

Outomatisasie: konsepte en verskillende beskouings

J. GOUWS

Departement Elektriese en Elektroniese Ingenieurswese, Randse Afrikaanse Universiteit, Posbus 524, Aucklandpark, 2006
E-posadres: jg@ingl.rau.ac.za

Ontvang 17 September 1998; aanvaar 9 Desember 1998

UITTREKSEL

Verskillende mense het verskillende sieninge oor outomatisasie — gewoonlik iewers in 'n spektrum tussen wonderwerk en euwel. Sommiges beskou outomatisasie as 'n wonderkuur vir arbeids- of bestuursprobleme, of as iets wat moeilike of ondefinieerbare take kan uitvoer. Andere meen dat dit iets is wat werkgeleenthede wegneem, of wat ten duurste onderhou moet word. Aangesien outomatisasie toenemend deel word van ons samelewing, is dit belangrik om dié konsep behoorlik te verstaan. Hierdie artikel is daarop gemik om 'n meer gebalanseerde beskouing van outomatisasie te vestig. Die klem val op basiese konsepte en dryfvere, verskillende vlakke van outomatisasie, potensiële voordele, en op enkele belangrike redes vir uiteenlopende beskouings oor outomatisasie.

ABSTRACT

Automation: concepts and different views

Different people have different views on automation — normally somewhere on a spectrum between miracle and evil. Some people consider automation as a wonder cure for labour or management problems, or something which can perform difficult or undefined tasks. Others see it as something which reduces job opportunities, or which has to be maintained at high cost. Since automation is increasingly becoming part of our society, it is important to fully understand the concept. This paper is aimed at establishing a more balanced view of automation. The emphasis is on basic concepts and driving forces, different levels of automation, potential advantages, and on some important reasons for different views on automation.

1. INLEIDING

1.1 Agtergrond

Die begrip outomatisasie beteken vir verskillende mense verskillende dinge en selfs vakspecialiste verskil soms van mekaar hieroor. Sommiges sien dit as 'n wonderwerk wat kan help om moeilike take te verrig, of om arbeids- of bestuursprobleme te oorbrug. Andere sien dit as 'n euwel wat werkseleenthede bedreig en nog andere as slegs 'n versameling masjiene wat deur 'wetenskaplikes' aanmeekargesit is. Aangesien outomatisasie toenemend deel word van ons samelewing, is dit belangrik dat hierdie konsep beter verstaan moet word. Om dit reg te kry, is 'n gebalanseerde beskouing van beide die voor- en die nadele van outomatisasie nodig; en is dit ook noodsaaklik dat tegniese sowel as sosio-ekonomiese aspekte in ag geneem word. Hierdie artikel is 'n stap in dié rigting, deur enkele belangrike konsepte rondom outomatisasie kortliks te verduidelik, deur te kyk na 'n outomatisasie-hiërargie en dit met voorbeelde te illustreer, deur enkele potensiële voordele van outomatisasie uit te lig, en deur die belangrikste redes waarom daar uiteenlopende sienings oor die onderwerp bestaan, waarneembaar te maak.

1.2 Basiese konsepte

Woordeboeke definieer outomatisasie min of meer as iets wat self werk, sonder menslike inmenging. Hierdie definisie is egter vaag, en juis daarom word die term heel dikwels verkeerd gebruik. Veral bemerkingsbrosjures (en deesdae ook die Internet) word gebruik om op 'n populêre, soms sensasionele wyse, inligting oor outomatisasie van byna enigiets te verkondig, vanaf aankope-outomatisasie, volledige outomatisasie van fabriek — toegangsbeheer, voorraadbeheer, ens. — tot by outomatiese zebra-volging in wildtuine (outomatiese bio-telemetriestelsels vir dierevolging¹). As daar egter krities na baie van hierdie toepassings gekyk word, is dit duidelik dat die woord outomatisasie dikwels hoofsaaklik gebruik word om die leser se aandag te trek. So word vorkhysers soms onder die vaandel van outomatiese materiaalhantering geadverteer; en gewone elektroniese komponente of

persoonlike rekenaars onder die vaandel van gevorderde outomatiese toerusting. Die verband tussen die geadverteerde toerusting en werklike outomatisasie is egter dikwels maar baie skraap.

Dit is nie net bemerkers wat aan misbruik van die woord outomatisasie skuldig is nie, maar selfs sommige tegnies-opgeleide persone val in dié slag. 'n Algemene fout wat gemaak word, is om meganisasie en outomatisasie as sinonieme te beskou. **Meganisasie** is die aanvulling (of vervanging) van spierkrag d.m.v. masjiene. Alhoewel meganisasie die fisiese las van werkers kan verlig, word werkers steeds benodig as operateurs wat die gebruiksaanwysings van die masjiene moet verstaan en uitvoer. **Outomatisasie**, daarenteen, is die aanvulling (of vervanging) van spierkrag, breinkrag en sensoriese vermoëns d.m.v. masjiene (hoofsaaklik aanpasbare rekenaargebaseerde masjiene). Met outomatisasie kan sekere take totaal outonoom deur 'n masjien uitgevoer word, sonder enige inmenging of toesig deur 'n operateur, terwyl hierdie vermoë nie by gemeganiseerde stelsels bestaan nie.

'n Gewone vorkhyser is beslis slegs 'n spiervervangings-hulpmiddel. Eers wanneer dit sonder 'n operateur kan rondbeweeg, sonder om in obstrukties langs die pad vas te ry, en self kan besluit watter voorwerpe waar gehaal moet word en waarheen dit dan geneem moet word, kan vorkhysers en outomatisasie in dieselfde sin gebruik word. Netso moet 'n persoonlike rekenaar eers behoorlik geprogrammeer word en met aktueerders verbind word voordat dit enigsins soos outomatisasie kan begin lyk.

