

Spinners en geleerden



Dick van Lente is verbonden aan de Faculteit der Historische- en Kunstwetenschappen van de Erasmus Universiteit te Rotterdam.

Museum of Science and Industry te Manchester: spinner bij een spinmachine van Arkwright.

Vanaf ongeveer 1800 begonnen Franse en Duitse schrijvers de opkomst van fabrieken in Engeland te vergelijken met de Franse Revolutie. De Franse dichter Lamartine sprak van 'het 1789 van de handel en de nijverheid' en Marx' vriend Friedrich Engels vond de industrialisatie van groter wereldhistorische betekenis van de Franse. Sindsdien is de term Industriële Revolutie in zwang geraakt.

We zitten er een beetje mee opgescheept. Regelmatig laait de discussie op hoe revolutionair de Industriële Revolutie nou eigenlijk was en of we wel van revolutie moeten spreken. In de stofomschrijving van 'Met de loep op Lancashire' wordt gesproken van een langdurig proces, ook al konden de ontwikkelingen lokaal, zoals in Manchester, erg snel gaan: een soort compromis tussen wel en geen revolutie dus.

In dit essay wil ik twee aspecten van de industrialisatie bespreken die enigszins onderbelicht zijn in de recente geschiedschrijving, en ook in de stofomschrijving: het revolutionaire karakter van de technische ontwikkeling en de rol van wetenschap daarbij. Er bestaan namelijk twee hardnekkige misverstanden over de Engelse Industriële Revolutie. Ten eerste zouden de technische vernieuwingen het werk zijn van eenvoudige ambachtslieden, die een paar slimme verbeteringen invoerden in bestaande productieprocessen. Ten tweede zou wetenschappelijke kennis daarbij geen rol hebben gespeeld. Deze twee ideeën sluiten natuurlijk goed aan bij het beeld van de geleidelijke industrialisatie: ook technisch was er geen revolutie, maar een reeks van eenvoudige verbeteringen, zo is dan de redenering.

Dit beeld van de Industriële Revolutie is waarschijnlijk sterk beïnvloed door dat van de zogenoemde 'tweede Industriële Revolutie' van de late negentiende eeuw. Typerend voor die laatste is in de eerste plaats de belangrijke rol van wetenschap. Elektrische motoren, radio, de film, synthetische verfstoffen en het vliegtuig waren er nooit geweest zonder wetenschappelijk onderzoek – onderzoek dat bedrijven steeds meer in eigen bedrijfslaboratoria gingen uitvoeren. In de tweede plaats kwamen geheel nieuwe producten op de markt: radio, de auto, de film. Vooral die nieuwe producten maken het revolutionaire karakter van deze innovatiegolf goed zichtbaar. Dat geldt veel minder voor de industriële innovaties in Engeland in de achttiende eeuw. Hier ging het veeleer om wat economen procesinnovaties noemen dan om productinnovaties; dezelfde producten werden nu met machines gemaakt. Het 'revolutionaire' daarvan was aan de producten niet te zien. Je moet ervoor de fabriek in, en tamelijk nauwkeurig kijken naar de nieuwe machines – en dat is iets dat historici, alfa's als zij nu eenmaal zijn, niet zo gauw doen.

Ik hoop aannemelijk te maken dat het voor een goed begrip van de industrialisatie gewoon nodig is om dat te doen, dat het ook leuk is, en dat het zeker leerlingen met belang-

stelling voor handwerk en voor techniek zal aanspreken. Daarnaast wil ik laten zien dat wetenschap een grotere rol speelde in de eerste Industriële Revolutie dan vaak wordt gedacht.

Spinnen in Lancashire: jenny, waterframe en mule

Tussen ongeveer 1760 en 1780 werden in Manchester en omgeving drie machines ontwikkeld die de grondslag zouden vormen van een totaal nieuwe wijze van produceren, de fabriek, die op zijn beurt weer de arbeidsverhoudingen en het sociale leven op hun kop zette.

Wat was er zo revolutionair aan de spinning jenny van Hargreaves, het waterframe van Arkwright en de spinning mule van Crompton? Kort samengevat: ze vervingen een complex handwerk door een mechaniek; en omdat de menselijke hand niet meer (of minder) nodig was, kon ook menselijke aandrijfkraft vervangen worden door water- of stoomkracht.¹ Daardoor kon de productie van katoengaren enorm worden opgevoerd.

Sinds het begin van de achttiende eeuw was de vraag naar katoengaren sterk gegroeid, doordat bedrukte katoenen kleding in de mode kwam en weefgetouwen sneller konden werken door de invoering van de schietspoel (1733). Van de vele pogingen om het spinnen te mechaniseren bespreken we hier alleen de belangrijkste; ook de mechanisering van de voorbereidende werkzaamheden, zoals het schoonmaken en kaarden van katoen, blijven hier buiten beschouwing.

Om de werking van de spinmachines te begrijpen en de genialiteit van de uitvinders te waarderen, moeten we eerst kijken naar het handmatige spinnen – en er is geen betere voorbereiding op een les over de mechanisering van het spinnen dan een demonstratie met een spinnewiel. Spinnen is een van de oudste technieken die er bestaan. In de jonge steentijd, vanaf ongeveer 4000 vC, gebruikten mensen al spintollen en in de Middeleeuwen werd het spinnewiel ingevoerd vanuit het Midden-Oosten.

