

3 Technologie en werkgelegenheid in historisch perspectief

Jan Korsten met medewerking van Harry Lintsen en Johan Schot

Vanaf het midden van de achttiende eeuw kreeg de industrieel kapitalistische samenleving vorm. Een reeks technische innovaties en ontwikkelingen op economisch, politiek en sociaal terrein brachten een ingrijpend moderniseringsproces op gang. De stuwende kracht vormde de opkomst en ontwikkeling van een reeks nieuwe generieke technologieën die ieder op zich een nieuwe industriële revolutie op gang brachten. Zo vormden stoommachines, gietijzer en spoorwegen in de negentiende eeuw de motor van de eerste industriële revolutie. Staal, elektriciteit en de verbrandingsmotor dreven vanaf het eind van de negentiende eeuw de tweede industriële revolutie aan, terwijl informatie- en communicatietechnologieën vanaf de Tweede Wereldoorlog vorm gaven aan de derde industriële revolutie (zie Bijlage 2 voor een toelichting op de periode-indeling in drie revoluties).

Dit hoofdstuk beschrijft hoe de technologische innovatie in Nederland op basis van de drie technologische revoluties is verlopen: de introductie van stoom (paragraaf 3.1), van elektriciteit (paragraaf 3.2) en van IT (paragraaf 3.3). De vragen die daarbij beantwoord zullen worden, zijn: In hoeverre bewerkstelligden vanaf het begin van de negentiende eeuw nieuwe technieken een transformatie van de Nederlandse samenleving en economie? Welke factoren en actoren bewerkstelligden zo'n doorbraak? Kende Nederland eigen patronen en een eigen periodisering? Was er sprake van een geleidelijke of schoksgewijze ontwikkeling? Welke gevolgen hadden nieuwe technieken voor de (organisatie van de) arbeid? Welke rol speelde de overheid hierin?

Dit hoofdstuk is gebaseerd op wetenschappelijk onderzoek dat de afgelopen vijftig jaar in Nederland is uitgevoerd naar de langetermijnveranderingen in techniek en maatschappij in de negentiende en twintigste eeuw. Dit onderzoek heeft inzicht gegeven in het verloop en het tempo van innovatieprocessen in Nederland, de invloed van het zogenoemde 'socio-technisch landschap'²⁴ op de ontwikkeling van die innovatie en het zogenoemde 'tech-

24 Het geheel van maatschappelijke en technische voorzieningen.

nisch regime' waar technologie, regels, kennis en actoren samen komen (Schot et al. 1998, p. 28; Lintsen 2005, pp. 18-20)²⁵. Bijlage 3 geeft een historisch overzicht van de ontwikkeling van de beroepsbevolking en arbeidsproductiviteit van 1800 tot 1965.

3.1 Voorwaardenscheppend beleid voor de eerste industriële revolutie

In Nederland kwam de industriële revolutie en de doorbraak van stoomtechniek pas in de tweede helft van de negentiende eeuw op gang, veel later dan in bijvoorbeeld Engeland. Toch spreken historici in dit verband niet van een 'achterstand' van Nederland. Nederland deed het alleen anders. Het land kende specifieke factoren en omstandigheden die het industrialisatieproces een eigen karakter gaven. Zo was de investeringsbereidheid in het bedrijfsleven in de eerste decennia van de negentiende beperkt. Het bedrijfsleven moest nog herstellen van de nadelige gevolgen van de Franse overheersing en oorlogen op het Europese vasteland. Ondernemers richtten zich vooral op overleven en minder op het toepassen van nieuwe technieken zoals die inmiddels in Engeland werden gebruikt. Bovendien stond een gebrekkige kapitaalvoorziening externe financiering in de weg. Het bankwezen in Nederland was namelijk aan het begin van de negentiende eeuw nog niet goed ontwikkeld en de kapitaalmarkt functioneerde verre van optimaal. Ondernemers die kapitaal nodig hadden voor investeringen waren daarom in de meeste gevallen aangewezen op informele (familie)netwerken. Zonder die netwerken was het moeilijk om de benodigde middelen bij elkaar te krijgen. Daarbij kwam dat de vooruitzichten op de verschillende afzetmarkten voor nieuwe producten onzeker waren. De internationale afzetmogelijkheden stonden onder druk door protectionistische maatregelen vanuit andere landen en een sterke binnenlandse markt was niet voorhanden. Nederland was in de praktijk nog geen eenheid, steden en regio's opereerden relatief autonoom en hanteerden bijvoorbeeld hun eigen maateenheden. Ook transportinfrastructuur waren regionaal georganiseerd (Lintsen 2005; Zanden & Riel 2000, p. 194-203).

Volgens Lintsen (2005) zat Nederland in de eerste helft van de negentiende eeuw in de fuik van zijn eigen technische en economische orde. Die economie was gebaseerd op windkracht en het daarbij horende technische systeem. Maar windmolens waren niet in staat om industrialisatie met zijn grootschaliger productie op gang te brengen, een rol die met watermolens voor Engeland aan het begin van de industriële revolutie wel was weggelegd. Een andere fuik

25 Het wetenschappelijk onderzoek in de afgelopen 25 jaar resulteerde in twee series overzichtswerk, De zesdelige serie *Geschiedenis van de Techniek in Nederland. De wording van een moderne samenleving 1800-1890* (Walburg Pers Zutphen 1992-1995) en de zevendelige serie *Techniek in Nederland in de twintigste eeuw* (Walburg Pers Zutphen 1998-2003).

was de centrale rol die landbouw in de Nederlandse economie speelde. Nederland bezat een sterk gespecialiseerde landbouw en haalde daaruit haar kracht. De landbouw was echter niet de bedrijfstak waar de nieuwe technologieën van belang waren (Lintsen 2005, p. 127; Zanden & Riel 2000, pp. 237-256).

