



Hist Technica Nieuws:

1981



"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 uitstaltkast 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**

GESCHIEDENIS VAN DE (ELEKTRO-)TECHNIEK

Wisselwerking tussen Wetenschap, Techniek en Samenleving

Op 18 oktober 1980 brachten leden van Histechica een bezoek aan de Studieverzameling van de Afdeling der Elektrotechniek in het Gebouw voor Elektrotechniek van de TH Delft. Voorafgaand aan dit bezoek hield ir. J.M. Brans een bijzonder boeiende lezing over de geschiedenis van de elektrotechniek. Het Dagelijks Bestuur van Histechica besloot deze lezing in H-nieuws op te nemen.

De heer Brans is wetenschappelijk medewerker van de vakgroep WTS (Wetenschap, Technologie en Samenleving) van de Afdeling der Algemene Wetenschappen en lid van de werkgroep Geschiedenis van de Elektrotechniek van de Afdeling der Elektrotechniek, TH Delft.

Inleiding

Gedurende de laatste 200 jaar hebben wij onszelf op grote schaal afhankelijk gemaakt van de voortbrengselen en de mogelijkheden van de techniek. De techniek is zo vergroeid geraakt met ons gehele cultuur en leefpatroon dat het onmogelijk is om die daar nog uit los te maken zonder ons naakte voortbestaan zelf daarmee op het spel te zetten. Informatiestromen zouden opdrogen, verkeer en vervoer tot staan komen, en we zouden zelfs niet meer in staat zijn om ons te kleden en te voeden. Ook energie zou weer helemaal synoniem worden aan het bijbelse "zweet des aanschijns". Het besef dat de techniek zo schijnbaar onontkoombaar over ons is gekomen heeft geleid tot een bezinning op de rol ervan in onze samenleving.

Dit nadenken is ook gestimuleerd doordat men zich allengs bewust is gaan worden van allerlei met de techniek samenhangende of er door opgeroepen problemen. Milieuvervuiling, vernietigingswapens en grondstoffen en energieschaarste zijn enkele in het oog springende voorbeelden.

Verdere ontwikkeling van de techniek wordt niet langer kritiekloos als vooruitgang aanvaard. De maatschappij is zich in toenemende mate met de gang van zaken gaan bemoeien. De discussies rondom de micro-elektronica, kernenergie en de

inpoldering van de Markerwaard getuigen daarvan.

Dit allers heeft ertoe geleid dat er een duidelijke behoefte is ontstaan aan meer inzicht in de wederzijdse beïnvloedingspatronen van wetenschap, techniek en samenleving.

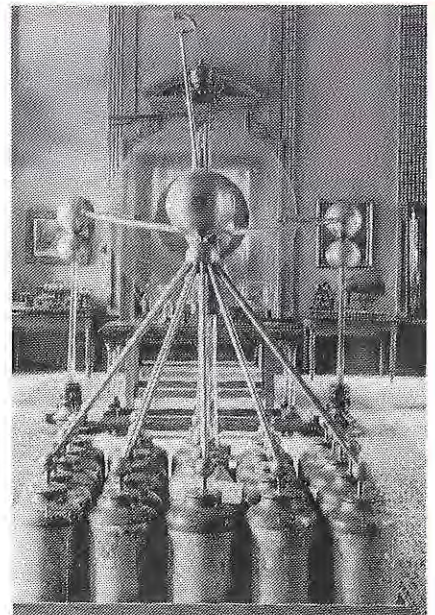
Geschiedenis van de (elektro-)techniek

Een van de mogelijkheden om meer inzicht te krijgen in de onderlinge relaties tussen wetenschap, techniek en samenleving, is de bestudering van hun gemeenschappelijke geschiedenis. Door historisch onderzoek is namelijk na te gaan hoe deze verbanden zich in het verleden hebben ontwikkeld. Daarmee kan dan een licht worden geworpen op de vraag hoe bijvoorbeeld sociale factoren zoals politiek, economie, onderwijs, en levensbeschouwing de ontwikkeling van de techniek mede hebben bepaald. Maar ook op de wijze waarop de techniek in onze cultuur de plaats heeft verworven die zij nu inneemt en hoe de wisselwerking tussen techniek en wetenschap is geëvolueerd. Misschien kan daardoor een bijdrage geleverd worden aan de beantwoording van de vraag in hoeverre het mogelijk is om technische ontwikkelingen te beheersen en eventueel te sturen. Een eenduidig antwoord op dit soort vragen zal technisch-historisch onderzoek zeker niet opleveren. Maar toch kan kennis op dit gebied nuttig zijn: bijvoorbeeld voor het maken van toekomstverkenningen der techniek om te komen tot een wetenschaps- en technologie-beleid.

Zoals alle historisch onderzoek baseert ook de geschiedenis van de techniek-studie zich op bronnen. Deze bronnen kunnen nogal divers van aard zijn:

- Documenten, archieven, boeken;
- Verzamelingen van historische apparaten en instrumenten;
- Mondelinge historische documentatie, vraaggesprekken.

Een voorbeeld van zo'n verzameling apparaten en instrumenten die als historisch bronnenmateriaal wordt ontsloten is de studieverzameling van de afdeling der elektrotechniek van de TH Delft.



Batterij Leidse flessen, van Marum, 1789, Teyler Museum Haarlem.

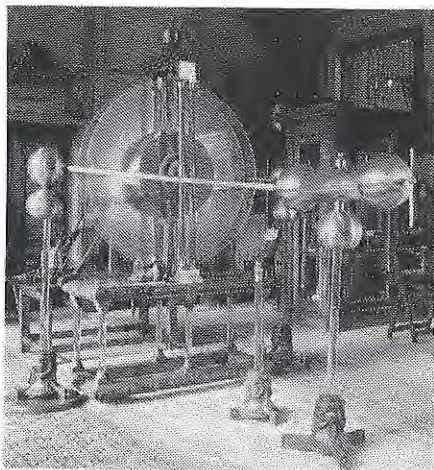
In het volgende zal aan de hand van enkele voorbeelden uit de elektrotechniek gepoogd worden om iets zichtbaar te maken van de wisselwerking tussen wetenschap, techniek en samenleving.

Elektrische theorie en praktijk

Bij de bestudering van elektrische verschijnselen heeft de theorievorming altijd vooruitgelopen op het onderzoek naar praktische toepassingen. Daarmee onderscheidt de elektrotechniek zich van vrijwel alle andere terreinen van wetenschap en techniek. Werktuigkunde, landbouw, geneeskunde en chemie hebben zich ontwikkeld vanuit een lange ambachtelijke traditie. Pas in betrekkelijk recente tijden heeft een theoretische onderbouwing van deze gebieden plaatsgevonden. Met elektriciteit en magnetisme is daarentegen eeuwenlang geëxperimenteerd zonder dat dit ooit tot praktische leidde. Dit soort onderzoek is begonnen met de bestudering van de eigenschappen van gewreven barn- en magneetstenen. Al in de 16e eeuw werd daarbij systematisch gepoogd om het wezen der waargenomen verschijnselen te doorgronden en een samenhang ertussen aan te tonen. Bekend uit die tijd is vooral het werk van William Gilbert* (1544-1603), de hofarts van de Engelse koningin Elisabeth I. Tot de reeds voor 1800 uitgebreid bestudeerde verschijnselen behoorden:

- Positieve en negatieve ladingen;
- Geleiding en Isolatie;
- Magnetische en elektrische krachtlijnen;
- Opwekking van lading (wrijvings-elektriseermachine);
- Opslag van lading (Leidse flessen);
- Elektrolyse van water;

* W. Gilbert, *Tractatus sive physiologica nova de magnetisique et de magno magnete tellure*, ca. 1600.



Elektriseermachine, van Marum, 1784, Teyler Museum Haarlem.

- Fysiologische verschijnselen (shok, elektrocutie);
- Ladingverdeling van oppervlakken;
- Elektrisch smelten van materialen.

Praktische toepassingen bleven evenwel beperkt tot de zeilsteen, waaruit het magnetische kompas is ontstaan en kort voor 1800 de bliksemafleider (Franklin).

Als elektriciteitsbron voor dit soort proeven werd een batterij Leidse flessen gebruikt die daartoe eerst werd opgeladen door middel van een wrijvingselektriseermachine.

Dit werk culmineerde rond 1800 in de onderzoeken van Martinus van Marum (1750-1837), met de reusachtige elektriseermachine van de Teylerstichting in Haarlem. De ontlading van een batterij Leidse flessen is moeilijk te beheersen. Ook wordt de werking van een elektriseermachine sterk beïnvloed door de luchtvochtigheid, alleen bij droog vriesend weer werken ze echt goed. En ondanks de hoge spanning die er mee te bereiken is, blijft het beschikbare vermogen toch zeer beperkt.



Fig. 26-4. Volta's crown of cups. The "pile" of pairs of zinc and silver discs that formed Volta's first electric battery was modified to form a series of cups filled with weak acid. These were connected by metallic strips terminating in alternate plates of silver (A) and zinc (Z). Reduced evaporation extended the battery's usefulness. (From *Transactions of the Royal Society*, June, 1800. Courtesy of *Burndy Library*)

"Natte" batterij van Volta.

