landen is nog een derde voorwaarde van belang, namelijk de bescherming tegen extreme natuurlijke krachten. Voor Nederland is de veiligheid tegenover het water in het geding. Met de moderne waterbouwkundige technologie is men erin geslaagd het gevaar van de zee en de rivieren te beteugelen.

Techniek en geluk (2)

Bij een zeker welvaartsniveau zijn de basis-behoeften vervuld en leeft een volk langer en gelukkiger. Voor Nederland wordt dit niveau bereikt, zo is de schatting, in de jaren vijftig van de 20^{ste} eeuw. Tot die tijd deden economische groei en technische ontwikkeling ertoe. Zij waren een noodzakelijke voorwaarde om het gewenste welzijnsniveau te realiseren. Er heeft een aanzienlijke verschuiving plaatsgevonden in de betekenis van de techniek voor het geluk in het leven van de mens. Voor het welbevinden van de mens is de vervulling van basisbehoefte (voeding, kleding, wonen en gezondheid) een noodzakelijke voorwaarde. De eerste Industriële Revolutie in Nederland tussen 1850 en 1890 is een absoluut vereiste geweest om deze situatie voor de bevolking te creëren. Ook daaropvolgende technische doorbraken van de tweede Industriële Revolutie (onder andere de elektrificatie)

zijn noodzakelijk geweest voor meer welzijn, vooral om tot een verregaande democratisering van de welvaart te komen. De massale aanschaf – vanaf de jaren vijftig – van telefoons, auto's, televisies, koelkasten, wasmachines, gasfornuizen en andere duurzame consumptiegoederen betekende een kentering en vormde het begin van de consumptiemaatschappij. Vanaf die tijd zijn de basisbehoefte voor de bevolking grosso modo zeker gesteld en zijn andere behoeften de boventoon gaan voeren. Het geluk van de mens wordt sindsdien niet meer zozeer bepaald door techniek en economie, maar door sociale relaties, de mogelijkheden tot zelfverwerkelijking



en de zoektocht naar zingeving. Weliswaar heeft de vervulling van deze behoeften in een consumptiemaatschappij een forse technische invulling, toch is de relatie tussen techniek en deze behoeften niet eenduidig. Technische doorbraken lijken in vele gevallen niet langer meer een noodzakelijke voorwaarde te zijn voor de bevrediging ervan. Voortgaande technische ontwikkeling leidt niet automatisch tot een verbetering van het individuele welzijn. Het is niet bij voorbaat duidelijk dat technische innovaties een belangrijke rol vervullen bij de bevordering van het menselijk geluk en zo ja, op welke wijze zij die rol moeten vervullen.

In bepaalde opzichten doorkruist techniek zelfs het menselijk geluk. In de 20^{ste} eeuw leek de utopie van Francis Bacon, *Het Nieuwe Atlantis*, in Nederland (en andere welvarende landen) gerealiseerd. Bacon zou echter verbaasd hebben gestaan over de dramatische verschijnselen die zich in diezelfde periode ook afspeelden zoals twee wereldoorlogen, een diepe economische recessie en de vele milieuproblemen. Hij zou zich tevens verbaasd hebben over de stevige kritiek op de techniek. In zijn *Nieuwe Atlantis* werd in het geheel niet gedebatteerd over wetenschap en techniek, niet onder onderzoekers en niet onder de bevolking. Het tekent zijn naïeve zienswijze op wetenschap en technologie. De utopie van Bacon was simpel. Wetenschap en techniek betekenden voor hem per definitie vooruitgang. Dit is soms nog steeds de droom van wetenschappers en ingenieurs, vooral als nieuwe technologieën in het geding zijn die gerechtvaardigd en *gepusht* moeten worden. Zij komen met tal van beloftes en profeteren dat de nieuwe technologie zeker een betere maatschappij voortbrengt. Maar die beloftes komen vaak niet uit.

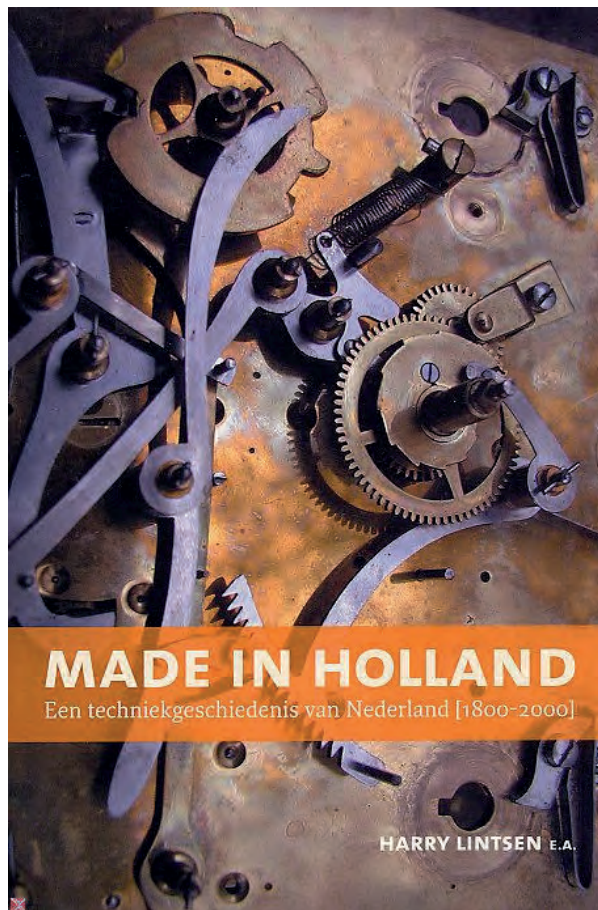
Doet techniek er nog toe in de 21^{ste} eeuw?

Er is een belangrijke reden om de vraag te stellen: doet techniek er nog toe in de 21^{ste} eeuw? En dan hebben wij het vooral over landen als Nederland. Het *Nieuwe Atlantis* in Nederland is namelijk gerealiseerd. Dat betekent dat een eeuwenoude utopie is uitgekomen. Hier is waarlijk sprake van een breuk in de menselijke evolutie. Wetenschap en technologie vervulden daarbij een essentiële rol. De vraag is dan vervolgens: is er op dit moment een nieuwe, utopische gedachte, waarin technologie eenzelfde centrale rol speelt? Een ideaal zoals de opheffing van de armoede, dat in Nederland werd nagestreefd in de 19^{de} en 20^{ste} eeuw? Zo'n vraagstuk van het kaliber van het *Nieuwe Atlantis*, dat eeuwenlang een drijfveer vormde voor gemeenschappen van wetenschappers en ingenieurs? Er is één thema in de 21^{ste} eeuw dat een rol als die van het *Nieuwe Atlantis* kan vervullen en dat is het thema van het *Duurzame Atlantis*. Duurzaamheid zal in een wereld waarin een toenemend deel van de wereldbevolking het *Nieuwe Atlantis* opeist, van ongekende importantie worden en een grootse uitdaging voor wetenschappers en ingenieurs gaan betekenen. Het *Nieuwe Atlantis* is op dit moment nog steeds gebaseerd op de uitputting van grondstoffen en energiebronnen en op ingrijpende, en mogelijk onomkeerbare veranderingen in ons ecosysteem. In de loop van de tijd is deze thematiek steeds actueler geworden en wel onder verschillende namen als natuurbescherming, milieuproblematiek, energiecrisis, grondstoffen schaarste, klimaatveranderingen en afnemende biodiversiteit. Zij zal de komende decennia regelmatig hoog op de maatschappelijke agenda komen te staan. De

centrale vraag in deze thematiek is: hebben wij de technische mogelijkheden om het vraagstuk van de duurzaamheid op te lossen?

Tot slot

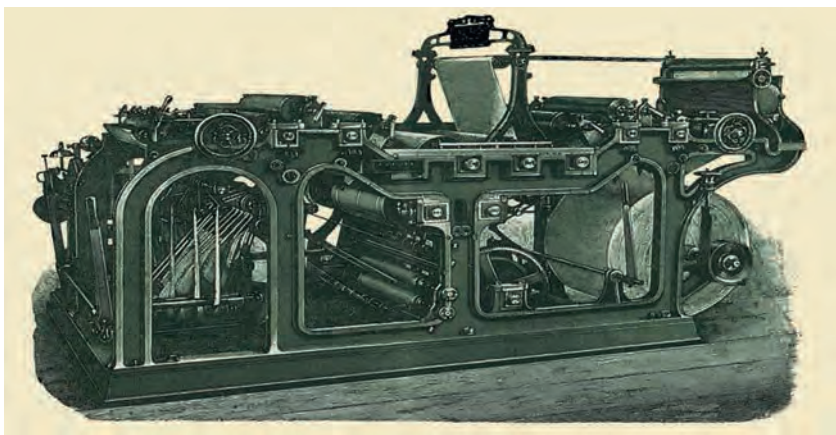
Dit artikel is gebaseerd op een zesdelige serie over de techniek in Nederland in de negentiende eeuw en een zevendelige serie over de techniek in Nederland in de twintigste eeuw. De schrijver van dit artikel was hoofdredacteur van de zesdelige serie en Voorzitter van de redactie van de zevendelige serie. De organisatie van beide series was in handen van de Stichting Historie der Techniek, welke door Lintsen in 1988 samen met ir. W.J. Wolff, president van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs KIVI-NIRIA, werd opgericht. Tevens is dit essay gebaseerd op het slothoofdstuk uit het boek: Harry Lintsen e.a., *Made in Holland. Een techniekgeschiedenis van Nederland [1800-2000]* (Zutphen 2005).



Zoveel bereikt en nog zover te gaan; 125 jaar De Ingenieur

Ing. Henk Tolsma

De Ingenieur, voor het eerst verschenen op 2 januari 1886, heeft in de ruim 125 jaar van haar bestaan vele thema's behandeld die nauw verbonden zijn met de technische geschiedenis van Nederland. Enkele van die thema's komen hierna aan bod. Andere, zoals de industrie, de scheepsbouw, het spoor, het technisch hoger onderwijs, onderzoek en ontwikkeling, milieuzorg en duurzaamheid, waarover ook veel is gepubliceerd blijven echter onbesproken.



Rotatiepers drukkerij Joh. Enschedé, Haarlem (*De Ingenieur* 1908, nr 33).

In 1887 geeft Cornelis Lely, dan een jaar in dienst van de Zuiderzeevereniging, met een artikel in *De ingenieur* (1887, nr 13) definitief de stoot tot afsluiting en inpoldering van de Zuiderzee. In dit artikel betoogt Lely dat afsluiting van de Zuiderzee via de Waddeneilanden, zoals door anderen geopperd, heel moeilijk en ook niet nodig is. Hij geeft ook aan waar de Afsluitdijk wel kan komen, namelijk op de plek waar hij nu al tachtig jaar ligt. Ook dan zal het echter nog 33 jaar duren voor er een begin wordt gemaakt met aanleg van de dijk tussen Noord-Holland en het eiland Wieringen, wat wordt beschouwd als de start van de Zuiderzeewerken.

Nederlands-Indië

De Ingenieur bericht in de eerste vijftig jaar van haar bestaan jaarlijks in tien à twintig artikelen over activiteiten en wederwaardigheden van Nederlandse ingenieurs in Nederlands-Indië. Ze werken daar aan aanleg van infrastructuur, waaronder wegen, spoorwegen en drinkwatervoorziening. Er is ook werk gemaakt van elektrificatie (vooral met waterkracht), telecommunicatie en

omroepvoorzieningen. Er zijn fabrieken gebouwd en mijnen geopend. Op Sumatra is olie naar boven gehaald. Op grote plantages wordt de rubberwinning ter hand genomen. Voor al dat werk zijn vele Nederlandse ingenieurs naar Indië getrokken. In de decennia rond 1900 verblijft rond 30% van elke jaargang afgestudeerden van de Delftse Polytechnische School, vanaf 1905 de Technische Hogeschool, voor kortere of langere tijd in de Gordel van Smaragd. In 1920 zijn er maar liefst 720 Delftse ingenieurs aan het werk.

Mijnbouw

De moderne steenkolenmijnbouw in Limburg begint eind negentiende, begin twintigste eeuw. Tussen 1899 en 1927 zijn elf mijnen in gebruik genomen. De mijnactiviteiten in Limburg zijn in eerste instantie een initiatief van Duitse en Franse particulieren. Om te voorkomen dat de mijnbouw geheel in buitenlandse handen komt, neemt minister Cornelis Lely kort na de eeuwwisseling het initiatief tot oprichting van De Staatsmijnen (DSM). Daar ontstaat ook een uitgebreide chemische industrie. Verantwoordelijk voor de groei daarvan is prof. dr. ir. Frederik van Irterson, van 1913 tot 1943 directeur van De Staatsmijnen (De Ingenieur 1958, nr 3). De opkomst van olie en aardgas in de jaren vijftig en zestig maakt de exploitatie van steenkolenmijnen steeds minder rendabel. In de jaren zestig en zeventig stopt de een na de andere mijn zijn activiteiten. Op 31 december 1974 sluit de Oranje Nassau 1 in Heerlen als laatste zijn poorten.

Philips

In de eerste decennia van het bestaan van De Ingenieur besteedt het blad niet of nauwelijks aandacht aan Philips, opgericht in 1891. Maar in 1917 schetst De Ingenieur een portret van oprichter dr. ir. Gerard Philips (nr 30), als deze de titel 'doctor honoris causa' krijgt van de TH Delft, waar hij in 1883 afstudeerde. In 1926 bestaat Philips 35 jaar. Vanwege dat jubileum houdt KIVI een feestvergadering in Eindhoven. Vooruitlopend op de festiviteiten besteedt De Ingenieur in de uitgaven van 28 augustus en 4 september uitgebreid aandacht aan het complex van fabrieken en gebouwen dat in Eindhoven is ontstaan. Er is niet alleen een gloeilampenfabriek maar ook een machine-, een glas-, een papier- en een kartonfabriek. Het concern heeft hier ook de beschikking over een 'Natuurkundig Laboratorium' met honderd onderzoekers. De afgelopen dertig jaar heeft bij Philips in het teken gestaan van consolidatie en reorganisatie. Een succesvolle afsplitsing uit 1984 is ASML (De Ingenieur 1992, nr 6/7), momenteel met ruim 13.000 medewerkers en een jaarlijkse omzet van ruim vijf miljard euro wereldmarktleider op het gebied van wafersteppers.

Deltawerken

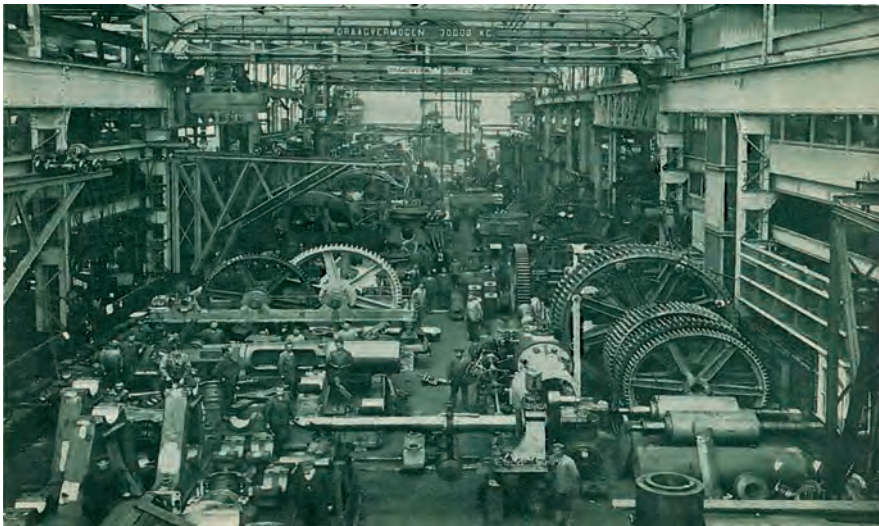
De grootste ramp uit de moderne Nederlandse geschiedenis voltrekt zich in de nacht van 31 januari op 1 februari 1953. Een combinatie van springtij en zware noordwesterstorm stuwt de Noordzee op tot grote hoogte. Daar zijn de dijken in Zuidwest-Nederland niet tegen bestand. Ruim 1800 mensen verdrinken en een kleine honderdduizend verliezen have en goed.

Twintig dagen na de ramp installeert minister Algra van Verkeer en Waterstaat de Deltacommissie. Deze komt binnen twee jaar met de aanbeveling vijf zeegaten af te sluiten. In essentie komt het Deltaplan neer op: kustlijnverkorting en verhoging van bestaande dijken. De nadruk ligt daarbij op Zuidwest-Nederland. Hier zijn enkele afsluitdammen gebouwd (Veerse Gat-, Haringvliet- en Brouwersdam) en enkele meer naar binnen gelegen dammen (Zandkreek-, Grevelingen- en Volkerak dam), die de achteringen van de zeegaten afsluiten. De afsluiting van de Oosterschelde lokt de meeste discussie uit. Ook hier is een afsluitende dam gepland, maar in de jaren zeventig roeren zich milieugroepen, vissers en mosselkwekers, die het zoutwatermilieu en de getijden willen behouden. Het kabinet Den Uyl besluit in 1976 tot bouw van een pijlerdam met schuiven. Deze afsluiting, een kunstwerk zonder gelijke, wordt in 1986 opgeleverd. Als afsluiting van de Deltawerken volgt dan nog de bouw van de 'Maeslantkering', ter bescherming van Midden-Holland. Die wordt in 1997 in gebruik gesteld (De Ingenieur 1997/7).

Olie en gas

In 1943, midden in de oorlog, wordt op een diepte van 800 m onder het Drentse dorp Schoonebeek olie ontdekt. Het betekent de start van de oliewinning in Nederland. De productie neemt snel toe, van 3000 vaten per dag in 1945 naar ruim 10.000 in 1948. Op dat moment voorziet Schoonebeek in een kwart van de Nederlandse behoefte (De Ingenieur 1948/53). In 1996 wordt de winning gestopt. Het blijkt steeds moeilijker de stroperige olie naar boven te halen. Maar begin 2011 wordt het Schoonebeek veld weer in gebruik genomen. Het bevat immers nog steeds een kleine 750 miljoen vaten olie. De Nederlandse Aardolie Maatschappij hoopt daarvan nog zo'n 120 miljoen vaten olie naar boven te brengen.

Behalve aardolie wordt er in Nederland ook aardgas gevonden. Begin jaren vijftig bestaat er in Nederland al een veelvormige infrastructuur voor distributie van diverse soorten gas, zoals aardgas, kolengas, hoogovengas (De Ingenieur 1954/11) en staan er in vele steden en dorpen gasfabrieken. In 1959 ontdekt NAM het immense Groningen-veld en op 1 april 1963 volgt de oprichting van de Gasunie. Dat maakt plannen voor aanleg van een ruim duizend kilometer lang landelijk gastransportnet (De Ingenieur 1966/15). Dit moet het hele land met de Groningse putten verbinden. Het gasnet is later verder uitgebreid voor aansluiting van offshorevelden. Momenteel vindt aanpassing en uitbreiding van het net plaats vanwege de Nederlandse ambitie om de gasrotonde voor Noordwest-Europa te worden (De Ingenieur 2009/9).



Machinefabriek Stork, Hengelo (*De Ingenieur* 1914, nr 25).

Kernenergie

Kernenergie geldt in de jaren vijftig en zestig als oplossing voor het energievraagstuk. Het Reactor Centrum Nederland neemt in 1963 de Hoge Flux Reactor in bedrijf, een onderzoeksreactor die ook zal worden ingezet voor productie van medische isotopen. In 1969 wordt de kerncentrale Dodewaard in gebruik gesteld. 'Dodewaard' is in 1997 regulier uit bedrijf genomen. In 1973 gaat de nucleaire centrale bij Borssele stroom produceren, eerst met een vermogen van 449, later 485 MW. In Delft functioneert al sinds begin jaren zestig een kleine reactor ten behoeve van onderwijs en onderzoek.

De hoge verwachtingen ten aanzien van nucleaire energieopwekking zijn in Nederland nooit uitgekomen. In de jaren zeventig groeit het maatschappelijk verzet. Dat leidt onder andere tot de Brede Maatschappelijke Discussie over het energiebeleid (*De Ingenieur* 1980/35). En na ongelukken in Harrisburg en Tsjernobyl is het met de uitbreiding van kernenergie in ons land gedaan. Na het jaar 2000 slaat de stemming weer langzaam om, maar dan komt Fukushima

Ultracentrifuge

Wel een Nederlands succes is de ultracentrifugetechniek voor uraniumverrijking. De oorsprong van het onderzoek ligt weliswaar in Duitsland en de Sovjetunie, maar vooral het werk van Jacob Kistemaker heeft tot bruikbare centrifuges geleid. Kistemaker en zijn compaan Joop Los, beiden in dienst bij de Stichting Fundamenteel Onderzoek der Materie (FOM), ontwikkelen succesvol de verticaal draaiende scheidingscentrifuge. In 1959 krijgt FOM het eerste octrooi

voor isotopenscheiding met centrifuges toegekend. In 1960 volgt de eerste gemeten isotopenscheiding.

In 1969 besluiten Nederland, Duitsland en Engeland tot de oprichting van Urenco. Dit bedrijf bouwt in elk van de drie landen een fabriek voor uraniumverrijking. De Nederlandse tak, nu Urenco Nederland geheten, bouwt zo'n installatie in Almelo. Daar staat ook een fabriek die centrifuges produceert. Urenco Nederland neemt momenteel ongeveer tien procent van de wereldwijde uraniumverrijking voor zijn rekening (De Ingenieur 2010/10-11). Uraniumverrijking met ultracentrifuges is internationaal nu de standaard techniek.

Tekentafel

De Ingenieur heeft in 125 jaargangen over duizenden grote en kleine innovaties gepubliceerd. Eén daarvan, een belangrijke basisinnovatie voor ingenieurs, wil ik hier naar voren halen. Technici van alle disciplines en niveaus hebben er gebruik van gemaakt, maar iedereen gaat er achteloos aan voorbij. Dat betreft de uitvinding van de tekentafel. In 1904 meldt luitenant-ingenieur A.H. op ten Noort in De Ingenieur nr 14 zijn uitvinding van dit hulpmiddel. Hij noemt dit een 'lineaalpasser'. Engelse, Duitse en Amerikaanse collega's zijn hem dan overigens al voorgegaan.

De tekentafel heeft de productiviteit van ontwerpers en constructeurs sterk verhoogd. Gehannes met losse linialen en gradenbogen is niet meer nodig, arceren gaat veel sneller. De tekentafel heeft na zijn uitvinding de wereld van ontwerpafdelingen, constructie- en ingenieursbureaus, onderzoeksinstituten en technische overheidsinstanties veroverd. De tekentafel heeft bijna honderd jaar stand gehouden, tot diens rol vanaf de jaren tachtig langzamerhand is overgenomen door de computer met beeldscherm. Maar hij is nog steeds in gebruik en er is nog steeds handel in.



Een omslag van het tijdschrift De Ingenieur.



Jubileumboek 125 jaar De Ingenieur.

De Blauwe Jongens van Kamerlingh Onnes

Prof. dr. Dirk van Delft

Het succes van koude-pionier Heike Kamerlingh Onnes was voor een belangrijk deel te danken aan de technische ondersteuning die hij genoot. Die was van ongekend hoog niveau en steunde op de in het Leidse Natuurkundig Laboratorium geïntegreerde opleiding tot instrumentmaker – een successchool die nog altijd floreert.

Experimenteren op basis van toptechnologie

Toen Heike Kamerlingh Onnes op 11 november 1882 in het Groot Auditorium van het Leidse Academieggebouw zijn intrede hield als hoogleraar 'proefondervindelijke natuurkunde', wist hij precies wat hij wilde. Onder het motto 'Door meten tot weten' ontvouwde hij zijn plannen tot het nauwkeurig experimenteel testen van de 'moleculaire fysica', in het bijzonder de toestands-vergelijking van zijn mentor en vriend Johannes Diderik van der Waals. In de praktijk kwam dit neer op onderzoek naar de verschillende fasen waarin stoffen als koolzuurgas, zuurstof, waterstof en helium (in 1895 op aarde ontdekt) zich kunnen bevinden.

Omdat zuurstof pas bij -183 graden $^{\circ}\text{C}$ vloeibaar wordt, en helium bij het nog extremere -269 $^{\circ}\text{C}$, noodzaakte dit werkprogramma Kamerlingh Onnes tot de bouw van een cryogeen laboratorium. Met het opbouwen van dat koude-laboratorium, in omvang en prestaties wereldwijd uniek, is hij meer dan een kwart eeuw in de weer geweest. Wie zich in het Natuurkundig Laboratorium aan de Steenschuur waagde, waande zich in een fabriek: overal dreunende pompen, draden en pijpen, een stoommachine, dynamo's, koude-flessen, gashouders, manometers, voorraden gasflessen en, niet te vergeten, diverse werkplaatsen.



Kamerlingh Onnes (rechts) bij installatie vloeibaar helium (1920).