Onder aanvoering van koning Willem I – die in Engeland kennis had gemaakt met stoomtechniek en de opkomst van de moderne industrie – begon het Nederlands-Belgische Koninkrijk vanaf 1815 met het scheppen van een goede voedingsbodem voor de industrialisatie. Moderne transportinfrastructuren – cruciaal voor de aan- en afvoer van producten en grondstoffen – werden ontwikkeld, een kennisinfrastructuur werd opgebouwd, de koloniale handel via de Nederlandse Handel Maatschappij werd gereorganiseerd, en sectoren die voor de industrialisatie belangrijk waren – de mijnbouw, de ijzerindustrie en de machinebouw – werden gestimuleerd.

Vanaf 1815 werd in het Koninkrijk gewerkt aan nieuwe transportmiddelen en infrastructuren. De overheid begon in samenwerking met marktpartijen met het uitrollen van een nationaal netwerk van verharde straatwegen, kanalen en spoorwegen. Een belangrijk aandachtspunt hierbij vormde ook de bereikbaarheid van de zeehavens in Amsterdam en Rotterdam. Waar mogelijk leverde de staat een financiële bijdrage, hoewel dat door de hoge staatsschuld (deels nog een erfenis van de Napoleontische oorlogen) niet altijd mogelijk was. Overal werd gewerkt; in 1823 werd bijvoorbeeld begonnen met de aanleg van de straatweg Zwolle-Meppel-Groningen/Leeuwarden: de eerste straatweg in Noord-Nederland. Een jaar later opende het Noord-Hollands Kanaal, dat de haven van Amsterdam via Den Helder een veel betere verbinding gaf met de zee. In het zuiden van het land werd tegelijkertijd de Zuid-Willemsvaart tussen 's-Hertogenbosch en Maastricht gegraven. Nederlandse scheepswerven deden bovendien ervaring op met het bouwen van door stoomkracht aangedreven binnenvaartschepen. In 1828 waren er al 28 van dergelijke vaartuigen gebouwd. Op 1 juni 1836 verleende Willem I toestemming voor de aanleg van de spoorweg Amsterdam-Haarlem. De aanleg werd gefinancierd door een naamloze vennootschap, de Hollandsche IJzeren Spoorweg Maatschappij. Op 20 september 1839 reed de eerste trein van Amsterdam naar Haarlem (Filarski & Mom 2008).

Inmiddels was ook een kennisinfrastructuur tot wasdom gekomen. Vanaf het begin van de negentiende eeuw waren de eerste ingenieursopleidingen van start gegaan. In 1842 bijvoorbeeld de Koninklijke Academie van Burgerlijke Ingenieurs, een voorloper van de Technische Universiteit Delft. Vijf jaar later kon kennis en ervaring worden uitgewisseld via het Koninklijk Instituut voor Ingenieurs (o.a. Lintsen 2005, p. 127).

De staatkundige ontwikkelingen van de jaren dertig (die uiteindelijk in 1839 resulteerden in de Belgische afscheiding) en het uit de hand lopen van de

staatsfinanciën, vertraagden de industriële revolutie in Nederland. Pas met het hervormingsprogramma, dat onder leiding van J.R. Thorbecke in 1848 werd ingezet, werd de basis gelegd voor een sterke, stabiele liberale staat die gunstige voorwaarden schiep voor verdere economische ontwikkeling en groei. Het hervormingsprogramma resulteerde ook in een reorganisatie van de overheidsfinanciën. Daardoor en ook door de aantrekkende economie en wereldhandel kregen ondernemers geleidelijk de wind mee. Dit resulteerde in een grotere bereidheid om te investeren in nieuwe technieken waarmee ze hun productie konden verhogen (Lintsen 2005, pp.124-126).

Doorbraak stoomtechniek vanaf 1850

Vanaf 1850 brak de stoomtechniek in Nederland definitief door (zie Tabel 4). Deze toepassing werd bereikbaar voor meer ondernemers, ook in afgelegen delen van het land. Via de nieuw aangelegde infrastructures konden ondernemers niet alleen goedkoper de benodigde steenkolen aanvoeren, maar konden ze ook gemakkelijker nieuwe markten in binnen- en buitenland bedienen. Dat laatste was van belang, omdat de investeringen in stoomaangedreven machines in de regel alleen rendeerden bij een hogere productie-omvang. Overstappen naar stoom werd langzamerhand steeds meer vanzelfsprekend. Naarmate stoomtechniek dominant werd, kwamen nieuwe of vernieuwde productievare arbeidswerktuigen op de markt die niet bruikbaar waren in combinatie met bijvoorbeeld windkracht. Deze nieuwe werktuigen stimuleerden de verspreiding van stoomtechniek (o.a. Lintsen 2005, pp. 135-136).