De mogelijkheden voor verder onderzoek waren in feite afhankelijk van het beschikbaar zijn van een efficiënte en betrouwbare elektriciteitsbron. Daar werd evenwel niet systematisch aan gewerkt, en hoe verwonderlijk dat ook moge schijnen volgens onze hedendaagse opvattingen, er was ook geen behoefte aan, en geen belangstelling voor.

Om dit te begrijpen is het goed om in gedachten te houden dat de beoefening van de natuurwetenschap in de 17e en 18e eeuw nog sterk onder invloed stond van de alchemistische traditie. Techniek en toepassing waren in deze wetenschapsopvatting oninteressant of getuigden zelfs van wetenschappelijke verwordings-(goudmakerij). Primair ging het er om, om het wezen der dingen te doorgronden, en de samenhang van het universum te ontdekken. Dit ter eigen loutering en geestelijke verheffing. De techniek behoorde niet tot het terrein der wetenschappen maar tot dat der handwerklieden. De sociale status van deze laatste groep was veel lager dan die

der wetenschappers. Hun ambachtelijke vaardigheden hadden zich immers ontwikkeld uit de oudtijds slavenarbeid. Wetenschapsbeoefening daarentegen was steeds een zaak voor vrije mensen geweest.

De technici ontbeerden het initiatief en de wetenschappelijke kennis om aan andere elektriciteitsbronnen te werken. De wetenschappers waren niet geïnteresseerd en gaven er ook geen opdracht toe, en stelden ook hun kennis niet ter beschikking van de instrumentmakers. Wetenschap en techniek waren strikt gescheiden werelden.

Pas ver in de 19e eeuw zouden de wetenschappelijke en de technische tradities ineenvloeien in een nieuwe categorie beroepsbeoefenaars, de ingenieurs. De in die tijd ook in Nederland razendsnel doorzettende industrie had een behoefte aan wetenschappelijke opgeleide technici geschapen.

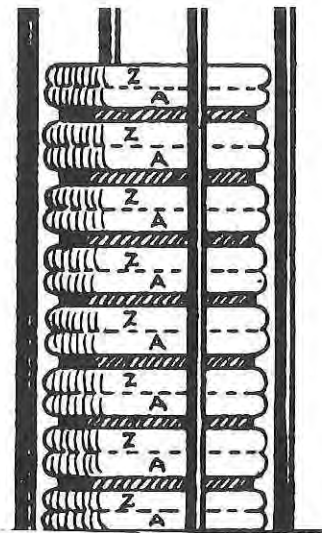
De galvanische batterij van Alessandro Volta

De ontwikkeling van een nieuwe elektriciteitsbron kwam dan ook niet uit de hoek van de natuurwetenschappers die zich met de bestudering van

elektriciteit bezighielden. De eerste aanzet kwam uit een veel praktischer richting, namelijk de geneeskunde. Luigi Galvani (1737-1798), experimenteel fysioloog in Bologna, was al heel lang geboeid door een fenomeen dat men toen "dierlijke elektriciteit" noemde. Daarmee werden bijvoorbeeld de schokken bedoeld die sidderalen konden uitdelen, omdat die dezelfde onplezierige sensatie gaven als het aanraken van een geladen Leidse fles.

Bij het ontleden van een kikkerpoot zag Galvani dat de kuitspier daarvan hevig samentrok op het moment dat hij de ischiadicuszenuw met zijn scalpel beroerde. Kikkerpoten hebben waarschijnlijk al eeuwenlang trekkingen vertoond als ze op een bepaalde manier geprikkeld werden.

Maar er is een geoefende wetenschappelijke geest voor nodig om dit op te merken als iets bijzonders. Een in de buurt van zijn snijtafel in bedrijf zijnde elektriseermachine bleek bij nader onderzoek niets met het waargenomen verschijnsel te



—Volta's pile. Pairs of zinc (Z) and silver (A) or copper disks were separated by disks of flannel or paper soaked in brine. On connecting the top disk of zinc with the lowest disk of silver by means of a wire, an electric current flowed through the wire.

"Droge" batterij van Volta.

maken te hebben.

Wat er in werkelijkheid gebeurde was dat de zilveren prepareerschaal, het spiervocht en het stalen ontleedmes een primitief galvanisch element vormden. Op het moment dat Galvani met zijn eigen lichaam de keten sloot diende hij een elektrische prikkel aan de zenuw toe met bovenvermeld gevolg. Zelf was hij er echter van overtuigd dat er een uitwendige oorzaak moest zijn en daar ging hij ook naar op zoek. Door de toen al bestaande communicatie in de wetenschap kwam een en

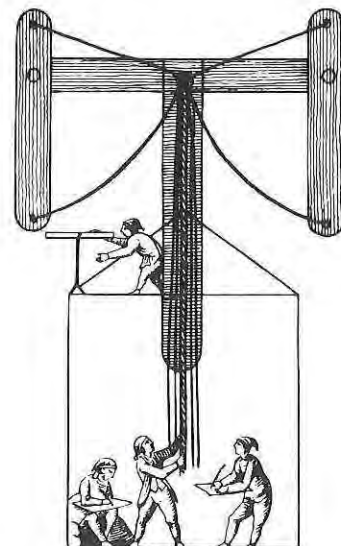


FIGURE 343—Chappe's semaphore telegraph.

ander ook ter ore aan Alessandro Volta (1745-1837), toen hoogleraar in de fysica in Como. Ook hij was, zij het uit een veel meer fysieke hoek, zeer geïnteresseerd in "dierlijke elektriciteit". Bovendien had hij al vaak geëxperimenteerd met de effecten die optraden als verschillende metalen verbonden door een geleider in contact werden gebracht met lichaamsvochten. Bij zichzelf had hij op deze manier smaaksensaties op zijn tong teweeggebracht. Hij geloofde niet in een uitwendige oorzaak voor de waarnemingen van Galvani. Na een reeks proeven liet hij het hele idee van dierlijke elektriciteit varen. Gewapend met nieuw verworven inrichten construeerde hij een tweetal elektrochemische elementen.

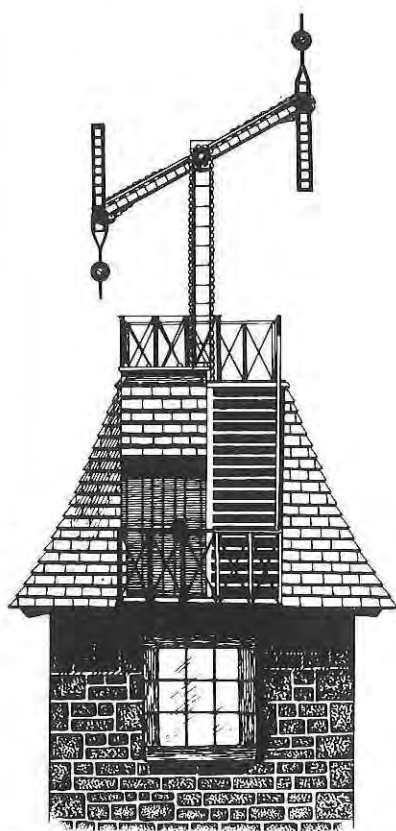


FIGURE 344—Model of a Chappe telegraph tower.

De gebruiksmogelijkheden van de "natte" batterij werden beperkt door de snelle verdamping van het elektrolyt. De door hem eveneens geconstrueerde "droge" batterij ondervond veel minder hinder van dit euvel.

De nu beschikbare continue elektriciteitsbron opende de weg voor een heel scala van nieuwe proefnemingen. Snel na elkaar kwamen in het eerste kwart van de 19e eeuw een aantal nieuwe effecten aan het licht die op hun beurt weer aanleiding gaven tot nieuwe experimenten:

- Wisselwerking tussen geleiders en magneetvelden (Oersted, Ampère en Faraday);
- Elektromagnetisme (Henry);
- Elektromagnetische inductie (Faraday).

Op heel beperkte schaal ontstonden er nu ook enkele praktische toepassingen:

- Galvaniseren (juweliers);
- Booglicht;
- Elektrolytische bereiding van barium, strontium en calcium uit hun zouten.

Alleen het galvaniseren had een zekere commerciële betekenis. De overige toepassingen kwamen het laboratoriumstadium niet te boven. Volta-zuilen waren veel te kostbaar om ze te gebruiken voor de grote vermogens die booglicht en elektrolyse vroegen.

Geneeskunde, techniek en wetenschap hadden nu tesamen voor een nieuwe elektriciteitsbron gezorgd maar van veel invloed op de samenleving was deze innovatie niet.

De elektromechanische telegraaf

Waren er dan geen toepassingen denkbaar waarvoor Volta batterijen wel goed bruikbaar waren, en waarbij de gevraagde vermogens en dus de prijs relatief laag bleven?

De industrialisering die na 1800 overal op gang kwam ging gepaard met een enorme toename van de wereldhandel. Er werden niet langer vrijwel uitsluitend kostbare weinig omvangrijke goederen verhandeld zoals specerijen en laken maar vooral ook grondstoffen en industriële produkten. Deze intensivering en volumevergroting van de wereldhandel had een drastische innovatie van verkeers- en vervoerssystemen tot gevolg en bovendien de behoefte aan snelle marktinformatie meegebracht. Voor het eerst sinds de Romeinse tijd werden er in Europa weer wegen aangelegd en kanalen gegraven. Vooral ook werden er na 1800 op grote schaal spoorwegen aangelegd.