Technisch assistenten zelf opleiden

Bekwaam technisch personeel was van levensbelang voor een laboratorium dat in het ontwerp en de bouw van zijn cryogene installaties per definitie de grenzen van het technisch kunnen opzocht. Toen Kamerlingh Onnes in 1882 aantrad, beschikte hij over een bescheiden werkplaats en één instrumentmaker (tevens huismeester). Vanaf 1885 werd deze bijgestaan door een enkele leerjongen. Met de komst van een tweede werkplaats in 1890 en een glasblazerij,

steeg de behoefte aan zulke ‘blauwe jongens’ – de naam verwijst naar de kleur van hun kiel. Deze leerjongens waren 15 à 18 jaar oud en kwamen van de ambachtsschool. Ze kregen een bescheiden weekloon en volgden een verplichte theoretische opleiding op de avondschool van het genootschap Mathesis Scientiarum Genitrix (MSG; wiskunde is de moeder der wetenschappen). In het laboratorium genoten ze een veelzijdige opleiding. Ze kregen praktisch onderricht in instrument maken, staalsmeden, glasblazen en technisch tekenen, ze assisteerden bij collegeproeven en ook bij wetenschappelijke experimenten, en tussen de bedrijven door bedienden ze de elektrische installaties, de stoommachine en de gasmotor, leerden ze administreren – deden ze boodschappen voor mevrouw Kamerlingh Onnes. Na drie jaar hard werken konden ze overal terecht.

Het grote voordeel van dit interne leerlingwezen was dat Kamerlingh Onnes kon beschikken over goedkope hulpkrachten die voor van alles en nog wat inzetbaar waren. Bovendien kon hij de beste eruit pikken en toevoegen aan de technische staf van zijn uitdijende laboratorium. Gerrit Jan Flim, een bakkerszoon uit Hellendoorn met gouden handjes die in 1893 op zeventienjarige leeftijd als leerjongen zijn entree in Leiden maakte, wist op te klimmen tot meester-instrumentmaker en tevens bedrijf-chef van het cryogeen laboratorium. Hoogleraar-directeur Kamerlingh Onnes had de ideeën, maar voor het daadwerkelijk bouwen van de helium liquefactor en andere complexe toestellen en instrumenten waren instrumentmakers als Flim en glasblazers als Kesselring (die uit Thüringen in Duitsland was gehaald) onmisbaar.

Handig manoeuvreren

Daarbij was Kamerlingh Onnes, zoon van een Groningse fabrikant van bak-stenen en dak-pannen, bijzonder creatief in het creëren van win-winsituaties. Neem de manier waarop hij de Amsterdamse tabaksmakelaar en filantroop Pieter Wilhelm Janssen voor zijn instrument-makersopleiding zaak wist te winnen. Een leerlingenstelsel, nauw verweven met het Natuurkundig Laboratorium, was niet alleen een zegen voor de Leidse natuurkunde, afgestudeerden van die opleiding verstonden hun vak als geen ander en vonden gretig aftrek, in Nederland en daarbuiten. Probleem was wel dat het laboratorium de leerling-instrumentmakers een bescheiden weekloon diende te betalen en door hun groeiende aantal werd dat een zware financiële last. De oplossing was de opleiding een officiële status te geven, zodat hij in aanmerking kwam voor subsidie.



Werkplaats Natuurkundig Laboratorium.

Aldus werd in 1901 de Leidse instrumentmakers school opgericht – een opleiding die nog altijd bestaat en een unieke positie inneemt. Ruimhartige, meerjarige steun van P.W. Janssen gaf de school een vliegende start. Kamerlingh Onnes had het allemaal heel slim uitgedacht. Door zijn bepalende technici officieel op de instrumentmakers-opleiding lessen te laten verzorgen,

kon hij ze bovenop hun rijks salaris (waar hij niet aan kon tornen) extra betalen – en voorkwam hij dat ze door de industrie werden weggekocht. Met financiële steun van Janssen werden extra onderzoeksassistenten aangesteld en kregen cruciale figuren binnen het Leidse laboratorium extraatjes toegestopt om ze te behouden. Alles met het briljante argument dat extra onderzoekers (die de overheid niet wilde betalen) extra instrumenten en toestellen gebruikten, wat positief doorwerkte op de instrumentmakersopleiding. Maatschappelijke verantwoord bezig zijn en tegelijk zuiver wetenschappelijk natuurkundig onderzoek bedrijven – in Leiden gebeurde het.

Topopleiding

De Blauwe Jongens kregen de drie jaar dat ze in het laboratorium verbleven een veelzijdige opleiding waar geen gewone werkplaats tegen op kon. Gebrek aan kandidaat-leerlingen was er dan ook nooit. Ze draaiden in maart of september enkele dagen in de werkplaatsen proef, waarbij ze vijlwerk en andere eenvoudige werkzaamheden kregen opgedragen. Ook moesten kandidaten toelatingsexamen doen voor klas 4 van de avondschool van MSG – een niveau dat aansloot op de ambachtsschool. Er werd hard gewerkt: van 7.30 tot 12 uur en van 13.30 tot 18.00 uur op het laboratorium en vier avonden per week verplichte avondschool. Daar stond tegenover dat werkgevers in de rij stonden om leerlingen met een diploma in dienst te nemen. Een flink deel werd amanuensis op een HBS (hogere burgerschool) of een laboratorium, kwam op de tekenafdeling van bedrijven te werken, of belandde in de elektrotechniek. Oud-leerlingen klommen op tot eigenaar van een elektrotechnisch installatiebureau, directeur van een gasfabriek, leraar aan de ambachtsschool, chef-tekenaar, chef-elektricien, chef-constructeur en bedrijf-chef. Een van de Blauwe Jongens kreeg een baan aan Yale University, een ander klom op tot directeur van een luciferfabriek te Suriname.

De opleiding, nu Leidse Instrumentmakers School (LIS) geheten, heeft tot op de dag van vandaag zijn zelfstandigheid weten te behouden. Universiteit en LIS hadden aanvankelijk beide baat bij een innige verwevenheid. Blauwe Jongens hielpen onderzoekers goedkoop aan prima instrumenten, assisteerden bij het meten en werden ingezet als bewaker, loopjongen, conciërge en schoonmaker. Van haar kant beschikte de LIS over docenten en spullen die het zich als kleine opleiding nooit op eigen kracht had kunnen permitteren.

In de jaren zeventig van de vorige eeuw zette niettemin een verwijdering in. Altijd hadden hoogleraren van het Natuurkundig Laboratorium (in 1932 omgedoopt tot Kamerlingh Onnes Laboratorium) de scepter gezwaaid, nu werd het iemand van buiten de



"Blauwe jongens" in de tuin van het Natuurkundig Laboratorium.

universiteit. In 1997 kreeg de LIS een eigen behuizing (vlakbij het Huygens-laboratorium) en de relatie met de universiteit is er nu één van dienstverlener en klant. Maar nog steeds bestaat er een speciale band. Tot op de dag van vandaag is het Kamerlingh Onnes Laboratorium in het LIS-bestuur vertegenwoordigd en ook bij LIS-examens blijft men betrokken.



Het Natuurkundig Laboratorium te Leiden, circa 1923.



Commercieel ruimtevaarttransport- een revolutie

Lt. Generaal b.d. Ben A.C. Droste

Drieënvijftig jaar na de pioniersvlucht van Yuri Gagarin rond de aarde staan wij aan de vooravond van een tijdperk waar duizenden gewone burgers hem kunnen na doen. Hoewel na die eerste vlucht rond de aarde werd verwacht dat die duizenden spoedig zouden volgen, hebben tot heden slechts ruim 550 professionele astronauten dat voorrecht kunnen genieten. In dat opzicht was de ontwikkeling van de luchtvaartindustrie na de pioniersvlucht van de gebroeders Wright aanzienlijk sneller. De redenen hiervoor zijn velerlei. Variërend van het wegvallen van de interesse voor ruimteonderzoek na de spectaculaire Apollo-missies naar de maan begin jaren zeventig tot de discussie van nut en noodzaak van mensen in de ruimte. Daarbij blijken de kosten om mensen in de ruimte te brengen erg hoog. Een indicatie van slechts een fractie van de werkelijke kosten kan zijn dat de zeven tot nu toe opgeleide "ruimtevaarttoeristen" minimaal 25 miljoen dollar hebben betaald voor het voorrecht om enkele dagen in de ruimte te zijn.

Ruimtevaarttransport is tot nu toe voorbehouden aan de overheid

Het transporteren van mensen naar de ruimte is tot nu toe het exclusieve domein van de institutionele ruimtevaartorganisaties zoals NASA, Roscosmos, ESA, China en India die voor honderd procent worden gefinancierd door overheden. Daarbij komt dat de lat om tot het professionele ruimtevaarderskorps te worden toegelaten wel erg hoog ligt. De selectiecriteria, opleiding en training zijn erg zwaar en lijken alleen voor mensen die fysiek en mentaal in een topconditie verkeren te zijn weg gelegd. Maar ook het risico van bemande ruimtevaart is erg hoog. Hoewel niet alle ongevallen bekend zijn, lijkt het er toch op dat drie procent dodelijke ongevallen niet ver naast de werkelijkheid zal zitten. Tenslotte zijn vluchten naar de ruimte bepaald nog niet gekenmerkt door het groene of duurzame karakter. De huidige generatie raketten is voor 90 procent of meer slechts voor eenmalig gebruik geschikt. Het is of je een nieuwe Boeing in Seattle ophaalt en die na aankomst in Amsterdam vervolgens in het IJsselmeer gooit. Ook is de terugkeer van ruimtevaarders op aarde, met uitzondering van de nu uit gefaseerde Space Shuttle, met afdaling in capsules aan parachutes en al dan niet harde landingen in de steppe nog steeds primitief. Het huidige model om mensen naar de ruimte te vervoeren is dan ook niet geschikt voor commerciële operaties en voorbehouden aan geldverslindende overheidsorganisaties.

Nut en noodzaak van het gebruik van de ruimte voor aardse toepassingen is echter explosief groeiend. Zonder de talloze satellieten met zeer diverse functies zouden welzijn en welvaart van onze samenleving ondenkbaar zijn. Satellieten worden steeds kleiner en kunnen steeds

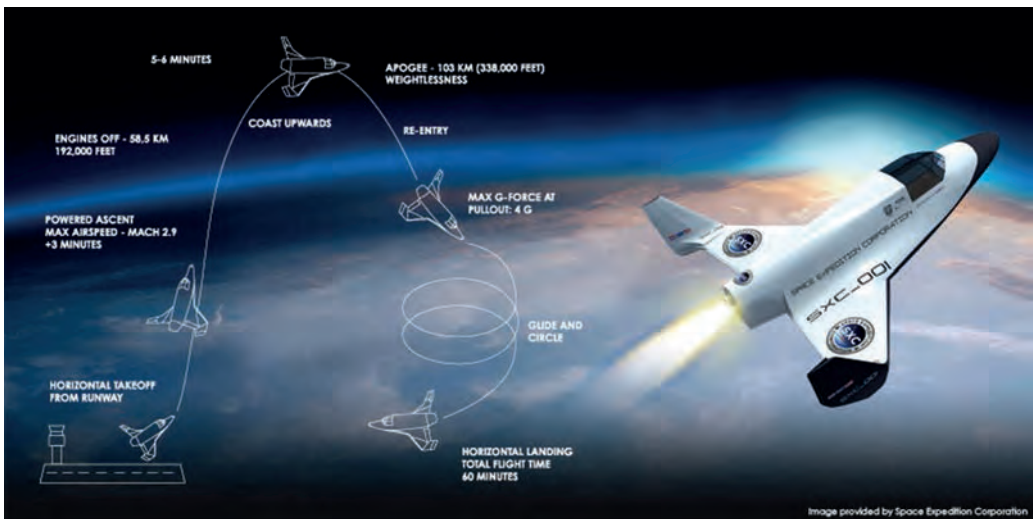
meer. Maar ook zijn het onderzoek in de ruimte voor aardse toepassingen en het onderzoek naar aard en ontstaan van ons universum van eminent belang. Een gezonde toekomst van onze samenleving is dan ook gebaat bij transportsystemen die de toegang tot de ruimte gemakkelijk en betrouwbaar maken inclusief betere standaarden van duurzaamheid.

De technologiedoorbraak door commerciële initiatieven

Deze enorme remmen op de groei van de ruimtevaart, die voortkomen uit de huidige klassieke raketssystemen, behoren spoedig tot de verleden tijd dankzij doorbraken van de technologie die hun oorsprong vinden in honderd procent commerciële ontwikkelingen. Het gaat om systemen die "Easy Access to Space" in het vaandel voeren en wetenschap, onderwijs, industrie, en economie dienen door veilig transport van mensen naar en van de ruimte tot een dagelijkse praktijk te maken. Er zijn meerdere bedrijven met deze missie bezig maar het speerpunt is toch wel wat in de USA en in het bijzonder in Californië gebeurt. Het bedrijf Virgin Galactic is dankzij de marketinggeest van Richard Branson wel de bekendste. Helaas is VG recent getroffen door een dramatisch ongeluk bij een testvlucht. We kunnen echter zonder aarzelen zeggen dat, evenals bij de opkomst van de luchtvaart het geval was, dit uiteindelijk zal leiden tot de meest veilige transportsystemen op aarde.

Innovatieve voortstuwing als game changer

Ik concentreer mij verder op het ruimtevaartconcept van XCOR Inc., Mojave, Californië waarvan het in 2008 opgerichte Nederlandse Space Experience Curacao (SXC) sinds begin 2014 integraal onderdeel is onder de naam XCOR Space Expeditions te Amsterdam. Alle grote sprongen in de transportindustrie, of het nu schepen, voertuigen of vliegtuigen zijn, komen voort uit radicale innovaties in de voortstuwing. Alleen dan kunnen vliegtuigen sneller vliegen, meer passagiers vervoeren en zuiniger vliegen met minder geluid en uitstoot. Hetzelfde principe geldt ook voor het ontwerp van het XCOR Lynx ruimtevoertuig dat geheel is gebaseerd op de radicaal nieuwe voortstuwingstechnologie van de in beginsel eindeloos herstartbare raketmotor. Een raketmotor die bovendien functioneert op normale vliegtuigkerosine en vloeibare zuurstof (LOX), beide niet giftig of explosief. Rond deze voortstuwing is een toestel gebouwd dat er dankzij de vleugels eerder uitziet als een vliegtuig dan een raket. Dit ontwerp is op zich zelf niet radicaal vernieuwend maar het maakt het wel mogelijk om met een passagier of een zgn. payload net zoals een vliegtuig horizontaal van een startbaan te starten, een parabool-achtige vlucht naar 100 kilometer te maken (outer space) en weer horizontaal op de landingsbaan terug te komen. Gelet op deze karakteristieken kan de Lynx vanaf normale commerciële vliegvelden opereren, zoals de voorgenomen vluchten vanaf Hato International Airport op Curaçao.



Het XCOR concept.

Het XCOR concept

XCOR is in 1999 met het principe van deze voortstuwing begonnen. Al in 2006 konden 66 vluchten worden gemaakt met deze raketmotor, die was ingebouwd in een experimenteel vliegtuig, waaronder overtuigende demonstraties voor groot publiek op de beroemde Oskosh Airshow. Met bijna 5000 teststarts van de raketmotor is de praktische werkzaamheid van het principe overtuigend aangetoond. Hierna kwam het ontwerp van het



raketvoertuig, de Lynx, dat zich kenmerkt door eenvoud (niets meer dan nodig is voor een veilige vlucht) en volledige autonomie van opereren. Momenteel wordt de laatste hand gelegd aan de Lynx Mk I die als prototype in de loop van 2015 zijn testprogramma moet aanvangen. Na een intensief testprogramma is het dan denkbaar dat in 2016 de eerste vluchten met commerciële passagiers (officieel flight participants) worden gemaakt. Dat is tevens de start van de productie van de Lynx Mk II die er precies hetzelfde uitziet maar dankzij een grotere brandstoftank de grens van outer space (100 km hoogte) moet kunnen halen in tegenstelling tot de Mk I die niet hoger zal gaan dan maximaal 60 kilometer. Met zowel de Mk I als de MK II kunnen in beginsel meerdere keren per dag vluchten naar de ruimte worden uitgevoerd. De vlucht zelf is in feite toegankelijk voor gewone burgers aangezien de krachten die optreden (maximaal 4 G) beperkt zijn. Uiteraard hoort er een medische keuring bij (volgens een protocol dat door DLR wordt beheerd en uitgevoerd) en ook zijn er professionele trainingen die al sinds 2011 worden gepraktiseerd, maar de eisen zijn aanzienlijk minder dan die tot heden aan astronauten worden gesteld.

Easy and Reliable Access to Space

De Lynx Mk I en II zijn echter slechts de eerste generatie waarmee de missie van Easy and Reliable Access to Space overtuigend zal worden aangetoond. De eerste vluchten zullen er niet wezenlijk anders uit zien dan de vluchten die Albert Plesman met zijn KLM in het oprichtingsjaar 1919 als rondvluchten boven Amsterdam uitvoerde. Met het grote verschil natuurlijk de aarde vanaf 100 kilometer hoogte te kunnen zien wat een Life Changing Experience is waarvan alle astronauten en laatstelijk ook André Kuipers overtuigend getuigen. Evenals de KLM nu dagelijks de wereld bestrijkt, zal dat ook gelden visie voor de volgende generatie XCOR ruimtetoestellen die al op de tekenplank staan. Toestellen waarmee je veel sneller en hoger kan komen en het Internationaal Space Station kan bezoeken. Toestellen die het mogelijk maken om grote aantallen passagiers in een anderhalf uur naar het andere eind van onze aarde te vervoeren met minimale impact op het milieu dankzij de weerstandloze vlucht buiten onze remmende atmosfeer. Het is deze lange-termijnvisie die de KLM met haar toenmailge CEO Peter Hartman al in 2010 onderkende bij SXC waarna een aanbod tot partnerschap volgde, bekrachtigd met de koop van vijf ruimtevluchten.

Nederlands ruimtevaartondernemerschap

Het toenmalige Nederlandse SXC heeft niet de technologie van de commerciële ruimtevaart uitgevonden maar wel behoort zij tot de eerste in de wereld die de commerciële mogelijkheden hebben gezien en er vervolgens hun bedrijfsmodel op hebben gebaseerd. SXC is nu dankzij een kleine groep van gemotiveerde aandeelhouders gegroeid tot een professionele organisatie binnen het Amerikaanse XCOR. Al meer dan 300 ruimtevluchten zijn door ons gecontracteerd en partnerships zijn aangegaan met leidende internationale bedrijven.



De SXC oprichters en partners Ben Droste, Maarten Elshove, Harry van Hulten en Michiel Mol. Pioniers en ondernemers in het streven naar een revolutionaire doorbraak in de commerciële ruimtevaart.

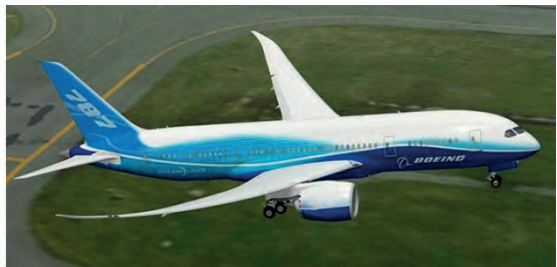
Van Staal tot Plastic – Materiaalgebruik in de luchtvaart

Ir. Jos Sinke

De luchtvaart heeft een relatief korte geschiedenis, maar is in die periode, iets meer dan 100 jaar, bijzonder snel geëvolueerd. Als het eerste vliegtuig uit het 1903, de Flyer van de gebroeders Wright, wordt vergeleken met een nieuw en modern verkeersvliegtuig als de Boeing 787 (zie figuur), dan zijn er weinig overeenkomsten aan te wijzen. Belangrijkste overeenkomst is dat beide kunnen vliegen! Niet alleen het exterieur, maar ook het interieur, de gebruikte systemen, motoren en de grootte zijn onherkenbaar veranderd. Dat geldt ook voor het gebruik van de materialen, waarop in dit hoofdstuk de aandacht wordt gericht.



Wright Flyer 1903



Boeing 787 uit 2009

Als de ontwikkeling van het materiaalgebruik in de luchtvaart wordt samengevat, dan zijn er vier perioden te onderscheiden: de pioniersperiode, gevolgd door de periode waarin de eerste luchtvaartmaatschappijen ontstonden, daarna de introductie van lichtmetaal in de luchtvaart, en als laatste periode de introductie van samengestelde materialen of composieten. Elke periode zal hieronder kort worden beschreven.

De pioniersperiode

Naast de gebroeders Wright waren er in die eerste jaren van de luchtvaart nog vele andere enthousiastelingen die eigen vliegtuigen bouwden en uitprobeerden. Soms met goede, soms met minder goede (lees fatale) gevolgen. De vliegtuigen die men bouwde, waren meestal gemaakt van gelaste buizenframes, vakwerkconstructies, aangevuld met spandraden, beide nodig voor de stevigheid en de samenhang, houten ribben voor de vleugel en (canvas)doek voor de vleugel- en romphuiden. Al deze materialen en constructies waren verre van robuust en

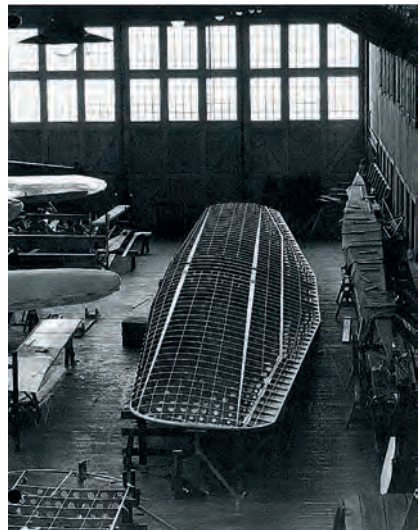
samen met de relatief zware motoren en het scheluw trekken van de vleugels voor het besturen van het vliegtuig waren ze debet aan de vele crashes en ongelukken.

Tijdens de Eerste Wereldoorlog evolueerden deze vliegtuigen erg snel tot goed bruikbare toestellen. Gedurende de oorlog werden er vele toestellen gemaakt, ongeveer 175.000 door Frankrijk, Engeland en Duitsland samen, waarvan meer dan twee derde verloren ging in de strijd. De enorme inzet van militaire vliegtuigen had als positief bijeffect de snelle technische ontwikkeling van onder andere de besturing, aerodynamica, enzovoort. Na de Eerste Wereldoorlog vertraagden deze ontwikkelingen weer.

De eerste luchtvaartmaatschappijen

Vanaf de jaren twintig van de vorige eeuw ontwikkelde zich een civiele tak van de luchtvaart. Deze verzorgde in de eerste plaats vooral postverbindingen, maar ook steeds meer luchtverbindingen met passagiersvervoer. Eén van de eerste luchtvaartmaatschappijen was de KLM, die werd opgericht in 1919. Verder had Nederland in Fokker een geweldig luchtvaartbedrijf binnen de grenzen. Anthony Fokker was na de Eerste Wereldoorlog naar Nederland gevlucht en had hier zijn vliegtuigfabriek een succesvolle “doorstart” gegeven. Hij bouwde vliegtuigen voor post- en passagiersvervoer, met de Fokker F.VIIB met drie motoren, als best verkochte toestel uit die tijd. Dit toestel was in gebruik bij meer dan 50 maatschappijen, ook in Amerika.

De romp van een Fokkertoestel was gemaakt van een stalen buizenframe, overtrokken met canvas voor bescherming tegen de buitenatmosfeer. Constructief telde het doek echter niet mee. Later werd het doek vervangen door een meer solide houten of metalen huid of “skin”. De vleugel werd van hout gemaakt, wat zeer goed paste bij de vele meubelmakers en houtbewerkers die beschikbaar waren en in de luchtvaart werk vonden.



Productie van houten vleugels voor de Fokker F-VII (jaren twintig van de vorige eeuw).

Lichtmetalen vliegtuigen

Eind jaren twintig, begin jaren dertig van de 20^{ste} eeuw, werd aluminium het basismateriaal voor de luchtvaart. Vergeleken met andere metalen had aluminium de belangrijke eigenschap dat het een laag soortelijk gewicht had: ongeveer 2.8 kg/dm^3 (in vergelijking met 7.8 kg/dm^3 van staal). Dit materiaal was vrij nieuw, de processen om aluminium vrij te maken uit bauxiet en vervolgens te verwerken tot plaat van aluminiumlegeringen zijn pas in de tweede helft van de

19^e en het begin van de 20^{ste} eeuw ontwikkeld. Aluminiumlegeringen waren bij de introductie in de luchtvaart nog niet zo ver ontwikkeld als bijvoorbeeld de ijzerlegeringen. Voor het fabriceren van de aluminiumconstructies moest daarom nog veel geleerd worden en waren er geen goed opgeleide vaklui voorhanden zoals voor de houten vliegtuigen.



Eerste vliegtuigen gemaakt van aluminium legeringen
(let op de bolkop klinknagels, de kleine nagelafstanden, de rechthoekige ramen,
en het ongelijke oppervlak).

