

Prof. Dr. P. de Wolff

Micro-electronica en economie

Inleiding

Zoals bekend, is er in de laatste jaren een stortvloed van publicaties verschenen over de mogelijkheden en de gevolgen van de micro-electronica. En in veel van die geschriften wordt sterk de nadruk gelegd op de nadelige gevolgen ervan voor de werkgelegenheid. Immers talrijke werkzaamheden, die thans nog menselijk handelen vereisen, kunnen door micro-electronisch gestuurde apparatuur worden overgenomen en zullen op die manier goedkoper en veelal bovendien nog sneller en beter kunnen worden uitgevoerd dan voordien.

Het kan op het eerste gezicht wellicht wat merkwaardig lijken dat het verschijnsel vrij plotseling zo sterk de aandacht heeft getrokken. Want de ontwikkeling van de micro-electronica is reeds in het begin van de zestiger jaren op gang gekomen en ze wordt al geruime tijd op grote schaal in allerlei gebieden toegepast. In radio- en televisietoestellen zijn de aanvankelijk gebruikte electronenbuizen reeds volledig door transistoren vervangen, in de telefonie wordt er op ruime schaal gebruik van gemaakt, verschillende processen worden er reeds mee bestuurd enz.

Toch liggen de redenen voor de toegenomen en meestal pessimistisch georiënteerde belangstelling voor de hand.

Hoe men ook de lange golven van de economie meent te moeten verklaren, het is een onmiskenbaar feit, dat er sinds het begin van de industriële revolutie een drietal is geweest en dat grote technische doorbraken daarbij een belangrijke rol hebben gespeeld. Het is evenzeer duidelijk dat we sinds het einde van de tweede wereldoorlog de stijgende tak van een vierde hebben beleefd en dat de huidige situatie vele kenmerken vertoont, die voor de laatste fase van de opgaande tak karakteristiek zijn. In hun onlangs verschenen bijzonder interessante boek 'Unemployment and Technical Innovation' [1] hebben Cristofer Freeman en twee van zijn collegae hieraan een uitvoerige beschouwing gewijd en er nog eens op gewezen dat in vrijwel de gehele Westerse wereld de typische verschijnselen van verzadiging, rentabiliteit, geringe investeringsbereidheid en hoge structurele werkloosheid waarneembaar zijn, een ontwikkeling, die reeds in de tweede helft der zestiger jaren is ingezet, maar die door de beide olieprijs-explosies in belangrijke mate is versterkt. Het is begrijpelijk, dat waar de vrees bestaat

dat we toch reeds voor de dalende tak van de vierde golf staan, de mogelijkheden van een techniek, die de werkloosheid verder zou kunnen doen toenemen, met scepsis worden gezien.

Een tweede reden ligt in de stormachtige ontwikkeling van de micro-electronica zelf. Nadat ontdekt was hoe halfgeleiders konden worden gebezigd voor de fabricage van transistoren en andere elektrische componenten en voorts hoe deze elementen inclusief hun verbindingen op één drager, de z.g. chip, konden worden samengevoegd, is de groei op spectaculaire wijze voort gegaan. Met de regelmaat van de klok is het aantal elementen, dat op één chip kan worden ondergebracht ieder jaar met een factor twee toegenomen, zo regelmatig dat men reeds van een wet spreekt, n.l. de wet van Moore, die daar voor het eerst op heeft gewezen. Tevens zijn de afmetingen steeds verder verkleind en thans kan men op een schijfje silicium ter grootte van $1/4 \text{ cm}^2$ reeds tegen de honderdduizend elementen aanbrengen en het groeiproces is nog lang niet ten einde. Daarbij komt dat deze schijfjes met grote precisie te vervaardigen zijn. Weliswaar stijgen de ontwerpkosten der chips met toenemende complexiteit ook exponentieel, maar deze factor wordt meer dan gecompenseerd doordat de fabricagekosten zeer sterk dalen en de omzet in stuks enorm stijgt. Als gevolg van dit alles zijn de kosten van een moderne chip heel laag geworden. Parallel aan deze technische ontwikkeling zijn ook de schakelingen zelf steeds ingenieuzer geworden, zodat de chips voor zeer uiteenlopende toepassingen bruikbaar zijn geworden. Dit heeft ertoe geleid dat thans reeds vele in wijde kring bruikbare toepassingen voorhanden zijn. Men denke aan zakrekenmachines, elektronisch speelgoed, televisie-accessoires en vele andere. En dat heeft weer bij velen, ook buiten de gelederen der technici, het besef doen doorbreken dat er op het terrein van de micro-electronica nog enorme mogelijkheden braak liggen.