Bij het spinnen wordt een draad gemaakt van de vezels van wol, vlas of

katoen. In vergelijking met wol en vlas zijn katoenen vezels – en daarover gaat het hier – kort, 1,5 – 5 cm, en daardoor lastiger om tot een draad te spinnen.

Katoen is het pluizige deel van de vrucht van de katoenplant. De Engelsen importeerden het groten-deels uit de Verenigde Staten, waar het met slavenarbeid werd verbouwd op plantages.

Na de oogst werd de katoen schoon-gemaakt. Over het algemeen gebeurde dat in het land van herkomst, waarna de katoen samengeperst in zware balen werd verscheept. Voor gebruik werden de vezels parallel gekamd (het zogenaande kaarden). Vervolgens werd er voorgespunnen, dat wil zeggen, de vezels werden licht gedraaid, zodat een doorlopende wat-achtige strook ontstond, de 'lont'. Pas daarna kon het spinnen beginnen.

Dat spinnen bestond uit drie handelingen: het rekken en twisten (draaien; in het Nederlands 'twijnen') van het vezelmateriaal en het oprollen van de gemaakte draad op de spil. Het rekken en het twisten moesten tegelijkertijd worden uitgevoerd. De spinster (meestal was dit vrouwenwerk) liet de lont tussen duim en wijsvinger door naar de spil lopen. Daarbij rekte zij de lont zachtjes uit, waardoor de vezels langs elkaar gleden totdat een bepaalde dikte was verkregen. Intussen twistte de spil, die met de hand werd aangedreven, de vezels in elkaar, zodat een draad ontstond. Dit werk vereiste veel 'Fingerspitzengefühl': te veel rekken maakte de lont te dun, zodat hij brak, te veel draaien maakte het rekken onmogelijk, maakte het garen hard en leidde tot kringelen. Door het rekken van de lont en het draaien van de spil nauwkeurig op elkaar af te stemmen, kon een goede spinster precies de gewenste dikte en stevigheid van de draad verkrijgen. Jarenlange ervaring had haar precies de juiste handbewegingen geleerd. Was tussen de hand en de spil een stuk garen getwist, dan werd het op de spil gerold: de derde handeling.

Eind vijftiende eeuw werd het vleugelspinnewiel uitgevonden. Hier zorgde een hoefijzervormige 'vleugel'



T = lont/draad
S = spinstokje
W = opgewonden draad
D = spinsteen



Spindemonstratie in het Helmsloot Textile Museum en in de Quarry Bank Mill.



*Spinnen met
de hand:
spintol en
spinnewiel*

voor het twisten, waarna de nieuwe draad meteen op de spil werd gedraaid. Daardoor hoefde men niet meer het rekken-twisten en het opwinden af te wisselen. Het spinnen werd een doorlopende beweging. (Het spinnewiel dat tegenwoordig het meest wordt gebruikt door hobby-spinners, de Louet, werkt ook zo.)

Het knappe van de Engelse uitvinders was, dat ze dit subtiele handwerk wisten te vervangen door een mechaniek, dat deze bewegingen min of meer imiteerde. De 'spinning jenny', een uitvinding uit 1764 van de timmerman en wever Hargreaves, was een soort spinnewiel, waarmee je meerdere draden tegelijk kon spinnen: eerst acht, daarna zestien, later nog veel meer. Hargreaves verving de hand die de lont naar de spil leidde door een brede greep, die bestond uit twee latten, waardoor acht londen tegelijk konden worden geleid. De

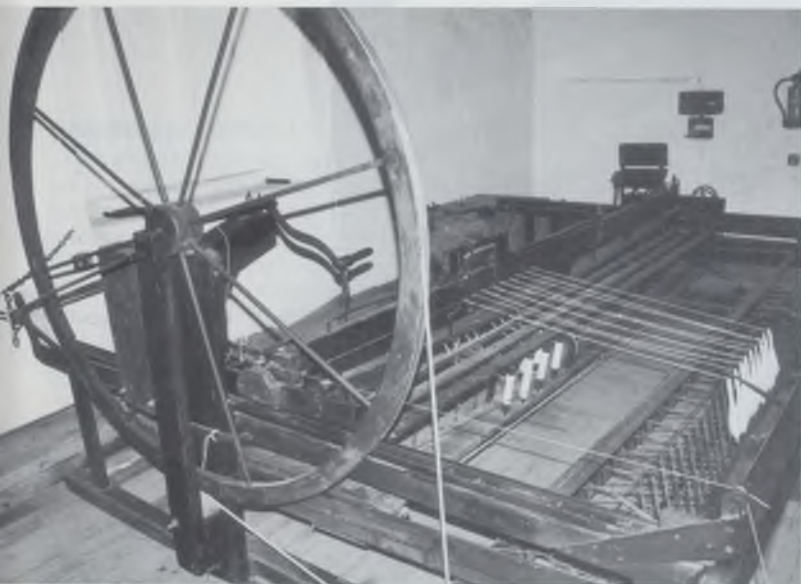
greep kon heen en weer bewegen tussen de spinster en de spullen. De londen waren op spoelen gewonden, die midden in het apparaat waren aangebracht. Vandaar liepen ze, via de greep, naar de spullen.

