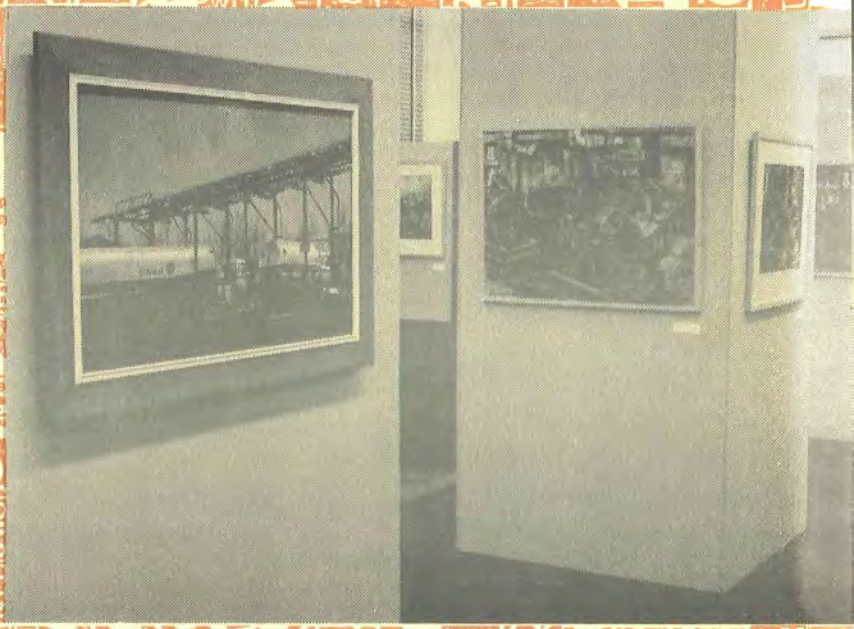
Histechnica Nieuws:

1988



HISTECHNICA NIEUWS

JAARGANG 14
NUMMER 1
MAART 1988

Leden van Histechnica kunnen bij het TTC aan de Kanaalweg 4 te Delft de Museumjaarkaart 1988 kopen tegen de kortingsprijs van f 17,50 (voor niet-leden in de leeftijd van 25 tot 65 jaar is de prijs f 25,–; tót 25 jaar kost de museumjaarkaart f 12,50). Voor meer inlichtingen: mw. T.M. van Linge-Scholten, tel. 015-784808.

De foto op de omslag toont een schilderij van Nico Peeters (links) en van Bessel Kok (midden).

ISSN 0922–1018

HISTECHNICA

Histechnica is een vereniging van vrienden van het Technisch Tentoonstellingscentrum TTC.
Deze vereniging, die in 1974 werd opgericht, stelt zich ten doel de belangstelling te bevorderen voor de ontwikkeling van de techniek in verleden, heden en toekomst en zijn maatschappelijke gevolgen.
De vereniging tracht dit doel in eerste instantie te verwezenlijken door het TTC zowel financieel als op alle mogelijke andere manieren te steunen bij haar activiteiten. Histechnica wil op deze wijze het TTC de mogelijkheid bieden uit te groeien tot een landelijk historisch en modern educatief centrum voor de techniek.
Het TTC organiseert tentoonstellingen op het gebied van de techniek voor een zo breed mogelijk publiek waarbij aan de hand van modellen en zelf te bedienen opstellingen inzicht wordt gegeven in de basisprincipes van historische en moderne technieken.
Een beter begrip van de technische ontwikkelingen in het verleden en heden zal een evenwichtige benadering van de huidige en toekomstige technische ontwikkelingen mogelijk maken.
Voorts verzamelt het TTC historische technische objecten en archivalia ten behoeve van tentoonstellingen en de studie van de geschiedenis van de techniek. Histechnica organiseert voor zijn leden regelmatig lezingen, excursies en andere evenementen.
De vereniging kent gewone leden en beschermende leden. De contributie voor een gewoon lid bedraagt tenminste *f* 25,-- per jaar, voor een beschermend lid tenminste *f* 100,-- per jaar.

Secretaris: Ir. J. van Elk
Populierendreef 16
3137 CW Vlaardingen
Tel. kantoor: 015-690174
Tel. huis: 010-4747173

Postgironummer: 3301027 ten name van:
Penningmeester Histechnica te Voorschoten.

Redactieadres: Fuutlaan 13, 2636 EM Schipluiden.

GASGENERATOREN VOOR GASMOTOREN

door ir. A. den Ouden, 1987

Inleiding

In de tweede helft van de 19e eeuw kwamen als krachtbron naast de stoommachine de gasmotoren tot ontwikkeling. Terwijl de stoommachine juist als grote, gecentraliseerde, krachtbron het meest efficiënt werkte, was de fabrieksgasmotor beter toe te passen als kleine, gedecentraliseerde, eenheid.

Immers, een stoommachine vraagt een relatief grote ketelinstallatie, en voedingswaterbehandeling, een economiser, een condensor-plant en een oververhitter om een hoog rendement te krijgen. Voor kleine stooommachines is zo'n forse investering niet snel terugverdiend. De met een stoommachine centraal opgewekte energie werd met een (relatief inefficiënt) en duur (zowel in aanschaf als in onderhoud) drijfas-systeem gedistribueerd naar de plaatsen waar deze nodig was. Een gasmotor is relatief efficiënt voor kleine vermogens. Door meerdere kleine gasmotoren in een fabriek op te stellen op die plaatsen waar de energie werkelijk nodig is, wordt een compleet drijfas-systeem overbodig. Een grote ketelinstallatie was — uiteraard — ook niet nodig. De brandstof, van de plaatselijke gasfabriek ingekocht lichtgas, vroeg geen verdere eigen installaties of apparatuur. Desalniettemin ging men al spoedig ertoe over, eigen gasgeneratoren bij de gasmotoren te plaatsen. Ingekocht lichtgas was namelijk relatief duur voor grootgebruikers. Dit was een gevolg van de gekozen tatiefstructuur. Deze werd niet bijtijds aangepast. Generatorgas bleek daarom veel goedkoper, ook wanneer men de afschrijving van de generatorinstallatie mee in de kostprijsberekening betrok.

Zo vond men in de jaren rond de eeuwwisseling beide soorten krachtbronnen in onze fabrieken. De gasmotor stond vooral in de kleine fabriekjes; de stoommachine zag je juist in grote complexen, en in bedrijven waar ook voor het proces stoom nodig was.

Later kwam de elektrische energieopwekking op. Het bleek voor bedrijven zinvol om over te gaan op deze nieuwe krachtbron, hetzij door elektriciteit te kopen, hetzij door haar in de fabriek zelf op te wekken met een centrale stoommachine-generator combinatie. Een leidingnet voor distributie van elektrische energie naar de op de machines gebouwde (kleinere) elektromotoren was immers veel goedkoper dan een drijfas-systeem; en de investering in een gasmotor met bijbehorende gasgenerator was niet verantwoord wanneer men elektrische energie goedkoper kon inkopen. De afschrijving van motor en gasgenerator verhoogde de kWh-prijs te veel. En zo verdwenen de stoommachines en gasmotoren uit onze fabrieken.

Hoe werkt een gasgenerator

De chemische beginselen zijn eenvoudig. Partiële verbranding van organische brandstof levert het brandbare koolmonoxide:

$$2\,C + O_2 \longrightarrow 2\,CO \qquad (1a)$$

In werkelijkheid bestaat het bij zo'n partiële verbranding verkregen gas uit een mengsel van CO en CO_2, immers over de brandstof geldt:

$$C + CO_2 \rightleftharpoons 2\,CO \qquad (1b)$$

Bij hoge temperatuur ligt dit evenwicht in sterke mate bij CO. De reactie is netto exotherm, dat wil zeggen, er wordt warmte opgewekt. Deze warmte kan nuttig worden gebruikt om de verbrandingswaarde van het gevormde gas te verhogen. De verbrandingswaarde van CO is maar ongeveer 900 kcal/Nm^3. Wanneer men stoom over de hete brandstof leidt, ontstaan eveneens brandbare gassen:

$$C + H_2O \longrightarrow H_2 + CO \qquad (2)$$

Deze reactie is endotherm, dat wil zeggen, er is warmte nodig om hem te onderhouden. De overschot-warmte van (1a) kan hiervoor worden gebruikt. De verbrandingswaarde van het gasmengsel dat in (2) ontstaat, is veel hoger dan die van CO alleen, namelijk 2500 kcal/Nm^3. Door nu de stoomtoevoer zorgvuldig in te stellen, kan de netto warmteproduktie (dat wil zeggen, de netto reactiewarmte minus de stralingsverliezen van de generator) nul gemaakt worden. Daarbij wordt een relatief rijk gas verkregen. Dit gas bevat dan H_2 en CO als werkzame bestanddelen; verder kleine hoeveelheden CO_2 en koolwaterstoffen (teer) en uiteraard een fikse hoeveelheid N_2, die uit de verbrandingslucht afkomstig is. De verbrandingswaarde van het gasmengsel is ruim 1200 kcal/Nm^3, maximaal.

Geschikte brandstoffen

Als brandstof in een gasgenerator gebruikte men aanvankelijk uitsluitend cokes en anthraciet. Beide bestaan uit relatief zuivere koolstof. Bij de verbranding van deze brandstoffen op de beschreven wijze ontstaan nauwelijks bijprodukten; bovendien zijn beide brandstoffen arm aan water, zodat de zo nuttige toevoeging van stoom goed in te stellen en beheersbaar is. Het grote nadeel: anthraciet en cokes zijn duur. Men zocht naar andere brandstoffen en experimenteerde onder andere met gas(steen)kool, bruinkool, hout en turf. Deze zogenaamde "bitumineuze" brandstoffen geven veel teerdamp in het gevormde gas, die bij afkoeling tot teer condenseert en dan de gasmotor sterk vervuilt. Pas door het ontwikkelen van speciale generator-configuraties werd het mogelijk met deze goedkopere brandstoffen te werken.

	verbrandingswaarde brandstof kcal/kg	rendement generator %	verbrandingswaarde gevormd gas kcal/Nm^3
anthraciet	7500-8000	80	1200
cokes	6000-7500	75-80	1100
gaskool	6500-7500	65-70	950-1000
bruinkool (briketten)	4300-5000	70-75	1100-1200
bruinkool	3500-5000	50-70	1000
turf	3000-3500	50-70	900-1000
hout	3000-4500	50-65	900-1000

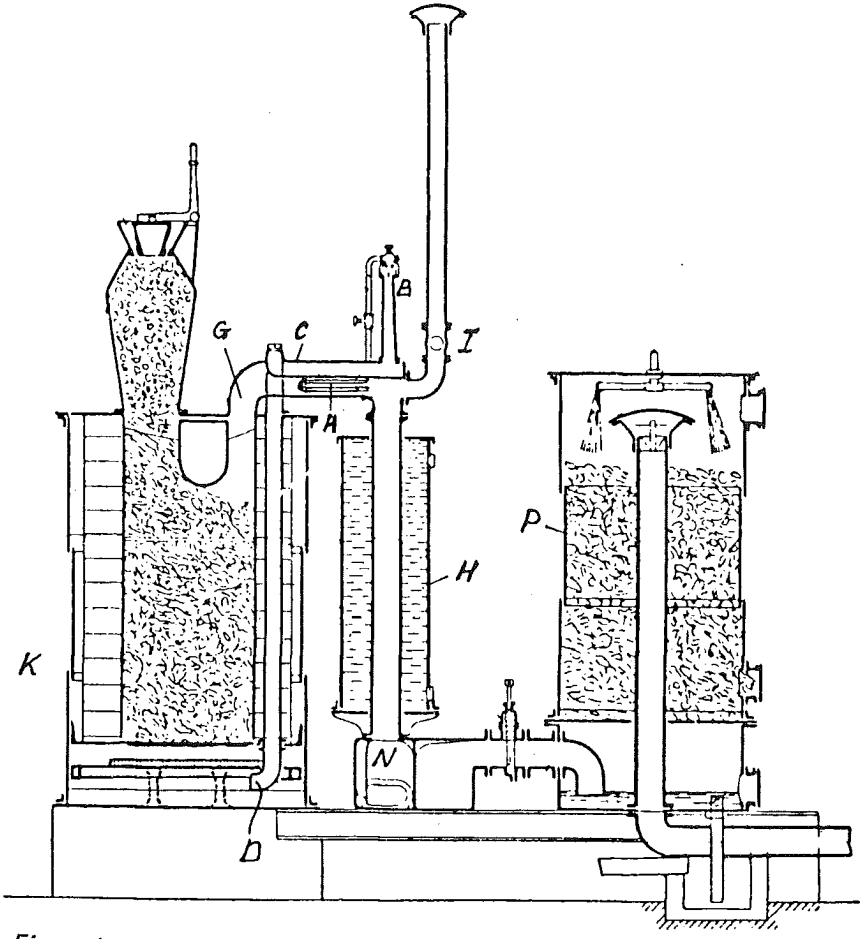
Gasgeneratoren voor anthraciet en cokes

Voor deze brandstoffen gebruikte men "enkele" generatoren, zie de Figuren 1, 2 en 3. In een "enkele" generator, in feite een kleine schachtoven, rust een kolom brandstof op een vlak rooster. Verse brandstof wordt bovenin toegevoegd; de verbrandingslucht stroomt aan de onderzijde van het rooster toe.

Persgasgeneratoren

Vóór 1895 werden in het algemeen alleen zogenaamde persgasgeneratoren toegepast, zie de Figuren 1a en 1b. Zo'n generator was een gesloten ketel K waar de verbrandingslucht met behulp van stoominjecteurs werd ingeblazen. De gasproduktie was daarbij onafhankelijk van de afname door de motor. Vanzelfsprekend stelde men de injecteur zodanig in, dat de gasproduktie gemiddeld gelijk was aan het verbruik, maar een (buffer-)gashouder L was noodzakelijk.
Verzadigde stoom van de stoomketel M wordt in de pijpbundel A oververhit door het uitstromende hete gas en naar de injecteur B geleid. De uittredende stoomstraal zuigt lucht aan en het lucht/stoom mengsel stroomt door een oppervlakte-warmtewisselaar C (eveneens verhit door het uitstromende hete gas) en door een in de generatorbekleding liggende leiding naar de uitstroomopening D onder het rooster. De lucht/stoom verhouding kan bij de injecteur worden ingesteld. De "overdruk" in de generator is erg laag, zodat geen bijzondere voorzieningen nodig zijn om het vuldeksel E en de slakkendeur F van de generator af te sluiten.

Het gevormde gas verlaat de generator bij G, stroomt door de al genoemde warmtewisselaar, omspoelt de stoom-oververhitter en loopt dan door een koeler H. Bij het opstarten wordt in eerste instantie CO_2-rijk gas gevormd: het evenwicht van reactie (1b) ligt bij lage temperatuur sterk naar links. Zulk gas is niet bruikbaar, omdat het een te lage verbrandingswaarde heeft. Tijdens het opstarten wordt daarom de afsluiter I geopend om het gas in de buitenlucht te laten ontwijken.



Figuur 1a.

Zuiggasgeneratoren

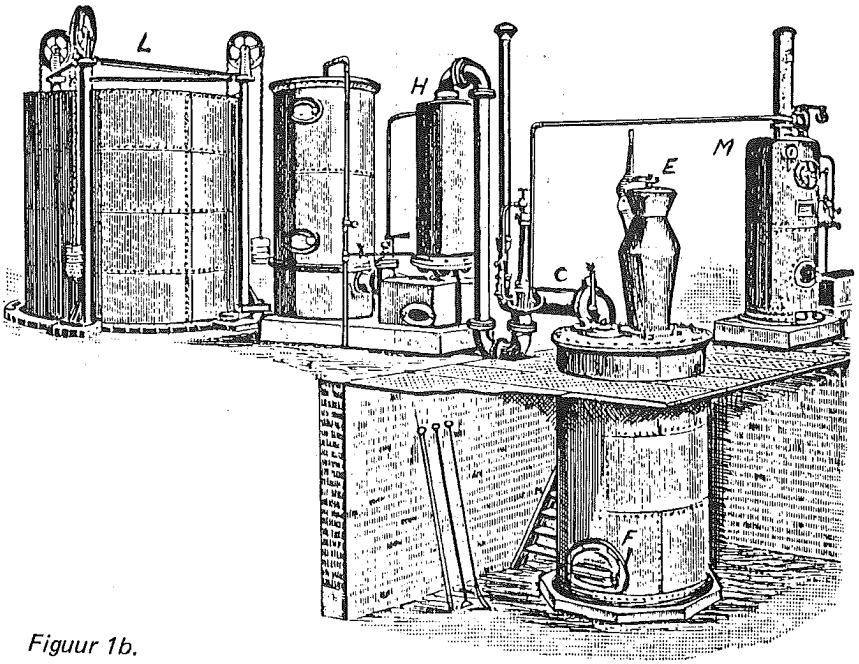
Een groot nadeel van de persgasgenerator was dat de stoomketel, nodig voor het opwekken van de stoom voor de injecteur (stoomdruk 4 bar), wel tot 20% van de gasproduktie gebruikte.

Het genoemde bezwaar kon worden ondervangen door de verbrandingslucht niet onder druk aan te voeren. Wanneer het gevormde gas wordt afgezogen met een exhauster, stroomt de verbrandingslucht vanzelf toe. Men realiseerde zich bovendien, dat met zo'n exhauster aan de afvoer van de generator een veel betere beheersing van het vergassingsproces mogelijk is. Een exhauster is in feite een zuigpomp, die een (geringe) onderdruk boven de brandstofmassa veroorzaakt. Men

experimenteerde met turboventilatoren en dergelijke, maar in installaties waar het opgewekte gas alleen in een motor werd gebruikt, bleek het heel goed mogelijk om de motor *zelf* als exhauster te gebruiken. In de gebruikelijke 4-takt cyclus:

arbeidsslag – uitlaatslag – aanzuigslag – compressieslag

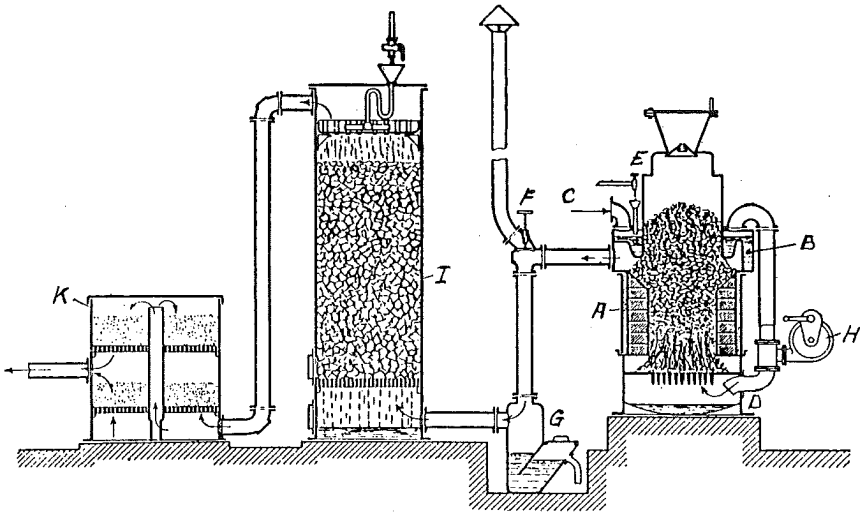
wordt tijdens de derde slag immers de inlaatklep geopend en fungeert de motorcilinder als zuigpomp.
Een zuiggasgenerator is getekend in Figuur 2. De injecteur is vervallen en daarmee ook de noodzaak van hoge(re) druk stoom. Wel blijft natuurlijk stoom nodig voor menging met de verbrandingslucht, in verband met reactie (2). Bovenin de generator A is daarom een waterschotel B ingebouwd. Deze wordt door de stralings- en contactwarmte van de gloeiende brandstofkolom en door het langsstromende hete gas verhit en water verdampt aan het oppervlak. De door de exhauster of gasmotor aangezogen verbrandingslucht stroomt bij C de generator in en neemt en passant waterdamp mee op zijn weg naar de uitstroomopening D onder het rooster. De lucht/stoom verhouding wordt ingesteld door variatie van het waterpeil in de schotel B, met behulp van de kraan E.
Bij het opstarten wordt met de tweewegklep F het gas naar de schoorsteen geleid; wanneer het gas voldoende rijk is zet men de klep F om



Figuur 1b.

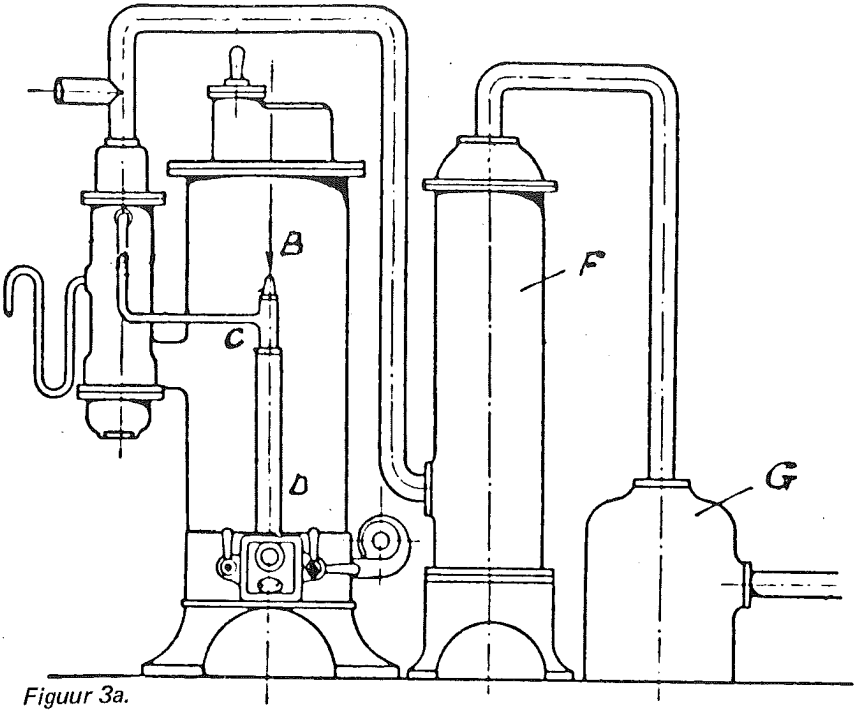
en loopt het gas naar de koeler/teerafscheider G. Voert men het gas naar buiten af, dan moet er geforceerd verbrandingslucht worden aangevoerd: de exhauster of motor kan men daarvoor natuurlijk niet gebruiken. Daarom is de ventilator H aangebracht. Deze wordt met de hand bediend (!). Soms bevindt zich onder het rooster een ondiep waterbad. Door stralingswarmte verdampt men hier water en de gevormde relatief koele stoom koelt de roosterstaven. Een nadeel is, dat bij het ontslakken van de generator soms brokken slak in het bad vallen, waardoor een plotselinge toename van het H_2 gehalte van het gas wordt veroorzaakt. Wanneer een gasmotor direct aan de generator is gekoppeld, kan dit problemen geven: het veel te rijke gas kan in de motor spontaan ontbranden en dan tot stoten aanleiding geven.

Een elegantere zuiggasgenerator toont Figuur 3. Het hete uitstromende gas loopt hier door een klein vlampijpketeltje A, waarin verzadigde stoom van lage druk wordt opgewekt. Lucht en stoom worden door de instelbare openingen B en C in de toevoerbuis D naar het rooster gelaten. De verdere opbouw van het systeem komt sterk overeen met die getoond in Figuur 2. Het is interessant om te zien hoe de vultrechters in beide generatoren vullen zonder gasverlies mogelijk te maken: een afgedekte "bell-and-hopper" in Figuur 2; een schuif in Figuur 3.



Figuur 2.

Een bijkomend voordeel van de zuiggasgenerator ten opzichte van de persgasgenerator is, dat in de gasleiding tot aan de exhauster of motor voortdurend een (geringe) onderdruk heerst: gaslekkage is uitgesloten! Na 1920 werden persgasgeneratoren nauwelijks meer gebruikt.



Figuur 3a.

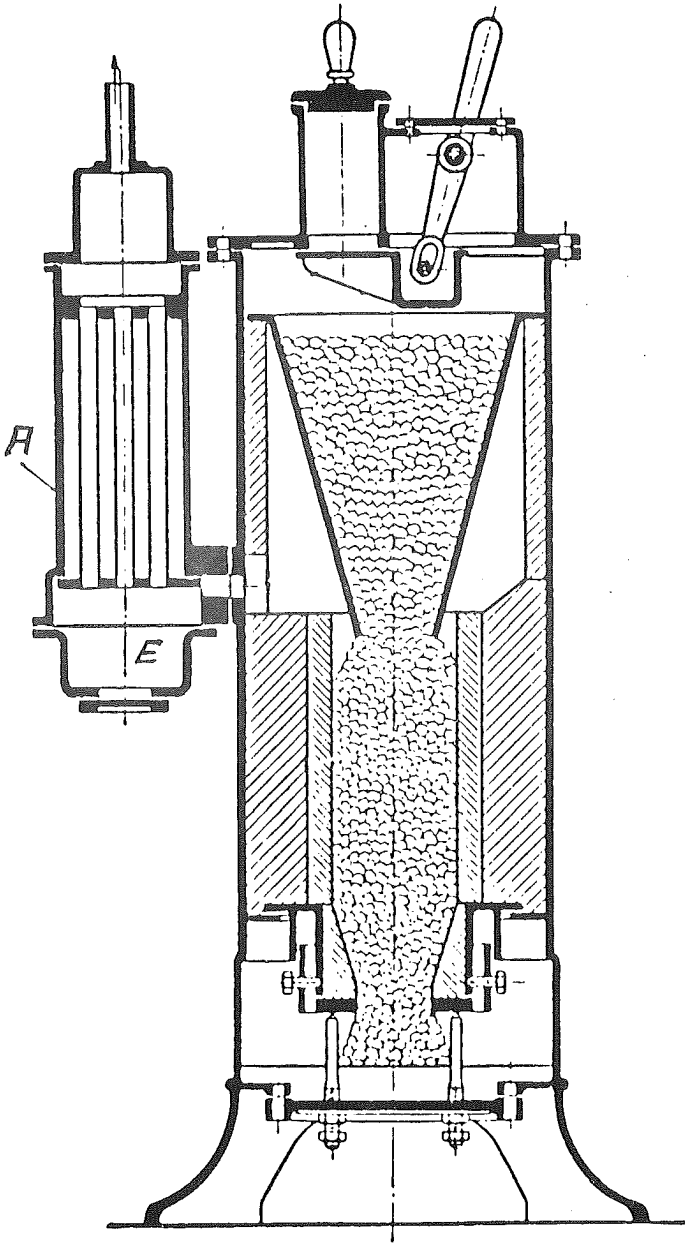
Er zijn tal van gegevens over de dimensionering van generatoren te vinden:

Anthraciet

brandstof gebruik	0,38	kg/pk-uur	(grote motoren)
	0,47	kg/pk-uur	(kleine motoren)
roosterbelasting	85	kg/m^2-uur	
ovenafmetingen:			
hoogte	ca. 60	cm	
roosteroppervlakte	45	cm^2/pk	(grote motoren)
	55	cm^2/pk	(kleine motoren)
	30	cm^2/pk	(zeer fijnkorrelige anthraciet)

Cokes

brandstof gebruik	0,42	kg/pk-uur	(grote motoren)
	0,56	kg/pk-uur	(kleine motoren)
roosterbelasting	70	kg/m^2-uur	
ovenafmetingen:			
hoogte	ca. 0,75-2 m		(fijn resp. zeer grof)
roosteroppervlakte	60	cm^2/pk	(grote motoren)
	80	cm^2/pk	(kleine motoren)



Figuur 3b.

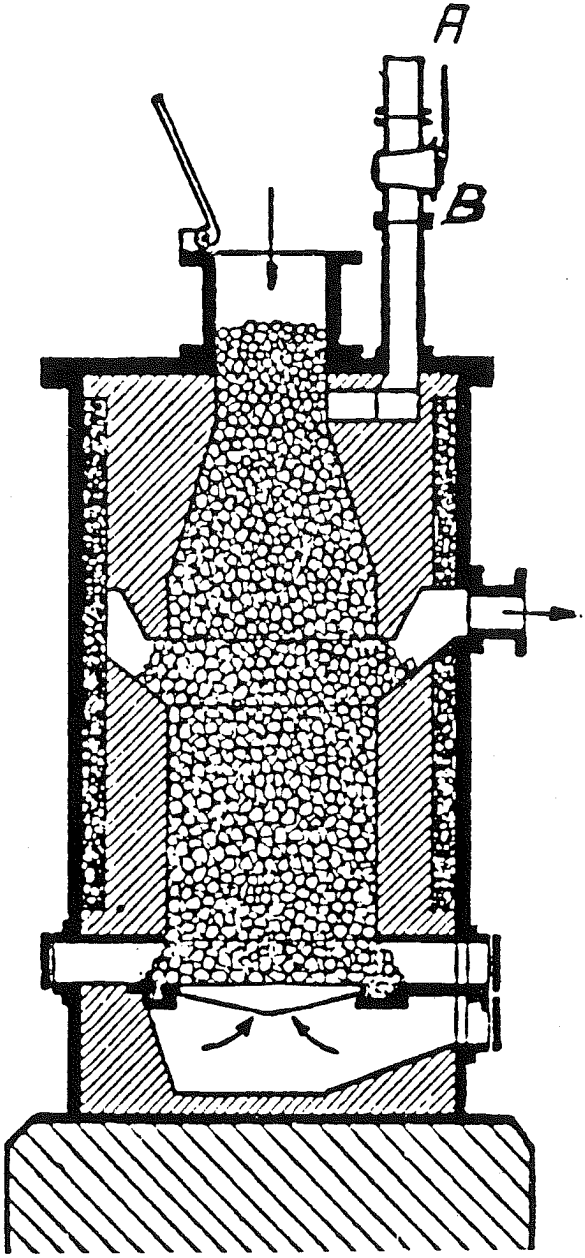
Het maximale roosteroppervlak was ongeveer 1-1,5 m^2, dat wil zeggen, met één generator kon een motor van maximaal een 300 pk worden gevoed. Voor grotere vermogens (generatorgasmotoren werden gebruikt tot ca. 1000 pk) werden meerdere generatoren parallel gezet. Er werd veel onderzoek gedaan naar de optimale lucht/stoom verhouding. Theoretisch moet per kg zuivere koolstof 0,4 kg waterdamp worden gebruikt. In de praktijk gebruikte men zeker 0,5-0,6 kg, soms wel 1 kg. De balans zag er dan zo uit:

	1	kg	anthraciet				
in	0,5	kg	waterdamp	uit	5 Nm^3 gas	12-15 %(vol)	H_2
	4,5	Nm^3	lucht			29-26	CO
of:						5- 7	CO_2
	1	kg	cokes			1	koolwa-
in	0,5	kg	waterdamp	uit	4 Nm^3 gas		terstof-
							fen
	4,5	Nm^3	lucht			51-53	N_2

Gasgeneratoren voor bitumineuze brandstoffen

Zoals gezegd leverden bitumineuze brandstoffen bij vergassing in "enkele" generatoren een gas met tè grote hoeveelheden teerdamp. De verontreinigiging van (vooral) de kleppen van de motor was te groot om dit gas te kunnen gebruiken. Pas met het invoeren van de "dubbele" generator werd dit probleem opgelost. In een "dubbele" generator, zie Figuur 4, heeft de brandstofkolom twee brandzones. Voor de onderste brandzone wordt lucht door het rooster toegelaten. Voor de bovenste zone wordt lucht via een aparte leiding A (regelbaar met de afsluiter B) toegelaten. Bovenin de bovenste brandzone wordt de ingebrachte verse brandstof "droog gedestilleerd", dat wil zeggen, wordt de teerdamp door verwarming eruit vrijgemaakt – waarbij de brandstof als een cokes-achtig produkt achterblijft. De teerdamp wordt uit de bovenste brandzone naar beneden gezogen en ontleedt daarbij tot bruikbare, brandbare, gassen. De brandstof daalt af in de generator om in de onderste brandzone – net als in de "enkele" generator – verder te worden vergast. Al het gevormde gas wordt op halve hoogte, tussen beide brandzones, aan de generator onttrokken.

Bij het gebruik van gaskool wordt onder het rooster stoom toegevoerd. Deze kan gevormd worden met de warmte van het afgevoerde gas, op de wijze die al beschreven werd voor de "enkele" generatoren. Bruinkool, hout en turf hebben relatief veel hogere vochtgehaltes dan gaskool en men heeft hier géén aparte stoomtoevoer meer nodig, tenzij de generator zeer zwaar belast wordt. Het nadeel van deze brandstoffen is natuurlijk, dat men hun vochtgehalte – en daarmee de rijkheid van het gas – *niet* onder controle heeft!



Figuur 4.

Het rendement van een "dubbele" generator was ongeveer 70% (dat van een "enkele" circa 80%), dat wil zeggen, 70% van de verbrandingswaarde van de brandstof werd behouden in het (afgekoelde) er uit gevormde gas. Men voerde "dubbele" generatoren uitsluitend als zuiggasgenerator uit.

Verreweg de belangrijkste bitumineuze brandstoffen waren gaskool en bruinkoolbriketten. De dimensionering van generatoren voor deze stoffen was als volgt:

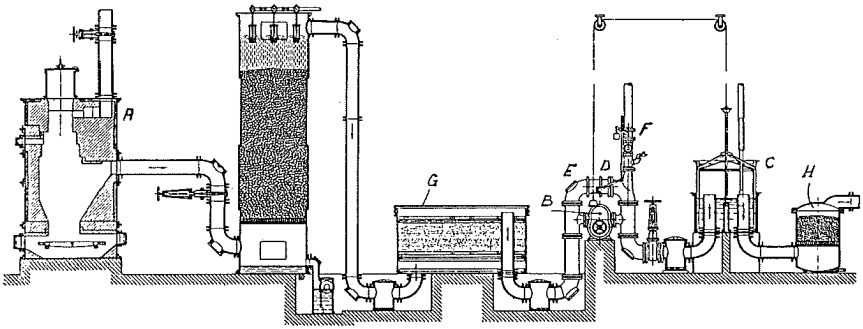
Gaskool			
brandstof gebruik	0,50	kg/pk-uur	(grote motoren)
	0,59	kg/pk-uur	(kleine motoren)
roosterbelasting	90	kg/m^2-uur	
ovenafmetingen:			
hoogte	ca. 55	cm	
roosteroppervlakte	55	cm^2/pk	(grote motoren)
	65	cm^2/pk	(kleine motoren)
Bruinkool briketten			
brandstof gebruik	0,65	kg/pk-uur	(grote motoren)
	0,85	kg/pk-uur	(kleine motoren)
roosterbelasting	100	kg/m^2-uur	
ovenafmetingen:			
hoogte	ca. 65	cm	
roosteroppervlakte	65	cm^2/pk	(grote motoren)
	85	cm^2/pk	(kleine motoren)

Zoals al eerder beschreven, wanneer een zuiggasgenerator niet alleen gas voor een motor opwekt, maar bijvoorbeeld ook voor ovens, moest men een aparte exhauster en een gashouder gebruiken. Figuur 5 toont een dergelijke opstelling. Een "dubbele" generator A (gasafvoer op halve hoogte; luchttoevoer onder- èn bovenin) wordt afgezogen door een turboventilator B. De gashouder C met een middengeleiding zal bij te grote gasopbrengst de klep D in de terugstroomleiding E openen. Hierdoor wordt de zuigwerking op de generator geringer en daalt de gasproduktie. Mocht de gasdruk desalniettemin te hoog oplopen, dan wordt de klep F in de schoorsteen (die voorzien is van een waakvlambrander) geopend en blaast de installatie af.