Voor het handhaven van een efficiënte en betrouwbare dienstregeling hadden deze behoefte aan een snel signalerings- en informatiesysteem. Het antwoord op de behoefte van handel en spoorwegen was de elektromechanische telegraaf. Optische en akoestische seinsystemen bestonden al eeuwen. Bonaparte, een Corsicaan die zich enige decennia lang intensief met de gang van zaken in Europa en omstreken bemoeide, had dit continent laden overdeken met een netwerk van optische telegraphen. Deze bestonden uit manipuleerbare seinpalen binnen richtafstand van elkaar, ontworpen en aangelegd door Robert Chappe. Na de terugtocht van de Fransen werden in Europa de telegraafposten weer snel opgeruimd.

De fasesnelheid, d.w.z. de loopsnelheid van de boodschapper was bij het Chappe systeem vrij groot (ca. 1000 km/h). De transmissiesnelheid, d.w.z. het aantal tekens per uur was daarentegen laag, ongeveer 1 teken per 2 minuten. Vooral de weersomstandigheden en de grote hoeveelheid geoefend personeel die voor de

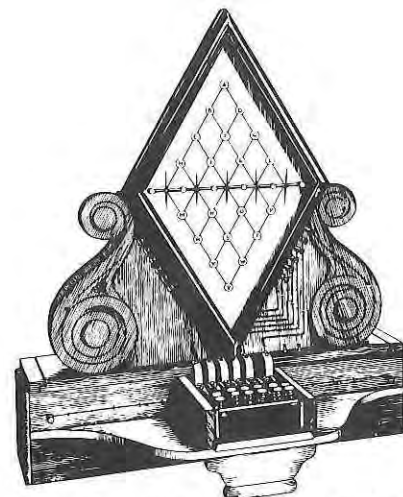


FIGURE 347—Cooke and Wheatstone's five-needle telegraph, 1837.

bediening nodig waren legden beperkingen op aan het gebruik van de optische telegraphen.

Met elektrochemische en elektrostatische telegraphen was al lang geëxperimenteerd. In zekere zin was telegrafie dus een niet helemaal onbekend en nieuw iets in het eerste kwart van de 19e eeuw. Wat ontbrak was tot dan toe een stimulerende economische behoefte. Technisch zaten de problemen in het vinden van een betrouwbare informatiedrager en een niet te gecompliceerde zend- en ontvanginrichting. Wilde de telegraaf praktisch bruikbaar worden dan moest er een zodanig codeersysteem komen dat het aantal draden gereduceerd kon worden. Zonder codering zou namelijk voor elk over te seinen teken een aparte draad nodig zijn.

In Engeland werd aan het coderingsprobleem gewerkt door William Cooke (1806-1873) en Charles Wheatstone (1802-1875). Het coderingsprobleem losten zij op door elk teken te laten aanwijzen door

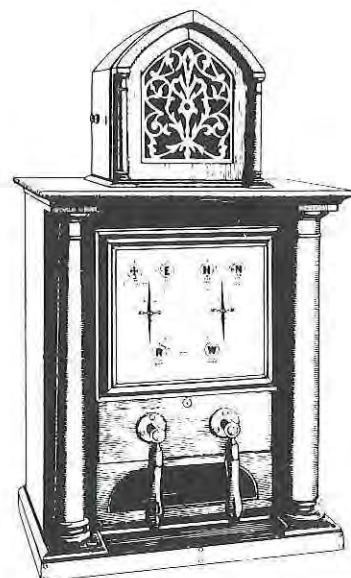


FIGURE 348—Cooke and Wheatstone's two-needle telegraph, 1842.

een combinatie van 5, later 2 wijzers verbonden met evenzovele verbindingslijnen.

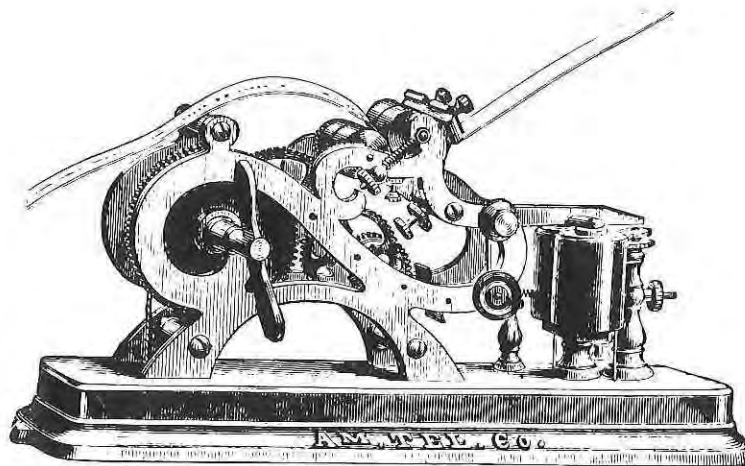
Dat was een directe toepassing van Oersted's ontdekking dat een magneetnaald de neiging had loodrecht op een stroomvoerende geleider te gaan staan.

De telegraaf van Cooke en Wheatstone is een schoolvoorbeeld van een uitvinding die min of meer logisch evolueerde uit voorafgaande ontdekkingen en uitvindingen. Daaraan was ook het succes ervan te danken. Van een hele andere zijde werd in de Verenigde Staten het telegrafieprobleem aangepakt. De kunstschilder Samuel Morse (1791-1872) was veel meer artiest dan technicus. Deze tekortkomingen compenseerde hij ruimschoots door zich van de juiste adviseurs te voorzien.

L.D. Gale, hoogleraar chemie, evenals Morse verbonden aan de New Yorkse universiteit is daarvan de bekendste. De essentie van Morse's constructie was zijn code. Alle tekens waren gecodeerd in patronen van punten en strepen overeenkomend met het korter of langer sluiten van een elektrisch circuit. Het door hem toegepaste relais maakte regeneratie (versterking) van het signaal mogelijk waardoor lange afstandsverbindingen gerealiseerd konden worden. Morse was niet zozeer zelf uitvinder. Hij was veel meer een bekwame manager gedreven door een idee, die de kwaliteiten van anderen wist te combineren en daaraan dienstbaar te maken om zodoende een succesvolle innovatie tot stand te brengen. Joseph Henry schrijft over hem: "I am not aware that Mr. Morse ever made a single original discovery, in electricity, magnetism, or electromagnetism applicable to the invention of the telegraph. I have always considered his merit to consist in combining and applying the discoveries of others in the invention of a particular instrument and process for telegraphic purposes. I have no means of determining how far this invention is original with himself or how much is due to those associated with him."*

In 1843 kreeg Morse een ontwikkelingskrediet van \$ 30.000 van het Amerikaanse Congres, voor het opzetten van een telegraaflijn tussen Baltimore en Washington. Daarmee mobiliseerde hij tevens de politiek als een factor in de ontwikkeling van de techniek.

Het gebruik van de telegraaf verbreidde zich razendsnel. Al in 1858 werd de Atlantische Oceaan overbrugd. Meer nog dan een technische was dit een organisatorische prestatie. Er was een modern aandoende onder-



An early Morse telegraph for recording the code of dots and dashes on a moving tape. The electric telegraph in this form was the first important application of electromagnetism and heralded the conquest of space by electrical communications. (From Prescott, *Electricity and the Electric Telegraph*, 6th edn., 1885. Courtesy of Burndy Library)

nemersgeest voor nodig om zeer uiteenlopende factoren te bundelen en te richten op het verwezenlijken van een vooropgezet doel. Enkele van deze factoren waren:

- Internationale samenwerking;
- Risicodragend kapitaal;
- Oceanografisch onderzoek;
- Kabelinnovatie.

Van de telegraaf is een grote indirecte invloed uitgegaan op de verdere ontwikkeling van de elektrotechniek.

- Grote aantallen technici, instrumentmakers en telegrafisten werden opgeleid;
- Grote hoeveelheden betaalbare componenten kwamen beschikbaar (snoeren, relais, spoelen, klemmen, schakelaars, batterijen);
- Men raakt vertrouwd met elektrische netwerken;
- Kapitaalaccumulatie in elektrotechnische bedrijven.

Dit reservoir aan personele, materiële en financiële mogelijkheden stimuleerde verder onderzoek.

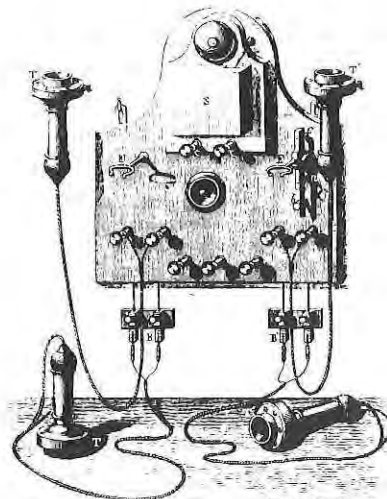


Fig. 27-3. Bell telephone. In the original Bell system, the speaker and receiver were similar. Continued improvements in call systems, exchanges, batteries, and lines made the telephone the most used invention of modern times. (From Du Moncel, *Le Téléphone*, 1882. Courtesy of Burndy Library)

Een logisch vervolg op de telegraaf was de telefoon. Deze werd in 1876 door Bell geïntroduceerd en bleek een enorme groeier. Het gebruik van de telegraaf had zich nog in een beperkte maatschappelijke kring afgespeeld. Maar de telefoon drong van het begin af aan door in de levenssfeer van de individuele burger. Elektrotechniek en maatschappij waren voortaan onlosmakelijk met elkaar verbonden.