Outonome **waarneming** en **besluitneming** deur 'n masjien is die hoekstene waarop outomatisasie gebou word. By meganisasie word albei hierdie take deur 'n operateur gedoen. Dit is baie belangrik om daarop te let dat besluitneming deur 'n masjien hoofsaaklik op 'n geprogrammeerde wyse plaasvind — m.a.w. soos voorgeskryf deur 'n menslike programmeerder; en met elke keer dieselfde resultaat vir 'n gegewe stel insette (tensy willekeurigheid in die program ingebou word). Dit verskil van menslike besluitneming, wat nie net van insette afhang nie, maar

ook van onvoorspelbare emosies.

Dikwels word daar verkeerdlik gedink dat take wat moeilik definieerbaar en moeilik uitvoerbaar is, bloot geoutomatiseer moet word ten einde van die moeilikhede ontslae te raak. Om dit reg te kry, kom die beeld van 'n robot, in die vorm van 'n meganiese mens, vol wonderlike elektronika, met bomenslike krag, maar net-nie genoeg verstand om teë te praat nie, dan in die gedagtes op.² Hierdie benadering is die basis van die wonderwerk-beskouing van outomatisasie.³ Die werklikheid is egter dat die doelwitte en die basiese werking van enige proses eers behoorlik verstaan moet word voordat dit geoutomatiseer kan word. Moderne outomatisasie is bloot die rekenaarmatige implementering van prosesse wat andersins deur 'n menslike operateur uitgevoer sou moes word. As daar nie vooraf verstaan word wat die operateur sou moes doen nie, kan so 'n taak nie aan 'n rekenaar (of 'n ander masjien) oorgedra word vir uitvoering nie. Die blote eienaarskap van 'n rekenaar of van 'n robot is nie 'n waarborg dat probleme opgelos kan word nie. Dit moet eers behoorlik geprogrammeer en dan deurlopend onderhou word, voordat dit kan help om take te verrig. Outomatisasie vat nie die mens se verantwoordelikheid weg nie, maar dit herskeduleer, hergroepeer en herdefinieer bloot die mens se funksies. Dit neem sekere verantwoordelikhede oor, maar dit bring ander nuwe verantwoordelikhede in die plek daarvan. So kan outomatisasie die nodigheid vir 'n operateur by 'n bepaalde proses wegneem, terwyl dit die nodigheid skep vir ingenieurs, tegnisi en ambagslui om 'n masjien te maak en te onderhou wat die operateur se taak kan oorneem. Een stel menslike funksies word dus slegs deur 'n ander stel vervang.

1.3 Dryfvere vir outomatisasie

In die loop van ekonomiese ontwikkeling in enige land vind 'n natuurlike migrasie van arbeid plaas, al hoër op in die arbeidshierargie.⁴ Jare gelede het hierdie migrasie vinniger gebeur as wat tegnologiese ontwikkelings plaasgevind het. Meganisasie en outomatisasie het dus hoofsaaklik leemtes gevul wat reeds in die primêre sektore se arbeidsmark ontstaan het as gevolg van die natuurlike migrasie van arbeid — sogenaamde *behoefte-gedrewe* meganisasie en outomatisasie. Mettertyd is 'n stadium egter bereik waar die tempo van arbeidsmigrasie weg vanaf die basiese sektore van die ekonomie begin afplat het, maar waar die tempo van tegnologiese ontwikkelings terselfdertyd drasties toegeneem het. Dit het 'n situasie laat ontstaan waar masjiene vinniger ontwikkel word as wat daar leemtes in die arbeidsmark ontstaan; en dit gee aanleiding tot sogenaamde *tegnologie-gedrewe* of *vermoë-gedrewe* meganisasie en outomatisasie.

Tegnologie-gedreweheid het tot gevolg dat werkers wat nie opwaarts wil of kan beweeg in die arbeidshierargie nie, se

werkgeleenthede deur outomatisasie bedreig kan word. Die dryfveer vir outomatisasie het dus grootliks verander vanaf 'n behoefte-gedreweheid (leemtes waarvoor oplossings gesoek word), na 'n tegnologie-gedreweheid (oplossings waarvoor probleme gesoek word). Om die gevolge wat hierdie verskynsel op werkers het reg te hanteer, verg noue samewerking tussen ingenieurs, sosioloë, ekonome en bestuurders — en dit is same-werking wat nie altyd maklik gebeur nie, weens kompartementalisering van hierdie professies.

Daar kan nou tereg gevra word waarom tegnologie dan ontwikkel word waarvoor daar nog nie behoeftes bestaan nie. Die antwoord is: grotendeels om die mens se nuuskierigheid te bevredig. Dit is die kern van *basiese navorsing* — een van die hoogstene waarop 'n universiteit gebou is.

