

MODEL, AUTOMAAT, VOORSPELLING

OPENBARE LES

UITGESPROKEN BIJ
DE AANVAARDING VAN HET AMBT VAN
LECTOR IN DE INFORMATICA
AAN DE LANDBOUWHOGESCHOOL TE WAGENINGEN
OP 12 JUNI 1972

IR. M. S. ELZAS

Zeer geachte toehoorders,

Uit het lezen van verscheidene openbare lessen en oraties, die de laatste jaren gehouden zijn, komt naar voren dat velen der betrokken sprekers zich afvragen hoe, wat zij zeggen, ingang zal vinden bij hun toehoorders en wat de plaats is van een dergelijk gebeuren in onze huidige universitaire maatschappij.

Zonder mij al te veel te willen verdiepen in de traditionele achtergrond van deze proeve in didactische bekwaamheid, geloof ik dat de rechtvaardiging van een openbare les in het huidige bestel vooral gestoeld kan worden op het feit dat deze via de persoonlijke visie van de docent een min of meer eenvoudige introductie kan vormen tot het behandelde vakgebied en aldus stimulerend en verhelderend kan werken voor diegenen, die voor dit vakgebied een ontluikende belangstelling tonen.

Na het uitspreken van deze algemene gedachten zult U nu wellicht verwachten een goede introductie in het vakgebied Informatica voorgeschoteld te krijgen. Daarvoor is echter de mij ter beschikking staande tijd te kort en het vakgebied te wijd.

Welke is namelijk de definitie van de term Informatica?

De subcommissie Informatica van de sectie Wiskunde van de Academische Raad heeft enige tijd geleden als omschrijving van dit vakgebied het volgende gezegd: 'De Informatica omvat de theoretische en praktische aspecten van de verwerking (in het bijzonder met behulp van automaten) van informatie, gezien als de formele neerslag van kennis en communicatie op alle gebieden van wetenschap en samenleving'.

Deze omschrijving stelt de vervlechting van de Informatica met velerlei wetenschapsgebied op de voorgrond, maar geeft geen concrete beschrijving van de Informatica als academische discipline, vooral in zijn relatie met andere vakgebieden.

Het is wel duidelijk, dat het vakgebied reeds nu zeer ruim is en nog aanzienlijk zal uitbreiden.

Onlangs kwam mij immers ter ore dat bij het bepalen van de omvang van de rekenapparatuur op één onzer Universiteiten bleek dat zelfs theologen een niet geringe belangstelling tonen voor het gebruik van de electronische rekenautomaten.

Uit dit alles moge blijken dat de Informatica als vakdiscipline niet zondermeer in een introductie van een uur te vatten is. Wat echter wél mogelijk is, is een blik te werpen op het doel van de Informatica. Met andere woorden een blik te werpen op het doel dat wij denken te be-

reiken door het verwerken van informatie door middel van automaten.

Na deze – zij het nog wat vage – definitie van de inhoud van deze les, zijn wij beland bij de titel, nl.: MODEL, AUTOMAAT, VOOR-
SPELLING.

Wat willen wij namelijk als samenleving, als wetenschapsbeoefenaars, als technici, als administratieve personen bereiken met het verwerken van informatie? Niet slechts het zuiver registreren, niet het verwerken alleen. Wel het gebruik maken van de elektronische rekenautomaat, in welke vorm dan ook, om ook hierdoor onze maatschappij beter te leren kennen en om vanuit deze kennis met meer succes te kunnen optreden in de zich wijzigende omstandigheden om ons heen.

Uit de ervaring, de laatste jaren opgedaan, met het automatiseren van de informatie-verwerking zijn een aantal dingen duidelijk naar voren gekomen; in het bijzonder daar, waar het administratieve automatisering aangaat. Een van deze punten is, dat automatiseren geen doel op zich mag zijn en wel om de volgende redenen:

- 1e automatisering alléén, is niet voldoende rendabel te maken; (met andere woorden leidt niet zondermeer tot verlaging van de kosten van bepaalde taken)
- 2e automatisering alléén leidt niet zondermeer tot een vergroting van kennis; (met andere woorden leidt niet vanzelf tot meer begrip of het beter functioneren van het geautomatiseerde systeem).

Laten wij even bij deze twee punten stil staan en laten wij als voorbeeld de boekhoudkundige aspecten van een groter bedrijf of Instituut beschouwen. De boekhoudkundige taken in dit bedrijf geschieden heel vroeger met de ganzeveer en papier, daarna door middel van eenvoudige ponskaarten- en mechanische apparatuur; in een later stadium ging men over tot het gebruik van boekhoudmachines en weldra zelfs tot het gebruik van computers, de elektronische rekenautomaten.