Licht en krachtinstallaties

Voor dit soort toepassingen van elektriciteit was maar weinig belangstelling. Elektrisch licht en kracht zouden pas interessant worden als de opwekking en distributie vele malen goedkoper zouden worden. Maar stoommachines voldeden prima en voor verlichting was gas een veilig en betrouwbaar middel gebleken. Alleen voor vuurtorens en toverlantaarns werd het elektrisch alternatief serieus overwogen. Omdat daar maar weinig perspectief in gezien werd, werd er alleen incidenteel onderzoek aan gedaan.

Siemens, een Pruisisch officier die een vermogen in de telegrafie verdiend had, ontdekte in de Pruisisch Deense oorlog van 1864 de voordelen van elektrische ontsteking van zeehavenblokkademijnen. Houten zijn namelijk nogal onpraktisch in water. Omdat de toenmalige batterijen zich minder goed leenden voor mobiel gebruik zocht hij de oplossing in een verbeterde dynamo (H-anker type). Ook in Frankrijk werd voornamelijk door de Compagnie d'Alliance geëxperimenteerd met generatoren voor vuurtorenverlichting. Elektrische boogverlichting kwam door een militaire verwikkeling in het middelpunt van de belangstelling te staan. Toen in 1871 tijdens de Frans-Pruisische oorlog keizer Bonaparte bij Sedan verslagen was, moest Parijs in allerijl in staat van verdediging gebracht worden.

* J. Henry, *Statement of Professor Henry in Relation to the History of the Electromagnetic Telegraph*, Washington D.C. 1858.

Mobiele booglampen gevoed door Alliance generatoren maakten het mogelijk om dag en nacht door te werken. Ook tijdens het beleg bleken deze zoeklichten van grote waarde voor het verblinden van de aansluitende Pruisen en de verlichting van het schootsveld.

Geleidelijk aan werden opwekking en distributie van elektrische energie verbeterd. Gramme, een commercieel denkend Belgisch ingenieur, realiseerde zich de mogelijkheden van elektrisch licht. Door toepassing van een ringanker en uitwendige bekrachtiging wist hij het rendement van de generatoren drastisch te verbeteren. In 1873 won hij glansrijk de competitie met zijn gasconcurrenten voor de verlichting van de Westminster klokketoren. Ook in Nederland kreeg nu de toepassing van elektrisch licht en kracht aandacht.

In 1874 schafte de Polytechnische school in Delft een Gramme dynamo aan.

Toen na de uitvinding van de gloeilamp elektrisch licht ook geschikt werd voor huiskamergebruik begon het al snel het gas te verdringen. Elektriciteit was daarmee een consumentenartikel geworden. Elektriciteit was een enorme groeiemarkt, waardoor geschoold personeel zo schaars was dat de concurrenten het tegen elke prijs bij elkaar wegcochten.

Litteratuur

Forbes, R.J.
Martinus van Marum, Life and Work
Volume III and IV, Haarlem 1971,
Tjeenk Willink & Zoon.

Hoppe, E.
Geschichte der Elektrizität
Leipzig 1884, Johann Ambrosius
Barth, Neudruck 1969.

Kranzberg N., Pursell C.W., eds.
Technology in Western Civilization,
Volume I and II, New York 1967,
Oxford University Press.

Shiers, G., ed.
The Electric Telegraph, An Historical
Anthology
New York 1977, Arno Press.

Singer, C., Holmyard
A History of Technology, Vol. IV and V
Oxford 1958, Oxford University Press.
Bibliotheek Werkgroep Geschiedenis
der Elektrotechniek.

J.M. Brans
Wetenschappelijk medewerker van de
vakgroep WTS (Wetenschap, Technolo-
gie en Samenleving), tevens lid van de
werkgroep Geschiedenis der Elektro-
techniek TH Delft.

PRIJSVRAAG BATAAFSCH GENOOTSCHAP

Het Bataafsch Genootschap der Proefondervindelijke Wijsbegeerte te Rotterdam heeft in november 1980 **Prijsvraag no. 267** uitgeschreven.

Er wordt gevraagd een onderzoek in te stellen naar de geschiedenis van een aantal stoommachines die door Boulton en Watt in de jaren 1798 tot 1832 voor Nederlandse fabrieken en vaartuigen zijn geleverd, alsmede naar de betekenis hiervan voor de betreffende ondernemingen.

Het gaat hier om vijf stoommachines die aan bedrijven zijn geleverd en zes die in vaartuigen zijn geïnstalleerd. Van deze machines zijn bouwjaar, koper, handelsagent, vermogen, en fabrieksarchiefnummer bekend.

Belangstellenden kunnen nadere gegevens opvragen bij het secretariaat van Histechnica of bij het secretariaat van het Bataafsch Genootschap: 3000 AN Rotterdam, Postbus 597.

De prijs bestaat uit de gedenkpenning van het Genootschap plus een bedrag van Fl. 500,—.

Inzending aan het Genootschap is mogelijk tot 1 juli 1981.

PRIJSVRAAG HISTECHNICA

HISTECHNICA

is de vereniging, die via de belangstelling voor de geschiedenis der techniek, ook de waardering voor de techniek probeert te bevorderen. Histechnica verenigt tevens "de vrienden" van het Technisch Tentoonstellingscentrum van de Technische Hogeschool te Delft.

Om dat doel te helpen bereiken looft zij een

PERSPRIJS

uit voor het beste artikel over de ontwikkeling van de techniek en technische wetenschappen, gepubliceerd in de algemene pers in de jaren 1979, 1980 en 1981.

De prijs bedraagt Fl. 1000,—.

Artikelen geplaatst in de vakbladen komen voor deze prijs niet in aanmerking. De jury zal bestaan uit de heren:

- R. Gebhard (bedrijfsjournalist, lid Dagelijks Bestuur Histechnica);
- prof. ir. J.L. de Kroes (hoogleraar TH Delft, lid Dagelijks Bestuur Histechnica);
- dr.ir. A.P. Oele (voorzitter Openbaar Lichaam Rijnmond, voorzitter Dagelijks Bestuur Histechnica);
- ir. S. Rozendaal (wetenschapsjournalist, lid Dagelijks Bestuur Histechnica).

Omdat bij het brede spectrum van landelijke en locale pers in Nederland het vrijwel ondoenlijk is om alles te volgen, zal het op prijs worden gesteld, wanneer geïnteresseerde deelnemers of lezers, die vinden dat een bepaald artikel voor deze prijs in aanmerking zou kunnen komen, dit inzenden.

Secretariaat:

Ing. R. Lutke Schipholt, Achterom 23^a, 2611 PL Delft, tel. 015-135438.

De artikelen moeten uiterlijk 1 maart 1982 in het bezit zijn van het secretariaat.

"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 f 25,— per jaar; voor een beschermend lid tenminste f 100,— per jaar.

U kunt dit werk steunen door u aan te melden bij het secretariaat van Histechnica, Achterom 23A, 2611 PL Delft.

HISTECHNICA

secretariaat:

Achterom 23A
2611 PL Delft
tel. 015-135438
na 18.00 uur.



een combinatie van 5, later 2 wijzers verbonden met evenzovele verbindingsslijnen.

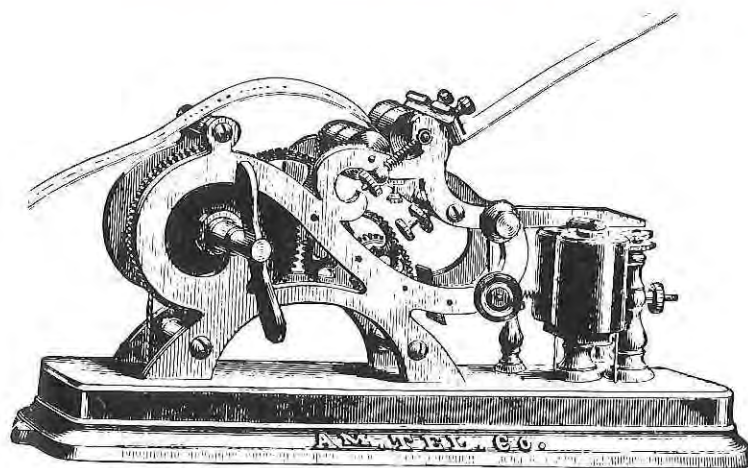
Dat was een directe toepassing van Oersted's ontdekking dat een magneetnaald de neiging had loodrecht op een stroomvoerende geleider te gaan staan.

De telegraaf van Cooke en Wheatstone is een schoolvoorbeeld van een uitvinding die min of meer logisch evolueerde uit voorafgaande ontdekkingen en uitvindingen. Daaraan was ook het succes ervan te danken. Van een hele andere zijde werd in de Verenigde Staten het telegrafie-probleem aangepakt. De kunstschilder Samuel Morse (1791-1872) was veel meer artiest dan technicus. Deze tekortkomingen compenseerde hij ruimschoots door zich van de juiste adviseurs te voorzien.