Dat is nog te zien bij de eerste metalen vliegtuigen: de huid van het vliegtuig is nog wat hobbelig en ook de klinknagelpatronen zijn nog niet zo regelmatig. Toch was er vooral in Amerika het optimisme dat aluminium het helemaal ging maken, ook al waren de Fokkervliegtuigen van buismateriaal en hout tot de Tweede Wereldoorlog zeker niet inferieur (NB, één van de beste toestellen uit die oorlog was de Mosquito, een tweemotorig *houten* vliegtuig!).

De echte noodzaak van metalen vliegtuigen werd duidelijk met de introductie van de straalmotor. Dit type motor was al voor de Tweede Wereldoorlog uitgevonden, maar kreeg pas wijdverbreide toepassing na de Tweede Wereldoorlog. Door de veel grotere vliegsnelheid en vlieghoogte was de oude constructiemethode op basis van metaalbuis en hout niet meer toereikend. De nieuwe lichtmetalen constructies waren sterker, gladder en boden de mogelijkheid van een drukkajuit, die op grote hoogte nodig was.

De eerste straalvliegtuigen waren de DC-8, de Boeing 707 en de De Havilland Comet. De Comet kwam het eerst op de markt, maar raakte binnen enkele jaren in de problemen. Kort na elkaar stortten twee toestellen neer. Na uitgebreid onderzoek bleek metaalmoeheid de oorzaak, een toen nog onderbelicht fenomeen. In de decennia die volgden, is hiernaar uitgebreid onderzoek gedaan en werd steeds meer kennis opgebouwd van dit en aanverwante fenomenen. Nu zie je dat het concept van het metalen vliegtuig nagenoeg is uitontwikkeld. Wel worden nog steeds nieuwe legeringen ontwikkeld, die nog steeds kleine verbeteringen mogelijk maken, maar grotere stappen in de ontwikkeling van vliegtuigmaterialen worden verwacht van de composietmaterialen.

Moderne materialen in de luchtvaart

Na de Tweede Wereldoorlog zijn heel geleidelijk ook composietmaterialen ontwikkeld. Vroege toepassingen betroffen radar radomes bestaande uit glasvezelcomposieten omdat die transparant zijn voor radarsignalen (metalen kun je hier niet gebruiken). Andere toepassingen betroffen vloeistukken, aerodynamische overgangen tussen romp en vleugel, omdat deze makkelijk gevormd konden worden met composieten en omdat deze niet hoog belast werden. Vanaf de jaren zestig van de vorige eeuw zie je het aandeel composieten in vliegtuigen steeds verder toenemen, tot ongeveer 25-30 procent zo'n tien jaar geleden. Daarna is er een sprong gemaakt: de nieuwste vliegtuigen van Boeing en Airbus, resp. de B-787 en de A350 bestaan voor meer dan de helft uit composietmateriaal.

Composietmaterialen zijn samengestelde materialen; materialen met meerdere ingrediënten. De meest voorkomende composiet is de vezelversterkte kunststof. Hierin zijn sterke en stijve vezels gecombineerd met een polymeer of plastic als hars of matrix (tussenstof). De vezels zorgen daarbij voor de hoge sterkte en stijfheid (weerstand tegen vervorming) van de composiet, de hars zorgt voor het doorgeven van krachten van de ene naar de andere vezel, de ondersteuning en bescherming van de vezels. Composieten zijn licht, vaak hebben zij een soortgelijk gewicht van minder dan 2 kg/dm^3 . Composieten zijn vaak ook anisotroop; dat wil zeggen de eigenschappen van het materiaal zijn richtingsafhankelijk. In de vezelrichting is het materiaal vaak sterk en stijf; in de richting loodrecht op de vezelrichting zijn de eigenschappen veel minder goed. Als men met deze eigenschappen rekening houdt, bijvoorbeeld door alleen in die richtingen vezels te leggen waarin de krachten aangrijpen, kan men nog lichter construeren. Immers, metalen zijn min of meer isotroop, en hebben dezelfde eigenschappen in alle richtingen, dus ook in die richtingen waarin dat niet nodig is.

De naam "composiet" of samengesteld materiaal, staat voor een grote verscheidenheid aan materialen. Er zijn vele verschillende soorten ingrediënten: verschillende soorten vezels, waarvan koolstofvezels, glas- en aramidevezels de bekendste zijn, vele verschillende soorten kunststoffen die kunnen worden gebruikt als tussenstof en soms ook metaallagen die kunnen worden verwerkt in het composiet. Dit laatste wordt een hybride genoemd (tussen metaal en composiet).



GLARE, een hybride composiet gebouwd uit dunne metaallagen (groen) en dunne composietlagen (glasvezelcomposiet – let op vezelrichting).

Dit laatste wordt een hybride genoemd (tussen metaal en composiet).

Zo'n kenmerkend hybride composiet is GLARE, een composiet van dunne aluminiumlagen, afgewisseld met dunne laagjes composiet van glasvezels en epoxyhars. Dit materiaal is aan de TU Delft ontwikkeld en wordt momenteel gebruikt in de Airbus A380, het grootste verkeersvliegtuig van dit moment.

De ontwikkeling van GLARE was gericht op een vermoeiingsresistent materiaal en heeft ruim 25 jaar geduurd. Naast composietkenmerken zoals laagsgewijze opbouw en anisotroop gedrag, heeft het materiaal ook duidelijke “metallische” kenmerken zoals makkelijk te verspanen, te boren en te verbinden met klinknagels.

De komende decennia zullen de composietmaterialen steeds verder ontwikkeld worden en worden toegepast in vliegtuigconstructies. Men schat dat over 20-30 jaar, wellicht 60-80 procent van een vliegtuigconstructie van composiet wordt gemaakt. Daar zullen ook speciale composieten bij zijn, zoals bijvoorbeeld licht doorlatende of transparante composieten, zodat inspectie en/of naar buiten kijken beter mogelijk wordt. Een andere ontwikkeling die wordt voorzien is dat tussen de composietlagen sensoren worden mee gelamineerd. Deze kunnen tijdens of na de vlucht “vertellen” of er noemenswaardige “events” of veranderingen in het materiaal zijn opgetreden, die vervanging van een onderdeel noodzakelijk maken. Om deze nieuwe ontwikkelingen mogelijk te maken en om composieten efficiënter, lichter en goedkoper te kunnen maken, is nog veel onderzoek nodig.

Christiaan Huygens:

Nederlands meest veelzijdige geleerde

Drs. Tiemen Cocquyt

Christiaan Huygens is zonder twijfel de grootste Nederlandse wetenschapper uit de zeventiende eeuw – en misschien wel de grootste wetenschapper die Nederland ooit heeft gekend. Als twintiger rees de ster van de aristocratenzoon op het internationale toneel van de wetenschap dankzij zijn ontdekking van maan en ring van de planeet Saturnus, korte tijd later gevolgd door zijn uitvinding van de slingerklok. Huygens was actief op uiteenlopende gebieden zoals lenzen slijpen, abstracte wiskunde, hydrotechniek en muziektheorie. Als geen ander wist hij de brug te slaan tussen theorie en praktijk. Een praktisch probleem toverde hij om tot theoretisch vraagstuk, en theorie wist hij als geen ander tot praktische toepassing om te smeden. In dit stuk wil ik enkele spraakmakende, maar ook minder bekende verwezenlijkingen uit Huygens' carrière de revue laten passeren. Het accent leg ik daarbij op de technische kant van het verhaal, op de uitvindingen. Niet alleen omdat de technische innovaties waarvan zijn vele nagelaten geschriften en schetsen getuigen, werkelijk *eye-openers* zijn, maar ook omdat ze kleur geven aan deze soms moeilijk te plaatsen wetenschapper. Tot slot openen ze een venster naar hoe wetenschap werkte in de Gouden Eeuw.

Aristocraat

Christiaan Huygens was een uitgesproken product van de zeventiende eeuw. Hij werd geboren in 1629 als zoon van Constantijn Huygens – diplomaat, dichter en adviseur van de Stadhouder – en Susanna van Baerle, die overleed toen Christiaan acht was. Constantijn gaf zijn kinderen een opvoeding zoals het een aristocraat betaamt: Christiaan leerde Latijn en Grieks, maar ook klavecimbel, luit en viola da gamba. Hun residentie was een statig pand op het Plein in Den Haag, dat ze in de zomer verruilden voor het buitenverblijf 'Hofwijck' in Voorburg.

Werken voor een inkomen hoefde Christiaan nooit te doen – en dat was maar goed ook, want in tegenstelling tot nu was 'wetenschapper' in de zeventiende eeuw geen beroep. Voor Christiaan lag een carrière als diplomaat in het verschiep. In 1645 begon hij de studie Rechten in Leiden. Twee jaar later



Hofwijck.

vervolgden Christiaan en broer Lodewijk hun opleiding aan het 'College van Oranje' in Breda, waar hun vader curator was. Interesse voor wetenschap, wiskunde en techniek toonde Christiaan echter al van kinds af. Op zijn negende bouwde hij molenmodelletjes en een draaibank. In zijn Leidse jaren volgde Christiaan de colleges wiskunde van Frans van Schooten, en begon hij een wetenschappelijke briefwisseling met de befaamde Franse geleerde Marin Mersenne. Nog vóór Christiaan de leeftijd van dertig had bereikt, was zijn ster gerezen tot het voorfront van het Europese wetenschappelijke toneel.

De microscoop

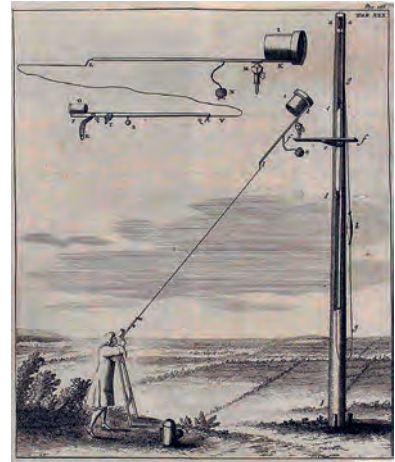
Huygens' levensjaren omvatten een substantieel deel van de 'Gouden' zeventiende eeuw. Net als op cultureel en economisch vlak was het voor de Nederlandse wetenschap een periode van ongekende bloei. De wetenschappelijke revolutie die toen uitkristalliseerde, was gegrond op twee pijlers: natuurwetten werden in de taal van de wiskunde beschreven, en experiment en kritische observatie dienden als inspiratie en toetsing voor de wetenschappelijke praktijk. Dat het kritisch observeren Huygens met de paplepel moet zijn ingegoten, blijkt uit zijn werk in de microscopie.

Vader Constantijn was microscoopliefhebber van het eerste uur. Hij vervulde een centrale rol in de introductie van het instrument in Nederland en liet later optekenen dat hij nooit het huis verliet zonder zijn geliefde zakmicroscopje. Toen Christiaan decennia later aan het microscoperen sloeg, was het veld weer in volle beweging. Geleerden als Antoni van Leeuwenhoek en Jan Swammerdam verrijkten het natuurwetenschappelijke debat met hun ontdekkingen door hun enkelvoudige microscoopjes. Geïnspireerd door zijn collega-wetenschappers, en ongetwijfeld ook door vader Constantijn, ging ook Christiaan aan de slag. Christiaans aanpak hierin is tekenend voor zijn karakter als wetenschapper: rusteloos en perfectionistisch. Hij verrichtte enige tijd observaties – vooral van stuifmeel en pollen – maar raakte al snel gefrustreerd door de beschikbare microscopen die naar zijn mening inferieur waren. Huygens ging zelf aan het ontwerpen en maakte een microscoop met preparaatrevolver, waardoor vergelijken van preparaten véél eenvoudiger werd. Het instrument was ook geoptimaliseerd om zo weinig mogelijk strooilight te genereren. Het ontwerp moet een succes zijn geweest, aangezien enkele Parijse instrumentmakers het instrument commercialiseerden.

De telescoop

Lag Huygens' voornaamste bijdrage aan de microscopie vooral op het technische vlak, in de sterrenkunde lag dat beduidend anders. Zijn ontdekking van maan en ring van Saturnus brachten hem wereldfaam. Huygens leverde de observationele sterrenkunde, een halve eeuw na Galilei, een frisse doorstart – maar dit was vooral te danken zijn *hands-on approach*. Telescopen in de eerste helft van de zeventiende eeuw waren beperkt door hun klein blikveld – eigen aan de 'Hollandse' configuratie met holle ooglenzen – en door minder geschikte slijp- en polijsttechnieken.

De theoretici, wars van de materialiteit van lenslijpen, zochten hun heil in geometrisch aantoonbaar ‘perfecte’ lenzen, met een niet-sferisch oppervlak. Of die pogingen ooit hebben geleid tot een werkende telescoop valt echter te betwijfelen. Christiaan zou later nog significante innovaties in de geometrische optica op zijn naam schrijven, maar bij aanvang van zijn telescopisch werk was het voor Huygens al praktijk wat de klok sloeg. Enthousiast hoorde hij ervaren lenslijpers uit naar de knepen van het vak: hoe slijpschalen te maken, waar het beste glas vandaan kwam, et cetera. Met zijn allereerste objectieflens wist hij in 1655 de recent geboekte verbeteringen in glasslijpkunst en lensconfiguraties te verzilveren: hij ontdekte dat ook Saturnus een maantje had. Samen met broer Constantijn is Huygens zijn hele leven lang in de weer geweest lenzen te slijpen en lenslijpmachines te ontwerpen. Een aanblik op de ruim dertig lenzen die bewaard zijn gebleven doet ook de vraag rijzen of al die lenzen wel daadwerkelijk voor observatie zijn gebruikt door de rusteloze Huygens, of dat het slijpwerk misschien toch ten dele van een obsessie getuigt.



De buisloze telescoop van Huygens. Uit: *Astroscopia Compendiaria* (1684).

Technisch vernuft zien we ook onverminderd terug in Huygens' latere telescoopwerk. Telescopie laat zich kenmerken door de drang naar steeds meer vergroting en detail.

Bij zeventiende-eeuwse lenzen strooiden lensfouten – vooral kleurfouten door chromatische aberratie – daarbij roet in het eten. De remedie bestond erin lenzen met extreem lange brandpuntsafstanden te gebruiken. Dat is, althans, de theorie. In de praktijk is een telescoop met een lengte van 50 meter simpelweg onhandelbaar. Huygens bedacht dat de lange buis tussen objectief- en ooglenz gewoon achterwege kon blijven. In zijn 'buisloze' telescoop stond de objectieflens vrij opgesteld op een hoge mast. Een gespannen touwtje en een vernuftig geleidingssysteem maakten het hele instrument zwenkbaar.

De toverlantaarn

Het rijtje optische technologie kunnen we voor Huygens afmaken met nog een andere uitvinding – de toverlantaarn – ware het niet dat hij er nooit veel over heeft willen prijsgeven. De toverlantaarn leverde in de zeventiende eeuw verwondering en theatrale illusie. Plaatjes met spookachtige beeltenissen werden fel verlicht en door een lens op een scherm of muur geprojecteerd. Hoewel alle pijlen richting Christiaan als uitvinder wijzen, heeft hij zijn werk eraan steeds afgedaan als 'Spielerei'. Mogelijk heeft deze bescheidenheid te maken met de institutionele veranderingen die op dat moment plaatsvonden in de 17de-eeuwse wetenschap. Tijdens Christiaans kinderjaren – de betrokkenheid van vader Constantijn bij de wetenschap laat dat op meerdere vlakken uitschijnen – vertoefde onderzoek naar wetenschappelijke verschijnselen nog wel erg op het raakvlak van de natuurlijke magie. De broodwinning van menig geleerde-uitvinder

bestond er zelfs uit, nobele figuren uit vorstelijke kringen te onderhouden met vermakelijke proefjes. Omstreeks 1660 verandert dat en worden onderzoeksprogramma's gecentraliseerd vanuit nieuw opgerichte *Societies* en *Académies*. Net in de jaren waarin zijn toverlantaarn bekendheid begint te genieten, wordt Huygens naar voren geschoven als stichtend lid van de Franse Académie des Sciences. Wilde hij zich onder deze nieuwe omstandigheden distantiëren van zijn magische uitvinding, die hij tot slot van rekening zelf 'toverlantaarn' had gedoopt? Wat ook de onderliggende reden was, de details die Huygens wél heeft losgelaten over de lantaarn laten wederom een fraai staaltje van innovatie zien. Huygens' schets van de werking van het apparaat toont alle elementen die we nog steeds in moderne projectie-apparaten aantreffen: lichtbron, daaromheen een holle spiegel en condensorlens, en een projectielens die voor de beeldvorming zorgt. Latere correspondentie geeft aan dat Huygens zelfs een samengestelde projectielens had bedacht waarmee beeldfouten worden gereduceerd. Tot slot zien we in Huygens' ontwerpen voor lantaarnplaatjes dat hij ook experimenteerde met over elkaar heen schuivende, beschilderde glasplaatjes: de animatiefilm *avant la lettre*.

De slingerklok

Een veelzeggend en belangrijk voorbeeld van Huygens' kruisbestuiving tussen theorie en praktijk is zijn werk aan de slingerklok. Huygens' uitvinding van de slingerklok dateert uit 1656, hij was toen amper 27 jaar oud. Uurwerken bestonden al langer, maar met een dagelijkse afwijking van zo'n 15 minuten had het amper zin die apparaten van een minutenwijzer te voorzien. Huygens' slingerklok maakte gebruik van de *isochronie* van de slingerbeweging – kortweg de onafhankelijkheid van slingertijd van de uitwijking. Eerdere geleerden, zoals Galilei, hadden de bruikbaarheid hiervan voor tijdmeters al onderzocht, maar lieten het spaaklopen door de slinger als aandrijfkraft van een tandwielmechanisme in te zetten. Huygens koos voor een afzonderlijke aandrijving – een veer, en later een gewicht – en zette de slinger juist in als regulator die de beweging in de pas hield. Een briljante zet, die de tijdmeting met een factor 60 nauwkeuriger maakte.

Maar Huygens zou Huygens niet zijn als hij zich niet verder in de theorie van het principe zou verdiepen. Hij wist dat slingers, die een cirkelvormig pad afleggen, slechts bij benadering isochroon zijn, en bij grote uitwijkingen trager gaan tikken. Bewijzen dat perfecte isochronie wordt bereikt door de slinger het pad van een 'cycloïde' af te laten leggen was één ding – hoe dat in de praktijk te realiseren was toch een ander verhaal. Huygens ontwikkelde nieuwe wiskunde om af te leiden welke correctie hij bij het ophangpunt aan de slinger diende te geven. Deze – eveneens cycloïdevormige – correctieboogjes gingen de geschiedenis in als de 'wangetjes' van



De allereerste slingerklok, in 1657 voor Huygens gemaakt door de Haagse klokkenmaker Salomon Coster (Collectie Museum Boerhaave).

Huygens. In de praktijk bleken ze echter overbodig. De invloed van temperatuurschommelingen op de slingerlengte bleek vele malen groter dan het subtiele effect van de correctieboogjes.

Tijdmeting aan boord

Huygens' slingerklok was een verwezenlijking van jewelste, maar in zeker opzicht was er nog iets schrijnends aan de hand. Hoe nauwkeurig de slingerklok dan ook was, aan boord van een schip kon je er niets mee. En dat was van belang om een lang spelend probleem mee op te lossen. Schepen die hun positie wilden weten konden de breedtegraad wel vrij nauwkeurig bepalen aan de hand van de hoogte van de middagzon, maar voor het vinden van de lengtegraad bestond geen geschikte methode. Schepen wisten daardoor nooit precies waar ze waren, en voor een handels- en oorlogsnatie als het 17^{de}-eeuwse Nederland was dat een ernstig probleem. Een voorgestelde methode bestond erin bij afvaart een uurwerk gelijk te zetten op de middagzon, en zo als het ware de Nederlandse tijd 'mee te dragen'. Het tijdsverschil met het op zee waargenomen middagtijdstip correspondeerde met het lengtegraadverschil. Alleen ontbrak het aan klokken die nauwkeurig genoeg waren om dit in de praktijk te brengen. De militair-economische voordelen van zo'n klok waren zo groot dat de Staten-Generaal er zelfs een fors geldbedrag voor hadden uitgerekte.

Huygens is er nooit in geslaagd de prijs in de wacht te slepen. Decennia lang heeft hij gesleuteld aan zeewaardige klokontwerpen. Een 'cardanische' ophanging bracht geen soelaas, net zo min als een veerbalans, conische slingers, tot en met een rondtollende goot met knikkers als alternatieve pendule. Huygens gaf zelfs klokken mee met de VOC, maar die hadden wat anders aan hun hoofd dan experimenten uitvoeren voor een vreemde wetenschapper. De titelpagina van de catalogus van Huygens' nalatenschap vermeldt dan ook Christiaans laatst vervaardigde zeeklok, die had moeten werken, "*indien de doot des uitvindens de laatste proeve van het uijtgevondene niet hadde voorgekomen*". Het is misschien wat flauw om Huygens' technische innovaties louter op hun brede praktische inzetbaarheid te beoordelen, maar dit soort historische achtergrond spreekt boekdelen over hoe wetenschap werkte, en wat geleerden dreef, in de Gouden Eeuw. Waarschijnlijk was Huygens zonder de uitdaging uit de navigatiepraktijk nooit tot zulke vernuftige slingerontwerpen gekomen!

De comfortabele koets

Net zo'n sprekend verhaal komt naar voren uit Huygens' innovatie aan de rijtuigtechniek. Jawel, de familie Huygens was geobsedeerd door koetsen, en Christiaans verblijf in Parijs werd meteen aangegrepen om druk te corresponderen over de laatste ontwikkelingen. De uitdaging in de 17de-eeuwse koetstechniek bestond erin zowel de passagier als het paard van een aangename rit te verzekeren. Ten dienste van de passagier was het gebruikelijk om het zitgedeelte van een tweewieler verend tussen paard en wielas in te monteren. Maar dat bracht een zware last op de rug van het paard teweeg. Huygens sloeg aan het ontwerpen. In terugblik kunnen we stellen dat

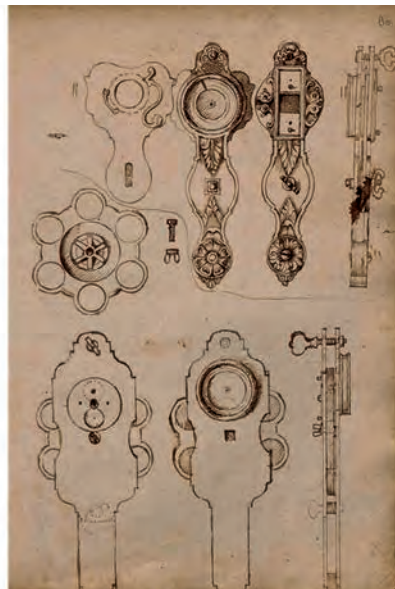
hij het probleem abstraheerde tot een toepassing van de hefboomwet en de zwaartepuntwet. Hij behield de comfortabele verende ophanging, maar ‘plooid’ deze als het ware terug tot de cabine zich boven de wielas bevond. In een volgend ontwerp verlaagde hij deze cabine ook, wat de stabiliteit ten goede kwam. Het ontwerp was geslaagd, maar in de praktijk gooiden zijdelingse krachten op de wielen roet in het eten. Huygens hing de cabine nog op aan verende riemen, maar gaf er uiteindelijk de brui aan. Geen enkele tweewieler zou goed genoeg zijn voor het belabberde Parijse wegdek!

En nog veel meer!

Duiken we verder in Christiaans nagelaten geschriften en werktekeningen, dan duikt nog veel meer fraais op. Een fascinerend document is een schets waarin Huygens allerlei voetjes tekent, rustend op iets dat alleen te verklaren valt als ‘verende sandalen’. Ook leren zijn aantekeningen ons dat Huygens in de weer was met een buskruitmotor. Van het experimentele gevaarte is niets bewaard gebleven. De details zijn te schaars om Huygens aan de wieg te plaatsen van de latere stoomtechnologie, maar opvallend is dat niemand anders dan Huygens’ assistent in zijn Parijse jaren, Denis Papin, deze techniek wél zou uitbouwen tot de aanjager van de Industriële Revolutie. Er zijn nog meer stille getuigen van Christiaans vernuft. Luchtpompen bijvoorbeeld – voor de experimentele wetenschap golden deze apparaten als de ‘deeltjesversnellers’ van de Gouden Eeuw. Maar ze waren zó moeilijk te maken en te bedienen dat er hoogstens een vijftal echt heeft gewerkt in deze periode. Eén van die vijf – u raadt het al – had Huygens eigenhandig gemaakt en verbeterd.



Portret van Christiaan Huygens
(Beeld: Haags Historisch Museum).



Ontwerp van Huygens voor een microscoop met
preparaatrevolver (Universiteitsbibliotheek Leiden).