Wat waren op dit punt bekeken de resultaten?

Een van de resultaten was zondermeer duidelijk: de hoeveelheid personeel, noodzakelijk voor het voeren van een exacte en uitgebreide boekhouding verminderde naarmate de automatisering toenam.

Maar, wat bleek weldra ook: men kreeg behoefte aan, aan de ene kant veel kostbaarder apparatuur en aan de andere kant personeel met een hogere graad van scholing en specialisme.

Economisch gezien was de operatie van automatisering van boekhouding op zichzelf met moeite rendabel te noemen en in vele gevallen zelfs een extra kostenpost die niet geheel te verantwoorden was.

De afgelopen jaren is dan ook bij de directies van vele bedrijven enige aversie tegen deze vorm van automatisering gekomen en heeft automatisering zich op deze wijze onder andere weten te handhaven omdat het ook een zogenaamd 'modeverschijnsel' was en omdat het personeel dat zeer monotone routinehandelingen als levenstaak aanvaardt (terecht) zienderogen afneemt.

Het tweede punt betreft vergroting van kennis.

Bij dit punt vragen wij ons af in het voorbeeld van de boekhouding, 'Wat kunnen wij met de verzamelde informatie en de verwerking daarvan, doen om de rentabiliteit van de operatie te vergroten? (Onder 'operatie' wordt hier verstaan het voeren van een geautomatiseerde boekhouding).

Daar komen een aantal punten duidelijk op de voorgrond:

- 1e De aldus verzamelde boekhoudkundige informatie kan door synthetisering en duidelijker formulering dienen als basis voor het bepalen van eventuele richtlijnen voor de directie van zulk een bedrijf om een slagvaardiger beleid te voeren.
- 2e Aan de andere kant kunnen een aantal feiten uit deze registratie met elkaar gecombineerd worden tot 'getallen' die aanduiden hoe bepaalde zaken in het bedrijf samenhangen en daarenboven wat de resultaten van bepaalde beleidsbeslissingen in het verleden geweest zijn.

Alleen het verwerken van de boekhoudkundige gegevens in een zodanige vorm, dat zij bruikbaar zijn voor besluitvorming door een directie, maakt de gehele automatiseringsoperatie echt rendabel.

Natuurlijk is het boekhoudkundig aspect maar één van de aspecten die men bij de automatisering van een bedrijf naar voren kan brengen.

Er zijn nog vele andere onderwerpen die bij voorbeeld in de administratieve sfeer van belang kunnen zijn, zoals: magazijnadministratie, produktie-planning, planning van ontwikkeling, enz. enz.

Uit dit zeer simpele voorbeeld zouden wij de conclusie kunnen trekken dat automatisering alléén zin heeft, als automatisering leidt tot een beter sturen.

Wat is sturen dan eigenlijk?

Op dit ogenblik lijkt het nuttig ook 'sturen' te definiëren.

Een ieder, die wel eens een fiets, een auto of een boot bestuurd heeft, weet intuïtief wat er met 'sturen' bedoeld wordt. Dit verschijnsel met woorden te omschrijven is echter iets moeilijker. Wij zullen een poging wagen.

Sturen is een verschijnsel, dat zich in fases afspeelt. Men zou kunnen spreken van een eerste voorspellende fase, waarin men voorspelt wat in de zeer nabije toekomst gaat gebeuren. Dit in het licht van een bepaalde actie, bij voorbeeld voortzetten van een actie zoals die tot dan toe gevoerd is.

Na deze voorspellende fase volgt dan een actie-fase, met andere woorden: men volbrengt de actie zoals men hem zonet in de voorspelling verwerkt heeft.

Na deze actie-fase volgt een waarnemingsfase. Deze waarnemingsfase bestaat uit het waarnemen aan de omgeving, wat de resultaten zijn geweest van de zonet gevoerde actie en daarenboven een waardering van deze actie, gebaseerd op de waarneming. Men hecht dus een bepaald gewicht aan het feit of de actie meer of minder juist of succesvol is geweest.

Naast deze waarneming en waardering hebben wij dan tenslotte weer een aangepaste voorspellingsfase, die, gebruikmakend van de voorkennis, weer een voorspelling waagt over wat er dient te gebeuren in de komende spanne tijds.

Daarna weer een actiefase, daarna weer een waarnemingsfase, enzovoort.

Er is hier dus kennelijk sprake van een systeem met 'terugkoppeling'.

Laten wij hierbij proberen het begrip terugkoppeling eenvoudig onder woorden te brengen.

