Tsch. Gesch. Gnk. Natuurw. Wisk. Techn., 3 (1980) 3

K. van Berkel

ENIGE OPMERKINGEN OVER DE AARD VAN DE TECHNISCHE INNOVATIE IN DE REPUBLIEK ROND 1600*

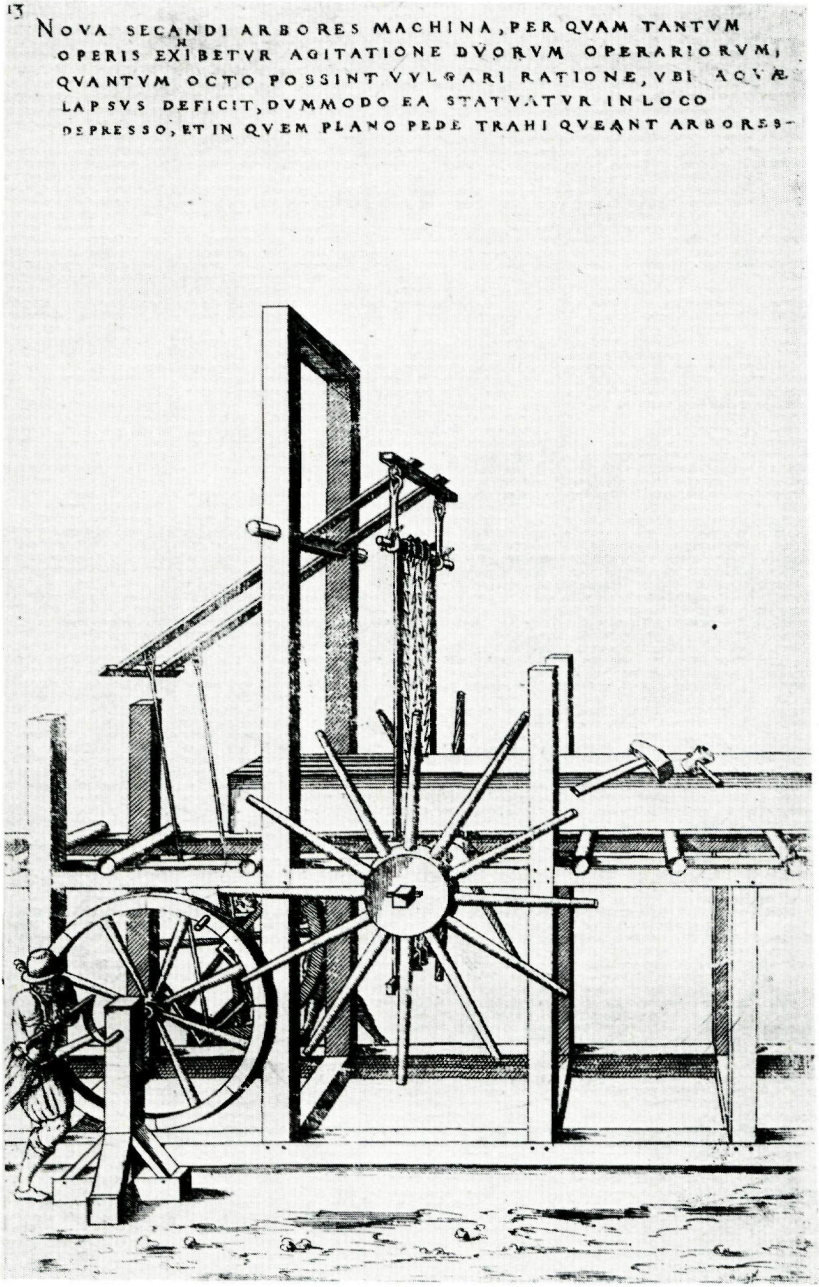
1. *Inleiding*

De geschiedenis van de Nederlandse techniek in het tijdvak waarin de Republiek haar grootste commerciële en industriële bloei beleefde, tussen 1580 en 1650, is nog altijd een nauwelijks ontgonnen terrein. Er zijn wel belangrijke bronnenuitgaven, zoals Doormans uitgave van de octrooien uit de 16e tot en met de 18e eeuw, en er zijn over bijzondere onderwerpen wel belangwekkende monografieën verschenen, zoals over de scheepsbouw, maar een systematische behandeling van het terrein ontbreekt nog geheel.[1] Dit is niet alleen betreurenswaardig vanuit het standpunt van de economisch historicus, die geinteresseerd is in de vraag in hoeverre de technische vooruitgang heeft bijgedragen tot de economische expansie van de Republiek, maar ook vanuit het standpunt van de wetenschapshistoricus, die in de vroeg-moderne Nederlandse wetenschapsgeschiedenis wel voortdurend stuit op de inbreng van de techniek, maar nergens een algemene samenvatting of analyse van deze techniek kan vinden.

Men kan zich natuurlijk afvragen of het wel zo nodig is om te komen tot een algemeen overzicht en of het niet voldoende is dat de verschillende deelgebieden door studies van kwaliteit bestreken worden, opdat de wetenschapshistoricus daar te rade kan gaan om te weten te komen in hoeverre een bepaald onderwerp uit de natuurwetenschappen iets ontleend heeft aan de techniek. Hoewel zulke studies zeker nuttig zouden zijn, zouden ze met elkaar toch niet voldoende zijn. De techniek heeft voor de natuurwetenschapppelijke onderzoekers van de 16e en 17e eeuw niet alleen betekenis gehad als bron van kennis op bepaalde gebieden (de molenbouw voor de mechanica); ook als ideologie, als voorbeeld van ware en op de juiste wijze verkregen kennis van de natuur heeft de techniek een niet altijd even duidelijke, maar toch niet te ontkennen invloed gehad. Algemeen bekend is het advies van 16e eeuwse Franse wiskundige en onderwijshervormer Petrus

*Sterk uitgebreide en omgewerkte versie van een deel van een voordracht gehouden op het symposium 'Evolutie van het denken', Universitaire Instelling Antwerpen, 29 april 1980.

1. G. Doorman, *Octrooien voor uitvindingen in de Nederlanden uit de 16e - 18e eeuw.* ('s Gravenhage, 1940); Dez., *Techniek en octrooiwezen in hun aanvang* ('s Gravenhage, 1953); R.W. Unger, *Dutch shipbuilding before 1800* (Assen, 1978).



Houtzaaginstallatie volgens ontwerp van P. Besson. Uit: P. Besson, Theatrum instrumentorum et machinorum (Lyon 1578), plaat 13. Foto: UB Utrecht

Ramus aan hen die de natuur wilden bestuderen. Hij raadde hen aan niet alleen of hoofdzakelijk de klassieke schrijvers te raadplegen, maar ook de werkplaatsen van de handwerkslieden te bezoeken en daar gade te slaan hoe de natuur zich onder hun handen gedroeg.[2] Voorts wordt door verschillende auteurs de opvatting gehuldigd dat de triomf van het mechanistisch wereldbeeld veel te danken heeft aan het doordringen van de terminologie en de onderzoekspraktijk van handwerkslieden en ingenieurs in de wereld van de officiële natuurwetenschap. Paolo Rossi heeft de stelling verdedigd dat het kennisideaal van de moderne natuurwetenschap in de eerste plaats een aan de techniek ontleend, een technisch kennisideaal is, waarin bijvoorbeeld het actief ingrijpen in de natuur met behulp van instrumenten en experimenten de plaats heeft ingenomen van de contemplatie van een intact gelaten natuur. Voor hem had Zilsel al beweerd dat het idee van wetenschappelijke vooruitgang, zoals ondermeer door het baconianisme verwoord, duidelijk geinspireerd is door de wijze waarop men in de techniek vooruitgang tot stand bracht, namelijk geleidelijk, door samenwerking en op basis van een zeer uitgebreide kennis van zaken.[3]

In deze standpunten schuilt veel dat juist is en niet weerlegd kan worden. Er was, zoals ten onzent regelmatig door Dijksterhuis uiteen is gezet, tijdens de Renaissance een groep natuuronderzoekers die zich tot taak stelde de kennis die mensen in de praktijk van het handwerk hadden verworven zo te verwerken dat deze door universitaire geleerden en academisch gevormde onderzoekers, die zich doorgaans verre hielden van het handwerk, opgenomen kon worden. Zij hadden de overtuiging dat dit contact tussen handwerkslieden en geleerden niet alleen de wetenschap ten goede kon komen, maar ook het handwerk zelf, omdat door de beter geinformeerde geleerden ook een bijdrage geleverd zou kunnen worden aan de oplossing van praktische of technische problemen.[4] In de Nederlanden is Simon Stevin het grote voorbeeld, in Engeland kan gewezen worden op William Gilbert, die de kennis van zeelieden en kompasmakers over magnetische verschijnselen in zijn *De Magnete* zo omwerkte dat andere geleerden er hun voordeel mee konden doen en in zoverre zijn geschrift Kepler heeft geinspireerd om een hemeldynamica (de zon als grote magneet die al draaiende door zijn magnetische kracht de planeten meesleurt) te ontwikkelen is daarmee een rechtsstreekse verbinding gelegd tussen de empirische kennis van handwerkslieden en de mechanisering van het wereldbeeld.[5]

Tot die groep van bemiddelaars tussen handwerkslieden en geleerden

2. R. Hooykaas, *Humanisme, science et Réforme. Pierre de la Ramée (1515 - 1572)* (Leiden, 1958), 91 -96; Dez., *Geschiedenis der natuurwetenschappen* (Utrecht, 1971), 98.