L.D. Gale, hoogleraar chemie, evenals Morse verbonden aan de New Yorkse universiteit is daarvan de bekendste. De essentie van Morse's constructie was zijn code. Alle tekens waren gecodeerd in patronen van punten en strepen overeenkomend met het korter of langer sluiten van een elektrisch circuit. Het door hem toegepaste relais maakte regeneratie (versterking) van het signaal mogelijk waardoor lange afstandsverbindingen gerealiseerd konden worden. Morse was niet zozeer zelf uitvinder. Hij was veel meer een bekwame manager gedreven door een idee, die de kwaliteiten van anderen wist te combineren en daaraan dienstbaar te maken om zodoende een succesvolle innovatie tot stand te brengen. Joseph Henry schrijft over hem: "I am not aware that Mr. Morse ever made a single original discovery, in electricity, magnetism, or electromagnetism applicable to the invention of the telegraph. I have always considered his merit to consist in combining and applying the discoveries of others in the invention of a particular instrument and process for telegraphic purposes. I have no means of determining how far this invention is original with himself or how much is due to those associated with him."^{*}

In 1843 kreeg Morse een ontwikkelingskrediet van \$ 30.000 van het Amerikaanse Congres, voor het opzetten van een telegraaflijn tussen Baltimore en Washington. Daarmee mobiliseerde hij tevens de politiek als een factor in de ontwikkeling van de techniek.

Het gebruik van de telegraaf verbreidde zich razendsnel. Al in 1858 werd de Atlantische Oceaan overbrugd. Meer nog dan een technische was dit een organisatorische prestatie. Er was een modern aandoende onder-



An early Morse telegraph for recording the code of dots and dashes on a moving tape. The electric telegraph in this form was the first important application of electromagnetism and heralded the conquest of space by electrical communications. (From Prescott, *Electricity and the Electric Telegraph*, 6th edn., 1885. Courtesy of Burndy Library)

nemersgeest voor nodig om zeer uiteenlopende factoren te bundelen en te richten op het verwezenlijken van een vooropgezet doel. Enkele van deze factoren waren:

- Internationale samenwerking;
- Risicodragend kapitaal;
- Oceanografisch onderzoek;
- Kabelleginnovatie.

Van de telegraaf is een grote indirecte invloed uitgegaan op de verdere ontwikkeling van de elektrotechniek.

- Grote aantallen technici, instrumentmakers en telegrafisten werden opgeleid;
- Grote hoeveelheden betaalbare componenten kwamen beschikbaar (snoeren, relais, spoelen, klemmen, schakelaars, batterijen);
- Men raakt vertrouwd met elektrische netwerken;
- Kapitaalaccumulatie in elektrotechnische bedrijven.

Dit reservoir aan personele, materiële en financiële mogelijkheden stimuleerde verder onderzoek.

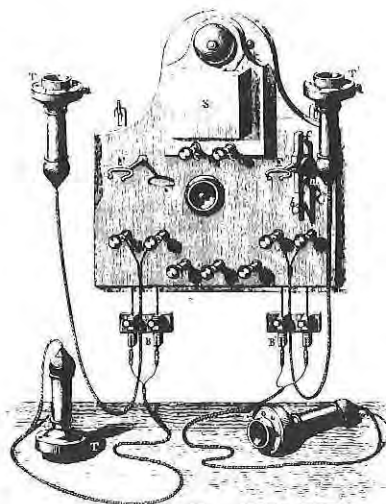


Fig. 27-3. Bell telephone. In the original Bell system, the speaker and receiver were similar. Continued improvements in call systems, exchanges, batteries, and lines made the telephone the most used invention of modern times. (From Du Moncel, *Le Téléphone*, 1882. Courtesy of Burndy Library)

Een logisch vervolg op de telegraaf was de telefoon. Deze werd in 1876 door Bell geïntroduceerd en bleek een enorme groeier. Het gebruik van de telegraaf had zich nog in een beperkte maatschappelijke kring afgespeeld. Maar de telefoon drong van het begin af aan door in de levenssfeer van de individuele burger. Elektrotechniek en maatschappij waren voortaan onlosmakelijk met elkaar verbonden.

Licht en krachtinstallaties

Voor dit soort toepassingen van elektriciteit was maar weinig belangstelling. Elektrisch licht en kracht zouden pas interessant worden als de opwekking en distributie vele malen goedkoper zouden worden. Maar stoommachines voldeden prima en voor verlichting was gas een veilig en betrouwbaar middel gebleken. Alleen voor vuurtorens en toverlantaarns werd het elektrisch alternatief serieus overwogen. Omdat daar maar weinig perspectief in gezien werd, werd er alleen incidenteel onderzoek aan gedaan.

Siemens, een Pruisisch officier die een vermogen in de telegrafie verdiend had, ontdekte in de Pruisisch Deense oorlog van 1864 de voordelen van elektrische ontsteking van zeehavenblokkademijnen. Houten zijn namelijk nogal onpraktisch in water. Omdat de toenmalige batterijen zich minder goed leenden voor mobiel gebruik zocht hij de oplossing in een verbeterde dynamo (H-anker type). Ook in Frankrijk werd voornamelijk door de Compagnie d'Alliance geëxperimenteerd met generatoren voor vuurtorenverlichting. Elektrische boogverlichting kwam door een militaire verwickeling in het middelpunt van de belangstelling te staan. Toen in 1871 tijdens de Frans-Pruisische oorlog keizer Bonaparte bij Sedan verslagen was, moest Parijs in allerijl in staat van verdediging gebracht worden.

^{*} J. Henry, *Statement of Professor Henry in Relation to the History of the Electromagnetic Telegraph*, Washington D.C. 1858.



"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 f 25,- per jaar; voor een beschermend lid tenminste f 100,- per jaar.

U kunt dit werk steunen door u aan te melden bij het secretariaat van Histechnica, Achterom 23A, 2611 PL Delft.

De twee artikelen in dit nummer hebben te maken met innovatie. Hoewel dit een ruimer begrip is, wordt hier uiteraard de technologische innovatie bedoeld, waar juist nu zoveel over te doen is. Talloze discussies, symposia, seminars, etc., zijn daar reeds over gehouden en ongetwijfeld zullen er nog vele volgen. In de regeringsnota: "Innovatie" van minister van Trier (1979) zijn de diverse aspecten van innovatie keurig op een rij gezet en worden voorstellen gedaan voor het overheidsbeleid in deze. Hoewel men soms de indruk krijgt dat het hier om iets nieuws gaat, is innovatie op zich natuurlijk zo oud als de mensheid zelf, alleen werd het niet zo genoemd en was de situatie anders.

Het is daarom goed de blik ook op het verleden te richten. In het onderstaande artikel trekt dr.ir. A.P. Oele een vergelijking tussen de situatie vroeger en nu. In het daaropvolgende artikel geeft ir. J.H. Makkink een beschrijving van een klassiek geworden innovatie die letterlijk de drijvende kracht werd van de eerste industriële revolutie. Dat deze ontwikkeling sociaal ook tot slechte situaties leidde, toont de fototentoonstelling KINDERARBEID uit België, die nog tot en met 29 oktober a.s. te bezichtigen is in het TTC te Delft.

INNOVATE, VROEGER EN NU

door dr.ir. A.P. Oele.

Er is heel wat veranderd sinds één tot twee eeuwen geleden baanbrekende uitvindingen werden gedaan. Gaat u maar na. De lijstjes van de namen van uitvinders van krachtwerktuigen beginnen met de namen van de oude bekenden: Watt, Stephenson, Otto, Diesel en Whittle. Voor de klassieke communicatie- en informatie-apparatuur is er het lijstje Bell, Edison, Marconi en Lee de Forest.

Deze en andere lijstjes zouden moeten worden aangevuld met de talrijker maar minder bekende namen van onderzoekers en uitvinders die succesvol gewerkt hebben aan de vervolmaking van de benzinemotor, de dieselmotor en de gasturbine, respectievelijk aan de uitvinding van transistor en chip.

Het is geen toeval, dat die namen veel minder algemeen bekend zijn. In deze eeuw is het uitvinden een georganiseerd proces geworden. Wie weet nu de namen van al diegenen, die met grote inventiviteit het succes van de ruimtevaart en de satelliettechniek mogelijk hebben gemaakt?

Wie onthoudt de namen van de nobelprijswinnaars, die baanbrekend werk hebben gedaan bij het ontsluiten van de geheimen van de celkern en bij het ontwikkelen van simpele methoden tot aanpassing van genetisch materiaal?

Het zijn niet meer enkele geniale personen, die met kleine clubjes medewerkers de innovatie "maken"; meer of minder omvangrijke teams van onderzoekers doen nu dit werk



Illustratie op omslag Innovatienota.

in tal van bedrijven en instellingen. Het is bovendien niet meer alleen een zaak van kleine of grote ondernemingen geworden, ook de overheid zoekt naar een meer samenhangend stelsel van maatregelen om het innovatieproces te bevorderen en in goede banen te leiden.

Het klimaat voor de uitvinder is dus grondig veranderd. Hij moet kunnen samenwerken en als zodanig willen functioneren in een groter geheel.

Er is nog iets veranderd. Het innovatieproces wordt niet meer kritiekloos en bewonderend gevolgd. De maatschappij is zich bewust geworden van de maatschappelijke grenzen die aan de technologische ontwikkeling moeten worden gesteld.

Heel duidelijk is dit bij de ontwikkeling van farmaceutische producten. Men wil nu de mogelijke nadelige kanten kennen tot in het derde, vierde en tiende geslacht.

Een nieuwe, succesrijke pil komt duizendmaal moeilijker op de markt dan destijds het nog altijd zo nuttige asperientje.