Het principe terugkoppeling, zou men kunnen zeggen, is dat principe, dat erin bestaat vanuit de reactie, veroorzaakt door een bepaalde actie, deze actie bij te sturen.

De mate waarin bijgestuurd wordt, is een van de belangrijke parameters van dit terugkoppelingsprincipe.

Zo merken wij, dat wij al pratende over Informatica, automatisering en zelfs boekhouden, gekomen zijn op het vakgebied dat men Regeltechniek noemt.

Regeltechniek immers is die tak van wetenschap die zich bezighoudt met het meten van werkelijke grootheden van een systeem of verschijnsel, het vergelijken hiervan met de gewenste grootheden en op grond van de zover verkregen informatie, een bijsturing vast te stellen.

Uit bovenstaande, globale, definitie van de regeltechniek volgt zondermeer dat als wij willen regelen, wij onze wensen betreffende het te regelen systeem moeten kunnen formuleren. Met andere woorden: dat wij het systeem of verschijnsel moeten *kennen*.

Als wij dus de rekenautomaat op enigerlei wijze willen benutten voor het 'sturen' van de wereld om ons heen of het systeem waarin wij leven of werken, dan betekent het zondermeer dat de rekenautomaat en daarmee dus ook de computervakmensen (informatici) deel uitmaken van de regelkring waarmee wij sturen. Kennis van het systeem betekent in dit geval dan ook: inzicht in wat rekenautomaat en informatici werkelijk doen.

Laten wij ons iets verder verdiepen in deze kennis van het systeem als voorwaarde voor sturen of regelen. De functie van deze kennis (vastgelegd in een model) kan geïllustreerd worden aan de hand van een zeer eenvoudig voorbeeld.

Als wij denken aan een kind dat moet leren fietsen, met vallen en opstaan, dan weten wij uit ervaring dat het kind op deze wijze een bepaald intuïtief inzicht verkrijgt betreffende het verschijnsel fiets en dat het op basis van het zo geleerde verschijnsel, zijn acties zodanig kan richten, dat succesvol fietsen het gevolg is.

Door het leerproces is er dus bij het kind onbewust een beeld ontstaan van de fiets als middel van voortbewegen. Dit beeld kan benut worden om de eerder vermelde voorspellings- en waarderingsfasen die leiden tot een gerichte besturing, te verwezenlijken.

Nog anders gezegd: het kind bezit een vereenvoudigd model van de

kinematika van de fiets en kan dit model door middel van zijn automaat (hersensfuncties) benutten om te voorspellen en dus: te sturen.

Deze, ietwat primitieve, redenering leidt ons ertoe te veronderstellen, dat om tot besturing te komen, wij moeten beschikken over een model van het te sturen systeem, een automaat, waarin dit model opgeborgen kan worden en een middel om door gebruik van deze automaat voorspellingen te doen.

Het is evenzeer duidelijk uit het voorafgaande, dat terugkoppeling niet ontbeerd kan worden. Met andere woorden dat het model en de gegevens in de automaat bijgestuurd moeten worden door waarneming van de werkelijkheid. Hoe werken wij nu eigenlijk in de praktijk met het bewuste model, ondergebracht in de automaat?

Wel, de actie daar verricht, kan gevat worden in de term 'simulatie': dat is te zeggen, wij doen alsof de automaat waarin het model ondergebracht is, zich gedraagt als het werkelijke systeem, het werkelijke verschijnsel. En op basis van het werken hiermee proberen wij kennis te verkrijgen betreffende de gebeurtenissen die wij nog niet gemeten of waargenomen hebben maar die wij verwachten of willen voorkomen.... òf willen leren kennen.

Er moge hier duidelijk verondersteld worden, dat het begrip simulatie in deze context een iets wijdere betekenis gekregen heeft dan normaal in het informaticavakgebied hieraan toegekend wordt.

Onder simulatie in dit verband verstaan wij hier alle bewerkingen die door middel van een model in een rekenautomaat verricht kunnen worden om te leiden tot meer specifieke kennis omtrent bepaalde systemen en verschijnselen. Dit echter alleen voorzover het model een reëel beeld weergeeft van deze systemen of verschijnselen. Dit betekent dat de enige bewerkingen die nog als zuiver rekenen of zuiver verwerken van informatie kunnen doorgaan, die bewerkingen zijn, die zuiver routinematig plaatsvinden en niet leiden tot enige vermeerdering van kennis of gerichte stuuractie.

Uit de voorgaande redenering zouden wij kunnen concluderen, dat het eerste element van belang voor een doelgericht gebruik van automaten ter sturing van systemen en verschijnselen, een model is. Voor dat wij iets verder kunnen doordringen in het werkgebied van de sturing op basis van informatieverwerking, dienen wij aandacht te besteden aan het bouwen van modellen en wel zodanige modellen, dat ze in bestaande automaten ingebracht kunnen worden.