Er is nog veel meer knaps te ontdekken in Huygens' nagelaten geschriften. Begrijpelijkerwijs zijn de 19de-eeuwse redacteurs van zijn verzameld werk maar begonnen met zijn belangwekkende vondsten in de sterrenkunde en de tijdmeting. Helaas zijn heel wat andere pareltjes daardoor op een hoopje beland in het laatste deel 'Varia'. Mijn betoog is dat net de parallellen die als rode draad door Huygens' werkzaamheden lopen – veerkracht in klokken, maar bijvoorbeeld ook in koetsen en sandalen – een veelzijdiger beeld schetsen van de vernuftigste uitvinder-geleerde uit de Nederlandse geschiedenis. De schijnbaar minder belangwekkende vondsten van Christiaan zijn niet alleen vaak staaltjes van technische poëzie, ook tonen ze goed aan hoe wetenschap en techniek écht werkten in de Gouden Eeuw. Oog voor dit detail is niet alleen leuk, het is ook erg bevorderlijk voor het totaalbeeld van deze uiterst veelzijdige geleerde, die op geniale wijze oplossingen wist te verzinnen voor de grote én de kleine natuurwetenschappelijke vraagstukken van zijn tijd.



Het Huygens ruimtelaboratorium van ESA daalt af naar de oppervlakte van Titan, een van de manen van de planeet Saturnus, in december 2004. Een eerbetoon aan Christiaan Huygens!

Gebouwd in Indië – erfgoed in Indonesië

Cor Passchier, architect MArch

Verenigde Oost-Indische Compagnie

Met de verdrijving van de Portugezen en de uitsluiting van de Engelsen vestigden de Nederlandse kooplieden, verenigd in de VOC (Verenigde Oost-Indische Compagnie), zich in het begin van de zeventiende eeuw in de Indonesische archipel. Zij stichtten overal, om te beginnen in de Molukken, versterkte handelsvestigingen en in 1619 de stad Batavia op het eiland Java.

De Portugezen waren al een eeuw eerder in Zuidoost-Azië gearriveerd. Langs de kustlijnen in onder andere India, Sri Lanka, Maleisië en de Molukken stichtten zij handelsposten en schroomden niet gebruik te maken van militaire macht om hun handels-activiteiten te bevorderen. Het Portugese voorbeeld inspireerde de VOC om ook handelsposten te stichten en positie te nemen, van waaruit zij met een combinatie van diplomatie, commercie en militaire macht een handelsmonopolie trachtte te verwerven en de andere Europese concurrenten er uit te drukken. Het was in de tijd van de Tachtigjarige Oorlog, de Noordelijke Nederlanden waren in oorlog met Spanje en de Spaanse koning Philips II werd in 1578 koning van Portugal.



Fort Vastenburg 1779 Surakarta.

De VOC veroverde een aantal Portugese fortificaties die in naam werden omgedoopt, verbouwd en aangepast aan de VOC-behoefte. Voorbeelden zijn: Fort Victoria op Ambon, Fort Oranje (Malayo) op Ternate, en Fort Rotterdam in Makassar, die in 1605, 1607 en 1666 op de Portugezen veroverd werden. In de Molukse regio werden in die dagen de oorlogen in Europa als het ware voortgezet. Een strijd om de specerijen (kruidnagels, nootmuskaat, peper). De stichting van een versterkte handels-vestiging hing af van de nabijheid van de productiegebieden, de mogelijkheden voor uitoefening van het handelsmonopolie en de verdedigbaarheid van de vestiging. En verder werd de locatiekeuze bepaald door bijzondere geografische kenmerken, zoals een riviermond met een beschutte baai als natuurlijke zeehaven.

Bij het oprichten van een versterkte handelspost (factorij) golden de regels van de militaire architectuur en vestingbouw. Het grondplan was gebaseerd op uit Europa meegenomen kennis, maar aangepast aan de functionele eisen en behoeften als: huisvesting van een militair garnizoen met munitieopslagplaats (Kruithuis), huisvesting en werkruimte voor kooplieden en administratieve klerken, ruimten om de handelswaren op te slaan om die later per schip

naar Batavia vervoeren vanwaar de retourvloot naar Nederland vertrok. Grotere forten omvatten verder een kerkje, een klein hospitaal en een kleine tuin. Het werden kleine Europese nederzettingen, embryonale stadjes en speldenknoppen op de kaart van het grote Zuidoost-Azië.

Batavia

Het oude Batavia, nu Kota Jakarta, werd waarschijnlijk uitgelegd naar een ideaalplan van de ingenieur Simon Stevin (1548-1620), in zijn tijd een beroemd wiskundige en vestingbouwer. Net als in Amsterdam werden er grachten gegraven en werden de huizen op Hollandse wijze gebouwd, zij



Stadhuis Batavia 1710.

het dat de plattegronden al gauw waren aangepast aan de koloniale leefwijze, zoals het houden van slaven die in bijgebouwen gehuisvest werden. Om de ventilatie in de huizen te verbeteren paste men in de kozijnen in plaats van glas soms gevlochten rotan toe zoals bij stoelzittingen. In afwijking van de toenmalige Hollandse gewoonte werd de noklijn van het dak evenwijdig aan de straatgevel gerealiseerd, zodat men grote overstekken ('uitstekers') kon maken om zon en regen buiten te houden. Schone baksteen was vrijwel niet voorhanden, men metselde met het materiaal dat voorradig was, de gevels werden gepleisterd en wit gekalkt.

In de eerste periode van de VOC werd bij het metselen van muren soms koraalsteen gebruikt. Koraalsteen is organisch en poreus, het heeft buitengewone, capillaire eigenschappen en de muren waren dan ook permanent vochtig en konden een onaangename geur verspreiden. Het was gedurende de gehele VOC-periode gebruikelijk om bakstenen uit Nederland te importeren, zoals de kleine gele 'IJsselsteen' ($\pm 160 \times 80 \times 40$ mm), die soms nog te vinden is als bestratingsmateriaal, bijvoorbeeld in oude forten. Vooral in de beginperiode hadden de schepen op weg naar de Indonesische archipel weinig vracht aan boord en werd de nodige stabiliteit verkregen door de schepen te laden met bakstenen. Toch werden bakstenen vooral lokaal geproduceerd. In de vroege VOC-periode waren er al, buiten de muren van Batavia, steenbakkerijen en kalkovens te vinden. De afmetingen van bakstenen, vloerplavuizen en dakpannen waren gestandaardiseerd. In het stadhuis van Batavia waren de pasvormen gedeponeerd waaraan de vervaardigde bouw producten getoetst werden.

In haar grotere vestigingen had de VOC een ambachtskwartier, als een dienst openbare werken 'avant la lettre'. Bijvoorbeeld de Portugese Buitenkerk werd in 1690 door het hoofd van het Bataviase ambachts-kwartier, de Fabriek Ewout Verhagen, ontworpen. De Fabriek was bij de Compagnie de leider van het ambachtskwartier. Hij maakte ook de ontwerpen voor officiële gebouwen: stadhuis, kerken, etc. Het vakmanschap om dergelijke gebouwen tot stand te brengen werd geleverd door het VOC Ambachtskwartier waar circa 270 vaklieden werkten en

meer dan het dubbele aantal slaven die daar eveneens in allerlei ambachten werkzaam waren; daarnaast leverden ook de 'vrije' Chinese timmerlieden hun bijdrage.

In de tweede helft van de zeventiende eeuw was de veiligheid in 'de Bataviase Ommelanden' toegenomen. De elite ontvluchtte de benauwde en beklemmende, ommuurde stad. Men ontdekte de rijkdom van de tropische natuur en de meer welvarende stadsbewoners legden grote 'Thuynen' aan. De naam 'Thuyn' was duidelijk een understatement van waar het in die dagen feitelijk om ging. Het werden complete parken met vijvers, fontein, beeldhouwwerken, bomen en sierheesters en er werden grote landhuizen gebouwd. Het landhuis van de opperkoopman Reinier de Klerk (± 1760) aan het voormalige Molenvliet-west (Jalan Gaja Mada) heeft het overleefd en werd gerestaureerd (1999) door een Indonesisch/Nederlands architectenteam (Han Awal, Budi Lim en Cor Passchier).

De Indische kolonie in wording

Na het faillissement van de VOC (1799) veranderde er op het gebied van Openbare Werken weinig. Pas na de komst van gouverneur-generaal Herman Daendels werd er in een hoog tempo afscheid van de achttiende eeuw genomen. De socioloog-historicus J.A.A. van Doorn ziet de grote hervormingen van het koloniale bestel in de negentiende eeuw als het resultaat van de inzet van twee generaals (*De laatste eeuw van Indië*, 1994, p.110). Maarschalk Daendels legde in de jaren 1808-11 de grondslag van de gecentraliseerde bureaucratie, zette de inheemse bevolking met harde hand aan



Willemskerk, Batavia; Arch. J.H. Horst 1839.

de uitbreiding van de koffiecultuur en liet dwars door Java de 1 000 km lange 'Grote Postweg' aanleggen, een gigantisch wegebouwproject dat terecht 'Napoleontistisch' werd genoemd. Later voerde de voormalige generaal-majoor Johannes van den Bosch als gouverneur-generaal 1831-1833 het Cultuurstelsel op Java in. Dit laatste betrof een systeem van overheids-landbouwexploitatie op het eiland Java. De inheemse bevolking moest op jaarbasis een bepaalde hoeveelheid, door de overheid gewenste, landbouwproducten als belasting opbrengen, samen met het leveren van wisselende arbeidsdiensten in de aanleg en onderhoud van openbare werken.

In Daendels' tijd werd er over de stad gesproken als het 'graf der Europeanen', het stonk er en de dichtgeslibde grachten waren een broedplaats voor muskieten. Daendels pakte het rigoreus aan en liet het oude VOC-kasteel en de stadsmuren in de oude stad slopen en hergebruikte de bakstenen onder andere voor de bouw van een nieuw Paleis en bestuurscentrum. Het Witte

Huis aan het latere Waterlooplein stond in het centrum van de nieuwe bovenstad Weltevreden. Daar werden woningen voor officieren en ambtenaren gebouwd. De kazernes en het hospitaal verhuisden eveneens naar de bovenstad. Om de bewoners te stimuleren de mistroostige benedenstad (Kota) te verlaten liet hij een nieuwe sociëteit, de 'Harmonie', bouwen (in 1985 gesloopt). Gouverneur-generaal Daendels voerde het bewind van 1808 tot mei 1811 en voordat de Britten in september 1811 het bestuur over Java overnamen was hij al weer vertrokken. De Engelse bestuurs-periode onder gouverneur-generaal Stamford Raffles duurde vijf jaar. Zowel Daendels als Raffles hebben op bijzondere wijze hun naam in de geschiedenis gevestigd. De eerste als grondlegger van een nieuwe stad ten zuiden van het oude Batavia en de tweede als stichter van Singapore (1819).

De architectuur van de negentiende-eeuwse gebouwen was anders dan in de VOC-tijd. Er werd ruimer gebouwd in een neoclassicistische stijl, waarin ook de Javaanse invloed zich doet gelden; zowel in dakvorm (pendopo) als in de plattegrond van de woonhuizen. Ook de publieke gebouwen, etc. werden in deze stijl opgetrokken. Voornaam en imposant werd zo het Nederlandse gezag gerepresenteerd tegenover de Inheemse bevolking. De invoering van het Cultuurstelsel ging samen met een uitbreiding van de infrastructuur als wegen en bruggen, pakhuizen en irrigatiewerken, etc. In het regeringsreglement van 1854 werden vijf departementen benoemd en belast met het algemeen burgerlijk bestuur, waaronder het departement Burgerlijke Openbare Werken 'BOW'. Wat architectuur betreft: alle grotere overheidsgebouwen, maar ook woningen voor het overheidspersoneel, werden tot het begin van de vorige eeuw ontworpen door de BOW-Ingenieurs. Eveneens opgeleid in de civiele techniek waren de Genieofficieren in het koloniale leger die ook als architect werkten. Zij waren betrokken bij de bouw van militaire gebouwen, zoals vestingwerken en bruggen, maar ontwierpen ook de kazernes voor de troepen en de huizen voor de officieren van het leger.

Het Cultuurstelsel werd in 1870 afgeschaft en het systeem van vrije economische onderneming werd toegelaten. Dit bracht voor de Europese koloniale samenleving grote veranderingen met zich mee. Als nooit te voren trokken er in het laatste kwartaal van de negentiende eeuw duizenden Europeanen naar de kolonie, waaronder een toenemend aantal vrouwen. Door de aanleg van de spoorwegen in de tweede helft van de negentiende eeuw werd het binnenland toegankelijker en ontstonden er nieuwe steden op Java, zoals Malang en Bandung. In 1871 werd de eerste telegraafverbinding tussen Java en Europa tot stand gebracht. De samenstelling en organisatie van de koloniale samenleving werd meer divers, minder Indisch en meer Europees; bestuurs-hervormingen konden niet uitblijven

De moderne kolonie

Als gevolg van de Decentralisatiewet (1903) werden in Batavia, Surabaya en Semarang de eerste gemeenten opgericht, spoedig gevolgd door andere. In 1942 waren er achttien gemeenten op Java en twaalf in de rest van de archipel. De invoering van een gemeentebestuur gaf de nieuwe, lokale overheid de mogelijkheden om gemeentelijke verordeningen vast te stellen

en deskundige ambtenaren in dienst te nemen. De grotere steden hadden het moeilijk; er was sprake van een explosieve bevolkingstoename en de gemeente had noch ervaring met noch kennis van stadsbeheer en uitbreiding. Er was een gebrek aan bouwgrond, er waren geen plannen en er was een tekort aan woonruimte in alle bevolkingscategorieën.



Landhuis Reinier de Klerk, Batavia.

Rond de Eerste Wereldoorlog ontstond er een nieuw type van koloniale villa met een aan Nederland refererende burgerlijke architectuur en aangepast aan de lifestyle in een tropisch klimaat. Evenals in het negentiende-eeuwse Indië-huis, ontbrak er meestal een hal-vestibule. De voorgalerij over de volle frontbreedte verdween uit beeld en werd vervangen door een kleine veranda (het platje). De voorname, grote binnengalerij werd teruggebracht tot een intern circulatie-gebied dat fungeerde als salon en eetkamer aan de achterzijde. De keuken en badkamer met toilet werden veelal buiten het hoofdgebouw gesitueerd, in combinatie met de garage. Het personeel woonde niet langer in de bijgebouwen, maar in de kampung.

Het commerciële, moderne bouwbedrijf ontwikkelde zich en de eerste architecten uit Nederland arriveerden in het begin van de twintigste eeuw. Het was nu afgelopen met het Indische classicisme en vooral de steden toonden steeds meer een modern Europees karakter met moderne kantoorgebouwen en tuinen. De grondlegger van de moderne stedenbouw in Indonesië is de architect ir. Herman Th. Karsten. Hij introduceerde het instrumentarium van de moderne stedenbouwkunde en planning in Nederlands-Indië en was de 'auctor intellectualis' van de Stadsvormingsordonnantie (1948), een samenhangend ordeningsinstrument voor de stedenbouwkundige vormgeving en planning in de (post)koloniale stad die met haar bijzondere samenstelling van bevolkingsgroepen en belangentegenstellingen niet naar Europese maatstaven gemeten kon worden. In 1912 werd de Landsgebouwendienst opgericht waar architecten-ingenieurs de plannen maakten voor de belangrijke overheidsgebouwen, scholen en woningen voor ambtenaren. Een schitterende combinatie van architecten en ingenieurswerk was het stadhuis met watertoren (één gebouw) van Palembang in Zuid-Sumatra, een ontwerp van ir. S. Snuyf (1928).

Ongeveer rond de Eerste Wereldoorlog kwam er serieuze belangstelling voor originele Indonesische cultuuruitingen. Die vond zijn weerslag in de oprichting van allerlei instituten die zich gingen inzetten voor het handhaven van de Inheemse cultuur. In de literatuur trachtte men de Oosterse geest te doorgronden en sommige architecten poogden het Indonesische culturele 'eigen' in de architectuur van moderne bouwopgave te integreren.

Het interbellum was een tijd van experiment en vernieuwing. Er werden zeer interessante gebouwen gerealiseerd die getuigen van het zoeken naar een synthese tussen Oost en West, waarvan de Brits-Indische schrijver Rudyard Kipling eerder zei: 'and never the twain shall meet'.

(1889). De architect ir. Henri Maclaine-Pont bouwde in 1921 in Bandung de eerste gebouwen van de Technische Hogeschool (nu ITB) in een architectuurstijl die rechtstreeks refereerde aan Indonesische bouwvormen, de daknoken gebogen als de kopcontour van de buffel, bedekt met 'iju', de Indonesische tegenhanger van het ons welbekende rieten dak. De draagconstructies waren ontworpen en uitgevoerd in een samengesteld houtskeletstelsel van Franse herkomst (*A. Emy, militaire barak, in Marac, 1825*). Tegelijkertijd waren er architecten die de 'moderne', meer internationale beweging aanhingen. In 1919 ontwierp architect Charles P. Wolff Schoemaker het Jaarbeursgebouw in Bandung, een opmerkelijk gebouw waarin de inspiratie door het vroege werk van de Noord-Amerikaanse architect Frank Lloyd Wright zeer herkenbaar is in de symmetrie van plattegrond en in de gevels, de dakranden, etc. Een van zijn bekendste gebouwen in Bandung, op weg omhoog naar 'Lembang', is Villa Isola ontworpen in 1932. Villa Isola heeft een volkomen symmetrie in plattegrond en volume. Deze symmetrie is consequent volgehouden in het ontwerp van het aansluitende tuinlandschap met waterpartijen. De architectuur is uniek, intrigerend en uitdagend, het is 'the American dream' van de Indische krantenmagnaat Dominique Berretty. Het bouwvolume, dat per verdieping afneemt, paste volkomen in het toenmalige sawah-landschap, met op de achtergrond de contouren van de vulkaan 'Tangkuban Perahu'.

De 'moderne' architect in de dertiger jaren van de vorige eeuw, om bij Bandung te blijven, was Albert F. Aalbers, een begenadigd ontwerper die zijn bouwwerken in reactie op de stedenbouwkundige situatie vormgaf. Aalbers bouwde de DENISbank in 1935. De geniale wijze waarop Aalbers met de plattegrond en het bouwvolume op de omgeving reageert, geeft het kruispunt van de Jalan Braga / Jalan Naripan een plein-achtige allure. Aalbers was ook de architect van hotel Savoy Homann.



Hotel Homann Bandung Arch. Aalbers 1939.

In Surabaya was het hoofd van de gebouwendienst ir. Wijnand Lemei architect van het kantoor van de gouverneur van Oost-Java (1931). Hij zal geïnspireerd zijn door het werk van de Nederlandse architect Willem Dudok. Nog steeds zijn de genoemde gebouwen belangrijk als identiteitsdragers in de stad en is er letterlijk sprake van gedeeld erfgoed. De Indonesiër woont en werkt dagelijks in dit decor, voor Nederlanders is het een compartiment in de cultuur-historische geschiedenis.

Wie nu door Indonesië reist, zal vooral in de grote steden met verwondering constateren dat er een uitgesproken erfenis is van architectuur uit het verleden; een gebouwde erfenis die overigens langzaam uit het beeld verdwijnt. Uiteindelijk zullen een beperkt aantal goed gerestaureerde gebouwen overleven, nog steeds beeldbepalend maar met minder betekenis voor de moderne functionele stad.



De Europese weersatelliet MetOp met zonnepanelen van Dutch Space.

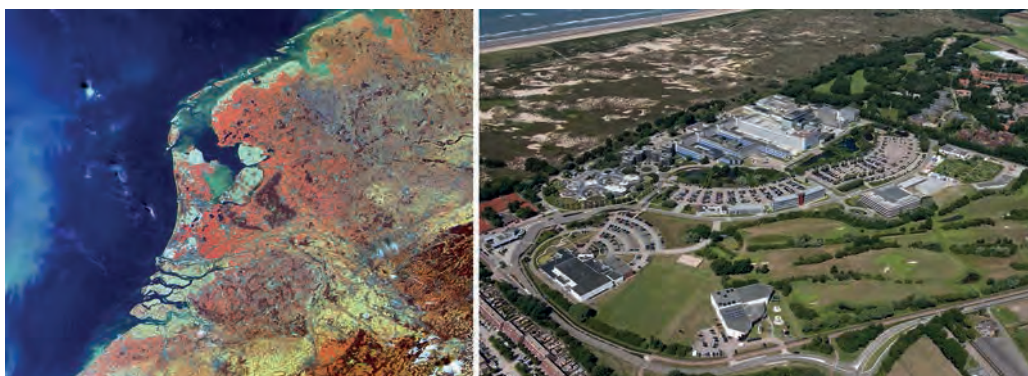


Tientallen toepassingen van communicatie- en navigatiesatellieten voor TV, navigatie, voertuigen, dataverkeer, enzovoort.

Historie Ruimtevaart in Nederland

Ir. Daan de Hoop

Ons huidige leven, welvaart en welzijn, ook in Nederland, worden sterk beïnvloed door de ruimtevaart. Denk maar aan communicatie, TV, weerberichten en navigatie. Eigenlijk is het ruimtevaarttijdperk nog maar ruim vijftig jaar oud, met verve begonnen met de lancering van Spoetnik op 4 oktober 1957. Nederland speelt in de ruimtevaart een bescheiden doch belangrijke rol. In de jaren vijftig vervulden prof. Van de Hulst, prof. De Jager en prof. Van der Maas al een voortrekkersrol bij het tot stand komen van Europese ruimtevaartagentschappen. De Europese raketorganisatie ELDO werd evenals de Europese organisatie voor ruimteonderzoek ESRO in 1962 opgericht. Beide gingen in 1975 over in ESA (European Space Agency). ESA's technologiecentrum ESTEC was van 1962 tot in 1967 in Delft gevestigd; in dat laatste jaar opende (destijds) prinses Beatrix de ESTEC-vestiging in Noordwijk.



In de jaren vijftig en zestig waren de Amerikanen en Russen actief op het gebied van de lancering van communicatiesatellieten, bemande ruimtevaart (waaronder maanmissies) en onbemande missies naar de maan en de planeten. Ook Europa was in deze beginjaren al actief, eerst vooral op nationaal niveau maar al ras kwamen er samenwerkingen op gang tussen Europese landen in het kader van organisaties als ESRO, ELDO en later ESA. Nederland deed meteen behoorlijk mee. Zo ontwikkelde TNO het geavanceerde astronomische instrument S59 voor de ESRO satelliet TD-1A die in 1972 werd gelanceerd. Nederland besloot eind jaren zestig ook zelf satellieten te ontwikkelen. De eerste Nederlandse satelliet ANS werd in 1973 gelanceerd. De navolgende nationale projecten op het gebied van satellieten en ruimte-instrumenten zoals IRAS, SAX, Slosat, Sciamachy en OMI (Ozon Monitoring Instrument) oogstten veel succes. Terugkijkend op de laatste vijftig jaren kunnen projecten worden genoemd die voor de Nederlandse burger en onze maatschappij van grote waarde zijn. Nederland heeft zinvolle bijdragen geleverd aan menig internationaal programma.

Enkele hoogtepunten in Nederland in de afgelopen vijftig jaren

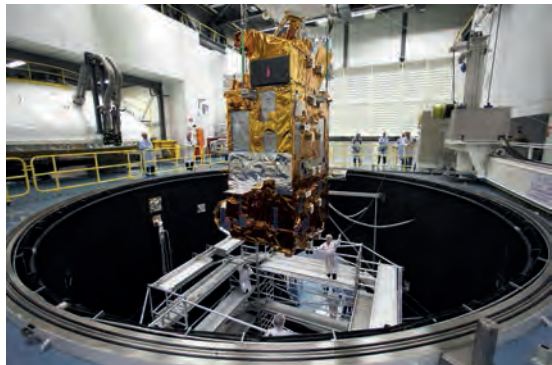
Nederland is actief in vele ruimtevaartsectoren, variërend van ruimteonderzoek, astrofysica en atmosfeeronderzoek tot aardobservatie, bemande ruimtevaart en de bouw van satellieten en raketdelen. Honderden kennisinstellingen, bedrijven, universiteiten en laboratoria zijn betrokken bij de ruimtevaart. Nederland deed al vanaf de beginjaren mee aan vele ESA-programma's met mooie resultaten, waarbij grote geavanceerde instrumenten werden geleverd voor bijvoorbeeld de astronomische satellieten ISO en Herschel en aardobservatiesatellieten zoals ENVISAT en diverse Meteosats. Ook deed Nederland mee aan de Europese bemande programma's Spacelab en ISS door het leveren van grote instrumenten zoals een zestal gloveboxen, waarmee de astronauten Wubbo Ockels en André Kuipers onderzoek hebben verricht. Overigens levert Nederland ook, vaak op commerciële basis, producten zoals zonnepanelen en gloveboxen aan NASA en Europese organisaties als Eumetsat. Ook wetenschappers deden volop mee aan Amerikaanse en Europese satellietprojecten.