2. VERSKILLENDE VLAKKE VAN OUTOMATISASIE

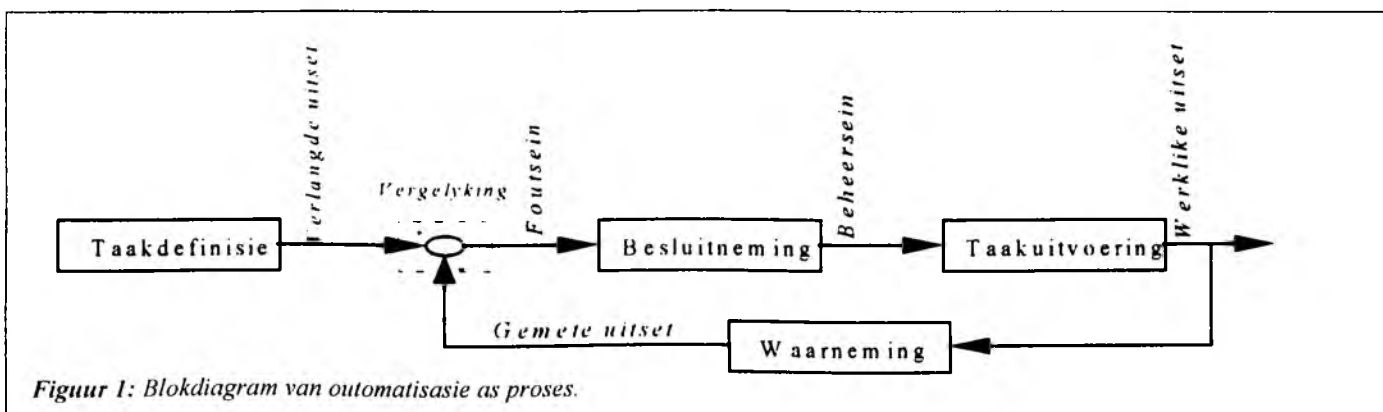
2.1 Outomatisasie as prosese

Outomatisasie kan soos in figuur 1 blokdiagrammaties voorgestel word. Met die blokdiagram word nie probeer om outomatisasie en terugvoerbeheer as sinonieme voor te stel nie, maar slegs om outomatisasie aan die hand van die basiese beginsels van terugvoerbeheer te verduidelik. Die elemente van figuur 1 kan soos volg beskryf word:

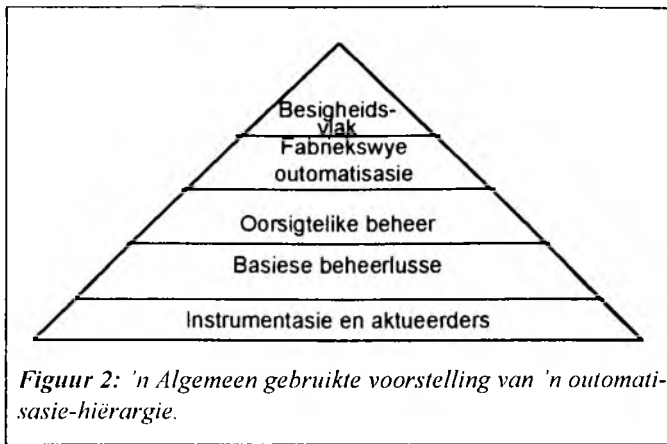
- **taakdefinisie** (definisie van dit wat gedoen moet word en hoe goed dit gedoen moet word: definisie van die *verlangde uitset* van die geoutomatiseerde prosese);
- **waarneming** (bepaling / meting en interpretasie van dit wat wel gedoen word: omskakeling van *werklike uitset* na *gemete uitset*);
- **vergelyking** (bepaling van afwykings tussen die verlangde en die gemete uitset: bepaling van die *foutsein*);
- **besluitneming** (keuse van aksies gerig op uitskakeling van die *foutsein*, deur die *foutsein* om te skakel na 'n geskikte *beheersein*, waarmee taakuitvoering beheer kan word); en
- **taakuitvoering** (uitvoering van die taakdefinisie, met inagnome van resultate van waarneming, vergelyking en besluitneming).

2.2 Outomatisasie-hierargie

Meganisasie behels hoofsaaklik die gebruik van masjienhulp vir taakuitvoering, terwyl volledige outomatisasie behels dat elk van die vyftake soos in figuur 1 getoon, met masjienhulp gedoen word, sonder menslike inmenging. Outomatisasie kan egter in verskillende grade gedoen word en in 'n outomatisasie-hierargie voorgestel word. Een so 'n algemeen gebruikte voorstelling word in figuur 2 getoon, terwyl tabel 1 'n ander voorstelling daarvan is. (Verskillende ander kombinasies as dié wat in tabel 1 getoon word, is ook nog moontlik; en die benamings is geensins gestandaardiseerde terme nie.)



Figuur 1: Blokdiagram van outomatisasie as prosese.



Tabel 1 Alternatiewe voorbeeld van 'n outomatisasie-hiërargie

Benaming	Beskrywing
Meethulpstelsel	<ul style="list-style-type: none"> Taakdefinisie word deur 'n operateur gedoen Outomatiese waarneming (meting) van werklike uitset (d.m.v. outomatiese meettoerusting) en terugvoering van gemete uitset na die operateur Operateur vergelyk gemete en verlangde uitset, neem besluite, en doen taakuitvoering (gewoonlik met masjienhulp)
Meet- en berekenings-hulpstelsel	<ul style="list-style-type: none"> Taakdefinisie word deur 'n operateur gedoen Outomatiese waarneming van werklike uitset Outomatiese vergelyking van gemete en verlangde uitset, en berekening van foutsein Operateur reageer op foutsein en doen taakuitvoering op grond daarvan (met masjienhulp)
Beheerhulpstelsel	<ul style="list-style-type: none"> Taakdefinisie word deur 'n operateur gedoen Outomatiese waarneming, vergelyking en besluitneming, met terugvoering aan operateur, wat besluit moet uitvoer
Outomatiese beheer	<ul style="list-style-type: none"> Taakdefinisie word deur 'n operateur gedoen Outomatiese waarneming, vergelyking, besluitneming en taakuitvoering
Volledige outomatisasie	<ul style="list-style-type: none"> Outonome taakdefinisie, waarneming, vergelyking, besluitneming en taakuitvoering Geen direkte operateurbetrokkenheid

Die eerste vier inskrywings in tabel 1 maak telkens gebruik van 'n taakdefinisie wat deur 'n operateur gedoen word — wat dit onderskei van volledige outomatisasie, waar taakdefinisie ook deur 'n masjien (rekenaar) gedoen word. (Let egter daarop dat alhoewel die taakdefinisie in die laaste geval deur 'n masjien gedoen word, moes 'n mens eers vooraf die oorhoofse taakdefinisie doen en moes hierdie opdrag dan in 'n rekenaar geprogrammeer word. Eers daarna kan die masjien hierdie opdrag herhaaldelik uitvoer.)

