

Ir. H. P. STAL

MECHANISATIE EN
MAATSCHAPPIJ



UITGEVERIJ WALTMAN - HIPPOLYTUSBUURT 4 - DELFT

MECHANISATIE EN MAATSCHAPPIJ

REDE

UITGESPROKEN BIJ DE AANVAARDING
VAN HET AMBT VAN GEWOON HOOG-
LERAAR IN DE LEER DER MECHANISMEN
EN DE BEDRIJFSMECHANISATIE AAN DE
TECHNISCHE HOGESCHOOL TE DELFT OP
WOENSDAG 18 OKTOBER 1961

DOOR

Ir. H. P. STAL



UITGEVERIJ WALTMAN - HIPPOLYTUSBUURT 4 - DELFT

Mijne Heren Curatoren,
Mijne Heren Hoogleraren,
Dames en Heren Lectoren, Docenten en Leden van de
Wetenschappelijke en Administratieve Staf,
Dames en Heren Studenten,
en voorts Gij allen, die door Uw aanwezigheid van Uw
belangstelling blijk geeft.

Zeer gewaardeerde toehoorders,

Met recht zou men kunnen stellen, dat de structuur van de samenleving in onze dagen in sterke mate wordt bepaald door het toepassen van technische hulpmiddelen bij de arbeid. Niet alleen heeft deze mechanisatie grote invloed uitgeoefend en aanzienlijke veranderingen te weeg gebracht op het gebied van de voortbrenging van goederen, zowel in de industriële als in de agrarische sector, ook andere gebieden van het dagelijkse leven zijn door de toverstaf van de mechanisatie aangeraakt. Een slechts kleine greep uit een groot aantal mogelijke voorbeelden zou kunnen vermelden: de mechanisatie van de communicatie, zowel op het gebied van het verkeer als van de informatie-overdracht, de mechanisatie van de huishouding, van de handel en helaas ook van de oorlogvoering. En zeer zeker is het einde van de ontwikkeling nog lang niet in zicht. Reeds dient zich aan – en is zelfs ten dele gerealiseerd – de mechanisatie van de arbeid van de geest, van de *denk*arbeid.

Volgens velen zal hierdoor een tweede industriële revolutie worden veroorzaakt, die nog dieper in de structuur van de menselijke samenleving zal ingrijpen dan de eerste industriële revolutie. Deze laatste was het gevolg van de snel voortschrijdende vervanging van *spier*arbeid door mechanische arbeid na de uitvinding van de stoommachine.

De toekomstige ontwikkeling wordt met gemengde gevoelens begroet. De stemmen, die in groten getale en zeer luid opgaan, behoren voor een gedeelte aan voorstanders, die uitsluitend de zegeningen voorspellen van een wereld, waarin ieder bij een

minimum aan arbeid een maximum aan materieel comfort zal kunnen bezitten. Anderzijds zien velen het spookbeeld opdoemen van een maatschappij, levend onder de dictatuur van de machine, die in analogie met de geschiedenis uit Goethe's „Zauberlehrling", aan de controle van zijn maker, de mens, is ontsnapt.

Hoewel deze problematiek het eigenlijke vakgebied van de mechanisatie-technicus te buiten gaat, zal hij zich daarvan niet afzijdig mogen houden. Hij mag niet hetzelfde verzuim maken als de tovenaarsleerling. Integendeel, hij moet er zich van bewust zijn, welke latente krachten hij uit de mechanisatie kan ontketenen, en welke middelen er bestaan om deze in toom te houden.

Alvorens te trachten een verantwoord standpunt te kiezen tussen de bovengenoemde geluks- en onheilsprofeten zullen wij eerst de verschijningsvormen der mechanisatie in het kort bespreken en daarna enige opmerkingen wijden aan de persoon van de mechanisatietechnicus. Bij dit laatste zal vooral het licht vallen op de vakkennis, nodig om de latente krachten uit de mechanisatie manifest te kunnen maken.

Vooreerst acht ik het wenselijk de door mij gebruikte term mechanisatie af te palen door te zeggen, dat in het volgende onder mechanisatie wordt verstaan: het introduceren van technische hulpmiddelen, die de arbeid mogelijk maken, vervangen of verlichten. De verdere beperking tot het begrip „bedrijfsmechanisatie" wordt verkregen door alleen de hulpmiddelen te beschouwen voor die arbeid, die betrekking heeft op de produktie van goederen.

Met opzet is de term *technische* hulpmiddelen en niet *mechanische* hulpmiddelen gekozen. Hoewel de naam bedrijfsmechanisatie suggereert, dat alleen mechanische hulpmiddelen zijn bedoeld, moet ook de toepassing van b.v. chemische, fysische, elektrische en elektronische hulpmiddelen naar mijn mening tot het gebied van de bedrijfsmechanisatie worden gerekend.

Dit zou tot de conclusie kunnen voeren, dat hiermee alle technische hulpmiddelen worden geconfisceerd en tot exclusief eigendom van de bedrijfsmechanisatie worden gemaakt. Het lijkt mij wenselijk ter geruststelling reeds nu te verklaren, dat de werktuigbouwer-bedrijfsmechanisatiespecialist zich zeker nooit zal willen uitroepen tot alleenbeheerder van dit bijna alles omvattende arsenaal van middelen.