3. P. Rossi, *Philosophy, technology and the arts in the early modern era.* (New York, 1970); E. Zilsel, *Die sozialen Ursprünge der neuzeitlichen Wissenschaft* (Frankfurt, 1976).

4. E.J. Dijksterhuis, *De mechanisering van het wereldbeeld* (Amsterdam, 1950) 266-267.

5. *Ibid.*, 345-346, 362-363, 432-436.

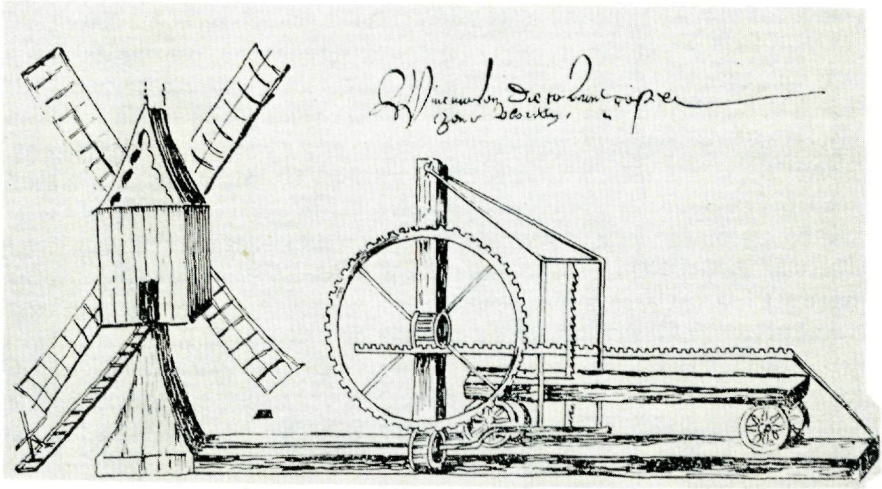
behoorden echter ook personen die minder goed thuis waren in de wereld van de praktijk en in hun geschriften daar vaak een vertekend beeld van hebben gegeven. Meer dan bemiddelaars zijn zij propagandisten geweest van een beeld van de techniek dat niet altijd samenviel met de realiteit. Tot die groep behoorde in de Republiek Petrus Plancius, de dominee die zeevaartkunde doceerde, in Frankrijk behoorde de al genoemde Ramus tot die groep en de bekendste vertegenwoordiger is wel de Engelse edelman Francis Bacon. Het komt mij voor dat met name de geschriften van Rossi en Zilsel te veel steunen op het beeld van de techniek dat door mensen als Bacon is verspreid en dat zij zich te weinig hebben bezonnen op de vraag of Bacons verheerlijking van het technisch kunnen wel gebaseerd was op een realistische beoordeling van de techniek in zijn tijd. Bovendien hebben zij zich nauwelijks afgevraagd hoe de verhouding tussen wetenschap en techniek lag in een land dat in het begin van de 17e eeuw in economisch opzicht Engeland duidelijk de meerdere was en in wetenschappelijk opzicht bij Engeland zeker niet ten achter stond, de Republiek der Zeven Verenigde Nederlanden. Door juist enkele uitgewerkte voorbeelden te behandelen van technische vernieuwing in de Republiek rond 1600 hoop ik aannemelijk te maken dat men zeer voorzichtig moet zijn in het overnemen van meningen die door propagandisten van de techniek in die tijd over de techniek ten beste zijn gegeven.

De twee voorbeelden die ik zal behandelen zijn niet willekeurig gekozen. Als de scheepvaart in de Republiek de meest dynamische sector van de economie is geweest en als deze heeft kunnen floreren door de aanwezigheid van een eigen, technisch hoogstaande scheepsbouwtechniek en de beschikbaarheid van goedkoop bouwmateriaal, dan zijn ongetwijfeld de ontwikkeling van een nieuw scheepstype, de fluit, en de introduktie van de door windkracht aangedreven houtzaagmolen de twee meest essentiële technische vernieuwingen geweest in de Republiek rond 1600. We zullen daarom deze beide vernieuwingen onder de loep nemen en ze voor zover de literatuur dit toelaat, vergelijken met technische innovaties op een ander terrein, dat van de textielnijverheid.

2. *De houtzaagmolen van Cornelis Cornelisz. van Uitgeest*

Het mechanisme dat in de Republiek wel de meeste inventiviteit naar zich toe trok was ongetwijfeld de molen. In Doormans opgave van octrooien komen zeer veel aanvragen voor die op wind- en rosmolens betrekking hebben. De in economisch opzicht meest revolutionaire vinding op dit gebied was de door windkracht aangedreven houtzaagmolen waarvoor Cornelis Cornelisz. van Uitgeest in 1593 octrooi van de Staten Generaal kreeg en waarvan in 1594 het eerste exemplaar gebouwd werd.[6]

6. Doorman, *Octrooien*, 44-46; Dez., *Techniek en octrooiwezen*, 23; Dez., "Cornelis



Houtzaagmolen van Cornelis Cornelisz. van Uitgeest, naar zijn octrooi aanvraag uit 1593. Foto: UB Utrecht

Het idee om hout niet met de hand, maar machinaal te zagen was op zich zelf niet nieuw. In een plaatwerk van Pierre Besson uit 1578 komt al een houtzaaginstallatie voor die sterk doet denken aan de latere molen van Cornelisz., die Bessons werk echter niet gekend zal hebben omdat hij geheel buiten de wereld der geleerden stond.[7] Het nieuwe van de molen van Cornelisz. was dat hij de aandrijving van de molen in windkracht zocht en dat hij voor de overbrenging van de rondgaande beweging van de wieken op de op- en neer gaande beweging van de zaagblaaden een geschikte constructieve oplossing bedacht. Hij verkreeg in 1597 nog apart octrooi voor de door hem voor dat doel ontworpen "krukken" ("creckwerck"), die hij toen ook in andere molens wilde gaan toepassen. Een verbetering was zijn houtzaaginstallatie nog in die zin dat er een manier was gevonden om tijdens het zagen het hout steeds in de richting van de zagen op te laten schuiven. Soeteboom, de oudste verhalende bron over de houtzaagmolen, schreef dat "de sleed" wiert voorgewonden met eenige yseren raderen, schier gelijck een uurwerck; de lijn die't voortwon ging om de as".[8]
Over Cornelisz. zijn weinig gegevens bekend.[9] Zijn geboortejaar is onbe-

Cornelisz. van Uitgeest en de Hollandse uitvindingen op het einde van de 16e eeuw", *Gedenknummer Octrooiwet 1912-1952* ('s Gravenhagge, 1952), 92-100; S. Hart, "Cornelis Cornelisz. van Uitgeest en de oudste industriewindmolens in de Zaanstreek", *Zaende* 4 (1949), 193-213.

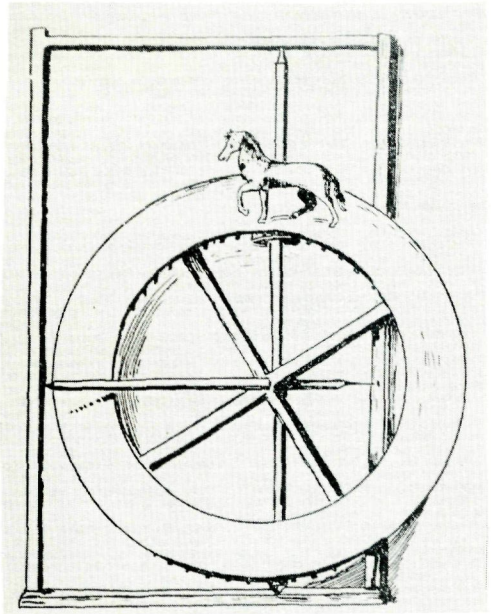
7. Doorman, *Octrooien*, 45; J. Besson, *Theatrum instrumentorum et machinarum* (Lyon, 1578), plaat 13.
8. H. Soeteboom, *Vijf boeken van de Saenlandsche arcadia* (Amsterdam, 1658), 647.
9. Hart, "Cornelisz". 207-209.