Gebruik en bediening

Het opstarten van een generator uit koude toestand kostte vanzelfsprekend tijd. Bij cokes en anthraciet moest men 1 à 2 uur stoken vóór een voldoende rijk gas ontstond. Een generator die bruinkool gebruikte, vroeg aanmerkelijk méér tijd: wel tot 5 uur. In principe liet men daarom elke generator ook tijdens kortere pauzes en dergelijke "op een laag pitje" doorwerken. Men stelde de afsluiter(s) in de gasleiding zó, dat het nog gevormde gas in de schoorsteen ontweek. De

generator werd alleen nog door "natuurlijke trek" aangezogen, de gasproduktie was daarom gering en het brandstofgebruik maar circa 5-10% van de waarde bij normale belasting. Om stankoverlast te voorkomen, ontstak men meestal het ontwijkende gas, vaak automatisch door middel van een waakvlambrander.
Wanneer de generator weer op normale produktie moet worden gebracht, werd met de (hand-)ventilator in de lucht-aanzuigleiding een geforceerde luchttoevoer opgewekt ("warmgeblazen"). Bij gebruik van cokes en anthraciet duurde dit een kwartier; bij bruinkool maar enkele minuten.
Voor langere pauzes (bijvoorbeeld een nacht tussen twee werkdagen) werden kleine generatoren meestal gedoofd: men haalde de brandstof door de slakkendeur uit de generator en bluste deze met water. Grotere generatoren liet men doorbranden. Bij nog langere onderbrekingen (een weekeinde) bleven alleen de allergrootste bruinkool-generatoren aan. Een bruinkool-generator vroeg namelijk niet alleen veel meer opstooktijd, hij produceerde bij het opstarten ook een erg stinkend – onbruikbaar – gas, dat bij lozen via de schoorsteen tot veel klachten aanleiding gaf. Meestal werd daarom een bruinkool-generator op cokes gestart.



Figuur 5.

Plotselinge wisselingen in de belasting van de generator van meer dan 25% waren erg ongunstig. De brandzone in de generator begon zich daarbij namelijk te verplaatsen. De samenstelling van het gas kon dan fors veranderen; bij "dubbele" generatoren kon bovendien de teerdampontleding in gevaar komen – waardoor te veel teer in het gas kwam.
Bij generatoren met separate stoomtoevoer moest verder bij dalende belasting de stoomtoevoer direct geknepen worden, om een overmaat aan H_2 (en dus het stoten van de motor, maar ook een te sterk afkoelen van de generator) te voorkomen. Overigens, ook voor een gasmotor zelf waren flinke belastingswisselingen ongunstig. Het specifiek brandstofverbruik nam zeer snel toe bij onderbelasting – de kostprijs per pk-uur liep daardoor sterk op.

Gasreiniging

De reiniging van het gas van "enkele" generatoren was meestal tamelijk eenvoudig. De Figuren 1 en 3 tonen hoe men daarbij te werk ging. Het gas wordt gekoeld, hetzij in een speciale koeler (H in Figuur 1a), hetzij in de "verdamper" (de gebruikelijke naam voor het vlampijpketeltje A in Figuur 3) en ontdaan van grof stof. Voor dit laatste gebruikt men een scherpe knik in de leiding, met daaronder een roetzak (N in Figuur a1; E in Figuur 3). Dan vindt "wassen" plaats in de zogenaamde "scrubber" (P in Figuur 1a en F in Figuur 3). In dit apparaat wordt een kolom cokes van bovenaf doorlopen door water en van onderaf door het gas. Stof en een deel van de eventueel aanwezige teer gaan over in het water. Het waswater bevat H_2S – de lozing daarvan in het riool was, onder andere in verband met de stank, niet toegestaan. Meestal neutraliseerde men het water door chemische toevoeging, of door beluchting.
Soms maakte men de installatie wat uitgebreider. Figuur 2 laat een (grof) stofzak G, een "scrubber" I en een zogenaamde "droge reiniging" K zien. In de laatste stap gebruikt men zaagsel om het gas intensiever van teer te ontdoen. Ook in Figuur 5 ziet men een dergelijke droge reiniging G.

Bij "dubbele" generatoren werd meestal de combinatie van "wassen" en droge reiniging toegepast. Het nadeel hierbij was de relatief hoge stromingsweerstand van de complete plant. In Figuur 2 – een zuiggasinstallatie bestemd voor directe koppeling aan de motor, dus zonder aparte exhauster – is getracht de weerstand laag te houden, door de droge reiniging uit twee parallel geschakelde, tamelijk dunne, zaagsellagen op te bouwen. In Figuur 5 – een installatie mèt exhauster – is de stromingsweerstand minder belangrijk en kan men een flink dikke laag zaagsel gebruiken.

Hulpapparatuur

Bij persgas- en exhauster-zuiggasinstallaties moest men altijd een gashouder gebruiken; zie de Figuren 1b: L en 5: C. Motor-zuiggasinstallaties kregen soms ook wel een (kleine) gashouder, maar alleen wanneer de leidingen naar de motor lang waren. Zo'n gashouder is geïllustreerd in Figuur 3: G – waar hij feitelijk niet nodig is.
Tussen motor en generator-installatie werd – als het goed was – een vlamscheider (een met kiezel gevuld doorstroomvat) aangebracht. In Figuur 5 is dit getekend als H.

Alex den Ouden studeerde werktuigbouwkunde en natuurkunde aan de HTS te Rotterdam en de TU te Eindhoven. Zijn belangstelling voor de geschiedenis van de techniek en de industriële archeologie omvat in het bijzonder de studie van oorspronkelijke technische bronnen en bewaard gebleven relikten, documentatie en veldwerk. In 1980 besloot hij zich full-time aan dit werk te wijden. Hij vestigde zich als free-lance adviseur en is veel bij (museum-)projecten betrokken.

Op zaterdag 30 januari j.l. organiseerde Histechnica samen met de Afdeling Geschiedenis der Techniek van het KIvI een bijeenkomst, waarbij prof. dr. A.W. Grootendorst van de Faculteit der Technische Wiskunde en Informatica van de TU Delft een voordracht gaf over het omgaan met getallen in de oudheid. De ruim 60 aanwezigen konden genieten van een zeer geestig gebracht verhaal over deze toch niet gemakkelijke materie.
Professor Grootendorst stelde het volgende artikel ter beschikking voor publicatie in Histechnica Nieuws. Dit artikel zal in iets uitgebreider vorm als hoofdstuk worden opgenomen in de uitgave van zijn hand: "Grepen uit de Geschiedenis der Wiskunde". Tot 1 mei 1988 kan op dit boek dat in april a.s. verschijnt, worden ingetekend voor de prijs van f 23,50. Te bestellen bij Histechnica, p/a Molslaan 163, 2611 RL Delft of bij D.U.M., Postbus 2851, 2601 CW Delft.

HET OMGAAN MET GETALLEN IN DE OUDHEID

door prof. dr. A.W. Grootendorst

1. In dit artikel gaan we terug naar het begin van het omgaan met getallen in onze cultuur en dat betekent dat we terechtkomen bij de bakermat van onze beschaving: Griekenland, het oude Hellas en wel in de periode van Pythagoras en zijn school, circa 540 voor Christus. Volgens Aristoteles was Pythagoras degene die de Wiskunde uit Egypte importeerde in Europa. We vinden immers bij Aristoteles de volgende passage: *'Zo ontstonden de wiskundige wetenschappen in Egypte, omdat daar aan de priesters vrije tijd vergund was'.* Pythagoras zou deze kennis in Europa hebben geïmporteerd, waarbij hij ook veel inbracht van wat hij van de Babyloniërs geleerd had.

2. Over Pythagoras zelf is weinig bekend. In de eerste plaats zijn er geen geschriften van zijn hand overgeleverd. Dit hangt o.m. samen met het feit dat in die tijd kennis in hoofdzaak mondeling werd overgedragen. (Vergelijk daarmee ook de gedichten van Homerus die eerst eeuwen na hun ontstaan werden gecodicifeerd en waarvan de vorm overduidelijke sporen van deze mondelinge traditie draagt.) Ook zal de plicht tot geheimhouding hierbij een rol gespeeld hebben. In dit verband is zeer interessant te vermelden het wantrouwen tegen het geschreven woord — ten gunste van het gesproken woord — dat wij nog vinden bij Plato. Daar vinden we een dialoog tussen de Egyptische god Thot, de uitvinder van het schrift en koning Thamos van Egypte, aan wie een oordeel was gevraagd over deze goddelijke uitvinding. Dit oordeel liegt er niet om: *'U hebt als vader van de letters uit voorliefde het tegengestelde beweerd van wat het effect is. Want deze uitvinding zal bij de leerling eerder vergeetachtigheid bewerkstelligen, daar hij zijn geheugen verwaarloost, omdat dit — in vertrouwen op het schrift — de dingen zich zal herinneren van buitenaf en niet van binnenuit.'*

Afbeelding 1: Pythagoras

Vertoont dit bezwaar geen analogie met het door velen geopperde bezwaar tegen het gebruik van rekenmachines en computers in onze dagen?

Er zijn echter wel levensbeschrijvingen van Pythagoras uit de Oudheid overgebleven: die van Diogenes Laertius (3e eeuw na Chr.), Porphyrius (234- circa 305) en Iamblichus (circa 250- circa 330). Ook zijn er fragmenten van werken van zijn leerlingen als Alemaeon (circa 500 voor Christus), Philolaus (circa 450 voor Chr.) en Archytas (circa 375 voor Chr.). Opvallend is daarbij dat Aristoteles steeds de naam Pythagoras vermijdt en het uitsluitend heeft over Pythagoreërs.

Voor de Pythagoreïsche wiskunde hebben we een belangrijke bron in de "Elementen" van Euclides (circa 300 voor Chr.). Voor de getallentheorie – die ons hier in het bijzonder bezighoudt – zijn met name van belang de boeken 7, 8 en 9. In dit als systematisch leerboek opgezette werk komen geen namen van auteurs voor, maar door reconstructie heeft men kunnen vaststellen dat veel van de vermelde resultaten afkomstig zijn uit de school van Pythagoras. Bij de getallentheorie gaat hij uit van 22 definities en leidt daaruit een groot aantal stellingen af: o.a. een uitvoerige theorie van het evene en onevene, van de volmaakte getallen en niet te vergeten de "Euclidische algoritme" ter bepaling van de g.g.d. van twee getallen.

Ter illustratie enkele definities:

"Eenheid is dat op grond waarvan elk van de dingen op zichzelf één genoemd wordt."

"Een getal is een verzameling van eenheden."

"Een even getal is een getal dat in twee gelijke delen verdeeld kan worden."

"Een oneven getal kan niet in twee gelijke delen verdeeld worden."

Of ook:

"Een oneven getal verschilt een eenheid van een even getal."

Bij het afleiden van de stellingen doet Euclides een regelmatig beroep op de axioma's uit het eerste boek. Als verdere bronnen voor de kennis van de Pythagoreïsche wiskunde noemen we nog de eerder vermelde Iamblichus, Nicomachus van Gerasa (circa 140 na Chr.) en Proclus van Alexandrië (410-485).

3. Bij velen is Pythagoras bekend als wiskundige, in eerste instantie zelfs als meetkundige vanwege de "Stelling van Pythagoras", waarmee menigeen in zijn jeugd geconfronteerd wordt, een stelling overigens die niet aan Pythagoras kan worden toegeschreven. Wel was deze stelling bekend in de school van Pythagoras, hoewel daar niet bewezen. Een bewijs ervan vindt men in het eerste boek van de Elementen van Euclides, de oorsprong van deze stelling moet men echter zoeken bij de Babyloniërs (waar hij al 1200 jaren eerder bekend was), zoals zoveel van wat "Pythagoreïsch" genoemd wordt eigenlijk van Babylonische oorsprong is. De voornaamste betekenis ontleent Pythagoras ech-

ter aan het leiderschap van zijn school, een aan Apollo gewijde godsdienstige gemeenschap in Croton (Zuid-Italië), die zijn grote bloei beleefde circa 530 voor Chr. De leerlingen — aan wie een zwijgplicht naar buiten was opgelegd — bestonden uit twee soorten:

1. "akousmatici", die zich voornamelijk interesseerden voor leefregels (o.a. verbod van het eten van vlees, in verband met de leer van de zielsverhuizing en een verbod op het eten van bonen) en
2. "mathematici" die zich richtten op de wetenschap, in het bijzonder op de wiskunde.

Bij allen genoot Pythagoras een bijzondere waardering en verering. Talloos zijn de legenden over zijn bijna bovenmenselijke gaven en de andere verhalen die over hem in omloop gebracht zijn. Zo weet Herodotus te vertellen dat Pythagoras drie dagen (!) in het dodenrijk verbleef en daarna in het leven terugkeerde.

4. Voor de Pythagoreërs was het getal — dat wil zeggen het natuurlijke getal — het wezen van de dingen. Zeer duidelijk vindt men dit verwoord in een fragment, toegeschreven aan de Pythagoreër Philolaus (circa 450 voor Chr.):
"Inderdaad heeft alles wat men kan kennen een getal, want het is niet mogelijk iets te begrijpen of te kennen zonder het getal."

Ook een fragment van Chrysogonos (circa 500 voor Chr.) spreekt duidelijke taal:
"Wij leven door getal en berekening, deze immers redden de stervelingen."
Tot dit inzicht zouden zij gekomen zijn o.a. door het waarnemen van de beweging van de hemellichamen, de observatie van de sterrenbeelden en door intensieve bestudering van de muziek, waarbij zij het verband tussen snaarlengte en toonhoogte opmerkten.

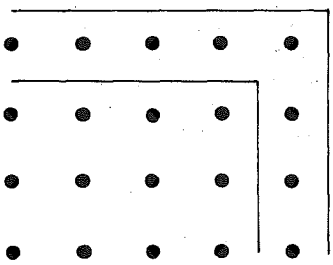
Zo ontdekten zij in de kosmos een wetmatigheid, een harmonie die beheerst werd door gehele getallen of verhoudingen daarvan. Om een voorbeeld te noemen: een rechte hoek werd gekarakteriseerd door een Phytagoreïsch tripel als (3, 4, 5) of (5, 12, 13). Het getal zelf kreeg daardoor een goddelijke betekenis, ja werd zelfs geïdentificeerd met de goden omdat het getal los stond van de materie. Ook het beoefenen van de getallentheorie kreeg iets van een goddelijke opdracht en moest in de beoefenaar een zekere "katharsis", een reiniging, teweegbrengen. Deze zienswijze op het getal voerde hen zowel tot de getallenmystiek alsook tot de ontdekking van enkele fundamentele stellingen op het gebied van de rekenkunde. Aan beide zullen we hier enige aandacht schenken.

5. Voor een goed begrip zowel van de getallenmystiek als van de getallenleer dient men te weten dat de Pythagoreërs de getallen voorstelden door middel van figuren gevormd met steentjes (Grieks: psèphos = steentje, vandaar: psèphos-arithmetiek). Daarvoor zijn verschillende aanwijzingen, directe alsook indirecte. Zo schrijft Aristoteles:

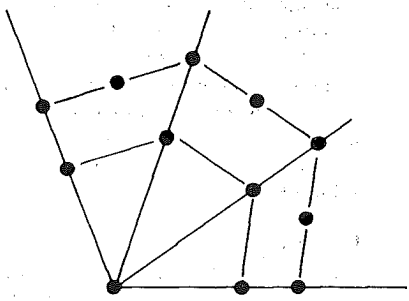
". . . daarbij steentjes gebruikend, zoals diegenen die getallen gestalte geven in de vorm van de driehoek en het vierkant."
Een overgebleven fragment van Epicharmos (circa 500 voor Chr.) zegt:
"Wanneer iemand aan een oneven getal of, zo gij wilt, een even getal een steentje toevoegt of er een wegneemt, denkt U dan dat dit getal hetzelfde blijft?"
Bedoeld is daarmee dat de pariteit (d.i. het even of oneven zijn) verandert. In dit licht kan men ook de uitspraak van Iamblichus zien als hij zegt:
"De grondslag van het getal is de eenheid (monade), die geen plaats heeft."
Hiermee is bedoeld dat men de eerste steen van het getallenbeeld op willekeurige plaats kan neerleggen. Ook de definitie van een eenheid als "stip zonder plaats", bevestigt dit.

Er zijn echter ook indirecte aanwijzingen en wel van taalkundige aard, zoals de termen: vierkante getallen, langwerpige getallen, gelijkvormige getallen (bijvoorbeeld 2 x 3 en 4 x 6, algemener: getallen die te brengen zijn in de gedaante *ab*, respectievelijk *cd*, waarbij $a : b = c : d$), driehoeksgetallen, vijfhoeksgetallen en — zeer sprekend — rechtlijnige getallen voor priemgetallen. Daarmee kan men immers geen rechthoek leggen!

6. Bij manipulaties met getallen speelde het begrip "gnomon" een belangrijke rol. De oorspronkelijke betekenis van dit woord is: "zonnewijzer" en vandaar "winkelhaak". Het was in oorsprong een van hout vervaardigde "rechte hoek", die verticaal opgesteld, de mogelijkheid gaf de hoogte van de zon te meten. Daarna kreeg het betekenis voor de getallenleer en wel betekende het de in de rechte hoek geplaatste rij steentjes om een reeds bestaande rechthoek (afbeelding 2) aan te vullen. Later verviel de eis van de rechte hoek en werd het de aanvulling van een willekeurige configuratie (afbeelding 3). Hier is de "band" *ABCD* de gnomon.



. .fbeelding 2.



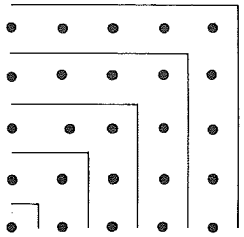
Afbeelding 3.

Zoals gezegd was de eenheid, de monade, de grondslag, de bouwsteen van het getal en daardoor juist zelf geen getal, zoals een punt geen lijn is en een lijn ook geen vlak is.
Uitgaande van de eenheid legde men daaromheen gnomons bestaande uit een oneven aantal steentjes (afbeelding 4). Zo ontstonden aldoor nieuwe getallen die klaarblijkelijk kwadraten waren en direct duidelijk is (in onze notatie)

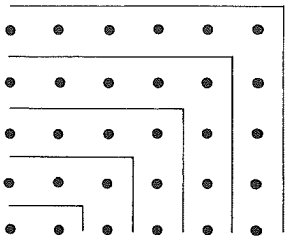
$$1 + 3 + 5 + 7 + 9 = 5 \times 5$$

of, algemeen:

$$1 + 3 + 5 + \ldots + (2n - 1) = n^2.$$



Afbeelding 4.



Afbeelding 5.

Kort en bondig gezegd: de som van de eerste n oneven getallen is juist n^2. Hieraan komt een fundamenteel beginsel te pas: wanneer men een verzameling op twee verschillende manieren telt (en dat goed doet!) zijn de uitkomsten aan elkaar gelijk en heeft men een stelling verkregen. Ook in andere richting gelezen is deze stelling van belang: elk kwadraat is de som van opvolgende oneven getallen. Nu bewezen de Pythagoreërs deze stelling niet expliciet; daaraan hadden zij ook geen behoefte, zij zagen de juistheid daarvan in. Zou men daarentegen deze stelling zonder meer aan iemand voorleggen als oefening voor een bewijs door middel van volledige inductie, dan kan men deze stelling wel bewijzen, maar daarmee heeft men deze nog niet begrepen!

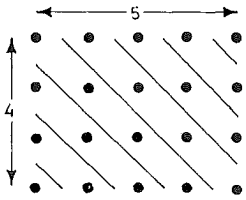
Met behulp van twee monaden vormde men dan de dyade (onze 2), die veelal niet als getal werd aangemerkt. Uitgaande daarvan bouwde men door middel van gnomons, bestaande uit even aantallen steentjes, rechthoeken, dat wil zeggen rechthoekige getallen (afbeelding 5) en ook hier wordt door tweemaal tellen een stelling duidelijk:

$$2 + 4 + 6 + 8 + 10 = 5 \times 6.$$

Algemeen:

$$2 + 4 + 6 + \ldots + 2n = n(n + 1).$$

Afbeelding 6



Kort en bondig gezegd: de som van de eerste n even getallen is juist $n(n + 1)$. Men kan uit afbeelding 5 nog een andere stelling afleiden door nu eens niet via gnomons te tellen, maar door middel van lijnen evenwijdig aan de in afbeelding 6 getekende diagonaal. Nu is direct duidelijk:

$$(1 + 2 + 3 + 4) + (4 + 3 + 2 + 1) = 4 \times 5.$$

Algemeen:

$$1 + 2 + 3 \ldots + n = \frac{n(n + 1)}{2}$$

7. Configuraties zoals die van afbeelding 4 en afbeelding 5 brachten de fantasie van de Pythagoreërs in beweging en voor een deel kunnen wij hen daarin volgen, voor een deel ook niet. Zo werd het *oneven* getal, waarmee de vierkanten zijn opgebouwd, het symbool van het *vierkant* natuurlijk, maar ook van het zichzelf gelijkblijvende, de *rust* dus, van de *bepaaldheid*, de *eenheid* en — omdat zij deze als ideaal zagen — ook het symbool van het *goede*, het *licht*, het *rechte*, en — typisch voor de oudheid — ook van *rechts*. Rechts immers had bij de Ouden een goede klank. Bij het voorspellen van de toekomst uit de vlucht van de vogels door de augures, betekende een vogel die van rechts kwam voorspoed en geluk. Het Latijnse woord voor links is identiek met dat voor ongunstig: "sinister".
Ten slotte moet het hoge woord eruit: in deze rij van positieve kwalificaties paste bij de Pythagoreërs ook het predicaat: *mannelijk*!

Met het even getal was het juist het tegengestelde: de opvolgende rechthoeken zijn niet gelijkvormig, veranderen dus. Vandaar dat het *evene*, dat *langwerpige*, niet gelijkvormige, wisselende figuren voortbrengt, gerangschikt werd in één lijst met *beweging*, de *onbepaaldheid*, de *veelheid*, het *kwade*, de *duisternis*, het *kromme, links* en — o tempora, o mores! — het *vrouwelijke*. De associatie van de Vrouw met het veranderlijke klinkt nog door bij de Ouden in de regel van Vergilius:

"Varium et mutabile semper femina."

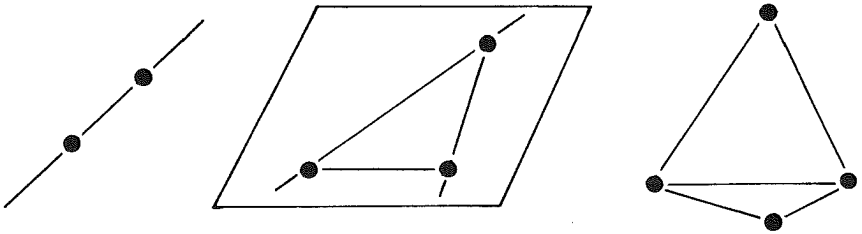
De onzijdige vorm van dd bijvoeglijke naamwoorden geeft ons extra te denken!

Bij Aristoteles vinden we deze lijst van tegenstellingen, maar in een andere volgorde:

Bepaaldheid	–	Onbepaaldheid
Oneven	–	Even
Eenheid	–	Veelheid
Rechts	–	Links
Mannelijk	–	Vrouwelijk
Rust	–	Beweging
Recht	–	Krom
Licht	–	Duisternis
Goed	–	Kwaad
Vierkant	–	Langwerpig

Deze lijst van tegenstellingen past uitstekend in de dualistische filosofie van de Pythagoreërs. Dat het er juist 10 zijn is geen toeval. Het getal 10 was bij hen een bijzonder getal. Daarover straks meer.

Niet alleen met het evene en het onevene waren bepaalde associaties verbonden, maar ook met individuele getallen. Zo stond 2 voor de door 2 punten bepaalde rechte lijn en – begrijpelijkerwijze – 3 voor het door 3 punten bepaalde platte vlak. Het getal 4 had vele associaties en werd ook apart benoemd: "tetractys". Het stond voor de ruimte (afbeelding 7), maar ook voor de gerechtigheid: 2 x 2 = 4 (even maal even).

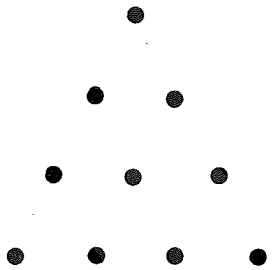


Afbeelding 7.

Er zijn 4 seizoenen, 4 elementen: vuur, lucht, water, aarde. Ook deelde men het mensenleven in 4 perioden in: 20 jaar knaap, 20 jaar jongeman, 20 jaar volwassene, 20 jaar oude man. De som van de 4 grootheden, de eenheid en de eerste 3 getallen, leverden een wel zeer bijzonder getal op: 10, de grondslag van het talstelsel. Deze som werd gesymboliseerd door een figuur als in afbeelding 8.

Ook deze werd tetractys genoemd. Tot slot: 5 was het getal van het huwelijk als de som van het eerste mannelijke en het eerste vrouwelijke getal.

Afbeelding 8.



8. Wij zullen hier deze lijn van getallenmystiek niet verder opvolgen, maar enkele getallen-theoretische resultaten bespreken die door middel van de "psèphos-arithmetiek" op bijzonder vernuftige, maar heldere, doorzichtige wijze kunnen worden afgeleid.

Om te beginnen denken we nog even door over de configuratie van afbeelding 4. We komen dan al spoedig op een eenvoudige, maar interessante toepassing van de psèphos-arithmetiek, nl. de bepaling van Pythagoreïsche tripels, dat wil zeggen drietallen natuurlijke getallen a, b, c met de eigenschap dat $a^2 + b^2 = c^2$. Het is direct duidelijk dat men zeker zulke tripels verkrijgt indien men de rij van opvolgende kwadraten opstelt, de verschillen bepaalt en nagaat welke van deze verschillen zelf weer kwadraten zijn. In de taal van de psèphos-arithmetiek: wanneer is het aantal steentjes in een gnomon met breedte 1 zelf een kwadraat? In zijn commentaar op de "Elementen" van Euclides en wel op het daarin voorkomende bewijs van de "Stelling van Pythagoeas" (El.I.47), gaat Proclus nader in op het bepalen van Pythagoreïsche tripels en noemt daarbij twee methoden die hij toeschrijft aan respectievelijk Pythagoras en Plato. Het verschil tussen beide methoden is daarin gelegen dat het eerste geval uitgaat van een gnomon met breedte 1 en met een aantal steentjes daarin dat het kwadraat is van een (uiteraard) oneven getal. In de tweede situatie heeft de gnomon breedte 2 en dus een even aantal steentjes, maar ook dit is een kwadraat.

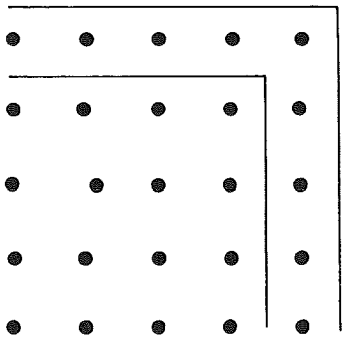
De manier waarop Proclus de methoden schetst is die van een recept. Een bewijs geeft hij niet, want – zegt hij – dat is zo duidelijk dat het overbodig is. De eerste situatie beschrijft hij als volgt: "Neem 3, kwadrateer dat, trek 1 af van 9, neem de helft daarvan: 4. Tel daar 1 bij op, zo verkrijgt men 5."
Uiteraard zien wij direct dat $3^2 + 4^2 = 5^2$, maar dit recept wordt eerst doorzichtig wanneer men de configuratie van de "uitdijende" vierkanten voor ogen heeft (afbeelding 4); immers laten we veronderstellen dat het aantal steentjes in de gnomon het kwadraat is van een oneven getal a en dat de gnomon breedte 1 heeft. Indien het voorafgaande vierkant b^2 steentjes bevat, dan bedraagt het aantal steentjes in de

gnomon $2b + 1$ en dus geldt: $2b + 1 = a^2$, waaruit volgt: $b = (a^2 - 1)/2$. Het gaat dus om het tripel:

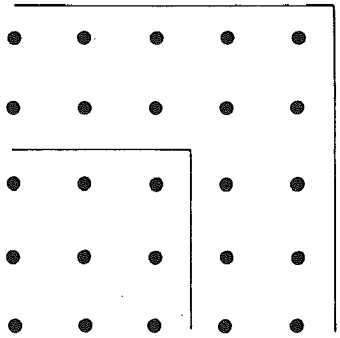
$$\left(\frac{a^2 - 1}{2}, a, \frac{a^2 + 1}{2}\right)$$

waarin a een willekeurig oneven natuurlijk getal is (afbeelding 9).

Het Platonische geval wordt door Proclus op analoge manier beschreven, maar bedenk nu dat de gnomon breedte 2 heeft. Hij geeft nu het volgende recept: neem bijvoorbeeld het getal 4, verhef de helft daarvan tot de tweede macht, en men verkrijgt 4. Trek daarvan 1 af, zo verkrijgt men 3, tel 1 erbij op, zo verkrijgt men 5 en men heeft dezelfde driehoek als bij de andere methode. Het gaat nu om een tripel (4, 3, 5).
Ook hier is de verklaring met gnomons eenvoudig: de gnomon heeft nu de breedte 2 en bevat zeg $(2a)^2$ steentjes. Wanneer het voorafgaande vierkant nu b^2 steentjes bevat, dan is het aantal steentjes in de gnomon juist $4b + 4$, dus hebben we: $4b + 4 = 4a^2$, zodat $b = a^2 - 1$. Het gaat nu dus om het tripel $(a^2 - 1, 2a, a^2 + 1)$ waarin a een willekeurig natuurlijk getal is (afbeelding 10).
Het ligt voor de hand deze methode te generaliseren door uit te gaan van een gnomon met willekeurige, grotere breedte, zeg m $(m > 2)$. Het zal dan al spoedig blijken dat men m toch niet geheel willekeurig mag nemen, maar dat m de gedaante $2t^2$ moet hebben. Daartoe bekijken we de algemene vergelijking $x^2 + y^2 = z^2$, waarvan we oplossingen zoeken met gehele getallen x, y, z. Om voor de hand liggende redenen kunnen we ons beperken tot drietallen (x, y, z) waarvan elk paar (x, y), (y, z), (z, x) onderling ondeelbaar is, de zgn. primitieve oplossing.



Afbeelding 9.



Afbeelding 10.

Aangezien het kwadraat van een even getal deelbaar is door 4 en dat van een oneven getal bij deling door 4 als rest 1 oplevert, ziet men eenvoudig in dat voor een oplossing (x, y, z) steeds geldt: x en z oneven en y even, of y en z oneven en x even. Wij nemen het geval x en z oneven, y even en veronderstellen dat in de gnomon tussen x^2 en z^2 het aantal steentjes y^2 bedraagt. Nu is y even, zeg $y = 2s$. Als nu de gnomon de breedte m heeft, dan geldt dus voor het aantal steentjes in de gnomon:

$$2xm + m^2 = 4s^2,$$

hetgeen impliceert dat m even is, bijvoorbeeld $m = 2n$. Hieruit volgt:

$$xn + n^2 = s^2,$$

dat wil zeggen $n(x + n) = s^2$ en daar n niet deelbaar kan zijn op x (N.B. $x + 2n = z$ en x en z zijn onderling ondeelbaar!), moet n een kwadraat zijn, bijvoorbeeld $n = t^2$. Dan geldt echter voor de breedte van de gnomon: $m = 2t^2$. Hieruit volgt $t^2(x + t^2) = s^2$, dus ook $x + t^2$ is een kwadraat, zeg r^2 en wel zo dat $r^2t^2 = s^2$. Zo vinden we

$$x = r^2 - t^2$$

$$y = 2rt$$

$$z = r^2 + t^2$$

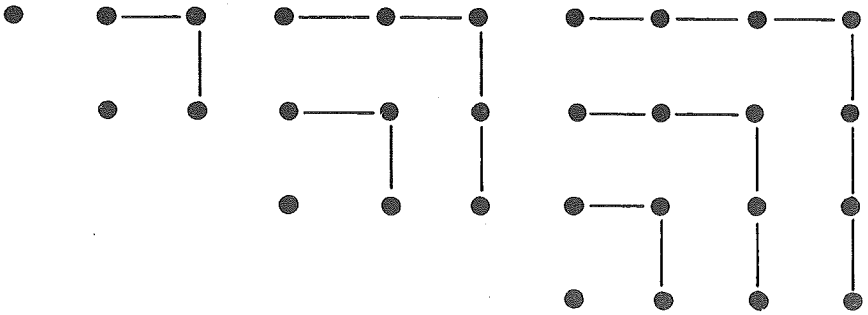
als meest algemene oplossing. Euclides zelf geeft deze oplossing ook in boek (X,28) als lemma, maar niet met behulp van gnomons.

9. Als tweede voorbeeld bespreken we de berekening van de sommen van de opvolgende kwadraten, te beginnen met 1. Dit probleem – en algemener het sommeren van n^e-machten ($n = 1,2,3, \ldots$) van natuurlijke getallen heeft vanaf oude tijden grote belangstelling gehad, vooral in de tijd van de ontwikkeling van de integraalrekening (17e eeuw). De eerste functies die geïntegreerd werden hadden namelijk de gedaante $f(x) = x^n$ ($n = 1, 2, 3, \ldots$). Deze kwamen op natuurlijke wijze aan de orde bij de berekening van oppervlakten en inhouden en werden al spoedig gegeneraliseerd tot $f(x) = x^t$ ($t \in Q$).

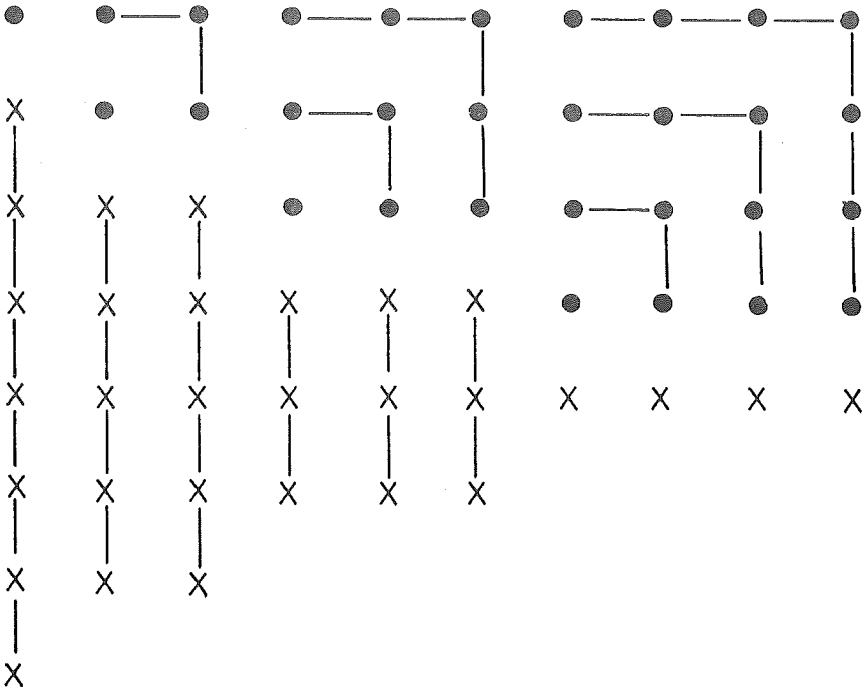
Het sommeren van opvolgende kwadraten komt al voor bij Archimedes (287-212) voor Chr.) en wel in verband met de berekening van de oppervlakte van het vlaktedeel ingesloten door een boog van een spiraal en de afsluitende voerstraal.