Het uitvinden is daarmee niet minder moeizaam geworden. Het tegendeel is eerder het geval. De moeite wordt echter gedeeld door velen, die in tal van instellingen min of meer vakmatig met de innovatie bezig zijn. Is het uitvinden daarmee een vak geworden? Het antwoord moge ja zijn; het is er één in de trant van ja, mits. Ook vandaag vergt succesvol onderzoek een evenwichtige combinatie van kennis, doorzettingsvermogen en creativiteit. Lang niet iedereen in een laboratorium of in een onderzoeksteam dient over een dergelijke optimale combinatie van eigenschappen te beschikken.

AGENDA HISTECHNICA

14 november 1981: Bezoek aan de Firma Ericson B.V. te Rijen.

TTC-TENTOONSTELLINGEN

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

- **Kinderarbeid**, tot en met 31 oktober 1981.
Een fototentoonstelling van het Museum voor Industriële Archeologie en Textiel te Gent over de situatie in België in de periode 1800-1914.
- **Piramides en Moskeeën**, tot en met 31 december 1981.
Een tentoonstelling over Oud Egyptische- en Islamitische architectuur van de Afd. Bouwkunde TH Delft met als centraal probleem de restauratie van gebouwen in Caïro.
- **Holografie**, permanent.
Vanaf maart j.l. trok deze tentoonstelling samen met **Licht & Kleur** reeds meer dan 10.000 bezoekers.

Zonder mensen die op deze drie punten hoog scoren komt innovatie niet van de grond. Het is prachtig als iemand voldoende, of meer dan voldoende wetenschappelijke kennis heeft en daarenboven nauwkeurig en volhardend weet te werken. Het is zelfs nodig, maar het is op bepaalde momenten en bepaalde plaatsen niet voldoende. Er is een elementaire nieuwsgierigheid en een sterk relativerend vermogen nodig om dat inzicht en die afstand van het onderwerp te krijgen, dat de creatieve inval mogelijk wordt. Die typische creativiteit kan voor de voortgang van het innovatieproces niet worden gemist.

De geschiedschrijving van de aan concrete personen verbonden belangrijke uitvindingen toont een beeld van mensen met een bijzondere motivering, vaak zelfs van een eenzijdige gedrevenheid. Zij kenden hun materialen en problemen en

hadden in die kennis voldoende aanknopingspunten om hoopvol door te werken.

Zij hadden zeker in de beginperiode het voordeel van een nog enigszins overzienbare wetenschap die voor een geïnteresseerde uitvinder voor de hand liggende toepassingen bood. Soms, maar lang niet altijd zijn ze gestimuleerd door een ontvankelijke industriële en sociale omgeving. Steeds echter waren inzicht, doorzicht en geloof in de zaak doorslaggevend.

Inmiddels is, zoals gesteld, de sociale omgeving grondig veranderd en daarmee het behoeftepatroon. In de post-industriële maatschappij zijn de primaire levensbehoeften vergaand vervuld. Er is culturele achterstand en nog wijdverbreide culturele armoede. Veel ontwikkelingslanden vragen niet om hoog ontwikkelde maar om aangepaste technologie. Vooral de wapentechniek, zoals deze

geënt is op een sterk verdeelde wereld is een afschuwelijk, niet of nauwelijks beheersbaar probleem geworden.

Die ontwikkeling vraagt een andere ontvankelijkheid en een andere creativiteit. De maatschappelijke context is nu meer dan ooit medebepalend. Dat uit zich nu voornamelijk in subsidie en controlemechanismen die een zekere sturing beogen. De vraag is of dit groeiend element in het innovatiesysteem voldoende ruimte laat voor de als steeds noodzakelijke creativiteit, hier bedoeld in de meer maatschappelijke zin. Ook op dit terrein zijn nu baanbrekende uitvinders nodig. Mensen die in hun denken nieuwe combinaties van wetenschap en techniek enerzijds en antwoorden op maatschappelijke vraagstukken anderzijds weten te bedenken. Dat lijstje van namen staat nog open.

DE EERSTE STOOMMACHINES

door ir. J.H. Makkink.

Voorwaarden voor de ontwikkeling van de stoommachine

Aan het begin van de 18de eeuw waren de voorwaarden aanwezig voor de uitvinding en ontwikkeling van de stoommachine. Deze waren:

1. Bekendheid met het feit dat met stoom arbeid kon worden verricht.

Hierbij kunnen als voorbeelden genoemd worden het persen van water uit een vat (proeven van Heron, della Porta, de Caus, Ramsay, Somerset, Morland, e.a.) en het omhoogdrukken van met gewichten verzwaarde pluimers in cilinders (proef van Morland). Sir Samuel Morland schijnt zelfs een machine te hebben ontworpen, waarbij uit een ketel afkomstige stoom werd gebruikt om in twee gescheiden buizen verschuifbaar aangebrachte pluimers afwisselend omhoog te persen en daarmee een rad aan te drijven.

2. Ontdekking en toepassing van de atmosferische druk.

Men had vastgesteld, dat water door de atmosfeer ca. 10 m omhoog kon worden gedrukt in een luchtledig gepompte buis (Torricelli). Diezelfde druk verhinderde het uit elkaar trekken van de beide luchtledig gepompte Maagdenburger halve bollen van von Guericke. Interessanter voor ons onderwerp is de proef van von Guericke, waarbij hij een twintigtal mannen vergeefs aan een zuiger liet trekken om te verhinderen dat deze naar beneden zou worden gezogen als de bijbehorende cilinder vacuüm werd gezogen. Bij deze proef liet men de atmosfeer voor het eerst bewust arbeid verrichten.

3. De experimenten van Papin (1690).

Papin verwarmde een hoeveelheid water in een door een zuiger afgesloten cilindrische pot totdat de gevormde stoom de zuiger omhoog perste. Bij het bereiken van een bepaalde hoogte zette hij de zuiger vast en liet hij het geheel afkoelen. Door condensatie ontstond onder de zuiger een onderdruk, zodat de zuiger, nadat Papin deze weer had losgekoppeld, door de atmosfeer

naar beneden werd gedrukt en daarbij in staat bleek door middel van touw en pulley aanzienlijke gewichten te heffen.

4. Behoeftte aan een machine om water uit mijnen te pompen.

Het voortdurend binnendringende grondwater in mijngangen vormde een ernstige belemmering bij de mijnbouw en verhinderde dat men tot dieper gelegen lagen kon doordringen.

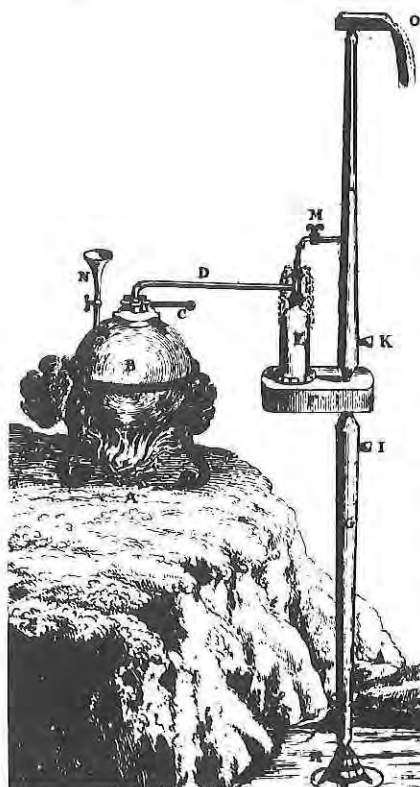


Fig. 1 Stoompomp van Savery met ketel en één opvangvat, ca. 1698.

Thomas Savery (ca. 1650-1715)

Op 25 juli 1698 werd aan Thomas Savery octrooi verleend op een pomp voor "Raising water by the impellent force of fire". Het principe van zijn pomp (zie figuur 1) was als volgt. Stoom uit ketel B wordt via kraan C en leiding D in het met water gevulde opvangvat E geblazen. Door de stoomdruk wordt het water via een terugslagklep K en de rechttopgaande pijp L

op een hoger niveau naar buiten geperst. Als uit het ratelen van de terugslagklep K blijkt dat al het water uit het vat E is verdwenen, wordt de stoomtoevoer gestopt door sluiting van kraan C en wordt het vat afgekoeld door er uit een kraan M koud water over uit te gieten. Hierdoor condenseert de in het vat aanwezige stoom met als gevolg, dat daarin een onderdruk ontstaat. De atmosfeer drukt nu water via de zuigpijp G en de terugslagklep I in het op onderdruk staande vat E. Zodra het vat met water is gevuld wordt het koelen gestopt en opnieuw stoom toegevoerd.

De eerste machine van Savery heeft waarschijnlijk slechts uit een ketel en één vat bestaan, maar in 1699 demonstreerde hij voor de Royal Society een stoompomp met twee opslagvaten, elk met hun eigen met de hand te bedienen stoomtoevoerkranen. Door afwisselend gebruik te maken van beide opslagvaten was een grotere pompsnelheid te bereiken en was men verzekerd van een continu bedrijf.

Later zijn door Savery nog meer verbeteringen aangebracht. In zijn in 1702 verschenen boek "The Miners Friend" beschrijft hij een pomp waarbij de twee stoomkranen tot een enkele kraan zijn verenigd, die door middel van een hefboom met de hand wordt bediend. Met deze om een verticale as draaiende vlinderkraan kunnen de stoominlaten van de twee opslagvaten beurtelings met de stoomtoevoer worden verbonden. Dit nieuwe type kraan is later niet alleen door Newcomen, maar ook door James Watt gebruikt.