De toepassingsmogelijkheden van de micro-electronica

De toepassingsmogelijkheden van de chip zijn inderdaad buitengewoon groot. Dit is mede te danken aan het feit dat de ontwikkeling van de chip gelijk opgegaan is met die van een aantal andere technieken, zoals de computertechniek, de meet- en regeltechniek en de telecommunicatie. In grote trekken kunnen de volgende vijf toepassingsgebieden onderscheiden worden:

- communicatieprocessen,
- processen van vastlegging van en toegang tot kennis,
- rekenen,
- besturingsprocessen in de menselijke omgeving en
- materiële procesbesturing.

Het lijkt wenselijk elk ervan met een enkel woord toe te lichten.

Communiceren geschiedt in velerlei vormen, via persoonlijk contact, per brief, telefoon, telex, radio en televisie. De eerste is al zo oud als de mensheid zelf, maar ook de jongste uit de rij bestond al voor de opkomst

van de micro-electronica. Maar zelfs bij het directe persoonlijke contact en in nog veel sterker mate bij de overige speelt de nieuwe techniek al een belangrijke rol en deze wordt nog steeds verder geperfectioneerd. Daarenboven zijn nieuwe vormen in aantocht, zoals teletekst en videofoon, die zonder micro-electronica nauwelijks denkbaar zouden zijn.

Het is thans mogelijk, en het geschiedt ook al op grote schaal, om geweldige hoeveelheden informatie in databanken op te slaan. Hierdoor is de PTT in staat om stante pede het telefoonnummer van een willekeurige abonné te verstrekken, maar kunnen medici, juristen en vele anderen op snelle wijze relevante vakliteratuur opvragen, kunnen ingenieurs ervan gebruik maken bij 'computer aided design', enz.

De toepassingen bij het rekenen zijn al zo bekend, dat er nauwelijks bij stil gestaan behoeft te worden.

Rekenlinealen, logarithmeticafels en mechanische rekenapparatuur zijn in snel tempo vervangen door al of niet programmeerbare elektronische rekenautomaten en niet alleen in de wetenschap en het bedrijfsleven, maar zoals bekend, worden ze ook bij het onderwijs reeds op grote schaal gebruikt. Hun capaciteit varieert van het simpele apparaatje, dat als reclame-attractie bezig is de ballpoint te vervangen, tot supercomputers, die thans reeds honderd miljoen elementaire bewerkingen per seconde kunnen verrichten en wetenschappelijke en technische berekeningen mogelijk maken, die voorheen praktisch onuitvoerbaar waren wegens de onvoorstelbaar grote daarvoor benodigde mankracht.

De verwerking van gegevens in informatiesystemen, een noodzakelijke voorwaarde voor bestuurlijke activiteiten van enige omvang, is vanouds een geschikt terrein voor automatisering. Ook hier kan de micro-electronica aanzienlijke voordelen bieden, men denke slechts aan gedistribueerde gegevensverwerking en kantoorautomatisering.

Materiële procesbesturing tenslotte is reeds ver gevorderd op gebieden waarop omtrent deze processen voldoende kennis aanwezig is. De chemische procesindustrie is hiervan een bekend voorbeeld. Maar niet minder belangrijk is het, dat thans ook processen van discrete en meer mechanische aard door middel van elektronisch bestuurde robotachtige apparatuur geautomatiseerd kunnen worden, hetgeen als regel een gunstige invloed heeft op de kwaliteit der producten en op de continuïteit der processen.

Uit het voorafgaande blijkt duidelijk hoe groot de invloed van de micro-electronica reeds is en ook welke mogelijkheden er nog in het verschiet liggen.

In vele gevallen wordt het karakter van bestaande producten er ingrijpend door gewijzigd. Horloges en rekenmachines waren tot voor kort typische producten van de fijn-mechanische industrie, thans zijn ze geheel of grotendeels al van micro-electronische aard. En dat een dergelijke omschakeling zeer snel kan plaats vinden, dat hebben verschillende industrieën, zoals

de Zwitserse horloge-industrie, op pijnlijke wijze ondervonden.