Net als bij het handmatige spinnen, verliep het spinnen op de jenny in twee fasen. In de eerste werd het garen gerekt en getwist. De spinner bewoog de greep, die de londen vasthield, langzaam naar zich toe, waardoor de londen werden gerekt, terwijl tegelijk door draaien aan het wiel de spintollen in beweging werden gezet. Dezen draaiden de londen, die onder een stompe hoek op de spullen stonden (net als bij de spintol en het spinnewiel). Daardoor liepen de londen in lusjes van de punten af, zodat ze tot garen werden gedraaid.

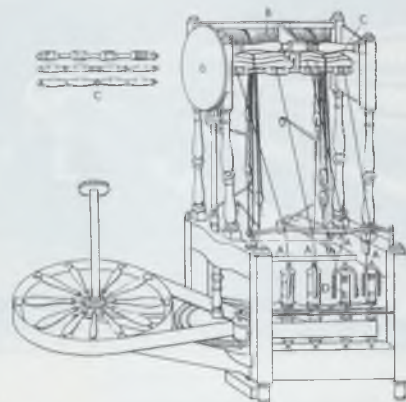
Wanneer de greep was aangekomen in de uiterste stand, begon de tweede fase. De greep werd terug bewogen

naar de spullen, terwijl de zojuist getwiste draden door draadgeleiders in een rechte hoek op de spullen werden geplaatst, waardoor het nieuwe garen op de spullen werd gerold. Daarna opende de spinster de greep en trok die tot halverwege naar zich toe zodat er een nieuw stuk lont kwam tussen de greep en de spullen. De greep werd dan gesloten en verder naar achteren bewogen om het nieuwe stuk lont te rekken, terwijl de spullen draaiden, enzovoorts. Net als bij het spinnewiel zonder vleugel, was het spinnen op de jenny dus een discontinu proces, een afwisseling van rekken-twisten en oprollen.

Het zal duidelijk zijn dat dit werk nog steeds een ervaren spinster vereiste. De bedrevenheid zat nu niet meer in de vingers, maar in het coördineren van de beweging van de greep, het draaien van het wiel en

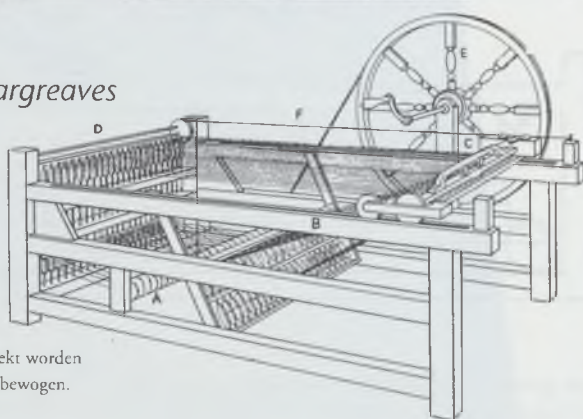


Arkwright's spinmachine



- A: draden afkomstig van
- B: klossen met lont
- C: drie stellen cilinders
- D: vleugelspillen

Spinning jenny van Hargreaves



- B: klossen met lonten
- C: greep
- D: spullen, aangedreven door
- E: wiel, via
- A: cilinder
- F: draadgeleider: wanneer je eraan trekt worden de draden onder D naar beneden bewogen.

De tekeningen van de spinmachines zijn afkomstig uit: Singer/Holoryard, 'A History of Technology'.

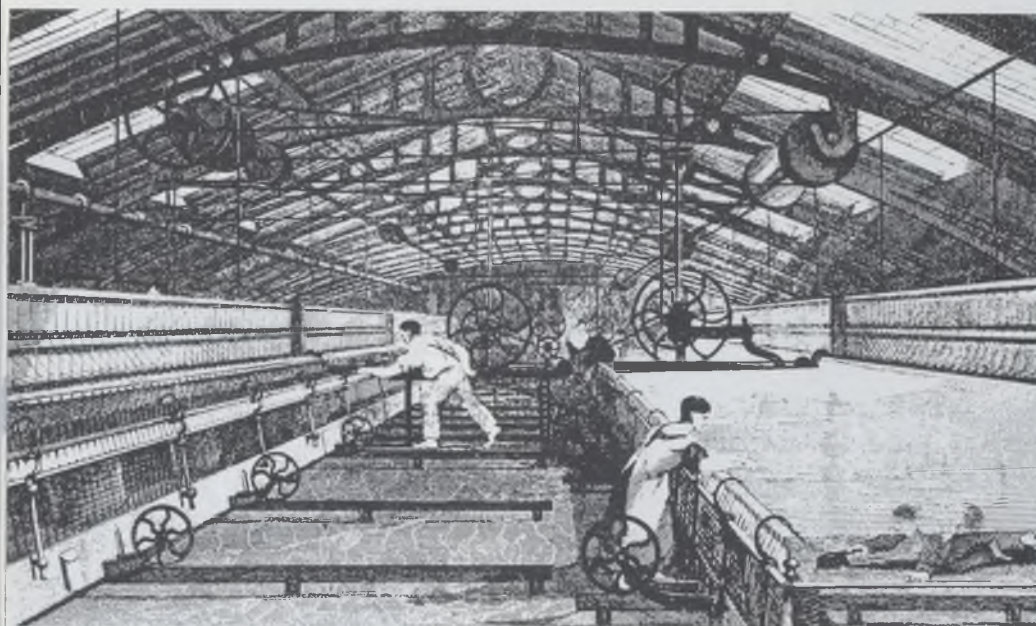
het bedienen van de draadgeleider. De productie per spinster ging er enorm mee omhoog, maar het bleef geschoold handwerk. De jenny werd veel toegepast in de huisspinnerij en ook wel in kleine fabrieken ('jenny factories').²