Trouwens, een gedeelte van het zeer ruime gebied, dat bestreken wordt door de hiervóór gegeven omschrijving van bedrijfsmechanisatie is reeds gedekt door specialisaties van de werktuigbouwkunde zelf, zoals de constructie van „chemische werktuigen", textielmachines en metaalbewerkingsmachines.

Op de samenwerking met vertegenwoordigers van vakgebieden buiten de werktuigbouw hoop ik later terug te komen bij de bespreking van de eisen van vakkennis, die aan de mechanisatiespecialist moeten worden gesteld.

Bij een beschouwing van de verschijningsvormen van mechanisatie valt het op, dat alle graden van ingewikkeldheid worden aangetroffen bij de toegepaste werktuigen. De eenvoudigste zijn die, waarbij de werker zich van het werktuig, of liever het gereedschap *bedient*, wanneer zijn meest eigen gereedschap, zijn hand, tekort schiet. Het werktuig wordt geheel en al door hem gestuurd. Dit vereist een bepaalde vakkennis van de arbeider, terwijl vaak ook een zekere hoeveelheid fysieke kracht nodig is. Een goed voorbeeld van een dergelijk gereedschap is de handzaag.

Deze eenvoudige werktuigen uit het gebied van de ondergrens der mechanisatie kunnen op twee manieren worden vervolmaakt door opheffing van de menselijke beperkingen.

Vooreerst kan de vereiste spierkracht worden geëlimineerd en het beschikbare vermogen, waar nodig, worden opgevoerd door een mechanische aandrijving. De handzaag wordt dan bijvoorbeeld een gemotoriseerde boomzaag.

Bij de tweede ontwikkeling wordt het gereedschap zodanig vervolmaakt, dat er praktisch geen vakkennis meer wordt vereist, om er zich van te bedienen. De handzaag zou dan kunnen evolueren tot een verstekzaag met vaste geleiding, die men wel gebruikt voor het onder de juiste hoek afzagen van lijstprofielen. Andere voorbeelden vindt men bij toepassing van gespecialiseerde inspangereedschappen en montagemallen. De nauwkeurigheid van de uit te voeren bewerking is als het ware in het werktuig ingebouwd. Men kan in deze gevallen beter spreken van het *bedienen van* het werktuig.

Een verdere stap betekent het werktuig, dat zichzelf bedient, de zelfwerkende machine. Hier is de programmering van de arbeidscyclus, meestal in de vorm van een aantal mechanismen

of nokschijven, als een vast gegeven in de machine aangebracht. De eenvoudige, repeterende denkarbeid van de machinebediende wordt daardoor herleid tot een werkzaamheid van meer passieve aard, het bewaken van de machine.

De programmering van deze machines is vrij star, zij zijn echter voor hun werk optimaal gespecialiseerd. Dat betekent tevens, dat zij slechts dan economisch verantwoord zijn, als de verlangde serie van het produkt zó groot is, dat minstens één machine doorlopend aan het werk kan worden gehouden. Dit geval zal zich in het algemeen wel voordoen bij massafabricage. Vaak echter worden van verscheidene, niet geheel identieke produkten kleinere series gevraagd.

In dit geval is het slechts dan economisch verantwoord, een ingewikkelde en dure machine aan te schaffen, als deze zeer snel op een andere produktserie kan worden ingesteld. Soms kan men hiertoe een standaardmachine uitrusten met verwisselbare gereedschappen voor de eigenlijke bewerking. Dit doet zich voor bij pons- en dieptrekgereedschappen op een pers. In andere gevallen echter is een machine met soepeler programmering noodzakelijk.

De eerste bruikbare industriële toepassing hiervan dateert reeds van 1804. In dat jaar verbeterde JACQUARD, die er zijn naam aan zou geven, een door DE VAUCANSON geconstrueerd weefgetouw. De programmering van het te weven patroon werd geleverd door een kartonnen plaat met volgens dat patroon ingeponste gaten. Vergeleken met de machines, die worden geprogrammeerd door mechanismen of nokschijven valt bij de Jacquardmachine vooral de grote flexibiliteit op. Door eenvoudige uitwisseling van de ponskaart kon immers op een ander weefpatroon worden overgegaan. Daar staat tegenover, dat de directe mechanische aftasting van de perforaties in de ponskaart een begrenzing vormde van de toelaatbare krachten, zodat de reeks van werkzaamheden, die de eerste machines konden uitvoeren, beperkt was tot het simpele oplichten van de kettingdraden van het weefsel.

De verbeterde elektrische en elektronische aftastmogelijkheden hebben de besturing van machines door ponskaarten, ponsbanden of magnetische banden de laatste tijd zeer in zwang gebracht. Ook de servomechanismen, die het energieniveau van een signaal vrijwel naar believen kunnen verhogen, hebben

hiertoe belangrijk bijgedragen. Dank zij de grote mate van flexibiliteit van de sturing door instructiebanden penetreert de ver doorgevoerde mechanisatie nu ook het gebied van die produkten, waarvan vele doch kleine series worden gevraagd.