Er is echter nog een andere toegang tot de som van kwadraten bekend uit de Oudheid. Een Babylonische tekst uit de Hellenistische tijd (circa 300 -circa 100 voor Chr.), die vermoedelijk terug te voeren is tot Griekse bronnen, geeft de soms van de kwadraten van de natuurlijke getallen van 1 t/m n, gevat in een formulering die wij zouden weergeven als:

$$1^2 + 2^2 + \ldots + n^2 = 1/3\,(2n + 1)(1 + 2 + \ldots + n).$$



Afbeelding 13.

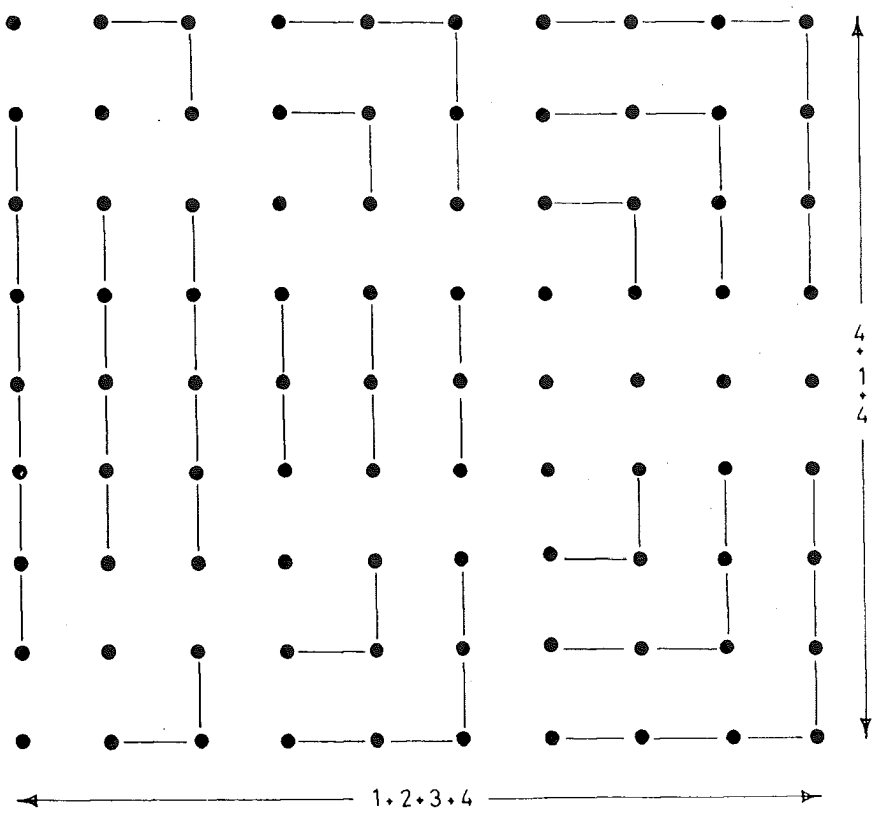


Afbeelding 14.

Deze merkwaardige formulering heeft aan Hofmann aanleiding gegeven tot de volgende boeiende reconstructie: leg de kwadraten — zeg van 1^2 t/m 4^2 — op de volgende wijze met een steentje neer (afbeelding 13) en breng op de aangegeven wijze gnomons aan. We hebben dan 4 "losse" steentjes, 3 gnomons van 3 steentjes, 2 van 5 steentjes en 1 van 7 steentjes. Deze gnomons "trekken we recht" en voegen ze — met de 4 losse steentjes — toe aan de figuur en wel als in afbeelding 14. Vervolgens completeren we de figuur met het spiegelbeeld van de oorspronkelijke figuur, zodat we afbeelding 15 krijgen.

We hebben nu driemaal de gevraagde som en het is duidelijk dat het aantal steentjes in de gehele rechthoek bedraagt (lengte maal breedte!)

$(1 + 2 + 3 + 4)(4 + 1 + 4)$.



Afbeelding 15.

Dus:

$$1^2 + 2^2 + 3^2 + 4^2 = 1/3(2.4 + 1)(1 + 2 + 3 + 4).$$

Algemeen:

$$\sum_{i=1}^{n} i^2 = \frac{n(n+1)(2n+1)}{6}$$

De basis van de geniale "truc" is m.i. dat men weer zag dat elk kwadraat de som is van een aantal opvolgende oneven getallen, beginnende met 1 en die leverden de gnomons.

10. Als derde illustratie geven we de bepaling van de som van opeenvolgende derdemachten, te beginnen bij 1^3. Ook deze laat zich verklaren met "psèphos-arithmetiek". Bij de Neo-Pythagoreër, Nicomachus van Gerasa (2e eeuw na Chr.) vinden we de volgende passage:
"Wanneer de oneven getallen, te beginnen bij 1, achtereenvolgens worden neergelegd (!), dan merkt men op dat het eerste een derdemacht is, de som van de twee daarna de tweede derde-macht vormt, de drie daaropvolgende de derde derde-macht vormen, de vier daaropvolgende de vierde, de vijf daaropvolgende de vijfde, en de zes daaropvolgende de zesde en dit voor altijd."
Ook hier is de wijdlopigheid opvallend. De kern van dit citaat is duidelijk:

$$1 + (3 + 5) + (7 + 9 + 11) + (13 + 15 + 17 + 19) + \ldots =$$
$$1^3 + 2^3 + 3^3 + 4^3 + \ldots$$

Een bewijs ervan geeft Nicomachus echter niet. Een verwante formule eveneens voor de som van de eerste n derde-machten was bekend bij de Romeinse landmeters, de agrimensores. Deze kenden namelijk het equivalent van de formule:

$$1^3 + 2^3 + 3^3 + \ldots + n^3 = \left(\frac{n(n+1)}{2}\right)^2$$

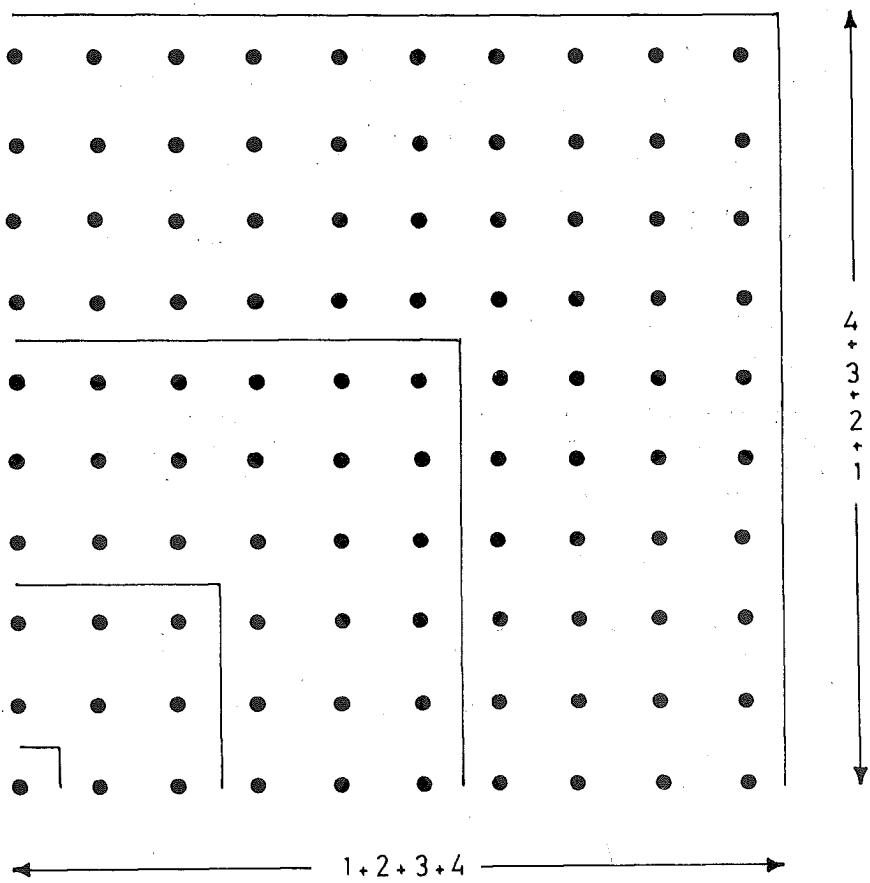
Het verband met de zojuist genoemde observatie van Nicomachus is duidelijk. Reeds eerder zagen wij immers dat de Pythagoreërs ingezien hadden dat de som van de eerste n oneven getallen juist n^2 bedraagt. Voor de sommatie van de eerste n derde-machten hebben we volgens Nicomachus juist het eerste $(1 + 2 + 3 + 4 + \ldots + n)$-tal oneven getallen nodig. Hun aantal is: $n(n + 1)/2$, hun som dus $\{n(n + 1)/2\}^2$
en dat is juist het resultaat van de agrimensores!
Beide lijnen komen samen bij de Arabische wiskundige Al-Karkhi (Al-Hassan) van circa 1000 na Chr. en wel in zijn algebrawerk "Al-Fakhri". Daarin geeft hij een bewijs met behulp van gnomons, in goede Griekse traditie dus en waarschijnlijk ontleend aan Griekse bronnen. Uitgaande van de eenheid omgeeft hij deze met gnomons met respectievelijk breedte van 2, 3, 4 ... steentjes (zie afbeelding 16). De breedte van de k^e gnomon is dus k en men ziet gemakkelijk in dat

de lengte daarvan is (tel van linksboven naar rechtsonder):

$$1 + 2 + 3 + \ldots + (k - 1) + k + (k - 1) + (k - 2) + \ldots + 3 \quad 2 + 1$$

en dit is juist $k + k(k - 1)$, d.w.z. k^2. Het aantal steentjes in de k^e gnomon is dus k^3.
Anderzijds bevat het gevormde vierkant $(1 + 2 + 3 + \ldots + n)^2$ steentjes. Maar de som $1 + 2 + 3 + \ldots + n$ was bekend zodat een en ander leidt tot het gewenste resultaat (in moderne notatie):

$$\sum_{i=1}^{n} i^3 = \left\{\frac{n(n+1)}{2}\right\}^2.$$



Afbeelding 16.

11. In het voorgaande zijn slechts enkele voorbeelden uit de Griekse Oudheid aangestipt. Uiteraard zouden zij met vele andere uitgebreid kunnen worden. Dit zullen wij hier niet doen. Wel zij gewezen op de bijzonder aantrekkelijke wijze van wiskunde beoefening, nl. de heuristische aanpak. Deze dingen kan men aan iedereen uitleggen: zij zijn evident. Zo behoort het ook: de heuristiek moet de weg wijzen, daarna volgt de strenge opbouw. Dit is reeds voortreffelijk verwoord door Archimedes, die met recht de eerste toegepast-wiskundige uit de Oudheid genoemd mag worden, de ontdekker van de hefboomwet.

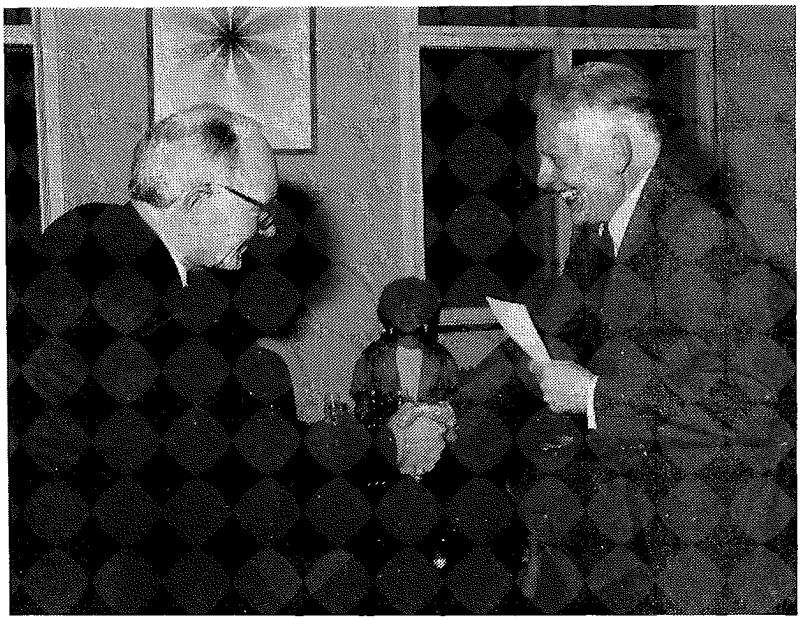
Met behulp van deze wet gaf hij van vele stellingen eerst een "mechanisch" bewijs, beter gezegd, ontdekte hij verbanden. Daarna gaf hij een streng bewijs. In zijn brief over de methodenleer, gericht aan Eratosthenes, formuleert hij zijn opvattingen hierover als volgt:
" .... omdat ik ervan overtuigd ben dat deze (d.i. de mechanica) ook even nuttig is voor het bewijzen van stellingen, want ook van die stellingen die ik al eerder inzag d.m.v. de mechanica, is voor een aantal een meetkundig bewijs geleverd, omdat het mechanische onderzoek geen bewijs vormt"
en
" .... Ik besloot de beschreven methode te publiceren ... omdat ik ervan overtuigd ben dat daaruit een niet gering nut voortkomt voor de wiskunde; want ik vertrouw erop dat vele van de huidige en van de komende generatie, wanneer deze methode bekend is, ook andere stellingen zullen vinden die mij nog niet ingevallen zijn."

TTC-BERICHTEN

Vertrek ir. J.H. Makkink, directeur TTC.

Op 22 december 1987 werd in het hoofdgebouw van de Technische Universiteit Delft de afscheidsreceptie gehouden van ir. J.H. Makkink, die per 1 januari 1988 de TU heeft verlaten en dus ook het TTC, waarvan hij sinds de oprichting in 1975 directeur is geweest.

Tijdens de drukbezochte receptie werd de heer Makkink toegesproken door dr. F. van der Meer, directeur Instellingsbeleid van de TU Delft en door prof. dr.ir. W.J. Beek, voorzitter van de Commissie van Advies. Zij belichtten de vele verdiensten van de heer Makkink voor de TU in het algemeen en voor het TTC in het bijzonder. Namens Histechnica ging de voorzitter dr. T. Dijs in op de bijzondere relatie, die er altijd heeft bestaan tussen de heer Makkink als directeur van het TTC en Histechnica. Uiteraard gingen de toespraken vergezeld van passende cadeaus.



De heer Makkink (rechts) neemt de felicitaties in ontvangst van de heer Dijs, voorzitter Histechnica.

De toespraak van de heer Dijs laten we hier volgen:
"Met het vertrek van Jan Makkink als directeur van het TTC heeft vanuit die functie, een vriend van Histechnica afscheid genomen. Om met de deur in huis te vallen, kan worden gesteld dat de relatie tussen hem en de medewerkers van het TTC enerzijds en Histechnica anderzijds jaren lang nauwelijks iets te wensen heeft overgelaten. Wij hebben samen aan dezelfde kant gestaan, samen hetzelfde beeld van het TTC naar buiten gebracht. Histechnica is daarbij stellig niet opgetreden als een soort bestuur van het TTC, hetgeen tegen het einde van het jaar via de pers werd gesuggereerd. Histechnica en het TTC functioneren op grond van hun eigen doelen. Histechnica werd opgericht in 1974 om op ad hoc basis financiële steun en hulp te verlenen aan het TTC en om de belangstelling voor de geschiedenis van de techniek te bevorderen. Geleidelijk is dat uitgangspunt verbreid tot gerichtheid op de techniek in het algemeen en op de maatschappelijke functie van de techniek. De hierdoor geschetste ontwikkeling hangt ook samen met de gewijzigde opstelling van het TTC. De "zuiver historische" tentoonstellingen hebben grotendeels plaats gemaakt voor "educatieve" tentoonstellingen die een duidelijk historisch element bevatten en zich verder richten op de techniek in de huidige en toekomstige samenleving. In het licht van deze doelen van Histechnica en het TTC is een belangrijke vorm van samenwerking het door Histechnica organiseren van lezingen in de collegezaal van het TTC gebouw aan de Kanaalweg 4. Bij voorkeur houdt het onderwerp verband met een in bedrijf zijnde tentoonstelling. Door de nauwe samenwerking met de afdeling Geschiedenis van de Techniek van het KIvI en met de STHV (Stichting Technisch-Historische Verzamelingen) wordt thans een veel omvanrijker groep bereikt dan de ca. 250 leden van Histechnica. En over de tentoonstellingsruimte als "eetcafé", waar na de lezingen koffie en broodjes worden geserveerd, hoef ik niet uit te weiden.
Bij dit alles heeft Jan Makkink een belangrijke rol gespeeld als
– gastheer in het TTC,
– trouw bijwoner van de bestuursvergaderingen van Histechnica,
– medewerker (met zijn staf) aan de produktie van H-Nieuws en aan succes van de Stichting De Jonge Onderzoekers Delft (DJOD).
Kortom Jan Makkink was, en is en zal blijven een gedreven en deskundig man waarop Histechnica vrijwel nooit tevergeefs een beroep doet."

Inmiddels is bekend geworden, dat de heer G.H.M. Koper, naaste medewerker van de heer Makkink, tot hoofd van het TTC is benoemd. Histechnica wenst de heer Koper veel succes toe in zijn nieuwe functie en hoopt, dat de bestaande goede relatie met het TTC in de komende jaren zal kunnen worden voortgezet.

TTC-TENTOONSTELLINGEN

- **Bedrijf in Beeld,** tot en met 15 mei 1988.
  Werken van Bessel Kok en Nico Peeters.
  De olieverfschilderijen van Peeters geven vliegtuigen, schepen, fabriekshallen en werkplaatsen zeer natuurgetrouw weer, terwijl het pastelwerk van Kok de industriële activiteiten op meer impressionistische wijze toont.

- **Het Nos Kleurenpalet,** tot en met 29 mei 1988.
  Een tentoonstelling over het kleursysteem dat door de Nederlandse Omroep Stichting is ontwikkeld om verf te mengen voor het schilderen van t.v.-decors. Met slechts vijf basisverven worden meer dan 1700 kleurtinten gemaakt.

- **Holografie,** permanent.

In voorbereiding:

- **Sloop of Hergebruik,** mei 1988.
  Een reizende fototentoonstelling over de problematiek van oude gebouwen. Slopen en nieuwbouw plegen of aanpassen en hergebruiken? Met vele voorbeelden uit de praktijk.

- **Chemie in het dagelijks leven,** mei 1988.
  Een reizende tentoonstelling van de V.N.C.I. (Vereniging van de Nederlandse Chemische Industrie), waarin op een twintigtal panelen duidelijk wordt gemaakt welke rol de chemie, zowel ten goede als ten kwade, in het dagelijks leven speelt.

AGENDA HISTECHNICA

- Zaterdag 9 april 1988: Algemene Ledenvergadering, voorafgegaan door twee voordrachten over de onderzoeksmethoden in de schilderkunst met betrekking tot conservering, datering en vervalsing.
  Plaats: TTC-Gebouw, Kanaalweg 4, Delft.
  Aanvang: 10.30 uur (ontvangst: 10.00 uur).

- Zaterdag 23 april 1988: Voordracht over Christiaan Huyghens, in samenwerking met het KIvI.
  Plaats: Museum Hofwijck, Voorburg.
  Aanvang: nog niet bekend.

- Zaterdag 29 mei 1988: Voordracht door prof. dr.ir. W.L. van der Poel over Mechanische Puzzles.
  Plaats: TTC-Gebouw, Kanaalweg 4, Delft.
  Aanvang: 11.00 uur (ontvangst: 10.30 uur).

- Zaterdag 10 september 1988: Twee voordrachten over Pieter van Musschenbriek, in samenwerking met het KIvI.
  Plaats: TTC-Gebouw, Kanaalweg 4, Delft.
  Aanvang- nog niet bekend.

MEDEDELINGEN VERWANTE ORGANISATIES

- **De voorjaarsvergadering van het Genootschap voor Geschiedenis der Geneeskunde, Wiskunde, Natuurwetenschappen en Techniek (GeWiNa)** vindt plaats op zaterdag 26 maart 1988 (vanaf 09.30 uur) in de nieuwe behuizing van Museum Boerhaave (in het voormalige Cecilia Gasthuis), Lange St. Agnietenstraat 10, 2312 WC Leiden. Een deel der voordrachten heeft museumaangelegenheden als thema. Verder zal er een rondleiding gehouden worden door dit gerestaureerde historische pand.
  Inlichtingen bij de secretaris van GeWiNa: de heer J.W. van Spronsen, Veenendaalkade 463, 2547 AL 's-Gravenhage.

- **Benelux Congres voor de Geschiedenis der Wetenschappen**
  Het 11de Benelux Congres voor de Geschiedenis der Wetenschappen wordt gehouden te Brugge op 28, 29 en 30 april 1989. Het thema zal zijn: "De geschiedenis van zeevaart en marine-wetenschappen (over de Noordzee vanaf circa 1830).
  Inlichtingen bij de secretaris van GeWiNa: de heer J.W. van Spronsen, Veenendaalkade 483, 2547 AL 's-Gravenhage.

- **De twee culturen. De eenheid van kennis en haar teloorgang.**
  Het Genootschap voor de Geschiedenis van de Geneeskunde, Wiskunde, Natuurwetenschappen en Techniek (GeWiNa) organiseert naar aanleiding van haar 75-jarig bestaan een symposium onder bovenstaande titel. In een 6-tal voordrachten wordt de splitsing van de wetenschappelijke kennis in een alfa en en beta tak geanalyseerd. Naast een aantal historische invalshoeken zal ook de hedendaagse problematiek, die het gevolg van deze splitsing is, aan de orde komen.
  Als sprekers zullen optreden: prof. dr. K. van Berkel, prof. dr. H.B.G. Casimir, prof. dr. H.F. Cohen, prof. dr. S. Dresden, prof. dr. W. Frijhoff en prof. dr. J.J.A. Mooy.
  Het symposium vindt plaats op 4 juni 1988 en zal gehouden worden in de Koningszaal van het gebouw Artis.
  Belangstellenden kunnen zich aanmelden bij de secretaris van GeWiNa de heer J.W. van Spronsen, Veenendaalkade 463, 2547 AL 's-Gravenhage, waarna te zijner tijd een aanmeldingsformulier alsmede een programma toegestuurd zal worden.
  De kosten van dit symposium zullen *f* 30,– bedragen (voor leden van GeWiNa *f* 15,–). De lezingen zullen in de loop van dit jaar uitgegeven worden in de congresbundel, die de deelnemers gratis toegestuurd zal worden.

VERWANTE ORGANISATIES

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

TECHNISCH TENTOONSTELLINGSCENTRUM (TTC)
Een dienst van de Technische Universiteit te Delft, die zich onder meer bezighoudt met het organiseren van educatieve tentoonstellingen om inzicht te geven in recente en historische technische ontwikkelingen en hun maatschappelijke gevolgen.
Adres expositiezaal: Kanaalweg 4, 2628 EB Delft
Adres kantoor: Rotterdamseweg 139a, 2628 AL Delft.

AFDELING VOOR DE GESCHIEDENIS DER TECHNIEK VAN HET KONINKLIJK INSTITUUT VAN INGENIEURS (KIvI)
Deze afdeling stelt zich ten doel de belangstelling voor de geschiedenis van de techniek te bevorderen door het organiseren van voordrachten, excursies en symposia.
Adres secretariaat: Ir. J. Deiman, p/a Universiteitsmuseum Utrecht, Postbus 13021, 3507 LA Utrecht.

STICHTING TECHNISCH-HISTORISCHE VERZAMELINGEN (STHV)
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 b.v. exposities) te komen.
Adres secretariaat: Alphons Ariënstraat 15, 2037 VJ Haarlem.

SECTIE TECHNISCHE MUSEA VAN DE NEDERLANDSE MUSEUMVERENIGING (STM)
Samenwerkingsverband van technische musea in het kader van de Nederlandse Museumvereniging.
Adres secretariaat: W.J. van Kuilenburg, p/a Het Nederlands Postmuseum, Zeestraat 82, 2518 AD Den Haag.

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

HISTECHNICA NIEUWS

JAARGANG 14
NUMMER 2
SEPTEMBER 1988

HISTECHNICA

Histechnica is een vereniging van vrienden van het Technisch Tentoonstellingscentrum TTC.
Deze vereniging, die in 1974 werd opgericht, stelt zich ten doel de belangstelling te bevorderen voor de ontwikkeling van de techniek in verleden, heden en toekomst en zijn maatschappelijke gevolgen.
De vereniging tracht dit doel in eerste instantie te verwezenlijken door het TTC zowel financieel als op alle mogelijke andere manieren te steunen bij haar activiteiten. Histechnica wil op deze wijze het TTC de mogelijkheid bieden uit te groeien tot een landelijk historisch en modern educatief centrum voor de techniek.
Het TTC organiseert tentoonstellingen op het gebied van de techniek voor een zo breed mogelijk publiek waarbij aan de hand van modellen en zelf te bedienen opstellingen inzicht wordt gegeven in de basisprincipes van historische en moderne technieken.
Een beter begrip van de technische ontwikkelingen in het verleden en heden zal een evenwichtige benadering van de huidige en toekomstige technische ontwikkelingen mogelijk maken.
Voorts verzamelt het TTC historische technische objecten en archivalia ten behoeve van tentoonstellingen en de studie van de geschiedenis van de techniek. Histechnica organiseert voor zijn leden regelmatig lezingen, excursies en andere evenementen.
De vereniging kent gewone leden en beschermende leden. De contributie voor een gewoon lid bedraagt tenminste *f* 25,-- per jaar, voor een beschermend lid tenminste *f* 100,-- per jaar.

Secretaris: Ir. J. van Elk
Populierendreef 16
3137 CW Vlaardingen
Tel. kantoor: 015-690174
Tel. huis: 010-4747173

Postgironummer: 3301027 ten name van:
Penningmeester Histechnica te Delft

Redactieadres: J.W. Frisostraat 181, 2713 CD Zoetermeer.

Foto omslag: *Belper North and West Mills 1804*

DE INDUSTRIËLE ONTWIKKELING VAN GROOT-BRITTANNIË

door J. Oosterhoff
hoogleraar Technische Universiteit Delft

Naar een lezing op 12 december 1987 ter voorbereiding op de excursie naar Shropshire en Noord-Wales in mei 1988

In het midden van de 19de eeuw, in de vijftiger jaren, was het Verenigd Koninkrijk in zijn hoogtijdagen – de "heyday" van het Victoriaanse tijdperk. Het rijk was machtig en invloedrijk. De Britse cultuur ging in de westerse wereld de Franse verdringen en overal in verre landen wapperde de Britse vlag. Het was alles snel gegaan. Want een eeuw daarvoor was Brittannië nog een achterlijk land, met bijvoorbeeld een wegenstelsel dat uit niet veel meer dan karresporen bestond. Ook het kanalenstelsel had niet veel te betekenen als men het vergelijkt met dat van Frankrijk, Italiën en niet te vergeten Nederland.

Een belangrijke factor in de nieuwe Britse welvaart was de snelle ontwikkeling van de nijverheid, de industriële revolutie, begonnen in de tweede helft van de 18de eeuw en later snel uitgebreid over West-Europa en Noord-Amerika.

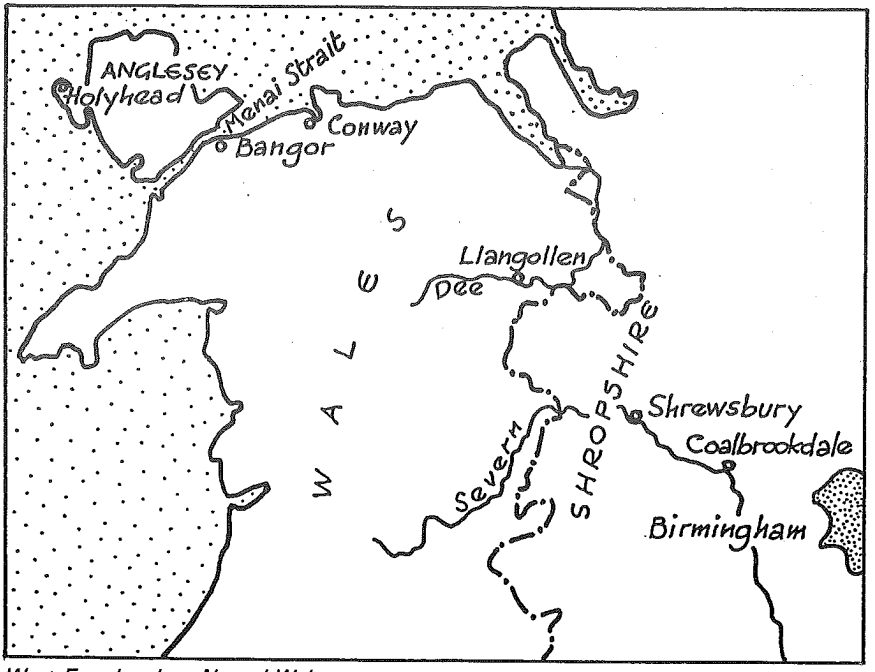
Waarom begon deze industriële ontwikkeling juist in het Verenigd Koninkrijk? Er waren daar een aantal gunstige omstandigheden:

- Het gildenwezen, dat door zijn beschermende maatregelen nieuwe ontwikkelingen tegenhield, was in Engeland nooit zo belangrijk geweest als op het continent.
- Kenmerkend voor de Middeleeuwen en ook voor de tijd daarna, tot omstreeks 1750, was de beperkte markt: behoudens voor zeldzame artikelen werd alleen de naaste omgeving van produkten voorzien. Deze beperkte markt werd voor het Verenigd Koninkrijk opgeheven door de koloniale politiek. Zo werd India bijvoorbeeld een belangrijk afzetgebied voor textiel.
- De Britse aanleg voor de praktische toepassing van de natuurwetenschappen, die resulteerde in de uitvinding van onder meer textielmachines en de ontwikkeling van de stoommachine.
- Vóór 1750 was een groot deel van de bevolking werkzaam in de landbouw. Door verbeterde akkerbouwmethoden kwamen meer arbeiders beschikbaar voor de industrie, die hierdoor over goedkope arbeidskrachten kon beschikken.
- Er ontstonden andere opvattingen over de economie (Adam Smith, The wealth of nations, 1776). Het beginsel der economische vrijheid deed opgeld, beschermende maatregelen werden opgeheven en de vrijhandel ontwikkelde zich snel.

Het begin van de industriële revolutie ligt in de textielnijverheid. In het Engeland van omstreeks 1700 bestond reeds een aanzienlijke wolnijverheid. Aanvankelijk was de schapewol vooral bestemd voor uitvoer (Vlaanderen, Noord-Italië). De verwerking tot laken vond in hoofdzaak plaats op het platteland en in huisarbeid. Voor de nog ambachtelijke textielindustrie werd de expansie onder meer mogelijk gemaakt door de uitvinding van spin- en weefmachines. De efficiëntie van de

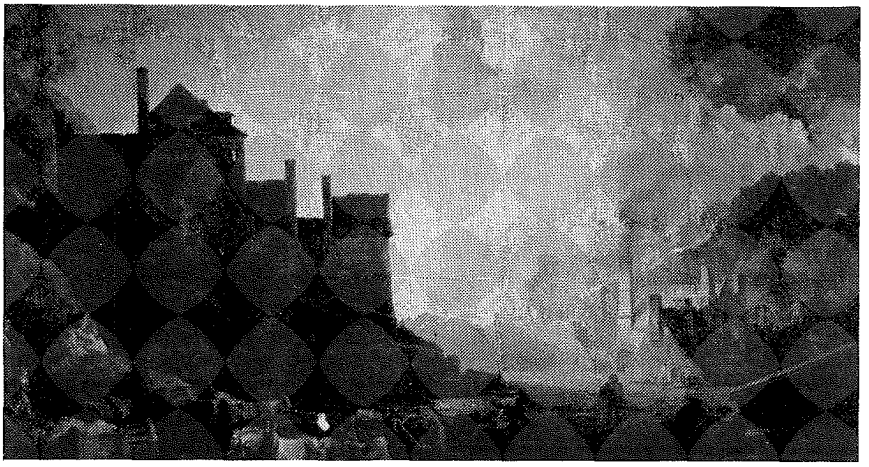
produktie werd sterk bevorderd door de invoering van de stoommachine, die de aandrijving door waterkracht en paarden verving.

De ene tak van industrie riep de andere op. De behoefte aan machines deed de machine-industrie en de ijzerproduktie ontstaan. Voor de vervaardiging van ijzer, maar ook voor de aandrijving van de stoommachines was steenkool nodig. Zo kwam de mijnindustrie voor het delven van kolen en ijzererts tot ontwikkeling. Het is niet verwonderlijk dat juist het gebied van West-Engeland en Noord-Wales, waar onze excursie naar toe gaat, de plaats is waar de nieuwe nijverheid zich ontwikkelde, want hier waren ijzererts en kolen aanwezig. Met name de behoefte aan korte transportwegen voor kolen (een zwaar massagoed) leidde tot vestiging van fabrieken in deze streek. Wellicht dat ook reeds vóór het stoomtijdperk het bergachtige karakter van het gebied gunstig was in verband met de levering van waterkracht.



West-Engeland en Noord-Wales.

Een centrum van ijzer- en kolennijverheid was Coalbrookdale, aan de rivier de Severn, rijk voorzien van kolen- en ijzermijnen. Hier ontwikkelde de familie Darby in de 18de eeuw het proces, waarmee ijzer met behulp van cokes op economische wijze uit erts kon worden gewonnen en nu in massa kon worden geproduceerd. In Coalbrookdale vinden we een illustratie van de behoefte aan goede transportwegen. Daar werd in 1780 de beroemde Iron Bridge over de Severn gebouwd, een boogbrug, geheel van gietijzer, met een overspanning van 30 m.



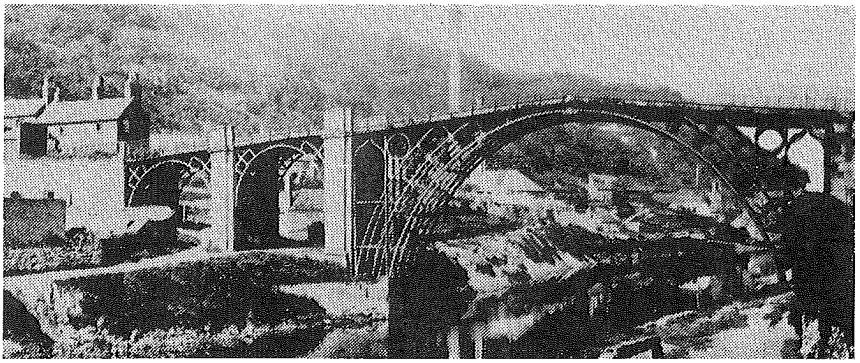
Coalbrookdale omstreeks 1800.

Transport is een belangrijke factor voor industrie en handel. Grondstoffen moeten worden aangevoerd en produkten moeten hun weg naar de gebruiker vinden. Voor de civiele techniek is de ontwikkeling van het transportwezen van grote betekenis geweest. Het ging niet alleen om landwegen, maar ook waterwegen (kanalen) speelden een belangrijke rol. In 1825 kwamen de spoorwegen nog daarbij.