Ongeveer tegelijkertijd, in de jaren 1760, bouwde Richard Arkwright, pruikenmaker uit Bolton, geholpen door enkele geschoolde ambachtslieden, een ander type spinmachine, waarop hij in 1769 patent nam. Het apparaat verschildte op twee belangrijke punten van de jenny. In de eerste plaats werden de lonten hier gerekt door ze door vier (later drie) stellen cilinders te voeren, die met oplopende snelheid draaiden. In de tweede plaats was het spinproces continu, doordat Arkwright gebruik maakte van de spullen met vleugels, net als bij het vleugelspinnewiel. Dit apparaat kon door een onge-

schoolde kracht bediend worden. Hij kon zelfs worden aangedreven door een paard of door waterkracht. Technisch was dat laatste niet noodzakelijk, maar in de praktijk werden Arkwrights machines vrijwel altijd aangedreven door waterkracht, waardoor ze bekend werden als waterframes. Arkwright, de meest gehaalde van de hier besproken uitvinders, had in het patent namelijk laten opnemen dat licentie voor zijn apparaat alleen werd gegeven wanneer 1000 spullen tegelijk werden afgenomen, wat neerkwam op 125 tot 250 machines. Een machinepark van een dergelijke omvang kon alleen efficiënt worden benut wanneer de aandrijving werd gemechaniseerd. Zelf gaf Arkwright het voorbeeld met de spinfabriek op waterkracht die hij in 1771 in Cromford opende. Zijn licentiebepaling was derhalve een belangrijke stap in het ontstaan van fabrieksmatige productie.

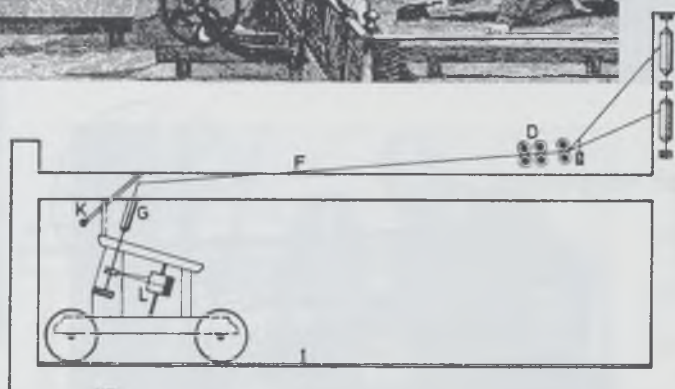
Jennies en waterframes vulden elkaar aan: terwijl op het waterframe alleen het harde kettinggaren kon worden gesponnen (een gevolg van de grote spanning die op het garen stond tussen de vleugel en de spil), maakten de jennies het zachtere inslaggaren.

In 1779 voltooide Samuel Crompton, boer en wever, na zeven jaren arbeid in de schuur van zijn boerderij, de spinning mule, zo genoemd omdat het een kruising was van de machines van Hargreaves en Arkwright. Van Arkwright nam hij de rekcilinders over. Vandaar liepen de lonten naar spoelen, die op een wagentje stonden. Het wagentje reed uit, halverwege stopten de cilinders met het aanvoeren van lonten, waardoor de lonten verder werden gerekt, terwijl ze tegelijkertijd werden gewist door de spullen. Doordat het rekken nu over een groter afstand plaatsvond,



Crompton's mule

Negentiende-eeuwse gravure van werkers aan een mule. Als de rechter mule naar voren rijdt, gaat de linker naar achteren. Je moet meelopen, want de ruimte tussen de apparaten is gevaarlijk smal. Bij het uitrijden haalden kinderen snel de plukken katoen en losse draden op om opnieuw te gebruiken.



werd de draad regelmatig getwist. Nadat de wagen maximaal was uitgereden, was het stuk draad gesponnen, de draadgeleider trok het in een loodrechte positie op de spillen, het wagentje bewoog terug naar de cilinders en de vers gesponnen draad werd opgerold op de spil.

Bijna al deze bewegingen – van het wagentje, de cilinders en de spillen – werden aangedreven door één wiel, dat bij voorbeeld op een waterrad was aangesloten. Er was één uitzondering: het terugbewegen van de wagen, waarbij het verse garen op de spillen werd gewonden. Dat was een precies werkje, dat een ervaren spinner moest doen, om te voorkomen dat het draad in de war raakte en om te zorgen dat de klossen opgewonden garen goed zouden passen in de schietspoelen van de weefgetouwen, van waaruit het regelmatig moest kunnen afrollen.

De mule kon alle soorten garen spinnen, dik en dun, hard en zacht, en daarbij van een hogere kwaliteit dan ooit met de hand was gemaakt.

Daardoor verdrong hij de twee eerdere machines al vrij snel. Het garentype hing af van de instelling van de snelheden van de wagen en de spillen, en ook daarvoor was de spinner verantwoordelijk. Maar was het apparaat ingesteld, dan werkte het bijna automatisch.