Die zelfwerkende machines, die reageren op het bereiken van een op de machine ingestelde waarde, zoals het geval is bij vulmachines die de vulbewerking uitschakelen wanneer de gewenste hoeveelheid is gedoseerd, en die pas daarna zelf een nieuwe vulcyclus starten, vormen de overgang naar de hoogste categorie, de zelfwerkende, zelfcontrolerende en zelfcorrigerende machines.

Bij alle voorgaande uitvoeringen zal een fout, die door een willekeurige oorzaak in de programmering of instelling optreedt, alles wat vanaf het optreden tot aan de ontdekking van die fout wordt geproduceerd, onbruikbaar maken. Anders is het bij de zelfcontrolerende machine, die de eigenschappen van het eindprodukt meet en vergelijkt met op de machine ingestelde normen van die eigenschappen. Zodra een afwijking van deze norm dreigt, treedt er een terugkoppelingsmechanisme of feedback in werking. Dit brengt een zodanige correctie aan op de instelling van de machine, dat de dreigende afwijking vrijwel geheel wordt te niet gedaan. Slechts een kleine restafwijking van de norm blijft over. Deze restafwijking is overigens nodig om de correctie, die wordt bewerkstelligd door de terugkoppeling, in stand te houden, zolang een afwijking van de norm blijft dreigen.

Het beslissen tot ingrijpen op grond van eigen meetresultaten door de machine vormt de mechanisatie van de denkarbeid van de man, die voorheen een dergelijke machine bediende.

De terugkoppeling is niet een geheel nieuw principe. JAMES WATT gebruikte het reeds in het overbekende voorbeeld van de reguleur, die het toerental van zijn stoommachine zoveel mogelijk constant hield. Aan NORBERT WIENER komt echter de eer toe, tijdens en kort na de tweede wereldoorlog de Cybernetica of stuurkunde te hebben ontwikkeld. Hierin stelde hij de terugkoppeling als centraal beginsel van het sturen, dat het handelen, zowel van machines als van mensen – ja zelfs van de gehele samenleving – zou bepalen.

De snelgroeende elektronica introduceerde tenslotte ook de hoogste vorm van mechanisatie, die van de hersenarbeid. De

hedendaagse computers kunnen rekenen, vertalen en onthouden, en wel met een zó grote snelheid en nauwkeurigheid, dat zij ten aanzien van deze eigenschappen de mens verre overtreffen. De modernste machines beschikken zelfs over een inrichting, waarmee zij bepaalde, tijdens de gang van het proces optredende situaties in een „geheugen” vastleggen, en daardoor „onthouden”, zodat zij later in soortgelijke gevallen uit deze vastgelegde „ervaringen” kunnen putten. Deze werkwijze vertoont grote overeenkomst met het door ervaring wijs worden van de mens.

Zo zijn wij dan, of wij willen of niet, aangeland bij de automatie, automatisering, automering, of hoe dit begrip, waarover hevige naam- en definitiegevechten hebben plaatsgevonden, ook moge heten. Ik wil mij gaarne ervan onthouden hieraan een bijdrage te leveren door toevoeging van nog een definitie. Wel ben ik van mening, dat de automatie – technisch gezien – geen essentieel nieuwe elementen bevat. Deze uitspraak geldt evenzeer voor het principe van de terugkoppeling, als voor dat der programmabesturing. Ook het aan elkaar koppelen van verscheidene machines door passende transportsystemen, zoals in de zgn. Detroit-automatie geschiedt, biedt in wezen geen nieuwe aspecten. Het lijkt mij dus zonder meer toelaatbaar dat zij, die daar behoefte aan hebben, de naam automatie benutten voor ver geëvolueerde bedrijfsmechanisatie.

Zijn dus de in de automatie toegepaste principes niet nieuw, nieuw is wel de ongekende snelheid, waarmee de toepassingen van deze principes worden geperfectioneerd, en waarmee de technische evolutie thans voortijlt. Dat hierdoor de vrees voor een revolutie in het sociaal-economische en politieke vlak ontstaat, is begrijpelijk. Ik hoop hierop in mijn slotbeschouwingen nog terug te komen.

Na de summier bespreking van de verschijningsvormen der mechanisatie wil ik thans gaarne enkele woorden wijden aan de eisen op het terrein van vakkennis en persoonlijkheid, die men aan de beoefenaar van de bedrijfsmechanisatie moet stellen. Daartoe wil ik eerst terugkomen op de vraag wie het arsenaal van technische hulpmiddelen als hoofdgebruiker moet beheren.

We kunnen vaststellen, dat in ieder voorkomend geval ergens

een concretisering van het beoogde proces moet plaats vinden. Of men een voorwerp van een galvanische bedekking wil voorzien, of men een metaal in vacuo wil opdampen op een spiegel, de uitkomst van een berekening door een computer wil laten uitschrijven of eenvoudig een schroef wil indraaien, steeds moeten de toe te passen hulpmiddelen gerealiseerd worden in geschikte materialen, een typisch werktuigbouwkundige opgave.

Het wekt dan ook geen verbazing, dat de werktuigbouw bijna even oud is als de mensheid. Het wiel en de ploeg zijn de uitvindingen, die de overgang van de prehistorie naar de eerste beschavingen mogelijk maakten. De wig en de hefboom waren aan de Egyptenaren bekend en werden gebruikt bij het splijten en verplaatsen van de stenen voor de bouw van de piramiden. De Grieken kenden de schroef, een Romein vond de kruk uit. Alle grondelementen, waaruit tegenwoordig de meest ingewikkelde machines worden opgebouwd, waren dus reeds lang bekend.