De nationale projecten betreffende satellieten en ruimte-instrumenten als ANS en OMI verhoogden ons aanzien en reputatie. Ook werd door nationale technologieprojecten onze expertise op vakgebieden als zonnepanelen, structuren, instrumentatie en optica behoorlijk versterkt, wat van belang was voor het verkrijgen van contracten van ESA, NASA, Boeing, EADS en Alcatel. Nederlandse wetenschappers en gebruikers benutten de satellietgegevens voor vele doeleinden. Vooral Nederlandse astronomen deden baanbrekend onderzoek.

Onze bijdrage aan ESA

Nederland heeft met succes bijgedragen aan nagenoeg alle Europese ruimtevaartprojecten. De grootste ESA-vestiging ESTEC (technologie en integratie van satellieten) is sinds 1967 gevestigd in Noordwijk. Daar werken meer dan 2000 personen aan grote Europese projecten, waaronder vele Nederlanders. ESTEC is goed voor onze economie. Nederland krijgt technologisch hoogstaande contracten uit ESA-projecten. Nederlandse astronomen vervullen al meer dan 50 jaar een vooraanstaande rol in ESA-programma's zoals EXOSAT, XMM en Herschel-Planck. Voor Herschel was Nederland de hoofdcontractant van het belangrijke HIFI instrument: een staaltje van de nieuwste technologie.

Ook in aardobservatieprojecten spelen Nederlandse wetenschappers en bedrijven een belangrijke rol. Aan boord van de grote satelliet ENVISAT (lancering 2002) bevonden zich instrumenten als Sciamachy, MIPAS en MERIS waaraan TNO, Dutch Space en diverse MKB's grote bijdragen leverden. Sciamachy werd gefinancierd door Nederland, Duitsland en België



Weersatelliet MetOp onder test bij ESTEC.

met een hoofdrol voor Nederland. Ook het KNMI was hierbij nauw betrokken. TNO had een groot aandeel in de ontwikkeling van het instrument GOME-2 voor atmosfeeronderzoek aan boord van de weersatelliet Meteosat. De TU Delft en anderen waren actief bij de ontwikkeling van instrumenten op GOCE voor geodetisch onderzoek. Bij al deze satellieten waren bedrijven als Dutch Space, Moog-Bradford en Cosine en ook TNO, SRON en NLR betrokken, waarbij componenten als zonnepanelen en voortstuwingssystemen werden geleverd.

Nederlandse bedrijven hebben aan ESA-projecten betreffende bemande ruimtevaart, zoals Spacelab en het ruimtestation ISS, belangrijke producten geleverd. In het ISS-laboratorium Columbus bevinden zich geavanceerde kleppen van Moog-Bradford. De transportmodule ATV die aan ISS wordt gekoppeld, bevat grote zonnepanelen van Dutch Space. André Kuipers' DELTA-missie van 2004 en zijn PromISse-missie van 2011/12, waarbij hij ook Nederlandse experimenten in ISS uit-



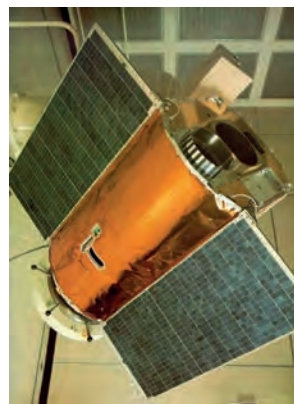
André Kuipers bij de glovebox MSG in ISS.

voerde, waren een groot succes. De gehele Nederlandse pers besteedde hier aandacht aan. Het door André uitgevoerde experiment met 24 geavanceerde lampen ontworpen door TU Eindhoven en Philips leverde uitstekende resultaten op. Dit experiment werd uitgevoerd in een grote glovebox die door Moog-Bradford was gemaakt.

Ariane-raketten bevatten belangrijke Nederlandse onderdelen zoals motorframes, structuurdelen en ontstekers voor de grote Vulcain motoren. Al met al een aardige opsomming van Nederlandse bijdragen die overigens lang niet compleet is.

De nationale projecten ANS, IRAS, SAX, Sloshtat, Sciamachy, OMI en Tropomi

Ondanks dat Nederlandse bedrijven en laboratoria in de jaren 1960 redelijk betrokken waren bij diverse Europese ruimtevaartprojecten, vond menigeen dat onze concurrentiekracht moest worden versterkt. Vandaar dat in de jaren zestig een voorstel werd uitgewerkt voor de ontwikkeling en bouw van een eigen nationale astronomische satelliet. Het plan voor ANS (Astronomical Netherlands Satellite) werd in 1969 goedgekeurd. De satelliet, met een massa van 129 kg, werd in 1973 gelanceerd en was een groot succes. Er waren drie astronomische instrumenten aan boord, waarvan één uit de VS. NASA was zo ingenomen met de samenwerking met Nederland, dat ze ons uitnodigde samen de grote satelliet IRAS te bouwen voor astronomisch onderzoek



ANS satelliet.

in het infrarood. IRAS was 3,75 m hoog en woog 1080 kg. De lancering vond plaats in 1983. In honderden tijdschriften zijn de resultaten van ANS en IRAS gepubliceerd, waarbij Nederlandse astronomen werden geprezen.

Na 1980 besloot de Nederlandse regering zich verder op ESA te concentreren en werden nationale projecten van meer bescheiden omvang gedefinieerd. Zo deed Nederland mee aan de Italiaanse satelliet SAX voor onderzoek in het röntgengebied. SAX werd in 1996 gelanceerd. Ook ontwikkelde Nederland samen met ESA, de VS, Israël en anderen de kleine satelliet Slosnat (lancering 2005) voor onderzoek aan het klotsen van vloeistoffen in de ruimte. Ook deze projecten trokken internationaal de aandacht. De nanosatelliet Delfi-C3 (vooral TU Delft) werd in 2008 gelanceerd en in 2013 werd de kleine satelliet Delfi-n3Xt gelanceerd.

In de jaren 1990 en 2000 werden twee belangrijke instrumenten voor atmosfeeronderzoek en het monitoren van ozon ontwikkeld en vervaardigd. Sciamachy werd geplaatst op ENVISAT en OMI was een belangrijk instrument op de NASA EOS Aura satelliet (lancering 2004). Beide instrumenten doen het voortreffelijk en ook KNMI benut de gegevens t.b.v. onderzoek en weersvoorspelling. Momenteel wordt een nog groter instrument voor atmosfeeronderzoek, de Tropomi, samen met ESA ontwikkeld.



IRAS satelliet.

De toepassingen en het gebruik van ruimtevaartresultaten ook in Nederland

Er zijn honderden satellieten gelanceerd voor tientallen toepassingen op het gebied van communicatie, navigatie, meteorologie, geodesie, wetenschap en astronomie. In ruimtestations wordt onderzoek gedaan aan ons menselijk lichaam (levenswetenschappen: botontkalking, enzovoort) en op terreinen zoals fysica, materiaalkunde, biologie en chemie zijn al honderden experimenten verricht. Nederlandse wetenschappers en gebruikers hebben al deze ruimtesystemen volop benut. Ruimtevaart is een groot en maatschappelijk belangrijk marktsegment, waarbij de rol van overheden (ook die van Nederland) essentieel is. Vanwege de enorme opbrengsten voor de economie en de welvaart investeren vele landen aanzienlijk in de ruimtevaart. De budgetten van NASA, het Europese ruimtevaartagentschap ESA en internationale bedrijven als Boeing lopen in de tientallen miljarden euro's per jaar.

Tientallen Nederlandse instellingen (wetenschappelijke en applicatie-gerichte instituten) en bedrijven zijn actief op nagenoeg alle disciplines, variërend van astronomie en meteorologie tot technologie en componenten. Instituten zoals SRON en KNMI zijn sterk betrokken bij vele internationale activiteiten met betrekking tot ruimteonderzoek en meteorologie. Tientallen universiteiten (van Amsterdam tot Groningen en van Utrecht tot Delft) doen onderzoek op gebieden variërend van astrofysica tot aardobservatie.

Onze welvaart en ons welzijn is enorm toegenomen door de ruimtevaart. Door orkaan- en stormwaarschuwingen middels weersatellieten worden honderden mensenlevens gered en door communicatiesatellieten kan iemand op welke berg of olieplatform of bootje dan ook worden bereikt. Deze baten zijn essentieel voor ons en dan twijfel je toch niet aan het belang van ruimtevaart. De kennis van ons heelal is enorm vergroot door ook Nederlandse astronomische satellieten. Sinds de Gouden Eeuw (denk maar eens aan Huygens die toen al planeten bestudeerde en de Saturnusmaan Titan ontdekte) zijn Nederlandse astronomen wereldberoemd, en ook in onze tijd spelen astronomen een hoofdrol in ESA en NASA projecten.

Momenteel, meer dan 50 jaar na de lancering van de Spoetnik, is ruimtevaart een normale zaak voor ons allen. Helaas staan we er niet altijd bij stil wat de impact is van ruimtevaart op de Nederlandse samenleving. In het bovenstaande is slechts het topje van de ruimtevaart-ijsberg getoond. Slechts een beperkt aantal belangwekkende Nederlandse projecten en toepassingen zijn vermeld, die ook laten zien dat Nederland internationaal een behoorlijke rol vervulde en vervult.



André Kuipers in ISS in 2004.

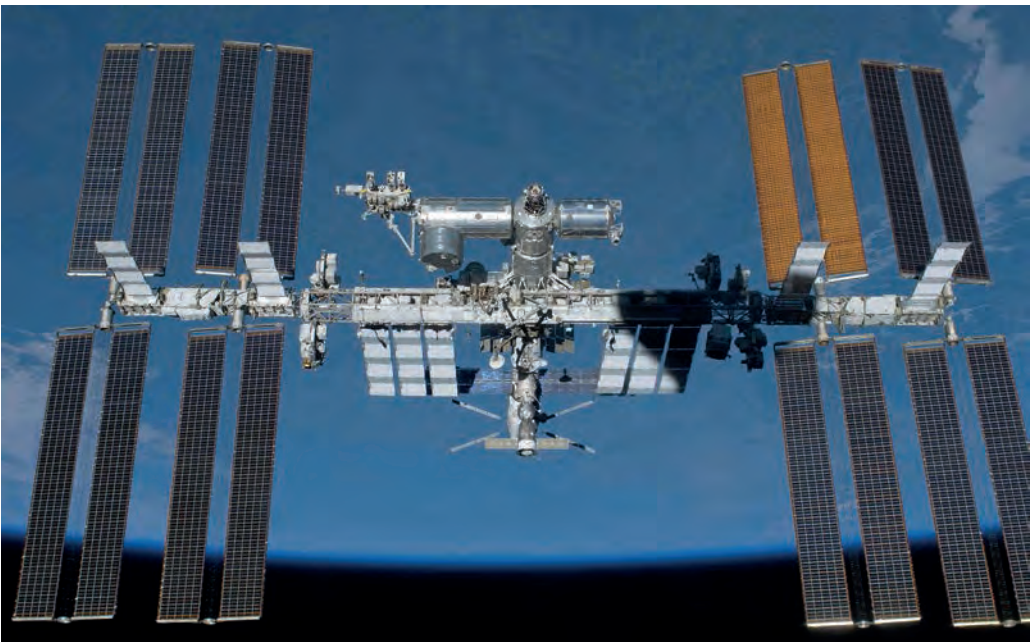
Nederlandse bijdrage aan bemande ruimtevaart en publiciteit

Hoewel de Nederlandse prioriteit ligt op het gebruik van ruimtevaart en onze astronomen baanbrekend ruimteonderzoek hebben verricht, mag eigenlijk een kort relaas over onze astronauten Wubbo Ockels en André Kuipers hier niet ontbreken. Wubbo verrichte in het

laboratorium Spacelab dat aangebracht was in het laadruim van de Space Shuttle, in 1985 vele Nederlandse experimenten op het gebied van vloeistoffysica en biologie. Wubbo is ook na zijn missie veelvuldig op TV en in de media aan het woord geweest op tal van terreinen variërend van technische hoogstandjes en de Superbus tot races met de Nuon zonnecel-auto en duurzaamheid. Wubbo overleed in mei 2014.

André Kuipers verbleef in 2004 ruim een week in ISS waarbij hij veel Nederlandse experimenten uitvoerde, mede daar Nederland behoorlijk betaalde voor deze DELTA-missie. Hij verbleef in 2011/12 tijdens de PromISSE-missie zelfs 193 dagen in ISS, waarbij hij, nu als Europese astronaut, veel onderzoek verrichtte en veelvuldig onderhoud pleegde aan de meest uiteenlopende systemen in ISS. Voor Nederland waren de experimenten in de grote Europese Microgravity Science Glovebox MSG interessant, daar het Nederlandse bedrijf Moog-Bradford het grootste deel hiervan vervaardigde. Ook was André nauw betrokken bij de koppeling van ruimtevoertuigen aan het ISS, zoals de Progress en het nieuwe Amerikaanse Dragon bevoorradingsvaartuig. Na zijn vlucht gaf André veel voordrachten, waarbij hij tevens technologie en duurzaamheid stimuleerde, ook onder jongeren.

Tot slot kort enige informatie over publiciteit. Nederland kan zich gelukkig prijzen met vele expo's en musea die aandacht schenken aan ruimtevaart: denk maar aan Space Expo in Noordwijk, Aviodrome in Lelystad en Museon in Den Haag. Op websites als www.esa.int, www.spaceoffice.nl, www.ruimtevaart-nvr.nl en www.sron.nl is veel informatie te vinden. Via de website van de NVR kan bijvoorbeeld de "Canon Ruimtevaart Nederland" worden gedownload (40 pagina's) met veel informatie over het belang van ruimtevaart.



Ruimtestation ISS.

De winning van bruinkool in Duitsland

Ir. Ton Boele

Aanleiding voor deze bijdrage is een bezoek van Hist Technica-leden aan de bruinkoolwinning "Tagesbau Nochten" op 23 mei 2014. Dit bezoek aan de bruinkolenregio "Lausitz" vond plaats in het kader van de Studiereis Saksen i.s.m. KIVI Geschiedenis der Techniek. Voor de deelnemers bleek het afdalen in de groeve tot 100 meter diepte en hun aanwezigheid te midden van de immense graafmachines een hoogtepunt van de reis. Hieraan voorafgaand hield Dipl.-Ing. Rolf Sahre op 10 mei 2014 een voordracht in Delft. De navolgende uiteenzetting is mede door hem geïnspireerd.



De grondstof

Bruinkool bestaat uit afzettingen van plantenresten die in het geologisch verleden langdurig aan hoge druk en warmte zijn blootgesteld. Blootstelling van veen aan toenemende druk en temperatuur leidt tot een reeks omzettingen: bruinkool, steenkool, antraciet en tenslotte grafiet. Bij verdere compressie van grafiet zou diamant kunnen ontstaan. Droge bruinkool bevat tot 75% koolstof. Ter vergelijking: droge turf bevat tot 60% koolstof en antraciet tot 95% koolstof. Bruinkool heeft een hoog zwavelgehalte. Verbranding van bruinkool in verouderde elektriciteitscentrales (vooral in Oost-Europa) draagt daarom bij aan zure regen. In moderne bruinkoolcentrales wordt de zwaveluitstoot grotendeels gefilterd.

Voorkomen

In Europa wordt bruinkool vooral gewonnen in Duitsland en naar verwachting zal bruinkool daar de belangrijkste brandstof voor elektriciteitsopwekking blijven. Er zijn economisch winbare voorraden in Duitsland van 40 miljard ton; met een jaarlijkse winning van 166 miljoen ton is dit voldoende voor 240 jaar (bij gelijkblijvende productie). Anno 2014 zijn de twee belangrijkste winningsgebieden in Duitsland het Rheinland ten westen van Keulen en de Lausitz in Saksen. Het Rheinische Revier heeft echter beduidend grotere voorraden.

De bruinkool is te vinden op dieptes van 100 tot 500 m onder het aardoppervlak en wordt voor 90% in dagbouw gewonnen. Dit is eenvoudiger dan de winning van de dieper gelegen steenkool met schachtbouw. Om de dagbouwgroeves droog te houden wordt grondwater weggepompt. Dit zorgt voor verdroging van omliggende landbouw- en natuurgebieden. Een ander nadeel van de bruinkoolwinning door middel van dagbouw is de permanente beschadiging van het landschap. Hele dorpen worden verhuisd omdat ze op een bruinkoollaag liggen. Het afgegraven terrein is na recultivatatie (terugstorten van löss en zand) na zeven jaar weer rijp voor bos- en landbouw. Deze problematiek is minder relevant voor de Lausitz. Dit gebied is van oudsher minder bewoond vanwege de voedingsarme bodem voor de landbouw.

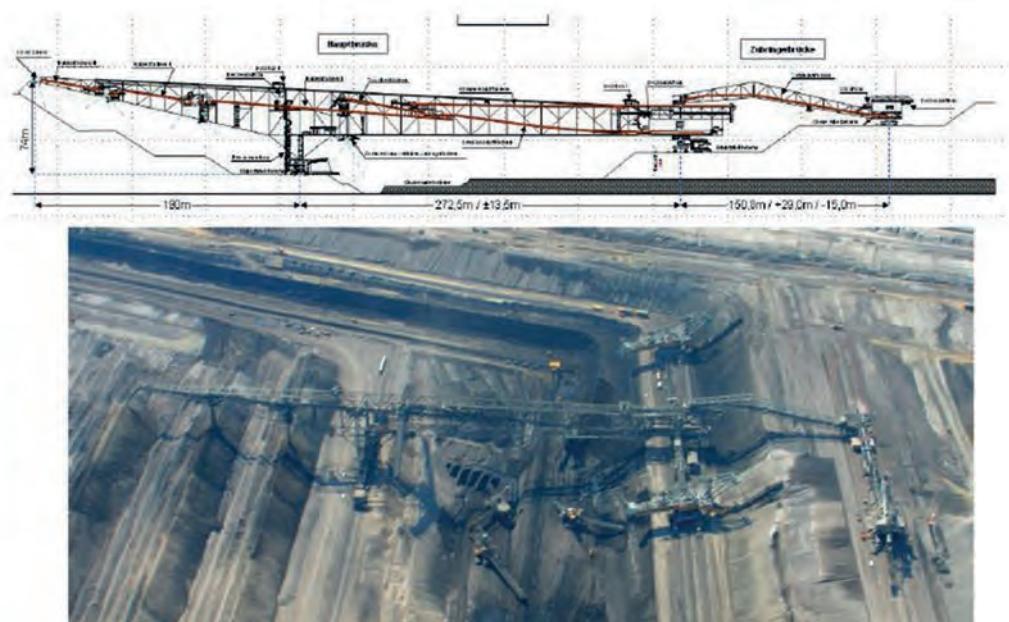
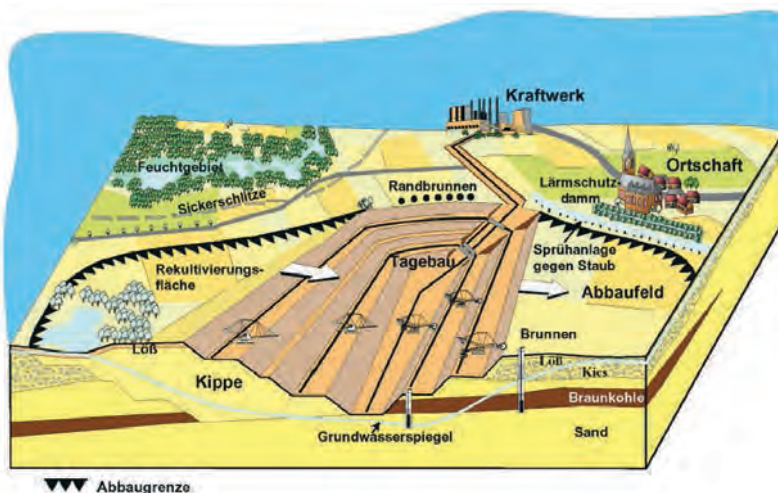


Foto en tekening afkomstig van Rolf Sahre.

Geschiedenis en ontwikkeling

In Duitsland wordt na 1610 voor het eerst melding gemaakt van gebruik van bruinkool. Aanvankelijk was hoofdzakelijk sprake van ondergrondse winning. Door de toegenomen mogelijkheden van mechanisering verschoof de exploitatie vanaf het begin van de 20^{ste} eeuw steeds meer naar oppervlaktewinning. Vanaf het midden van de 19^e eeuw wint de economische noodzaak van bruinkoolwinning steeds meer aan belang, vooral omdat hout niet meer aan de energiebehoefte kon voldoen. De opkomende industrialisering en de bruinkoolwinning hadden een grote invloed op elkaar. Enerzijds nam de vraag naar brandstof sterk toe en anderzijds werd een economische winning steeds meer mogelijk door de opkomst van stoommachines en de daarbij behorende mechanisatie. De ontwikkelingen volgden elkaar nu snel op. In 1846 in de z.g. *Schwelöfen* vond door verhitting tot 1000 °C voor het eerst de winning van teer en olie uit bruinkolen plaats. In 1858 werd de brikettenpers in gebruik genomen. Deze was aanvankelijk voor de ontwatering van turf gedacht, maar bleek nog effectiever voor het aanzienlijk verlagen van het hoge watergehalte van bruinkool. Economisch transport van bruinkool werd nu mogelijk. Door als brandstof het vrijkomende z.g. *Schwelgas* te gebruiken werden de brikettenfabrieken zelfvoorzienend. Er ontstonden grote aantallen brikettenfabrieken. Dit is mede te verklaren uit het feit dat de DDR, met zijn omvangrijke industrie, voor 70-80% van zijn energievoorziening was aangewezen op bruinkool. Men wilde voor zijn grondstoffen onafhankelijk zijn van het buitenland c.q. de wereldmarkt, ook al omdat het ontbrak aan de hiervoor noodzakelijke harde valuta.

Tijdens de studiereis van Histechnica werd een bezoek gebracht aan de "Briketten- en Energiefabrik Knappenrode", daterend van 1918. De in 1993 stilgelegde fabriek verkeert nog in originele staat. Er is een route van loopbruggen en trappen aangelegd, die van boven naar beneden door het complex leidt en daarbij een uniek inzicht in het proces biedt. De route voert langs een indrukwekkende hoeveelheid zeven, maaltrommels, ketels en persen. Voorts zijn in de energiecentrale drie grote stoommachines te zien.

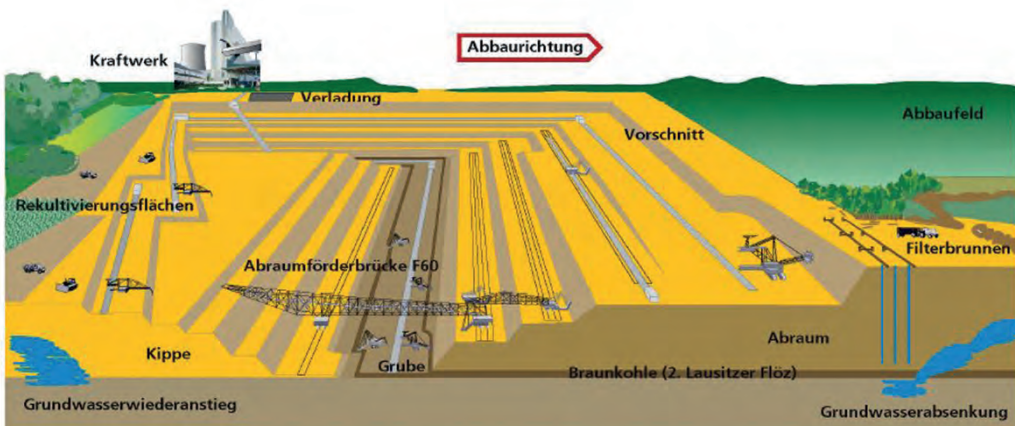


Schema A

Techniek en werkwijze

Al vroeg werd de *Eimerkettenbagger* toegepast, een graafmachine met een lange ketting voorzien van graafbakken, vergelijkbaar met een baggermolen maar dan te land. Aanvankelijk was deze star, maar in de twintiger jaren werd de starre versie vervangen door een zwenkbare. Doordat hiermee het werken in slagen mogelijk was, werd de productie aanzienlijk verhoogd. Ook was het hierdoor mogelijk een grotere laagdikte in één fase te verzetten. Vooral in de beginjaren van de oppervlaktewinning werden eveneens verschillende typen van grondverzetwerktuigen ingezet die de grond verschoven. Een volgende en laatste stap in de ontwikkeling van de graafmachines was de baggerwiellader. Deze is steeds voorzien van een *Absetzer*, een uitkragende boom met transportband, om het afgegraven materiaal aan de tegenover liggende zijde en op geruime afstand van de graafmachine te deponeren. Alle graafmachines bewegen zichzelf voort, hetzij door rupsen, hetzij op rails. De rails wordt gebruikt door werktuigen met verschillende spoorbreedte die op ingenieuze wijze voortschrijdend kan worden aangepast.