In die volgende afdeling word voorbeelde gegee van hierdie verskillende vlakke van geoutomatiseerde prosesse, ten einde die inskrywings in tabel 1 van nader te illustreer.

2.3 Voorbeelde van verskillende vlakke van outomatisasie

Die voorbeelde wat hier gegee word, bevat nie volledige besonderhede nie; en alhoewel die take vir die doel van die voorbeelde uitmekaar getrek is, vind dit dikwels interaktief en geïntegreerd plaas. (By elke voorbeeld word die name van dié prosesse wat outomaties gedoen word, kursief gedruk.) Indien die voorbeelde in hierdie afdeling eng gelees word, mag die idee dalk

ontstaan dat elke vlak van outomatisasie toenemend daarop gemik is om menslike take minder te maak. Dit is egter beslis nie die geval nie, want soos in afdeling 1.2 hierbo reeds gesê is, word een stel menslike take deur 'n masjien oorgeneem, maar die ontwerp, vervaardiging en onderhoud van die masjien bring 'n nuwe stel menslike take mee. Agter elke suksesvolle outomaat staan steeds 'n span hardwerkende mense.

Tabel 2 Voorbeeld van 'n meethulpstelsel

Voorbeeld	Omgewingswaarnemingstelsel op groot voertuig
Opmerkings	Swaarvoertuie is soms in botsings betrokke wanneer daar agteruitgery word, omdat die bestuurder moeilik direk agter die voertuig kan sien. 'n Meethulpstelsel kan hierdie probleem help verlig.
Taakdefinisie	'n Voertuigbestuurder besluit om in 'n spesifieke rigting agteruit te ry — sonder om in 'n botsing betrokke te raak.
Waarneming	Sensors (bv. 'n videokamera en ultrasoniese sensors) op die voertuig word outomaties geaktiveer sodra na trurak oorgeskakel word; en dit stuur seine (bv. videobeelde en oudioseine), wat deur die bestuurder geïnterpreteer kan word.
Vergelyking	Die bestuurder interpreteer die seine om, saam met normale waarnemings, seker te maak dat daar nie obstrukties agter die voertuig is nie.
Besluitneming	Indien daar 'n obstruksie agter die voertuig is, kan die bestuurder betyds 'n besluit neem om stil te hou, of van koers te verander.
Taakuitvoering	Die bestuurder beheer die voertuig o.a. op grond van die oorspronklike ritdoelwit, die waarnemings en insette ontvang vanaf die meethulpstelsel.

Tabel 3 Voorbeeld van 'n meet- en berekeningshulpstelsel

Voorbeeld	Satellietvolging van geskaakte voertuig
Opmerkings	Hierdie is 'n parasitiese effek in die ekonomie, omdat dit hulpbronne gebruik vir iets wat in 'n ordelike samelewing onnodig is. Gelukkig kan tegnologie help om die effekte van so 'n abnormaliteit te versag (al is dit teen hoe koste).
Taakdefinisie	Die volgerstelsel-operateur bepaal dat 'n spesifieke voertuig se bewegings gevolg moet word, op grond van 'n noodsein vanaf 'n geskaakte voertuigbestuurder.
Waarneming	Seine word via satellietverbinding gestuur vanaf 'n transponder aanboord die voertuig na 'n beheerkamer.
Vergelyking	Rekenaarverwerking van die ontvangde seine en bepaling van die voertuig se posisie t.o.v. 'n verwysingspunt.
Besluitneming	Die volgerstelsel-operateur interpreteer die gemete inligting en gee dit deur aan lede van die beskermingsdienste.
Taakuitvoering	Beskermingsdienste volg en herwin die voertuig op grond van insette vanaf die meet- en berekeningshulpstelsel.

Tabel 4 Voorbeeld van 'n beheerhulpstelsel

Voorbeeld	Ekspertstelsel as ondersteuning vir 'n kaasmaker
Opmerkings	Om kaas te maak, hang baie af van die betrokke persoon se ervaring en voorkeure. 'n Rekenaarbaseerde ekspertstelsel kan gebruik word om die operateur te lei in die stappe wat gevolg moet word. ⁵
Taakdefinisie	'n Operateur kies die tipe kaas wat gemaak moet word; en hierdie keuse bepaal o.a. die vereiste temperatuur-teen-tydverloop vir die melk.
Waarneming	Meting van pH, temperatuur, tydsverloop, ens.
Vergelyking	Vergelyk gemete waardes met verlangde waardes en bepaal foutseine.

Tabel 4 Voorbeeld van 'n beheerhulpstelsel (vervolg)

Besluitneming	Op grond van die foutseine en inligting in die ekspertstelsel se databasis, besluit die rekenaar op verdere aksies wat gemeen behoort te word en gee terugvoering aan die operateur.
Taakuitvoering	Die operateur kan die ekspertstelsels se voorgestelde besluite uitvoer, maar het die opsie om persoonlike voorkeure te inkorporer. Die operateur word onthef van sleurwerk — soos om deurentyd 'n horlosie baie goed dop te hou en om al die prosesveranderlikes akkuraat te meet.