kend, van zijn sterfjaar weten we alleen dat dat gelegen moet hebben tussen 1602 en 1607. Afgaande op zijn naam mogen we aannemen dat hij afkomstig was uit Uitgeest. Daar schijnt hij als boerenzoon geboren te zijn. Zelf noemde hij zich in zijn octrooi-aanvragen een "schamell huysman", wat zoveel als boer betekent, en Leeghwater, die hem persoonlijk gekend heeft, noemt hem ook "een boer van Uitgeest". Dat Cornelisz. als boerenzoon toch tussen de molens terecht is gekomen wordt begrijpelijk als men weet dat hij getrouwd was met de dochter van een molenaar uit Uitgeest, Pieter Dircksz, molenaar op de korenmolen 'Op Assem'. Bij zijn schoonvader leerde Cornelisz. de molentechniek kennen en in de molen van zijn schoonvader is hij zich misschien ook met de verbetering van molens gaan bezig houden. Later zou hij met zijn zwager Dirck Pietersz. de door hem verkregen octrooien gaan exploiteren. Samen zetten zij een bloeiende onderneming op die gedurende een aantal jaren het alleenrecht had op de bouw van molens volgens het ontwerp van Cornelisz. De laatste leverde daarbij de inventiviteit, zijn zwager het benodigde kapitaal. Opmerkelijk is dat zij soms hun molens op een vlot bouwden. De verklaring voor deze merkwaardige bouwwijze, die de exploitatieresultaten niet verhoogde, is gelegen in het feit dat zodoende geen land gekocht of gehuurd hoefde te worden om daar de molen op te zetten en in het feit dat op deze wijze de molen gemakkelijk vervoerd kon worden naar de plaats van bestemming.[10] Ook hieruit blijkt dat Cornelisz. geen molenaar was, maar molenmaker en molenhandelaar.

Van Cornelisz. zijn verschillende octrooien bekend en één daarvan geeft ons een aardig inzicht in de aard van zijn inventief vermogen. Het is een octrooi voor een rosmolen uit 1599 en op de bijgevoegde tekening is een horizontale, draaibaar opgestelde schijf te zien, waarover een los paard loopt, waarbij het bedoeling was dat door het afzetten van het lopende paard de schijf in beweging zou komen. Het valt licht in te zien dat dit niet zal gebeuren en dat het paard rustig over de schijf in het rond zal lopen. Anders zou dat zijn als het paard vastgezet of de schijf schuin opgesteld zou zijn. Dat Cornelisz. toch de moeite nam voor deze 'vinding' samen met ene Cornelis Pieters uit Nieuwe Nierop octrooi aan te vragen toont hoe gebrekkig zijn inzicht was in grondprincipes van de mechanica.[11] Men zou natuurlijk van een 'ongeletterde' als Cornelisz. in de 16e eeuw niet kunnen verwachten dat hij dergelijke principes had kunnen formuleren, maar door dit voorbeeld wordt wel aangetoond dat men niet kan volhouden dat handwerkslieden die principes wel impliciet hebben kunnen toepassen in hun constructieve arbeid.

Ook uit de tekeningen die Cornelisz. bij andere octrooiaanvragen voegde kan worden afgeleid dat ruimtelijk inzicht, iets wat men bij een technicus

10. Ibid., 206-207.
11. Doorman, "Cornelisz.", 92-93.



Ontwerp voor horizontale rosmolen van Cornelis Cornelisz. van Uitgeest, naar zijn octrooi aanvraag uit 1599. Foto: UB Utrecht

toch zou kunnen verwachten, niet zijn sterkste zijde was. Alle werktuigen worden in een plat vlak, a-perspectivisch, afgebeeld, zoals een bloem in een herbarium is plat gedrukt, of sterker nog, want soms zijn bepaalde elementen op onmogelijke wijze aan elkaar verbonden, zoals in de 'onmogelijke' etsen van Escher bouwwerken zijn 'geconstrueerd'.
Ondanks zijn gebrekkig inzicht was Cornelisz. in staat meerdere belangrijke vindingen op zijn naam te brengen. Naast de houtzaagmolen was bijvoorbeeld ook de installatie die hij ontwierp voor oliemolens een groot succes. Zijn vinding betrof daarbij vooral het interne mechanisme en niet de toepassing van windkracht. Al in 1566 waren in Friesland de eerste windoliemolens neergezet, in de Noordelijke Nederlanden de eerste industriemolens naast de water- en korenmolens. In noordelijk Holland werd de eerste windoliemolen opgericht in 1582 door een naar Alkmaar uitgeweken Vlaming Lieve Jansz. Andries van Moerbeke. De in de olieslagerij voor die tijd gebruikelijkse rosmolens bleven echter na de introduktie van de windmolen nog lange tijd een belangrijke rol spelen. Pas toen men de achtkantige bovenkruier als oliemolen ging gebruiken en vooral toen men in plaats van de stampers, die uit koolzaad lijnzaad wonnen, de door Cornelisz. ontwikkelde kollergang ging gebruiken, waarbij het zaad gekneusd werd door en of twee verticaal opgestelde, rondgaande molenstenen, kwam

de weg vrij voor een grootscheepse uitbreiding van het aantal windoliemolens. De werkelijke doorbraak van die molens kwam overigens pas na 1610, toen door de vele Noordhollandse droogmakerijen, die in de eerste jaren met koolzaad werden beplant, een grote aanvoer van koolzaad ontstond die de introduktie van de windoliemolen lonend maakte. Een aantal plaatsen in met name de Zaanstreek werd binnen korte tijd geheel beheerst door de oliemolen.[12]

De houtzaagmolen had ondertussen eigenlijk in nog sterkere mate voor een lokale industriële revolutie in de Zaanstreek gezorgd. De doorbraak van de industriemolen is begonnen, zo rond 1600, met de houtzaagmolen. Dat het de Zaanstreek was waar die industriële ontwikkeling plaatsvond, had verschillende oorzaken. Zo was er natuurlijk de geografische ligging van de Zaan, noord-zuid lopend in een open gebied met een overheersende westenwind, met daardoor de mogelijkheid veel molens dicht bij elkaar op te stellen. Verder waren er de voordelen die elk platteland boven een stad had: lagere lonen door een lagere levensstandaard, goedkopere grond en het ontbreken van beperkende gildenbepalingen die in een stad golden. De belangrijkste oorzaak dat juist de Zaanstreek van die voordelen kon profiteren was de nabijheid van Amsterdam. In Amsterdam was het gilde van handzagers, dat zich in zijn bestaan bedreigd voelde door de opkomst van de houtzaagmolen, sterk genoeg om te bereiken dat er binnen de stad lange tijd geen molens mochten worden opgericht, maar anderzijds was door de stadsuitbreiding en door de expanderende scheepvaart de behoefte aan gezaagd hout in Amsterdam zo groot dat men wel gedwongen was hout van de Zaanse zagers te betrekken, die dichtbij, aan goed vaarwater, en

12. A.M. van der Woude, *Het Noorderkwartier* (Wageningen, 1972), 496-497; A.J. Bernet Kempers, *Oliemolens* (Arnhem-Zutphen, 1976).
Dat Cornelisz. niet 'de' oliemolen heeft uitgevonden en dat de oliemolen pas een aantal jaren na zijn verbeteringen voor het eerst op grote schaal werd geintroduceerd maakt zijn bijdrage niet minder belangrijk. Te veel zijn we misschien geneigd de periode die verstrijkt tussen het lanceren van het grondidee (in dit geval de invoering van de windmolen in de olieslagerij) en de economische toepassing als een naspel te beschouwen. Dit is onjuist: "The fact is that the period which is looked at as encompassing the diffusion of an invention is usually much more than that: it is a period when critical inventive activity ('secondary inventions') and essential design modifications are still going on. Although we might be tempted to dismiss this later work as much less important than the initial technological breakthrough, there is no good *economic* reason for this attitude, for it is precisely this later work which first establishes commercial feasibility and therefore shapes the possibilities for diffusion. We need... a clearer appreciation of the continuum of inventive activity, running from the initial conceptualization (the 'Eureka! I have it!' stage) to establishment of technological feasibility (invention) to commercial feasibility (innovation) to subsequent diffusion". N. Rosenberg, "Factors affecting the diffusion of technology", *Explorations in economic history* 10 (1972), 3-34, ihb. 7-8.
De oliemolen van Cornelisz. is er een voorbeeld van hoe belangrijk 'secondary inventions' zijn.

zonder last van handzagersgilden tamelijk goedkoop konden leveren. Zo groeide de Zaanse houtzagerij door de nabijheid van de Amsterdamse houtmarkt en deze gaf de Zaanse zagers zo'n voorsprong dat geen enkele andere plaats zich met de Zaanstreek kon meten. In Amsterdam stond in 1630 zelfs nog geen enkele houtzaagmolen. Maar ook hier moesten de handzagers het op den duur afleggen tegen het machinale zagen. Aanvankelijk legden zij zich nog toe op het met een molen moeilijk te zagen hout (eikenhout, wagenschot), maar toen de molentechniek zo ver was voortgeschreden dat ook dat hout geen problemen meer opleverde, werden de handzagers ook uit dat specialisme verdreven.[13]