De moderne oppervlaktewinning van bruinkool ofwel dagbouw vindt plaats in een groeve van omvangrijke afmetingen. De omvang van de "bouwput" van de door Histechnica bezochte *Tagesbau* Nochten is niet de grootste maar bestrijkt toch een rechthoek van ongeveer zes bij tien kilometer. De groeve breidt zich uit door afgraving parallel aan de lange zijde terwijl het afgegraven bodemmateriaal weer wordt aangestort aan de tegenoverliggende lange zijde van de groeve. De groeve verplaatst zich daarom in de richting loodrecht op de lange zijde. In vroegere tijden werd de afgegraven bodem via treinwagons om de groeve naar de andere zijde getransporteerd. Door de inzet van steeds grotere graafwerktuigen en capaciteitsvergrotingen was het ook noodzakelijk het opgegraven materiaal sneller en in grotere volumes af te voeren dan mogelijk was per spoor. Thans wordt gebruikt gemaakt van twee werkwijzen.



Schema B



Het grote graafwiel.

Op schema A is een groeve aangegeven waarbij de *Absetzer* het materiaal op een systeem van transportbanden deponeert en vervoer naar de andere zijde plaatsvindt voor aanvulling. Op schema B is de methode met gebruik van z.g. *Abraumförderbrücken* aangegeven, die het materiaal over de kortste weg rechtstreeks naar de andere zijde brengen. Deze gigantische constructies zijn vooral in de voormalige DDR ontwikkeld. Kort voor de *Wende* in 1989 kwamen de twee grootste exemplaren ooit gebouwd in bedrijf: het type F60, 500 meter lang en 80 meter hoog. Het zijn voorts de grootste constructies ter wereld die zich voortbewegen. Tijdens de studiereis werden beide constructies bezocht. De eerste werd in bedrijf aanschouwd in Nochten, de tweede heeft inmiddels de museumstatus bereikt en werd door de deelnemers beklommen in Lichterfeld. De bandconstructie waarvoor de groepsfoto in Nochten werd gemaakt, kreeg bodemmateriaal aangevoerd door de *Absetzers* van drie zeer grote graafwielladers die hiermee verbonden waren. Onder de *Abraumförderbrücke* bevindt zich in het midden van de groeve het laagste punt en dit is waar de (diepste laag) bruinkool zich bevindt. Tagesbau Nochten heeft een dagelijkse productie van 100.000 ton, voldoende om in de energiebehoefte van een grote stad te voorzien. Een bezoek aan de Lausitz en de bruinkoolwinning aldaar was een bezoek waard.

Computerontwikkelingen in Nederland, 1945 tot 1980

Ir. Kees Pronk

Tijdens de Tweede Wereldoorlog was er in Engeland en in de Verenigde Staten grote vooruitgang geboekt bij het ontwerpen, construeren en het programmeren van automatische rekenmachines (rekenautomaten of computers). Nederland wilde de aansluiting bij deze voor de wetenschap en industrie belangrijke ontwikkelingen niet missen. In de technische wetenschap was er voor de oorlog goede vooruitgang geboekt bij het omzetten van fysische vraagstellingen in mathematische modellen. Men zocht naar mogelijkheden om deze wiskundige modellen numeriek door te rekenen. In de administratieve automatisering bestond er al voor de oorlog ruime ervaring met ponskaartensystemen bij o.m. bedrijfsadministraties en het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS). De na de oorlog te ontwikkelen computers zouden voor zowel de technisch-wetenschappelijke wereld als voor de administratieve toepassingen zeer waardevol worden. In Nederland startten twee ontwikkelingen: bij de PTT gezamenlijk met de toenmalige TH Delft en bij het Mathematisch Centrum in Amsterdam. Philips betrad dit vakgebied enkele jaren later.

Zo kort na de oorlog waren de mogelijkheden om grootschalige computers te bouwen nog zeer beperkt want er waren nog nauwelijks geschikte componenten verkrijgbaar. Het maken van computers was zowel een wetenschappelijke als een technische uitdaging: het was nog onbekend hoe componenten tot schakelingen en hoe schakelingen tot computers konden worden samengesteld. Hoe een computer te programmeren, was nog grotendeels onverkend terrein. Kortom, werkelijk alles moest nog worden uitgevonden.

PTT en TU Delft

Bij de PTT werkte Leen Kosten al in de oorlogsjaren aan simulatoren voor telefoonnetwerken. Na de oorlog trok hij de Delftse student Willem L. van der Poel aan om de ontwikkeling van een rekenautomaat te starten. Willem van der Poel ontwierp eerst de Testudo (schildpad), een op relais gebaseerde computer (1947-1954). Zoals uit de naamgeving blijkt, was deze computer zeer traag: een optelling duurde 30 seconden. Dit is ongeveer even snel als een menselijke rekenaar. De Testudo was zeer betrouwbaar, hij kon dag en nacht doorrekenen en daardoor won hij het van de menselijke rekenaar. De Testudo heeft tot 1965 gerekend aan optische systemen voor Technische Natuurkunde.

Na de Testudo volgde de PTERA (PTt Eenvoudige RekenAutomaat, 1953). Deze met buizen uitgeruste machine bleek niet heel betrouwbaar. Vervolgens ontwierp van der Poel de ZEBRA - (Zeer Eenvoudige Binaire RekenAutomaat, 1956) die was uitgerust met elektronenbuizen en een trommelgeheugen. Men probeerde dit succesvolle ontwerp door Philips te laten produceren,

maar Philips was – vanwege afspraken met IBM – niet geïnteresseerd. De Engelse firma Stantec nam de fabricage ter hand. De getransistoriseerde ZEBRA – II volgde de ZEBRA – I op in 1958. Industrie en universiteiten hebben in totaal ca. 55 ZEBRA-machines aangeschaft.



De ZEBRA computer.

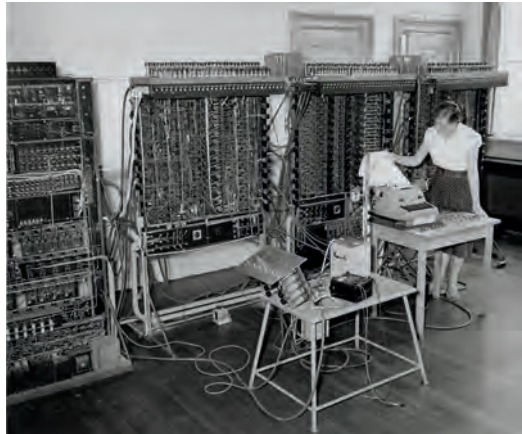
Dat de ‘E’ van ‘Eenvoudig’ in de naamgeving veel voorkomt, had een duidelijke reden. In het buizentijdperk waren veel computerstoringen te wijten aan defecte buizen. Door buizen voor meer dan één functie te gebruiken, kon het aantal benodigde elektronenbuizen verminderen en steeg de betrouwbaarheid van de computer. Een bijzondere technische eigenschap van de computers van Willem van der Poel was het gebruik van ‘functionele bits’ in het instructiewoord. Dit mechanisme werd later heruitgevonden onder de naam microprogrammering. Het gebruik van deze functionele bits maakte het programmeren lastiger. Men sprak wel van trucologie of onderwaterprogrammering.

Amsterdam

In 1946 werd in Amsterdam het Mathematisch Centrum (MC, tegenwoordig Centrum voor Wiskunde en Informatica, CWI) opgericht. De doelstelling van het MC was tweeledig: het uitvoeren van technisch-wetenschappelijke berekeningen ten behoeve van de industrie en het ontwikkelen van computers. Als directeur van het MC werd Adriaan van Wijngaarden aangetrokken. Om de eerste doelstelling te verwezenlijken, trok hij een aantal rekenaarsters aan. Deze rekenaarsters (jonge vrouwen met een HBS-B-opleiding) rekenden met behulp van tafelrekenmachines technisch-wetenschappelijke problemen door. De staf van het MC zette de mathematische problemen om in berekenbare delen die vervolgens door de rekenaarsters werden uitgerekend.

Om de tweede doelstelling te bereiken, trok van Wijngaarden twee natuurkundestudenten aan: Carel Scholten en Bram Loopstra. Zij werden belast met het ontwerpen en construeren van nieuwe computers. De eerste computer die zij ontwierpen heette de ARRA – I (Automatische

Relais Rekenmachine Amsterdam). Deze machine werd in 1952 voltooid. De ARRA – I heeft slechts eenmaal gewerkt. Na de officiële demonstratie weigerde de machine verder dienst. Het MC richtte zich direct op de constructie van een opvolger, de ARRA –II. Deze met electronenbuizen uitgeruste computer werd in 1953 in bedrijf gesteld en functioneerde tot 1956. Fokker bestelde een speciale versie van deze machine (de FERTA, Fokkers Eerste Rekenmachine Type ARRA) voor berekeningen aan de Fokker Friendship. De ervaringen met de ARRA – II waren zo positief dat besloten werd



De ARRA-1 computer.

tot de constructie van een volwaardiger machine: de ARMAC (Automatische Rekenmachine MATHematisch Centrum). Het ontwerpteam werd in deze jaren 1954-1956 bijgestaan door Escher W. Dijkstra en door Gerrit Blaauw. Het ontwerpen en construeren van computers werd steeds meer bekend terrein; nieuwe uitdagingen lagen vooral op het terrein van het programmeren.

De hiervoor genoemde rekenaarsters van het MC werden betrokken bij het programmeren en bedienen van de computers. Vanuit deze expertise hadden ze kunnen doorgroeien naar hogere functies in de informatica. Echter, door huwelijken en zwangerschappen verdwenen de rekenaarsters langzaam uit beeld. In 2005 heeft de regisseuse Greetje Keller dit verloop voor de NCRV in een TV-documentaire vastgelegd. De film *Rekenaarsters* had als ondertitel: *Hoe vrouwen uit de ICT verdwenen*.

In de beginjaren werden alle computers geprogrammeerd in een code die wij nu aanduiden als assembler-code. Eén instructie in assembler-code komt overeen met één bewerking in de computer. Programmeren in assembler-code is uitermate bewerkelijk en foutgevoelig. Bovendien week de assembler-code van nieuwe computers meestal af van de code van bestaande machines. Als er een nieuwe machine in gebruik werd genomen, moesten de programmeurs worden bijgeschoold. De oplossing van dit probleem werd gevonden in de ontwikkeling van hogere programmeertalen.

Een compilerprogramma zette één instructie in een hogere programmeertaal om in een aantal assembler-codes. Dit verhoogde de efficiëntie van het programmeerproces beduidend. Deze programmeertalen waren bovendien machine-onafhankelijk; herscholing van programmeurs was niet meer nodig. Vanuit Nederland werden belangrijke bijdragen geleverd bij de ontwikkeling van de programmeertalen Algol 60 en Algol 68.

Rijswijk

De ervaringen met de ARMAC kregen een commercieel vervolg. Het MC en de verzekeraar Nillmij richtten de Rijswijkse firma Electrologica op voor de productie van de nieuw ontworpen

getransistoriseerde X1 (1957) en X8 (1963) computers. Nieuwe technische kenmerken van deze machines waren de aanwezigheid van een interruptmechanisme en het feit dat de computerarchitectuur was ontworpen met het oog op hogere programmeertalen zoals Algol. Edsger W. Dijkstra concipieerde het THE operating system voor de X8. Electrologica leverde deze computers aan universiteiten, instellingen en bedrijven zoals het CBS en Fokker. In totaal werden er ongeveer 30 stuks X1 en 28 stuks X8 computers afgeleverd. Electrologica ging in 1958 failliet en werd overgenomen door Philips.



De Electrologica X1.

Eindhoven

Philips Natlab had in de jaren 1951-1956 computerervaring opgedaan met de zelfontwikkelde PETER (Philips Eerste Tweekellige Electronische Rekenmachine). Deze kennis werd gebruikt om de PASCAL (Philips Akelig Snelle CALculator) en de STEVIN (Snel Tel En Vermenigvuldig INstrument) buizencomputers te construeren (ca. 1960). De eerste was gericht op wetenschappelijke toepassingen, de tweede op administratieve systemen. Na veel aarzeling besloot Philips de markt voor grote computers te betreden. Men bouwde vanaf 1969 de P1000-serie, computers die met IBM moesten concurreren, maar die niet IBM-compatibel waren. Er werden enkele honderden P1000-systemen verkocht. Bij Philips Computer Industrie in Apeldoorn werkten ca. 2000 mensen, totdat Philips in 1976 de stekker uit het project trok.

Conclusie

De Nederlandse computerontwerpen konden in hun tijd de vergelijking met ontwikkelingen elders goed doorstaan. De commerciële productie van computers is nooit goed van de grond gekomen. Achteraf gezien, onderschatte men de inspanningen benodigd voor succesvolle economische fabricage en de snelle innovatie bij de concurrenten. Doordat de vroege computerontwerpers later functies aan Nederlandse universiteiten gingen bekleden en daar hun onderzoek konden voortzetten, konden zij hun studenten op een hoog niveau met de stand van de computertechniek vertrouwd maken. Deze studenten hebben later wezenlijk bijgedragen aan de ontwikkeling en toepassing van computertechnologie in Nederland.

Vliegen leer je niet in de lucht, maar in een simulator

Prof. dr. ir. Bob Mulder

Vliegen is moeilijk, dat werd al duidelijk bij de eerste vluchten van de gebroeders Wright in het jaar 1903. Nog voor de eerste vlucht maakten geleerden zich zorgen over de stabiliteit van de vlucht: zou de vliegtuigbeweging zichzelf na een verstoring corrigeren? Maar bij het ontwerp van hun vliegtuig maakten de gebroeders Wright zich minder zorgen over die stabiliteit dan over een goede bestuurbaarheid, zoals blijkt uit het volgende citaat van Wilbur Wright (1901):

'When this one feature (the balancing and steering of the machine) has been worked out, the age of flying machines will have arrived, for all other difficulties are of minor importance.'

Het resulteerde in een ontwerp dat zowel in de langs- als in de dwarsbeweging onstabiel was en de uiterste inspanning vergde van de piloot. Een van de belangrijkste oorzaken voor de langs-onstabiliteit was de plaatsing van het horizontale 'staartvlak' niet achter maar vóór de vleugel. Bij de vele ontwerpen die op de eerste vlucht volgden werd dit gecorrigeerd, wat resulteerde in langsstabiliteit en veel betere besturingseigenschappen. Bovendien kregen de vleugels V-stelling voor een betere dwarsstabiliteit. Toch bleven er in de cockpit nog onhandige stuurorganen zoals identieke stuurwielen voor de hoogteroer- en de rolroerbeweging. Om die niet-intuïtieve stuurorganen te leren bedienen (naar voren is links, naar achteren is rechts) was veel oefening nodig en zo ontstonden al snel de eerste vluchtsimulatoren.

Ontwikkeling van vluchtsimulatoren

Een haast aandoenlijk voorbeeld van zo'n vroege vluchtsimulator is de Antoinette flight trainer. De trainer had een door helpers bestuurd 'bewegingssysteem' dat bestond uit op elkaar geplaatste, halve wijnvaten. De helpers roteerden het bovenste halve vat naar voren of opzij, waarna de vlieger kijkende naar de horizon de juiste stuuruitslagen moest genereren. Het fundamentele probleem was wel dat de bijbehorende krachten niet overeen kwamen met die in de echte vlucht!



Antoinette Flight trainer 2 DOF, 1909.

Maakt bijvoorbeeld het vliegtuig een zuivere bocht, dan voelt de piloot geen dwarskracht, maar in de simulator voelde hij dat hij scheef hing. Er was ook geen nabootsing van stuurkrachten noch van de responsies van het vliegtuig op stuuruitslagen.

In de eerste twintig tot dertig jaren na de eerste vlucht ontwikkelde de luchtvaart zich zeer snel. Daar droeg natuurlijk de Eerste Wereldoorlog aan bij, maar daarna stond de ontwikkeling niet stil, in tegendeel. In de Verenigde Staten werden vliegtuigen ingezet voor de bezorging van post. Die vluchten werden vaak uitgevoerd in de nacht en onder omstandigheden van slecht zicht. Zonder zicht is de vlieger niet in staat zich te oriënteren. Bijvoorbeeld bij een bocht voelt de vlieger geen dwarskracht en kan nog steeds het gevoel hebben rechtuit te vliegen. Zo zijn in die periode vele vliegers in een langzame spiraalbeweging geraakt en verongelukt. De oplossing werd gevonden door gyroscopische instrumenten te installeren waarmee bochten, rotaties om de topas (de giersnelheid), konden worden waargenomen. Korte tijd later volgde ook de 'kunstmatige horizon'. Hiermee deed het zogenaamde instrumentvliegen zijn intrede in de luchtvaart. Dit leidde tot een grote verbetering van de vliegveiligheid. Maar het vliegen op instrumenten bleef een kunde die intensief moest worden getraind.

In 1929 voltooide Edwin Link een vluchtsimulator waarmee het vliegen op instrumenten kon worden aangeleerd. De simulator was voorzien van vleugeltjes en staartvlakken met stuurvlakken waarvan de uitslagen correspondeerden met die van de stuurknuppel en het richtingsroer! Het doel daarvan moet zijn geweest de vlieger ervan te overtuigen dat het hier ging om 'echt' vliegen! De simulator had drie graden van bewegingsvrijheid, kon draaien om de langs- en dwarsas, en onbeperkt rond de topas (een



Link trainer 3 DOF, 1927.

eigenschap die in moderne simulatoren niet meer is terug te vinden). Het bewegingssysteem kon zo het gevoel nabootsen van een stijg- en daalvlucht, en een bocht werd gereproduceerd door het rollen en gieren van de simulator. Een analoge computer leverde de vliegtuigresponsies op stuuruitslagen en de juiste indicaties op de cockpitinstrumenten voor de stand (de kunstmatige horizon), giersnelheid, vliegsnelheid en vlieghoogte. Door de kap te sluiten verdween het buitenzicht waardoor het vliegen in wolken werd nagebootst. Later werden ook nog de aanwijzingen van elektronische navigatiesystemen toegevoegd en kon worden geoefend in het maken van instrumentvluchten. Vele duizenden van deze simulatoren werden tijdens de Tweede Wereldoorlog geproduceerd.

Na de Tweede Wereldoorlog, toen het civiele luchtverkeer pas echt tot grote bloei kwam, ontstond een grote belangstelling bij de luchtvaartmaatschappijen voor vluchtsimulatie met als doel de kosten van opleiding en training te beperken. Niet alleen konden grote besparingen worden gemaakt door te trainen in de simulator in plaats van in de lucht, ook werd daarmee de vliegveiligheid gediend omdat in de simulator scenario's konden worden geoefend die in de werkelijke vlucht te veel risico zouden geven. Milieuoverwegingen speelden en spelen uiteraard

ook een steeds grotere rol. Bovendien kunnen vlieg-fouten in de simulator nooit leiden tot een onveilige situatie voor het vliegtuig of op de grond. Daarom spelen vluchtsimulators in de luchtvaart een essentiële, niet meer weg te denken rol – ook omdat ze zowel in aanschaf als in gebruik orden van grootte goedkoper bleken te zijn dan het echte vliegtuig.

Hogere nauwkeurigheid

Het zou natuurlijk ideaal zijn als de vlieger in de simulator geen enkel verschil zou kunnen waarnemen tussen de gesimuleerde en de werkelijke vlucht. In de moderne simulator voor het verkeersvliegtuig is dat ook wel in belangrijke mate het geval. Zo is bijvoorbeeld de cockpit niet van echt te onderscheiden en de honderden knoppen, handles en schakelaars voelen zoals in het vliegtuig zelf; displays, systemen, computers, zijn identiek, ook zaken als stoelen, zuurstofmaskers, zuurstofmaskers zijn het zelfde.

De overeenkomst tussen vliegtuig en simulatie is zo groot dat vliegers kunnen overstappen van het ene naar het andere vliegtuig na slechts simulatortraining zonder dus ook maar één start of landing op het vliegtuig zelf te hebben gemaakt. Desondanks zijn er toch verschillen, en wel twee soorten: vermijdbare en onvermijdbare. De *vermijdbare* verschillen zijn voor het grootste deel toe te schrijven aan tekortkomingen in de wiskundige modellering van de vliegdynamica. Wat vliegdynamica zo complex maakt is niet de dynamica zelf maar de rol van de aerodynamische krachten en momenten. Tot nu toe worden niet-lineaire polynoom modellen gebruikt, maar hoe uitgebreid die ook zijn, ze hebben een beperkte nauwkeurigheid met name in extreme vliegcondities zoals bij loslatingsverschijnselen van de stroming bij grote inval- of sliphoeken. Op dit gebied wordt echter vooruitgang geboekt en het is te verwachten dat op termijn de verschillen verwaarloosbaar klein zullen zijn geworden. De *onvermijdbare* verschillen volgen uit de eigenschappen van het visueel-vestibulaire waarnemingssysteem van de mens. De specifieke externe luchtkrachten, hoekversnellingen en snelheden die de mens kan waarnemen en kan benutten voor de besturing, kunnen slechts in beperkte mate met bewegingssystemen van simulators worden gereproduceerd. Die systemen kunnen echter wel worden geoptimaliseerd zowel voor wat betreft ontwerp als aansturing.

Een beknopt historisch overzicht van de ontwikkeling van de vluchtsimulator laat zien hoe men streefde naar een steeds hoger niveau van 'fidelity'. Interessant is dat in Nederland vanuit de Technische Universiteit Delft tot aan de dag van vandaag belangrijke bijdragen werden en worden geleverd.

Technische Universiteit Delft innoveert

In het begin van de jaren zestig voorzag de jonge lector O.H. Gerlach al de grote rol van vluchtsimulatie in de luchtvaart. Hij was de eerste in Nederland die met de ontwikkeling van vluchtsimulators begon. De eerste bestond uit niet meer dan een rudimentaire cockpit waarvan de instrumenten werden aangestuurd met een analoge computer. Al snel volgde een veel meer

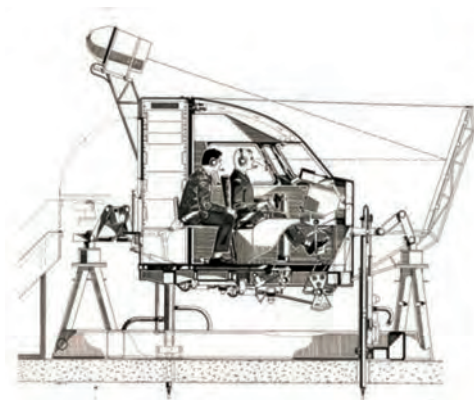
natuurgetrouwe Mitchell vliegtuig cockpit, met een projectie van landingsbaanlichten op een vast gemonteerd scherm. Hiermee konden nachtlandingen worden nagebootst.

De volgende stap was de uitbreiding van de simulator met een bewegingssysteem. Zoals hierboven bleek, zag men al in het eerste begin van vluchtsimulatie in dat beweging van een simulator belangrijk was voor het genereren van het gevoel bij de vlieger 'echt' te vliegen. Maar dat had vooral betrekking op de stand, de langshelling en de rolhoek zoals bij de simulator van Edwin Link. Maar het reproduceren van de rolhoek resulteerde in een 'foute' dwarskracht die in de werkelijke vlucht ontbreekt. Bovendien werd uit studies van het vestibulaire waarnemingssysteem van de mens duidelijk dat meer nog dan stand, standhoekversnellingen door de mens worden waargenomen. Ook brak het inzicht door dat lineaire versnellingen belangrijk zijn omdat ze ook middels het vestibulaire systeem kunnen worden waargenomen en uiteraard een essentieel ingrediënt zijn van iedere vlucht! Fundamenteel onderzoek in de periode 1970-2000 door met name R. Hosman en H. van der Vaart naar de rol van vestibulaire en visuele waarneming in de handmatige besturing van vliegtuigen bracht de belangrijke bijdrage van de vestibulaire component daarin aan het licht.

Door prof. Gerlach werd altijd al uiterste precisie nagestreefd bij de ontwikkeling van zijn revolutionaire vliegproefmeettechnieken en -systemen in de jaren zestig. Diezelfde mentale instelling kwam naar voren in de ontwikkeling van vluchtsimulatietechnologie in zijn laboratorium in Delft. Toen de tijd daar was om een bewegingssysteem toe te voegen aan de 'fixed base' simulator met de Mitchell cockpit, moest dit ook het beste bewegingssysteem worden dat technisch mogelijk was. Dit was het moment waarop T.J. Viersma met Gerlach contact zocht over mogelijke toepassingen van zijn revolutionaire ideeën op het gebied van electro-hydraulische servomotoren. Zijn nieuwste concept was dat van de zogenaamde 'hydrostatische lagering' waarbij hydraulische olie geperst werd door een conisch vormgegeven, zeer nauwe spleet tussen zuiger en zuigerwand. Het resultaat was dat Coulombwrijving en daarmee ook de zogenaamde 'reversal bump' tot bijna nul werd gereduceerd. Dit zou bewegingssimulatie veel natuurgetrouwer kunnen maken dan ooit mogelijk was geweest! Men besloot een bewegingssysteem te bouwen met drie graden van bewegingsvrijheid (3-DOF) voor de langshelling (pitch), voor de rolhoek (roll) en voor de verticale versnelling (heave), die als de belangrijkste 'motion cues' werden beschouwd. Op dit bewegingssysteem werd een nieuwe cockpit van de Fokker F-27 gemonteerd. Het resultaat is te zien in de figuren hieronder. De drijvende kracht achter de creatie van deze zeer vooruitstrevende vluchtsimulator was M. Baarspul. Het was dankzij deze simulator dat Hosman en Van der Vaart hun baanbrekende werk konden doen op het gebied van de rol van menselijke visuele en vestibulaire waarneming in de besturing door de mens.