Het duurde echter vele eeuwen, voordat men inzag, dat het mogelijk is, deze elementen op eindeloos veel wijzen te combineren tot mechanismen, die in staat zijn nauwkeurig gedefinieerde bewegingen uit te voeren. De eer van deze ontdekking komt toe aan LEONARDO DA VINCI, een universeel genie, die evenzeer uitmuntte in de schilderkunst als in de bouwkunde en de techniek. De vele schetsboeken, die hij vulde met tekeningen van zijn uitvindingen, maken hem tot de vader van de leer der mechanismen, een der grondslagen van de bedrijfsmechanisatie. Het feit, dat hij slechts weinige van zijn uitvindingen zelf realiseerde, doet hier niet veel aan af. Men moet bedenken, dat de voor het doel gebrekkige eigenschappen van het materiaal uit die dagen, voornamelijk hout, een belangrijke belemmering vormden voor een grote praktische vooruitgang.

Toen GALILEI de op kwantitatief denken berustende natuurwetenschap grondvestte, waarin de resultaten van observatie en experiment in een wiskundige formulering werden gevangen, was de weg geopend voor een snelle groei van de theoretische grondslagen van de leer der mechanismen. De ontwikkeling van de kinematica door REULAUX, BURMESTER en WITTENBAUER gaf sterke impulsen.

Thans dienen zich verdere ontwikkelingen aan. De elastokinisis, die in tegenstelling tot de klassieke werkwijze gebruik

maakt van de elastische vervormbaarheid der gebruikte elementen biedt nog vele nauwelijks verkende mogelijkheden.

De reeds lang toegepaste stangenmechanismen – verscheidene uitvoeringen hiervan werden door JAMES WATT gepatenteerd – gaan wellicht een nieuwe opbloei tegemoet. Dat zij de laatste tijd minder werden gebruikt dan de groei der techniek zou doen verwachten, kan twee oorzaken hebben.

Ten eerste worden de hoofdafmetingen van deze mechanismen veelal gekozen langs de weg van giswerk of na raadpleging van een moeilijk hanteerbare atlas met voorbeelden. Een bewerkelijke grafische controle moet dan de juistheid van deze keuze bevestigen. Ten tweede zal een constructeur voor het prototype van zijn machine vrijwel steeds de voorkeur geven aan een aandrijving door nokschijven. Deze geven hem immers meer mogelijkheden om tijdens de ontwikkeling van de machine wijzigingen in het bewegingspatroon aan te brengen. Om bovengenoemde redenen is het werken met stangenmechanismen voor vele constructeurs onbekend terrein gebleven.

Dit is te betreuren, daar deze mechanismen bij hun betrekkelijk geringe eigen massa aanzienlijke snelheden toestaan en bovendien grote krachten kunnen overbrengen. De contactvlakken in de draaipunten zijn namelijk veel groter dan het aanrakingsvlak van een nokrol op een nokschijf.

De laatste jaren is er een grote toename van de belangstelling te bespeuren vooral in Duitsland en de Verenigde Staten. Deze richt zich ook op een betere theoretische bepaling van de baanvormen.

Interessant is de toepassing van stangenmechanismen voor het genereren van wiskundige functies. Deze worden benut in mechanische analogierekenmachines.

Aan de ontwikkeling van drie-dimensionale stangenmechanismen wordt vooral in Duitsland veel aandacht gewijd.

Hoewel de constructeur zich in de eerste plaats voor de praktische toepassing van de stangenmechanismen zal interesseren, is het toch ook zaak, dat hij deze nieuwe ontwikkelingen nauwkeurig volgt. Dat geldt in versterkte mate voor de Leerstoel in de Leer der Mechanismen aan deze Technische Hogeschool.

Keren wij thans terug tot de stelling, dat ieder technisch hulpmiddel een realisatie moet krijgen in stoffelijke vormen, welke

realisatie bij uitstek het gebied is van de werktuigbouw. In vele gevallen is echter een zo duidelijk overwicht van een ander vakgebied aanwezig, dat de totale behandeling beter aan vertegenwoordigers van dat vak kan worden overgelaten. In het bijzonder geldt dit bij elektronische projecten, waar de opbouw van de apparatuur veelal kan geschieden met beschikbare standaardelementen.

Van ieder, die zich op het gebied van het construeren van produktiemachines wil gaan bewegen, moet men echter tenminste verwachten, dat hij naast een gedegen kennis van zijn eigen vakgebied een goed inzicht heeft in de mogelijkheden van die vakgebieden, die een belangrijke bijdrage leveren tot de realisering van het totale project. Ik denk hierbij met name naast de materiaalkennis aan de regeltechniek en de elektronica. Weliswaar zal het niet nodig zijn geheel zelfstandig constructies op deze laatste gebieden uit te voeren. Echter is het verstaan van de taal der specialisten en het in de discussie kunnen bijdragen van eigen ideeën absoluut noodzakelijk. De vele nieuwe constructies aan het front van de vooruitgang zijn zó samengesteld van karakter, dat slechts de samenwerking van vele, in hun eigen vak wetenschappelijk onderlegde specialisten, die elkaars begrippen kunnen hanteren, vruchtdragend kan zijn. Het is bijzonder nuttig de aanleg tot dit teamwork reeds tijdens de studie te ontwikkelen.