3. *Pieter Jansz. Liorne en de fluit*

Behalve in de Zaanstreek ontstond er in Holland ook nog een centrum van houtzagerij, zij het van bescheiden omvang, in Hoorn.[14] In die stad moeten we zijn voor de tweede hier te behandelen technische innovatie, de fluit.[15] De fluit was een koopvaardijschip dat gekenmerkt werd door een in verhouding tot de breedte uitzonderlijke lengte, door sterk ingehaalde boorden, door steile stevens en door een peervorming, volrond achterschip. Volgens de *Cronijk van Hoorn* van Dirk Velius werd zo'n schip voor het eerst gebouwd in 1595:

> " 't Is ook aenmerkens waerd, dat dit Jaer de Schepen die men Hoorensche Gaings oft fluyten noemt, voor d'eerste mael hier in onse stadt gebouwd werden, zijnde de selve viermaal soo lang als wijd en seer bequaem tot de Zeevaert, soo om de zeylagie aenden Wind, als om 't ondiep gaen en ook omdat sy veel mogen voeren; dies sy soo gesocht werden dat in acht jaren tijds meer als tachtig sulcke schepen hier tot Hoorn uytgereed werden, tot groot profijt van de Burgers.
> Maeckte die achterna noch veel langer, als tot vijf en sesmael soo langh als sy wyd waren: Zijnde Pieter Jansz. Lioorne de principaelste Handhaver en aenbinder van dese vernieuwinge; daer seer in 't eerste van de nabuyren op gesproken werd, als zijnde een sot en ongefondeert gebou, ja was hen soo vreemd dat ook verscheyden soo Meesters Timmerlieden als Schippers uyt te nabuyrsteden hier quamen expres om de selve schepen eens te sien, maer zijn achterna noch selfs gedwongen geweest dese proportie te volgen, of was gesien dat sy te met uyt het vaerwater geraeckt souden hebben".[16]

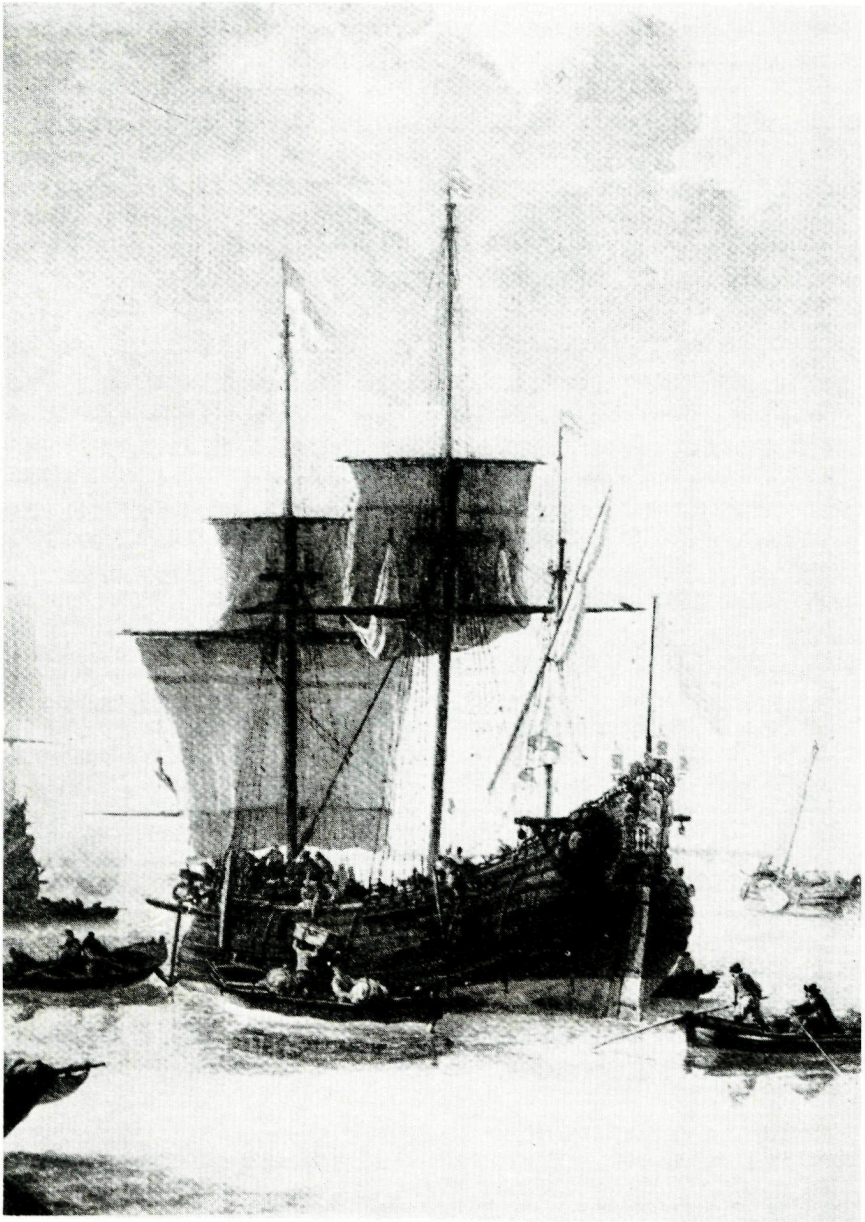
Velius maakt hier slechts melding van één der kenmerken van de fluit, de uitzonderlijke verhouding tussen lengte en breedte. Andere, even kenmerkende elementen, zoals de ingehaalde boorden, noemt hij niet met zoveel

13. Hart, "Cornelisz." 209-212; Van der Woude, *Noorderkwartier*, 315-324, 473-475; M.A. Verkade, *De opkomst van de Zaanstreek* (Utrecht, 1952), 167-247.

14. In 1630 telde Hoorn 11 houtzaagmolens, tegen de Zaanstreek 53. Van der Woude, *Noorderkwartier*, 462-465, 472.

15. J. van Beylen, *Schepen van de Nederlanden van de late middeleeuwen tot het einde van de 17e eeuw* (Amsterdam, 1970), 101-109; *Maritieme Geschiedenis der Nederlanden* (4 dln.; Bussum, 1976-1978), II, 27-29; Unger, *Shipbuilding*, 36-38.

16. D. Velius, *Chronijk van Hoorn* (4e ed.; Hoorn 1740).



Een fluit op de rede van Rotterdam. Detail van een schilderij van Reinier Zeeman.
Foto: UB Utrecht

woorden. Dat zou er op kunnen wijzen dat die elementen in bestaande scheepstypen al gebruikt werden en dat het nieuwe van Liorne's fluit gelegen was in de introductie van een andere verhouding.
Inderdaad zijn er voorlopers van de fluit bekend. Op een gravure van Pieter Brueghel de Oude uit 1564 komt een schip voor dat al de van de fluit bekende ingehaalde boorden en een volrond achterschip heeft.[17] Het schip vaart op de rede van Enkhuizen en voert de wapens van Amsterdam en Hoorn, zodat het alleszins waarschijnlijk is dat Liorne een dergelijk schip uit eigen ervaring heeft gekend. Het is ook niet onmogelijk dat het idee om schepen een verhoudingsgewijs grotere lengte te geven al eerder is toegepast. In het laatste kwart van de 16e eeuw wordt namelijk wel eens melding gemaakt van zgn. 'verlangers', verlengde schepen. Uit de reacties van Hoornse scheepsbouwers mogen we evenwel alfeiden dat dergelijke schepen niet algemeen bekend waren of slechts in zeer geringe mate verlengd waren. Van Liorne gaat het verhaal dat hij de verhoudingen voor de fluit ontleende aan de ark van Noach, die zes keer zo lang als breed was.[18] Dit is een aardige anecdote, maar alleen daarom al niet waarschijnlijk omdat Liorne niet in één keer tot 6 maal de breedte is gegaan. Meer prozaisch, maar wel meer waarschijnlijk is het dat zijn idee om tot verlenging te komen voortgesproten is uit zijn beroep. Liorne was namelijk geen scheepsbouwer of scheepstimmerman, maar koopman van professie.[19] Liorne, die in 1561 of 1562 in Hoorn was geboren als zoon van de doopsgezinde oudste Jan Willems, voerde koophandel op Italië. Daaraan ontleende hij ook zijn naam, want hij woonde in een huis met een uithangbord waarop de Italiaanse havenstad Livorno was afgebeeld. In Hoorn bekleedde Liorne tal van vooraanstaande functies. Tussen 1597 en 1611 was hij zesmaal schepen, in 1599 kreeg hij zitting in de vroedschap en in 1612 en 1613 werd hij Raad ter Admiraliteit te Hoorn. Ook was hij nog bewindhebber van de Hoornse Kamer van de V.O.C. Hoewel hij behoorde tot een richting onder de doopsgezinden die deelname aan de regering voor geloofsgenoten niet verbood, was Liorne in 1612 door de doop overgegaan tot de Gereformeerde Kerk. In 1614, 1615 en 1618 was Liorne nog burgemeester, maar in het laatste jaar werd hij na de staatsgreep van Maurits uit dat ambt ontheven. Hij had in de voorafgaande jaren de Remonstrantse partij begunstigd en bleef dat ook na zijn ontslag doen. Na 1618 hielden de Remonstranten in één van zijn pakhuizen regelmatig hun bijeenkomsten. Liorne is waarschijnlijk in 1620 overleden. Op scheepvaartkundig terrein heeft Liorne veel activiteiten ontplooid. Behalve als 'aenbinder' van de fluit heeft hij ook van zich laten horen als