Er werden door Savery nog meer verbeteringen aangebracht, zoals toepassing van een tweede ketel, om de eerste (de zogenaamde great boiler) weer met water te vullen als deze dreigde droog te koken. Hiertoe werd de met water gevulde tweede ketel verhit, zodra met "peil"-aftapkranen was vastgesteld dat het water-niveau in de hoofdketel te laag begon te worden. Door de in de tweede ketel opgewekte stoomdruk werd dan water daaruit in de hoofdketel geperst.

De kranen en pijpen van de stoompomp werden van messing en de ketel van geslagen koper vervaardigd in een werkplaats in de buurt van

Fleet Street te Londen, die hiermede de eerste stoomwerktuigfabriek ter wereld werd. Helaas is de pomp geen succes geworden. Voor het pompen van water uit mijnen was hij ongeschikt omdat de maximale zuighoogte in de praktijk slechts 6 m bleek te zijn. Bovendien kon de pershoogte ook niet al te hoog zijn, omdat de ketels nog niet geschikt waren voor hoge stoomdrukken. Voor het bereiken van grote opvoerhoogten, zoals voor mijnen vereist was, zou men dus enkele Savery stoompompen in serie hebben moeten plaatsen, wat een praktische onmogelijkheid was. Wel schijnt de Savery stoompomp gebruikt te zijn bij de watervoorziening in Londen om water uit de Thames te pompen. Interessant is nog dat Savery bij geen van zijn machines veiligheidskleppen heeft gebruikt, maar dat nooit melding is gemaakt van enigerlei ongeluk.

Zelfs tijdens de opkomst van de Newcomen stoommachine bleef men ook na de dood van Savery, belangstelling voor zijn stoompomp behouden. Dit was een gevolg van het weinige vertrouwen dat men in mechanische machines had, daar deze geacht werden een slecht rendement te bezitten. Men vergat daarbij echter dat ook de efficiency van de Savery stoompomp veel te wensen overliet vanwege de enorme warmteverliezen als gevolg van het directe contact van de hete stoom met het koude water in het opslagvat. Men heeft

uiteraard gepoogd deze verliezen te beperken door het directe contact tussen water en stoom te vermijden. Om de condensatie te versnellen heeft Desagulier interne waterinjectie in de opslagvaten toegepast in plaats van koeling van de wanden. Ondanks deze verbeteringen echter bleef de Savery stoompomp, zeker als mijnpomp, een mislukking.

Thomas Newcomen (1663-1729)

Na het maken van enkele proefmodellen en prototypen kon Thomas Newcomen, ijzerhandelaar te Dartmouth, tezamen met zijn partner John Calley, loodgieter en glazenmaker in 1712, de eerste bruikbare atmosferische stoommachine in bedrijf stellen, die bestemd was voor het pompen van water uit een mijn bij Dudley Castle in de buurt van Wolverhampton (figuur 2). Alvorens in te gaan op de voorgeschiedenis van deze machine lijkt het nuttig eerst de werking daarvan aan de hand van figuur 3 te behandelen. Aan een balansbalk is links door middel van een ketting de pompstang van een mijnpomp bevestigd, terwijl aan de andere kant van de balk, eveneens via een ketting, een zuiger is opgehangen, die in een van boven open cilinder op en neer kan schuiven. Het gewicht van de pompstang is zo groot dat de zuiger hierdoor in zijn hoogste stand wordt getrokken. Gedurende de opwaartse beweging van de zuiger wordt stoom in de ruimte onder de

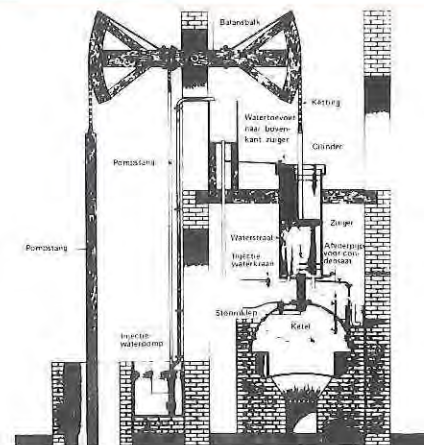


Fig. 3 Principeschema van de atmosferische stoommachine van Newcomen.

zuiger geblazen. Stoomtoevoer vindt plaats door het openen van de stoomklep op de onder de cilinder geplaatste ketel. De stoomdruk is vrijwel gelijk aan die van de atmosfeer. De stoom kan in dit geval dus niet gebruikt worden voor het verrichten van arbeid. Als de zuiger in de bovenste stand is gekomen, wordt de stoomklep gesloten en een waterinjectiekraan geopend, waardoor koud water uit een hooggelegen reservoir in de cilinder wordt gespoten. Hierdoor condenseert de stoom en daalt de druk onder de zuiger snel. De atmosfeer zal de zuiger dan naar beneden drukken, waardoor de pompstang omhoog wordt getrokken. De balansbalk drijft met een tweede pompstang nog een kleine pomp aan, die het injectiewater in het hooggelegen reservoir pompt. Een gedeelte van dit water wordt uit het reservoir op de zuiger gegoten ter verbetering van de zuigerafdichting in de cilinder (de passing van de zuiger in de cilinder was in die tijd bijzonder slecht). Aan de tweede pompstang zitten verplaatsbare uitsteeksel voor de bediening van de verschillende kranen en kleppen.

Uit het bovenstaande blijkt dat Newcomen op de hoogte moet zijn geweest van het werk van Papin en Savery. Wat Savery betreft is dat zeker, omdat de beide heren elkaar goed kenden en Newcomen zelfs met hem een overeenkomst aanging om gebruik te mogen maken van zijn octrooi, daar hij met recht verwachtte, dat indien hij zelf een octrooi zou hebben aangevraagd dit door Savery zou zijn aangevochten.

De atmosferische stoommachine bij Dudley Castle had een koperen ketel en een messing cilinder met een diameter van 21" (ca. 0,53 m) en een lengte van 7 ft 10" (2,35 m). Hij maakte 12 slagen per minuut en kon daarbij 120 gallons mijnwater per minuut (550 liter per minuut) 51 yards (56 m) omhoogbrengen.

Het lijkt waarschijnlijk dat Newcomen voordat hij tot vervaardiging van zijn vermoedelijk eerste prototype voor een tinmijn bij Wheel Vor in Cornwall overging reeds enige experimenten had gedaan met proefmodellen op kleine schaal. Volgens Desagulier heeft Newcomen aanvankelijk getracht de stoom tot condensatie te brengen door de cilinder af te koelen met een om die cilinder aangebracht watergekoelde mantel. Ook werden in het begin de verschillende

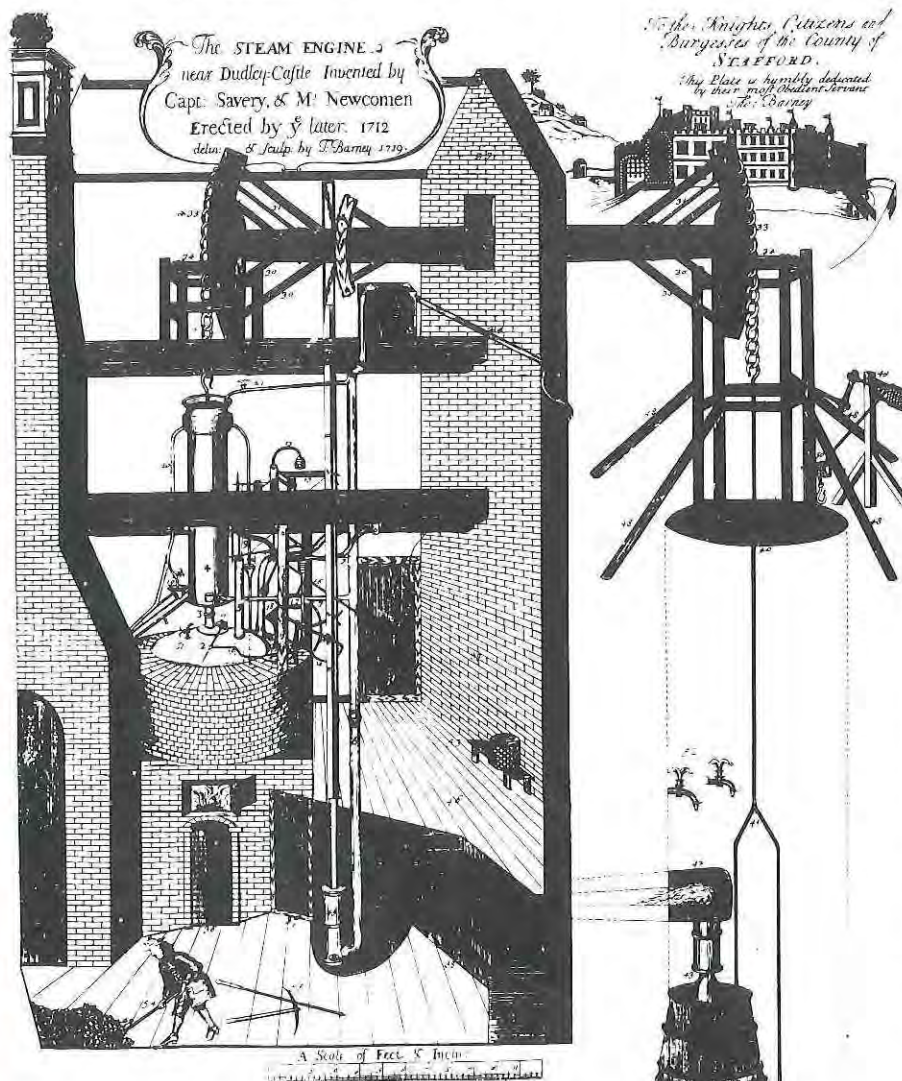


Fig. 2 Atmosferische stoommachine van Newcomen bij Dudley Castle, ca. 1712.