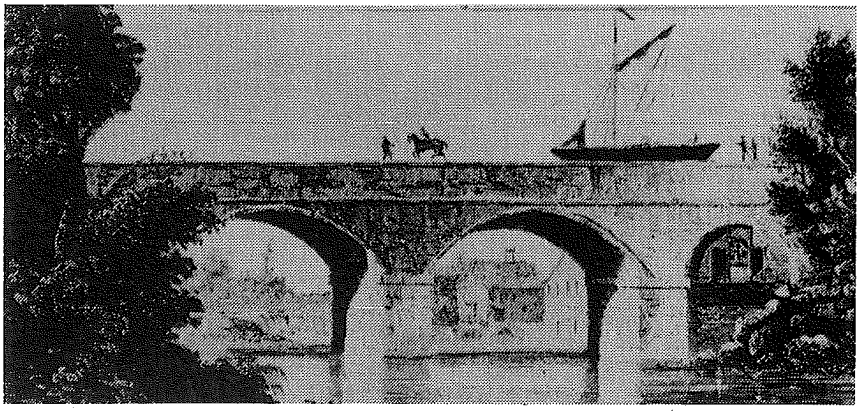
Het eerste grote kanaal werd onder leiding van James Brindley in 1759 voltooid. Het ging van Worsley naar Manchester en bevatte vele kunstwerken waaronder een aantal aquaducten. Omstreeks 1800 ontwierp de beroemde ingenieur Thomas Telford een kanalenstelsel dat de rivieren de Severn, Dee en Mersey met elkaar verbond. Groot waren de problemen bij de aanleg hiervan in het woeste bergland van Noord-Wales. Zo moesten vele dalen worden overbrugd met aquaducten. Het bekendste daarvan is de Pont-y-Cysyllte over het dal van de Dee bij Llangollen, ruim 300 m lang, met een gietijzeren kanaal op hoge stenen pijlers, dat nu nog in goede staat aanwezig is.

Ook op het gebied van de landwegen deed Telford zich gelden. Zo was hij verantwoordelijk voor de aanleg van de weg van Londen naar Holyhead op het eiland Anglesey voor de westkust van Wales, van waaruit een veerboot de verbinding tussen Londen en Dublin voltooide. In deze weg ligt de hangbrug bij Bangor over de Menai Strait, een zeearm tussen Anglesey en het vasteland, met een overspanning van bijna 180 m, voltooid in 1826, een opmerkelijke vooruitgang in de bruggenbouw.

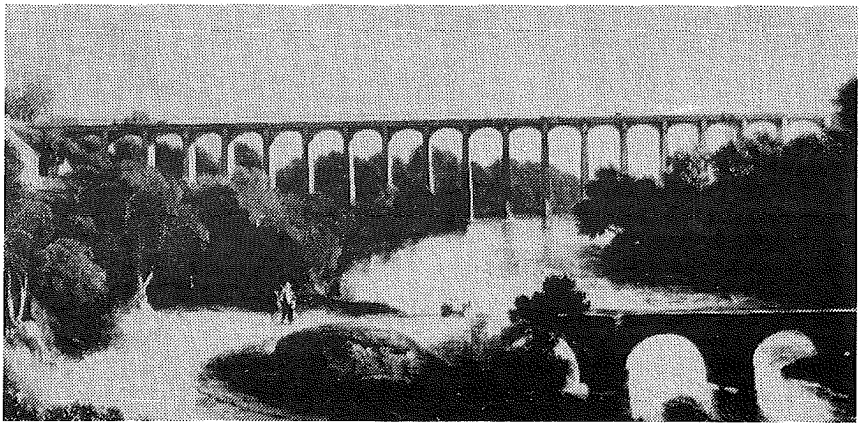
De aanleg van spoorwegen begon 1825 met de bekende lijn van Stockton naar Darlington. De ontwikkeling van het spoorwegwezen gaf een nieuwe impuls aan de metaalindustrie door de behoefte aan rails, locomotieven en rijtuigen. Bekende spoorwegingenieurs waren George Stephenson en zijn zoon Robert. De laatste was niet alleen de leider van een fabriek voor locomotieven maar ontwierp ook de spoorbrug over de al eerder genoemde Menai Strait, de Britannia Bridge, een kokerliggerbrug met twee overspanningen van 140 m, voltooid in 1850.



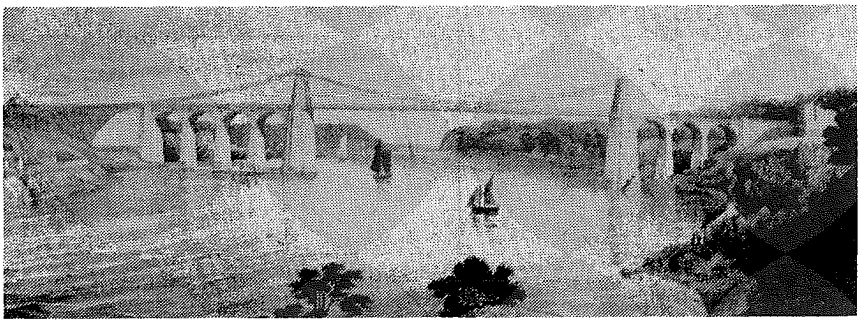
De Iron Bridge over de Severn bij Coalbrookdale, 1780.



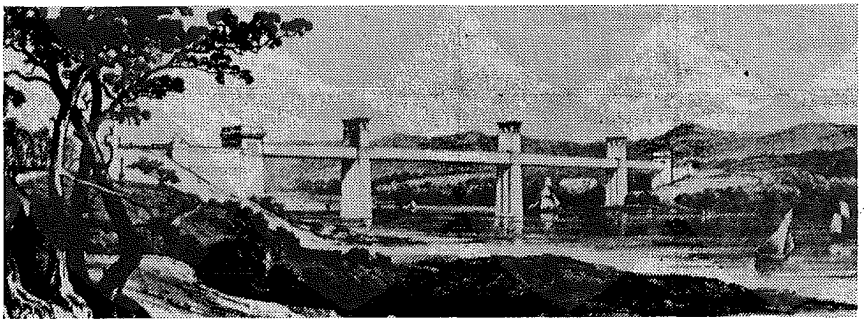
Het Barton Aquaduct in het kanaal van Worsley naar Manchester, ca. 1760.



Het aquaduct Pont-y-Cysyllte over het dal van de Dee bij Llangollen, 1803.

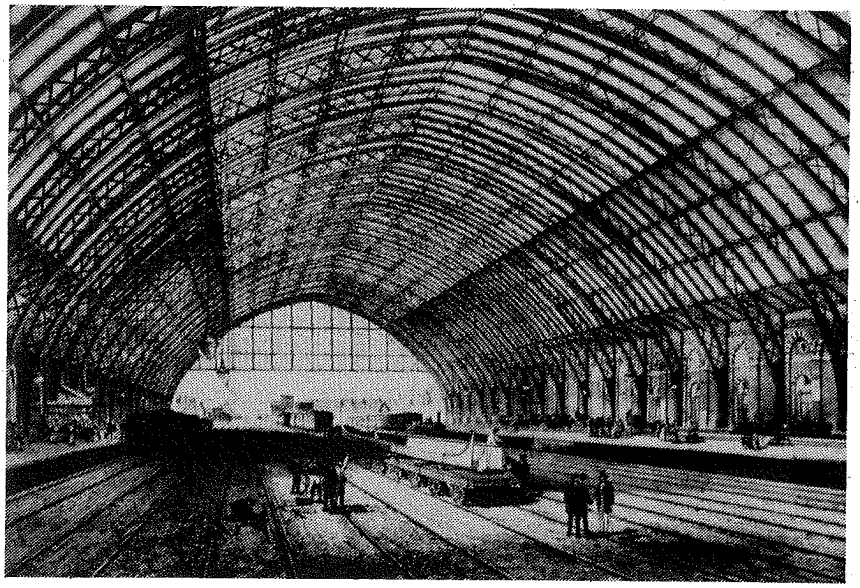


De hangbrug over de Menai Strait bij Bangor, 1826.



De Britannia Bridge over de Menai Strait, 1850.

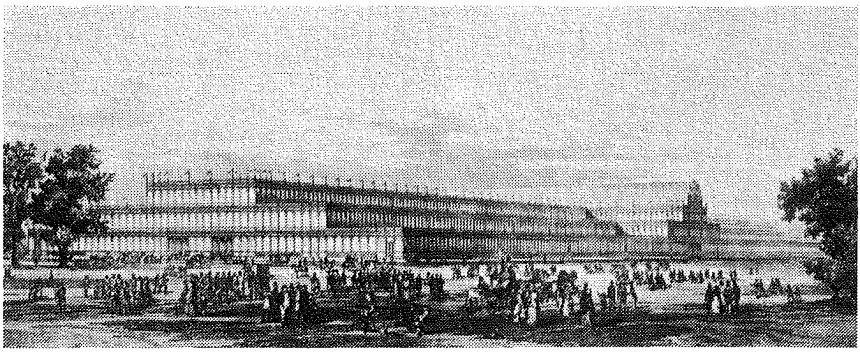
In de bouwnijverheid ging het niet alleen om de aanleg van land-, water- en spoorwegen, met hun sluizen, bruggen en aquaducten. Ook de gebouwensector werd van groot belang. Er ontstond behoefte aan nieuwsoortige gebouwen. De industrie vroeg om talloze fabrieken. Voor het spoorwegverkeer waren stations nodig, waaronder vele met imposante afmetingen. We noemen het Paddington Station te Londen uit 1854 (ontwerp van Isambard Kingdom Brunel) en het St. Pancras Station, eveneens te Londen, uit 1870, waarvan de treinhal een boogconstructie heeft met een overspanning van 73 m. Voor de handel ontstonden vele markthallen (bijvoorbeeld de Smithfield Meat Market, Londen, 1868, met mooie ijzerconstructies), kantoorgebouwen, beursgebouwen (bijvoorbeeld de Coal Exchange), Londen, 1849, een koepelconstructie met een diameter van 18 m en gietijzeren spanten, kolommen en galerijen). Omstreeks 1850 werd een begin gemaakt met internationale tentoonstellingen van industriële produkten. De eerste wereldtentoonstelling was die in Londen van 1851, waarvoor Joseph Paxton het Crystal Palace ontwierp, een gebouw met veel ijzer en glas, van grote afmetingen (117x530 m), volgens een geheel nieuw bouwsysteem. Het gebouw werd in 1852 verplaatst van het Hyde Park naar Sydenham in Zuid-Londen, waar het tot zijn verwoesting door brand in 1936 bleef staan. Opmerkelijk is de zeer korte bouwtijd, van juni 1850 tot de opening op 1 mei 1851, dus 11 maanden, hierbij inbegrepen het ontwerp van het gebouw en de inrichting van de tentoonstelling. In onze tijd is dat volstrekt onmogelijk geworden.



St. Pancras Station te Londen, 1868.

Smithfield Meat Market te Londen, 1868.

Coal Exchange te Londen, 1849.



Crystal Palace te Londen, 1851.

Over de Britse ingenieurs uit de 19de eeuw is veel gepubliceerd. Het is niet alleen wetenschappelijk werk maar ook zijn er vele kleine en grotere boeken over bekende ingenieurs voor een breed publiek. Waarom bestaat zoiets nauwelijks in Nederland, dat in de 19de eeuw toch ook vele befaamde ingenieurs kende, zoals Brunings, Van der Kun, Conrad, Fijnje en andere verdienstelijke waterstaatssen? Over Jan Blanken was er kort geleden een tentoonstelling en H.W. Lintsen wijdde zijn dissertatie aan de Nederlandse ingenieurs in de 19de eeuw. Voorts zijn er boekjes over Leeghwater en Stevin, maar daar houdt het dan ook ongeveer mee op. Het zij een aansporing voor met name de Rijkswaterstaat om hier iets aan te doen. In Engeland schreef Samuel Smiles reeds in de 19de eeuw zijn "Lives of the engineers", in drie forse delen. Als eerste ingenieur noemde hij Cornelius Vermuyden, in Nederland vrijwel onbekend, die in opdracht van Amsterdamse kooplieden in de 17de eeuw moerassen in East Anglia drooglegde.

Interessant is de achtergrond (het milieu en de opleiding) van de vroege Britse ingenieurs.

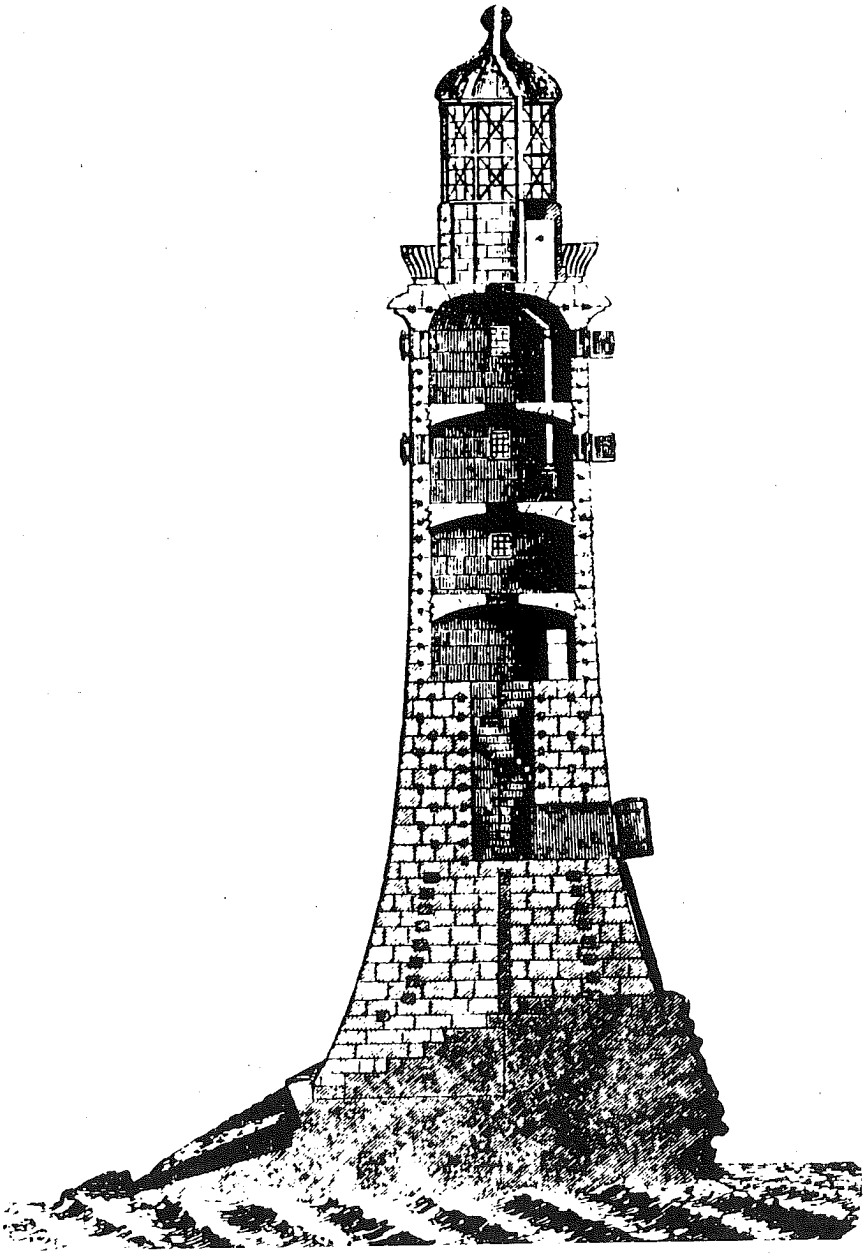
James Brindley, die, zoals reeds werd gezegd, omstreeks 1760 het eerste grote kanaal in Engeland aanlegde, had geen onderwijs genoten en kon lezen noch schrijven.

In betere omstandigheden was John Smeaton (1724-1792) opgegroeid. Hij was de zoon van een procureur in Leeds, had belangstelling voor instrumenten en machines, ontwikkelde een hydraulisch bindmiddel, waarmee metselspecie in natte omstandigheden kon worden verwerkt en bouwde hiermee omstreeks 1760 midden in zee het Eddystone Lighthouse. Hij legde kanalen aan, verbeterde rivieren, legde moerassen droog, ontwierp bruggen (o.a. de verbetering en vergroting van de Old London Bridge) en werkte aan havens (o.a. te Ramsgate).

John Rennie (1761-1821) was de zoon van een Schotse boer. Hij kreeg een goede opvoeding, o.a. aan de University of Edinburgh. Hij bouwde fabrieken, bruggen (zowel in steen als ijzer), vuurtorens, ontwierp havens en werd begraven in St. Paul's Cathedral.

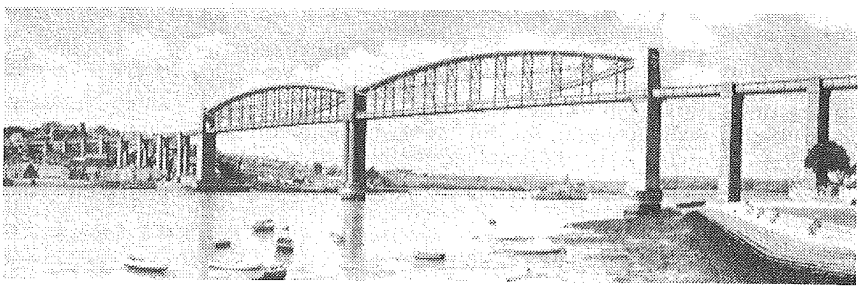
Thomas Telford (1757-1834) werd in armoedige omstandigheden geboren als zoon van een Schotse schaapherder en volgde slechts de lagere school. Aanvankelijk opgeleid tot steenhouwer schiep hij later vele opmerkelijke ingenieurswerken, waarvan we er al enkele noemden. Hij was ongetwijfeld de grootste onder de vroege Britse ingenieurs, was in zijn land zeer geëerd en werd begraven in Westminster Abbey.

Isambard Kingdom Brunel (1806-1859) was de zoon van de in Engeland werkende Franse ingenieur Marc Isambard Brunel (ontwerper van de eerste Thamestunnel). De jonge Brunel kreeg zijn opleiding in Engeland en Parijs. In 1829, op 23-jarige leeftijd, deed hij mee aan een prijsvraag voor het ontwerp van een brug over de Avon bij Bristol, die hij won met een hangbrug van 210 m overspanning. Met de uitvoering ervan werd in 1831 begonnen, maar het werk werd wegens gebrek aan financiële middelen al spoedig stilgelegd. De brug werd echter na de dood van Brunel in 1859 ter zijner ere voltooid. Hij bouwde vele bruggen, o.a. de Royal Albert Bridge over de Tamar bij Saltash (Zuid-Engeland), voltooid in



Eddystone Light House, ca. 1760.

1859, met een pneumatische fundering van de pijlers. Brunel was vooral spoorwegingenieur. Eén van zijn belangrijkste werken was de Great Western Railway, van Londen naar Bristol, met vele kunstwerken en spoorwegstations. Maar ook ontwierp hij de eerste ijzeren oceaanstomers, de Great Western, de Great Britain en de Great Eastern (ca. 210 m lang).



Spoorbrug over de Tamar bij Saltash, 1859.

Opmerkelijk is bij de Britse ingenieurs van de 19de eeuw de soms volslagen afwezigheid van enige theoretische voorbereiding op het vak, die toch een groots oeuvre niet in de weg stond (Telford) en de veelzijdigheid die zij allen tentoon spreidden.

De civiele techniek uit de 19de eeuw geeft ons een beeld van grote progressie. Het lijkt wel of toen op dit gebied het belangrijkste reeds werd ontwikkeld en dat in de 20ste eeuw voornamelijk hierop werd voortgeborduurd. Groot-Brittannië is een groot soort openluchtmuseum voor deze ontwikkelingen. Dat is vooral het geval met het gebied dat wij bij de excursie zullen bezoeken. Niet alles, wat we zullen zien, is even opwekkend. Er zijn veel gesloten fabrieken en mijnen. Waar de industriële revolutie begon lijkt ze ook weer het eerst te zijn uitgeblust.

BEHOUD EN HERGEBRUIK VAN NS-GEBOUWEN

door ir. C. Douma
Chef afdeling Gebouwen, Stedebouw en Vormgeving
Nederlandse Spoorwegen

De vele felle acties van particulieren, maar ook van de Bond Heemschut, de K.N.O.B., de Cuypers-stichting en de Stichting Oude Stations (S.O.S.) voor behoud en hergebruik van oude, overtollige spoorweggebouwen hebben het de afgelopen jaren wenselijk gemaakt om het NS-beleid op dit gebied voor een breder publiek te verduidelijken. Na jarenlang bestempeld te zijn als de "rücksichtlose" sloper van ons culturele erfgoed uit de 19de eeuw, heeft NS een duidelijk beleid uitgewerkt en de – o.i. redelijke – voorwaarden bepaald waaronder hergebruik kan plaatsvinden.

Ik wil mij bij de vraag: "welke mogelijkheden zijn er tot behoud en hoe luiden die voorwaarden?" niet uitsluitend beperken tot de oude stationsgebouwen, maar ook graag iets zeggen over nog resterende overige oude spoorwegoutillage, zoals spoorbruggen, blokposten, overwegposten, loc-loodsen e.d.

* Stationsgebouwen

Eind 1972 werd door de Rijksdienst Monumentenzorg een vrijblijvende lijst aan NS voorgelegd van ruim 100 "behoudenswaardig geachte stations", daarbij uiteraard onderscheid makend tussen een categorie stations van hoge architectonische waarde èn een categorie stations – veelal uit de zgn. Waterstaatperiode – waarvan het toch zeker aanbevelenswaard werd geacht om hiervan een aantal gave en karakteristieke specimen op de voorlopige monumentenlijst te plaatsen. Van de zijde van NS werd verklaard dat het voor een *in alle opzichten* sterk moderniserend en vernieuwend vervoerbedrijf een grote handicap werd geacht dat een derde van haar publieke gebouwen in één klap tot beschermd openluchtmuseum werd verklaard, waarbij iedere wijziging in de toekomst prohibitief dreigde te worden.

Door de Rijksdienst werd niet alleen veel begrip voor dit standpunt opgebracht, het werd zelfs volledig aanvaard, waarna in onderling overleg een zorgvuldige selectie tot stand kwam, resulterend in ruim 20 stationsgebouwen op de monumentenlijst. Druppelsgewijs werden daar later nog diverse exemplaren aan toegevoegd.

Ondanks de wassende stroom van protesten, actiegroepen e.d. heeft Den Haag ons de afgelopen jaren overduidelijk gesteund en naar aanleiding van Tweede Kamer-vragen heeft de Minister van Verkeer en Waterstaat – mede namens zijn ambtsgenoot van CRM of WVC – steeds geantwoord dat er *"geen aanleiding bestond om de lijst van beschermde NS-gebouwen verder uit te breiden"*. Ondanks die gedecideerde uitspraken zal het duidelijk zijn dat het niet alleen de sterke "nostalgische druk" van buiten af was, die ons aan het twijfelen bracht. Die twijfel groeide ook uit het besef dat:

a) er sprake was van kapitaal-vernietiging bij technisch nog in deugdelijke staat van verkerende gebouwen;
b) er sprake kan zijn van cultuur-historische of "beeldbepalende" waarde, ook wanneer de architectonische betekenis gering is en
c) de vervangende nieuwbouw dikwijls zó sober uitviel, dat een negatieve p.r. en bedrijfs-image het gevolg was.

Bij die herbezinning spelen de aspecten
- bedrijfspresentatie;
- vervoersomvang;
- gebruikswaarde;
- huisvesting personeel;
- cultuurhistorische waarde en
- financieel-economische overwegingen

alle een rol. Dit houdt in dat in sommige gevallen een schamel, haveloos station met een sterk groeiend aantal reizigers dringend nodig moet plaats maken voor een royaal, modern en representatief ontvangstgebouw (bijvoorbeeld Assen of Gouda), maar dat omgekeerd soms zeer grote, doch grotendeels overtollige en leegstaande gebouwen — met zeer veel onderhoud — kunnen volstaan met een vervangende abri, tènzij anderen die onderhoudslasten bij herbestemming van ons overnemen.

Een bedrijf dat momenteel voor de gigantische krachtsinspanning staat om 300 miljoen gulden per jaar (!) op haar exploitatielasten te besparen — zonder dat de reiziger het in het dienstbetoon mag merken — kàn het zich eenvoudig niet permitteren om duizenden kubieke meters overtolligheid op eigen kracht in stand te houden.

BUITENPOST: Zonder twijfels gesloopt.

Hoe weinig twijfel er sòms in ons hart is, moge bijvoorbeeld blijken uit de getoonde afbeelding van het voormalige stationsgebouw "Buitenpost", dat wij met vele andere soortgenoten in dit genre in volle overtuiging hebben gesloopt: vanuit de verte in het landschap wellicht nog een vertrouwd en herkenbaar silhouet, bij nadere beschouwing zonder meer een troosteloos en naargeestig bouwwerk, met ernstig verkankerd metselwerk, dat door voortdurend pleisteren en (kostbaar) wit schilderwerk aan het oog moet worden onttrokken. Een lelijk afdak aan perronzijde levert een armetierig stukje beschutting op, enige gore lappen vitrage benadrukken de volstrekte onverhuurbaarheid van de bovenwoning, in sommige gevallen bewijst enig wapperend ondergoed aan een waslijntje (over bedrijfspresentatie gesproken!) het tegendeel. Maar ook bestudering van de standaard-plattegrond van dit type 19de-eeuwse stationsbouw leert in vele gevallen dat de gebruikswaarde vèr onder de maat is en enige onoplosbare problemen oplevert, o.m.:

- een wachtlokaal zonder enig uitzicht op de nadere treinen (en is het tegengestelde niet een eerste vereiste voor onze reizigers?);
- een plaatskaartenkantoor zonder enig uitzicht op de wachtkamer, waardoor vandalisme en baldadigheid sterk in de hand wordt gewerkt;
- een veel te kleine vestibule voor de loketten, waardoor queue-vorming in de maandagmorgen- en vrijdagavondspits onmogelijk is;
- gebrek aan uitzicht vanuit het stationskantoor over sporen en perrons; bij latere inbouw van bloktoestellen (post T) slechts opgelost door grote erkers of andere, weinig harmonisch toegevoegde uitbouwen;
- vele overtollige ruimten door opheffing van aanname bagage en expresgoed, door centrale magazijnvorming, rayonvorming (waarbij de stationschef verdween), centrale verkeersleiding e.d.;
- holle en onbruikbare personeelsverblijven, etc.

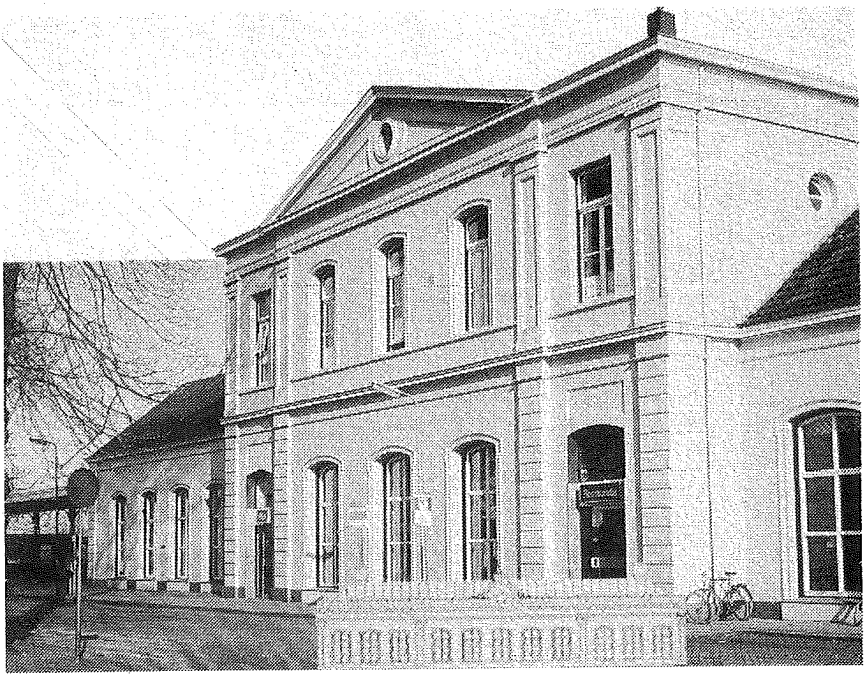
Wat wil en kan NS?

Kritische lezers zullen thans tegenwerpen, dat met behulp van een volledige inwendige verbouwing en modernisering aan veel van bovengenoemde bezwaren tegemoet kan worden gekomen. Totale vernieuwing van het interieur met herziene plattegronden, verlaagde plafonds en méér glas zou op deze wijze kunnen leiden tot behoud van het vertrouwde exterieur en tot eventueel hergebruik. De vraag is echter: wil en kan NS zich dat permitteren?

De NV Nederlandse Spoorwegen streeft — als ieder modern bedrijf — naar een voortdurende vernieuwing en verbetering van haar bedrijfspresentatie. Onder deze verschijningsvorm is te verstaan de visuele indruk, die ons vervoerbedrijf in het openbaar maakt. Als men de vervoersprestatie als produkt kan beschouwen, dan is genoemde verschijningsvorm de verpakking van dit produkt. Hoewel de Spoorwegen zich thans mogen verheugen in een groeiende populariteit, bevindt ons bedrijf zich duidelijk nog in een kenteringsperiode, waarbij het als een grote handicap wordt ervaren, dat maar al te veel niet-reizigers en potentiële klanten NS beschouwen als een archaïstisch en afgedaan vervoermiddel, aardig voor museumlijntjes, "loco-phielen", sociaal zwakkeren die zich geen auto kunnen permitteren, alsmede degenen die de spanningen van het moderne snelverkeer niet langer kunnen verdragen . . .

Uit enquêtes en motivatie-onderzoek in de jaren zestig was duidelijk gebleken, dat een groot aantal verkommerde en ondoelmatige 19de-eeuwse stationsgebouwen in hoge mate aan deze ongunstige indruk bijdroeg.

Laat iedere actievoerder zich goed realiseren: Geen enkel modern bedrijf kan het zich veroorloven om zich als een soort levend museum te manifesteren; dat geldt voor NS evengoed als voor Albert Heyn of V & D! In de tweede plaats moeten strijders voor behoud en hergebruik niet vergeten dat, naast aspecten als gebruikswaarde en bedrijfspresentatie, juist het onderhoud van die oude grote gebouwen de doorslaggevende factor is, die tot nieuwbouw doen besluiten: Enige duizenden kubieke meters overtollige ruimte maken plaats voor enige honderden kubieke meters goed benutte accomodatie. Om nog even op de omstreden sloop in de Achterhoek terug te komen: Bij een uiterst onrendabele lijn als de onderhevige, met een soms zo miniem aantal reizigers, dat men ze bij een buslijn in de stad zonder bezwaar vanaf een "stoeprand met paaltje" zou laten vertrekken, kunnen actievoerders onmogelijk van NS verlangen, dat zij ook nog de zware last van het kostbare onderhoud van grote, leegstaande en overtollige stationsgebouwen blijft dragen. Ik meende er goed aan te doen u uitvoerig te informeren over de achtergronden van ons sloopbeleid, alvorens nader in te gaan op de concrete vraag: *"welke mogelijkheden tot hergebruik resteren dan nog?"*. Daarbij kan onderscheid worden gemaakt tussen hergebruik voor *eigen* doeleinden en hergebruik door *anderen* door middel van verhuring. In de eerste categorie is een bemoedigend en overtuigend voorbeeld:



MEPPEL: Geslaagde renovatie in plaats van nieuwbouw.

Aanvankelijk bedoeld om door een modern station te worden vervangen, maar na de nodige voorstudie heeft NS con amore besloten om tot een ingrijpende inwendige renovatie over te gaan, waardoor het station weer vele jaren goed bruikbaar zal zijn. Willen wij tot een dergelijke herbestemming voor nieuwe toekomstige taken overgaan, dan moet beslist aan een aantal voorwaarden worden voldaan:

a) Begane gronds moet de mogelijkheid aanwezig zijn om door middel van herindeling tot een goed bruikbare exploitatieve opzet te komen, waarbij de optimale gebruikswaarde voor vele jaren opnieuw verzekerd moet zijn.
b) Het gebouw moet wederom voor 100% worden benut, dat wil zeggen er mogen geen grote overtollige leegstaande ruimten – die alleen maar verloedering in de hand werken – in voorkomen.
c) De cultuurhistorische of architectonische waarde van het gebouw moet vaststaan.
d) De technische toestand waarin het gebouw verkeert moet een dergelijke kostbare operatie verantwoord maken.

Andere voorbeelden van hergebruik voor eigen doeleinden zijn onder meer het voormalig NCS-station "Amersfoort" (thans dienstgebouw NS) en voormalig stationsgebouw "Abcoude" (idem dienstgebouw) en het stationsgebouw "Bloemendaal", dat thans is gerenoveerd.

VORDEN (bouwjaar 1878): Een bemoedigend voorbeeld van hergebruik als tandartsen(groeps-)praktijk, dank zij volharding gemeente, particulier initiatief en medewerking NS. De gemeente stelt zich garant voor toekomstig onderhoud.

Interessanter is echter mijns inziens de categorie gebouwen die wij beslist *niet* meer voor eigen exploitatie nodig hebben en waarbij de ondergrond van het gebouw niet meer *direct* voor NS benodigd is. In dat geval kàn tot verhuring worden overgegaan onder de volgende voorwaarden:

a) Er dient door gemeenten of actievoerders een beslist *zinvolle* bestemming te worden gevonden, die niet in strijd is met onze bedrijfspresentatie.
b) De cultuurhistorische waarde moet vaststaan; hieronder kan ook worden begrepen de stedebouwkundige betekenis van de opstal in het stadsbeeld bijvoorbeeld de afsluitende functie van een toeleidende stationsweg e.d.
c) NS zal gevrijwaard moeten blijven voor eventuele onderhouds- c.q. instandhoudingskosten (immers de hoofdreden waarom we er àf willen!).
d) NS onderhandelt bij voorkeur met de gemeente als partner, die op haar beurt weer aan "derden" kan verhuren maar zèlf garant staat voor de onderhoudsplichten.
e) Een redelijke termijn van opzegbaarheid van de verhuring moet mogelijk blijven, indien NS over het gebouw of de *ondergrond* (!) opnieuw voor spoorwegdoeleinden moet kunnen beschikken.

Geslaagde en minder geslaagde pogingen zijn het resultaat van bovengenoemd beleid; in sommige gevallen wordt nog hardnekkig gezocht naar een bestemming.

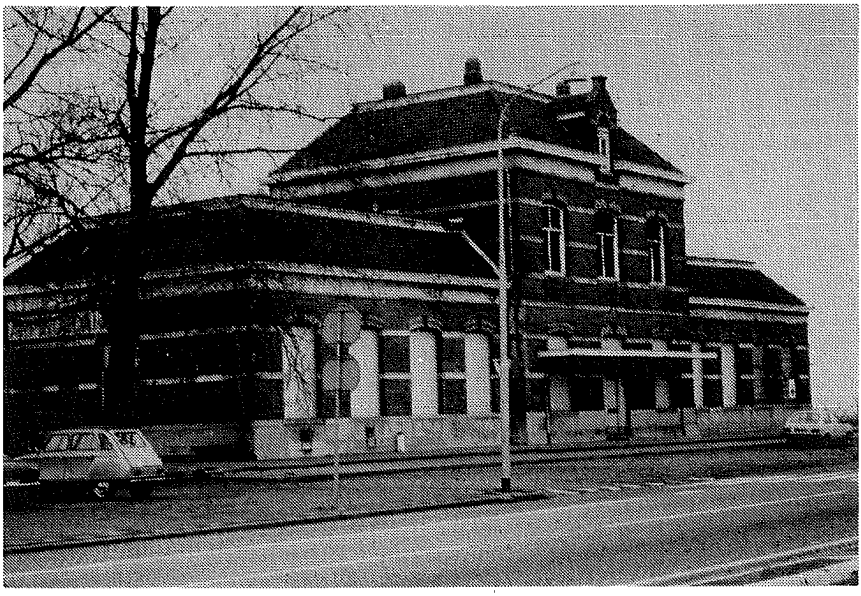
WILNIS (bouwjaar 1915): Langs afgestoten, niet meer in exploitatie zijnde lijnen vindt hergebruik van kleinere stationsgebouwen in veel gevallen plaats in de vorm van een woonbestemming zoals hier in Wilnis.