17. Van Beylen, *Schepen*, 101; *Maritieme Geschiedenis* I. 125-126.

18. J.G. de Hoop de Scheffer, "Het geslacht Sleutel", *Doopsgezinde Bijdragen* N.S. 1 (1867), 51-90. ihb. 68.

19. J. Kuyper, "Pieter Jansz. Liorne en de Nederlandse scheepsbouw", *West-Friesland Oud en Nieuw* 24 (1957), 60-75.

scheepvaartdeskundige van de Staten van Holland en West-Friesland en de Admiraliteitscolleges.[20] Deze waren rond de eeuwwisseling bezig met de vervanging en de modernisering van de oorlogsvloot en daarbij werd herhaaldelijk het advies van Liorne ingewonnen. Tot zijn inspanningen ter bevordering van de scheepvaart behoorde verder nog de protectie die hij verleende aan de navigatie-instructeur Robbert Robbertsz. le Canu. Deze was in 1610 van Amsterdam, waar hij te veel mededinging van andere instructeurs ondervond, naar Hoorn verhuisd. Voor Le Canu, die evenals hijzelf van huis uit doopsgezind was geweest, maar later libertijn en remonstrantsgezind was geworden, liet Liorne een huisje bouwen waarin Le Canu de navigatiekunst kon onderwijzen en waarin hij ook een kleine nering als kruidenier kon drijven.[21]

Dat Liorne een in zeevaartkunde geinteresseerde en deskundige koopman was, maakt begrijpelijk dat bij de ontwikkeling van de fluit economische motieven voorop stonden. Door de toenemende scheepvaart was er een behoefte ontstaan aan een goed zeilend, licht bemand en toch volumineus schip. Bovendien moest dit schip de betrekkelijk smalle en ondiepe Noordnederlandse vaarwateren kunnen bezeilen. De meest voor de hand liggende oplossing was de drastische verlenging van een bestaand scheepstype en het buikiger maken van het schip door het inhalen van de boorden. Door de verlenging werd de laadruimte aanzienlijk vergroot zonder dat er ingrijpende constructieve veranderingen nodig waren. Alleen de verhoudingen veranderden ingrijpend. Door de langere romp werd ook een langere waterlijn verkregen, hetgeen de zeilwaardigheid van het schip zeer ten goede kwam. Door het smalle dek en de buikige romp kwam het zwaartepunt van het schip lager te liggen, zodat de stabiliteit groter werd en de bemanning kleiner gehouden kon worden. Een bijkomend voordeel was nog dat bij de Sonttollen, waarbij de laadruimte als basis voor de hoogte van de te betalen tol werd genomen en waarbij de laadruimte berekend werd op basis van de lengte en breedte van het dek, de fluit door de ingehaalde boorden zeer voordelig bemeten werd. Een laatste zeiltechnisch voordeel werd nog verkregen door de steile stevens, want daardoor werd niet alleen de laadruimte vergroot, maar ook het lateraalplan en dat had weer als voordeel dat het schip beter aan de wind kon zeilen, minder last van drift had en bij het laveren langere slagen kon maken.

Uit de mededeling van Velius kan men opmaken dat er aanvankelijk bij de scheepsbouwers nogal wat scepsis bestond tegenover de fluit. Dit wijst er op dat Liorne's fluit een breuk vormde in de geleidelijke evolutie van scheepstypes. In de 16e eeuw hadden de Nederlandse scheepsbouwers hun ambacht

20. J.E. Elias, *Vlootbouw in Nederland in de eerste helft der 17e eeuw 1596-1655* (Amsterdam, 1933), 15-25.

21. Kuyper, "Liorne", 72-74.

op hoog niveau weten te brengen door, uitgaande van bestaande scheepstypes, steeds kleine, partiële veranderingen aan te brengen, waarvan het effect van te voren te overzien was, zodat elk nieuw scheepstype het eindresultaat was van een langdurige, geleidelijke ontwikkeling. Ingrijpende wijzigingen in constructie of verhoudingen konden de scheepsbouwers zich om economische redenen niet veroorloven. Omdat de meesten lieden met een kleine beurs waren konden ze geen grote risico's nemen.[22] Liorne als koopman kon wel een 'gok' wagen en een scheepsbouwer opdracht geven een schip naar zijn idee te vervaardigen.

Behalve de economische beperkingen die aan een al te drastische vernieuwing in de scheepsbouw waren opgelegd (beperkingen die de bloei van het ambacht in de Nederlanden overigens niet in de weg stonden), kwam er ook nog bij dat in de scheepsbouw het traditionalisme zeer diep geworteld was. Kennis over scheepsbouw was niet in boekvorm vastgelegd en kon alleen van vader op zoon of van meester op leerling worden overgedragen in de praktijk van het bouwen. Iedere scheepsbouwer had zo zijn eigen vuistregels. Een echt bouwplan bestond niet. Er werd soms wel eens wat op papier gezet, maar dat waren hooguit grove werktekeningen, die wel tijdens de bouw een rol speelden, bijvoorbeeld om een leerling iets uit te leggen, maar die niet bij de voorbereiding gebruikt werden. Ook het schaalmodel was niet onbekend, maar hier betrof het meestal een pronkstuk dat aan de opdrachtgever bij aflevering van het schip gegeven werd en niet een uitgangspunt voor de bouw. De scheepsbouw was een vak dat geheel op ervaring en empirie steunde. Het kon dan ook wel eens gebeuren dat een schip in het gebruik niet zo geslaagd bleek. De scheepsbouwer verontschuldigde zich dan door te zeggen dat het schip niet anders "uit de bijl had willen vallen".[23]

Wat er aan vuistregels was, werd door iedere scheepsbouwer zo veel mogelijk geheim gehouden. Het was een niet-scheepsbouwer, de Amsterdamse regent Nicolaas Witsen, die het eerste handboek over de scheepsbouw uitgaf, het in 1671 verschenen *Aeloude en hedendaegsche scheepsbouw en bestier*. Voor dat boek, dat overigens niet zozeer een handboek voor de scheepsbouwer als wel een geleerde verhandeling over de scheepsbouw voor de belangstellende leek was, had Witsen zijn theoretische kennis wel aangevuld met de practische kennis van een scheepsbouwer uit Harlingen, Jan Vyselaar, die naderhand beheerder is geworden van het kabinet van werktuigkunde van Witsen.[24] Het tweede Nederlandse boek over de scheepsbouw van betekenis, Cornelis van Yk's *De Nederlandsche Scheeps-Bouw-*

22. *Maritieme Geschiedenis*, I, 156-157; II, 27-32.

23. *Ibid.*, I, 158; II, 30-32. Zie ook nog: S.C. van Kampen, *De Rotterdamse particuliere scheepsbouw in de tijd van de Republiek* (Assen, 1953), 43-46.

24. Van Beylen, *Schepen*, 15-19.

Konst open gestelt (Amsterdam, 1697) bevat in de 'Na-reden' nog de verzuchting van de auteur dat hij verscheidene scheepsbouwers om inlichting had verzocht, maar dat sommige zo "achterhoudende (waren) datse meenden de Goud-mijnen van Peru te zullen ont-dekken, indien iets van hare konst open leide".[25]

Nu was theoretisch inzicht in de scheepsbouw ook buiten de Republiek uiterst schaars, zodat de Nederlandse scheepsbouwers daardoor niet benadeeld werden. Maar toen tegen het einde van de 17e eeuw andere West-Europeese landen de Republiek in economisch opzicht voorbijstreefden en ook hun scheepsbouw op een hoger plan probeerden te brengen, onder andere door meer theoretische studie te maken van de eigenschappen van het zeilschip, toen verkeerde de voorsprong die de Nederlandse scheepsbouwers in economisch en technisch opzicht rond 1600 hadden gehad in een achterstand.[26] Tsaar Peter de Grote was in 1697 en 1717 al teleurgesteld toen hij bemerkte dat niemand hem in de Zaanstreek, het belangrijkste centrum van particuliere scheepsbouw, de "volkomenheid van de bouwkunst op de geometrische wijs" kon leren.[27] Later in de 18e eeuw deed het gemis aan theoretisch inzicht zich alleen nog maar sterker voelen.

De aanvankelijke scepsis van de scheepsbouwers tegenover de fluit was al spoedig verdwenen en de fluit nam toen zo in populariteit toe, dat er bezwaren uit een heel andere hoek kwamen. De fluit had de belangrijkste plaats veroverd in de koopvaardij op de Europese wateren en kon daarbij met zo weinig bemanning toe dat er werkeloosheid onder het scheepsvolk dreigde. Met het oog daarop vroegen in 1616 de admiraals van Holland en Zeeland, Van Obdam en Haultain, aan de Staten Generaal om te bepalen dat het aantal bemanningsleden evenredig moest zijn aan het aantal lasten (tonnage).[28] Door de voortgezette expansie van de koopvaardij waren dergelijke beperkende bepalingen, nodig ter voorkoming van sociale onrust, niet meer nodig.