Spectaculaire resultaten van teamwork worden soms bereikt in de samenwerking tussen bedrijfsmechanisatie en produktontwikkeling. Dit samenspel moet reeds tijdens de embryonale toestand van het nieuwe produkt tot stand komen. Een kleine wijziging in de vormgeving der samenstellende onderdelen kan de mogelijkheid geven deze laatste door automatische voedingsmechanismen aan te voeren. Dikwijls zal dan ook blijken, dat niet de mechanisatie aan het produkt moet worden aangepast, maar het produkt aan de mechanisatie.

Het is een opvallend en internationaal verschijnsel, dat vele HTS-ers en ingenieurs een zekere aversie gevoelen tegen het constructeursvak. Sommigen willen het nog wel bij wijze van oefening voor een beperkte tijd uitoefenen, slechts weinigen zien het als een levensroeping. Toegegeven moet worden, dat vooral vroeger de promotiekansen wel eens kleiner schenen dan

in een bedrijfsorganisatorische of commerciële carrière. Diegenen, die op een creatieve aanleg kunnen bogen, mogen echter bedenken hoe grote vreugde het scheppen kan geven. En voor het scheppen in de zin van iets maken, dat voorheen nog niet bestond, is juist bij de mechanisatie nog volop gelegenheid.

De vraag wordt wel eens gesteld of voor het construeren van machines een ingenieursdiploma nodig en zelfs nuttig is. Kan dit werk niet veel beter geschieden door mensen, die misschien minder theoretische opleiding hebben genoten, maar die over meer praktische ervaring beschikken?

Vooropgesteld zij, dat ervaring belangrijk en onontbeerlijk is. Door het vergaren van ervaring zal men het werk op een bepaald niveau beter gaan doen, men zal leren van vergissingen bij vorige gelegenheden. Het werk wordt hierdoor echter niet of nauwelijks op een hoger niveau gebracht. Niettemin moet men erkennen, dat er constructeurs zijn met slechts weinig theoretische vooropleiding, die tot opmerkelijke resultaten zijn gekomen. Voor de hand ligt echter, dat juist zij hun aangeboren aanleg hebben verrijkt met wetenschap, opgedaan in de omgang met anderen, meer theoretisch geschoolden.

De aanpak van de in kritisch denken getrainde wetenschappelijk gevormde constructeur is echter essentieel anders dan die van de uitgegroeide praktijkman. De tijdrovende „trial and error” methode wordt vervangen door een anticiperende denkwijze, die bij voorbaat reeds vele mislukkingen elimineert. Nog belangrijker is het vermogen om de verworven kennis steeds opnieuw op originele wijze, onder geheel nieuwe omstandigheden toe te passen. Alleen op deze wijze is het mogelijk nieuwe, nog ongebaande wegen te begaan en een hoger niveau van kunnen te bereiken.

In „Samen-leven in een technische tijd” zegt TELLEGEN:¹⁾ „EVENZO kan de mens, die alleen het doelmatige van een werking kent, de specificiteit van „menselijk” werken niet zien. Dan is er geen sprake van een technisch stempel op menselijk samenleven, van een technisch gestempelde cultuur, maar van het verval en de vernietiging van elke menselijke samenleving

¹⁾ Samen-leven in een Technische Tijd door Prof. Dr. Ir. F. Ph. A. TELLEGEN. Uitgave Het Spectrum, Utrecht/Antwerpen.

en elke cultuur, omdat zij opgegaan is in een functionerend geheel met louter doelmatigheid, maar zonder doel en doelsteller.”

Deze uitspraak houdt een waarschuwing in tegen het gevaar, dat iedere technicus en zeker iedere mechanisatietechnicus bedreigt: het handelen uit doelmatigheidsoverwegingen alleen.

Hoewel het ingrijpen van de mechanisatie in de samenleving zich voor het grootste gedeelte afspeelt buiten zijn directe beïnvloedingsmogelijkheden, moet de academisch gevormde technicus, die immers de richting van de ontwikkeling van morgen mede zal bepalen, weten hoe, en op welke gebieden dit ingrijpen plaats vindt en doordrongen zijn van het feit, dat ook hij in staat zal zijn hierbij invloed in positieve zin uit te oefenen.

Dat het ingrijpen van de mechanisatie in de maatschappij niet altijd even wrijvingsloos verloopt, bewijst de geschiedenis van de eerste industriële revolutie. Grote verschuivingen van de plattelandsbevolking naar de snel groeiende steden waren het gevolg van de toenemende industrialisatie. De machines, die de plaats van de thuis gehanteerde eenvoudige werktuigen gingen innemen, vroegen om concentratie in fabrieken, en de arbeiders werden naar deze fabrieken gezogen. Het steeds minder vak-kennis vereisende werk en de ontworteling der werkers uit hun voormalige, zelfstandiger bestaan, kweekten het grauwe proletariaat. Kinderarbeid werd gebruikelijk in de „dark satanic mills” juist in de tijd dat de machinale arbeid in opkomst was.