Voorbeelden:

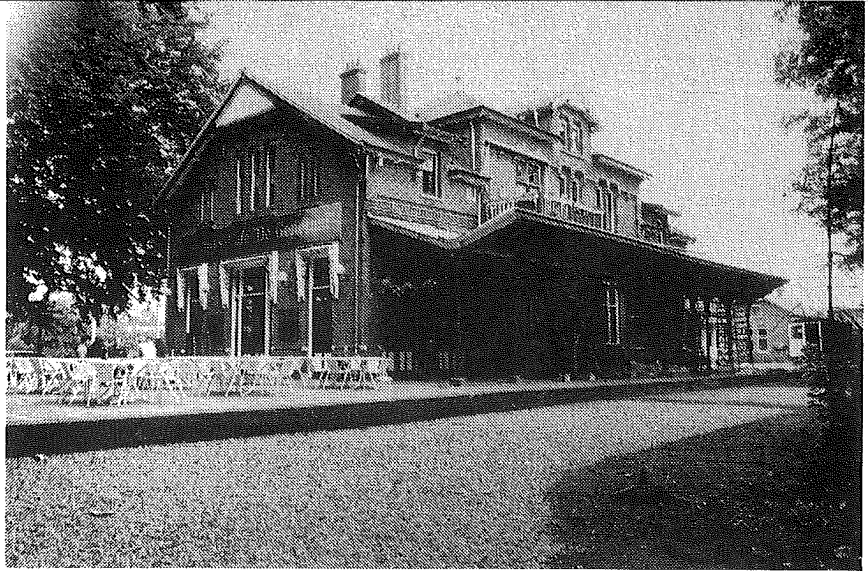
– Hoofddorp	(afgestoten lijn)	: appartementen
– Aalsmeer	(afgestoten lijn)	: ingenieursbureau en tandarts
– Wilnis	(afgestoten lijn)	: woningen
– Loppersum	(bestaande lijn)	: bankgebouw
– Lunteren	(bestaande lijn)	: boetiek en galerie
– Ede-Centrum	(bestaande lijn)	: streekmuseum
– Vorden	(bestaande lijn)	: groepspraktijk tandartsen
– Wolfheze	(bestaande lijn)	: winkel
– Aalten	(bestaande lijn)	: Youth for Christ en gymnastiekzaal
– Winterswijk	(bestaande lijn)	: deels NS, deels sportschool
– Vroomshoop	(bestaande lijn)	: handelsonderneming
– Sliedrecht	(bestaande lijn)	: ondernemers-centrum
– Leerdam	(bestaande lijn)	: kunstenaarsatelier
– Goor	(bestaande lijn)	: deels NS, grotendeels Oudheidskamer (moet nog voltooid)

en vele andere.

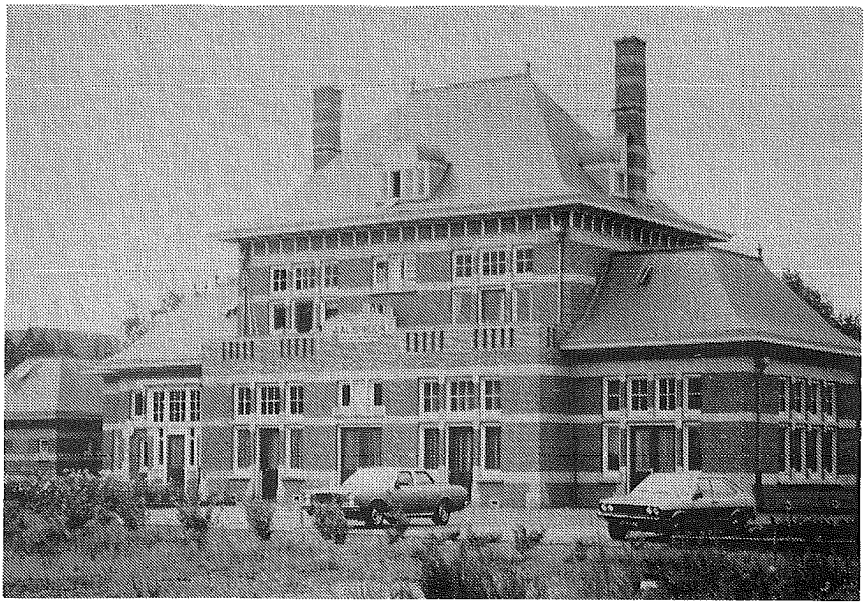
Voor diverse gevallen wordt nog naarstig naar een definitieve bestemming gezocht: Delden, Nieuw-Amsterdam, Kropswolde, Hoogezand, Soest, etc.



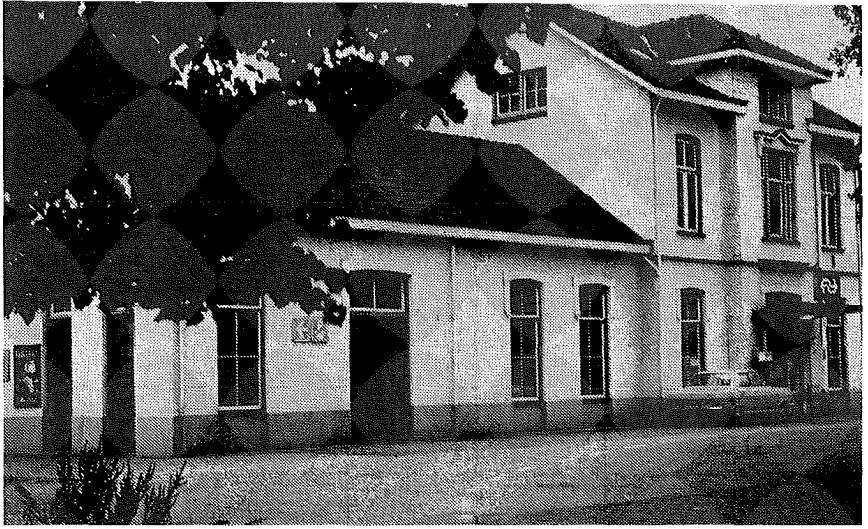
APPINGEDAM (bouwjaar 1884): In 1972 op de lijst van beschermde Rijksmonumenten geplaatst, maar door het ontbreken van een zinvolle bestemming totaal verloederd. Na jarenlange vergeefse pogingen van de gemeente om tot invulling te komen, in 1982 van de Monumentenlijst afgevoerd en onlangs gesloopt!



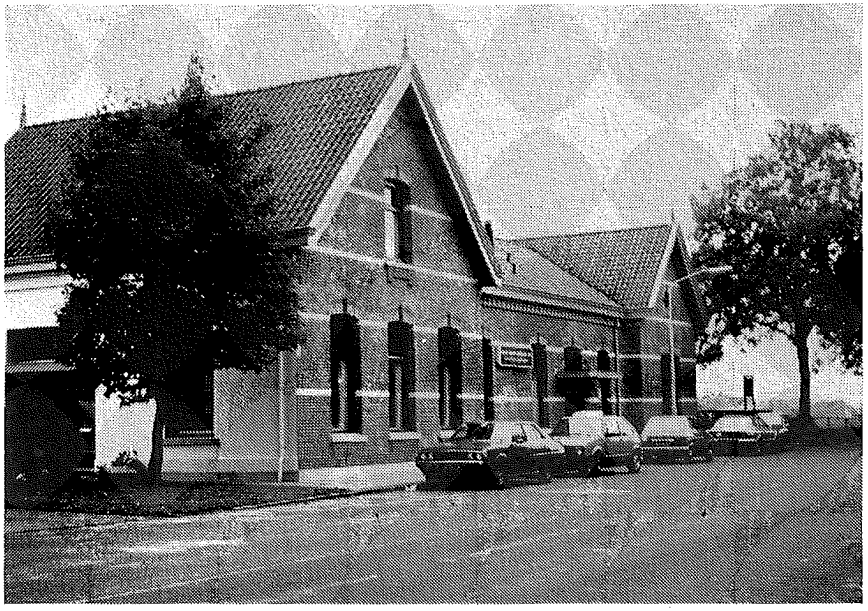
BAARN (bouwjaar 1897): Een overtuigende vorm van hergebruik is te vinden in het voormalige buurtstation te BAARN, dat op joyeuse wijze – met behoud van veel karakteristieke interieur-elementen – is verbouwd tot café-restaurant (annex diverse nevenzaaltjes). Zelfs een deel van het voormalige perron is getransformeerd in een aardig buiten-terras.



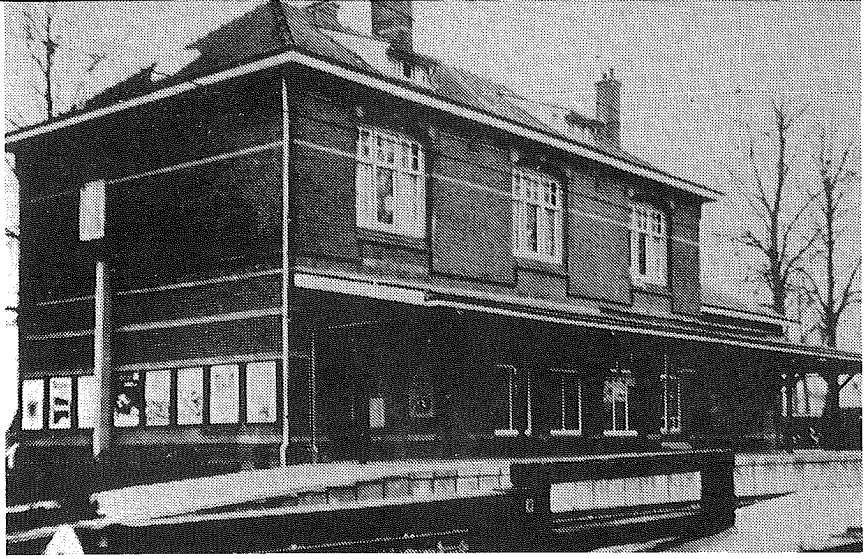
AALSMEER (bouwjaar 1912): Langs de verlaten voormalige Haarlemmermeerlijn sinds vele jaren gevuld met verhuurde kantoor- en praktijkruimten, onder meer een ingenieursbureau en een artsenpraktijk.



RUURLO (bouwjaar 1878): In tegenstelling tot andere stations in de Achterhoek – bijvoorbeeld Vorden, waar een tandartsenpraktijk werd gehuisvest – leden hardnekkige pogingen van B en W Ruurlo tot behoud en hergebruik alle schipbreuk. Het grote, fraai gelegen, overtollige gebouw werd in 1981 gesloopt en vervangen door een royale abri met beplanting en zorgvuldige omgevingsvormgeving.

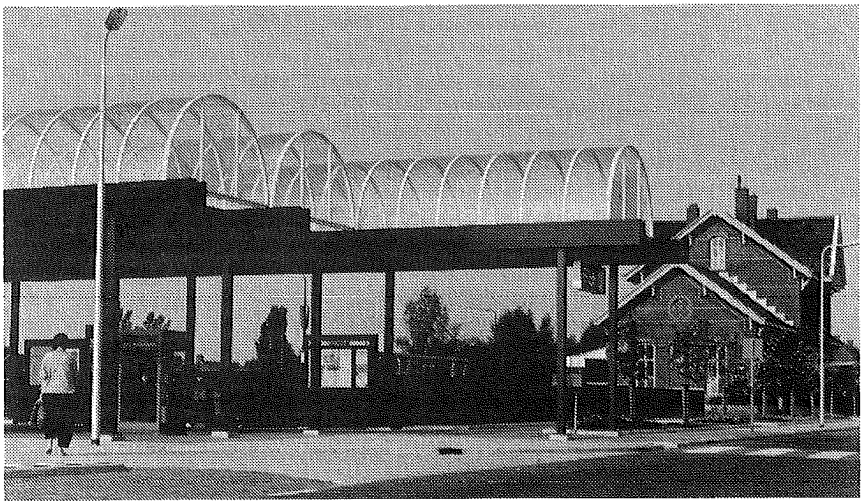


LOPPERSUM (bouwjaar 1884): Sinds 1977 in gebruik als bankgebouw, een presentabele oplossing in de dienstverlenende sfeer, waar NS - mede gelet op de garanties voor toekomstig onderhoud – content mee is.



LUNTEREN (bouwjaar 1902): Dank zij plaatsing op de Monumentenlijst een beschermd gebouw, evenals het aangrenzende Ede-Centrum. Sinds enige jaren gedeeltelijk in gebruik als boetiek en kunst-galerie.
N.B.: Het aangrenzende Ede-Centrum fungeert als streekmuseum.

Opgemerkt moet nog worden, dat in diverse situaties een nieuw, vervangend stationsgebouw pal naast het behouden oude gebouw diende te worden geprojecteerd, hetgeen voor NS tot een nogal onbevredigend dualisme heeft geleid: twee gezichten op één locatie. Niet-geroutineerde reizigers aarzelen tussen twee entrée's: het vertrouwde, oude hoge Waterstaats-silhouet of de kleurige, maar bescheiden nieuwe ontvangstruimte . . .



LEERDAM: Dualisme oud naast nieuw.

SEINHUIS: Door modernisering en centralisering van de beveiliging telt NS tientallen overtollige en leegstaande seinhuizen. De sloop van deze, soms karakteristieke bouwwerkjes wordt door velen betreurd, maar het is tot nu toe nog niet één maal gelukt om er een zinvolle bestemming voor te vinden. Sloop is dan ook in verband met vandalisme en onnodig onderhoud onontkoombaar.

Een geheel andere, maar veel moeilijker hanteerbare categorie NS-gebouwen vormen de leegkomende overtollige bedrijfsgebouwen als:
- seinhuizen,
- blokposten,
- overwegposten,
- wachterswoningen,
- locloodsen, etc.

Onze ouderwetse blokbeveiligingssystemen worden thans op grote schaal vervangen door moderne centrale verkeersleiding, waardoor vele honderden van dergelijke gebouwtjes langs de baan volstrekt overbodig worden. "S en V" bepleitte onlangs een inventarisatie van al deze behoudenswaardige (?) spoorweg-

gebouwen. De ervaring leert echter dat enige weken na leegstand de eerste ruiten sneuvelen en na enige maanden de eerste poging tot brandstichting volgt. Er is geen enkele zinvolle bestemming voor te vinden, zodat ze in ons door agressief vandalisme overspoelde land weldra ten onder gaan. Sloop achten wij bij 99% dan ook onvermijdelijk, een enkel fraaie of karakteristieke uitzondering — die wij voor het Spoorwegmuseum bewaren — daargelaten, of het fraaie betonnen seinhuis van Van Ravesteijn in Maastricht, dat — hoewel het in de weg staat — ongebruikt zal worden gehandhaafd als beschermd monument. Wie een zinnige bestemming tot hergebruik voor dit soort opstallen weet — met garanties voor redelijk onderhoud — mag zich melden: de respons was tot nu toe nihil. Nog moeilijker ligt het bij voormalige locloodsen die — voor zover nog bestaand — als verhuurde opslagplaats fungeren en dikwijls in sterk verwaarloosde staat verkeren. Een zeer interessante erfenis is te vinden in "Nieuwe Schans" (polygonale locloods), voor een symbolisch bedrag aan de gemeente overgedragen. De overlevingskansen zijn gering, gelet op de hoge onderhoudskosten en de geringe gebruikswaarde!

* **Spoorbruggen**

Ten slotte in het kort nog iets over de spoorbruggen, waarvan NS er circa 1700 stuks (groot en klein) bezit, waaronder 90 beweegbare. Een groot gedeelte stamde uit de periode 1860-1900, meestal gemaakt van zgn. *"welijzer"* met een enigszins vezelachtige structuur. Het zijn deze bruggen, die NS de meeste zorg baren: Ten gevolge van hogere treinfrequentie èn een belasting per m' die veelal het dubbele is van vroeger, openbaren zich vermoeidheidsverschijnselen en lichte haarscheurvorming, die onontkoombaar tot een drastisch vernieuwingsprogramma hebben geleid. Daarbij zijn zeer karakteristieke en grote exemplaren als de brug te Culemborg, te Nijmegen, te Mook, etc. reeds vervangen en de Rotterdamse Maasbrug maakt plaats voor de Willemspoorttunnel.

Ook grote militaire noodbruggen uit 1945 over de *IJssel* (Deventer, Zutphen en Westervoort) konden hun taak niet langer aan en verdwenen onder de snijbranders. Het reeds eerder geciteerde "S en V" uitte onlangs grote verbazing over het feit dat "in brede kring nog geen bezwaren zijn geuit tegen deze geplande vervangingen". Toen ik er vervolgens op wees dat de schrijver wel erg gemakkelijk voorbijging aan het nuchtere feit dat deze vervanging op louter technische gronden bittere *noodzaak* is, geen zinnige voorzet gaf hoe een en ander dan wel als beschermd riviergezicht kon blijven functioneren en evenmin de financiële mogelijkheden aanduidde om de vele miljoenen vergende verplaatsing en conservering van een dergelijke gigant op een andere plaats (compleet met nieuwe pijlers en uiterwaardbruggen?) mogelijk te maken, werd gereageerd dat dit overbekende argumenten waren en details ten opzichte van een wetenschappelijk pleidooi voor behoud van dergelijke spoorweghistorie . . .

Wie steeds van mening blijft, dat NS het nóóit goed of zorgvuldig doet op dit terrein, moge zich troosten met het woord van Seneca: "De opperste wijsheid is wel om de droom ondergeschikt te maken aan het mogelijke en de dwaasheden van anderen te verdragen".

VERWANTE ORGANISATIES

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

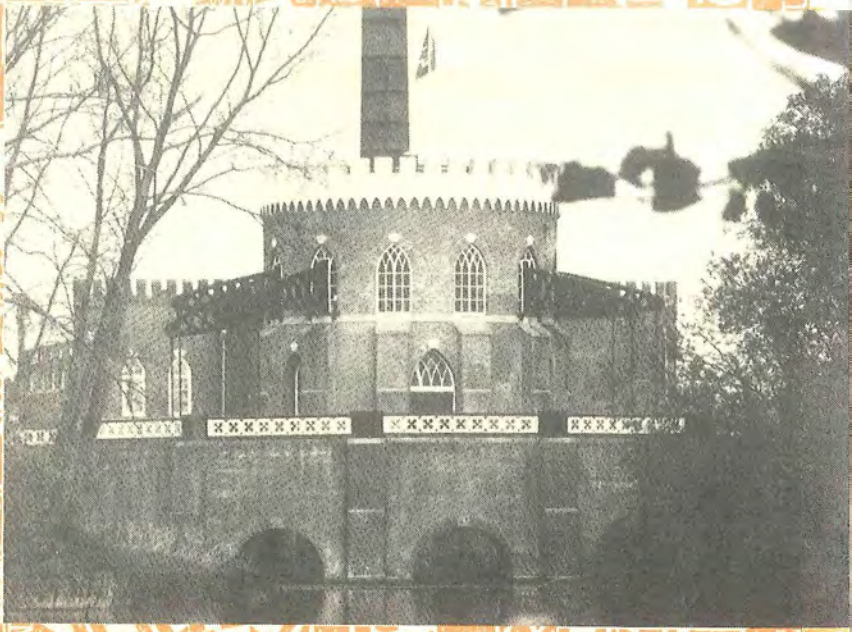
TECHNISCH TENTOONSTELLINGSCENTRUM (TTC)
Een dienst van de Technische Universiteit te Delft, die zich onder meer bezighoudt met het organiseren van educatieve tentoonstellingen om inzicht te geven in recente en historische technische ontwikkelingen en hun maatschappelijke gevolgen.
Adres expositiezaal: Kanaalweg 4, 2628 EB Delft
Adres kantoor: Rotterdamseweg 139a, 2628 AL Delft.

AFDELING VOOR DE GESCHIEDENIS DER TECHNIEK VAN HET KONINKLIJK INSTITUUT VAN INGENIEURS (KIvI)
Deze afdeling stelt zich ten doel de belangstelling voor de geschiedenis van de techniek te bevorderen door het organiseren van voordrachten, excursies en symposia.
Adres secretariaat: Ir. J. Deiman, p/a Universiteitsmuseum Utrecht, Postbus 13021, 3507 LA Utrecht.

STICHTING TECHNISCH-HISTORISCHE VERZAMELINGEN (STHV)
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 b.v. exposities) te komen.
Adres secretariaat: Alphons Ariënstraat 15, 2037 VJ Haarlem.

SECTIE TECHNISCHE MUSEA VAN DE NEDERLANDSE MUSEUMVERENIGING (STM)
Samenwerkingsverband van technische musea in het kader van de Nederlandse Museumvereniging.
Adres secretariaat: W.J. van Kuilenburg, p/a Het Nederlands Postmuseum, Zeestraat 82, 2518 AD Den Haag.

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



HISTECHNICON

JAARGANG 14
NUMMER 3
DECEMBER 1988

VOORWOORD

door dr. T. Dijs, voorzitter van Histechnica

De attente lezer van H-Nieuws zal zich afvragen wat er aan de hand is met deze uitgave. Een tip van de sluier werd reeds opgelicht in de nieuwsbrief van najaar 1988, die een gemeenschappelijke publikatie betekende van

- Afdeling Geschiedenis der Techniek van het KIvI
- HISTECHNICA
- STHV (Stichting Technisch-Historische Verzamelingen).

Aan deze eveneens gemeenschappelijke publikatie van de hiervoor genoemde instellingen neemt bovendien de Vereniging van Vrienden van de Cruquius deel. Dit kan als een logische stap worden gezien, omdat de artikelen verband houden met de zeer geslaagde excursie op zaterdag 29 oktober 1988 aan het museum "De Cruquius" en het stoomgemaal te Halfweg.

Op grond van het adagium "Eendracht maakt macht" en wellicht "één dracht" hier als de juiste betekenis beschouwend, prijzen de besturen van de vier instellingen zich gelukkig met het synergetische effect dat uitgaat van dit samenspel. Hoewel de verschillende "culturen" niet kunnen worden veronachtzaamd, blijken op deze wijze het belang en de voordelen van samenwerking, waar die mogelijk is met behoud van eigen identiteit en doelstellingen. In welke omvang samenwerking zich zal voortzetten, is nog niet te overzien. Initiatieven tot uitbreiding blijven genomen worden, zodat een zekere turbulentie op korte en lange termijn waarschijnlijk lijkt.

Waar, naar schatting, zo'n duizend exemplaren van deze uitgave zullen worden verspreid, hopen de besturen dat de gevarieerde en relatief grote lezerskring zich kan vinden in de ontwikkeling.

Foto omslag: Stoomgemaal De Cruquius (foto P.L. de Klok).

LEEFT DE CRUQUIUS ?

door ing. Ben van Tongeren
voorzitter Vereniging "Vrienden van de Cruquius"

Als men met deze vraag bedoelt of er in de ingewanden van dit stoomgemaal/museum levende wezens rondlopen, ja zeker, dan blaakt dit industrieel erfgoed van leven. Zo'n 30.000 bezoekers per jaar uit alle delen van de wereld komen in de Cruquius kijken hoe Nederland zich van veel water bevrijdde en hoe in dit land nog dagelijks wordt gepompt om deze delta droog te houden. Onlangs leidde ik nog het gemeentebestuur van Sakai in Japan rond, dat zich hier verbaasde over de gigantische machines die wij anderhalve eeuw geleden gebruikten om de woeste binnenmeren te bedwingen. Men bekeek enige instructieve films en stelde tijdens de rondgang gedegen technische vragen over capaciteiten, druk en bouw van het gemaal. Deze keer waren het burgemeester en wethouders van Heemstede, die hun gasten snel en aanschouwelijk een indruk wilden geven van de Nederlandse waterhuishouding vroeger en nu. De groepen en gezelschappen komen meestal echter zonder introductie op bezoek.
Het "personeel" op werkdagen – de heren Roeland, Van Oosterhout en Kwint – weet de gasten dan op onnavolgbare en vaak humoristische wijze uitleg te geven. Een enthousiast stel heren dat echter spoedig met een jongere aflossing moet worden uitgebreid. Vaste weekend-bezoekers zijn ook de leden van de werkgroep "Stoom in de Cruquius?" met de heren De Boer, Verbruggen, Gefken en Gisolf als kerngroep. Deze "techneuten" gaan ècht in de ingewanden en opereren in overall. Sinds 1982 hebben zij in de ronde machinekamer de stoomcilinders, de verdeelorganen, de zuigers, de plunjers, de kleppen, het cataract, kortom het hele mechanisme gereinigd en losgemaakt. Doel is het totale apparaat weer te laten bewegen, niet door middel van stoomkracht, maar via de hydrauliek met water. Deze maand zal het leidingstelsel waarschijnlijk onder druk worden gezet als proeve of dit nog bruikbaar is voor deze excercitie. Daarmee wordt de experimenteerfase afgesloten en op basis van de uitslag kan worden beslist of realisatie van het project kans van slagen heeft. Is deze uitslag positief, dan zal in eerste instantie de begroting worden opgemaakt voor alle nog komende werkzaamheden. Een project dat geschat wordt op enkele tonnen aan kosten, waarvoor de fondsen dan moeten worden geworven. In elk geval teveel voor de huidige "Vereniging van Vrienden", die vorig jaar vijftienduizend gulden bijdroeg in de kosten van het experiment. Ook wat de activiteiten in het gebouw betreft mag dus worden gesteld dat de Cruquius leeft!

"Vrienden van de Cruquius"

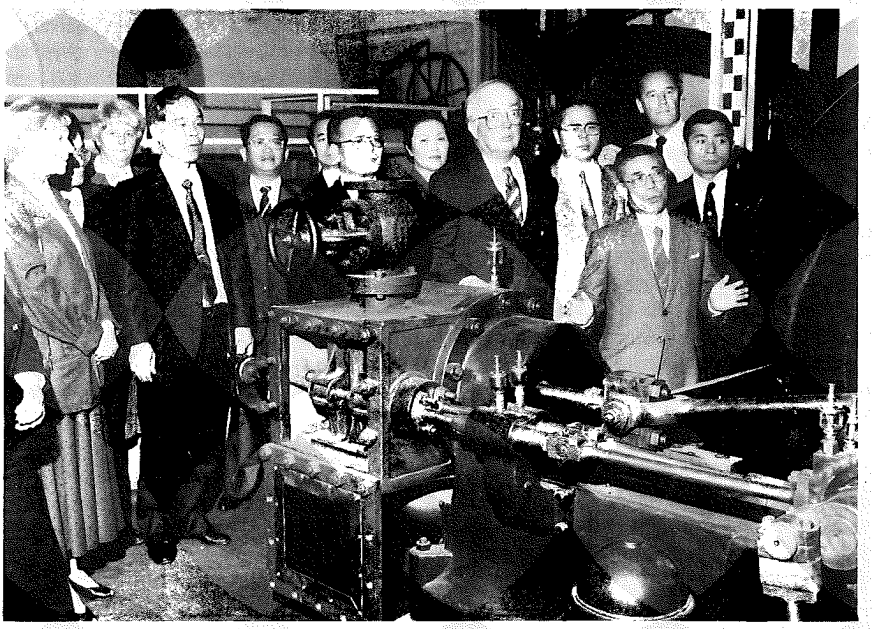
De vereniging "Vrienden van de Cruquius" is op 3 november 1983 opgericht naast de stichting "De Cruquius" om de laatste te steunen in haar doel: de groei en bloei van het museum. In mei 1984 is het 50-jarig bestaan van de stichting gevierd met een lezingenserie in het raadhuis van de Haarlemmermeer te Hoofddorp. De viering geschiedde in samenwerking met de Vrienden en de afdeling Geschiedenis der Techniek van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs. Sindsdien stellen de Vrienden zich elk jaar een doel ter verdere verfraaiing van

het museum, voor een grotere bekendheid van het complex en in het algemeen ten dienste van de stichting. Zo werd een fraai model (1:5) aangekocht van het paviljoensjacht "De Waakzaamheid" dat het Hoogheemraadschap van Rijnland van 1833 tot 1848 gebruikte voor de schouw en de inspectie van de meeroevers, en werd video-apparatuur aangeschaft waarop het Polygoon-nieuwsfilmpje over de laatste slagen van de stoommachine in 1933 steeds weer door bezoekers zelf kan worden vertoond door een druk op de knop in het gangetje naar de machinehal. De meermalen afgeknapte vlaggemast werd vernieuwd en nieuwe vlaggen zijn besteld. Verder werd in het Barbizon Golden Tuliphotel een expositie ingericht in het kader van Schipholland/Museumland.

Voorts zijn wij tweejaarlijks aanwezig met een stand op de "Historische Markt" die in Haarlem wordt gehouden met alle historische organisaties. Dit alles leidde echter niet of nauwelijks tot uitbreiding van het ledenbestand: we zweven al jaren rond de 175 leden. Velen zien ons dan ook nog teveel als "de ingenieursclub". Een actie onder bedrijven in de Haarlemmermeer heeft wel een aardig resultaat gehad, voor hen is de Cruquius dan ook een ideaal item voor het meenemen van buitenlandse gasten. Vriend worden is voor velen echter het zoveelste verzoek in de rij: er zijn in Nederland al 353 Vriendenclubs van musea! Maar ook 800 à 900 musea! Het doet weliswaar altijd weer goed als men bij ons bezoekers hoort zeggen hoe uniek en verrassend men dit kleine museum vindt, maar het ontbrak ons ter plaatse aan een punt waar men zich direct kon aanmelden als Vriend. De foldertjes zijn te klein om op te vallen — als ze al op de balie liggen.

Overdracht van de "Vriendenzuil" door Ben van Tongeren als voorzitter van de Vrienden aan Aad Klomp, secretaris van de stichting. Omstanders op de ronde keermuur waren de eersten die een bijdrage in de forse "spaarpot" wierpen (foto Henk v.d. Ende).

Dit bracht ons op het idee een "Vriendenzuil" te ontwerpen, waarop een gastenboek komt te liggen en de aanmelding direct kan worden ingevuld. De zuil heeft inhoud genoeg voor vele opgaven als lid en/of donaties. De plexiglas zuil is bekostigd uit een legaat van de heer G.A. Thien, de vroegere gemeentesecretaris van de Haarlemmermeer. Hij werd aan het museum gepresenteerd op zaterdag 29 oktober 1988. Een wel zeer levendige dag!



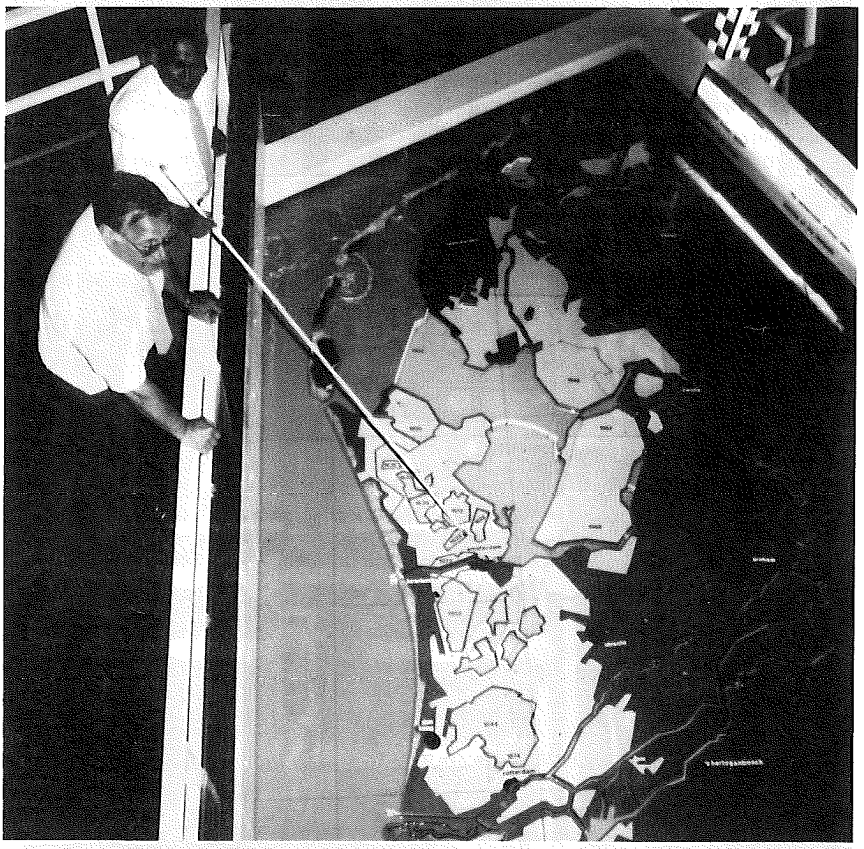
De burgemeester van de Japanse stad Sakai – mr. Kazuo Tanaka – stelt een technische vraag. Naast hem Jhr. mr. O. van den Bosch, burgemeester van Heemstede; boven hem de voorzitter van de Vrienden van de Cruquius (foto United Photos de Boer B.V.).

Lezingen en excursie

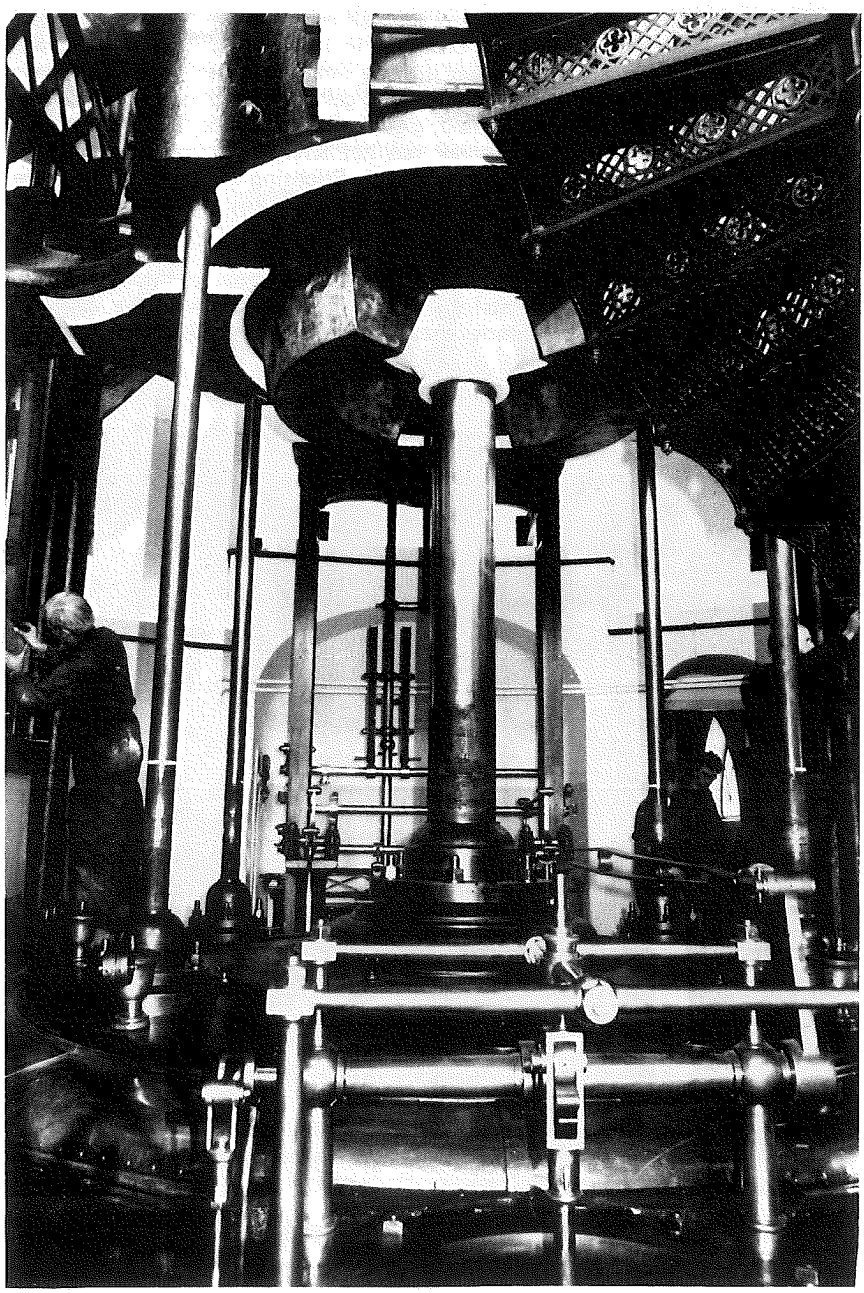
De belangstelling was enorm maar de inschrijving was beperkt tot 75 personen vanwege de zaalruimte en de bootcapaciteit. Zo'n evenement blijkt dus voor herhaling vatbaar. Het theehuis – de vroegere opzichterswoning tijdens de bouw van het gemaal – stroomde om tien uur vol. Na de koffie-met-cake en de gezelligheid van het weerzien heette de voorzitter van de Vrienden van de Cruquius – Ben van Tongeren – het gezelschap welkom. Hij kon Leo Middelkoop aankondigen, de man die onlangs afstudeerde als doctorandus in de geschiedenis op het onderwerp van de droogmaking der Haarlemmermeer en de technische innovatie in die tijd. Zijn exposé toonde aan wie de doorslag gaf om voor de inpoldering drie stoommachines toe te passen in plaats van vele tientallen oerhollandse windmolens. Zijn referaat – en dat van de volgende spreker drs. Pieter de Wilde – staat elders in dit nummer. De Wilde ontvouwde de werkwijze

bij de totstandkoming in de vorige eeuw van veel gebouwen in "waterstaats-stijl". Boeiend was het te horen dat de Cruquius in zijn neo-gotische stijl eigenlijk helemaal geen waterstaatsstijl is, maar juist de omslag geweest is in het stijldenken van die tijd. De architecten waren daarbij geïnspireerd door de nieuwe techniek uit Engeland, met haar magistrale, gigantische machines. De voorzitter van de afdeling Geschiedenis der Techniek van het KIvI, ir. Warners, bedankte de sprekers. Hierna schetste de voorzitter van de Stichting de Cruquius, ir. Engel, de plannen voor restauratie en weer beweegbaar maken van het gemaal.