Maar uiteraard komen er ook geheel nieuwe producten tot stand, zoals de reeds genoemde teletekst en videoapparatuur, instrumenten ter verbetering van het functioneren van de auto, databanken enz.

Ook zullen vele processen zowel in de productie als in de organisatie en de administratie door de opmars van de electronica worden beïnvloed.

Zoals reeds werd opgemerkt, is die opmars bevorderd door de gelijktijdig plaatsvindende ontwikkelingen op andere gebieden. En dat was een essentiële voorwaarde. Zo kan procesbesturing niet uitsluitend met micro-electronica geschieden. Of het nu gaat om een chemisch proces of om een robot in de mechanische industrie, steeds is er een apparaat, een sensor, nodig die uit de gang van zaken relevante informatie oppikt. Deze kan dan razend snel en efficiënt door het micro-electronische gedeelte worden verwerkt en omgezet in instructies aan weer andere apparatuur, een actuator, die deze instructies dan perfect moet kunnen uitvoeren. Bij de bespreking van de snelheid, waarmee de micro-electronica kan worden ingevoerd, wordt hierop nog terug gekomen.

De economische gevolgen van de micro-electronica

De voortgezette invoering van de micro-electronica zal zonder twijfel aanzienlijke economische gevolgen hebben. De meest voor de hand liggende zijn:

- de productiviteit van kapitaal en arbeid en het daarmee samenhangende effect op de werkgelegenheid,
- het gebruik van de productiefactor energie,
- de omvang van de benodigde voorraden,
- de winstgevendheid en de daarmee verbonden bestedingsimpulsen,
- de internationale verwevenheid van de Nederlandse economie en
- de invloed op de kwaliteit van de arbeid en de daaruit voortvloeiende vereisten voor vorming en opleiding.

Zoals reeds is opgemerkt is micro-electronica heel goedkoop. Daardoor zijn de ermee uitgeruste kapitaalgoederen relatief goedkoop t.o.v. hun voorgangers, die technisch minder geavanceerd zijn. Bovendien is hun productiesnelheid vaak hoger en de uitval lager. De productiviteit per gulden geïnvesteerd vermogen is dus relatief hoog. Voor een zelfde hoeveelheid product zijn derhalve minder investeringen nodig. Bij gelijkblijvende productie zal de vraag naar kapitaalgoederen in waarde dan ook dalen. Anderzijds zal, bij gelijkblijvende loonvoet, ook de verhouding van de prijs van kapitaal goederen t.o.v. de loonvoet dalen, hetgeen de substitutie van arbeid door kapitaal bevordert en de vraag naar kapitaalgoederen weer stimuleert. Het lijkt niet mogelijk algemene uitspraken te doen over het uiteindelijke resultaat dezer twee tegengestelde tendenties. Maar hoe dit ook zij, het lijkt tamelijk waarschijnlijk, dat er op de duur in de desbetreffende bedrijfstakken een verbetering van de rendementspositie optreedt. De ontwikkeling heeft ook gevolgen voor de arbeidsproductiviteit. Dit is niet alleen een

gevolg van de genoemde substitutie, maar wordt ook veroorzaakt door het feit, dat de nieuwe productiemiddelen beter kunnen meten, regelen en controleren, waardoor er ook per eenheid kapitaal minder arbeid nodig is en, wederom bij gelijkblijvende productie ook minder arbeid in totaal.

Het effect van de micro-electronica zal niet in alle sectoren van de economie even groot zijn. In de loop van deze eeuw is het aandeel van de landbouw in de werkgelegenheid, zoals bekend, sterk gedaald. Dat van de industrie is aanvankelijk fors toegenomen, maar het is sinds enige jaren over het hoogtepunt heen. De groei van de werkgelegenheid, die in de laatste twee decennia overigens slechts 0,4% per jaar bedroeg, is dan ook geheel toe te schrijven aan een sterke groei van de dienstensector en van de overheid. Tendele is dit een gevolg van een grotere vraag naar diensten als gevolg van de gestegen welvaart, maar ook de geringe toeneming van de arbeidsproductiviteit in deze sector speelt daarbij een rol.