Dat de toenmalige maatschappij niet voorbereid was op een dergelijke schoksgewijze verandering in de sociale structuur heeft ons niet te verbazen.

De invoering van mechanisatie is echter anderzijds het begin geweest van een gestadige stijging van de levensstandaard. Aanvankelijk richtte de machinale fabricage zich hoofdzakelijk op de vervaardiging van produkten ter voorziening in de eerste levensbehoeften, zoals textiel en voedingsmiddelen. Wanneer de jonge Verenigde Staten zich met ongebreidelde energie op de technische vooruitgang werpen, worden al spoedig grote vorderingen gemaakt op het gebied van de landbouwmechanisatie: de eerste oogstmachines verschijnen. Omstreeks het midden van de vorige eeuw ontstaan in Cincinnati de slagerijen waarin het vee in lijnproductie wordt geslacht, verwerkt en ingeblikt, één der eerste toepassingen van een demontage-lijn.

Dan komt HENRY FORD met een revolutionaire gedachte: hij wil de mechanisatie aanwenden ter popularisering van een uitgesproken luxe artikel als de automobiel. Deze gedachte opent plotseling geheel nieuwe perspectieven.

Het blijkt dus mogelijk de principes van massafabricage en opsplitsing van het arbeidsproces zover door te voeren, dat ergens een doorbreking mogelijk wordt van de kringloop, die we als volgt kunnen beschrijven: iets is te duur, kan dus slechts door een kleine groep van vermogenden worden aangeschaft, wordt dus in kleine aantallen gemaakt en blijft daardoor te duur.

De lijnproductie, de ononderbroken regelmatige beweging van materialen vanaf de voorraadstapel door de noodzakelijke stappen van fabricage tot aan het gereede produkt, wordt zeer consequent en met grote hardheid door Ford toegepast. De arbeiders worden verlengstukken van de machine, ja zelfs worden zij gezien als menselijke vervangers van mechanismen in een in principe geheel gemechaniseerd gedacht systeem en wel als tijdelijke verrichters van op dat moment nog moeilijk te mechaniseren bewegingen. Velen zullen zich de parodie hierop van Charley Chaplin in zijn film „Modern Times” herinneren. Een positief uitvloeisel van het in praktijk brengen der door Chaplin gekritiseerde opvattingen omtrent arbeid en arbeider is echter, dat ook de arbeider zelf in staat wordt gesteld, het begeerde luxe artikel aan te schaffen.

De levensstandaard stijgt dan ook met sprongen, niet alleen op het gebied van kleding en voeding doch ook en misschien vooral op het gebied van de gemakken, die de mens in zijn dagelijkse leven omringen, zoals het gemotoriseerde vervoer, de huishoudelijke apparaten en de hulpmiddelen voor de vrijetijdsbesteding, zoals de radio en de televisie.

Sedert de invoering van de lopende band door Ford is de waardering van de arbeid en de zorg voor de continuïteit daarvan in vele landen aanzienlijk groter geworden. Velen, die de toekomst duister inzien, doen dit dan ook, omdat zij zich bezorgd afvragen, of de voortgaande mechanisatie de werkgelegenheid niet zódanig nadelig zal beïnvloeden, dat er op den duur niet in voldoende mate werk van geschikte aard voorhanden zal zijn.

Ofschoon ik zeker niet wil voorgeven, dit moeilijke terrein te kunnen overzien, wil ik toch enkele opmerkingen aan dit

onderwerp wijden. De hier volgende beschouwingen hebben hoofdzakelijk betrekking op de industrie.

Op de eerste plaats blijkt de industriële economie voor een belangrijk gedeelte te berusten op de vervaardiging van produkten, die 50 jaar geleden nog niet of nauwelijks bestonden, zoals automobielen, vliegtuigen en elektronische apparaten. Het vertrouwen in het onuitputtelijke combinatievermogen van het menselijke brein wettigt de verwachting, dat de industrie zich ook in de toekomstige jaren zal kunnen bezighouden met de massale vervaardiging van thans nog niet uitgevonden artikelen. Deze artikelen zullen echter zeker niet alle op volledig geautomatiseerde wijze worden geproduceerd. Hoewel ik de stelling zou willen verdedigen, dat alle werkzaamheden gemechaniseerd kunnen worden, eventueel na een aanpassing van het produkt, is het mijn overtuiging, dat er steeds ook werk van een lage orde van mechanisatie zal overblijven.

Allereerst kost het bouwen van een automatisering voor een nieuw produkt – die er, zoals zoëven betoogd is, steeds zullen komen – geruime tijd, soms enige jaren. In die tussentijd zal men telkenmale de produktie verzorgen met apparatuur van een lagere orde van mechanisatie, die de mogelijkheid biedt via enige tussenstappen tot de eindfase te komen.

Een ander argument voor de stelling, dat er steeds ook werk van een lage orde van mechanisatie zal blijven, wordt aan de hand gedaan door de volgende overweging: de voorkeur van het kopende publiek wordt bij een hoge levensstandaard sterk beïnvloed door mode. Noviteiten hebben een kort doch hevig leven. Het is nu juist bij uitstek een matig gemechaniseerde fabricage, die in staat is deze grillige vraag flexibel op te vangen.