De toepassing van stoommachines in de weverijen van de Twentse textielindustrie geeft een goed beeld van de ontwikkelingen. In de jaren vijftig van de negentiende eeuw werden de eerste stoomweefgetouwen geïntroduceerd in de Twentse textielindustrie. In 1852 opende de firma G. en H. Salomonson in Nijverdal de eerste, naar Engels model gebouwde, stoomweverij. In 1854 dreef de stoommachine daar meer dan 400 weefgetouwen aan. In 1860 waren in Twente al 2.000 stoomweefgetouwen in gebruik, verdeeld over de 10 stoomweverijen. Er waren destijds overigens ook nog zo'n 8.500 handweefgetouwen in gebruik, dus lang niet alle textielbedrijven schakelden over op stoom. Vanwege de gebrekkige infrastructuur in Twente hing het van de vestigingsplaats van bedrijven af of overschakelen op stoom bedrijfseconomisch rendabel was. Zo kostte in 1853 10 ton Engelse steenkool in Almelo 90 gulden. Voor ondernemers in Enschede kwam daar voor het vervoer van Almelo en Enschede per 10 ton zo'n 32 gulden bij, een kostenstijging van meer dan een derde. Gezien de grote hoeveelheden kolen die nodig waren – het rendement van stoommachines was nog lang niet optimaal – was overschakeling voor Enschedese textielbedrijven daarom aanvankelijk niet rendabel en was het lonender om te investeren in moderne handweefgetouwen met snelspoel. De verbeterde infrastructuur en de komst van efficiëntere stoommachines maakten het in de daaropvolgende jaren ook voor alle Twentse textielbedrijven rendabel om over te schakelen en uit te breiden. In 1900 telde

Twente 36 stoomweverijen waar in totaal 20.000 *powerlooms* waren opgesteld. Deze textielbedrijven boden werk aan ruim 17.000 werknemers, bijna het dubbele aantal werknemers van 1851 (9.375 werknemers) (Fischer 1983, pp. 65-90).

Tabel 4 Aantal krachtwerktuigen in de nijverheid in Nederland en de omvang van de beroepsbevolking en de bevolking 1850-1890.

	1850	1860	1880	1890
Stoommachines	290	820	2.740	3.930
Gasmotoren			10	20
Windmolens	3.050	3.400	3.120	1.790
Paardenmolens	1.930	1.710	910	570
Watermolens	470	500	250	160
Totaal	5.740	6.430	7.030	6.470
Beroepsbevolking in nijverheid (x 1.000)	300	326		482
Bevolking Nederland (x 1.000)	3.100	3.300		4.000

Bron: Lintsen 1995, p. 192.

Kleinere bedrijven als aanjager industrialisatie in Nederland

In tegenstelling tot bijvoorbeeld Engeland resulteerde de industrialisatiegolf van de tweede helft van de negentiende eeuw in Nederland niet tot de opkomst van grootschalige fabrieken, dat zou pas na 1890 gebeuren. Tot die tijd bleef het kleinbedrijf – bedrijven met minder dan tien arbeidskrachten – dominant. In 1860 werkte 80 procent van de beroepsbevolking in het kleinbedrijf, in 1889 77 procent.

Het karakter en de wijze van produceren van de kleinbedrijven veranderde in die periode wel ingrijpend. Ten eerste doordat ze massaal overschakelden op stoomkracht en de daarbij behorende machines. Het bleven echter kleinschalige bedrijven, waarbij de eigenaar vaak nog gewoon meewerkte in de werkplaats. Het kleinbedrijf vormde dus de drijvende kracht achter de doorbraak van stoom in Nederland. Smederijen, kleine scheepswerven en bouwbedrijven schaften moderne ijzeren werktuigen aan die werden aangedreven door een stoommachine of locomobiel (Lintsen 2005, pp. 142-143; p.159).

Productiebedrijven zoals de textielindustrie werden ten tweede anders georganiseerd door de mechanisatie van delen van productieproces. In de textielfabrieken dreef een centrale stoommachine weefgetouwen en andere machines aan. De textielfabrieken waren onderverdeeld in afdelingen die ieder een eigen bewerking uitvoerden. De productie werd geconcentreerd in fabrieksgebouwen, waardoor thuiswevers in snel tempo verdwenen (Lintsen 2005, pp.157-167).

3.2 De tweede industriële revolutie: doorbraak van elektriciteit als nieuwe generieke techniek

De periode 1890-1920 was voor de energietechniek een overgangperiode waarin de stoommachine concurrentie kreeg van alternatieve krachtbronnen in de vorm van de kleinere, flexibelere en eenvoudiger te installeren gas-, verbrandings- en elektromotoren. Er ontstond concurrentie tussen verschillende systemen. Uiteindelijk werd het elektriciteitssysteem dominant. Dit zorgde in Nederland voor de doorbraak van het grootbedrijf en de daarbij horende rationalisering.

Al sinds de jaren dertig van de negentiende eeuw was gewerkt aan de ontwikkeling van een betrouwbare en betaalbare elektromotor. Het ontbreken van een goede elektriciteitsvoorziening stond grootschalige toepassing echter in de weg. Alleen grotere bedrijven konden met behulp van hun stoominstallaties zelf elektriciteit opwekken. Zo had de machinefabriek van de Gebroeders Stork in Enschede een gelijkstroominstallatie voor de verlichting en een elektrische loopkraan. Toen de directie een eigen centrale had gebouwd, schakelde de hele fabriek in 1901 over op elektrische aandrijving.