In de jaren 1953-1973 steeg de arbeidsproductiviteit in de landbouw jaarlijks met gemiddeld 6,3% tegen 5,3% in de industrie en 2,5% in de gehele dienstensector; maar in dat deel daarvan, dat op de binnenlandse markt is gericht, zoals o.a. het bank- en verzekeringswezen, de vrije beroepen, de medische diensten en de horeca bedroeg deze stijging niet meer dan 1,5%. Waar nu juist een belangrijk deel van de activiteiten in de dienstensector uit informatieverwerking in enigerlei vorm bestaat, zaken die bij uitstek met behulp van micro-electronica kunnen worden uitgevoerd, is het te verwachten, dat de arbeidsproductiviteit juist in deze sector er sterk door zal worden verhoogd. Dit wordt bevestigd zowel door studies, die door de Stichting Toekomstbeeld der Techniek voor het bankwezen, het kantoor in het algemeen en de distributie van consumentengoederen zijn verricht en die verleden jaar zijn gepubliceerd [2] als ook door de resultaten van een Delphi-enquête onder auspiciën van de Raad voor de arbeidsmarkt, die kort geleden is verschenen [3].

Maar, en dat blijkt eveneens uit die studies, het effect is volstrekt niet tot de dienstensector beperkt. Het is echter vrijwel onmogelijk om tot kwantitatieve uitspraken te komen omtrent het uiteindelijke effect op de vraag naar arbeid. Het is natuurlijk zonder meer duidelijk, dat een additionele stijging van de arbeidsproductiviteit als gevolg van de micro-electronica met $x\%$, de vraag naar arbeid, bij overigens gelijkblijvende omstandigheden ook met $x\%$ zal doen dalen. Maar het probleem ligt in de hoogte van dat percentage x . De reeds genoemde S.T.T.-studie geeft dan ook slechts kwalitatieve uitspraken en het Delphi-onderzoek komt wel tot kwantitatieve resultaten, maar deze zijn erg onzeker. Daarbij komt dat het uiteindelijke effect van de micro-electronica op de vraag naar arbeid ook in belangrijke mate afhangt van de mogelijke en bepaald niet onwaarschijnlijke positieve impulsen, die er door worden opgeroepen als ook van de snelheid, waarmee de toepassingen worden gerealiseerd. En tenslotte van hetgeen onze buitenlandse concurrenten op dit stuk te zien zullen geven. Niettemin ziet het er naar uit, dat alles bijeen genomen, het effect op de werkgelegenheid in de eerstkomende jaren eerder negatief dan positief zal zijn en dat is een weinig rooskleurig vooruitzicht, gezien de toch reeds hoge

werkloosheid en het feit dat het arbeidsaanbod in de komende jaren met 50.000 tot 70.000 per jaar zal toenemen.

Het is ook te verwachten, dat de micro-electronica zal bijdragen tot een relatieve verlaging van het energieverbruik. Dit is van grote betekenis, omdat ondanks de reeds in gang zijnde en voortgaande besparingen de energiebalans aan het einde van deze decade vermoedelijk een tekort van tientallen milliarden guldens zal bedragen. De mogelijkheden van beter meten en regelen zullen zowel in de productieprocessen als bij het gebruik van finale goederen (wasmachines, auto's enz.) energie doen besparen. Bij de productieprocessen betekent dit bovendien een verhoging van de energieproductiviteit, die ook tot substitutieprocessen aanleiding kan geven, die wellicht de vraag naar arbeid weer iets gunstiger doen uitvallen. In de gezinnen zowel als in de bedrijven zal een besparing op energiekosten middelen vrij maken voor andere doeleinden. Dit voordeel zal echter eerst na geruime tijd gerealiseerd worden omdat vooraf hogere uitgaven vereist zijn voor de energiebesparende apparatuur.

Ook de omvang van de voor de bedrijfsvoering benodigde uitgaven zal een gunstige invloed van de invoering van de micro-electronica ondergaan. Dit is o.m. gebleken uit de reeds vermelde studie over de distributie van de consumentengoederen. De snellere en meer gedetailleerde informatie, die mogelijk wordt, bevordert een rationeler voorraadbeheer en leidt dus tot kleinere voorraden. Nationaal-economisch gezien maken de voorraden ca 20% van de omzet uit. Bij de huidige rentestand van rond 10% is hiervoor dus een vlottend kapitaal van ca 2% van die omzet nodig. Zelfs al zou het percentage van 20 als gevolg van de micro-electronica slechts tot 19 dalen, dan nog zou daarmee een eenmalig bedrag van verscheidene milliarden vrij komen. Uiteraard zullen de effecten van bedrijfstak tot bedrijfstak sterk uiteen lopen. Het ziet er naar uit dat vooral de detailhandel er profijt van zal kunnen trekken.