De schattingen, hoeveel procent van het tegenwoordige werk volledig kan worden gemechaniseerd, lopen sterk uiteen en variëren tussen de 8 en 25%. Men neemt vaak als vaststaand aan, dat de arbeidskrachten, die door invoering van mechanisatie worden bespaard, aan het arbeidsproces zullen worden onttrokken. Men moet echter de mechanisatie niet gebruiken om met *minder* mensen evenveel te produceren als voorheen, doch om met het beschikbare aantal mensen *méer* en *nieuwere* produkten te fabriceren. Eerst dan dient de mechanisatie de welvaart in de ruimste zin.

Even belangrijk als de vraag naar de hoeféelheid beschikbaar

werk is de vraag naar de hoedanigheid van het beschikbare werk. Enerzijds wordt het bouwen en onderhouden der mechanisatie-apparatuur zo veelomvattend en ingewikkeld, dat het grote moeite zal kosten hiervoor voldoende en voldoende bewaarde krachten op te leiden. Anderzijds streeft iedere stap van mechanisatie naar een vereenvoudiging van de arbeid, met als aangenaam resultaat het verlichten van zwaar en moeilijk werk. De voortschrijdende programmering der machines vraagt steeds minder activiteit van de machinebewaker terwijl bij de eenvoudige stadia van mechanisatie het werk is opgesplitst en gemakkelijk tot enkele elementaire handelingen.

De laatste tijd wordt er aan het onderwerp van de „geestelijke drainage” van de arbeid veel studie gewijd. De uitkomsten hiervan schijnen nog niet geheel duidelijk te zijn.

Sommige onderzoekers vinden, dat het splitsen van de arbeidscyclus en het dientengevolge verkleinen van de arbeidstaken de vreugde in het werk zodanig vermindert, dat de mens geen bevrediging meer kan vinden in zijn arbeid. Hij leeft slechts voor wat daarna en daarbuiten geschiedt, waarbij dan ook het niveau van deze belangstelling nog daalt. Andere onderzoekers daarentegen hebben geconstateerd, dat het de vrije loop laten aan de gedachten en het dagdromen, dat mogelijk is bij eenvoudige arbeid, als overwegend aangenaam wordt ervaren.

Er zal steeds een categorie minder begaafden zijn, die slechts eenvoudig werk kunnen verrichten. Als de automatisering voortschrijdt, zullen zij niet kunnen behoren tot de geselecteerde kleine groep van bewakers der automaten. Zoals hiervoor reeds werd uiteengezet zal er echter ook steeds een hoeveelheid werk van een lage orde van mechanisatie overblijven.

Naast de invloeden van mechanisatie op de economische en sociale aspecten van het leven is ook een belangrijke invloed op de politieke machtsverhoudingen te verwachten.

Zo heeft de Sovjet-Unie zich tot taak gesteld in slechts weinige jaren de levensstandaard van de Verenigde Staten in te halen en voorbij te streven. Daartoe wordt de automatisering behandeld als een staatsaangelegenheid met grote prioriteit. De vele thans nog industrieel minder ontwikkelde gebieden met hun geweldig mensenarsenaal vol jonge ongebruikte energie konden wel eens, wanneer zij gaan mechaniseren, vele tussenstappen overslaan en daardoor grote economische en politieke machts-

verschuivingen veroorzaken. Men denke slechts aan het voorbeeld van Japan.

Zeer gewaardeerde toehoorders,

Wanneer wij ons thans weer confronteren met de vraag of de mechanisatie tot heil of tot vloek van de mensheid zal strekken, dan zal het U naar ik hoop duidelijk zijn geworden, dat noch het een noch het ander in het wezen van de mechanisatie besloten ligt: uit zichzelf is het een richtingloos hulpmiddel. Slechts het gebruik dat de mensheid van de toverkracht van dit hulpmiddel weet te maken, is maatgevend voor de waarde-bepaling. Bij een goed gebruik is een aanzienlijke vergroting van de welvaart en een verlichting van de last van de arbeid mogelijk. Indien te enghartig groepsdenken echter de resultaten uitsluitend ter vergroting van eigen invloed aanwendt, dan kan het de tegenstellingen in de wereld slechts verscherpen.

Is het onredelijk, nu de mechanisatie, afhankelijk van het door de mens daarvan gemaakte gebruik, zowel ten goede als ten kwade zou kunnen werken, het vertrouwen te hebben, dat het gezonde verstand en de positieve krachten uiteindelijk zullen zegevieren?

Daartoe kan deze Technische Hogeschool in belangrijke mate medewerken, door mensen en toekomstige leiders te vormen, die niet alleen over een grote mate van technisch kunnen beschikken, doch die tevens verantwoordelijkheidsgevoel en een optimistische maar van realiteitszin getuigende instelling bezitten.

Aan Hare Majesteit de Koningin moge ik bij de aanvaarding van dit ambt mijn eerbiedige dank betuigen voor Haar besluit, mij te benoemen tot gewoon hoogleraar aan de Technische Hogeschool te Delft.

Mijne Heren Curatoren,

Ik ben U zeer erkentelijk, dat Gij mij hebt willen voordragen voor dit ambt. Gaarne verzeker ik U, dat ik mijn beste krachten zal wijden aan mijn nieuwe taak en er naar zal streven het onderwijs en het onderzoek zo goed ik kan te dienen.