Naast het bovengenoemde fundamentele onderzoek gaf de ontwikkeling van de simulator aanleiding tot onderzoek op meerdere gebieden zoals dat van 'wash-out filtering', ofwel de gewenste besturing van het bewegingssysteem voor een zo goed mogelijke reproductie van de in de vlucht gevoelde lineaire en hoekversnellingen in de simulator. Een typisch voorbeeld van de onderliggende problematiek komt naar voren bij de simulatie van het inzetten van een bocht. De vlieger genereert door een rolroeruitslag een aerodynamisch moment om de langzas waardoor een hoekversnelling ontstaat, en een hoeksnelheid wordt opgewekt totdat

de gewenste rolhoek is bereikt. Door de centripetale kracht in de werkelijke vlucht voelt de vlieger geen dwarskracht, maar met een rolhoek in de simulator genereert de zwaartekracht wel degelijk een dwarskracht! De eerste simulatoren hadden daar ook al last van, maar met 'wash-out' was het mogelijk deze niet natuurgetrouwe 'cue' zoveel als mogelijk te onderdrukken. Het inzetten van een bocht wordt weliswaar natuurgetrouw gesimuleerd met een overeenkomstige hoekversnelling van de simulator, maar de rolhoek die het gevolg is, wordt snel daarna weer terug naar nul gebracht, de 'wash-out'. Die laatste beweging zou zo mogelijk beneden de menselijke waarnemingsdrempel moeten blijven, maar dat lukt, zeker in het geval van 3-DOF bewegingssystemen, meestal niet helemaal. Uit het eerder genoemde Delftse onderzoek naar onder meer visueel-vestibulaire interactie bleek echter dat visuele stimulatie door een groot, realistisch buitenbeeld de waarneming van het effect van de wash-out kan onderdrukken! Zo werd een natuurgetrouwe simulatie van een bocht toch mogelijk. In de langsbeweging doen zich overeenkomstige problemen voor die ook met 'wash-out' te lijf werden gegaan. Inmiddels is de aansturing van vluchtsimulatie bewegingssystemen een vakgebied op zich zelf geworden waarin wordt gestreefd naar een zo goed mogelijke reproductie van 'motion cues' waarbij de 'false cues' liefst beneden de menselijke waarnemingsdrempels blijven. Aan de ontwikkeling van dat vakgebied zijn vanuit de TU Delft belangrijke bijdragen geleverd.



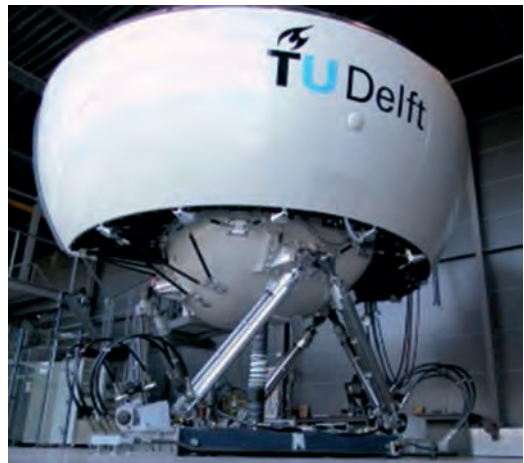
Doorsnede van TUD 3-DOF vlucht simulator met Fokker F27 cockpit (1969).



Doorsnede van TUD 3-DOF vlucht simulator met Fokker F27 cockpit (1969).

In het begin van de jaren negentig van de vorige eeuw werd duidelijk dat de 'F-27 simulator' met het 3-DOF bewegingssysteem en het simpele projectie systeem voor de landingsbaan bij nacht, aan het einde was gekomen van zijn mogelijkheden voor verdere ontwikkeling. Het werd duidelijk dat beter dan verder te borduren op het bestaande concept, het tijd werd helemaal opnieuw te beginnen. Uiteraard wel op basis van alle kennis en ervaring, opgedaan gedurende meer dan dertig (!) jaar ontwikkeling en onderzoek. Dit luidde de start in van het SIMONA (Simulation, Motion and Navigation) project, mogelijk gemaakt door een startsubsidie van het Internationale Faciliteiten Fonds van het Ministerie van O,C&W van vijf miljoen gulden. Het project werd opgezet

als een samenwerkingsverband tussen de drie toenmalige Delftse faculteiten Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek, Werktuigbouwkunde (3ME) en Elektrotechniek (EWI). Bij het ontwerp werden ambitieuze doelen gesteld, zoals een bewegingssysteem dat qua mechanisch-dynamische prestaties zou behoren tot de absolute wereldtop. Bij het formuleren van die ambities speelde P. Teerhuis van de faculteit Werktuigbouwkunde een grote rol. Hij had eerder onder leiding van Viersma gewerkt aan de ontwikkeling van het F-27 3-DOF bewegingssysteem met de hydrostatisch gelagerde servomotoren en had inmiddels



SIMONA Research Simulator.

van hem het stokje overgenomen. Zijn idee was dat de gewenste simulatorbeweging (dus zoals berekend door de 'wash-out' filters) zo perfect mogelijk moest kunnen worden verwezenlijkt. Dat zou resulteren in een simulatorontwerp met minimale massa, kleine traagheidsmomenten, lage zwaartepuntligging en zes zware servomotoren met uiteraard hydrostatische lagering voor zes graden van bewegingsvrijheid. De inmiddels gebruikelijke configuratie hiervoor was een opstelling volgens drie driehoeken, bekend onder de naam van de uitvinder Stewart. Op de eivormige kern waarin zich de cockpit bevindt is een ronde opbouw gemonteerd waarin zich een parabolische spiegel bevindt. Vliegers zien zo het buitenbeeld gereproduceerd op dezelfde 'oneindige' afstand als in de werkelijke vlucht. De hele opbouw is gerealiseerd door gebruik te maken van de modernste koolstofvezel versterkte materialen en computer-geoptimaliseerde constructieve details.

Bij de realisatie van de SIMONA simulator was een nevendoeel voor de TU Delft een onderzoeksfaciliteit te creëren met ongekende kwaliteiten, een faciliteit met iconische uitstraling, een magneet voor buitenlandse onderzoekers. Daarbij paste een nieuw laboratorium ontworpen door J. Pesman van het architectenbureau CEPEZED, waarbij de simulator hoog geplaatst is op de eerste verdieping van het gebouw waarvan de voorzijde geheel van glas is. Studenten en bezoekers kunnen de simulator zien bewegen tijdens de experimenten door promovendi, studenten, externe onderzoekers, opdracht-gevers maar ook tijdens de practica die horen bij het vak Flight Dynamics.



SIMONA laboratoriumgebouw, ontwerp van CEPEZED.



"HISTECHNICA"

Opening tentoonstellingen HOLOGRAFIE en LICHT & KLEUR

De collegezaal van het Technisch Tentoonstellingscentrum TTC was overvol op maandagmiddag 2 maart j.l., toen de heer ir. J.H. Makkink, directeur van het TTC het woord nam en de aanwezigen een hartelijk welkom heette. In zijn toespraak wendde hij zich tot de speciaal voor deze gelegenheid uit Engeland overgekomen heer Winton, ex-conservator van het Science Museum te Londen. De heer Makkink roemde diens enthousiasme en keek terug op de bijzonder goede samenwerking met hem. Als tastbaar resultaat daarvan staat de reizende tentoonstelling LICHT & KLEUR nu voor enige tijd in Delft.



Dr.ir. A.P. Oele tijdens zijn openingsrede.

De heer Winton kreeg hierop de gelegenheid zijn visie te geven op dit soort tentoonstellingen. Hij hield een vurig pleidooi voor het instellen van technisch-wetenschappelijke musea in de derde wereldlanden en benadrukte de rol, die zij kunnen spelen in de ontwikkeling van deze landen. Naar zijn zeggen wordt hij ook vaak benaderd vanuit deze landen en heeft hij reeds meegewerkt aan het opzetten van dergelijke musea o.a. in Lahore, India.

Vervolgens bracht de heer Makkink het grote succes van de twee jaar tevoren gehouden tijdelijke tentoonstelling over holografie ("Be' laser 'de Beelden"), in herinnering en ging hij in op het besluit om hiervan een permanente tentoonstelling te maken. Hij bedankte uitvoerig de diverse instanties en personen die zich voor deze zaak hebben ingezet. Met een schuin oog gericht op de aanwezige leden van het College van Bestuur memoreerde hij de zeer beperkte personeelsbezetting waarmee het TTC draaiende moet worden gehouden.

Tenslotte nodigde de heer Makkink de voorzitter van Histechnica, dr. ir. A.P. Oele, uit om de tentoonstellingen officieel te openen. In zijn toespraak wees de heer Oele onder andere op de rol van het TTC als maatschappelijke uitstapkast van de TH en onderstreepte het belang van educatieve tentoonstellingen als LASSEN en LICHT & KLEUR. Ook ging hij uitvoerig in op het besluit om nu juist over holografie een permanente tentoonstelling te maken, waarbij hij tevens stilstond bij de vraag of deze een zelfde ontwikkeling zal gaan doormaken als destijds de fotografie. Hierna verklaarde hij beide tentoonstellingen voor geopend.

De meeste genodigden lieten zich daarna de gelegenheid niet ontgaan alvast een rondgang door de tentoonstellingsruimten te maken, waarbij een bescheiden "hapje en drankje" voor een extra feestelijk tintje zorgde.



Aandacht voor LICHT EN KLEUR.

TTC-TENTOONSTELLINGEN

In het gebouw van het TTC aan de Kanaalweg 4 te Delft zijn te bezichtigen:

- tot en met 15 augustus 1981: de tentoonstelling LICHT EN KLEUR van het Science Museum in Londen;
- permanent: de tentoonstelling HOLOGRAFIE.

Beide tentoonstellingen werden op 2 maart j.l. onder grote belangstelling officieel geopend door de voorzitter van HISTECHNICA, dr. ir. A.P. Oele.

Het TTC is voor bezoekers opengesteld van maandag t/m zaterdag van 10 uur tot 17 uur en gesloten op zon- en feestdagen. De toegang is gratis.

Voor groepsbezoek wordt aangeraden vooraf contact op te nemen met het TTC, tel. 015 - 783038.

CONTRIBUTIE 1981

Al voldaan?

giro nr. 3301027
t.n.v. Penningmeester
Histechnica te Delft

Deel 3

Studiereizen en excursies

Studiereizen

Een belangrijke activiteit van de vereniging is het organiseren van studiereizen en excursies. Elk jaar wordt een meerdaagse reis georganiseerd naar plaatsen die interessant zijn voor de leden en aansluiten bij onze doelstelling: het ene jaar een binnenlandse reis van twee dagen en het andere een buitenlandse reis van vijf à zes dagen. De reizen worden georganiseerd door Histechnica en de KIVI Afdeling Geschiedenis der Techniek (KIVI GdT), gezamenlijk. De deelnemers, eventueel met introducé(e), komen uit deze beide verenigingen. Tijdens deze reizen, die grondig worden voorbereid, worden tal van bedrijven, locaties en musea bezocht om meer te zien van een bepaalde industriële regio, een stuk techniekgeschiedenis en technologische ontwikkelingen. Enige evenementen in de afgelopen jaren zullen kort worden besproken.

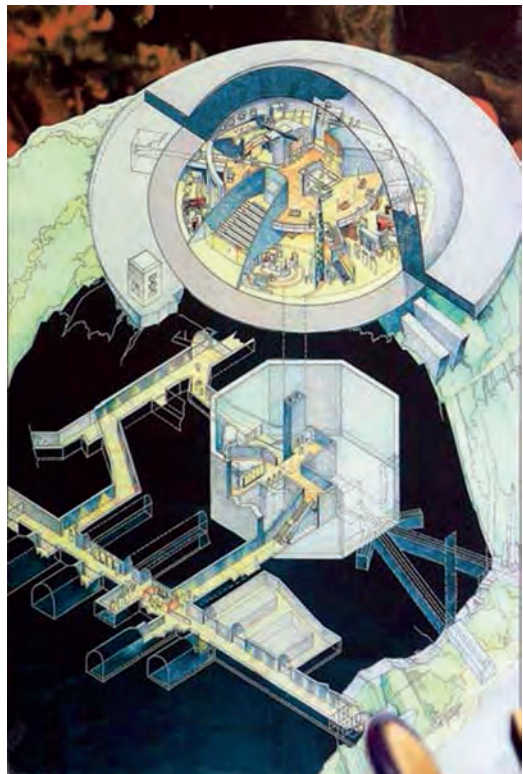
Buitenlandse studiereizen in vogelvlucht

De meerdaagse buitenlandse studiereizen trekken steeds veel deelnemers. Het zijn voor hen vaak de hoogtepunten van het verenigingsjaar. Om een indruk van deze reizen te geven zullen enkele hiervan in het kort worden geschetst.

De studiereis van 2004 ging naar het Ruhrgebied alwaar grootse monumenten van de voormalige kolen-, ijzer- en staalproductie werden toegelicht door enthousiaste "oude kompels". Ook een weverij, ooit begonnen op waterkracht en later overgegaan op stoomaandrijving, en de zweeftrein van Wuppertal werden bezocht.

In 2006 werden in België en in Noord Frankrijk vooral de textiel- en glasbedrijven bezocht. Kenners van militaire geschiedenis waren onder de indruk van hun bezoeken aan de citadel van Lille en in Wizernes aan de "Coupole" (zie *figuur*), een tijdig uitgeschakelde ondergronds complex uit de tweede wereldoorlog van waaruit massaal V2 raketten naar Engeland afgevuurd moesten worden.

In 2008 was het reisdoel Shropshire, Noord Wales en Cheshire: de bakermat van de industriële revolutie. Deze reis was grotendeels een herhaling (met nieuwe deelnemers) van de 20 jaar



La Coupole: het ondergrondse bunkercomplex bij Wizernes.

eerder ondernomen tocht die door de toen meereizende Karel Knip van NRC Handelsblad als "IJzer-bedeavaart" was bestempeld. Vele historische objecten werden bezocht. De resten van de eerste met cokes gestookte hoogoven van Darby uit 1702 waren interessant om te zien. We keken onze ogen uit op de Iron Bridge over de rivier de Severn, de eerste ijzeren brug ter wereld. Deze is geconstrueerd alsof hij van hout was, met zwaluwstaartverbindingen en al, en met veel meer ijzer dan nodig. Daar bezochten we ook het bijbehorende museum. Vervolgens maakten we (ook varend) kennis met het typisch Engelse "narrow boat"-systeem en aanschouwden we aquaducten en kanalen met trapsluizen waaronder het gietijzeren aquaduct van Thomas Telford, het hoge Llangollen aquaduct en Conwy Castle, een als burcht vermomd bruggenhoofd. De Thomas Telford historische spoorwegroute van Londen naar Holyhead (de westpunt van Wales) liep over zijn eerste hangbruggen. Kortom we hebben veel vroege toepassingen van Engels ijzer en lood gezien.

In 2011 gingen we naar Barcelona waarbij ruim aandacht werd besteed aan bezoeken aan diverse gebouwen en industriële ontwikkelingen. Enkele historische textiel "kolonies" werden bezocht, geïsoleerd (voor de arbeidsrust) gelegen langs de rivier de Llobregat (voor de waterkracht). Vroege industriële als Güell, Batlló en Vidal hebben deze textielindustrie gestimuleerd, waarbij vooral Güell ook oog had voor de architectuur: hij was een belangrijke opdrachtgever voor de jonge Gaudí. Vervolgens werd het Technische Museum van Catalonië bezocht met het ankerpunt in Terrassa. Het complex is voorzien van een interessante dubbel gebogen "sheddakconstructie". Verder werd een bezoek gebracht aan de koninklijke scheepswerven "Drassanes", waarbij een houten duikboot van Narcís Monturiol (1819-1885) was te zien. We hadden ruim tijd om ook prachtige gebouwen en kerken te bezoeken zoals de Sagrada Família (met exclusieve rondleiding door de hoofdrestaurateur) en de klassieke fabriek Anís del Mono. In het prachtige, wat verscholen liggende, Palau de la Música heeft een aantal deelnemers een concert bijgewoond.

In 2012 werd in Cornwall een veelheid aan historische objecten bezocht. De Romeinen kwamen er al tin halen! De spectaculaire Royal Albert Bridge bij Saltash, die door de beroemde Brunel werd gebouwd, heeft Cornwall in het midden van de 19^e eeuw per spoor(!) ontsloten. De Levant tinmijn met onderwaterschachten en nog werkende stoommachines was spectaculair om te "ondergaan". Verder bezochten we de Gevor tinmijn en Eastpool, de Littlejohns groeve, verwerkingsinstallaties en het King Edward mijnmuseum. Het Porthcurno Telegraph museum



De Sagrada Família in Barcelona.

met de eerste intercontinentale kabels die hier aan land gingen, was bijzonder interessant. Dan waren er nog de Finch Foundry, de laatste met water aangedreven Engelse smederij, de enorme Falmouth Docks én de Bodmin & Wenford spoorweg. We hadden ook tijd om toeristische bezienswaardigheden te bezoeken, zoals het aangename kunstenaarsdorp St. Ives.

In 2014 ging de reis naar Saksen in Duitsland, waarbij ook de steden Leipzig en Dresden werden bezocht. En zie ook het overzichtsartikel van Hans Stoutjesdijk in dit boek. In Leipzig was veel te zien waaronder de door Goethe gefrequenteerde Auerbach kelder, het museum voor drukkunst, en het bijzondere Hauptbahnhof. Dresden is een prachtige stad met veel bijzonderheden, zoals de “Zwinger” en de gerestaureerde Frauenkirche. In het Ertzgebergte bezochten we onder meer een papiermolen en een tinmijn (waar we inderdaad ondergronds gingen). De volgende dag ervoeren we de bruinkolenwinning in het gebied de Lausitz waarbij we zelfs meegenomen werden in de enorme groeve Nochten, die nog volop in bedrijf is. In een afzonderlijk artikel in dit boek van Ir. Ton Boele over bruinkolenwinning kan meer informatie worden verkregen. We gingen per historische raderboot van Dresden naar Meissen, waar onder meer een de beroemde porseleinfabriek werd bezocht.



Het Hauptbahnhof in Leipzig Het Hauptbahnhof in Leipzig.

Binnenlandse excursies in vogelvlucht

Jaarlijks organiseert Histechica korte binnenlandse excursies. In het navolgende zullen de excursies in de jaren 2012-2014 kort worden toegelicht.

In december 2012 werd het Baggermuseum in Sliedrecht bezocht. Hierbij hield prof.ir. W.J. Vlasbom een boeiend betoog over extreem baggermaterieel en haar toepassingen.

In december 2013 gingen we met de trein naar Hengelo, alwaar het Twents techniekmuseum HEIM werd bezocht en een rondgang werd gemaakt langs het erfgoed van Stork, Heemaf, Hagemeijer en de textielindustrie.

In mei 2013 werd een tweedaagse reis georganiseerd naar Zeeland, 60 jaar na de Watersnood ramp. Eerst werd het droogdok in de voormalige marinehaven in Hellevoetsluis bezocht. Daar stond ook een onder stoom gebrachte hijskraan. Vervolgens werd het RTM museum bij Ouddorp (Goeree) bezocht. Met de “houten” motorlocomotief en rijtuigen reden we naar Schouwen, waarna de reis per



De Oosterscheldekering.

bus naar de Oosterschelde-kering ging waar na een technische voordracht delen van de enorme waterkering werden bekeken. De tweede dag ging eerst naar de Historische Scheepswerf C.A. Meerman in Arnhem. In Vlissingen werden de voormalige werf De Schelde en het droogdok "Dokje van Perry" bezocht. De excursie werd afgesloten in het buitengewoon interessante Watersnoodmuseum te Ouwerkerk.

In 2014 bezochten we het Werkspoor museum in Amsterdam-Oost, op het vroegere Oostenburg eiland. Zie hierover een verslag elders in dit boek.

Tot slot

Bij bovenstaande (beknopte) beschrijving van diverse recente buitenlandse studiereizen mogen de namen van de gedreven organisatoren ir. T. Boele en ir. J.B.M. Vercauteren (beiden voor Histechica) en ir. F.W. Versfelt (voor KIVI GdT) niet onvermeld blijven. Dit artikel over Studiereizen en excursies werd opgesteld in samenwerking met meerdere leden van Histechica.



Studiereis naar Saksen

Hans Stoutjesdijk



In mei 2014 maakten 38 leden van Histechnica en van de KIVI afdeling Geschiedenis der Techniek onder leiding van ir. Ton Boele en ir Frits Versfelt een zevendaagse studiereis naar Saksen. In dit deel van de voormalige DDR valt voor de liefhebber van industrieel erfgoed veel te beleven. Het werd een zeer veelzijdige en intensieve studiereis.

In Leipzig werd het Museum für Druckkunst bezocht. Tijdens een wandeling door de wijk Plagwitz en een rondvaart over het Karl Heinekanal en de Weiße Elster werd aandacht besteed aan 19^e eeuwse industriële architectuur. Daarop volgde een rondleiding door het gerestaureerde Hauptbahnhof van Leipzig, het grootste kopstation van Europa.



In Dresden werd een bezoek gebracht aan de Gläserne Manufaktur, het hypermoderne gebouw waarin het topmodel van Volkswagen, de Phaeton, wordt geassembleerd (zie afbeelding).

Met een bezoek aan “Das blaue Wunder”, een ijzeren brug uit 1893 (zie foto), en een rit met de in 1901 in gebruik genomen Schwebebahn Loschwitz was de groep weer terug bij het erfgoed. Tijdens het bezoek aan de indrukwekkende Frauenkirche (zie foto) werd een voordracht bijgewoond over de herbouw van deze tijdens de Tweede Wereldoorlog totaal gebombardeerde kerk.



Das blaue Wunder.



Dresden Frauenkirche.

In Bergbaumuseum te Oelsnitz wordt een goed beeld gegeven van een steenkolenmijn en kunnen de mijnlift en de liftmachinekamer worden bekeken. Hoe met een kollergang en een "Holländer" van lompen papier wordt gemaakt zag de groep in Papiermühle Niederzwönitz. In de Zinngrube Ehrensriedersdorf werden de deelnemers met de originele met stoom aangedreven mijnlift naar een diepte van 100 meter gebracht.

Indrukwekkend was het bezoek aan Braunkohlenrevier Lausitz van energieproducent Vattenfall. Onze gids, Diplom-Ingenieur R. Sahre, was op 10 mei 2014 naar Delft gekomen om een inleiding over de geschiedenis van de bruinkoolwinning te houden. In de in bedrijf zijnde Tagebau Nochten zagen de deelnemers hoe in dagbouw bruinkool wordt gewonnen. Gigantische machines graven een bovenlaag van ruim 50 meter af waarna een circa 5 meter dikke laag bruinkool vrijkomt. De bovenlaag wordt over een 500 meter lange Förderbrücke van de ene kant van de groeve naar de andere kant gebracht. Op een andere plaats kon een buiten gebruik zijnde Förderbrücke worden beklommen. Hoe van bruinkool energie en briketten worden gemaakt zag het gezelschap in de Brikettenfabrik te Knappenrode.

Met het oudste schip van de Sächsische Dampfschiffahrt, de Stadt Wehlen, werd over de Elbe van Dresden naar Meissen gevaren. Deze raderboot werd gebouwd in 1879 en is voor de voortstuwing uitgerust met een twee cilinder compound stoommachine uit 1857.



Raderboot "Stadt Wehlen".

In Meissen bezocht het gezelschap de Porzellan Manufaktur Meissen. Tijdens een rondleiding lieten handwerkslieden zien hoe het kostbare sierporselein wordt gemaakt. Ook de burcht, de oude stad en de Hofkirche werden bezocht.



Rondvaart in Leipzig.

Werkspoomuseum in Amsterdam

Dr. ir. Paul Th.L.M. van Woerkom

De naam Werkspoor is een begrip in Nederland en wereldwijd. Het is de naam van een bedrijf dat een symbool was voor ondernemingslust en kwaliteit. Het ontstond in Amsterdam in 1826 als een reparatiewerkplaats voor stoommachines voor schepen. Het ontwikkelde zich snel; het was in 1850 de grootste machinefabriek van Nederland. Expansie duurde voort, leveranties vonden wereldwijd plaats. Na een fusie met Stork in 1954 en een latere overname door het Finse bedrijf Wärtsilä in 1989 is de naam Werkspoor in de geschiedenisboeken bijgeschreven. Op het vroegere terrein van Werkspoor in Amsterdam bevindt zich een compact juweel van een museum dat de glorie tijd van Werkspoor tot leven brengt.