Mulespinneren waren derhalve geschoolde lieden en de kwaliteit van het garen hing van hun vaardigheden af. Bij stakingen hadden ze dus een sterke onderhandelingspositie.

Na een aantal grote stakingen tussen 1823 en 1825 gaven de Manchester spinnerijen gezamenlijk opdracht aan een ingenieur van een machinefabriek, Richard Roberts, om het proces te automatiseren. Na vijf jaar onderzoek leverde Roberts de self-actor af, een verbetering van Crompton's mule, waarbij ook het inrijden, en dus het oprollen van de garens, was gemechaniseerd. Het duurde echter nog tot ongeveer 1850 tot de laatste kinderziekten waren weggewerkt. Vervolgens werden self-actors op grote schaal ingevoerd.

Deze innovaties vormden de kern van de Industriële Revolutie: het vervangen van gecompliceerde menselijke bewegingen door bewegingen van apparaten. Vervolgens was het maar een kleine stap om de menselijke aandrijfkraft eveneens te vervangen door een mechanische, zoals water- of stoomkracht. En zo ontstonden de eerste fabrieken.

Zo gezien, speelde de stoommachine niet de vooraanstaande rol in de Industriële Revolutie die haar vaak wordt toebedeeld. Al vanaf de vroege achttiende eeuw pompten stoommachines water uit kolenmijnen. Maar pas aan het eind van de eeuw, toen machines menselijke bewegingen hadden overgenomen, kon een (intussen door James Watt sterk verbeterde) stoommachine worden toegepast op het spinnen – en dat gebeurde lang niet altijd: waar een snelstromende beek was, gaven ondernemers vaak de voorkeur aan een watermolen. Met andere woorden: krachtmachines waren belangrijk, maar belangrijker was de mechanisering van het handwerk.

Wetenschap

Wetenschappelijke kennis kwam aan het ontwerpen van de nieuwe spinmachines niet te pas. Dat maakt deze apparaten echter niet minder revolutionair. Het opmerkelijke van de Engelse Industriële Revolutie was dat *zoveel* nieuwe technieken *vrijwel tegelijkertijd* werden ontwikkeld, zodat ze in korte tijd gecombineerd konden worden.

De spinmachines van Hargreaves en Arkwright in de jaren 1760.

De verbeteringen aan de stoommachine door James Watt in de jaren 1770 en 1780, waardoor de energie die lag opgesloten in steenkool op de productie kon worden toegepast.

De vervanging van houten door ijzeren machines, die de grotere krachten konden verwerken die door stoommachines op de apparaten werden uitgeoefend en die nauwkeurigere bewegingen mogelijk maakten. Werkbanken voor metaalbewerking, die nodig waren om die ijzeren apparaten te maken.

En daarbij kwamen nog verscheidene ontwikkelingen in de chemie, zoals het bleken met chloor, van groot belang voor zowel de textiel- als de papierproductie.

Deze ongekende uitbarsting van technische creativiteit is wat deze periode zo revolutionair maakt.

Hoe is die te verklaren?

Vaak wordt gewezen op economische, geografische en demografische factoren: een relatief welvarende en groeiende bevolking, een grote aanengesloten markt met weinig handelsbarrières en een groot koloniaal rijk, dat zowel grondstoffen leverde als producten afnam (de Amerikaanse kolonies waren in dat opzicht belangrijk, en bleven dat nadat ze zelfstandig werden).

Gunstige omstandigheden zijn echter nooit een voldoende verklaring.

Het gaat er immers om, hoe de Engelsen gebruik maakten van die omstandigheden. En dat is alleen te begrijpen als we weten wat hun ambities waren en hoe zij zichzelf en hun mogelijkheden zagen.

Met andere woorden, we kunnen de Industriële Revolutie alleen begrijpen als we inzicht hebben in het mentale/culturele klimaat in Engeland.

Veel wijst erop dat daarmee iets bijzonders aan de hand was. Zo werden verscheidene uitvindingen die op het Europese vasteland waren gedaan pas in Engeland tot werkzame procédés of apparaten ontwikkeld. Een beroemd voorbeeld is de papiermachine van Robert, een uitvinding uit de jaren 1790. Daarmee kon je – dat was althans de bedoeling – papier in één doorlopende strook maken, in plaats van losse vellen, zoals tot dan toe gebeurde. Bovendien had je geen geschoolde papiermakers meer nodig. Dat was plezierig voor de ondernemers, want in deze jaren, kort na de Franse Revolutie, eisten de papiermakers vaak met succes een hoger loon.

Roberts apparaat was vooral een goed idee: werken deed het niet en het zou grote inspanningen en veel geld kosten om het verder te ontwikkelen. Daarom verkocht de baas van Robert, de drukker en papiermaker Didot, het patent en het model aan een Britse collega, waarna het in handen kwam van de Engelse papiermakers Fourdrinier (de Franse naam verraadt hun Hugenoten-afkomst). Die zetten er een heel goede technicus op, Bryan Donkin, voor wie ze zelfs een aparte werkplaats lieten bouwen. Deze had zes jaar nodig om Roberts idee om te zetten in een werkende machine.

Deze Fourdrinier-machine is vervolgens de wereld over gegaan: tegenwoordige papiermachines werken (en heten) nog steeds zo. (De Fourdriniers zelf gingen overigens failliet aan het project).