Werkgelegenheidsbevorderende effecten van micro-electronica

De vraag of er van de invoering van de micro-electronica ook positieve effecten op productie en werkgelegenheid te verwachten zijn, is wellicht de meest controversiële uit de gehele problematiek. Freeman begint zijn reeds eerder genoemde boek met de uitspraak: 'The debate on the effects of the micro-processor has shown an extremely wide range of views about technical change, employment and unemployment. Some commentators tend to look upon this and other technical innovations as a major source of unemployment, whilst others stress their beneficial effects in generating millions of new jobs.' Zonder nu aan wonderen te geloven zijn er toch een aantal argumenten te noemen die in de richting van het tweede standpunt wijzen.

De micro-electronica maakt het mogelijk bestaande producten beter en vaak ook tevens goedkoper te vervaardigen. Voorts ontstaan allerlei nieuwe

producten. Ook worden vele productie-processen verbeterd en ook daarbij ontstaan verschillende nieuwe mogelijkheden. Zo zal het door betere kwaliteitsbeheersing en versnelde 'retooling' mogelijk worden ook kleinere series op rendabele wijze te produceren en daardoor beter in te spelen op de vraag, een omstandigheid, die voor een klein land als het onze van grote betekenis kan zijn.

Hiervoor is reeds gewezen op de verbeteringen van de rentabiliteit, die door hogere kapitaalproductiviteit en efficiënter energie- en voorraadbeheer kan worden bereikt. Hierdoor wordt de bereidheid van de ondernemers versterkt om de investeringen te verrichten, die nu eenmaal nodig zijn om de vruchten van de nieuwe technologie te kunnen plukken en hierdoor zou ook de werkgelegenheid gunstig worden beïnvloed. Veel zal daarbij uiteraard afhangen van factoren, die los staan van de micro-electronica. De rentabiliteitspositie van het bedrijfsleven is thans uitermate slecht. Een verbetering daarvan is een noodzakelijke voorwaarde om de investeringsbereidheid weer te doen toenemen. Dit impliceert een verdergaande loonmatiging. Uiteraard zal dit een terugslag op de koopkracht hebben, maar het lijkt een zaak van wijs beleid de aandacht meer dan thans het geval is op de ontwikkeling op lange termijn te richten.

Ook het overheidsbeleid kan een belangrijke steun leveren. Het is te hopen dat de bestaande voornemens en plannen zullen slagen de steun aan het bedrijfsleven meer dan voorheen te richten op groeikernen en minder op het uitstellen van het overlijden van bedrijven, die toch weinig levenskrachtig zijn. Een dergelijke innovatie bevorderende politiek behoeft zich uiteraard niet tot de toepassingen van de micro-electronica te beperken, er bestaan daarbuiten nog vele andere aantrekkelijke mogelijkheden. Maar de micro-electronica behoort wel tot de goede kandidaten.

Ook het aankoopbeleid van de overheid, dat nu ook meer op innovatie bevordering is gericht, zou micro-electronische toepassingen aanzienlijk kunnen bevorderen.

Internationale aspecten

Ook op het onderhavige terrein speelt de nauwe verbondenheid van ons land met het buitenland een belangrijke rol. Hierbij gaat het niet in de eerste plaats om de mogelijkheid dat stimulerende effecten van de micro-electronica in het buitenland de wereldhandel wat zou doen aantrekken en zo de exportmotor, waaraan ons land een zo groot deel van zijn welvaart te danken heeft, wat zou versnellen. Dit zou natuurlijk van grote betekenis zijn. Hier wordt meer bedoeld op de hier en daar geopperde gedachte de invoering van de micro-electronica, via een daartoe geëigende politiek, af te remmen. Deze ideeën moeten met kracht afgeraden worden. Men zou dan eerst met recht van een ondoordachte korte-termijn politiek kunnen spreken. Immers de ontwikkeling in het buitenland gaat door. Men denke bijv. slechts aan de ontwikkeling, die ter zake in Japan plaats vindt. De kans, dat een dergelijke politiek internationaal gevolgd zou worden, kan dan ook gevoeglijk verwaarloosd worden. Door een nationale politiek zou

onze concurrentiepositie alleen maar verslechterd worden en daaraan bestaat geenszins behoefte.