Het economisch tij eind negentiende eeuw was goed, er was sprake van een lange opgaande conjunctuurgolf waardoor het industrialisatieproces doorzette en er ruimte was voor vernieuwing. Dit werd onder andere zichtbaar in investeringen in het elektriciteitssysteem en de opbouw van een elektriciteitsnetwerk. Aanvankelijk namen gemeentebesturen al dan niet in samenwerking met particuliere ondernemers het initiatief voor een gemeentelijke elektriciteitscentrale. Later kwamen er ook regionale centrales. De komst van stoomturbines en de doorbraak van wisselstroom maakten verdere schaalvergroting en een meer rendabele exploitatie mogelijk.

Om de groei van het elektriciteitssysteem in goede banen te leiden, trokken rijk en provincies de verantwoordelijkheid voor de verdere ontwikkeling naar zich toe. Er ontstonden provinciale elektriciteitsnetwerken die werden aangestuurd door provinciale elektriciteitsmaatschappijen. In 1939 was de elektrificatie van Nederland een feit, ook op het platteland. Nederland liep hiermee voorop (Hesselmans en Verbong 2000, p. 125-139; Hesselmans, Verbong & Buiter 2000, p. 141-159).

Tabel 5 De elektrificatie van Nederland 1913-1939.

Jaar	Geëlektrifi- ceerde gemeenten	Totaal aantal gemeenten	Aantal centrales	Totaal vermogen in MW	Totaal aan net afgegeven in miljoen kWh
1913	180	1.121	82	98	110
1916	300	1.120	76	171	210
1919	405	1.118	111	239	320
1925	868	1.082			
1930	1.011	1.078	50	754	1.400
1935	1.056	1.060			
1936			46	1.339	1.800
1939	1048	1.054	45	1.419	2.400

Bron: Schot, Lintsen & Rip 2000, p. 157 (tabel 3.3) en p. 159 (tabel 3.4).

Omdat industriële aansluitingen aantrekkelijk waren voor de provinciale elektriciteitsmaatschappijen boden ze bedrijven contracten tegen gunstige prijzen. Daardoor werd het ook voor grotere bedrijven die zelf nog energie opwekten, aantrekkelijk om over te stappen op het openbare netwerk. Zo sloot Philips in 1921 een contract af met de PNEM voor de levering van elektriciteit.

Hoezeer de elektromotor de industrie zou veranderen bleek ook uit de toename van het opgesteld vermogen. Rond 1850 beschikte de Nederlandse industrie over een opgesteld vermogen van 50.000 pk, dit was voornamelijk gebaseerd op windkracht. Veertig jaar later was dit vermogen 80.000 pk, voornamelijk opgewekt door stoomkracht. In 1930 was dit vermogen, mede door de toepassing van elektromotoren, al gestegen tot 2 miljoen pk. De groei ging daarna onverminderd door van 4,5 miljoen pk in 1950 tot ruim 45 miljoen pk rond 2000 (Hesselmans en Verbong 2000, p. 125-139; Hesselmans, Verbong en Buiten 2000, p141-159; Lintsen 2005, p.146).

Opkomst gerationaliseerde fabriek

De tweede industriële revolutie resulteerde vanaf 1890 in de doorbraak van het grootbedrijf. Ook in Nederland ontstonden al spoedig dergelijke relatief grote bedrijven (Zanden & Riel 2000, p.147). Kwam in 1889 nog 23 procent van de industriële werkgelegenheid in Nederland voor rekening van het midden- en grootbedrijf, in 1913 was dat al 76 procent (59 procent voor bedrijven van 10 tot 500 werknemers en 17 procent voor bedrijven met meer dan 500 werknemers).

Om aan de stijgende vraag naar producten te kunnen voldoen, was een efficiënte organisatie van de productie en een goede controle op de grondstof- en halffabricatenstromen noodzakelijk. In de jaren twintig leidde dit tot

een nieuw productieregime, de op massa- en serieproductie gerichte gerationaliseerde fabriek.

Rationalisatie van productie, arbeid en organisatie ging hand in hand met schaalvergroting in de economie en de opkomst van de rationaliseringsbeweging waaruit onder andere de managersvereniging NIVE voortkwam en de ontwikkeling van organisatie-theorieën zoals het *scientific management* van F.W. Taylor (zie ook Hoofdstuk 2). De fabriek werd gezien als een grote machine die in al zijn details moest worden onderzocht. Er ontstonden nieuwe beroepsgroepen voor het oplossen van (technische) organisatieproblemen, zoals ingenieurs, psychologen en accountants. In navolging van de Verenigde Staten ontstonden ook in Nederland enkele zeer grote bedrijven die de hele productieketen zo veel mogelijk integreerden: Shell, Unilever, Philips, Staatsmijnen (het huidige DSM), AKU (het huidige AKZO) en Hoogovens. De kleinere ondernemingen, die in het Nederlandse krachtenveld nog steeds belangrijk waren, zochten samenwerking in coöperaties en kartels (Lintsen 2015, pp. 169-174).