Tal van andere voorbeelden laten ook een dergelijk patroon zien. De Fransman Papin, die assistent was geweest bij Christiaan Huygens, had rond 1700 belangrijke experimenten gedaan met stoomkracht. Maar het was een Engelse smid, Newcomen, die een werkende mijnpomp uitvond en een Engelse instrumentmaker, Watt, die daarvan een efficiënt apparaat maakte. Een Franse vinding, het conserveren van voedsel door verhitten en lucht-

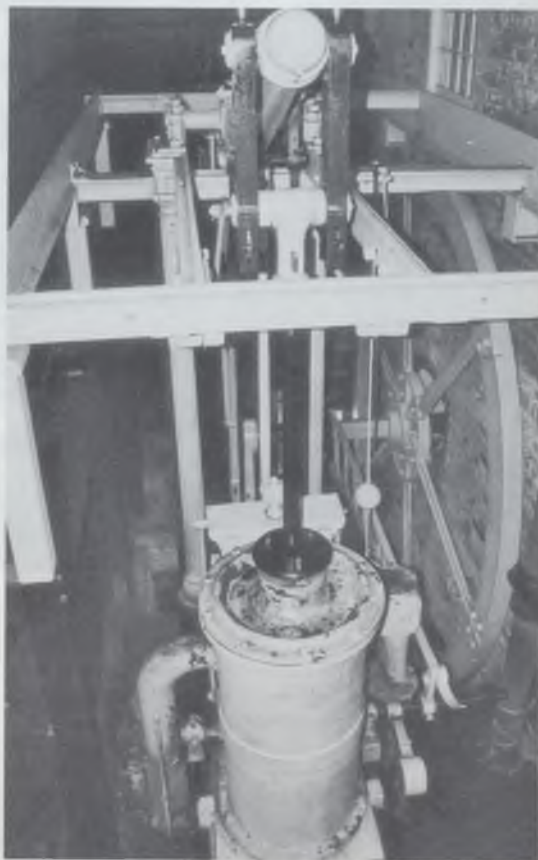
dicht afsluiten in glazen potten, werd door Donkin (de man van de papiermachine), omgezet in het conserveren in blik.

De Duitser Friedrich Koenig kon in Duitsland en Rusland geen patent krijgen op zijn revolutionaire cilinderpers – ook al een apparaat dat gebaseerd was op een heel nieuw technisch principe. Pas in Engeland kreeg hij een patent en werd zijn drukpers meteen gekocht en geïnstalleerd door de drukkerij van de *Times*.

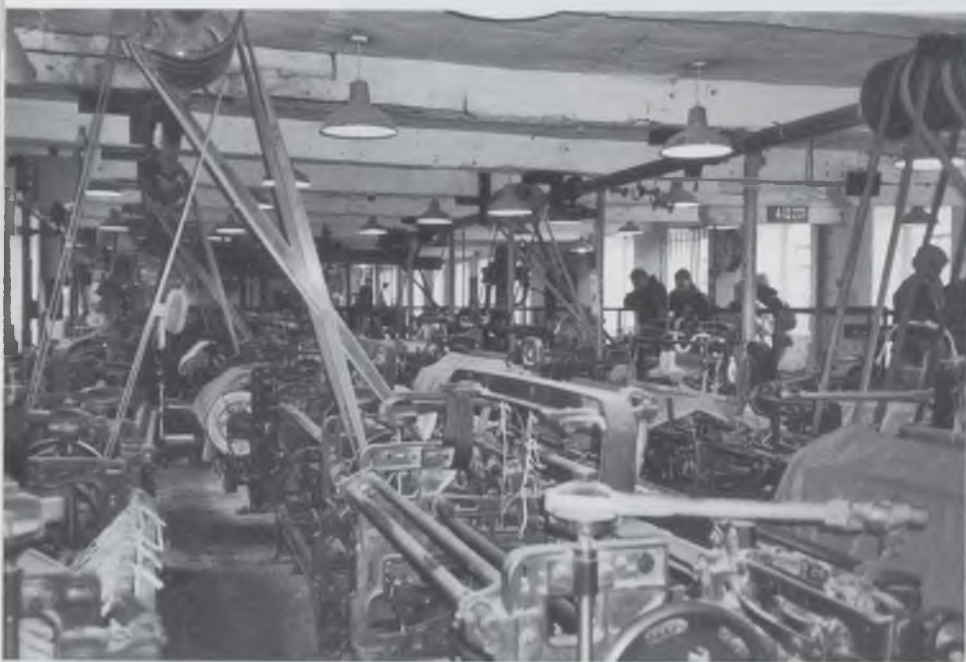
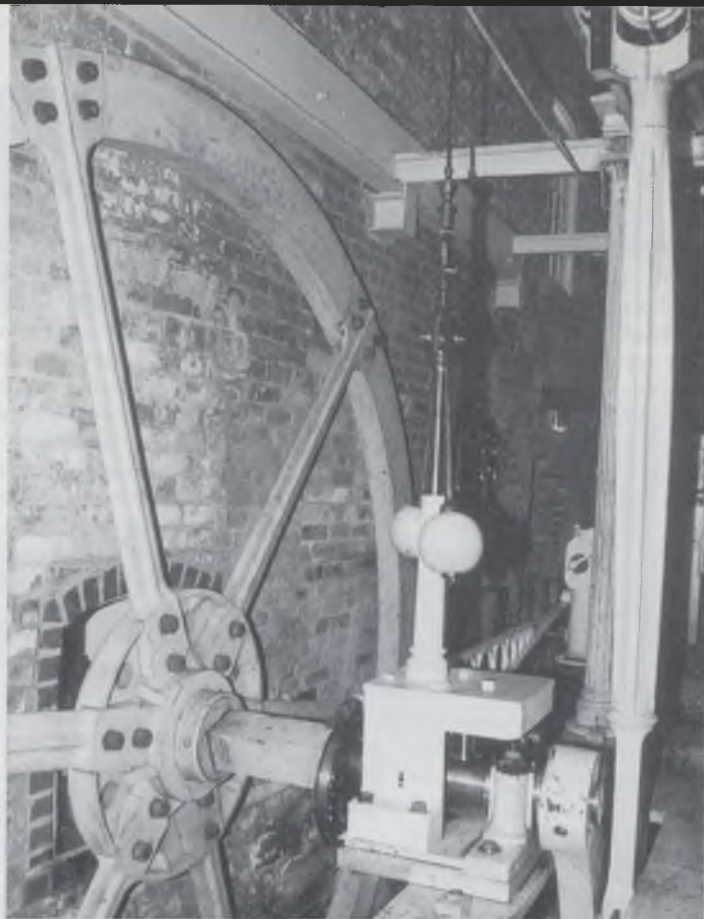
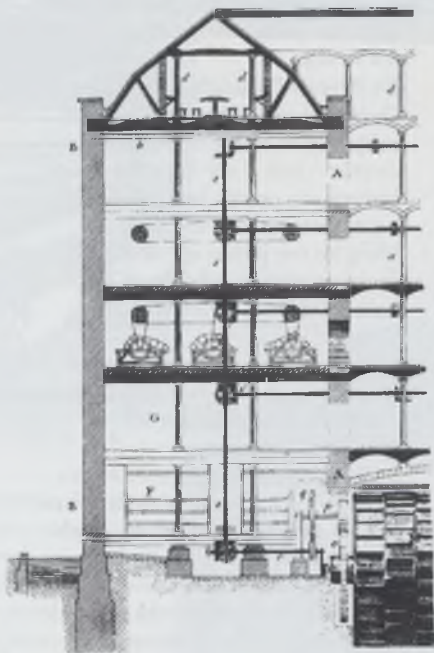
Koenig zei later: bijna elke uitvinding zoekt, als het ware, toevlucht in Engeland, en wordt daar tot volmaaktheid gebracht.