Na de lezingen zwermde het gezelschap uit in het museum; voor verschillende deelnemers was de herinrichting van de zalen nog nieuw. Het filmzaaltje, de beginjaren '80 vernieuwde (kunststof-) maquette van Nederland die de waterhuishouding illustreert en de modellenzaal met zijn molens, kaarten en object-maquettes.



De heren Roeland en Van Oosterhout geven uitleg boven de langzaam overstromende maquette van Nederland.

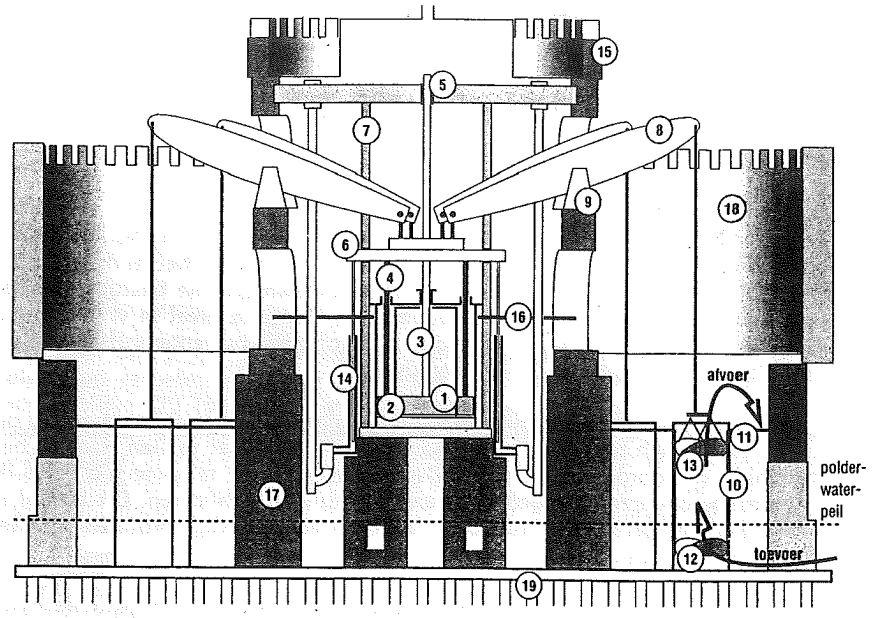


Hoogtepunt is en blijft echter altijd de machinekamer met zijn gigantische stoomcilinder en indrukwekkende gewichtsblok van 8,5 ton. De werkvloer eromheen stond deze dag al snel vol toen ir. Verbruggen weer eens uitvoerig vertelde hoe deze unieke machine gewerkt heeft en misschien weer gaat bewegen. Iedereen was het erover eens dat dat een imponerend gezicht moet worden, zowel van binnen als vanaf de Kruisweg.
Met moeite kon het gezelschap afscheid nemen voor de bootreis naar Halfweg. Tijdens de lunch aan boord had men uitzicht op zonovergoten polders en de vele woonboten in de Ringvaart. De aankomst bij het schepradgemaal in Halfweg gaf nog enige aanmeerproblemen; kapitein Van Zelst loste ze echter op door aan lager wal af te meren. Het onlangs gerestaureerde gemaal maakte een zeer bedrijvige indruk. Het stoken van de enorme ketel met kolen, de dampende, sissende en naar olie ruikende stoommachine en de grote spetterende waterraderen: men was verrukt. Zowel de dames als de heren, iedereen genoot van de soepele werking van dit brok techniek. Totaal anders dan de nog in stilte rustende gigant van de Cruquius, deze horizontale gelijkstroom stoommachine uit 1923. De Vrienden van het Halfweg-gemaal, herkenbaar aan hun overalls, waren al snel in geanimeerd gesprek met onze gasten. Ook hier moest men met zachte hand gemaand worden om weer scheep te gaan voor de terugvaart. Aan boord verzochten de Vrienden om enkele van de goed gelukte foto's – er waren er vele gemaakt – aan de vereniging te zenden voor het gastenboek. Tevens kon de voorzitter melden dat op deze dag het 200ste lid zich had aangemeld: ir. H.P. Meijer uit Rotterdam. Aan hem werd een zakje tulpebollen aangeboden die kweker Van Bentem beschikbaar had gesteld voor de sprekers en voor deze 200ste Vriend van de Cruquius. Deze nieuwe tulpebol kreeg van de burgemeester de naam CRUQUIUS. Kortom: de Cruquius leeft bij techneuten, jonge historici, bestuurders en het bedrijfsleven.

In weekeinden is de werkgroep "Stoom in de Cruquius?" in overall actief. Hier wordt met vijzels de zuiger met gewichtsbak en de armen omhooggezwengeld. Per 13 cm vijzelen moet een segment worden toegevoegd aan de ingenieuze steunconstructies links en rechts. Nu kost het vier man nog twee dagen werken om de armen één keer te laten zakken – of stijgen (foto P.L. Klok).

Uitzonderlijke techniek

De machine van de Cruquius is technisch hoogst uitzonderlijk. De stoommachine is verticaal en staat in het midden van een torenvormig machinegebouw met kantelen. Rondom de toren zijn acht zuigpompen geplaatst, die het water uit de polder opvoeren naar een hoefijzervormig kanaal rond het gebouw. Het kanaal mondt uit in de Ringvaart.
De pompzuigers worden bewogen met behulp van acht balansen, hoog in de wand van het machinegebouw. Deze zijn met korte drijfstangen gekoppeld aan een gewichtsbak op de zuigerstangen.
De stoommachine werkt met tweevoudige expansie en heeft dus twee cilinders. De lage-drukcilinder ligt als een ring om de hoge-drukcilinder. De lage-drukzuiger is met vier zuigerstangen verbonden met de gewichtsbak; de hoge-drukzuiger met één.
De arbeidsslag van de machine is die waarbij de stoomzuigers naar beneden bewegen (en de pompzuigers naar boven). Deze slag wordt niet primair verkregen door de werking van stoom, maar opgewekt door het grote gewicht van de gewichtsbak (plus zuigerstangen en zuigers). Zijn zeven van de acht pompen aangekoppeld (zoals gebruikelijk was) dan wordt bij elke slag ruim 56 m³ water opgevoerd. In verband met wrijving en de versnellingskrachten aan het begin van de beweging moet het totale gewicht dan ca. 86 ton zijn. Het is niet alleen in de gewichtsbak te vinden; de hol gegoten zuigers zijn geheel gevuld met blokken gietijzer. Daardoor wordt de hele constructie minder tuitelig.
De retourslag van de machine is die waarbij stoomzuigers en gewichtsbak naar boven worden bewogen. De zuigerkleppen van de pompen staan open bij deze slag en er wordt geen pomparbeid verricht.
In de figuur is ook de 'hydrauliek' te zien. Deze bestaat uit twee lange plunjers, aan de gewichtsbak bevestigd en bewegend in lange cilinders aan weerszijden van de stoomcilinders. Tijdens de opwaartse slag worden de hydrauliekcilinders gevuld met water, dat aangezogen wordt uit de ernaast staande standpijpen (met reservoir aan de top). Aan het einde van de slag sluiten zich terugslagkleppen in de waterleiding tussen standpijp en hydrauliekcilinder, en de gewichtsbak rust dan via de twee plunjers op het in de hydrauliekcilinders opgesloten water. Na een korte wachttijd worden by-passkleppen geopend en kan het water onder de plunjers weglopen: de neerwaartse slag kan beginnen. De functie van de 'hydrauliek' is tweeledig: de ermee gecreëerde wachttijd maakt een rustig sluiten van de kleppen in de pompzuigers mogelijk (zeer gunstig voor de levensduur); en het begin van de neerwaartse slag valt nauwkeurig te regelen.
Voor het opnieuw in beweging brengen van de machine van de Cruquius gaat men uit van de 'hydrauliek'. De opwaartse slag wordt nu niet met stoom opgewekt, maar door water onder de plunjers van de 'hydrauliek' te persen. De neerwaartse slag verloopt, als vanouds, onder invloed van het geheven gewicht. Omdat nu geen volle pompwerking nodig is kan met een kleiner gewicht worden volstaan. Men schat ca. 45 ton nodig te hebben, zodat er ongeveer 40 ton uit de gewichtsbak en zuigers moet worden verwijderd. Natuurlijk zijn ook de zuigerpakkingen uitgenomen, waardoor de wrijving in de machine heel wat kleiner zal zijn.



Dwarsdoornede Cruquius.

1. Hoge-drukzuiger
2. Ringvormige lage-drukzuiger
3. Zuigerstang van de hoge-drukzuiger
4. Vier zuigerstangen van de lage-drukzuiger. Deze zuigerstangen liggen in werkelijkheid op radii 45 gr. voor en achter het vlak van de getoonde doorsnede en zijn derhalve gestippeld aangegeven
5. Bovengeleiding van de hoge-drukzuigerstang
6. Gewichtsbak boven de zuigers, gedragen door de hoge-drukzuigerstang en de vier lage-drukzuigerstangen
7. Rechtgeleiding voor de gewichtsbak
8 Acht balansen die de beweging van de gewichtsbak overbrengen op de acht zuigpompen
9. Lagerstoel van de balans
10. Acht zuigpompen
11. Houten stortvloer welke samen met de ringmuur het afvoerkanaal naar de Ringvaart vormt
12. Voetkleppen van de pomp
13. Zuigerkleppen in de pomp'zuiger' De pomp'zuiger' bestaat alleen uit een frame waarin de kleppen vrij zijn opgehangen
14. De 'hydrauliek' aan weerszijden van de cilinders
15. Torenvormige machinegebouw
16. Vloer van de machinekamer
17. De zeer zware fundering voor machine en gebouw, met daarin gangen voor de inspectie van de ankerbouten
18. Ketelhuis
19. Houten palen waarop de fundering rust

Overgenomen uit: A. den Ouden, 'Weer beweging in de Cruquius' in *NRC-Handelsblad* 6 december 1988 (bijlage Wetenschap & Onderwijs)

DRIE STOOMGEMALEN VOOR HET HAARLEMMERMEER

Droogmaking en technische innovatie 1839-1858

door drs. Leo Middelkoop

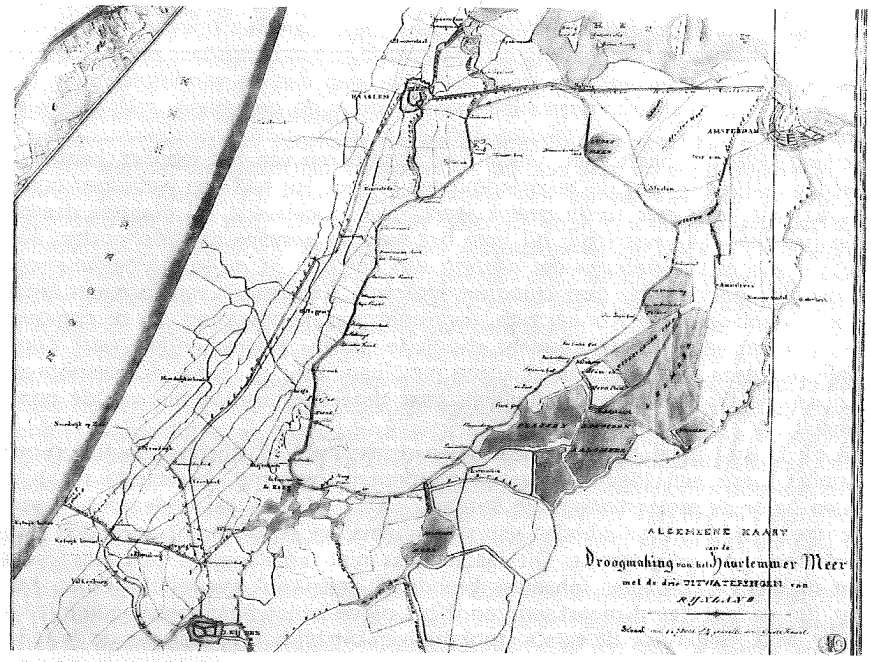
Onder deze titel werd in maart 1988 het resultaat gepubliceerd van een onderzoek naar de achtergronden van de droogmaking van het Haarlemmermeer. Die onderneming, het grootste Nederlandse waterstaatkundige project van de negentiende eeuw, spreekt nog immer tot de verbeelding; niet in het minst door de aanwezigheid van de Cruquius, één van de stoomgemalen die destijds voor de droogmaking werd ontwikkeld en gebouwd. De Cruquius bleef in vrijwel originele toestand bewaard en kreeg in 1933, na de officiële buitenbedrijfstelling, de eervolle functie van polder- en machinemuseum.

Het onderzoek, dat aan de publikatie voorafging, was voornamelijk gebaseerd op bronnen, welke zich bevinden in het Algemeen Rijksarchief te Den Haag en het Rijksarchief in Noord-Holland te Haarlem. Binnen niet al te lange tijd hoop ik mijn volledige onderzoek in gedrukte vorm te kunnen publiceren. Dit artikel is een verkorte weergave. In de volledige versie zal een volledige bronnen- en literatuuropgave worden opgenomen.

Tot omstreeks het midden van de negentiende eeuw werd het overgrote deel van de driehoek Leiden, Haarlem, Amsterdam bedekt door het water van het Haarlemmermeer. Dit meer, dat reeds in de zestiende eeuw van een groep verspreide kleine meren bijna tot een binnenzee was uitgegroeid, werd steeds meer een bedreiging voor de steden en ambachten rondom zijn oever. In het najaar van 1836 bleek dat weer eens overduidelijk: twee grote overstromingen, veroorzaakt door zware stormen op 29 november en 26 december van dat jaar, brachten het water tot aan de poorten van zowel Amsterdam als Leiden.
Willem I, de krachtige vorst die Nederland sinds 1813 regeerde, benoemde op 7 augustus 1837 een speciale waterstaatscommissie. Als opdracht kregen de leden, allen kopstukken uit de Waterstaat en politiek (voor de namen, zie Bijlage 1) het volgende mee: het maken van een plan en begroting tot droogmaking van het Haarlemmermeer.
Voortvarend ging de commissie aan het werk: reeds op 24 oktober van datzelfde jaar leverde men een uitvoerig rapport in. Na bestudering liet Koning Willem I weten, dat *"een zeer verdienstelijk werk was geleverd"*. Daarop werden de leden op 6 januari 1938 officieel van deze taak ontheven.
Het plan van deze commissie was bepaald niet de eerste publikatie over de mogelijke droogmaking van het Haarlemmermeer: met dat doel was reeds in 1616 een eerste consortium opgericht. Vele ideeën en complete plannen zouden nog volgen; alle echter zonder resultaat.
De belangrijke functie van het meer als boezemwater binnen het Hoogheemraadschap van Rijnland was de voornaamste oorzaak van de mislukking van alle plannen: het meer was een reusachtig waterreservoir en vrees voor vervuiling van het boezemwater en uitdroging stond lange tijd een oplossing voor de vele problemen met het steeds groter wordende meer in de weg. Daarnaast moet ook worden opgemerkt, dat het ontbreken van een centraal gezag (binnen de staatsvorm van de Republiek) ook niet bijdroeg tot een duidelijke beslissing: met

name de steden Haarlem en Leiden protesteerden vaak hevig als er weer plannen tot droogmaking waren. Het in 1767 genomen besluit, om de oevers aan de noord- en oostzijde van het meer te gaan versterken, bleek het maximaal haalbare in die periode.
Ten tijde van de Bataafse Republiek (toen er wél sprake was van centraal gezag) kon een eerste belangrijke verbetering in de afwatering van Rijnland worden doorgedrukt: de heropening van de in de Middeleeuwen verzande monding van de Oude Rijn te Katwijk. Tussen 1804 en 1807 werd dit karwei uitgevoerd. Hoe belangrijk deze afwatering was, bleek bijvoorbeeld bij de eerder genoemde zware storm van 26 december 1836: door de sterke aflandige wind (noordooster storm!) was de stand van de Noordzee zó laag, dat er ook bij vloed (!) gewoon kon worden gespuid. Een geluk bij een ongeluk . . .

Het plan van de in 1837 benoemde commissie, concentreerde zich in de eerste plaats op verbetering van de afwatering. Dat was ook wel nodig: van de oorspronkelijke, 22.700 bunder grote boezem, zou, na droogmaking van het Haarlemmermeer, slechts zo'n 4500 bunder overblijven. In hoofdlijnen kwamen de maatregelen hierop neer: de uitwatering te Katwijk moest worden verbreed; de Rijnsburgse Vliet (tussen Oegstgeest en Katwijk) moest worden vergraven tot een breed afwateringskanaal (zie Afb. 1, linksonder *"Nieuw kanaal naar de Leede"*);



*Afb. 1 — Overzicht van het Haarlemmermeer tijdens de droogmaking. De dijken en het gemaal De Leeghwater staan reeds ingetekend. Let op de verbeterde afwatering "*nieuw kanaal naar de Leede*", tussen de plaatsnamen Oegstgeest en Katwijk-binnen.* (Kaart vervaardigd naar tekeningen van ir. Kock en J.A. Beijerinck ca. 1842/43).

een vierde sluis te Halfweg; verdieping van het Spaarne en ook, zeer belangrijk, een groot boezemgemaal te Spaarndam. Dit laatste om op kunstmatige wijze de boezem af te malen op het IJ. Voorts liet men het Spieringmeer, de noordelijke uitloper van het Haarlemmermeer, buiten de droogmaking en handhaafde men dit dus als boezemwater.
Voor de eigenlijke droogmaking moest er een aanzienlijke ringdijk worden aangelegd, namelijk *"49.000 Ellen"* lang. Voor de bemaling van het meer zouden 79 grote windmolens moeten zorgen; die molens werden bijgestaan door drie kleine stoomgemalen van elk 40 pk. De kosten van de hele onderneming waren door de commissie begroot op *f* 8.355.157,––.
Opvallend in dit plan is het bescheiden aandeel van de stoomtractie; stoombemaling was in Nederland weliswaar niet algemeen, maar – zeker in waterstaatskringen – bepaald niet onbekend. In 1821 had Baron van Lynden van Hemmen een plan tot droogmaking uitgegeven, dat geheel in stoombemaling voorzag.
De vermoedelijke reden van dit teruggrijpen op de aloude windmolen is het feit, dat men stoombemaling voor het Haarlemmermeer op dat moment nog te duur vond. De weinige in Nederland werkende stoomgemalen (het boezemgemaal aan de Arkelse Dam bij Gorinchem en twee vijzelgemalen van de Zuidplaspolder onder Waddinxveen) functioneerden op zich goed, maar gebruikten bijzonder veel brandstof. Bij een veel omvangrijker project als de droogmaking van het Haarlemmermeer, zo moet de commissie hebben geredeneerd, zou dat slechte rendement van de gemalen de totale kosten onaanvaardbaar hoog maken. Opvallend in het rapport is de nadruk op *"beproefde en een onmisbaar zeker resultaat opleverende werktuigen"*, en daar bedoelde men dan de windmolen mee (!). Experimenten met stoombemaling werden door de commissie zelfs expliciet ontraden.
Koning Willem I heeft zich, tijdens het bestuderen van het rapport, kennelijk goed gerealiseerd, wat de tekortkomingen waren. Hij had dan weliswaar opgemerkt, dat *"een zeer verdienstelijk werk"* was opgeleverd, hij plaatste daarbij een nadrukkelijke restrictie: hij nam het werk in principe aan *"behoudens het nemen van eenige proeven ten aanzien van het min of meer voordelige eener bewerking door middel van stoomwerktuigen"*. Een reactie van formaat! Hiermee distancieerde de Koning zich, voorlopig, van de opvatting van de commissie, om het meer op windkracht droog te malen. Waarschijnlijk heeft Zijne Majesteit deze beslissing geheel alleen genomen: overleg met zijn topambtenaren van de Waterstaat was onlogisch, daar deze deel uitmaakten van de commissie!
Bij dit besluit bleef het niet: reeds tien dagen na zijn officiële reactie op het rapport werd een kleine onderzoekscommissie gevormd, bestaande uit vier leden (*voor de samenstelling, zie Bijlage 2*). De opdracht was onderzoek te verrichten naar de mogelijkheden van stoombemaling, en of in dat geval ook met turf kon worden gestookt. Dit laatste was niet onbelangrijk: turf was – op dat moment – de enige inheemse brandstof; steenkool was relatief duur, omdat het geïmporteerd moest worden. Kort na de benoeming voerde commissielid ir. M.G. Beijerinck de eerste stookproeven uit bij het gemaal van de Arkelse Dam.

Op 2 april 1838 voltrok zich op een geheel ander niveau een opmerkelijk voorval: het wetsvoorstel, waarin ook de droogmaking van het Haarlemmermeer was vervat, werd door de Tweede Kamer verworpen! Niet het droogmakings-

plan zelf, met het tè ingewikkelde wetsontwerp was hiervan de oorzaak. Een nieuwe wet zou bijna een jaar op zich laten wachten.
Dit oponthoud was echter niet het enige: rond de kleine onderzoekscommissie voor de stoombemaling werd het spoedig na de oprichting verdacht stil. Veel verder dan de bovengenoemde stookproeven kwam men niet: het leek erop, alsof de commissie in het geheel niet functioneerde. Herhaalde verzoeken van Koning en ministers om een snelle afronding van het onderzoek hadden nauwelijks effect: commissie-voorzitter Mentz reageerde meestal in neutrale termen.
Vóór ik zal trachten de oorzaak van dit opvallende feit te verklaren, ga ik eerst verder met de draad van het verhaal. Op 22 maart 1839 werd de wet op de droogmaking van het Haarlemmermeer alsnog door de Tweede Kamer aangenomen. Dat hield in, dat men in principe met de voorbereiding van de droogmaking kon gaan beginnen. Op 4 juni 1839 werd een speciale Commissie van Beheer en Toezicht over de Droogmaking van het Haarlemmermeer geïnstalleerd (op deze commissie zal later uitgebreid worden ingegaan).
Voor de nog altijd passieve kleine onderzoekscommissie betekende dit een enorme toename van de druk; een rapport was nu dringerder dan ooit gewenst. Op 2 september 1839 volgde dan eindelijk het lang verwachte rapport: een armzalig, slechts twee kantjes tellend geschrift, met daarop een korte inleiding en een paar aanbevelingen.
De teleurstelling was groot. De Minister van Binnenlandse Zaken schreef aan de Koning in een toelicht *"dat men na verloop van zoo geruimen tijd men omtrent deze zaak een meer beredeneerd rapport had mogen verwachten"*. Een zeer diplomatieke reactie. Ook de Koning, het behoeft nauwelijks betoog, was zeer teleurgesteld over dit resultaat.
De beweringen in het versmade werkje kwamen hierop neer: het meer kon op stoom worden drooggemalen, hetgeen drie jaar zou gaan duren; droogmaking op windkracht kostte vijf jaar tijd; er moest een gemaal van 480 pk worden gebouwd en, tot slot, turf was niet geschikt voor stoombemaling. Dit alles zónder enige toelichting! Onthutsender was echter de zinsnede in de inleiding, waarin de commissieleden gewag maakten van een *"verschil in gevoelens, welke in de bijzondere deelen van het onderzoek bij de leden bestaat"*. Een overduidelijk bewijs, dat de leden het onderling niet eens waren.
De oorzaak van de passiviteit en verdeeldheid van de commissie moet m.i. gezocht worden in een conflict tussen voor- en tegenstanders van stoombemaling. Commissielid Roentgen was duidelijk voorstander. Als fabrikant van stoommachines leefde hij er als het ware van! Dr. G. Simons had ook grote verwachtingen van stoom. Op persoonlijke titel had hij in december 1838 hierover een nota gepubliceerd. Tegenover deze voorstanders bevond zich commissie-voorzitter Mentz. Als tegenstander van stoombemaling nam hij een minderheidsstandpunt in. Het vierde lid, ir. Beijerinck, was voor zover bekend niet in het conflict betrokken.
Hoe de drie commissieleden over Mentz dachten, bleek pas goed ná het echec met het rapport: Simons, Roentgen en Beijerinck hadden afzonderlijk ernstige kritiek op Mentz en boden zelfs hun excuses aan voor het slechte werk!
De Minister van Binnenlandse Zaken, Baron de Kock, nam kort na het falen van de commissie een besluit, dat de zaak weer aan het rollen zou brengen. Hij haalde er een deskundige bij, die zich op de zaak nog niet had blindgestaard. Het was Antoine Lipkens, adviseur van de regering inzake octrooiaanvragen en techniek (een man, die later verantwoordelijk zou zijn voor de oprichting van de Konink-

lijke Academie te Delft; een rechtstreekse voorloper van de huidige Technische Universiteit).
Lipkens ging snel aan het werk en kwam na een kort onderzoek met een reactie. Over waterstaats-topambtenaar Mentz liet hij weten: *"hoe moeijelijk het valt om tot eenige beredeneerde beslissing te geraken, onder het voorzitterschap van iemand die de klaarblijkelijkste bewijzen, dikwerf niet begrijpt, maar steeds zal betwisten, wanneer dezelve niet volkomen met zijne vroeger opgevatte denkbeelden strooken"*. Hieraan schreef hij zowel de vertraging als het ontoereikende onderzoek toe.
Voor Mentz bleek dit een vernietigende reactie. Een absoluut bewijs van zijn oneervol ontslag als voorzitter van de onderzoekscommissie heb ik (nog) niet aangetroffen. Feit is, dat hij bij de droogmaking van het Haarlemmermeer geen rol van betekenis meer zou spelen.
In een geheel andere samenstelling ging de commissie opnieuw aan de slag: ir. Beijerinck, dr. Simons en . . . Antoine Lipkens zetten de zaak voort. Een mogelijke verklaring voor het niet terugkeren van Roentgen zou kunnen zijn, dat men het bij nader inzien niet juist vond, een fabrikant van stoommachines in een adviescommissie te benoemen.
Met de herbenoeming van de kleine onderzoekscommissie was de "overwinning" van de voorstanders van stoombemaling een feit. Niets stond een uitvoerig onderzoek naar de mogelijkheden van stoombemaling nog langer in de weg.
Met de installatie van de Commissie van Beheer en Toezicht over de Droogmaking van het Haarlemmermeer op 4 juni 1839 werd de droogmaking in serieuze banen geleid. De leden (*voor de samenstelling, zie Bijlage 3*) hadden allen hoge maatschappelijke functies en dienden deze taak als een eervolle te beschouwen. Zij waren in alles verantwoording verschuldigd aan de Minister van Binnenlandse Zaken.
De commissie hield zich in eerste instantie bezig met de verbetering van de afwatering en de vele benodigde onteigeningen. Weldra kregen de leden voor het uitgesproken technische werk de hulp van twee ingenieurs: Pieter Kock en Jan Anne Beijerinck. De laatste, broer van de eerder genoemde M.G. Beijerinck, zou zich op buitengewone wijze onderscheiden door zijn grote inzicht; van zijn hand zijn de meeste ontwerpen en bestekken voor deze droogmaking.

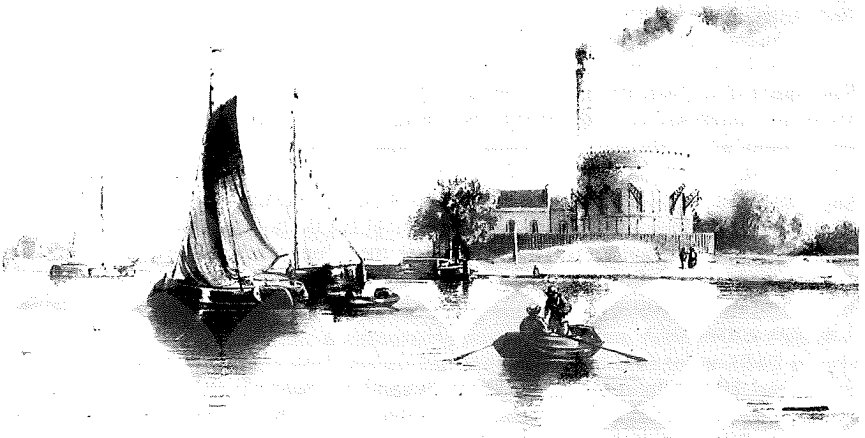
De kleine onderzoekscommissie, die ondertussen sterk gevorderd was met haar werkzaamheden, ondernam in augustus 1840 een reis naar Engeland. Daar zouden zich de beste technieken en stoommachines bevinden. Na een kort verblijf aldaar keerde men spoedig enthousiast huiswaarts, en op 8 oktober 1840 volgde een zeer positief rapport. Men had allerlei machines bestudeerd, en was vooral geïnteresseerd in de zg. Cornish Engine, een machinetype, dat een hoog rendement met een grote zuinigheid combineerde. Een tweede aanbeveling betrof het gebruik van pompen als wateropvoerwerktuig: opvallend, want deze waren in Nederland nauwelijks in gebruik.
Het rapport werd door de autoriteiten zeer goed ontvangen: op 2 december 1840 ontving de Commissie van Beheer en Toezicht een bericht, namens de Minister van Binnenlandse Zaken: *"Ik heb de eer de Commissie hiernevens te doen toekomen een afschrift van Zijner Majesteits besluit (. . .) dat de droogmaking van het Haarlemmer-Meer door aanwending van stoomkracht zal worden bewerkstelligd"*. Hiermee was dan wel het principe-besluit genomen; de werkelijke wijze van bemaling stond nog niet vast.

Lipkens en Simons werden prompt toegelaten als lid van de Commissie van Beheer en Toezicht (ir. M.G. Beijerinck was daar reeds lid van). Onmiddellijk volgde, binnen die commissie, de oprichting van een technische subcommissie (*zie Bijlage 3, de namen gemerkt met* **).

Om te komen tot een verantwoord ontwerp van een stoommachine voor de droogmaking van het meer, konden de technische specialisten niet alleen uitgaan van hun eigen ideeën, zij hadden ook talloze suggesties van anderen tot hun beschikking. Vanaf de oprichting van de Commissie van Beheer en Toezicht tot aan het definitieve ontwerp, bleven brieven binnenstromen met plannen en tekeningen. Het openbare karakter van de droogmaking (geregelde publikaties in de Staatscourant) heeft dat ongetwijfeld in de hand gewerkt. Machinefabrikanten, uitvinders, ingenieurs, maar ook fantasten uit binnen- en buitenland werden allen serieus genomen. Hoewel, ir. Beijerinck schreef een keer, naar aanleiding van de door de heer De Stappers ontworpen pomp: *"de berekeningen daaromtrent zijn zoodanig boven peil van onze gewoone bevindingen bij werktuigen van dien aard, dat wij moeite hebben om te gelooven, hoe zoodanige hersenschimmen in het gezond verstand van iemand kunnen opkomen"*!
Een tijdlang koesterde men grote belangstelling voor een technisch verbeterde vijzel, uitgevonden door de heer Münnich uit Utrecht, maar weldra lette men in de technische subcommissie nog maar op twee namen: *Joseph Gibbs en Arthur Dean*. Al in november 1839 had Gibbs plannen vanuit Engeland naar de Commissie van Beheer en Toezicht opgezonden, doch deze waren toen niet al te serieus genomen vanwege het speculatieve karakter. Dean had in 1840 als reisleider van de onderzoekscommissie gefungeerd, en kende dus een aantal commissieleden enigszins. Toch heeft het nog een tijd geduurd, voordat men echt met Gibbs en Dean zaken ging doen.
Pas nadat door een proef (bij één van de gemalen van de Zuidplas) was vastgesteld, dat *pompen* voor de droogmaking van groot nut konden zijn, werd men in Nederland echt enthousiast. Gibbs en Dean hadden inmiddels, via een soort "brandbrief" van 12 augustus 1841, hun ongenoegen geuit over het uitblijven van een definitief besluit van de commissie. Op 8 november 1841 was de kogel door de kerk: de commissie deed het voorstel tot de bouw van een "proefstoomtuig". Als dit zou voldoen, zou men meer machines van dat type gaan bouwen. Dean werd gevraagd de tekeningen voor de machine te leveren; ir. J.A. Beijerinck ontwierp het gebouw. De pompen werden door Dean, naar aanwijzingen van Lipkens ontworpen.

In januari 1843 begon men met de bouw van het "proefstoomtuig" (later zou dit gemaal "De Leeghwater" genoemd gaan worden) (Afb. 2). Toevallig begon men vrijwel gelijktijdig met de bouw van het grote boezemgemaal te Spaarndam (dat in dit artikel verder onbesproken zal blijven). De bouw van het "proefstoomtuig" betekende meer dan alleen maar het ontwerp van een nieuw gemaal: eerzucht en prestige speelden duidelijk mee. In zijn uitvoerige boekwerk over de droogmaking, zei Commissie-voorzitter Gevers van Endegeest: *"Hadden wij slaafs gevolgd het beste werktuig dat bekend was, oh ja! onze verantwoordelijkheid gedekt (. . .) Wij wilden dat Nederland niet zou volgen maar zou voorgaan"*.
Ik zal niet ingaan op de problemen die rezen rond de offertes met betrekking tot het "proefstoomtuig". Uiteindelijk werden machine en pompen bij Harvey in

Engeland besteld daar de Engelse offertes lager waren dan de Nederlandse. Uit oogpunt van werkgelegenheid (toen al!) kreeg de Amsterdamse firma Van Vlissingen/Dudok van Heel een deel van de order. Daar maakte men de stoomketels en de grote balansarmen (Afb. 2).
De bouw van het gemaal verliep niet altijd even voorspoedig: lange levertijden, soms gebrekkige communicatie met de Engelse fabrikant én met Dean, vorstschade. Het duurde uiteindelijk twee jaar voordat De Leeghwater (zoals het "proefstoomtuig" op verzoek van Gevers van Endegeest was genoemd) voor het eerst kon werken.
Op 22 juli 1945 maakte het reusachtige gemaal zijn eerste slag; het duurde vervolgens enige dagen voordat men de werking dusdanig onder controle had, dat én de zuiger van de machine én de pompen goed op elkaar waren ingesteld.
Na uitvoerige proeven besloot de commissie op 9 maart 1846 tot de bouw van twee nieuwe gemalen. Deze waren, na de ervaringen met De Leeghwater, op detailpunten nog verbeterd. De Lynden (ten onrechte schrijft men tegenwoordig "Lijnden") werd aan de noordoostzijde en de Cruquius aan de noordwestzijde van het meer gebouwd. De gemalen waren, zoals gezegd, niet alleen op details verbeterd, maar bovenal veel duurder dan De Leeghwater. Dit hing samen met een grote stijging van ijzerprijzen.