Een bekend voorbeeld van gerationaliseerde massaproductie in Nederland was Philips. In 1926 ontwikkelde Philips Natlab een betaalbare radio voor het grote publiek, een toestel dat bovendien was ontworpen om op grote schaal op de lopende band – een van de meest zichtbare vormen van de gerationaliseerde fabriek – te worden geproduceerd. In Nederland werd de lopende band ook toegepast bij serieproductie in kleinere ondernemingen. In de jaren dertig maakte de Hengelose leverancier van elektrische machines en apparaten Heemaf gebruik van een lopende band bij de productie van telefoon-toestellen, machinebouwer Stork bij de productie van motoren en schoenfabrikant Bata bij de productie van schoenen (Lintsen 2005, pp.166-169).

De modernisering van de economie werd begeleid door een periode van grote sociaal-politieke dynamiek. De verzuilde samenleving ontstond met een goed georganiseerd maatschappelijk middenveld met vakbonden, boerenbonden en werkgeversorganisaties. Op de politieke agenda kwamen onder andere de uitbreiding van het kiesrecht en – mede naar aanleiding van de sociale onrust – het verbeteren van de werk- en leefomstandigheden van arbeiders. Een arbeidsenquête, geïnitieerd door de Tweede Kamer, bracht in 1887 allerlei misstanden in fabrieken en werkplaatsen aan het licht: extreem lange werktijden, nachtwerk door kinderen, onhygiënische en ongezonde werkomstandigheden, lage lonen en zo meer. Om uitwassen van de industrialisatie tegen te gaan, kwam er daarom sociale wetgeving zoals het Kinderwetje van Van Houten uit 1874, in 1889 de eerste Arbeidswet en in 1901 de Ongevallen- en Ziekwet (Zanden & Riel 2000, pp. 311-341; Brugmans 1961, pp. 403-426).

3.3 De derde industriële revolutie werpt zijn schaduw vooruit

Maatschappelijk veranderingsproces

“Weinigen realiseren zich, dat deze grootste van alle uitvindingen sedert de stoommachine, voor de wereld een geheel nieuw tijdperk inluidt,” aldus socioloog Fred L. Polak in een rede bij zijn benoeming tot hoogleraar in Rotterdam in 1949 (Polak 1949, p. 8). Polak doelde op de uitvinding en ontwikkeling van de computer. In de daaropvolgende jaren ontstond het gevoel dat de computer een nieuwe industriële revolutie op gang zou brengen die de maatschappij ingrijpend zou veranderen en ook zou resulteren in het verdwijnen van veel werkgelegenheid.

Dataverwerking en rekenen

De ‘digitale rekenmachine’ zoals de computer in de begintijd vaak nog werd genoemd, was feitelijk een volgende stap in de verwerking van administratieve gegevens. Door de schaalvergroting in de industrie en de groei van banken, verzekeraars en andere dienstverleners was de omvang en complexiteit van administraties vanaf het einde van de negentiende eeuw toegenomen. Na de Tweede Wereldoorlog ging die schaalvergroting, onder andere door de opkomst van de verzorgingsstaat, onverminderd door. De verwerking van de groeiende hoeveelheid gegevens leidde tot het continu herontwerpen en optimaliseren van administratieve processen en het inzetten van mechanische, elektromechanische en elektrische technieken zoals boekhoudmachines, typemachines en ponskaartapparatuur. De zoektocht naar nieuwe hulpmiddelen resulteerde daarmee uiteindelijk in de digitale rekenmachine.

De eerste mainframecomputers stonden op locaties waar praktijk en wetenschap samenkwamen – bijvoorbeeld in het Mathematisch Centrum, bij de PTT, Shell en Philips – en werden vooral ingezet voor het uitvoeren van ingewikkelde berekeningen. Shell was in Nederland een van de pioniers op computergebied. Het bedrijf beschikte over een eigen onderzoeksgroep voor meten en regelen van hun eigen processen. Vanaf 1959 werd een deel van de Shell-raffinaderij in Pernis bestuurd door een procescomputer. In de jaren vijftig werkten wetenschappers en bedrijfsleven nadrukkelijk samen aan de ontwikkeling van nieuwe, breder inzetbare computers. Verzekeraars stelden hiervoor bijvoorbeeld kapitaal beschikbaar.

De hoge kosten van aanschaf, beheer en onderhoud en een gebrek aan gekwalificeerd personeel stonden een snelle verspreiding van computers in de weg. In 1959 waren er in Nederland 29 mainframe computers operationeel. Omdat er bij kleine en middelgrote bedrijven en instellingen wel degelijk behoefte was aan administratieve automatisering van de loonadministratie, facturering of premieberekening, ontstonden in de jaren zestig servicecentra. Eén daarvan was de Centrale Elektronische Administratie (CEA), gelieerd aan de verzekeringsmaatschappij Centraal Beheer, dat op 21 april 1961 door

minister J. de Pous van Economische Zaken werd geopend. CEA ontwikkelde standaardprogramma's voor het berekenen van salarissen in de metaalindustrie, het varend personeel van rederijen en gemeenteambtenaren. Het bedrijf verzorgde ook cursussen om het administratief personeel van de opdrachtgevers vertrouwd te maken met een geautomatiseerde administratie (Bogaard et al. 2008; Duffhues et al. 2011, pp. 176-177).