Op 6 december 2014 bezochten leden van Histechica en KIVI afdeling Geschiedenis der Techniek dit museum aan de Oostenburgergracht in Amsterdam. Het gezelschap bestond in totaal uit 65 personen. Gastheer was ir. Gijs Calis. Een uitgebreid overzicht van de geschiedenis van het bedrijf en van hoogtepunten uit haar bestaan werd gepresenteerd door Ton Kuijs. Vervolgens werden de gasten rondgeleid door de kamers en zalen van het monumentale voormalige hoofdgebouw – dat nog uit de tijd van de Verenigde Oost-Indische Compagnie stamt.

De locatie: Oostenburg

Tijdens het bestaan van de Verenigde Oost-Indische Compagnie (1602-1799) werden veel van haar schepen gebouwd op hetzelfde Oostenburg eiland – gelegen ten Oosten van het huidige Amsterdamse Centraal Station. In 1826 begon Paul van Vlissingen hier een reparatiewerkplaats voor stoommachines voor de Amsterdamse Stoombootmaatschappij, waarvan hij mede-oprichter was. Nadat Abraham Dudok van Heel in 1828 compagnon was geworden, kreeg het bedrijf de naam “Fabriek van Stoom- en Andere Werktuigen” onder de firma “Van Vlissingen & Dudok van Heel.”



Werkspoomuseum aan de Oostenburgergracht te Amsterdam.

De ontwikkeling

Tegen het midden van de 19-de eeuw werd Werkspoor de grootste machinefabriek van Nederland. Men vervaardigde er onder meer stoommachines, stoomketels en machinerieën voor de suikerindustrie, en van 1843 tot 1846 ook enkele stoomlocomotieven. In 1871 werd

de onderneming gereorganiseerd, omdat men in financiële problemen was geraakt bij de bouw van de Moerdijkbrug. Het nieuwe bedrijf kreeg de naam 'Koninklijke Fabriek van Stoom- en andere Werktuigen'. Het werd vanaf 1891 voortgezet met financiële hulp van de machinefabriek Stork als "Nederlandsche Fabriek van Werktuigen en spoorwagematerieel".

In 1897 kreeg het bedrijf een order van uit Zuid-Afrika voor 40 locomotieven en 400 goederenwagens. Naast deze productie van rollend materieel bleef Werkspoor ook actief op het gebied van de scheepsmachinerieën en vervaardigde het bedrijf in 1910 de eerste dieselmotor voor een zeegaand schip. Verder nam men begin 20^e eeuw de productie van koelmachines ter hand.

In 1916 verhuisde de fabricage van spoorrijtuigen en staalconstructies naar een industrieterrein in Zuilen bij Utrecht. In deze vestiging zijn enkele beroemde bruggen gebouwd, zoals de Waalbrug bij Nijmegen, de Bommelse brug bij Zaltbommel en de Moerdijkbrug.

In de eerste jaren na de bevrijding had Werkspoor veel werk aan het herstel van beschadigd Nederlands spoor- en tramwagematerieel. Ook werden ten behoeve van de NS vele locomotieven, spoorwagrijtuigen en treinstellen gebouwd. Door de onafhankelijkheid van Indonesië viel dat land als afzetgebied voor het rollend materieel weg. In 1951 werd nog een grote order verworven uit Argentinië. Met het uitvoeren hiervan was zeven jaar gemoeid, waartoe het fabriekspersoneel sterk werd uitgebreid. In 1954 fuseerde het bedrijf met Stork en bleef het bestaan als onderdeel van de "Verenigde Machinefabrieken Stork-Werkspoor" (VMF).

Rond 1968 had Werkspoor zoveel orders (onder meer voor de bouw van de NS-treinstellen en Amsterdamse trams) dat werk werd uitbesteed aan de Duitse fabrikant Düwag. Desondanks had de afdeling rollend materieel ("RoMa") weinig toekomstperspectief, omdat het bedrijf na het aflopen van de Argentijnse order alleen aan de Nederlandse markt leverde. De directie heeft de afdeling RoMa in 1972 gesloten. In 1989 werd Stork-Werkspoor overgenomen door het Finse concern Wärtsilä.





Electrische trein
Spoorwegbrug
Gewone verkeersbrug
over de Waal bij Zaltbommel,
alle drie vervaardigd door

WERKSPoor N.V.
AMSTERDAM

MACHINEFABRIEK
TE AMSTERDAM

WAGON- EN BRUGGENFABRIEK
TE UTRECHT

Bezoekt onze stand op de a.s. Najaarsbeurs - No. 544 Beatrixhal

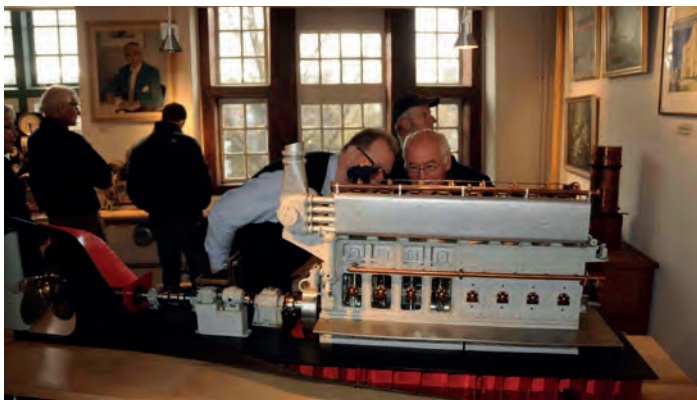
Enkele nevenactiviteiten

Werkspoor was op een breed terrein werkzaam. Nevenactiviteiten betroffen onder meer vliegtuigbouw, tijdens de tweede wereldoorlog de bouw van gasgeneratoren voor automobielen, voorts de bouw van autobussen, de bouw van de grote radiotelescoop te Dwingeloo, en een hyperbare zuurstofcabine voor medische doeleinden. Ook werd deelgenomen aan de bouw

van de eerste Nederlandse helicopter in 1925 en aan de ramjet-aangedreven Kolibrie helicopter (vanaf 1955).

Het museum

Het Amsterdamse Werkspoormuseum is gevestigd in een gebouw dat te traceren is naar de Verenigde Oost-Indische compagnie. De kamers en zalen op de bovenverdieping huisvesten opengewerkte modellen van stoommachines en dieselmotoren, modellen van treinstellen, schilderijen met onder andere afbeeldingen van directeuren, van stadsgezichten (met Werkspoorgebouwen) en van door Werkspoor gebouwde voertuigen.



Een der museumzalen in het Werkspoormuseum.

Op Youtube zijn veel filmpjes te vinden over Werkspoor producten. Het bevat ook een 16 minuten durend filmpje over het Werkspoor museum zelf, dat daarin goed – nee, prachtig – wordt uitgebeeld.

Een bijzonder moment vond plaats aan het begin van de bijeenkomst. De gastheer ir. Gijs Calis was gedurende een zeer lange periode voorzitter van de KIVI afdeling Werktuigbouwkunde. Onlangs droeg hij deze functie over aan ing. Peter Hoogkamer. Peter memoreerde de vele verdiensten van ir. Gijs Calis voor KIVI en voor de werktuigbouwkunde, en sloot af met zijn benoeming tot Lid van Verdienste van het KIVI. Zowel de heer Calis als de gasten waren zeer onder de indruk van deze onderscheiding.

Opmerking: Bij het schrijven van dit artikel werd onder meer gebruik gemaakt van informatie op de Wikipedia website over Werkspoor.

Deel 4

Slot

Geslaagd Lustrumsymposium

Histechnica, de vereniging van vrienden van het academisch erfgoed van de TU Delft, vierde haar 40-jarig bestaan met een symposium. De datum was 8 november 2014, de locatie was het Science Centre van de TU Delft aan de Mijnbouwstraat te Delft. Histechnica kan terugzien op een lustrumsymposium dat buitengewoon goed is verlopen. Er waren meer dan 130 bezoekers, waaronder naast uiteraard onze trouwe leden en leden van KIVI Geschiedenis der Techniek, ook veel geïnteresseerden van de TU Delft, verenigingen en stichtingen zoals Delfia Batavorum en de Hollandse Cirkel en Erfgoed instanties. Men nam vele introducees mee, wat de feestvreugde nog groter maakte. Het evenement speelde zich af op de bovenste verdieping van het Science Centre, waar men plaats nam op comfortabele stoelen. De koffie met koekjes smaakte bij aankomst best en de stemming was meteen al goed.



Veel toehoorders, waaronder ook de ereleden Oele, Appel en Kooijmans op deze foto.

De directeur van het Science Centre, drs. Michael van der Meer, gaf eerst een toelichting op het majestueuze gebouw en de activiteiten van zijn Science Centre. Na de huidige verbouwing wordt het Science Centre nog mooier en veelzijdiger.

Histechnicavoorzitter dr. Menno Tienstra heette de aanwezigen welkom. Vanuit zijn eigen vakgebied van de geodesie vertelde hij dat de Griekse wetenschappers al door hadden dat de Aarde rond was en haar diameter al vrij nauwkeurig konden bepalen, en dat de kennis van onze aarde, de natuur en de techniek in vorige eeuwen heel belangrijk is geweest voor hedendaagse ontwikkelingen en dat Histechnica dus terecht veel aandacht besteedt aan de Historie van de Techniek.

Ir. Kees Pronk (TU Delft) gaf daarna een mooie uiteenzetting over de computer-ontwikkelingen in Nederland, mede aan de hand van vermakelijke plaatjes van heel grote rekenmachines met honderden vacuümbuizen die erg lang deden over een simpele optelling. De apparatuur en de

programmatuur werden steeds vernuftiger. Ook werden de ontwikkelingen bij het Mathematisch Centrum, Philips en TU Delft genoemd, waar prof. Van der Poel belangrijk pionierswerk verrichtte.



Voorste rij, van links naar rechts: dr. Tienstra, ir. Pronk, prof. Mulder, prof. Kruit en dr. Van Woerkom.
De spreker is dr. Heijmans.

Prof. Bob Mulder (TU Delft) ging eerst terug naar de tijd van de gebroeders Wright en hij toonde de vluchtsimulatoren uit die tijd: primitieve maar tegelijkertijd vernuftige vliegtuigachtige installaties. De simulatoren werden steeds fraaier. Spreker hield steeds een modelvliegtuig in zijn hand, waarmee hij alles goed uiteenzette en ons de zes vrijheidsgraden van een vliegend object duidelijk maakte. Vandaag de dag worden simulatoren volop ingezet voor de opleiding en training van piloten. De geavanceerde Simona vluchtsimulator van Delfts ontwerp speelt een essentiële rol in onder andere het onderzoek naar de nog steeds bestaande verschillen tussen de werkelijke en de nagebootste vlucht.

Prof. Pieter Kruit (TU Delft) ging 75 jaar terug toen de eerste Nederlandse elektronen-microscopen werden ontwikkeld. Hierbij speelde de Delftse natuurkundestudent Jan Le Poole, later hoogleraar, een hoofdrol. Fraaie foto's werden vertoond hoe de pioniers bij Siemens, Philips, TNO-TPD en TU Delft in de beginjaren onderzoek deden. De afdeling van spreker werkt nu samen met Delftse bedrijven als Mapper aan de ontwikkeling van zeer geavanceerde elektronenmicroscopen van eigen ontwerp. Prof Kruit noemde diverse toepassingen in o.a. de biologie en de lithografie.

Dr. Edwin de Vries (tot medio bij 2013 TU Delft; nu bij Cruden BV) toonde diverse wegvoertuigsimulatoren, waarbij sommige typen behoorlijke afmetingen hadden. De TU Delft heeft op dit gebied nauw samen-gewerkt met de Nederlandse industrie. Momenteel zijn vooral Moog, Fokker Control Systems en Cruden BV actief. Diverse toepassingen werden genoemd. Ook coureurs maken dankbaar gebruik van de meest geavanceerde rijsimulatoren om nog sneller te kunnen racen op nog complexere circuits.

Dr. Han Heijmans (TU Delft) besteedde kort aandacht aan de historie van onze vereniging om daarna uitgebreid in te gaan op de collectie van het Academisch Erfgoed van de TU Delft.

Hij liet daarvan fraaie voorbeelden zien. Spreker benadrukte de wenselijkheid om het erfgoed meer inzichtelijk te maken. Wat is erfgoed? Een object met grote emotionele waarde? Een object dat een belangrijke rol gespeeld heeft in onderzoek en/of onderwijs? Kan erfgoed immaterieel zijn? Moeten stilstaande mechanismen (zoals klokken) weer in beweging worden gebracht? Al met al een indringend betoog dat ongetwijfeld zal worden vervolgd: hoe stimuleren we de zichtbaarheid en aansprekelijkheid van ons Erfgoed?



Enige personen van Bestuur en enkele sprekers.

Van links naar rechts: dr. Tienstra, prof. Kruit, ir. De Hoop, ir. Pronk en prof. Mulder.

Na afloop van de voordrachten was er een gezellige receptie waarbij luxe hapjes, koffiebroodjes, versnaperingen en drankjes werden genuttigd. Men bleef nog lang na in gezellig gesprek. De organisatoren kunnen terugzien op een geslaagd Lustrumsymposium en dus nu op naar ons negende lustrum in 2019.



Met veel dank aan de sprekers, aan de organisatoren van het lustrum en aan de medewerkers van het Science Centre van de TU Delft.



Ereleden heren Lutke Schipholt en Van der Koogh zitten op de foto op rij één en twee.

Overigens wordt begin 2015 ons Lustrumboek uitgebracht, waarin meer dan twintig artikelen zijn opgenomen van sprekers die in de afgelopen vijf jaren voor ons een voordracht hebben gegeven.

In bijgaande foto's kun u zien hoe de belangstelling was. De aanwezigen zullen soms even moeten zoeken waar in de zaal ze ook alweer zaten.



Levendige receptie aan het einde van het symposium.

Auteurs, Histechnica en Slot

Ir. Fred Baars studeerde Werktuigbouwkunde aan de TUD. Na een carrière bij Shell als procestechnoloog heeft hij een aantal jaren voor UOP (een licentiegever) gewerkt. Sinds 1998 werkt hij bij het ingenieursbureau Fluor. Hij is daar als Director Process Engineering betrokken bij studies en projecten op het gebied van olieraffinage.

Ir. Ton Boele studeerde Civiele Techniek aan de TUD. Hij was enkele jaren constructeur in Duitsland en daarna projectleider havenwerken in de Nederlandse Antillen. Hij was oprichter en directeur van het baggerbedrijf Boele Dredging Contractors B.V., actief in Europa en van B + B Dredging in de Verenigde Staten. Hij was voorts werkzaam in de zeescheepvaart en bij de fabricage van PET-flessen.

Drs. Tiemen Cocquyt studeerde aan de Universiteit van Utrecht Natuurkunde en "History of Science". Hij werkte aan de collectie van het Universiteitsmuseum. Sinds enkele jaren is hij conservator in Museum Boerhaave Leiden. Zijn aandachtsgebied omvat de natuurwetenschappelijke instrumenten uit de zeventiende en achttiende eeuw en in het bijzonder de geschiedenis van de optiek en van natuurkundige demonstratiecollecties.

Prof. dr. Dirk van Delft studeerde wis- en natuurkunde. Hij is directeur van het Museum Boerhaave. Hij is bijzonder hoogleraar Materieel Erfgoed van de Natuurwetenschappen aan de Universiteit Leiden. In 2005 promoveerde hij op de biografie over Heike Kamerlingh Onnes. Hetzelfde jaar won hij de NWO Eurekaprijs voor zijn activiteiten op het gebied van wetenschapscommunicatie.

Lt-Generaal b.d. Ben A.C. Droste was 38 jaar in dienst van de Nederlandse luchtmacht als eerst Fighter pilot en nam afscheid in 2000 als Lt-Generaal. Daarna was hij Voorzitter van het Nederlands Instituut voor Vliegtuigontwikkeling en Ruimtevaart (NIVR) tot 2009. Hij was ook vier jaar lang Decaan van de Faculteit L&R van de TU Delft. Hij is sinds 2008 founding partner van SXC.

Dr. Han G. Heijmans promoveerde in 1994 op de geschiedenis van het natuurkundig onderzoek in Utrecht tussen 1885 en 1940. Na een aantal functies bij diverse musea werd hij directeur van het Techniek Museum te Delft tot 2008. Momenteel is hij Manager Operations bij de TU Delft Library en algemeen beheerder van het Academisch Erfgoed van de TU Delft.

Ir. Daan de Hoop studeerde Elektrotechniek aan de TUD. Hij trad in 1973 in dienst van het Nederlands Instituut voor Vliegtuigontwikkeling en Ruimtevaart (NIVR) te Delft. Van 1973-74 werkte hij bij het Philips Research Lab aan de eerste Nederlandse satelliet ANS en van 1978-79 was hij gedetacheerd bij Fokker voor IRAS. Diverse functies werden bij het NIVR bekleed over ruimtetechnologie, bemande ruimtevaart, raketten en industrieel beleid.

Ir. Frits M. van der Jagt studeerde Vliegtuigbouwkunde aan de TUD. Hij werkte tot 1970 bij het Nederlands Instituut voor Vliegtuigontwikkeling (NIV) in Delft. Frits heeft daarna meer dan 25 jaar bij Fokker gewerkt en is daar directeur geweest van Fokker Aircraft BV. Hij heeft in de laatste periode bij Fokker de functie gehad van concerndirecteur voor Indonesië in Jakarta.

Prof. dr. ir. Harry W. Lintsen is emeritus-hoogleraar techniek geschiedenis aan de Technische Universiteit Eindhoven (TU/e). Hij studeerde natuurkunde aan de TU/e. Zijn proefschrift betrof de geschiedenis van het ingenieursberoep in Nederland. Hij was hoofdredacteur van een zesdelige serie over de techniek in Nederland in de negentiende eeuw en voorzitter van de redactie van een zevendelige serie over de techniek in Nederland in de twintigste eeuw.

Drs. Michael van der Meer studeerde geologie aan de Vrije Universiteit Amsterdam. Hij werkte tot 1995 bij de Rijks Geologische Dienst en TNO. Daarna was hij zelfstandig ondernemer tot 2001, waarna Michael in dienst trad van NWO tot 2007. Vervolgens was hij tot 2009 werkzaam bij NEMO Amsterdam. Sindsdien is hij directeur van het Science Centre van de TU Delft.

Prof. dr. ir. Bob Mulder studeerde Vliegtuigbouwkunde aan de TUD. Hij was wetenschappelijk medewerker op het gebied van vliegproeftechnieken. Bob promoveerde in 1986 en werd in 1989 benoemd tot hoogleraar. Naast een wetenschappelijke carrière volgde hij ook een carrière als verkeersvlieger, onder meer als gezagvoerder op de Boeing 757-200 en Boeing 767-300 ER.

Cor Passchier, architect MArch, studeerde aan de Academie van Bouwkunst. Hij werkte vanaf 1972 in architecten- en stedenbouwkundige combinaties. In de jaren tachtig was hij betrokken bij projecten in Indonesië, waaronder de inventarisatie van gebouwd erfgoed. In 2013 was hij curator van een tentoonstelling in het Tropenmuseum in Amsterdam. Hij ontving diverse onderscheidingen voor onder meer zijn bijdrage aan de goede betrekkingen met Indonesië.

Dr. ir. Carel A. Prins studeerde Werktuigbouwkunde aan de TUD. Hij was van 1964 tot 1972 wetenschappelijk medewerker aan de TH Delft. Carel was van 1972 tot 2000 werkzaam in diverse functies bij de Rotterdamse Droogdok Mij. Van 1994-2000 was hij Hoofd Engineering en Logistiek bij RDM Submarines. Hij is secretaris van DUKC vanaf 2003.

Ir. Kees Pronk studeerde Elektrotechniek aan de TUD. Hij verrichtte aan de TUD onderzoek aan ondermeer minicomputer-gestuurde data-acquisitiesystemen voor de windtunnels van de TU Delft. Hij werkte bij de faculteit der Wiskunde en Informatica aan Software Engineering en Programmeertalen. Kees was betrokken bij de realisatie van de SIMONA-vluchtsimulator van de TU Delft. Hij is conservator van het Vitrinemuseum bij faculteit EWI van de TUD.

Drs. Paul Rullmann studeerde sociologie. Hij vervulde vanaf 1975 diverse functies in het HBO. Vanaf 1990 bij de HBO-raad, vanaf 1995 bij de Hogeschool Haarlem en vanaf 2000 als lid van het College van Bestuur. Hij was nauw betrokken bij de fusie van vier hogescholen tot de nieuwe Hogeschool Inholland. Hij was van 2002 tot 2013 lid van het College van Bestuur van de Technische Universiteit Delft, met als centrale portefeuille Onderwijs. Momenteel is hij lid van diverse organisaties in het hoger onderwijs, waaronder voorzitter van SURF vanaf 2014.

Drs. Gerard A. van de Schootbrugge studeerde wis- en natuurkunde in Utrecht. Hij werkte van 1977-2008 bij TNO in verschillende functies, waaronder wetenschapsvoorlichting. Gerard schrijft zowel fictie als non-fictie.

Em. prof. dr. ir. Bart Schultz is emeritus hoogleraar Land and Water Development bij UNESCO-IHE te Delft. Hij promoveerde in 1992 op Waterbeheersing van de Nederlandse droogmakerijen. Hij is voormalig topadviseur Rijkswaterstaat en hij is momenteel onder meer President Honoraire International Commission on Irrigation and Drainage (ICID).

Ir. Jos Sinke studeerde aan Vliegtuigbouwkunde aan de TUD. Hij is Universitair docent bij de Faculteit Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek. Zijn expertise ligt in het onderzoek naar de fabricagetechnieken voor vliegtuigconstructies. Hij is betrokken bij projecten over fabricagemethoden voor vliegtuigdelen gemaakt van o.a. GLARE, composieten en aluminium.

Hans Stoutjesdijk studeerde enkele jaren aan de TH te Delft. Van 1960 tot 1977 werkte hij bij het Assurantieconcern Stad Rotterdam Anno 1720. Van 1977 tot 1993 werkte hij op het Ministerie van Verkeer en Waterstaat bij de afdeling Juridische Zaken van het Directoraat-Generaal van het Verkeer en als medewerker van de Adviescommissie Goederenvervoer.

Ing. Henk Tolsma heeft informatietechnologie gestudeerd aan de HTS Leeuwarden. Hij werkte enkele jaren bij Fokker op Schiphol. Vervolgens heeft hij 34 jaar gewerkt als technisch journalist, onder andere voor Intermediair en Technisch Weekblad. Sinds 2010 is hij gevestigd als zelfstandig journalist en schrijft hij bijdragen voor Technisch Weekblad en De Ingenieur.

Dr. ir. Paul Th.L.M. van Woerkom studeerde Vliegtuigbouwkunde aan de TUD. Na afronding van een promotieonderzoek op het gebied van de astrodynamica trad hij in dienst van het Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium (NLR), hoofdafdeling Ruimtevaart. Daarna trad hij in dienst van de TU Delft, Faculteit Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek en Faculteit Werktuigbouwkunde. Zijn interessegebied omvat onder meer de gebieden van dynamica van mechanische systemen en van meet- en regeltechniek.

Histechnica

Het Bestuur van Histechnica was in het verenigingsjaar 2014-2015 als volgt samengesteld:

Dr. ir. M. Tienstra	voorzitter
Ir. D. de Hoop	secretaris
J.W. Stoutjesdijk	penningmeester
Ir. L. A. Hissink	programma commissaris
Ir. T. Boele	lid
Ir. J. Sinke	lid

Dr. H.G. Heijmans Adviseur van het Bestuur

De volgende personen zijn erelid van de Vereniging Histechnica:

Dr. ir. A.P. Oele
Ing. A.P.G. Appel
Ing. R. Lutke Schipholt
Ir. W. Kooijmans
Ir. drs. P.D. van der Koogh

Website (ook voor aanmelding als lid):

www.histechnica.nl

Slot

Copyright artikelen en illustraties behoort bij de rechthebbenden.

Verantwoording beeldmateriaal: TU Delft, KIVI, Science Centre Delft, TNO, KLM, Fokker Aircraft, Skywest, AA, Boeing, Smit Salvage, Rijkswaterstaat, Hoogheemraadschap, Walburg Pers, De Ingenieur, Stork, Museum Boerhaave, Univ. Bibliotheek Leiden, SXC, XCOR Inc., ESA, NASA, Stantec, Werkspoor, Wikipedia en auteurs.

Speciale dank voor het beschikbaar stellen van foto's aan de heren H.A. Geijp, C. Passchier, R. Sahre, G.J. Luijendijk, en J.W. Stoutjesdijk.



HISTECHNICA

Histechnica: Vereniging voor Historie der Techniek en Erfgoed TUD

Histechnica werd 40 jaar geleden opgericht en heeft tot doel de belangstelling voor techniek en het industrieel erfgoed levend te houden.

De vereniging organiseert voordrachten, excursies en studiereizen jaarlijks afwisselend in binnen- en buitenland, zoals naar Zeeland, Cornwall en Saksen.

Voor meer informatie, aanmelden als lid of het bijwonen voordrachten kunt u zich wenden tot het secretariaat via de website www.histechnica.nl.