*Afb. 2 – Het gemaal De Leeghwater in vol bedrijf. Z.j. door G.J. Bos, naar de natuur (*aquarel*).*

Inmiddels was men al ruim zeven jaar bezig over de droogmaking van het meer; de Commissie van Beheer en Toezicht had de insluiting van het meer door middel van dijken zo goed als voltooid. Slechts voor de scheepvaart en de boezembemaling waren er enkele "gaten" opengelaten. Tot werkelijke sluiting van het meer, en het starten van de bemaling, kon men pas overgaan na moeizame onderhandelingen met het Hoogheemraadschap van Rijnland. Dat schap eiste

van de commissie min of meer de garantie, dat de boezem niet overbelast zou raken. Pas op 1 mei 1848 bereikte men een accoord. Toen het meer vervolgens op 29 mei geheel gesloten was, ving op 7 juni 1848 De Leeghwater de bemaling aan. Cruquius en Lynden waren nog niet klaar; begin 1849 begonnen ook zij, na een kort proefbedrijf, met de droogmaking van het Haarlemmermeer.

De gemalen werkten over het algemeen bevredigend. Zij konden het werk aan, maar waren bepaald niet storingsvrij. De Lynden had het voordeel van de beste ligging (de heersende windrichting – zuidwest – zorgde voor een goede aanvoer van polder- en een sneller afvoer van uitgemalen water), maar buitte dat niet uit. Het had vrij veel technische mankementen. De Leeghwater stond uitgesproken ongunstig, en moest vaak "tegen de stroom in" malen. De Cruquius voldeed uiteindelijk het beste, en maakte ook, zo blijkt uit de bronnen, de meeste pompslagen.
Tijdens de droogmaking waren de werkende gemalen een bezienswaardigheid van de eerste orde. Op vaste dagen kon het publiek de gemalen bezichtigen en regelmatig leidden leden van de commissie hoge binnen- en buitenlandse gasten rond.
Afgezien van oponthoud door technische storingen, moest er ook geregeld met malen worden gestopt, omdat het met Rijnland overeengekomen peil was overschreden. De ergernis van de commissie hierover was groot. Herhaalde verzoeken om de bouw van een tweede boezemgemaal werden uitgesteld door de regering. De reden: geldgebrek. (Het zo fel begeerde tweede gemaal kwam er pas in 1853, toen de feitelijke droogmaking al was geschied).
In het voorjaar van 1852 kwam de bodem van het meer in zicht. Inmiddels hadden de gemalen al zo'n drieënhalf jaar water gepompt. Regelmatig moest men het malen toen onderbreken, omdat de aanvoer van het resterende meerwater erg gebrekkig was. De aannemers, die eerst de dijken hadden aangelegd, stuurden hun personeel nu de polder in, om sloten te graven.

Op 4 augustus 1852 bevatte de Staatscourant onder meer het volgende bericht: *"In de afgeloopene maand Julij is het Haarlemmer-Meer door de werking der machines en de gunstige wêergesteldheid van het nog overgeblevende water ontlast, en alzoo droog geworden"*. Mij is niet bekend, wie het beroemde, en vaak geciteerde zinnetje *"Het Meer is Droog"*, heeft verzonnen, maar het staat niét in de Staatscourant van 1 juli 1852, zoals in vele publikaties over het meer beweerd wordt.

Het meer mocht dan wel droog zijn: het werk voor de nog immer bestaande (en al vele malen van bezetting veranderde) Commissie van Beheer en Toezicht bleef doorgaan. De bouw van het tweede boezemgemaal (het werd bij de sluizen van Halfweg gebouwd) en het toezicht over de ontginning van de drooggevallen meerbodem bleven haar verantwoordelijkheid. Ook het benoemen van een polder- en gemeentebestuur voor de nieuw verworven grond duurde erg lang. Pas nadat er nog een derde boezemgemaal was gebouwd (te Gouda), kon de commissie, waarschijnlijk tot opluchting van haar leden, uiteindelijk worden ontbonden, onder dankzegging voor het vele verrichte werk. Het was toen inmiddels al april 1858; ruim twintig jaar ná het besluit van Koning Willem I, om het meer droog te maken.

Het grote tijdsverloop is zeker niet in het belang geweest van het hele project. De spanning was er na ruim twintig jaar duidelijk af en geruisloos werd alles voltooid. Voor commissie-voorzitter Gevers van Endegeest was dat toch, na zo lange trouwe dienst, een moeilijke zaak. Aan het einde van zijn uitvoerige verslag over de droogmaking klaagt hij, dat de *"opkomst van 18000 bunders grond in plaats van gevaarlijke wateren, met geen vereeringsfeest, met geen plechtigheid gevierd is"*. Zijn realiteitszin won het echter van de verbittering en hij eindigt dan ook dapper: *"Zijn er geen misslagen begaan? Wie zou ontkennend durven antwoorden. Menschelijke volmaaktheid bestaat er niet. Wie nimmer iets verkeerds gedaan heeft, hij is het alleen die nimmers iets verrichtte, en hier was waarlijk veel, veelsoortigs en nieuws te beramen en te bedenken"*.

Bijlage 1

Samenstelling van de Commissie van 1837

Deze commissie werd benoemd op 6 augustus 1837. De opdracht luidde, een plan en begroting te maken voor de droogmaking van het Haarlemmermeer, en uiterlijk op 1 november van datzelfde jaar rapport uit te brengen.
Reeds op 24 oktober 1837 leverde de commissie haar werk keurig in. Koning Willem I liet na ampele bestudering weten, dat een zeer verdienstelijk werk was geleverd. Op 6 januari 1838 werd het rapport geaccepteerd en de commissie dientengevolge onder dankzegging ontbonden.

H. Ewijk, voorzitter	Hoofdadviseur van de Waterstaat
Jhr. W.P. Barnaart van Bergen	Lid Gedeputeerde Staten van Noord-Holland
M.G. Beijerinck	Hoofdingenieur van de Waterstaat in Zuid-Holland
C.J. de Bruijn Kops	Burgemeester van Haarlem/ Hoogheemraad van Rijnland
Jhr.mr. L.R. Gevaerts	Lid Gedeputeerde Staten van Zuid-Holland
P.T. Grinwis	Hoofdingenieur van de Waterstaat in Noord-Holland
Jhr. D. Hooft Jzn.	Raadslid van de stad Amsterdam
D. Mentz	Inspecteur van de Waterstaat
P.A. du Pui	Hoogheemraad van Rijnland.

Bijlage 2

Samenstelling van "Commissie II"

Na de ontbinding van de commissie, die een plan en begroting moest maken voor de droogmaking van het Haarlemmermeer, werd al snel onder gezag van Koning Willem I een nieuwe commissie benoemd, die de mogelijkheden van stoombemaling nader moest onderzoeken, en of er eventueel ook met turf zou kunnen worden gestookt.

Op 16 januari 1838 (10 dagen na de acceptatie van het rapport van de vorige commissie!) werd "Commissie II" benoemd. Zij bestond uit een viertal waterstaats- en stoomexperts.

D. Mentz, voorzitter	Inspecteur van de Waterstaat
M.G. Beijerinck	Hoofdingenieur van de Waterstaat in Zuid-Holland
Dr. G.Simons	Inspecteur-adviseur
G.M. Roentgen	Stoomdeskundige/fabrikant van stoomwerktuigen.

Op 2 september 1839 leverde bovengenoemde commissie een teleurstellend rapport in. Het geschrift werd niet geaccepteerd en de commissie werd in gewijzigde samenstelling voortgezet. Eind 1830 ging "Commissie II" verder met de volgende leden:

Dr. G. Simons	Inspecteur-adviseur
A. Lipkens	Staatsraad, technisch adviseur
M.G. Beijerinck	Hoofdingenieur van de Waterstaat in Zuid-Holland.

Op 8 oktober 1840 leverde deze commissie een rapport in, dat lovend werd ontvangen. De commissie werd niet ontbonden. Lipkens en Simons werden lid van de Commissie van Beheer en Toezicht over de droogmaking van het Haarlemmermeer, die inmiddels in juni 1839 was opgericht. M.G. Beijerinck was daar reeds lid van.

Bijlage 3

Samenstelling van de Commissie van Beheer en Toezicht over de Droogmaking van het Haarlemmer-Meer. Na het besluit van de Tweede Kamer van 22 maart 1839 werd deze commissie op 4 juni 1839 benoemd. Lang na het voltooien van haar feitelijke opdracht (droogmaking van het meer) werd de commissie pas ontbonden op 15 april 1858.

Gedurende haar zeer langjarige bestaan wisselde de commissie nogal eens van samenstelling, vandaar het grote aantal namen. Opvallend groot is het verloop onder de militaire experts. Deze leden waren benoemd in verband met de strategische problemen, die droogmaking voor de verdediging van de hoofdstad Amsterdam zou opleveren.

N.B. * betekent: lid van de vaste subcommissie voor lopende zaken;
** betekent: lid van de technische subcommissie.

	*	Mr. F. van de Poll, Staatsraad (voorzitter 1839-1840)	1839-1840
	*	Jhr. mr. D.Th. Gevers van Endegeest, lid Tweede Kamer (voorzitter 1840-1858)	1839-1858
**	*	H. Ewijk, raadsadviseur van Binnenlandse Zaken (secretaris 1839-1846)	1839-1846
	*	W.K. van Gennep, Hoofdinspecteur der Domeinen (secretaris 1846-1858)	1839-1858
	*	Jhr. mr. L.R. Gevaerts, Staatsraad, Gedeputeerde van Zuid-Holland	1839-1858
		C.J. de Bruijn Kops, Burgemeester van Harlem, Hoogheemraadschap van Rijnland	1839-1858
	**	Ir. P.T. Grinwis, Hoofdingenieur van de Waterstaat in Noord-Holland	1839-1842
**	*	Ir. M.G. Beijerinck, Hoofdingenieur van de Waterstaat in Zuid-Holland	1839-1852
		Jhr. W.P. Barnaart van Bergen, Gedeputeerde van Noord-Holland	1839-1851
		Jhr. D. Hooft Jzn., Lid Tweede Kamer, Raadslid van Amsterdam	1839-1842
		Mr. P.G. van Outeren, Hoogheemraad van Rijnland	1839-1855
	**	Ir. A. Lipkens, Staatsraad	1840-1847
		Dr. G. Simons, Inspecteur-adviseur	1840-1858
		P.J. Ackermans, Kolonel-directeur der Genie	1840-1844
		J.G.W. Merkus van Gendt, Majoor der Genie	1840-1852
		J.C. van de Polder, Generaal-majoor der Genie	1844-1852
		C.F. van Meurs, Lt.-Kolonel der Artillerie, werktuigkundige	1852-1858
		E.J. Eekhout, Lt.-Kolonel der Genie	1852-1853
		Ir. F.W. Conrad, Ingenieur van de Waterstaat, Ingenieur-directeur van de H.IJ.S.M.	1852-1858
		Ir. van den Kerkhoff, Lt.-Kolonel der Genie	1852-1858
		C.A. van Kerkwijk, Majoor der Genie	1855-1858

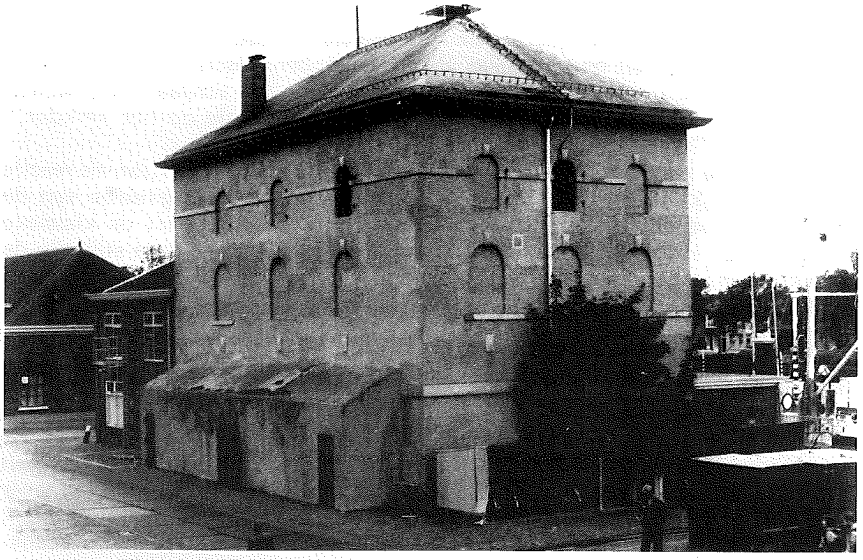
Ingenieurs in vaste dienst bij de werken:

P. Kock (in 1853 overgeplaatst naar de provincie Drenthe)	1839-1853
F.W. Conrad (in 1840 Ingenieur-directeur van de H.IJ.S.M.; in 1852 lid van de Commissie van Beheer en Toezicht)	1839-1840
J.A. Beijerinck (benoemd 1839; in functie 1840; in 1854 overgeplaatst naar Zeeland, na eerst N.T. Michaëlis te hebben ingewerkt)	(1839)1840-1854
N.T. Michaëlis (na officiële beëindiging van de werken benoemd tot ingenieur in de algemene dienst onder Inspecteur Van der Kun).	(1853)1854-1858

WATERSTAATSSTIJL ?

door drs. P.A. de Wilde

Ieder heeft wel eens gehoord van Waterstaatskerken, maar wat is nu eigenlijk een zogenaamde Waterstaatskerk? En wat is de "Waterstaatsstijl"? Andere vragen: wat had de Waterstaat met kerken te maken? En waarom is de Cruquius — toch duidelijk een Waterstaatswerk — nadrukkelijk niet in de zogenaamde Waterstaatsstijl gebouwd?
Op deze vragen zal nader worden ingegaan waarbij met name het verband tussen de Waterstaat en de Waterstaatsstijl bekeken wordt.
Iedereen heeft zoals gezegd, wel eens gehoord van Waterstaatskerken — die overigens in het huidige tijdsbestek bij "bosjes" worden gesloopt of reeds zijn gesloopt of voor andere doeleinden dan godsdienst worden aangewend — zonder dat men eigenlijk weet wat daar nu precies mee bedoeld wordt. Is nu een zogenaamde Waterstaatskerk een Waterstaatskerk omdat hij in de Waterstaatsstijl is uitgevoerd of niet? En wat is dan die Waterstaatsstijl? Om met dit laatste te beginnen: het is een wat denigrerende aanduiding — Waterstaat is *Wat er Staat* — in de architectuurgeschiedenis waarmee een bepaalde bouwtrant van die kerken wordt aangeduid die onder de auspiciën van de ingenieurs van de Waterstaat gedurende grofweg de eerste 60 jaar van de vorige eeuw tot stand zijn gekomen.



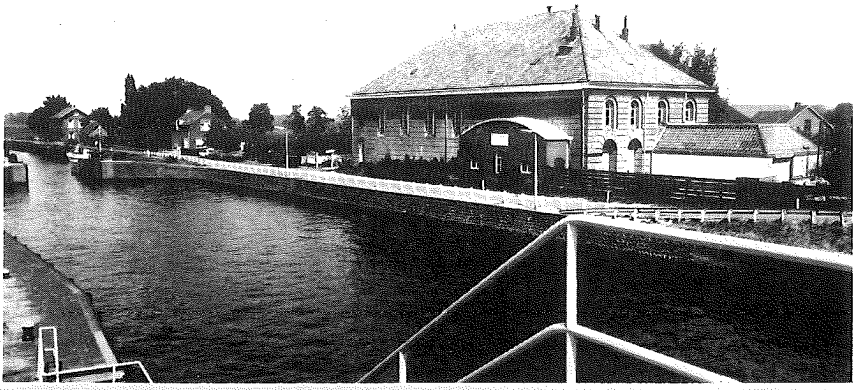
Afb. 1 — Het classicistische stoommachinegebouw (1815-1817) van Jan Blanken (1755-1838), Inspecteur-generaal van de Waterstaat; ontworpen ten behoeve van zijn "droge dok" in Den Helder (Nieuwe Diep). In 1889 werd het geschikt gemaakt voor graanpakhuis voor de marinebakkerij. Het is het vroegste nog bestaande stoompompgebouw in ons land.

Een betere benaming voor deze "Waterstaatsstijl" ware eigenlijk neo-classicisme of barok-classicisme. Een stijl geïnspireerd op de antieke Griekse en Romeinse bouwkunst. Dit is ook de stijl waarin de openbare gebouwen met name uit de tijd van Koning Willem I, werden uitgevoerd. Ook de vroege stations en stoomgemalen – meer op het terrein van de Waterstaat – werden in deze stijl gebouwd. Overigens werd geleidelijk aan niet alleen de klassieke oudheid als inspiratiebron gebruikt maar ook de gotiek, met haar boogfriezen, kantelen, spitsbogen en andere motieven – die overigens evenals bij de "Waterstaatsstijl" onder meer in verband met de kosten vaak in pleisterwerk werden uitgevoerd.
Die neogotiek waarvan Koning Willem II een groot aanhanger was, wordt later vooral door de architect P.J.H. Cuijpers als een van de eerste en bekendste, op grote schaal vooral na 1853, het herstel van de bisschoppelijke hiërarchie, verbreid en toegepast bij de bouw van katholieke kerken. Men kan stellen dat rond het midden van de vorige eeuw de neo-classicistische kerkarchitectuur langzaam het veld gaat ruimen voor de neo-gotische kerkenbouw. Terwijl het neo-classicisme met name nog toegepast bij de protestantse kerkebouw, zelve ook een verandering ondergaat. In plaats van de zuiver klassieke vormen komt er een soort eclectisme waarin naast classicistische en empire-motieven ook Romaanse en Italiaanse renaissance stijlvormen gaan meespelen. Een soort "potpourri" dus. De kunstcriticus en dichter Alberdingk Thijm (1820-1889) schrijft over al de neo-vormen onder meer: "Eén en al gemeenplaats, van boven tot beneden, cliché van versleten vorm . . . was de Waterstaatstrant vol vertoon en vol bedrog". Maar hierbij moet niet vergeten worden dat de goed katholieke Alberdingk Thijm een groot tegenstander van het *heidense* neo-classicisme was.

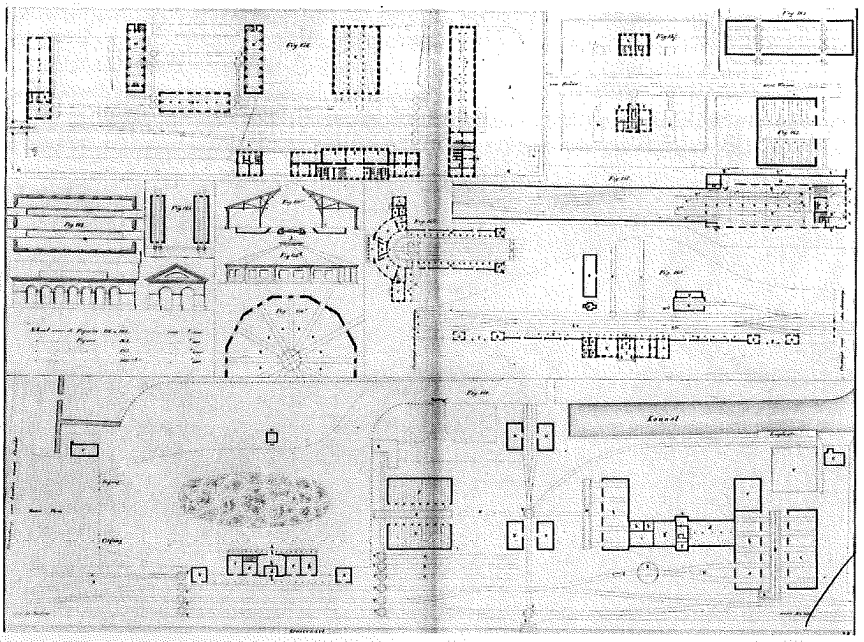
Wat zijn nu de typische kenmerken van die neo-classicistische "Waterstaatsstijl"? Een bekende autoriteit op dit gebied, H.P.R. Rosenberg beschrijft als meest kenmerkende eigenschap: "Een tempelachtig zuilenfront met timpaan, wit bepleisterde interieurs en boogramen met een veelhoekig torentje op het kerkdak".

Het classicisme was met name in Frankrijk in de 18de eeuw ontstaan als reactie op de Lodewijk XV stijl of rococo. In tegenstelling tot de beginselen van de renaissance greep het classicisme direct terug op voorbeelden uit de klassieke oudheid. Van invloed op het ontstaan en de verbreiding van deze stijl zijn de ontdekkingen en opgravingen van Pompei, Herculaneum en Paestum geweest. In Nederland was Koning Lodewijk Napoleon een groot stimulator van het neo-classicisme.

Maar genoeg over de stijlgeschiedenis en terug naar de Waterstaat. Want wat had de Waterstaat eigenlijk met kerkebouw te maken? Het antwoord is simpel: het was bittere noodzaak. Immers na de gebeurtenissen van 1795 kwamen de Noordnederlandse katholieken – die ruim 200 jaar officieel geen eigen kerken mochten bezitten – voor het probleem te staan dat zij zonder ervaring weer echte kerken moesten bouwen of bestaande kerken grondig moesten restaureren. Daarnaast kampten talloze protestantse gemeenten met vergelijkbare moeilijkheden. Zij moesten dikwijls – en met name beneden de grote rivieren – de voor hun kleine gemeenten vaak bovenmaatse, vervallen, van origine katholieke, kerken teruggeven aan de katholieken. Bovendien was, zeker na de Franse tijd, de financiële toestand van de parochies en gemeenten in zeer slechte staat en ontbraken meestal de benodigde fondsen voor herstel of nieuwbouw. Staatsbe-



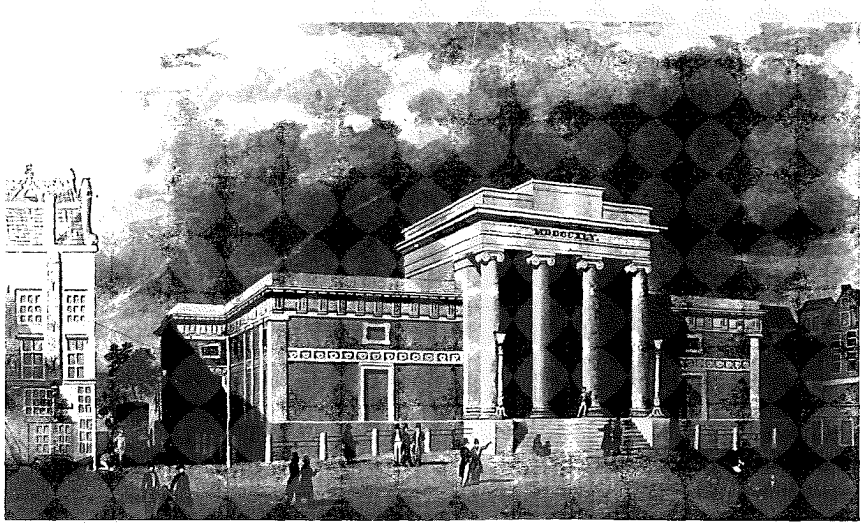
Afb. 2 — Het machinegebouw in 1986 van het stoomgemaal (1824-1826) — ontmanteld in 1950 — bij de Arkelse Dam. Dit eveneens door Jan Blanken in classicistische stijl ontworpen machinegebouw is het vroegste voorbeeld van een groot stoomgemaal in ons land.



Afb. 3 — Bladzijde met ontwerpen voor stations uit het leerboek voor ingenieurs van de Waterstaat: "Handleiding tot de kennis der Waterbouwkunde" door D.J. Storm Buysing, Breda, 1e druk 1844-1845 - - - 2e druk 1858.
Tot 1870 waren (Rijks)waterstaatsingenieurs betrokken bij de aanleg der spoorwegen.

moeienis met het sociaal-cultureel milieu lag in die tijden nog geheel in de stijl van bestuurders als Willem I en zo werd ook de overheid nauw bij deze grote sociaal culturele maatschappelijke vraag naar kerken betrokken. Opvallend is dat niet alleen in Nederland de overheid in deze periode betrokken raakt bij kerkebouw. In Engeland bijvoorbeeld worden door de regering miljoenen ponden besteed aan de bouw van talloze nieuwe kerken, speciaal bedoeld voor de opvang van het verpauperde deel van de bevolking. Men meende dat een godsdienstig volk minder snel tot revolutie over zou gaan dan een volk waarvoor geen kerken beschikbaar waren ten behoeve van hun zieleheil. Willem I had veel contacten met Engeland. Mogelijk liet hij zich ook op dit terrein evenals op economisch gebied, mede inspireren door dit Engels voorbeeld. Doelgericht onderzoek zou hier misschien meer licht kunnen brengen.

In 1815 stelde Koning Willem I de departementen van de Hervormde en andere Eerediensten en dat van de Roomsch-katholieke Eeredienst in om de godsdienstige aangelegenheden te regelen. Het regende daar al spoedig van aanvragen om subsidies voor nieuwbouw en herstel van kerkgebouwen. In 1824 vaardigt de Koning op 16 augustus een Koninklijk Besluit uit om die bouwwoede enigszins in goede banen te leiden. Dit KB hield onder meer in dat er zonder koninklijke toestemming geen kerkelijke gebouwen – waar onder ook pastorieën – mochten worden veranderd, hersteld of gebouwd. Bovendien moest er een opgave van de kosten en middelen worden gegeven. Naast de ministers van Justitie, Financiën en Eerediensten werd ook de minister belast met Binnenlandse Zaken, Onderwijs en Waterstaat genoemd als uitvoerder van dit KB. Werd de Waterstaat dus tot 1824 incidenteel – bij grote subsidies en bij gebleken vaktechnische behoefte – bij deze kerkebouwactiviteiten betrokken, vanaf nu was het een verplichting geworden. De reden hiervoor was dat niet alle bouwmeesters die werden aangetrok-



Afb. 4 – De Beurs (1845) van J.D. Zocher (1791-1870) te Amsterdam. J.D. Zocher was een van de voornaamste architecten van het neo-classicisme. Dit gebouw was Zochers belangrijkste schepping.

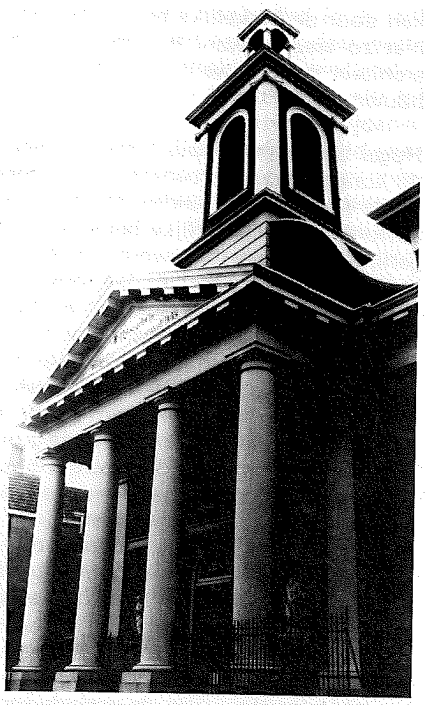
ken door de kerkelijke bestuurders even goed technisch onderlegd waren. Dit is niet zo vreemd want het was in die tijd nog algemeen gebruik dat het vak van architect geleerd werd in de praktijk en op het kantoor van een praktizerend bouwmeester.

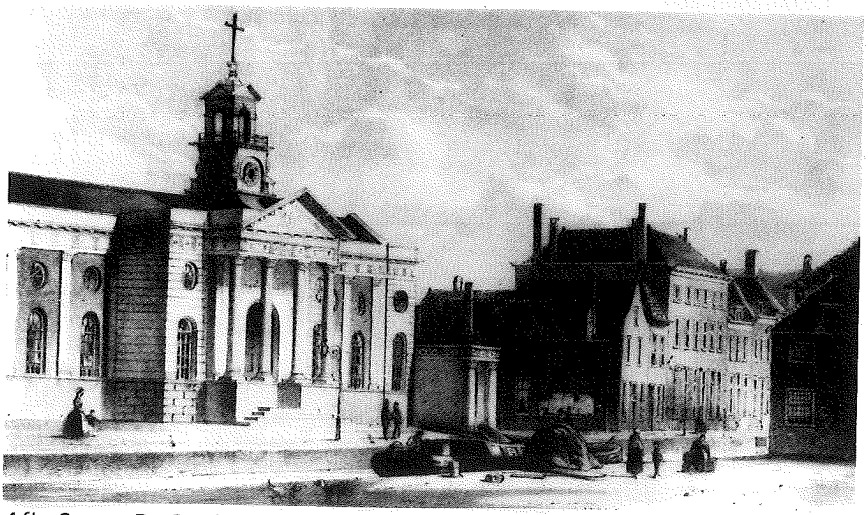
Hoger beroepsonderwijs hiervoor werd pas mogelijk te Delft na het midden van de vorige eeuw. Beroepshalve hogergeschoolden waren dus alleen bij de Genie en de Waterstaat te vinden, ten behoeve waarvan wel een hoger beroepsonderwijs bestond waar burgerlijke bouwkunde een van de leervakken was. Over die burgerlijke bouwmeesters wordt in een rapport onder meer opgemerkt: "in hunne onkunde ontwerpen zij dan ook niet zelden plannen welke theoretisch en praktisch even gebrekkig zijn" en bij het beoordelen van de bouwplannen had het Rijk dus wel goedgeschoolde technische deskundigen nodig. Deze waren er en wel bij de Waterstaat. Verder was het voor het Rijk als subsidiegever ook prettig om deskundigen in de bouwwereld de ontwerpen kritisch te laten bezien: de meeste op- en aanmerkingen op de ingediende plannen richtten zich op de bouwkosten: meestal te duur en te groot.
Dat het niet om een klein aantal bouwplannen gaat, leren de volgende cijfers: alleen al in Noord-Brabant gaat het tot 1868 om zo'n 140 katholieke kerken en om 150 protestantse aanvragen.
Tussen haakjes: bij een aanvraag om een subsidie voor een van deze kerken in 1827 tekent de behandelende ambtenaar aan, dat "men niet verlegen was om het vragen van gunsten" en dat "de zaak geen grote haast had": de behandeling vergde dan ook meer dan drie jaar.
Deze cijfers zijn zeer globaal, want evenals voor geheel Nederland, zijn ook de gegevens van Noord-Brabant nog niet precies bekend. Wel bijvoorbeeld die van Noord-Holland waar in de periode van 1824-1868 106 nieuwe kerken verrezen.

Afb. 5 — Het Paleis van Justitie te Leeuwarden, voltooid in 1850. Ontworpen door Th. Romein, voormalig waterstaatsopzichter en stadsarchitect van Leeuwarden. Een van de laatste grote neo-classicistische bouwwerken uit deze periode.

7

8





Afb. 8 — De St. Josephskerk (1834-1837) te Delft, ontworpen door de stadsbouwmeester van Rotterdam P. Adams (1778-1846), een belangrijk bouwmeester in zijn tijd. De kerk werd in 1877 afgebroken.

Afb. 6 — De Theresiakerk (1843-1846) in Den Haag, ontworpen door T.F. Suys (1783-1861), een van de belangrijkste architecten in zijn tijd. Hij studeerde onder meer te Parijs en later op kosten van Willem I in Italië. Het ontwerp van de "Mozes en Aäronkerk" (1839-1841) is van zijn hand, de uitvoering geschiedde door J. van Straaten (1781-1858), bekend architect en publcist op bouwkundig gebied in deze periode.

Afb. 7 — De Willebrorduskerk (1821-1822) in Den Haag van de hand van A. Tollus. Een vroeg voorbeeld van een niet-klassieke toren boven een klassiek zuilenfront. Tollus (1783-1847) was stadsarchitect van Den Haag en zijn werk werd zeer bewonderd door zijn tijdgenoten.

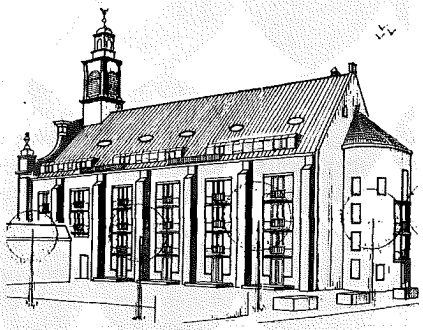
U ziet, een ware bouwgolf trekt over het land; onder meer zeer ten nutte van de (meestal lokale) aannemersbedrijven.
De organisatie van de Waterstaat was ook toen al zo dat de ingenieurs over het hele land verspreid waren en dus gemakkelijk contacten in de regio hadden, hetgeen natuurlijk voor een juiste beoordeling en het toezicht houden op de bouw van groot belang was. Want hoe was nu die organisatie van de Waterstaat?

De eerste echte landelijke regeling voor de waterstaatszorg in Nederland kwam tot stand na de omwenteling van 1795 toen de eenheidsstaat werd gevestigd in de vorm van de Bataafse Republiek. Op 24 mei 1798 stelt het Uitvoerend Bewind van de Bataafse Republiek een bureau van de Waterstaat in: de geboortedag van de huidige Rijkswaterstaat.
De mate van centralisatie en decentralisatie van de waterstaatszorg wijzigt zich als gevolg van de politieke gebeurtenissen regelmatig evenals de vorm van de landelijke organisatie.
Met het KB van 25 juli 1816 no. 36 breekt een meer stabiele periode aan en wordt de hoofdlijn van de ontwikkelingen uit het verleden vastgelegd. Dit houdt in dat het Koninkrijk verdeeld werd in een aantal districten, elk onder leiding van een hoofdingenieur. Deze wordt bijgestaan door een aantal — afhankelijk van de zwaarte van het district — ondergeschikte ingenieurs en andere technisch onderlegde waterstaatsambtenaren variërend van de conducteur, of opzichter te vergelijken met een waterstaatkundig ambtenaar thans, tot de sluis- of brugwachter. Daarnaast is er een algemene dienst.

Boven de districten — die in vier groepen werden ingedeeld — kregen even zo vele inspecteurs een toezichthoudende functie. Deze inspecteurs waren op hun beurt weer verantwoording schuldig aan een inspecteur-generaal. Op dat moment waren het er twee: J. Blanken en A.F. Goudriaan. De uiteindelijke leiding berustte bij de minister belast met de zorg voor de Waterstaat; in dit kader bijna voortdurend de minister van Binnenlandse Zaken.
De organisatie van het personeel werd geregeld door de instelling van het Corps van Ingenieurs van de Waterstaat, gekenmerkt door strakke hiërarchie van rangen, strenge discipline en uniformen. Men kan stellen dat zeker gedurende een groot deel van de eerste helft van de 19de eeuw het "Corps" zich gaarne vergeleek met de militaire genie.