Opleidingsinfrastructuur

Met de opkomst van de softwaresector streefden bedrijfsleven en wetenschap professionalisering van opleidingen na op het terrein van de informatica. De in 1958 opgerichte Stichting Studiecentrum Administratieve Automatisering (in 1970 omgedoopt tot Stichting Nederlands Studiecentrum voor Informatica) was een van de organisaties die hierin een leidende rol nam. Deze organisatie zette bijvoorbeeld in 1960 een opleiding voor junior programmeurs op en kwam vier jaar later met de opleiding Automatisering en Mechanisering van de Bestuurlijke Informatieverwerking (AMBI). Later volgde hieruit het Nederlands Opleidingsinstituut voor Informatica. Begin jaren zeventig kwamen er opleidingen in het hoger beroepsonderwijs (bedrijfsinformatica aan de heao en een hogere informaticaopleiding aan de HTS). Pas in 1981 kwamen aan de universiteiten de eerste informaticaopleidingen van de grond (Bogaard et al. 2008, pp.123-135).

Begin jaren zeventig waren ook de eerste stappen gezet om leerlingen van mavo, havo en vwo kennis te laten nemen van informatica. Dat gebeurde onder andere via de cursus Elementaire computerkunde voor mavo en havo. In de jaren tachtig, vooral na de komst van de personal computer (pc), volgden vanuit overheid en bedrijfsleven veel meer initiatieven om de bevolking vertrouwd te maken met computergebruik. Eind jaren tachtig besloot de overheid om vanuit dit oogpunt voor het onderwijs als standaard te kiezen voor IBM-compatible MS/DOS computersystemen. Op alle scholen in Nederland verschenen computers, en werknemers konden via zogenaamde pc-privéprojecten computers voor thuisgebruik aanschaffen en zo zelfstandig kennismaken met een computer (Bogaard et al. 2008, pp.148-149, pp. 156-207).

Blijven inzetten op industrialisatie

Ontwikkelingen in de meet- en regeltechniek na de Tweede Wereldoorlog creëerden nieuwe mogelijkheden om machines niet alleen mechanische handelingen te laten uitvoeren, maar ook intelligent te laten reageren op veranderingen in het productieproces. De implementatie hiervan was echter niet eenvoudig en was in de meeste gevallen niet rendabel. De industrie bouwde dus voort op bestaande productietechnieken (Lintsen 2005, pp. 177-182) en computers werden vooralsnog niet ingezet. Dat gold ook voor de textielproductie in de regio Tilburg.

De economische groei in Nederland in de jaren vijftig werd aangejaagd door de internationale handel. Voor ondernemers waren de loonkosten laag door de geleide loonpolitiek van de regering. Ze investeerden fors in uitbreiding van de productie wat resulteerde in een groei van de werkgelegenheid.

De verschillende overheden stimuleerden via een industrialisatiebeleid actief de vestiging van nieuwe industriële bedrijven. De gemeentebesturen van 's-Hertogenbosch en Tilburg richtten bijvoorbeeld investeringsmaatschappijen op waardoor bedrijven tegen gunstige voorwaarden bedrijfsruimte konden huren of kopen. Gemeenten investeerden ook in de aanleg van bedrijfsterreinen en moderne woonwijken. Doel was het creëren van een zo optimaal mogelijk vestigingsklimaat. Burgemeesters gingen actief op pad om nieuwe bedrijven binnen te halen (Korsten & Lintsen 2015).

Signalen van naderende problemen, zoals het teruglopen van de winsten, werden tot het begin van de jaren zestig maar in zeer beperkte mate opgepikt. De voorzitter van de Kamer van Koophandel in Tilburg wees bijvoorbeeld herhaaldelijk op de kwetsbaarheid van de economie in de regio Tilburg. De afhankelijkheid van de productie van wollen stoffen baarde zorgen voor de toekomst. Om nieuwe investeringen mogelijk te maken en beter te kunnen inspelen op marktfluctuaties, was samenwerking tussen de bedrijven nodig. Die kwam in Tilburg echter niet van de grond. Het loslaten van de geleide loonkostenpolitiek begin jaren zestig veroorzaakte een stijging van de loonkosten die de rentabiliteit van de bedrijven aantastte en onderhuidse problemen zichtbaar maakte. Zwakkere bedrijfstakken kwamen onder druk te staan. Dat gold ook voor de Tilburgse textielbedrijven. Oproepen om in samenwerking met de wetenschap de bedrijfstak toekomstbestendig te maken en (technische) oplossingen te vinden voor de problemen – zoals de stijging van de loonkosten – leidden tot niets. Hieraan konden ook het Tilburgse gemeentebestuur en de Kamer van Koophandel niets veranderen. Tussen 1959 en 1974 sloten 64 van de 83 Tilburgse textiel fabrieken hun deuren. De resterende bedrijven verdwenen in de daaropvolgende jaren. Werkten in 1950 nog 12.890 mensen in de Tilburgse textiel, in 1980 waren dat er nog maar 1.376 (Korsten & Lintsen 2015).