Ondanks het feit, dat onze export hoog is en onze goederenbalans positief, zijn er nu al tekenen dat onze uitvoer door structurele oorzaken achter dreigt te raken bij hetgeen op grond van de in het verleden geconstateerde samenhang met de wereldvraag en de verhouding tussen onze exportprijs en die van onze buitenlandse concurrenten, verwacht zou mogen worden.

Ook een beperkte belemmering van de invoering van micro-electronica – de beschermde bedrijfstakken zijn in dit verband wel genoemd – is onwenselijk. In die takken zouden de prijzen dan sterker stijgen dan zonder een dergelijke ingreep het geval zou zijn en dit zou een verhogende invloed op het loonpeil hebben en daarmee toch weer, zij het in mindere mate, de concurrentiepositie van de exporterende bedrijven benadelen. Eerder zou het te verdedigen zijn de invoer van de technologie te stimuleren, omdat daarvan het omgekeerde effect te verwachten is.

De snelheid van invoering van micro-electronica

In het verleden is steeds gebleken dat de snelheid, waarmee een nieuwe technologie in de bedrijven doordringt, beperkt is. En dat zal uiteraard ook met de hier besproken technologie het geval zijn. In de eerste plaats is daarbij het niveau van de kennis van de bedrijfsleiding omtrent de nieuwe mogelijkheden van groot belang. Bedrijven, die reeds uit hoofde van hun bedrijfsvoering ervaring met electronica hebben opgedaan, zijn hierbij in het voordeel en de grote bedrijven hebben makkelijker toegang tot de vereiste kennis dan de kleine, hoewel er juist voor deze groep ook zeer belangwekkende perspectieven aanwezig zijn.

Dan is er de natuurlijke traagheid, die zich verzet tegen ingrijpende veranderingen, zowel bij de leiding als bij het personeel en wat deze laatste categorie betreft, als de invoering de kans op vermindering van de werkgelegenheid doet verwachten, dan zal de bereidheid tot acceptatie niet groot zijn.

Vaak zal ook de vereiste aangepaste vakbekwaamheid bij het personeel slechts geleidelijk beschikbaar komen en externe adviseurs zijn nog tamelijk schaars en daardoor duur. Ook zijn lang niet altijd geschikte sensoren en actuatoren aanwezig. En tenslotte, al zijn de nieuwe kapitaalgoederen qua prijs en prestatie aantrekkelijk, te snelle vervanging van de oude gaat gepaard met verlies, nog daargelaten dat de mogelijkheden om uit eigen middelen te financieren thans beperkt zijn en het aantrekken van vreemd kapitaal erg kostbaar is.

Het uiteindelijke effect op aard en omvang van de werkgelegenheid

Uit het voorafgaande zal het wel duidelijk geworden zijn, dat het vrijwel ondoenlijk is om tot kwantitatieve uitspraken te komen over de omvang van het effect van de micro-electronica op de werkgelegenheid. Voor het in 1980 verschenen rapport 'Micro-electronica' [4] van de commissie Rathenau

heeft het Centraal Planbureau enkele tentatieve berekeningen ter zake gemaakt. Uit de schaarse, v.n.l. buitenlandse literatuur heeft men afgeleid, dat de micro-electronica in 10 jaar tijds tot een additionele stijging van de arbeidsproductiviteit van ca 12% zou kunnen leiden, dus tot iets meer dan 1% per jaar en dus tot ca 1/4 van de gemiddelde stijging uit de goede naoorlogse jaren. Uitgaande van dit uiteraard vrij onzekere gegeven heeft men nu twee scenario's opgesteld. In het ene is aangenomen, dat Nederland geheel met de buitenlandse ontwikkeling in de pas blijft, in het andere, dat ons tempo van invoering slechts half zo hoog ligt. In beide gevallen is het effect op de werkgelegenheid sterk afhankelijk van de politiek, die gevolgd wordt om de in eerste instantie nadelige gevolgen van de hogere arbeidsproductiviteit te compenseren. Daarom is in beide gevallen aangenomen, dat er in de periode van 10 jaar ook in totaal een loonmatiging van 10% wordt doorgevoerd en dat er verder door stimulerende maatregelen een additionele investering van 5% optreedt. Bij de tijdens de opstelling geldende omstandigheden zou dit dan in het eerste geval tot een lichte verhoging van de werkgelegenheid met 10.000 personen leiden, maar in het tweede geval tot een daling met 50.000. Bij een wat andere onderstelling omtrent het additionele effect op de arbeidsproductiviteit zal het verschil naar evenredigheid hoger of lager kunnen uitvallen. Niettemin blijkt uit de resultaten dat achterblijven bij het buitenland een zeer ongunstig effect heeft.