Tabel 5 Voorbeeld van 'n outomatiese beheerstelsel

Voorbeeld	Outomatiese spoedbeheer vir 'n voertuig
Opmerkings	Sekere take van die voertuigbestuurder word deur 'n masjien oorgeneem en outonoom uitgevoer.
Taakdefinisie	Verlangde spoed word deur die voertuigbestuurder ingestel.
Waarneming	Meting van die voertuig se werklike spoed, m.b.v. meetsensors.
Vergelyking	Bepaling van afwykings tussen die verlangde spoed en die werklike spoed.
Besluitneming	Bepaling van die beste manier om die werklike spoed met die verlangde spoed te laat ooreenstem — bv. sonder om te lank te neem, maar ook sonder om spoedossillasies (verbyskiet) te veroorsaak.
Taakuitvoering	Outomatiese regulering van brandstoftoevoer na die voertuigenjin, sodanig dat die werklike spoed ooreenstem met die verlangde spoed.

Tabel 6 Voorbeeld van 'n volledig outomatiese stelsel

Voorbeeld	Melkoutomate om koeie te melk
Opmerkings	Melkoutomate ⁶ is tans vinnig besig om 'n werklikheid te word — veral in Europa. Ideaal behels dit 'n volledig outonome proses, met geen inmenging van 'n operateur nie.
Taakdefinisie	Outomatiese vasstelling van die koei se speenposisies sodra sy gereed staan om gemelk te word (bv. met masjienvisie); en gebruik daarvan as stuurwaardes vir 'n robotarm wat speenhulse na die spene moet neem.
Waarneming	Meting van die posisie van die robothand met die melkmasjien se speenhuls daarin.
Vergelyking	Bepaling van afwykings tussen speen- en robothandposisie (tipies i.t.v. driedimensionele ruimtelike koördinate).
Besluitneming	Bepaling van die beste pad waarlangs die speenhulse na die spene toe beweeg moet word deur die robotarm en -hand.
Taakuitvoering	Beheer van die robot ten einde die speenhulse op die spene te plaas — selfs indien die koei effens sou beweeg.

Die melkoutomate wat in tabel 6 bespreek word, kan 'n melkboer en sy werkers verlig van die nodigheid om sewe dae per week, op ongemaklike tye, koeie te melk. In die agtergrond het die ontwikkeling van sulke outomate egter geverg dat ontwikkelingsingenieurs en -tegnici baie hard daaraan moes werk. Alhoewel tabel 6 aantoon dat die taakdefinisie deur die melkoutomate self gedoen word, is dit net deels die waarheid. Die oorhoofse taakdefinisie is vooraf deur 'n mens gedoen en in 'n rekenaar geprogrammeer wat dit dan herhaaldelik uitvoer. As 'n melkoutomate eers in bedryf is, sal onderhoudstegnici sewe dae per week beskikbaar moet wees en soms op ongemaklike tye moet gaan werk. Die voordeel is dat die onderhoudspan slegs 'op

bystand' hoef te wees, met 'n goeie kans dat 'n nag- of naweekwerkery nie nodig sal wees nie. Sonder die outomate was nag- en naweekwerkery vir die boer en sy werkers die reël.

2.4 Skynoutomatisasie

Benewens die baie voorbeelde van outomatisasie wat algemeen aangetref word, word *skynoutomatisasie* ook aangetref — byvoorbeeld die sogenaamde *outomatiese swembadskoonmaker en outomatiese hekke en motorhuisdeure*. Hierdie appaarte het min of geen vermoë tot waarneming, vergelyking, besluitneming of korrektiewe aksies nie, maar is suiwer meganismes om spierkrag en miskien 'n klein bietjie breinkrag, te vervang. Daar is geen sprake dat 'n huidige generasie swembadskoonmaker kan waarneem dat 'n sekere gedeelte reeds skoongemaak is, of dat dit nou al baie lank in die hoekie sit en niks doen nie. Vir so 'n swembadskoonmaker is daar nie eens 'n behoorlike taakdefinisie, waarteen die stelsel sy eie werking kan meet nie. Die skoonmaker word gewoon begrens deur fisiese beperkings, waarbinne dit lukraak rondbeweeg. By 'outomatiese' hekke en deure is daar darem meesal 'n vooraf-gedefinieerde taak — alhoewel baie eenvoudig — naamlik 'beweeg totdat die hek/deur volledig oop/toe is'. Sulke appaarte word dikwels as 'n outomatisasie wonderwerk — met intelligensie — bemark, terwyl dit in werklikheid meganisasie is, wat slegs geskik is vir eenvoudige take. Wanvoorstellings van hierdie aard kan valse verwagtinge skep — wat soms tragiese gevolge kan hê.

3. POTENSIËLE VOORDELE VAN OUTOMATISASIE

3.1 Aanvulling van arbeid en verbetering van werksomstandighede

Weens die moontlikhede wat gevorderde sensortegnologie bied om 'n groot hoeveelheid menslike waarnemingsvermoëns na te boots, kan dit 'n belangrike rol speel in outomatiese stelsels vir die aanvulling van arbeid. Hierdie aspek is veral belangrik by take waar omgewingstoestande onaangenaam is vir operateurs, of waar kontinue proseswaarnemings noodsaaklik is. (Dit is baie belangrik om daarop te let dat *arbeidsaanvulling* en nie blindelings *arbeidsvervanging* nie, hier ter sprake is. Daar is steeds take wat nie so akkuraat deur robotte gedoen kan word as deur mense nie, en dit sal dom wees om robotte op sulke take af te dwing.⁷)

Benewens die aanvulling van arbeidsvermoëns, kan outomatisasie ook bydra tot die verbetering van werks- en lewensomstandighede van werkers. Dit vind plaas op maniere soos die volgende:

- Werkers kan verlig word van stremmende take (bv. wanneer groot hoeveelhede produkte geïnspekteer, gesorteer en verpak moet word).
- Verligting van deurlopend vermoeiende take (bv. om produksieprosesse kontinu aan die gang te hou).
- Verligting van gevaarlike take (bv. interaksie met gevaarlike prosesse, masjiene en diere).