Mijne Heren Hoogleraren dezer Technische Hogeschool,

Het is voor mij een groot voorrecht en een onderscheiding in Uw midden te worden opgenomen. De steun en raad, die ik tot dusver reeds van velen Uwer mocht ontvangen, doen mij veronderstellen, dat ook in de toekomst een beroep op U nooit tevergeefs zal zijn. Indien de gelegenheid zich mocht voordoen, dat ik U op enigerlei wijze van dienst kan zijn, dan zal mij dit ten zeerste verheugen.

Mijne Heren Leden van de Afdeling der Werktuigbouwkunde,

De gedachte, in de toekomst met U te mogen samenwerken, stemt mij tot grote vreugde. Het is mij een eer uitverkoren te zijn, om samen met U het hoge niveau van de opleiding tot Werktuigkundig Ingenieur tenminste te handhaven. Ik hoop daartoe naar vermogen het mijne bij te dragen.

In het bijzonder verheug ik mij erop deel te gaan uitmaken van de groep der Werkplaatstechniek en -organisatie. In de contacten, die ik met U, Heren Leden van deze groep mocht hebben, is mij duidelijk gebleken, dat de ideeën omtrent teamwork bij U levende realiteit zijn.

Hooggeleerde Landberg,

Het vak Leer der Mechanismen en Bedrijfsmechanisatie is slechts een der vele loten aan de stam, die Gij hebt geplant. Ik beschouw het als een plicht deze loot liefdevolle en zorgzame aandacht te schenken, zodat hij zal kunnen uitgroeien tot een flinke tak.

Hooggeleerde Blok,

Nog niet lang geleden maakte ik onder Uw leiding mijn eindstudie aan deze Technische Hogeschool. Van Uw kritische en wetenschappelijke werkwijze heb ik veel geleerd. Ik acht het een grote eer, dat ik mij mede tengevolge van deze gedegen opleiding thans Uw collega mag noemen.

De Raad van Bestuur van de N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken en de Directie van de Hoofdindustriegroep Icoma,

Vooraf gedurende de laatste van de bijna 15 jaren, die ik in de dienst van Uw onderneming heb doorgebracht, kon ik uit meer nabije aanschouwing vaststellen met welk een voortvarendheid en verbeeldingskracht nieuwe projecten door U worden geëntameerd en hoe de werkgelegenheid wordt uitgebreid door het creëren van nieuwe produkten.

Dat de persoonlijkheid van het individu daarbij allerminst wordt vermalen tussen de raderen van het grote bedrijf, maar integendeel tot volle ontplooiing kan komen, daarvan meen ik in mijn loopbaan bij U het bewijs te hebben ontvangen. Voor de mogelijkheden, die Gij mij hebt geboden tot verdere ontwikkeling zal ik U steeds zeer dankbaar blijven.

In het bijzonder dank ik U, waarde DROS, voor de steun en de persoonlijke vriendschap, die ik steeds van U mocht onder vinden.

Hooggeleerde Aninga,

Gij hebt mij aangespoord tot verdere studie. Dat wij thans, Gij in Eindhoven, ik in Delft, de Bedrijfsmechanisatie mogen doceren, stemt mij tot vreugde. Ik hoop ook in de toekomst met U te mogen samenwerken.

Dames en Heren Collega's en Medewerkers van de Bedrijfsmechanisaties der Hoofdindustriegroepen Apparaten en Icoma, en van de Ontwerpgroepen en de Bedrijfsleiding van Icoma,

De bijzonder goede geest, die steeds onze afdelingen kenmerkte, was een vruchtbare bodem voor goed teamwork. Veel heb ik daarbij in de samenwerking met U allen geleerd. Ik ben U hiervoor veel dank verschuldigd.

De jaren, waarde VAN DEN BERGE, waarin ik samen met U mocht werken aan de opbouw van de Bedrijfsmechanisatie Icoma behoren tot de beste van mijn leven.

Dames en Heren Studenten,

Velen Uwer zullen moeilijk kunnen aangeven, wat de beslissende stoot heeft gegeven bij hun besluit een loopbaan in de techniek te kiezen.

Ik neem echter aan, dat U allen twee gemeenschappelijke drijfveren hebt gehad: liefde voor de techniek en de overtuiging de vereiste aanleg hiervoor te bezitten. Sommigen Uwer voelen misschien zelfs de gisting der opborrelende ideeën in zich, de ware creativiteit, die slechts een uitweg vindt in enigerlei wijze van vormgeving.

In de techniek kan dat zijn de schepping van een machine, van een bouwwerk, of meer abstract, van een organisatie.

Ik beschouw het als de aantrekkelijkste zijde van mijn nieuwe ambt U te mogen helpen bij Uw oefeningen, deze uitbarstende creativiteit doelgericht in te zetten. Als ik er bovendien toe zou kunnen bijdragen, dat deze Hogeschool U naast enige technische kennis een positief bewustzijn van de betekenis van de techniek in de wereld verschaft, dan zou dit mij het waardevolle besef geven, door Uw vorming te hebben meegebouwd aan de betere wereld van de toekomst.

Ik heb gezegd.