Algemeen wordt verwacht, dat de micro-electronica een positief effect op de kwaliteit van de arbeid zal hebben. Monotone routinematige handelingen lenen zich immers bij uitstek voor vervanging door micro-electronische apparatuur. Eveneens kan deze technologie nuttige bijdragen leveren voor het automatiseren van zwaar, vuil en gevaarlijk werk. Maar als gevolg daarvan zullen bepaalde beroepen geheel of grotendeels gaan verdwijnen, terwijl de inhoud van weer andere drastisch zal worden gewijzigd.

Enige jaren geleden is hieromtrent in Duitsland een zeer uitvoerig onderzoek verricht. Daarbij is zo zorgvuldig mogelijk nagegaan welke beroepsgroepen op korte termijn sterk de invloed van de micro-electronica zullen ervaren, voor welke dit eerst op middellange termijn het geval zal zijn en tenslotte voor welke dit effect niet of nauwelijks zal optreden. In het kader van het onderzoek van de Stichting Toekomstbeeld der Techniek is nu nagegaan wat deze resultaten voor Nederland zouden betekenen als aangenomen wordt dat de invloed per beroepsgroep dezelfde is, maar gecorrigeerd wordt voor de enigszins anders samengestelde beroepsbevolking. De percentages, die daarbij naar voren kwamen, waren resp. 8, 48 en 44. Ook deze resultaten wijzen op een duidelijke, zij het nog niet direct revolutionaire omwenteling. Toch moet de betekenis ook weer niet onderschat worden. Vele werkers zullen additionele vaardigheden moeten verwerven en daarvoor zullen vele her- en omscholingsactiviteiten vereist zijn. Ook het beroepsonderwijs zal zich op die nieuwe vaardigheden moeten instellen. Tevens zal er een sterke vraag naar geheel nieuwe beroepen optreden. Dit geldt met name voor systeemanalysten, programmeurs, soft-ware specialisten e.d.

Het is dan ook een gelukkige gang van zaken dat de noodzaak van een hierop gerichte politiek wordt ingezien en dat reeds een aantal belangrijke maatregelen zijn genomen. Het door de commissie Rathenau aanbevolen centrum voor micro-electronica heeft geleid tot de oprichting van een drietal dergelijke centra, elk met een iets ander werkgebied. Hoewel één groot centrum wellicht grotere mogelijkheden voor een optimale coördinatie zou hebben geboden, is toch een stap in de goede richting gezet. Voorts kan in het kader van het innovatiebeleid ook op het terrein van de micro-electronica aan bedrijven deskundige hulp worden geboden. Verder wordt er bij het beroeps- als bij het technisch hoger onderwijs in toenemende mate aandacht aan de desbetreffende vakken geschonken, terwijl zelfs bij het algemeen vormend onderwijs computers, en niet allen in de vorm van zakrekenmachinetjes, hun intree beginnen te doen.

Afsluiting

In het voorafgaande zijn een aantal, maar lang niet alle economische aspecten van de micro-electronica aan de orde gekomen. Men denke bijv. aan de problemen, waarvoor de organisatie van een bedrijf gesteld zal worden bij de invoering van micro-electronica op enigszins omvangrijke schaal, aan de mogelijkheden, die deze technologie biedt bij het onderwijs, aan privacy vraagstukken bij data banken en nog vele andere.