9

10



Afb. 9 en Afb. 10 – De voormalige R.K. Kerk – de Nic. Pieck – te Gorinchem, ontworpen (1836-1838) door de stadsbouwmeester J. van Nunne. Deze kerk heeft nu een woonfunctie gekregen voor alleenstaanden en tweepersoonshuishoudens en is een fraai voorbeeld hoe een monumentaal kerkgebouw een nieuwe functie kan krijgen waardoor het behouden is.

De dienst was onder meer belast met de technische uitvoering en het beheer van de rijks- en sinds 1819 ook de provinciale waterstaatswerken. Voor wat de rijkswerken betrof, stond het het "Corps" dus direct via de inspecteur-generaal onder de minister, voor de provinciale werken was de provincie hun opdrachtgever. Een wat dubbelhartige positie dus, die pas in 1882 definitief ten einde kwam toen alle provincies hun eigen provinciale waterstaatsdiensten hadden.
Per 1 april 1849 werd, na een aantal kleinere reorganisaties, de landelijke waterstaat opnieuw gereorganiseerd. Het land werd nu verdeeld in twee inspecties, met aan het hoofd een inspecteur, ieder met zijn eigen districten onder leiding van een hoofdingenieur met een aantal ondergeschikte ambtenaren en ook weer een algemene dienst. In 1857 kwam er weer een hoofdinspecteur tevens belast met de "Algemene Dienst" als hoogste leiding. De latere reorganisaties vallen verder buiten dit kader.

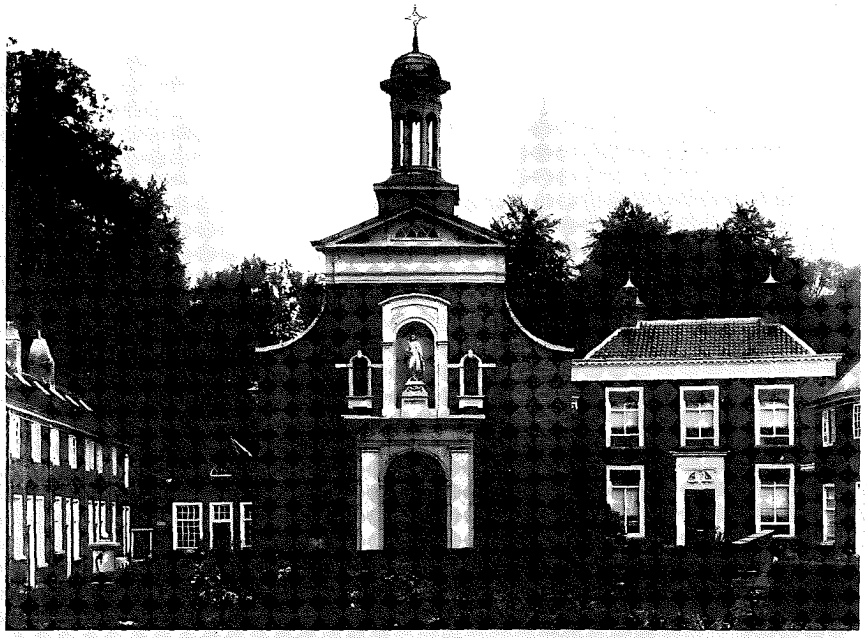
Er waren twee soorten opleidingen tot ingenieur van de Waterstaat. De opleiding was in de vorm van hoger onderwijs werd aanvankelijk gegeven aan de Artillerie- en Genieschool te Delft, opgericht in 1814. In 1827 kwam daarvoor de KMA te Breda in de plaats. De gezamenlijke burgerlijke en militaire opleiding voldeed

11 12

Afb. 11 — De St. Servatiuskerk (1843-1844) te Erp, ontworpen door A. van Veggel, opzichter van de Waterstaat en later architect.

Afb. 12 — O.L.V. Kerk (1844-1846) te Aarle-Rixtel, ook van Van Veggel. Het front van de kerk is in 1896-1897 door P.J.H. Cuypers gerestaureerd en gewijzigd in neo-gotische zin. De tegenwoordig open koepeltoren is ook toen aangebracht. De zijbeuken stammen uit 1927.

echter niet. Uiteindelijk werd bij KB van 8 januari 1842 bepaald dat "een Koninklijke Academie ten opleiding van burgerlijke ingenieurs, zo voor 's Lands dienst als voor de nijverheid, en van kwekelingen voor de handel, zodra mogelijk zou worden opgericht te Delft". In 1851 werd de Delftse opleiding als enige opleiding van hoger onderwijs voor ingenieur van de Waterstaat aangewezen. Burgerlijke bouwkunde was ook hier, evenals daarvoor, een onderdeel van het studiepakket.
Naast de vorm van hoger onderwijs was er ook de ambachtelijk gerichte opleiding aan wat wij nu zouden noemen, middelbare opleidingscursussen zoals Stadstekenscholen — dit waren er overigens maar enkele — en de praktijk van de Dienst van de Waterstaat.
Na 1816 wordt het overigens bijna een zeldzaamheid indien ambachtelijk opgeleiden het tot ingenieur van de Waterstaat brengen. Het kwam wel vrij vaak voor dat met name deze "middelbare" ambtenaren na verloop van tijd de dienst verlieten en het beroep van stadsbouwmeester of architect verkozen. Dit alles overziende was het dus eigenlijk wel logisch dat de ingenieurs van de Waterstaat bij de uitvoering van het KB van 1824 werden ingeschakeld.



Afb. 13 – De Begijnhofkapel (1836-1837) te Breda, ontworpen door A. van der AA, opzichter van de Waterstaat.

Globaal gesproken kwam het erop neer dat de hoofdingenieurs van de Waterstaat zo nodig, en dat blijkt overigens maar zelden het geval te zijn geweest, de ontwerpen maakten of lieten maken door een toegevoegd ingenieur, conducteur of technisch opzichter of de ontwerpen van anderen beoordeelden. Daarna zorgden zij voor toezicht tijdens de bouw.
In de praktijk was het meestal de conducteur of opzichter belast met provinciale zaken, die zich bezighield met de kerkebouw zelve, zoals het ontwerp en het toezicht. Het kon haast niet anders dat bij een technisch departement als de Waterstaat gezien de grote aantallen kerken die gebouwd werden, er ook richtlijnen kwamen voor die bouw, bijvoorbeeld in Brabant bij de berekening van de ruimte per parochiaan (3224/563 el als verhouding). Voorts krijgen de hoofdingenieurs in 1835 richtlijnen aangeboden voor basisontwerpen voor protestantse kerken, bedoeld voor 500, 700 en 1000 kerkgangers "welke omderzelfde doelmatigheid, beschouwd zijn vatbaar te wezen voor enen algemeenen grondslag der berekeningen bij de opbouw van kerken en pastorijen". Dit kon immers heel wat rekenwerk en dus kosten besparen! In hoeverre daar nu gebruik van is gemaakt, is nog niet achterhaald. Hetgeen onder meer te verklaren valt uit de moeizame procedure die gevolgd werd om toestemming voor nieuw- of verbouw te verkrijgen.
Bij de protestantse kerken was de ambtelijke weg kortheidshalve *globaal* als volgt: het kerkbestuur stuurt zijn plan naar de Synode. De Synode stuurt dit al of niet voorzien van commentaar naar het Ministerie van de Hervormde

Eeredienst en deze stuurt het weer door naar Waterstaat. Deze bekijkt dan de bestaande toestand en het plan. Met name keek men naar de doelmatigheid, grootte, financiële achtergrond — zeker indien er subsidie werd gevraagd — en naar de degelijkheid van de constructie. De uiteindelijk betrokken waterstaatsambtenaar stuurt het plan dan weer via de hiërarchieke weg retour aan de Eeredienst en deze zendt het via de Synode weer aan de gemeente. Een lange moeizame weg, met vele tussenstations die hier niet genoemd zijn.
Bij de katholieken gaat het iets eenvoudiger: die sturen hun plannen direct naar het Ministerie voor Rooms Katholieke Eeredienst die het weer naar Waterstaat stuurt . . .
Hiernaast speelde nog het volgende: de bestekken kunnen zijn opgemaakt, door de architect, maar dat behoeft niet het geval te zijn! Voor de uniformiteit werkte Waterstaat namelijk vaak de bestekken om naar de daarvoor geldende waterstaatsbesteksvoorschriften. Daarna wordt het bestek "gezien" door de ingenieur van de Waterstaat en uiteindelijk "gezien en goedgekeurd" (of niet) door de oppertoezichthoudende ingenieur.
Meestal zoekt het kerkbestuur zelf — soms door middel van advertenties — een bouwmeester of architect en indien dit niet lukt, dan vraagt soms Eeredienst aan Waterstaat om iemand ermee te belasten.
Het gevolg van dit alles is dat exemplaren van tekeningen en bestekken thans soms bij Waterstaat, Eeredienst en in de kerkelijke archieven te vinden zijn. Met alle problemen voor systematisch onderzoek van dien.

De ontwerptekeningen werden over het algemeen aanvankelijk — het KB van 1824 eiste dit ook niet — nog maar zeer globaal ingediend — behalve dan bij grote kerken — en pas laten worden zij wat uitvoeriger. Voor zover het huidige

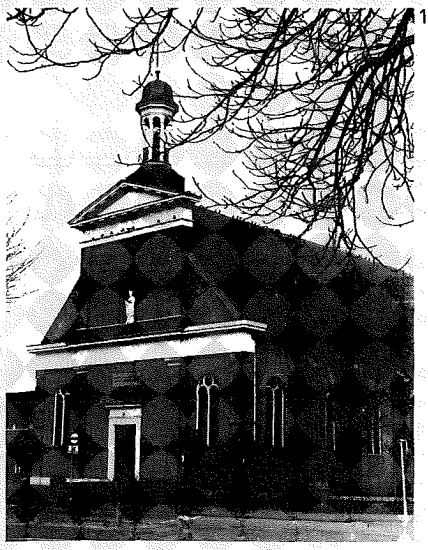
Afb. 14 — De Lutherse Lerk (1854-1855) te Den Helder, ontworpen door C.I. Bollee, opzichter van de Waterstaat, Thans als bedrijfspand in gebruik.

onderzoek het toestaat, kan men stellen dat er eigenlijk nooit iets gezegd wordt over een bepaalde stijl die het ontwerp zou moeten hebben. De ingediende ontwerpen voldeden blijkbaar aan de toen algemeen geldende normen en smaak. Eigenlijk wel logisch, want de ontwerpers waterstater of anderen — en die waren vaak ex-waterstater — hadden allen zeker tot het midden van de 19e eeuw de beschikking over dezelfde hand- en leerboeken.

Zoveel keus was er trouwens niet. Er verschijnt in 1833 na veel moeite onder de auspiciën van de Maatschappij tot Nut van 't Algemeen een "Handleiding voor de burgerlijke bouwkunde" van de hand van de waterstaats opzichter Leendert van Heusden, bedoeld "voor de handwerksman die verder dan tot gewoon knecht wens op te klimmen". Hierin wordt een korte beschrijving gegeven van de belangrijkste kenmerken van de bestaande vijf classicistische bouworden: de "Toskaanse, Dorische, Ionische, Romeinsche en Corintische". Verder zegt hij over de "Gotische orde" dat deze "niet zo gewoon is". Jhr. C.M. Storm van 's Gravenzande zegt nog in de derde druk van zijn "Handleiding der Burgerlijke en Militaire Bouwkunde, voor de Kadetten der Genie" uit 1863 over "de Gotische of spitsboogsstijl" dat "gebrek aan natuurlijke bouwsteen maakt de toepassing van den spitsboogsstijl" hier te lande, moeilijk en kostbaar". Maar ook dat "Hier en daar ook geheel nieuwe publieke gebouwen in den Spitsboogsstijl zijn daar gesteld, somtijds fraai en doeltreffend . . .".
Verder gaat hij weer uitvoerig op de bestaande classicistische bouworden in. Ook verwijst hij naar binnen- en buitenlandse voorbeeldboeken. Evenals W.C.

15

16

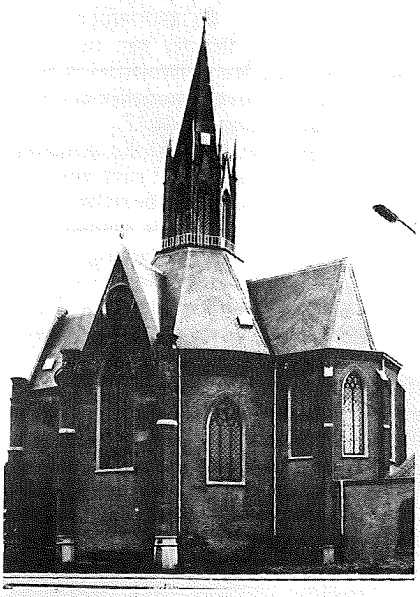


Afb. 15 — De Nederlands Hervormde Kerk (1838-1839) te Den Helder (Nieuwe Diep), ontworpen door J. Borst, opzichter van de Waterstaat.

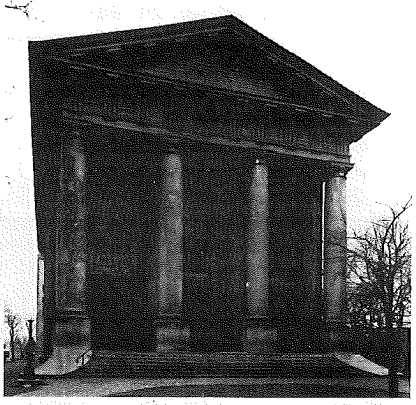
Afb. 16 — De St. Lambertuskerk (1842) te Nistelrode, ontworpen (?) door N. Kraft, opzichter van de Waterstaat en vervolgens stadsbouwmeester te Maastricht (1843-1849).

Brade's handboek voor architecten: "Het theoretische en Practische Bouwkundig Handboek" ('s-Gravenhage 1827-1834) dit zeer uitgebreid doet. Ook I.D. Pasteur houdt zich in zijn in 1825 voor het eerst verschenen "Handboek voor de officieren van het Korps Ingenieurs" uitsluitend bij de classicistische "Sierlijke" bouwkunde.
En dit waren de belangrijkste leerboeken uit die tijd. Is het dan zo verwonderlijk dat de geschoolde bouwkundigen classicistisch ontwierpen?
Kritiek van de ingenieurs op de voorstellen van de kerkbestuurders was er wel, maar dan zoals gezegd meestal over de kosten en vaak werd er geschrapt. De ontwerper kon dan wel klagen dat "alles wat eenig aanzien kon geven in het ontwerp was weggelaten", maar het woord van de ingenieur was wet. Zijn advies werd eigenlijk altijd gevolgd.

17



18



Afb. 17 — De Nederlands Hervormde Kerk (1847-1848) te Helmond, ontworpen door A. van Veggel. Een vroeg neo-gotisch gebouw, bedoeld als opvolger van de oude door brand verwoeste kerk.

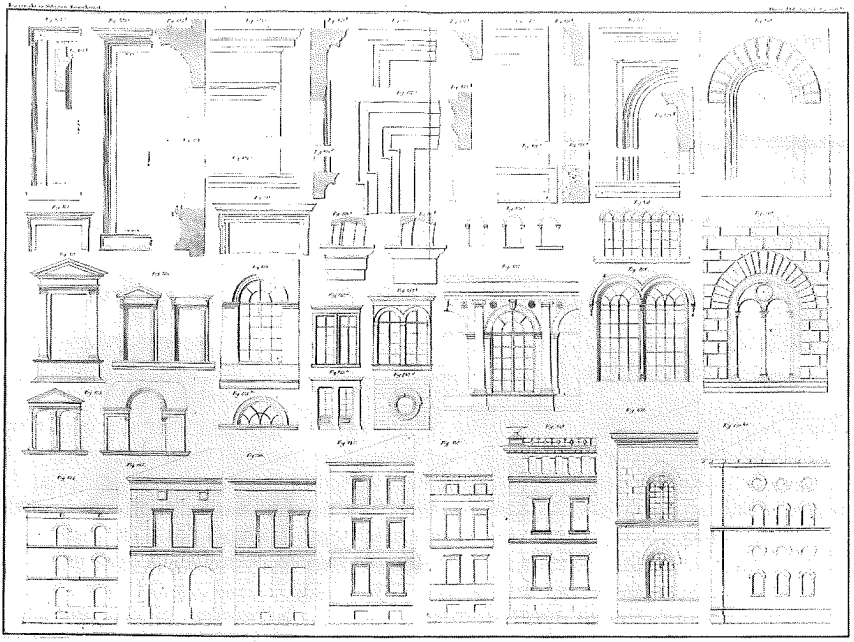
Afb. 18 — De Nieuwe Kerk (1845-1848) te Zierikzee in 1921. Uitgevoerd door de opzichter van de Waterstaat J. Bourdrez op aanwijzingen van de Hoofdingenieur van de Waterstaat in Zeeland A. Caland naar een plan van de Middelburgse stadsbouwmeester G.H. Grauss op grond van een eerder plan van de Bredase architect P. Huyser. Het is uiteindelijk een van de mooiste voorbeelden van een in streng classicistische stijl gebouwde kerk geworden.
De zuilengalerij aan de voorzijde, aanwezig in het plan van Huyser en door Grauss geschrapt, bleef toch gehandhaafd op nadrukkelijke wens van Caland daar het gebouw anders "van het enigen schoon . . . zou worden beroofd". De kerk is onlangs op schitterende wijze gerestaureerd.

De aanbesteding geschiedde in het openbaar in aanwezigheid van de ingenieur, zeker wanneer er subsidie gegeven was en dit was zeker in de eerste helft van de 19de eeuw, dikwijls het geval. Het ging bij inschrijving en opbod. Na de opening van de inschrijfbriefjes begon men een flink stuk lager en verhoogde dan met *f* 50,– of *f* 100,– per keer. Een bezwaar was wel voor de overheid dat de aannemers het soms onderling al op een accoordje hadden gegooid. Klachten over "samenspanning tussen de aannemers" zijn legio.

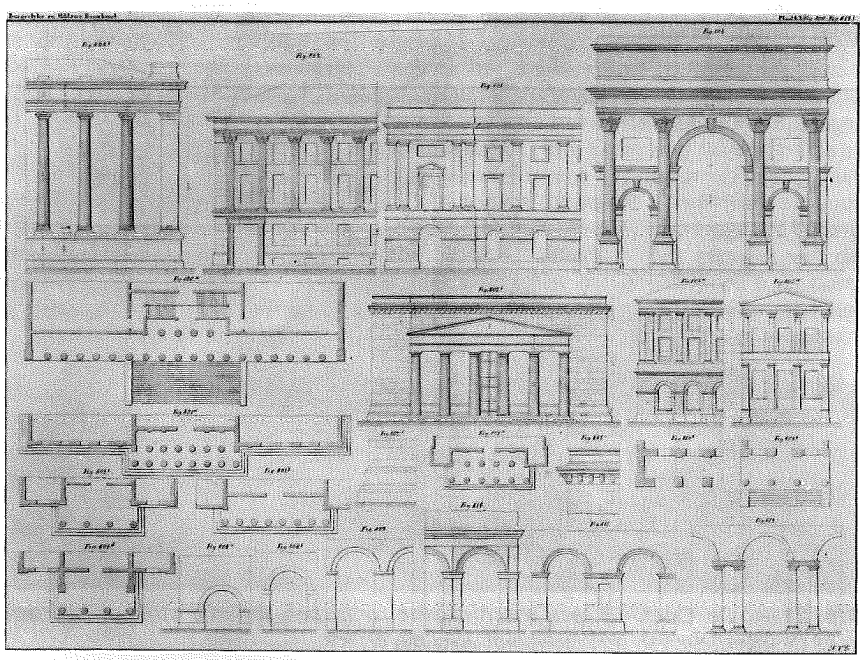
Tijdens de bouw inspecteerden waterstaatsambtenaren de voortgang regelmatig, met name wanneer er weer een gedeelte moest worden opgeleverd en betaald. Die aannemers waren volgens de besteksvoorwaarden wel met handen en voeten gebonden aan de bouwdirectie. Er was een tegemoetkoming mogelijk wanneer er iets geheel buiten zijn schuld geschiedde, maar dit was uitsluitend ter beoordeling van de directie. De kosten van het zegel, de leges, de registratiegelden en de advertentie- en bestekskosten waren overigens ook voor de aannemer. Deze mocht zich bovendien alleen met toestemming van de directie van het werk begeven, mits hij twee of drie onderbazen daar achterliet. Verantwoordelijk bleef hij te allen tijde. De bestekken waren wel zoals gezegd zoveel mogelijk uniform van indeling en redactie volgens een waterstaatsaanschrijving uit 1817.
Na de grondwetswijziging van 1848 was er eigenlijk geen koninklijke goedkeuring meer nodig voor kerkebouw maar in de praktijk verandert er niet veel. Pas met een nieuw KB van 24 oktober 1868 houdt het rechtstreekse toezicht van de Waterstaat op, behalve dat nog wel altijd bezien moet worden of de nieuwe kerk wel 200 ellen van een bestaand kerkgebouw afstaat – "in het belang van de openbare orde" – en bovendien 6 ellen van een grote doorgaande weg.
In 1869 komt er overigens toch weer een regeling van mogelijk onderzoek vooraf en toezicht tijdens het bouwen van een gesubsidieerde kerk of restauratie in verband met "de algemene veiligheid".
Op 22 december 1876 komt dan definitief een einde aan alle waterstaatsbemoeienis met kerkebouw daar subsidieaanvragen aan de bouwkundigen van Financiën moeten worden gericht.

Een heet hangijzer gedurende die periode van waterstaatsbemoeienis was de kwestie van een extra vergoeding voor de waterstaatsingenieur. Moest hij een geldelijke vergoeding krijgen van de aanvragers of niet? In principe kon de waterstaatsdienst immers alleen maar werkzaam zijn "Ten algemene nutte" en niet ten nutte van particulieren. Dit kon alleen met machtiging van de minister. Het werk dat voortvloeide uit de waterstaatsbemoeienissen met de kerkebouw was duidelijk niet het gewone waterstaatswerk. Maar het was wel veel werk. Moest dit nu als "overwerk" apart gehonoreerd worden of niet? In 1839 kregen drie waterstaatsingenieurs gratificaties voor buitengewone werkzaamheden als gevolg van de bouw van katholieke kerken in Gelderland. De minister stelt daarbij wel dat voortaan dit soort gratificaties "steeds ten laste zijn van die gezindheid, te wier behoeve die gebouwen gesticht of hersteld worden".

Afb. 19 en 20 – Bladzijden uit de "Handleiding der Burgelijken en Militaire Bouwkunst . . ." van Jhr. C.M. Storm van 's Gravenzande, 3e druk, Breda 1863. Dit soort tekeningen van voorbeelden zijn typerend voor de bouwkunde leerboeken uit die tijd.



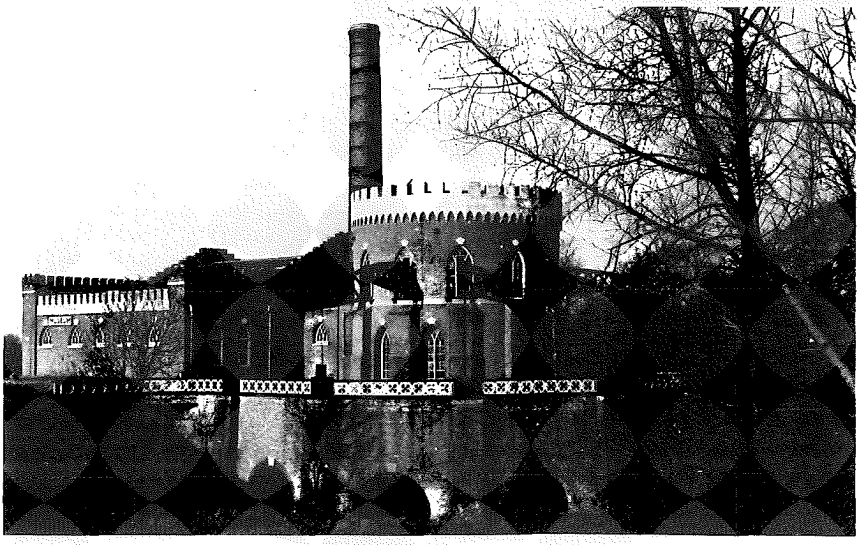
19



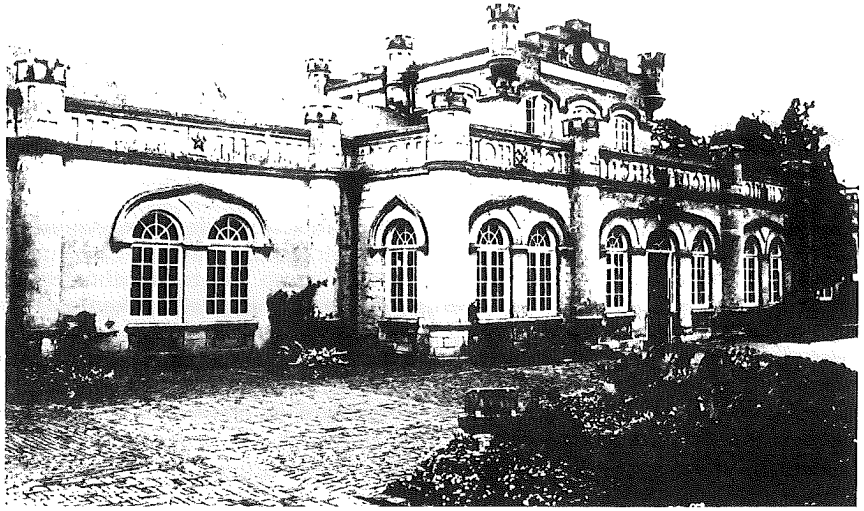
20

Een lange discussie vangt aan. De Eerediensten stellen dat bemoeienis altijd in rijksbelang is. Indien er subsidie werd gegeven, was het van algemeen belang dat de subsidie zo doelmatig mogelijk werd toegepast. Indien er geen subsidie werd gegeven, was er ook sprake van algemeen belang, immers: "onder de gewone bouwmeesters zijn er vele, welke niet berekend zijn om ontwerpen voor den bouw van kerken te vervaardigen . . .".
Verschillende compromissen worden uitgedokterd maar echt goed lopen doet het niet. Het is overigens wel opvallend dat in de gehele periode regelmatig circulaires bij de Waterstaat de deur uit gaan met de dwingende vermaning geen werk voor derden te verrichten zonder toestemming van de minister! Het vermoeden rijst dat met die "derden" soms wel eens de kerkelijke bestuurders bedoeld werden. Die toestemming is trouwens tot nu toe zelden in de archieven aangetroffen.

Kan men nu eigenlijk wel spreken van Waterstaatsstijl? Slechts een kleine minderheid van al de kerken die tussen 1824 en 1868 gebouwd zijn, blijkt bij nauwkeurig onderzoek zoals bijvoorbeeld in Noord-Holland geschied is, werkelijk door waterstaatsambtenaren te zijn ontworpen. In Noord-Holland was dat een kleine 20%. Voorschriften voor een bepaalde stijl of afkeuring van een voorstel op grond van de stijl zijn nergens aangetroffen. Een oppervlakkig onderzoek leverde bijkans geen eigentijdse opmerkingen en kritiek op bij bijvoorbeeld de ingebruikneming van een nieuw gebouw. Men bouwde kennelijk dus zoals men dat toen "een smaakvolle, maar tevens deftige bouwtrant" vond.
De waterstaatsambtenaren controleerden en stelden ontwerpen bij om financiële en of technische reden. Ook sprongen ze soms daar te hulp wanneer de kerkelijke bestuurders geen goede bouwmeesters konden vinden of de plannen onuitvoerbaar bleken.



Afb. 21 – De Cruquius, een machinegebouw in neo-gotische stijl, ontworpen door de ingenieur van de Waterstaat J.A. Beyerinck.



Afb. 22 — Het neo-gotische station te Valkenburg (L) uit 1853. Thans een beschermd monument. Oorspronkelijk door de Aken-Maastrichtse Spoorweg Mij gebouwd, de ontwerper is onbekend.

Dit alles wijst erop dat er geen "eigen" Waterstaatsstijl bestaat, maar wel dat men de kerken gebouwd (in ieder geval) in de periode van 1824-1868 kan aanduiden als Waterstaatskerken, wegens de uitgeoefende controle, doch niet als stijlaanduiding van de bouwtrant, die over het algemeen tot zo 1850, neo-classicistisch was, zoals ook bij niet-kerkebouw het geval was.
Het gemaal de Cruquius, gebouwd in een stijl die het beste kan worden aangeduid als vroege neo-gotiek valt dus geheel buiten het kader van de Waterstaatskerken en hun stijl. Het is wel een fraai voorbeeld van het opkomen van de met name uit Engeland afkomstige industriële bedrijfsgebouwen—bouwtrant: monumenteel door toevoegingen die niet direct functioneel zijn, maar wel het belang van het gebouw benadrukken. Waarom ir. J.A. Beyerinck het gebouw van de Cruquius zo ontwierp is niet precies bekend. Dat hier neo-gotiek werd toegepast, hangt overigens waarschijnlijk wel samen met de Engelse technische origine van de plannen en het feit dat Koning Willem II een groot aanhanger van deze in Engeland toen zeer populaire bouwtrant was. Bovendien was deze stijl nieuw en modern en nieuw was ook de Cruquius voor Nederland: het gemaal — en zijn broers — luidde zelfs een geheel nieuw tijdperk in!

VERSCHENEN:

Oosterhoff, J., Arends, G.J., Van Eldik, C.H., en Nieuwmeijer, G.G.
Bouwtechniek in Nederland 1
Constructies van ijzer en beton – Gebouwen 1800-1940. Overzicht en typologie.
1988, DUP, Delft
350 p, 825 afb. ISBN 90-6275-459-7
f 75,––.

Nog tot in de eerste decennia van de 19de eeuw stond de bouwtechniek in Nederland in het teken van de ambachtelijke traditie. Door een toenemende industriële bedrijvigheid kwam hierin verandering en ontstond behoefte aan nieuwe typen gebouwen, zoals bedrijfsgebouwen, markthallen, kantoren en spoorwegstations met treinhallen.
Niet alleen waren deze gebouwen groter en complexer dan voorheen, maar ook werden er andere eisen aan gesteld. Het antwoord daarop kon slechts worden gegeven door nieuwe constructievormen, uitgevoerd in nieuwe materialen. Eén daarvan was het ijzer en vanaf omstreeks 1890 ook het gewapend beton. Zij brachten nieuwe bouwwijzen met zich mee, die een grote invloed op de architectuur hebben gehad.

Constructies van ijzer en beton is het eerste deel van een serie over de bouwtechniek in Nederland en behandelt het bouwen met ijzer en beton in de periode tussen 1800 en 1940. Na een inleidend gedeelte over de historische ontwikkeling in eigen land en in de omringende landen wordt een systematisch overzicht gegeven van draagconstructies van gebouwen die in beide materialen zijn uitgevoerd. Ook wordt de bereiding en de vervaardiging van ijzer en beton belicht en worden vaktermen verklaard. Vele Nederlandse voorbeelden illustreren het geheel.

Het boek is van belang voor al diegenen die zich interesseren voor of bezighouden met de bouwkunst van de 19de en 20ste eeuw; immers de verschijningsvormen hiervan werden voor een belangrijk deel bepaald door de toen beschikbare bouwtechniek. Bij bescherming, behoud, restauratie, renovatie en beheer van de jongere bouwkunst is kennis van de bouwtechniek onontbeerlijk. Daarbij is het boek zo geschreven dat het zowel voor bouwkundigen als voor niet-bouwkundigen begrijpelijk is.

De auteurs, allen civiel-ingenieurs, zijn verbonden aan de Faculteit der Bouwkunde van de Technische Universiteit Delft.

MUSEUMZEGELS

Voor de leden van Histechnica zijn bij de gastheer/gastvrouw van het TTC weer tegen korting de museumzegels voor 1989 te koop à *f* 20,– (normale prijs *f* 30,–).
Voor meer inlichtingen kunt u terecht bij mw. T.M. van Linge-Scholten (secretaresse TTC), tel. 015-784808.

TTC-TENTOONSTELLINGEN

- **Strijd tegen het Water,** van 14 januari tot en met 2 april 1989.
  Tentoonstelling over de geschiedenis van Nederland tegen het water vanaf de eerste bedijkingen tot de invoering van de stoommachine. Voor de tentoonstelling is uitsluitend gebruik gemaakt van de rijke schat aan boekwerken uit het Tresor van de Centrale Bibliotheek van de Technische Universiteit Delft. Met reprodukties daaruit en de boeken zelf wordt het verhaal verteld van de grote overstromingen in het verleden en de maatregelen daartegen aan de kust en langs de rivieren. Ook de zeeafsluitingen, inpolderingen, drooggleggingen en de waterbeheersing in zijn algemeenheid komen uitgebreid aan bod.

- **Van Landmeten naar Geo-informatie,** tot en met 8 januari 1989.
  Een tentoonstelling van de Meetkundige Dienst van Rijkswaterstaat.

- **Holografie,** permanent.

In voorbereiding:

- **Russische Ruimtevaart,** van 8 april tot en met 2 juli 1989.

Ondergetekende:
Naam: .....

Straat: .....

Postcode en Woonplaats: .....

geeft zich op als lid van de vereniging "Vrienden van de Cruquius" als

* gewoon lid	(vanaf *f* 25,– per jaar)
* jeugdlid	(vanaf *f* 10,– per jaar)
* beschermend lid	(vanaf *f* 100,– per jaar).

* doorhalen wat niet van toepassing is

Datum: .....

Handtekening:

ZENDEN AAN HET SECRETARIAAT:
NIEUWEWEG 70, 2130 AG HOOFDDORP

Verenigingen en organisaties die momenteel op technisch historisch gebied actief zijn:

TECHNISCH TENTOONSTELLINGSCENTRUM (TTC)
Een dienst van de Technische Universiteit te Delft, die zich onder meer bezighoudt met het organiseren van educatieve tentoonstellingen om inzicht te geven in recente en historische technische ontwikkelingen en hun maatschappelijke gevolgen.
Adres expositiezaal: Kanaalweg 4, 2628 EB Delft
Adres kantoor: Rotterdamseweg 139a, 2628 AL Delft.

HISTECHNICA
Vereniging van Vrienden van het Technisch Tentoonstellingscentrum TTC.
Deze vereniging, die in 1974 werd opgericht, stelt zich ten doel de belangstelling te bevorderen voor de ontwikkeling van de techniek in het verleden, heden en toekomst en zijn maatschappelijke gevolgen.
Adres secretariaat: ir. J. van Elk, Populierendreef 16, 3137 CW Vlaardingen.

AFDELING VOOR DE GESCHIEDENIS DER TECHNIEK VAN HET KONINKLIJK INSTITUUT VAN INGENIEURS (KIvI)
Deze afdeling stelt zich ten doel de belangstelling voor de geschiedenis van de techniek te bevorderen door het organiseren van voordrachten, excursies en symposia.
Adres secretariaat: Ir. J. Deiman, p/a Universiteitsmuseum Utrecht, Postbus 13021, 3507 LA Utrecht.

STICHTING TECHNISCH-HISTORISCHE VERZAMELINGEN (STHV)
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 b.v. exposities) te komen.
Adres secretariaat: Alphons Ariënstraat 15, 2037 VJ Haarlem.

SECTIE TECHNISCHE MUSEA VAN DE NEDERLANDSE MUSEUMVERENIGING (STM)
Samenwerkingsverband van technische musea in het kader van de Nederlandse Museumvereniging.
Adres secretariaat: W.J. van Kuilenburg, p/a Het Nederlands Postmuseum, Zeestraat 82, 2518 AD Den Haag.

Redactieadres: Wolfertstraat 32, 2722 AG Zoetermeer, tel. 079-410222.