Gravure van Thomas Barney, 1719.

kranen en kleppen met de hand bediend. Over de vraag hoe Newcomen ertoe gekomen is koeling door waterinjectie toe te passen bestaan verschillende verhalen. Het waarschijnlijkste daarvan is dat tijdens zijn experimenten een dicht-gesoldeerd gat opnieuw lek raakte en water uit de koelmantel naar binnen werd gezogen. Dit had tot gevolg dat de zuiger met een klap naar beneden werd geslagen, de ketting naar de balansbalk brak en de zuiger door het deksel van de ketel heen schoot.

Een tweede machine kwam in 1714 in gebruik bij Griff in de buurt van Nuneaton vlakbij Coventry (figuur 4). Deze had eveneens een koperen ketel, terwijl de maten van de cilinder waren: diameter 16" (40,5 cm) en lengte ca. 8 ft (2,4 m). Met deze machine konden 70 hogsheads per hour (330 l per minuut) 47 yards (42,5 m) omhoog worden gepompt.

Het rendement van de Newcomen stoommachine was niet erg groot. Smeaton berekende dat het rendement van de door hemzelf ontworpen stoommachine van het type Newcomen niet meer dan 1% was. In de eerste plaats traden ernstige warmteverliezen in de cilinder op doordat deze na iedere temperatuurdaling als gevolg van de voor de stoomcondensatie noodzakelijke waterinjectie opnieuw moest worden opgewarmd. Ook het voortdurend begieten van de zuiger met koud water leidde tot veel warmteverlies. Tenslotte was het rendement van de ketel in die tijd ook niet erg hoog. Wel werd in de loop van de tijd de passing zuiger/cilinder verbeterd, zodat begieting van de zuiger met koud water niet langer nodig was. Ook kon de efficiency van de

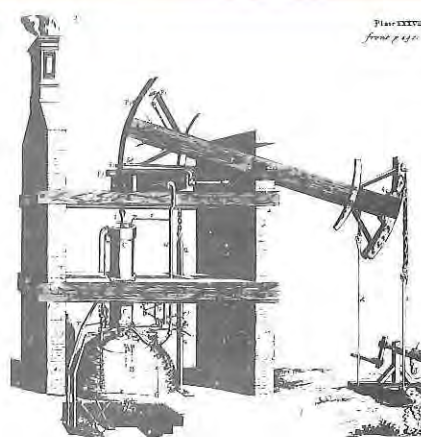


Fig. 4 Atmosferische stoommachine van Newcomen bij Griff, 1714. Naar een tekening van Henry Beighton, 1717.

ketel wat verbeterd worden, maar de stoommachine hield een slecht rendement en bleef daardoor erg duur in het gebruik. Toepassing als dubbelwerkende machine was niet mogelijk, daar de gebruikte kettingen niet toelieten, dat de machine in twee richtingen kon werken.

In 1763 kreeg een instrumentmaker van de Universiteit van Glasgow opdracht om een model van de Newcomen machine te repareren. Dit model had een cilinderdiameter van 2" en een slag van 6", terwijl de ketel een diameter had van 9". Het lukte hem het model weer in bedrijf te krijgen, maar hij stelde vast dat het stoomverbruik enorm hoog was. Met behulp van een speciaal door hem vervaardigd nieuw model stelde hij vervolgens vast, dat de grootste

verliezen een gevolg waren van het bij iedere slag afkoelen van de cilinder. Hij werd uiteindelijk de uitvinder van de speciale gekoelde en van een pomp voorziene condensor, die continu op lage druk werd gehouden en de onderdruk leverde voor de neergaande slag van de zuiger. Het regelmatig herhaalde afkoelen van de cilinder kon dan geheel worden vermeden. De naam van die instrumentmaker was James Watt.

Literatuur

L.T.C. Rolt and J.S. Allen, *The Steam Engine of Thomas Newcomen*, Hartington, New York, 1977.

C. Singer e.a., *A History of Technology*, Volume IV, Oxford 1967, p. 168-187.

VERWANTE ORGANISATIES

Er bestaat wel eens wat verwarring over de verschillende verenigingen en organisaties die momenteel op technisch museaal gebied actief zijn. Deze zijn:

TECHNISCH TENTOONSTELLINGSCENTRUM (TTC)

Een dienst van de Technische Hogeschool te Delft, die zich onder meer bezighoudt met het organiseren van tentoonstellingen op technisch historisch gebied en die tevens belast is met opsporing, registratie, beschrijving en behoud van waardevolle historische technische objecten en collecties. Het ligt in de bedoeling dat het TTC zich zal ontwikkelen tot een museum van de techniek. Adres: TTC, Kanaalweg 4, 2628 EB Delft.

STICHTING TECHNISCH HISTORISCHE VERZAMELINGEN (STV)

Vereniging van organisaties (stichtingen, instituten, verenigingen e.d.) en individuele personen die een technische verzameling hebben dan wel daar nauw bij zijn betrokken, met het doel tot gezamenlijke activiteiten (zoals bijv. exposities) te komen.

Adres: Secretariaat STV, Roosbergseweg 24, 4854 Bavel (N.B.).

SECTIE TECHNISCHE MUSEA VAN DE NEDERLANDSE MUSEUMVERENIGING (STM)

Samenwerkingsverband van technische musea in het kader van de Nederlandse Museumvereniging.

Adres: Secretariaat Sectie Technische Musea, Evoluon, N.-Brabantlaan 1a, 5652 LA Eindhoven.

Het spreekt vanzelf dat "Histechnica" naar een zo hecht mogelijke samenwerking met en tussen bovengenoemde verenigingen streeft.

Secretariaat Histechnica: Achterom 23a, 2611 PL Delft, tel. 015-135438. Postgiro nr. 3301027 t.n.v. Penningmeester Histechnica Delft.

HISTECHNICA

secretariaat:
Achterom 23A
2611 PL Delft
tel. 015-135438
na 18.00 uur.

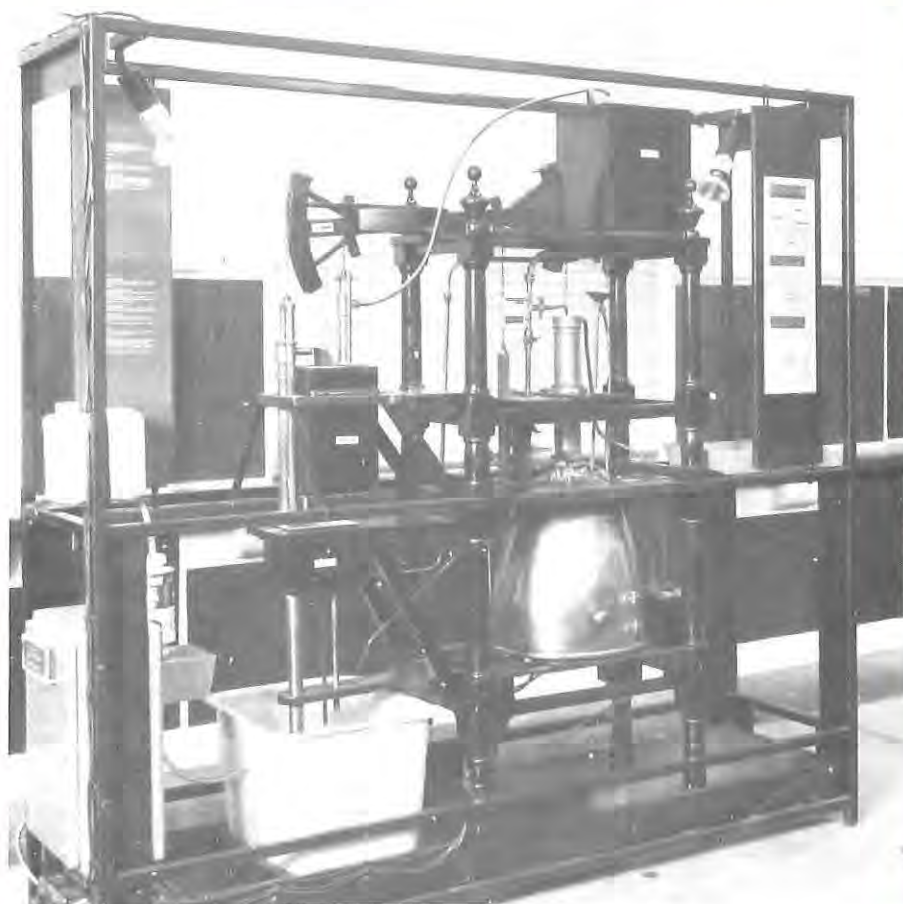


Fig. 5 Werkend model van de atmosferische stoommachine. Collectie Science Museum, London.