Automatisering

Er waren wel bedrijfstakken waar bedrijfsleven, wetenschap en overheid eendrachtig samenwerkten aan de modernisering van de productietechniek door de inzet van computers. Een duidelijk voorbeeld is de zuivelindustrie die de arbeidsintensieve, bijna nog ambachtelijke kaasfabrieken wilde reorganiseren en transformeren in grootschalige, zo veel mogelijk geautomatiseerde fabrieken met een industrieel, procesmatig karakter. Via een gezamenlijk onderzoeksinstituut, NIZO, werkte de sector vanaf het midden van de jaren vijftig samen op twee sporen: de modernisering en opschaling van bestaande machines én het ontwikkelen van een volledig nieuw, bijna volcontinu geautomatiseerd uniform

kaasproductieproces. Dit resulteerde uiteindelijk begin jaren zeventig in de Casomatic, die nog steeds het hart vormt van moderne kaasfabrieken (Berkers & Korsten 2013, p. 36-60).²⁶

Het inzetten van computergestuurde besturingssystemen was in de meeste productiebedrijven allereerst bedoeld om het productiesysteem beter te regelen en te komen tot een betere productkwaliteit (Vermij 2003, pp. 302-316). Automatisering werd vaak pas interessant wanneer het ging om massaconsumptieartikelen, bijvoorbeeld gloeilampen, radio's en televisies. Hierbij ging het om de vervolmaking van de generationaliseerde fabriek door het introduceren van zelfcontrolerende en zelfregelende machines en gemechaniseerd transport (Lintsen 2005, pp. 176-177).

In de jaren zeventig werden computers kleiner, krachtiger en goedkoper. Tegelijkertijd bood de microprocessor nieuwe mogelijkheden om machines te besturen zonder dure centrale computersystemen. Er ontstonden meer flexibele geautomatiseerde productiesystemen zoals productierobots waarmee fabrikanten beter en sneller konden inspelen op de veranderde vraag vanuit de markt en schommelingen in de afzet. In 1982 waren er in Nederland ruim vijftig robots operationeel (Lintsen 2005, pp.177-182).

Invloed crisis jaren zeventig en tachtig

In 1973 kwam er een eind aan een periode van stabiliteit en economische groei die rond 1950 was begonnen. De oliecrisis, waarbij de OPEC-landen de olieprijs verhoogden, vormde het zichtbare omslagpunt. Het vertrouwen in de economie nam af, aandelenkoersen daalden, de inflatie zette onverminderd door, bedrijven investeerden minder en de wereldhandel stagneerde. De eerste wereldwijde depressie na de Tweede Wereldoorlog was een feit.

Tot 1979 leken de gevolgen van de crisis in Nederland nog mee te vallen. Dat kwam met name doordat de (particuliere) consumptie bleef groeien. Hier speelde het Keynesiaanse economisch stimuleringsbeleid van het kabinet Den Uyl (1973-1977) een rol. Via onder andere het verhogen van uitkeringen en lonen, het verhogen van overheidsuitgaven voor sociale en culturele doeleinden en het verlenen van subsidies en goedkope leningen voor bedrijven probeerde het kabinet de Nederlandse economie op gang te houden. "Het uitgebreide systeem van sociale voorzieningen voorkwam dat de economische teruggang direct vertaald werd in een drastische daling van de consumptieve vraag. De keerzijde hiervan was dat het tekort van de overheid begon toe te nemen en dat, mede door een verhoging van de belasting- en de premiedruk, de loonkosten sterker stegen dan in het buitenland. Conjunctureel was het

26 In opdracht van FrieslandCampina hebben Eric Berkers en Jan Korsten in 2013 en 2014 onderzoek uitgevoerd naar de R&D- geschiedenis van FrieslandCampina en zijn voorgangers. De ontwikkeling van de industriële kaasproductie was een van de onderwerpen.

beleid van het kabinet-Den Uyl wellicht juist, maar de structurele problemen werden niet opgelost, integendeel" (Zanden & Griffiths 1989, p. 258).

Door de ruime internationale geldmarkt was het relatief goedkoop om externe financiering te krijgen, zowel voor particulieren als voor bedrijven. Werd in Nederland in 1970 één miljard gulden aan consumptief krediet verstrekt, acht jaar later was dat al gestegen tot 7,8 miljard gulden. Ook het bedrijfsleven maakte meer gebruik van externe financiering. Het eigen vermogen van de aan de beurs genoteerde naamloze vennootschappen als percentage van het beurs-totaal daalde van 38 procent in 1973 tot 32 procent in 1978. Bedrijven zetten in op diversificatie om de stabiliteit van het bedrijf te vergroten en minder afhankelijk te zijn van een activiteit. Op grote schaal werden met behulp van goedkope externe financiering nieuwe activiteiten opgezet of werden bedrijven overgenomen. Er ontstonden conglomeraten zoals OGEM, RSV, KSH en Heidemij die bestonden uit allerlei niet of nauwelijks met elkaar in verband staande divisies.