Een van de grootste ingenieurs van de negentiende eeuw, Marc Isambard Brunel, uitvinder van tal van machines, was een Breton, die ervoor koos om in Engeland te werken.

Een Zwitserse katoendrukker somde dit alles al in 1766 mooi op:



Stoommachine die in 1836 in gebruik werd genomen in de Quarry Bank Mill.



Het ijzeren rad van Quarry Bank Mill, vanaf circa 1820 aangedreven met stoomkracht. De fabriek beschikte ook over een groot houten waterrad. Op de tekening is de overbrenging te zien van zo'n rad naar de verdiepingen in de fabriek met stangen en raderen en dan verder naar de mules en power looms met drijfriemen.

Links: de twee bovenste verdiepingen van de Quarry Bank Mill waren gevuld met power looms. De zwaardere mules stonden beneden.

*'Ieder kent deze natie, wier vlijt en hardnekkige geduld bij het overwinnen van allerlei hindernissen alle voorstelling te boven gaat. Ze kan niet trots zijn op veel uitvindingen, maar wel, dat ze de uitvindingen van anderen heeft vervolmaakt. Vandaar het spreekwoord, dat wanneer iets perfect moet zijn, het in Frankrijk moet zijn uitgevonden en in Engeland uitgewerkt.'*³

Waarom kende Engeland een zo innovatief klimaat?

Twee Engelse onderzoekers, Musson en Robinson, hebben al veertig jaar geleden gewezen op het belang van het culturele klimaat in Engeland, en dan vooral de rol die wetenschap daarin speelde. Recenter heeft de Amerikaanse historica Margareth Jacob hun werk met veel nieuw

bronnenonderzoek aangevuld. Engeland, betogen deze auteurs, was een relatief open samenleving. Iedereen met talent kon technicus worden. De machinebouw, een vrij nieuw beroep, stond open voor jongens met gouden handjes, gildenregels konden gemakkelijk omzeild worden. Voor werklieden en voor gevorderde technici waren er speciale

avondscholen waar cursussen mechanica werden gegeven.

Wetenschappers, ambachtslieden, ondernemers en lokale bestuurders gingen frequent en informeel met elkaar om. Ze ontmoetten elkaar in de provinciale geleerde genootschappen, zoals de 'Literary and Philosophical Society' in Manchester of de 'Lunar Society' in Birmingham (zo genoemd omdat men bijeenkwam bij volle maan, teneinde voor leden die van buiten de stad moesten komen het reizen over de onverlichte wegen wat gemakkelijker te maken). Dat waren geen genootschappen waar uitsluitend geleerden werden toegelaten: iedere geïnteresseerde kon naar de lezingen komen. Vaak werd daarin wetenschappelijke kennis toegepast op concrete technische problemen. Geleerden, ondernemers en ambachtslieden, zoals klokkenmakers en molenmakers, wisselden er ideeën uit.