4. *Samenvattende beschouwingen*

Tussen de ontwikkeling van de fluit en de constructie van de houtzaagmolen zijn een paar opmerkelijke overeenkomsten te constateren, die voor een belangrijk deel ook terug te vinden zijn in de ontwikkeling van de techniek in de textielnijverheid.

25. *Ibid.*, 19-21; *Maritieme Geschiedenis*, II, 31.

26. Van Kampen, *Particuliere scheepsbouw*, 64-74; G. Timmerman, "Das Eindringen der Naturwissenschaft in das Schiffbauhandwerk", *Deutsches Museum, Abhandlungen und Berichte* XXX, 3(1963), 5-53.

27. J.C. de Jonge, *Geschiedenis van het Nederlandsche zeewezen* (5 dln.; 's Gravenhage, 1858-1862), III, 153.

28. K. Heeringa, G. Nanninga, eds., *Bronnen tot de geschiedenis van de Levantschen handel* (4 dln.; 's Gravenhage, 1910-1966), I, 677.

Wat in beide gevallen opvalt is het traditionalisme van de standsorganisaties, in het ene geval de gezamenlijke scheepsbouwers, in het andere geval het gilde van de handzagers. In beide gevallen is dit traditionalisme, de weerstand tegen de doorvoering van ingrijpende technische vernieuwingen, alleszins begrijpelijk. Door de introduktie van de houtzaagmolen werden de handzagers plotseling met werkeloosheid bedreigd zonder dat ze in de gelegenheid waren om op houtzaagmolens over te gaan. Het oprichten van dergelijke molens vergde een investering die de afzonderlijke handzagers niet konden opbrengen en het aangaan van een verbintenis tussen meerdere handzagers was door de gildebepalingen onmogelijk. Ook in de Zaanstreek was men niet in staat zonder meer het kapitaal voor een houtzaagmolen op tafel te leggen, maar door het ontbreken van beperkende gildebepalingen was het daar wel mogelijk door middel van partenrederij op meer kapitalistische wijze een molen op te richten en te exploiteren. Degenen die een deel van het kapitaal, dat vaak in de handel vergaard was, verschaften, stelden dan een molenaar aan die in loondienst de molen bediende. Het was ook zo dat de eerste houtzaagmolen in Amsterdam opgericht werd door een combinatie van hout*handelaren* en wel nadat het handzagersgilde in 1627 opgeheven was.[29]

Uit de textielindustrie is een soortgelijk voorbeeld bekend. Door de introduktie van de volmolen, een door wind- of paardekracht aangedreven installatie die geweven wollen stoffen in een bad zo deed krimpen (vervilten, 'vollen') dat er lakens van geschoren konden worden, werden de voetvollers, die voorheen de weefsels in het volbad met de voeten traden, brodeloos gemaakt. Evenmin als de handzager kon de voetvoller overgaan tot het installeren van een volmolen. De aanschafkosten van zo'n molen gingen zelfs de mogelijkheden van lakenondernemers aanvankelijk te boven, zodat in het begin de stedelijke overheid moest bijspringen door stadswege volmolens op te richten en te verhuren. Nadat al in 1585 de volmolen zijn intrede had gedaan in de Leidse lakenindustrie, werkten er in 1619 nog maar 3 paardenvolmolens en 2 windvolmolens, alle eigendom van de stad. Pas toen in 1631 de stedelijke regering bouwpremies beschikbaar stelde, brak er een drukke bouwperiode van particuliere volmolens aan. Met behulp van Zaanse molenbouwers werden er tot 1651 20 molens bijgebouwd, waarvan 19 door particulieren.[30] Andere steden volgden vroeg of laat het voorbeeld

29. Verkade, *Zaanstreek*, 195, 220-221, 238, 242.

30. N.W. Posthumus, *De geschiedenis van de Leidsche lakennijverheid II. De Nieuwe Tijd (zestiende tot achttiende eeuw)* ('s Gravenhage, 1939), 246-247, 663-664.
De volmolen was geen 16e eeuwse, maar een middeleeuwse vinding, die echter na een tijd lang in de Zuidnederlandse textielgebieden in gebruik te zijn geweest, uit de industrie verdween, om in de 16e eeuw in de Noordelijke Nederlanden een nieuwe bloeiperiode tegemoet te gaan.
Posthumus geeft de kosten van een volmolen. Deze waren vrij hoog, omdat aan de

van Leiden, maar zonder verzet van de voetvollers ging dit niet. Toen de burgemeesters van Rotterdam in 1637 een terrein wilden inspecteren dat ze voor een volmolen bestemd hadden, werd hen dit onmogelijk gemaakt door een groep woedende voetvollers.[31]

Dergelijk verzet tegen technische vernieuwingen is een verschijnsel van alle tijden, maar het heeft zin er iets langer bij stil te staan. Al te gemakkelijk wordt door wetenschapshistorici gesproken over de 'emancipatie van het handwerk' in de vroeg-moderne tijd. Een dergelijke emancipatie, die misschien door bepaalde religieuze stromingen, zoals bijvoorbeeld door het calvinisme, in theorie ook wel werd gepropageerd, ging in de praktijk vaak samen met een feitelijke degradatie van min of meer zelfstandige handwerkslieden tot loonafhankelijke arbeiders. De eerste helft van de 17e eeuw is verder niet alleen de tijd waarin predikanten een eigen calvinistisch arbeidsethos uitwerkten, maar ook de tijd waarin voor het eerst op grote schaal kinderarbeid en kinderexploitatie voorkwam.[32]

Ook het traditionalisme van de Hoornse scheepsbouwers is begrijpelijk. Zij waren niet kapitaalkrachtig genoeg om zich ingrijpende afwijkingen van de bestaande patronen te kunnen veroorloven. Alleen die veranderingen die bij het bestaande aansloten waren voor hen acceptabel. Dat Liorne wel duidelijk van het bekende afweek had, zoals reeds uiteengezet, waarschijnlijk veel te maken met zijn financieel wat grotere mogelijkheden, maar wellicht heeft ook zijn jeugdige leeftijd een rol gespeeld. Vaak wordt namelijk aangenomen dat het traditionalisme van handwerkslieden en technische experts sterker wordt naarmate de leeftijd toeneemt. Als dit zo is, dan volgt daaruit dat de oudere handwerkslieden, meestal ook de meest bedrevenen, het minst geschikt zouden zijn om natuuronderzoekers een goed idee te geven van de ontwikkelingsmogelijkheden van hun techniek.[33]

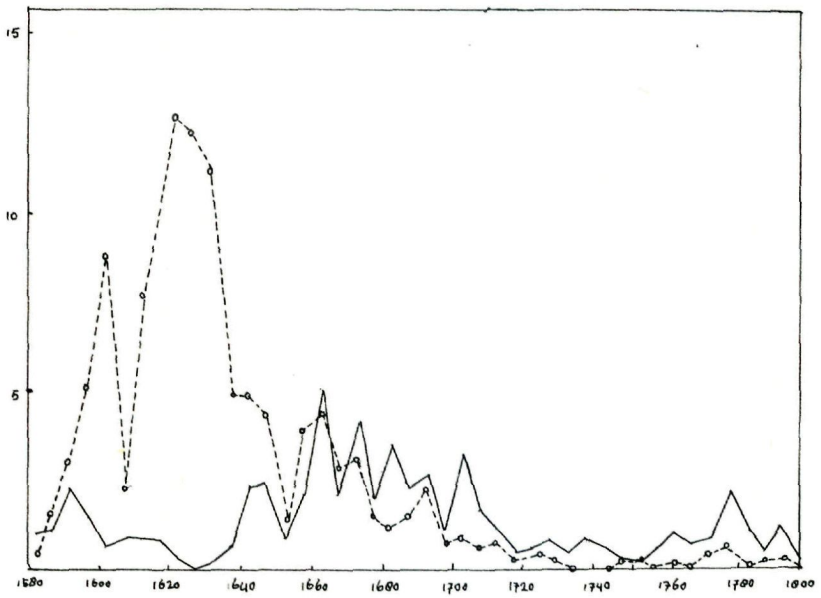
Nauw verbonden met het traditionalisme is de bij de scheepsbouwers geconstateerde neiging om hun versie van de traditionele techniek geheim te houden. Ook bij de molenbouw van Cornelisz. speelde geheimhouding een zekere rol. Na zijn eerste Hollandse octrooi voor de houtzaagmolen uit 1593 waren er verschillende mensen geweest die hadden geprobeerd te weten te komen hoe hij bij de bouw van zijn molens te werk ging om met die kennis

volmolen meestal ook een woning voor de vollersknecht en een droog- en turfhuis verbonden waren. De bouwsom beliep aanvankelijk *f* 6000 à *f* 7500, na het midden van de 17e eeuw soms meer dan *f* 10.000. Aan jaarlijkse pacht leverde een behoorlijke volmolen *f* 500 op, maar de onderhoudskosten, die voor rekening van de eigenaar waren, beliepen ook al gauw *f* 300 à *f* 400. Door hun grootte kunnen de volmolens beschouwd worden als een soort fabriek. Posthumus, *Lakenijverheid*, 665-666.