3.2 Verhoogde produktiwiteit

Produktiwiteit word gedefinieer as die verhouding van opbrengs tot insetkoste — wat nie verwar moet word met verhoogde produksievlakke nie. Die klem val nie op vergrote produksie nie (wat in gevalle van oorproduksie vermy moet word), maar op meer koste-effektiewe produksie.⁸ Produktiwiteit word dikwels slegs met die vermoëns, houdings en kennis van werkers geassosieer. Alhoewel werkers 'n sentrale rol hierin speel, moet al die produksiefaktore (natuurlike hulpbronne, arbeid, kapitaal, ondernemerskap en **tegnologie**) reg ingespan word ten einde

produktiwiteit te optimeer.⁹ Cronje *et al.*¹⁰ sê:

Tegnologiese ontwikkeling, en die suksesvolle implementering daarvan, is een van die belangrikste faktore wat 'n hydrae tot produktiwiteitsverhoging kan lewer. Suid-Afrikaanse ondernemings maak egter nog nie genoegsaam gebruik van die voordeel wat verbeterde tegnologie kan bied nie - in baie gevalle is Suid-Afrikaanse ondernemings nog besig om teen die kompleksiteit van nuwe tegnologie te stry. Daar bestaan in Suid-Afrika 'n groot gaping tussen die beskikbare tegnologie en die gebruik daarvan in die handel en fabriekswese. Daar is derhalwe 'n dwingende behoefte aan die keuse van toepaslike tegnologie en die gepaste implementering daarvan, wat besliste produktiwiteitsvoordele sal meebring.

As Suid-Afrikaners ernstig is oor verhoging van produktiwiteit, sal daar meer gebalanseerd na tegnologiese hulpmiddels, soos outomatisasie, gekyk moet word; en sal daar op 'n doelgerigte manier gewerk moet word om die land se tegnologiese vermoëns uit te bou en tot almal se voordeel aan te wend. Ongelukkig word ondernemers se soeke na verhoogde produktiwiteit dikwels geëtiketteer as deel van *die boosheid van kapitalisme*. Die waarheid is egter dat die strewe na verhoogde produktiwiteit op die duur tot almal se voordeel is — soos reeds in die agtiende eeu deur die ekonoom Adam Smith¹¹ beredeneer is.

'n Voorbeeld van outomatiseringsgedrewe produktiwiteitsverhoging word beskryf in 'n artikel wat handel oor 'n fabriek waar produktiwiteit binne drie maande met 30% verhoog is deur gebruikmaking van 'n meethulpstelsel.¹² Geen werkers is vervang nie, maar outomatisasie is baie effektief gebruik om die werkers se vermoëns aan te vul.

3.3 Verbeterde produkkwaliteit

Prosesherhaalbaarheid, uitskakeling van menslike oordeelsfoute en kontinue produkverwerking is maar enkele faktore wat produkkwaliteit kan verhoog. Een van die norme wat dikwels deur verbruikers gebruik word om *produkkwaliteit* te bepaal (en om dus die prys wat produsente kan behaal, vas te stel), is produkeenvormigheid. Dit is veral die gevolg van herhaalbaarheid tydens vervaardiging, of tydens sortering en verpakking van bv. gebottelde produkte, snyblomme, vrugte en groente. In al hierdie gevalle lei eenvormigheid tot verbeterde produkkwaliteit in die oë van die verbruiker en dus tot hoër winsgewendheid vir die produsent. Vir 'n menslike operateur is dit baie moeilik (selfs onmoontlik) om konsekwentheid in produkhantering te handhaaf, terwyl dit vir 'n outomatiese masjien die natuurlike ding is om te doen.

3.4 Effektiewer aanwending van hulpbronne

In fabriekse met 'n 40-uurwerkswaek word toerusting vir minder as 25% van die tyd gebruik en gaan baie tyd verlore wanneer prosesse aan- en afgeskakel word. Ten einde hierdie probleme te oorkom, is die een alternatief om meer as een skof per dag te werk — wat nie 'n aangename oplossing vir alle werkers is nie. Die ander alternatief is outomatisasie, wat meebring dat prosesse deurlopend voortgaan sonder dat operateurs deurentyd nodig is.

4. REDES VIR UITEENLOPENDE BESKOUINGS OOR OUTOMATISASIE

4.1 Verwagtinge wat nie vervul word nie

Wanneer 'n persepsie by gebruikers geskep word (hetsy deur verkeerde bemerking of deur swak produkdocumentasie) dat outomatiese meganismes menslike intelligensie het en dat dit

wondere vir die mens kan verrig, ontstaan die persepsie ook dikwels dat sulke meganismes heeltemaal veilig móét wees. Dit kan dan aanleiding gee tot bewustelike of onbewustelike nalatige gebruik van die meganismes — wat tragiese gevolge kan hê. So kan vele sogenaamde outomatiese hekke en deure (veral van die ouer generasie apparate) byvoorbeeld nie waarneem as daar 'n obstruksie in die pad daarvan is nie; en mense is daarom al deur sulke deure doodgedruk. Dit is die plig van elke tegniese ontwerper om moontlike gevare van tegnologiese hulpmiddels in wisselwerking met gebruikers baie goed te deurdink voordat dit geïmplementeer word. Sodoende sal meer realistiese verwagtinge by gebruikers bestaan en sal tegnologiese hulpmiddels nie verkeerdlik eers as wonderwerke vereer word en dan as ewels uitgekryt word nie.