Een typerend voorbeeld is de bekende aardewerkfabrikant Josiah Wedgwood. Op zoek naar methoden om de temperatuur in zijn ovens te meten, nam hij de hele wetenschappelijke literatuur door. Vervolgens experimenteerde hij met stoffen die verkleurden bij verhitting en deed daarvan verslag in de Lunar Society. Zijn pyrometer werd daarop ook bij wetenschappelijk onderzoek gebruikt, bijvoorbeeld bij de meting van de temperatuur in vulkanen.

Margareth Jacob laat zien hoe anders de verhouding tussen wetenschap en techniek was in Frankrijk. Dat land liep voorop in de wetenschappen. En terwijl Engelse technici hun werk al doende van hun meesters leerden, had Frankrijk speciale ingenieursscholen, de nog steeds befaamde Grandes Écoles. Maar de Franse samenleving was veel hiërarchischer. De ingenieurs waren hier geen slimme werklieden die zich met cursussen en onder toezicht van een ervaren vakman omhoog hadden gewerkt, zoals in Engeland vaak het geval was, maar jongens van hoge komaf. Zij kwamen terecht in overheidsscholen. Ze dienden de koning met het ontwerpen van wegen en bruggen. Ze voelden zich hoog ver-

heven boven ondernemers en ambachtslieden, met wie ze dan ook nauwelijks contact hadden, zodat van wederzijds profijt evenmin sprake kon zijn. Op bezoek in Engeland waren ze stomverbaasd over hoe familiair de ingenieurs daar met ondernemers en werklieden omgingen. Een Franse ingenieur diende de koning. Hij zou er niet over peinen om in dienst te treden van een ondernemer, een gewone burgerman.

Totaal anders was de situatie in Engeland. Een laatste voorbeeld ter illustratie. Matthew Boulton, de beroemde fabrikant van stoommachines in Soho, bij Birmingham, schreef aan een Russische edelman die zijn zoon naar hem toe had gestuurd om te leren hoe je fabrikant moest worden: 'Ik hoop ook dat hij een serie lezingen over experimentele wetenschap zal bijwonen ("Experimental and Philosophical Lectures"). Wanneer hij dan iets geleerd heeft over wetenschap, dan verzoek ik u mij het plezier te doen hem de toepassing ervan te mogen laten zien op fabrieken en de nuttige kunsten en Soho niet te verlaten zonder de fabriek te hebben gezien.'⁴

Heel vanzelfsprekend verbond Boulton dus wetenschappelijke kennis met de fabriekspraktijk. Dat typeerde de Engelse 'scientific culture'. Het ontstaan daarvan is een ander spannend verhaal, waarvoor ik graag naar het boek van Jacob verwijs.

Conclusie

'Complexe verschijnselen vereisen een complexe verklaring' – een wijze uitspraak van de grand old man van het Industriële Revolutie-onderzoek, David Landes. De bedoeling van het bovenstaande verhaal is niet om de Engelse industrialisatie te reduceren tot wetenschap en techniek en daarmee het revolutionaire karakter van de Industriële Revolutie te bewijzen. Ik heb niet meer willen doen dan enkele aspecten van dit ingewikkelde verschijnsel te bespreken die vaak onderbelicht blijven – aspecten die het bijzondere en dramatische van de veranderingen in Engeland op de voorgrond plaatsen.

M. Berg, *The age of manufactures 1700-1800* (Londen 1985).

R.L. Hills, 'Hargreaves, Arkwright and Crompton: Why three inventors?' in Hoppit/Wrigley (eds.), *The industrial revolution* (oorspr. paper 1977).

M.C. Jacob, *Scientific culture and the making of the industrial west* (Oxford UP 1997).

D.S. Landes, 'The fable of the dead horse; or, the industrial revolution revisited' in J. Mokyr (ed.), *The industrial revolution. An economic perspective* (Westview Press 1993), 132-170.

A.E. Musson, E. Robinson, *Science and technology in the industrial revolution* (Manchester UP 1969).

A. Paulinyi, 'Revolution and technology' in R. Porter, M. Teich (ed.), *Revolution in history* (Cambridge UP 1986).

A. Paulinyi, 'Die Umwälzung der Technik in der industriellen Revolution' in W. König (Hg.), *Propyläen Technikgeschichte* (1991).
F. van Waarden, 'Techniek en arbeid in de Twentse katoenspinnerijen van de oudheid tot heden' in *Jaarboek voor de geschiedenis van bedrijf en techniek I* (1984), 123-171.

J.L. van Zanden, 'The great convergence from a West-European perspective' in *Itinerario XXIV/3-4* (2000), 9-28.

Bronnen mbt de industriële revolutie zijn te vinden op de volgende site: <http://www.fhk.eur.nl/evenementen/nascholing/index.html>

Video's:
http://www.bbc.co.uk/history/programmes/industrial_revolution/

Noten

- 1 Paulinyi in *Propyläen Technikgeschichte*, Van Waarden, Hills.
- 2 Berg, 226-7, 238.
- 3 Paulinyi, *Propyläen Technikgeschichte*, 273; soortgelijke uitspraken in Musson/Robinson 63-4.
- 4 Jacob, *Scientific culture*, 115.