Wel zij tot slot nog opgemerkt, dat ons land wat de arbeidsmarkt betreft, in een zeer moeilijke positie verkeert. Reeds werd gewezen op de sterke groei van de beroepsbevolking in de tachtiger jaren, die ruim 1,5% per jaar bedraagt. Als we, inclusief het effect van de micro-electronica mogen rekenen op een bescheiden groei van de arbeidsproductiviteit van bijv. 3% per jaar, dan zou het nationaal product met 4,5% per jaar moeten stijgen om te voorkomen dat de reeds verre van gunstige werkloosheid niet verder toeneemt. En dit lijkt voorshands een moeilijk haalbaar resultaat. Om derhalve te voorkomen dat de werkloosheid niet verder stijgt en beter nog gaat dalen, lijkt een herverdeling van arbeid in enigerlei vorm onontkoombaar, hoe groot de daaraan verbonden bezwaren ook mogen zijn. En dat daarbij dan toch nog velen van de huidige werklozen nooit meer aan de slag zullen komen, zoals kort geleden door het Sociaal Cultureel Planbureau is betoogd [5] is een onaangename consequentie, die op de koop toe genomen zal moeten worden.

Maar los van de moeilijke werkgelegenheidssituatie zou er toch met alle kracht naar gestreefd moeten worden dat het vervolg van de lange golf ons niet ook nog met een flinke daling van het nationaal product confronteert. En het is duidelijk dat reeds voor een gelijkblijvend nationaal inkomen per hoofd het totale inkomen al een bescheiden stijging dient te vertonen. Deze problematiek ligt uiteraard volledig buiten het bestek van dit artikel. Er is echter een zaak, die nauw met de besproken problematiek samenhangt en waar zich een zorgelijke ontwikkeling aftekent. In het begin van dit artikel is reeds gewezen op de grote betekenis van de ontwikkeling van de technologie voor de economische groei. Daarvoor is onderzoek en vooral ook

fundamenteel onderzoek in de exacte en technische wetenschappen van groot belang. Velen, en in het bijzonder Tinbergen, hebben dit bij herhaling betoogd. Juist omdat de vruchten van het fundamentele onderzoek eerst na geruime tijd beschikbaar komen, is het niet verstandig daarop te bezuinigen. In vele landen wordt dit ook onderkend en worden de budgetten voor onderzoek verhoogd, ik noem bijv. Frankrijk en Zweden. En daarbij gaat het natuurlijk niet alleen om micro-electronica, maar ook om belangrijke andere terreinen, zoals chemie, biochemie, materiaalonderzoek om er slechts enkele te noemen. In ons land gebeurt helaas het tegenovergestelde. De uitgaven van het bedrijfsleven voor onderzoek en ontwikkeling zijn – zo blijkt uit de desbetreffende statistieken van het Centraal Bureau voor de Statistiek – reeds van 1975 tot 1980 in volume gelijk gebleven en uit aanvullende gegevens is op te maken dat de grote ondernemingen, die in ons land het leeuwendeel van het onderzoek voor hun rekening nemen, na 1980 hun uitgaven ter zake in reële termen zullen laten dalen. Ook bij het universitaire onderwijs begint de omvang van het wetenschappelijke personeel te dalen, maar wat veel erger is, dat is dat het aandeel van de post materieel in de onderzoeksuitgaven, volgens de berekeningen van de Raad van Advies voor het Wetenschapsbeleid [6] sinds 1968 reeds van 60% tot onder 40% is gedaald! Ook de investeringsuitgaven voor spuurwerk lopen sterk terug. Het is te hopen, dat spoedig het inzicht veld wint dat dit een gevaarlijke weg is en dat de ongunstige trends, ondanks de moeilijke economische omstandigheden, weer wat worden omgebogen.

Literatuur

- 1 *Unemployment and Technical Innovation*. C. Freeman, J. Clark, L. Soete. Londen, Printer, 1982.
- 2 *Micro-electronica in Beroep en Bedrijf* (met 12 deelstudies voor verschillende gebieden). Samensteller: ir. H. K. Boswijk. Delftse Universitaire Pers, Delft, 1981.
- 3 *Rapport Werkgelegenheidseffecten Micro-electronica*. Raad voor de Arbeidsmarkt (Sociaal Economische Raad). 's Gravenhage 1982.
- 4 *Maatschappelijke Gevolgen van Micro-electronica*. Rapport van de Adviesgroep Rathenau. Staatsuitgeverij, 's Gravenhage, 1980.
- 5 *Sociaal en Cultureel Rapport 1982*. Sociaal Cultureel Planbureau. Staatsuitgeverij, 's-Gravenhage, 1982.
- 6 *Jaaradvies 1981 van de Raad van Advies voor het Wetenschapsbeleid*. Staatsuitgeverij, 's-Gravenhage, 1981.