31. A.Th. van Deursen, *Het kopergeld van de Gouden Eeuw, I. Het dagelijks brood* (Assen, 1978), 21.

32. N.W. Posthumus, "Kinderarbeid in de zeventiende eeuw in Delft", *Economisch-Historisch Jaarboek* 22 (1943), 49-67.

33. Rosenberg, "Factors", 14, n.



Verloop van het aantal octrooien aangevraagd bij Staten Generaal (- - o - - o - -) en Staten van Holland (———), in vijfjaarlijkse gemiddelden over de periode 1580-1791. Bron: G. Doorman, *Het Nederlandsch Octrooiwezen en de techniek der 19e eeuw* ('s Gravenhage, 1947), p. 57

elders, buiten Holland, zulke molens op te richten. Daarom verzocht Cornelisz. in 1600 aan de Staten van Utrecht hem een soortgelijk octrooi als in Holland te geven. In zijn aanvraag verzuchtte hij dat "het notoor ende eenen yegelyck kenlyck is, dat die mensen huydendaechs clouck ende practiserende syn om malcander haer neringe t'ondercruypen".[34] Hier rijst meer een beeld op van naijverige, concurrerende en elkaar tegenwerkende handwerkslieden dan het beeld van eendrachtig samenwerkende ambachtslieden zoals de propagandisten van de techniek het in de 16e en 17e eeuw zo graag zagen.

In zekere zin is de door Cornelisz. gevolgde strategie om octrooien voor zijn vindingen aan te vragen een compromis tussen openbaarmaking en geheimhouding. Een octrooi is een vorm van beschermde openbaarheid, waarbij de vinding in principe gezien wordt als iets dat de gehele gemeenschap aangaat, maar waarbij gedurende kortere of langere tijd de uitvinder de gelegenheid krijgt om zijn vinding voor eigen gewin te exploiteren, zonder hetwelk hij niet met zijn vinding in de openbaarheid zou zijn gekomen. De waarde van

34. Doorman, *Octrooien*, 323.

de octrooien was geheel afhankelijk van de garantie dat overtredingen of ontduikingen gestraft zouden worden en de greep die het staatsgezag in de 17e eeuw in toenemende mate op de samenleving kreeg was daarom alleen maar bevordelijk voor het vertrouwen in octrooien en dus in het aanwenden van vindingen ten algemenen nutte. Maar niet iedereen had zo veel vertrouwen in octrooien en geheimhouding bleef een belangrijke rol spelen in de ontwikkeling van de techniek, al verschoof de geheimhouding meer van het gebied van de toepassing naar dat van de ontwikkeling van nieuwe technische vindingen.[35]

Behalve in de scheepsbouw bleef ook in de textielindustrie geheimhouding zeer lang van groot belang. Een voorbeeld levert het verven van stoffen. De waarde van textielgoederen werd in de 17e eeuw voornamelijk bepaald door de behandelingen die de stof onderging na het spinnen en het weven, de zogenaamde 'apprêtuur', waartoe ook het verven behoorde. Juist omdat het verven de waarde van een stof in zo hoge mate bepaalde hield elke verver die een bijzondere techniek had, een bijzondere verfstof of een bijzondere installatie, dat zo veel mogelijk geheim. Een voor iedereen toegankelijke handleiding voor het verven bestond er dan ook niet. Handleidingen bestonden wel, maar waren dan, zoals het handschrift dat was opgesteld door de Delftse verver Willem van der Heyden, geschreven op speciaal verzoek van in dit geval twee lakenondernemers uit Leiden en op voorwaarde dat de inhoud aan niemand anders mocht worden meegedeeld. Een openbaar handboek voor de textielververij verscheen pas voor het eerst in 1671 in Frankrijk op bevel van de Franse minister Colbert, die in het kader van zijn mercantilistische politiek de textielnijverheid en de ververij in het bijzonder wilde stimuleren.[36]

Op grond van het algemeen voorkomen van de neiging tot geheimhouding kan men zich afvragen of het advies van Ramus om bij de handwerkslieden te gaan kijken wel zinvol kan zijn geweest. Die handwerkslieden die het meest konden leren, waren waarschijnlijk ook degenen die het minst behoefte hadden aan pottekijkers.

Soms had geheimhouding tot gevolg dat ontdekkingen twee of drie keer gedaan moesten worden voordat ze algemeen bekend werden. Drebbel,

35. De door Doorman uit de officiële stukken van de Staten Generaal en de gewestelijke Staten bijeengebrachte octrooien laten derhalve slechts een deel, zij het een belangrijk deel van de werkelijkheid zien. Voor sommige uitvindingen is nooit octrooi aangevraagd, andere zijn alleen terug te vinden in notariële archieven. Zo kwamen Louwrens van Otteren, Johannes van Rogiers en Pieter van Otteren in 1637 voor notaris Van Persen te Amsterdam tot een overeenkomst over de exploitatie van het geheim van eerstgenoemde "noopende seeckere conste van iser tot stael maken". Blijkbaar achtten ze op deze wijze hun voordeel beter gewaarborgd dan door een officieel octrooi. *Bijdragen en Mededelingen van het Historisch Genootschap* 37 (1916), 191-192.

36. Posthumus, *Lakennijverheid*, 221.

expert op het gebied van geheimhouding en misleiding, had in het begin van de 17e eeuw een methode gevonden om zeer fraai scharlakenrode verf te bereiden door tinnen in plaats van de gebruikelijke koperen ketels te gebruiken. Dat sommigen zeggen dat deze vinding eigenlijk op naam hoort te staan op naam van zijn schoonzoon Kufler doet in dit verband niet ter zake. Ondanks deze vinding verklaarde in 1648 de Amsterdamse verver Jan Hennebo nog dat hij kort te voren had bemerkt dat het bereiden van de verf in tinnen ketels betere resultaten opleverde dan wanneer men koperen ketels gebruikte.[37] Ook hier bepalen eerder concurrentie en tegenwerking het beeld dan samenwerking en uitwisseling van gegevens. Men krijgt soms de indruk dat het beeld van de technische vooruitgang dat door de propagandisten van de techniek werd opgehangen meer steunde op een misschien al wat geidealiseerd beeld van de middeleeuwse gilden dan op kennis van de werkelijke gang van zaken in de in meer of mindere mate uit het kader van de gilden getreden ambachten en industrieën.

Als door het traditionalisme van de handwerkslieden werkelijke vernieuwing niet zo snel door de handwerkslieden zelf tot stand wordt gebracht, valt als vanzelf de vernieuwende rol toe aan buitenstaanders.[38] Elk op zijn eigen wijze waren Cornelisz. en Liorne dat ook. Cornelisz. was een boer die in een molenaarsgeslacht was ingetrouwd en Liorne was als koopman primair gebruiker en niet bouwer van schepen. Beiden waren ze voldoende vertrouwd met de techniek in kwestie, maar beiden hadden ze ook zoveel onafhankelijkheid om af te wijken van het geijkte patroon. Omdat ze niet de lange leertijd van molenaars of scheepstimmerknecht hadden doorgemaakt, konden ze ontsnappen aan de traditionalistische geest die het gevestigde ambacht beheerste. Bovendien waren ze beiden kapitaalkrachtig genoeg om de vernieuwing door te zetten, Cornelisz. door samenwerking met zijn zwager, Liorne door zijn koopmanschap.

Dat relatieve buitenstaanders als Cornelisz. en Liorne zich gaan bezig houden met een ambacht dat het hunne niet is, is eigenlijk alleen mogelijk in een tijd van economische expansie, als het bepaalde bedrijfstakken zo goed gaat dat buitenstaanders het lonend gaan vinden om zich er mee in te laten. Liorne haakte in op de expansie van de scheepsvaart, Cornelisz. op de grotere vraag naar gezaagd hout. Het verschijnsel dat economische expansie technische inventiviteit aantrekt zien we ook elders in de 17e eeuw optreden. In Rotterdam, om nu eens een voorbeeld te nemen uit een geheel andere bedrijfstak, kwam in de eerste twee decennia van de 17e eeuw de reeds bestaande bierbrouwerij tot grote bloei, ten dele door de beschikbaarheid van goed Maaswater, ten dele door de groeiende afzetmogelijkheden in de

37. *Ibid.*, 238, n. 1; 678.

38. Ook in de wetenschap valt de innoverende rol vaak toe aan personen of groepen die niet in de door hen vernieuwde discipline zijn opgeleid: innovatie door immigratie.

scheepvaart van de opkomende handelsstad. Ook door gewone burgers werd in die jaren in de biernijverheid geinvesteerd en er werden vele pogingen in het werk gesteld om de techniek van het brouwen te verbeteren.[39] Opvallend is het dan dat in een traditionele bierstad als Delft een dergelijke bloei van technisch vernuft ontbrak, maar Delft verkeerde als bierstad dan ook in verval.