De tweede oliecrisis van 1979 resulteerde in een nieuwe depressie. De werkloosheid nam sterk toe, de rente steeg en de consumptie en de investeringen liepen terug. De oplopende rente zorgde voor een crisis op de huizenmarkt en veroorzaakte ook een golf aan faillissementen. Tussen 1980 en 1984 gingen 27.000 bedrijven failliet, waarbij 150.000 mensen hun baan verloren. Nieuw was dat een deel van de werkloosheid een structureel karakter had, vraag en aanbod op de arbeidsmarkt kwamen niet langer overeen. Om de crisis de baas te worden, bezuinigde het kabinet-Lubbers I (1982-1986) fors. Sociale uitkeringen, ambtenarensalarissen en het minimumloon werden verlaagd en subsidieregelingen voor het bedrijfsleven werden afgebouwd (Zanden & Griffiths 1989, pp. 255-274).

Rol regio

De rol van regionale actoren bleek cruciaal voor het vinden van een oplossing en het creëren van nieuwe werkgelegenheid om zowel door de crisis weggevallen arbeidsplaatsen als de groei van de beroepsbevolking op te vangen. De ontwikkeling van de regio Tilburg (Midden-Brabant) illustreert dit. Mede door het creëren van een gunstig vestigingsklimaat met een goede infrastructuur vestigden zich vanaf de jaren zestig dienstverlenende bedrijven en organisaties in Tilburg waardoor de economische basis werd verbreed. De gunstige vestigingsvoorwaarden trok ook nieuwe industriële werkgelegenheid aan. Begin jaren zeventig was Tilburg zelfs serieus in beeld voor de vestiging van een nieuwe fabriek van Volkswagen die voor 6.000 mensen werk zou opleveren. Uiteindelijk besloot Volkswagen helemaal af te zien van de vestiging van een nieuwe fabriek. Bijna als pleister op de wonde kwam er wel een vestiging van Van Doorne's Transmissie naar Tilburg (Korsten & Lintsen 2015).

In de jaren tachtig ontwikkelde iedere regio een eigen traject om de problemen het hoofd te bieden en de regionale economie weer vlot te trekken. Zo zette de regio Tilburg in op het creëren van een gunstig vestigingsklimaat voor de toeristische en recreatieve sector. De regio Eindhoven zag de hightech industrie als de motor van de toekomstige ontwikkeling, terwijl 's-Hertogenbosch zich meer richtte op dienstverlening. In meer of mindere mate speelden techniek en technische infrastructuren een rol bij deze ontwikkelingen. Vanzelfsprekend werden hierbij nieuwe technologieën zoals de microprocessor geïntegreerd. Een belangrijke aanjager vormde echter het regionale actorennetwerk – bedrijven, gemeenten, provincie – dat inzette op het uitbouwen van de sterke en onderscheidende punten van de regio.

3.4 Conclusies

Nieuwe generieke technieken – stoomkracht, elektriciteit en informatietechnologie – speelden de afgelopen twee eeuwen een rol bij het op gang brengen van veranderingsprocessen die leidden tot maatschappelijke transformaties. Hoe groot die rol was, hing af van de bredere economische, maatschappelijke en politiek-bestuurlijke context. Om optimaal van een nieuwe techniek te kunnen profiteren, moesten de maatschappij en de techniek op elkaar zijn afgestemd. Daarvoor was telkens een proces van verandering en aanpassing nodig. In het geval van stoom en elektriciteit duurde het meer dan een halve eeuw voordat Nederland hiervan daadwerkelijk economisch kon profiteren.

De overheid – gemeenten, provincie en rijk – stimuleerde de implementatie van nieuwe technieken door het creëren van goede voorwaarden; in de negentiende eeuw via de totstandbrenging van een transport- en kennisinfrastructuur en aan het begin van de twintigste eeuw via het reguleren van nieuwe praktijken door wet- en regelgeving, bijvoorbeeld de sociale wetgeving. Dit kon echter alleen gebeuren in samenwerking met alle betrokken actoren of hun vertegenwoordigers.

De ontwikkelingen in Nederland verliepen vrij geleidelijk en niet schoksgewijs. Verschillende technieken bleven naast elkaar functioneren. Een belangrijke factor daarbij was de investeringsbereidheid van ondernemers. Hier speelden macro-economische en bedrijfseconomische omstandigheden een rol. De overheid kon wel faciliteren door via een goed vestigingsklimaat investeringen aantrekkelijk te maken. In toenemende mate zijn regio's hierin een belangrijke rol gaan spelen.

Nieuwe generieke technieken boden een voedingsbodem voor de opkomst van nieuwe organisatievormen in het bedrijfsleven. Tijdens de eerste industriële revolutie werd ambachtelijk werk gemechaniseerd en in toenemende mate gecentraliseerd op één productielocatie. De klassieke fabriek ontstond. De tweede industriële revolutie bood mogelijkheden voor de opkomst van

grootschalige gerationaliseerde fabrieken en dienstverleners. De derde industriële revolutie leverde de technische mogelijkheden voor een verdere beheersing van het productieproces door de inzet van computers. Op welke wijze en in welk tempo veranderingen plaatsvonden, hing sterk af van de specifieke context.

In Nederland leidden nieuwe generieke technieken tot op heden niet tot structurele crises op de arbeidsmarkt. Macro-economische en conjuncturele factoren waren steeds de belangrijkste oorzaak van crises. De inzet van nieuwe technieken op de arbeidsmarkt heeft altijd wel geleid tot de noodzaak om vraag en aanbod van arbeid, bijvoorbeeld via het onderwijs, beter op elkaar af te stemmen.