4.2 Konflikte in die arbeidsmark

Eensyds wil baie werkers in arbeidsintensiewe bedrywe graag minder hard werk ('n natuurlike menslike behoefte); maar andersyds wil dieselfde werkers graag 'n groot salaris kry. Sulke werkers ervaar outomatisasie eensyds as 'n manier om werksloadings te verlig, maar andersyds word dit dikwels deur dieselfde werkers gesien as iets wat hulle van werkgeleenthede gaan ontnem. In 'n ideale vryemarktekonomie word salarisse deur vraag en aanbod bepaal, maar aangesien daar baie verstourings van die vryemarkbeginsels in die ekonomie voorkom, is owerheidsinnemenging soms noodsaaklik. Sulke innemenging laat egter sommige werknemers en sommige werkgewers voel dat hulle nie regverdig behandel word nie, en dit gee dikwels aanleiding tot arbeidsdispute (wat soms boonop nog vir politieke redes aangeblaas word). Sommige werkgewers sien outomatisasie dan as 'n wonderkuur om arbeidsprobleme te oorkom. Dieselfde werkgewers kan dit egter baie maklik later as 'n ewel beskou, wat ten duurste onderhou en gereeld opgegradeer moet word indien 'n behoorlike koste-analise nie vir die totale lewensiklus gedoen is nie.

Aan die begin van die 1980's is daar beraam dat ongeveer 20 000 Amerikaners in daardie dekade hul werk sou verloor as gevolg van robotika, maar terselfdertyd is beraam dat die Amerikaanse robot-industrie meer as 70 000 nuwe werkgeleenthede sou skep.¹³ Die verlore werkgeleenthede was hoofsaaklik vir die minder geskoolde werkers, terwyl die nuwe geleenthede hoër vlakke van opleiding geverg het. Dit impliseer dat werkers in 'n tyd leef waar voortdurende opleiding, ten einde hulself beter te bekwaam, noodsaaklik geword het. Ten einde stabiliteit in die ekonomie te verseker, moet werkers eensyds besef dat outomatisasie besig is om te knaag aan bestaande werkgeleenthede; en andersyds dat dit nuwe — meer uitdagende — werkgeleenthede skep. In 'n vryemarktekonomie is dit elke werker se eie verantwoordelikheid om te sorg dat hy/sy nie oorbodig raak nie; en dat daar nie vir ewig vasgehaak kan word by die ou manier van dinge doen nie. Werksekerheid hang af van werkers se persoonlike groei. As werkers nie persoonlik ontwikkel nie, ontstaan die gevaar beslis dat hulle deur masjiene vervang sal word. Werkers wat probleemoplossers is en nie maar soos geprogrammeerde zombies werk nie, sal in die toekoms in aanvraag wees en sal nie so maklik deur outomatisasie vervang kan word nie.

Beter opgeleide werknemers is 'n voorvereiste vir ekonomiese groei op die lang termyn — en dit is iets wat Suid-Afrika baie nodig het. Werkgewers moet egter ook verantwoordelik optree deur nie blindelings outomatisasie te implementeer ten einde bestuursprobleme tussen werkgewers en werknemers te probeer verdoesel nie. Enige outomatisasie behoort slegs geïmplementeer

te word na volle oorweging van die tegniese, ekonomiese en sosiale implikasies daarvan.

Werknemers behoort die geleentheid te kry om hulself betyds te bekwaam vir werk hoër op in die arbeidshiërgie; en werkgewers behoort die geleentheid te kry om 'n behoorlike ondernemersloon te verdien deur outomatisasie te gebruik as dit voordelig kan wees. Alleen as werknemers (en hul vakbonde) en werkgewers gebalanseerd na outomatisasie kyk, sal 'n gesonde balans bereik kan word tussen die uiterstes op die spektrum tussen wonderwerk en euwel.

4.3 Persoonlike vooroordele

Daar is heelwat voorbeelde in die literatuur waar die voor- en nadele van die outomatisasie van spesifieke prosesse bespreek word. Die fokus op voordele of op nadele hang dikwels af van die verskillende outeurs se persoonlike vooroordele. Twee voorbeelde hiervan is Nordwall¹⁴ wat fokus op potensieële nadele van outomatisasie in lugverkeerbeheer; en Hughes & Shott¹⁵ wat fokus op voordele van outomatisasie van die produksie van gefinte-greerde stroombane. Persoonlike voorkeure speel dikwels 'n oorheersende rol in individue se plasing van outomatisasie in die spektrum tussen wonderwerk en euwel; en dit moet altyd in gedagte gehou word wanneer iemand se siening in hierdie verband geëvalueer word.

5. SLOTOPMERKINGS

Die huidige hoë tempo van tegnologiese ontwikkeling stel hoë eise aan elkeen in die arbeidsmark om by te bly met hierdie ontwikkelings. Outomatisasie is deel van hierdie snelle ontwikkelings, en dit is 'n realiteit wat nie weggewens kan word nie. Outomatisasie is nie 'n wonderwerk nie, en ook nie 'n euwel nie. Dit skakel nie die nodigheid om te werk uit nie, maar verg werk op 'n hoër vlak wat groter resultate kan lewer. Ten einde 'n meer gebalanseerde standpunt tussen hierdie twee uiterstes te kry, moet die konsepte grondliggend tot outomatisasie eers baie goed verstaan word. Alhoewel outomatisasie uit 'n tegniese en ekonomiese oogpunt heelwat potensieële voordele kan inhou, het dit ook sosiale implikasies, en is daar ook gronde vir heelwat verskillende sienings oor die meriete daarvan. Alleen deur die beperkings en die vermoëns van outomatisasie te begryp, kan die voordele daarvan optimaal benut word, en kan die nadele daarvan optimaal afgeweer word.

SUMMARY

The concept automation has different meanings for different people, and even specialists sometimes differ about its interpretation. Some consider it to be a miracle, which can perform difficult tasks, or which can overcome labour or management problems. Others see it as something reducing job opportunities, or which has to be maintained at high cost once implemented. Since automation is increasingly a part of our society, it is important to understand the concept. This paper is aimed at establishing a more balanced view of automation. The emphasis is on the definition of an automation hierarchy, on some potential advantages of automation, and on some of the most important reasons for different views on the subject.