Daarmee is al aangeduid dat als de expansie afneemt en ophoudt, ook de technische inventiviteit en de vernieuwingsdrang stokken. Dit patroon schijnt kenmerkend te zijn voor een vroeg-kapitalistische, nog pre-industriële samenleving.[40] In een primitief-traditionele samenleving, die aan de vroeg-kapitalistische vooraf gaat, verloopt technische vernieuwing bij toeval en derhalve onafhankelijk van de economische ontwikkeling. In een industriële samenleving verloopt de technische ontwikkeling ook onafhankelijk van het marktmechanisme, maar dan niet omdat de vernieuwing door toeval tot stand komt, maar omdat deze het resultaat is van een bewust gestuurd, planmatig proces. De technische ontwikkeling is niet afhankelijk van de vraag op de markt, maar schept deze voor een belangrijk deel zelf. Alleen in de pre-industriële, maar niet meer traditionele samenleving is de technische ontwikkeling rechtsstreeks afhankelijk van de marktontwikkeling of maatschappelijke behoefte. Het zijn dan de marktomvang van bestaande produkten en de daaromtrent gekoesterde verwachtingen die de technische ontwikkeling bepalen. Al naar gelang de economische ontwikkeling zich in op- of neergaande lijn beweegt, neemt ook de technische vernieuwingsdrang toe of af. Dit wordt geillustreerd door een grafiekje van het aantal octrooien dat in de tijd van de Republiek is aangevraagd. Daaruit valt af te lezen dat de meeste octrooien zijn aangevraagd in de jaren rond 1600, toen de economische expansie het grootst was. Wat in zo'n grafiek niet tot uitdrukking komt, maar wat wel belangrijk is, is dat de vernieuwingsdrang zich in die periode vooral richtte op die onderdelen van de techniek die rechtsstreeks de waarde van een bepaald produkt bepaalden. Opvallend is het bijvoorbeeld dat in de textielindustrie vrijwel alle verbeteringen zijn aangebracht in die behandelingen die na het spinnen en het weven komen. De apprêtuur bepaalde het meest direkt de waarde van de stoffen en verbetering daarvan kon het snelst in een grotere winst omgezet worden.[41] De technische vernieuwing van het spin- en weefproces moest wachten tot de tweede helft

39. R. Bijlsma, *Rotterdams welvaren 1550-1650* ('s Gravenhage, 1918), 103; K. van Berkel, "Het Collegium Mechanicum van Isaac Beeckman", *Spiegel Historiael* 15 (1980), 336-341, ihb. 336-337.

40. P.W. Klein, "Gouden Eeuw en Pruikentijd, een beeld van contrasten?", *Spiegel Historiael* 2 (1967), 543-550; Dez., "De zeventiende eeuw 1585-1700", in: J.H. van Stuyvenberg, ed., *De economische geschiedenis van Nederland* (Groningen, 1977), 79-117.

41. Posthumus, *Lakennijverheid*, 396, n. 3 geeft een overzicht van de technische vernieuwingen die in de 17e eeuw in de lakennijverheid zijn doorgvoerd.

van de 18e eeuw, maar vormde toen ook een van de drijvende krachten achter de Industriële Revolutie.[42]

Bij relatieve buitenstaanders als Liorne en Cornelisz. kan men tal van motieven verwachten om zich met de verbetering van sommige technieken bezig te houden, maar meestal zal men bij hen niet de als ideaal omschreven evenwichtige vermenging van praktische en theoretische kennis en vaardigheden tegenkomen.[43] Zo is het ook onderdaad bij Liorne en Cornelisz. De laatste had, zoals uiteengezet, een in vele opzichten gebrekkig mechanisch inzicht en zelfs kan men niet zeggen dat hij dergelijk inzicht 'impliciet' of 'onbewust' wel had. Hoe misleidend een dergelijk uitdrukkingswijze kan zijn leert ook het geval van Liorne. Naar aanleiding van zijn idee om schepen een veel grotere lengte dan gebruikelijk te geven, merkt de scheepvaarthistoricus Van Beylen op dat Liorne zo "argeloos" het grondprincipe van de latere klippertheorie hanteerde, dat verlenging van de waterlijn de zeilwaardigheid bevordert.[44] Dit is daarom een misleidende wijze van uitdrukken omdat daarmee ten onrechte gesuggereerd wordt dat de bevordering van de zeilwaardigheid het eerst oogmerk van Liorne was, terwijl in werkelijkheid bij hem economische motieven hebben voorgezeten, namelijk het vergroten van de laadruimte zonder de schepen ongeschikt te maken voor de Nederlandse vaarwateren.[45]

42. Dat de technische vernieuwing in het economische ontwikkelingsproces een secundaire rol speelde, dwz. dat zij de markontwikkeling volgde en niet stuurde en zich in eerste instantie richtte op bestaande produkten en hun direkte waardevermeerdering, neemt niet weg dat zij toch in staat was op lokale schaal belangrijke industriële ontwikkelingen op gang te brengen, zoals in het geval van de Zaanstreek, of een plafond dat door economische en technische factoren aan produktieomvang was gesteld te doorbreken, zoals herhaaldelijk in de Leidse lakenindustrie het geval is geweest. In vergelijking echter met de massaproduktie van de Industriële Revolutie blijven deze doorbraken en daarmee de bijdrage van de techniek marginaal. Op grond van de veelheid van technische vernieuwingen komt Posthumus, *Lakennijverheid*, 1171, wel tot de conclusie dat de techniek een essentiële rol als 'voortrekker' heeft vervuld, maar vanuit een ruimer perspectief komt op grond van dezelfde gegevens J.G. van Dillen, "Leiden als industriestad tijdens de Republiek", *Tijdschrift voor geschiedenis* 59 (1946), 25-51, ihb. 51, tot de tegenovergestelde, ook door Klein, "De zeventiende eeuw", 114-115, aangehangen conclusie.

43. Een uitzondering lijkt Simon Stevin te zijn, die als uitvinder wel die combinatie van praktische vaardigheden en theoretische kennis bezat. De uitvindingen van Stevin, bijvoorbeeld op het gebied van de molenbouw, zijn evenwel nauwelijks van economische betekenis geweest en volstrekt niet te vergelijken met de vernieuwingen van de 'ongeletterde' Cornelisz. van Uitgeest. "Het genie van zulke bekende uitvinders als Simon Stevin, Jan Adriaansz. Leeghwater, Cornelis Jacobsz. Drebbel en Christiaen Huygens (fungeerde) op economisch terrein als de berg die een muis baart". Klein, "Gouden Eeuw", 546.

44. *Maritieme Geschiedenis*, II, 29. Nog onvoorzichter drukt Van Beylen zich uit in zijn *Schepen*, 103: "De verlenging van de romp...was feitelijk een vroege toepassing van de latere klippertheorie".

45. Het komt mij voor dat in de bestudering van de verhouding tussen natuurweten-

Samenvattend en concluderend mogen we dus zeggen dat de natuuronderzoekers die het advies van Ramus hebben opgevolgd om bij de handwerkslieden te rade te gaan daar voor de meest kreatieve aspecten van de techniek aan het verkeerde adres waren en voor een model van kennisverwerving waarschijnlijk weinig aan de techniek ontleend kunnen hebben. Voor speciale vaardigheden, zoals het slijpen van lenzen, of voor materiaalkennis, zoals de eigenschappen van verschillende metalen, kon het zeker zeer nuttig zijn om in de werkplaatsen rond te kijken en handwerkslieden uit te horen, maar veel meer hadden de natuuronderzoekers aan dergelijke contacten toch niet. De idealisering van de techniek en het handwerk, zoals die door verschillende propagandisten is gegeven, vertoont een duidelijke discrepantie met de feitelijke gang van zaken in het ambacht en de vraag is dan welke niet-feitelijke, meer ideologische of normatieve ideëen tot het ontstaan van een dergelijke beeld hebben bijgedragen. Een andere vraag die rijst is of natuuronderzoekers die het handwerk wel uit eigen ervaring kenden en niet af hoefden te gaan op wat anderen daar over schreven een even positieve opvatting hebben gehad over de techniek als model voor natuuronderzoek.

schap en techniek in de vroeg-moderne tijd nog te veel wordt uitgegaan van de vooronderstelling dat techniek een vorm van toegepaste wetenschap is of als zodanig geherformuleerd kan worden. Als we echter een gangbare definitie van techniek overnemen die luidt dat "technology is man's effort to cope with his physical environment and his attempts to subdue or control that environment", dan zien we in dat toegepaste wetenschap geen synoniem voor techniek is, maar een sub-categorie. Er zijn ook niet-wetenschappelijke manieren waarop de mens greep tracht te krijgen op zijn fysieke omgeving. M. Kranzberg, C.W. Pursell jr., eds., *Technology in Western civilization* (2 dln.; New York, 1967), I, 4-5.