Dictionaries define automation as something working by itself, without human intervention. This definition is vague, and the term is often misused — not only in marketing brochures, but also by technically trained people. A general mistake is to use mechanisation and automation synonymously. **Mechanisation** is the augmentation (or replacement) of muscle power with machines, while

automation is the augmentation (or replacement) of muscle power, brain power, and sensory abilities by means of machines (mainly adaptable computer-based machines). With automation, some tasks can be executed autonomously by a machine — while this is not possible with mechanised systems. Autonomous **sensing** and **decision-making** by a machine are the cornerstones of automation; while with mechanisation, both these tasks are performed by an operator.

It is often wrongly thought that tasks which are difficult to define and to execute, should merely be automated to solve the difficulties. However, the objectives and the basic principles of any process must first be well understood before the process can be automated. Unless this is done, the operator's responsibilities cannot be transferred to a machine. Automation does not replace human responsibilities in the workplace — it merely reschedules, regroups, and redefines human functions.

Based on which tasks can be performed autonomously by a machine, an automation hierarchy can be defined as follows:

- **Measurement augmentation**, where automated measuring equipment is used to assist an operator controlling a process, with the sensory tasks.
- **Measurement and computational augmentation**, where automated measuring and processing of measurements are used to assist an operator.
- **Control augmentation**, using automated measuring, processing and decision-making.
- **Automatic control**, using automated measuring, processing, decision-making and task execution.
- **Full automation**, using automated task definition, measuring, processing, decision-making and task execution.

Besides the many examples of automation which are commonly encountered, *pseudo-automation* also occurs. This term refers to apparatus without sensing, decision-making, and corrective action abilities — e.g. so-called *automatic pool cleaners*, or *automatic gates and doors*. These devices mainly augment muscle power, without any of the traits of automation; and they are often wrongly advertised as 'automated miracles'.

Automation can potentially hold many advantages, such as: augmentation of labour and improvement of working conditions; increased productivity; improved product quality; and more efficient utilisation of resources. Only in well-designed automation, can these potential advantages be fully used.

Some of the most important reasons for different opinions about automation include: unfulfilled expectations; conflicts in the labour market; and personal biases. These factors should be taken into account when automation is considered.

The current high rate of technological developments challenges everybody in the labour market to keep up with these developments. Automation is part of these fast-track developments, and it is a reality which cannot be ignored. Automation is no miracle, but neither is it some form of evil. It does not remove the necessity for mankind to work, but it merely requires work on a higher level, since the simpler tasks can now be done by machines. Although automation can have many advantages — both technically and economically, it also has social implications; and there is justification for different views on the subject. In order to find a balanced position between the two extremes of miracle and evil, it is essential to fully understand automation and all its implications — as addressed in this paper. Only by understanding the abilities and the limitations of automation, can its advantages be fully utilised, and can its disadvantages be fully prevented.

LITERATUURVERWYSINGS

1. Amlaner, C.J., MacDonald, D.W. (1980). *A Handbook on Biotelemetry and Radio Tracking* (Pergamon Press, Oxford).
2. Engelberger, H.F. (1980). *Robotics in Practice - Management and Applications of Industrial Robots* (Kogan Page, London).
3. Gouws, J. (1998). *Automatisasie: Wonderwerk of Eiwel ?* (Professorale Intreerede, Randse Afrikaanse Universiteit; ISBN 0-86970-434-6; 12 Augustus 1998).
4. Singelmann, J. (1978). *From Agriculture to Services, The Transformation of Industrial Employment* (Sage Publications, Beverly Hills).
5. Badenhorst, B.P. (1995). *The Process Control of a Cheese Maker using Fuzzy Logic* (B Ing. (Electrical & Electronic)-thesis, Rand Afrikaans University).
6. Gouws, J. (1994). Tegnologie vir ten volle geoutomatiseerde melking van koeie, *S.A. Tydskrif vir Natuurwetenskap en Tegnologie*, 13(4), 120-124.
7. Brittan, D. (1996). When bad things happen to good factories, *Technology Review*, 99, 14-15.
8. Speelman, L. (1989). *Van Zaaier to Robot, Beelden van Landbouwtegniek* (Professorale Intreerede, Landbouuniversiteit Wageningen, Nederland).
9. Falkena, H.B. (1979). *Die Makro-ekonomiese Verband tussen die Openbare en Privaatsektor in Suid Afrika* (Doktorale Proefskrif in Ekonomie, Rijksuniversiteit te Groningen, Nederland).
10. Cronje, G.J. De J., Hugo, W.M.J., Neuland, E.W., Van Reenen, M.J. (reds.) (1993). *Inleiding tot die Bestuurswese*, derde uitgawe (Southern Boekuitgewers, Midrand).
11. Smith, A. (1776). *An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations* (Reprint - Penguin, London, 1970).
12. Anoniem (1998). Technology AND job preservation - a success story, *SA Instrumentation and Control*, 14(3), 46.
13. Krutz, G.W., Mailander, M.P. (1983). Automatic Combine, *Robotics and Intelligent Machines in Agriculture. Proc. First International Conference on Robotics and Intelligent Machines in Agriculture* (ASAE, Michigan), 128-137.
14. Nordwal, B.D. (1996). Automation: Help or Hindrance? *Aviation Week & Space Technology*, 145, 4 November 1996, 85.
15. Hughes, R.A., Shott, J.D. (1986). The future of automation for high-volume wafer fabrication and ASIC manufacturing, *Proc. IEEE*, 74(12), 1775-1793.