We zullen daarom in deze context niet praten over modellen die gebouwd zijn uit reële tastbare elementen, maar veel eerder over modellen die beschreven kunnen worden in de min of meer abstracte terminologie van de logica of de wiskunde. Alleen deze modellen namelijk lenen zich voor verwerking door elektronische rekenautomaten. Onder elektronische rekenautomaten in dit verband worden dan niet alleen de algemeen als computer bekend staande digitale rekenautomaten verstaan, maar ook de minder frequent voorkomende analoge en hybride

rekenautomaten, in het algemeen alle rekenautomaten, die programmeerbaar zijn.

In principe kunnen modellen, die op deze manier geformuleerd kunnen worden, zo gedetailleerd als gewenst wordt, ingevoerd worden. De enige begrenzingen, die gelden zijn begrenzingen van technische aard, te weten de tijd, benodigd voor de simulatie en de omvang van de benodigde apparatuur.

Het is natuurlijk niet zo dat men zondermeer meteen met een zeer gedetailleerd model van het te bestuderen of te sturen systeem kan beginnen. Normale aanpak van modelbouw zal dan ook zijn, dat men met vereenvoudigde modellen of deelmodellen zal beginnen om gaandeweg te komen tot een meer volmaakt produkt. Een ander aspect dat naar voren komt, is dat vele systemen die in de werkelijkheid van interesse zijn voor de simulatie, niet beschreven kunnen worden in eenduidige relationele verbanden.

Het gedrag van het model – vooral buiten het bekende gebied – zal beïnvloed worden door factoren waarvan alle invloeden niet van te voren voorzien kunnen worden.

In veel gevallen echter zullen wij de verbanden en de invloeden van deze factoren, vooral de verbanden tussen oorzaak en gevolg op stochastische wijze kunnen beschrijven. Anders gezegd, bij elke oorzaak kunnen wij meestal een redelijk te omschrijven verzameling van mogelijke gevolgen definiëren en aan al deze mogelijkheden een bepaald statistisch gewicht toekennen.

Wij kunnen dan door het nemen van een groot aantal proeven met aselechte variatie van de ingangsgegevens een verdeling krijgen van de mogelijkheden van de uitkomsten. Door op deze wijze de simulatie zeer frequent te herhalen met grote variatie binnen het bekende gebied van de ingangsgegevens kunnen wij van te voren een indruk krijgen over de invloed van deze ingangsvariabelen op de resultaten van de simulatie.

Hieruit kunnen wij dan weer concluderen dat bij het opbouwen van het model niet alleen de abstracte of algemene formulering van de delen in dit model plaats moet vinden, maar men ook rekening dient te houden en vooruit dient te zien welke delen van het model aan stochastische fluctuaties onderhevig kunnen zijn.

Tot op heden werd in het algemeen gewerkt met twee geheel gescheiden gebieden van de simulatietechniek.

1e het gebied, bekend als de stochastische simulatie (enigszins verwant met de speltheorie);

2e het gebied, bekend als de simulatie van continue systemen.

Het is echter duidelijk dat een model van enige omvang zowel elementen uit het ene gebied als uit het andere zal bevatten. Met andere woorden: dat ook in die modellen die zich lenen voor continue simulatie, rekening zal moeten worden gehouden met het stochastische gedrag der ingangsvariabelen. Als velen van U wellicht bekend, werken

o.a. de techniek en de experimentele fysica reeds sinds lange tijd met modellen.

Deze modellen zijn echter meestal afbeeldingen op kleine schaal van werkelijke voorwerpen. Men denke hierbij aan simulaties door verkleinde modellen van vliegtuigen in windtunnels, door schepjes in sleeptanks en dergelijke.

Hierbij is duidelijk een belangrijk aspect naar voren gekomen. Al deze modelproeven zijn onderhevig aan modelwetten.

Deze modelwetten zijn dan vaak gebaseerd op de kennis van de meetkundige overeenkomst tussen model en werkelijkheid (gelijkvormigheidswetten), de kennis van de verhouding der fysische dimensies tussen model en werkelijkheid (wetten voortkomend uit de dimensieanalyse) of de kennis betreffende de analogie van de grootheden in het model met de werkelijke grootheden (denk bij voorbeeld aan een analogon tussen elektrische grootheden zoals bij voorbeeld stroom, spanning en weerstand en stroomsnelheid, waterhoogte en hydrodynamische weerstand in een rivier). Deze modelwetten worden steeds gehanteerd bij de interpretatie van de resultaten. Bij simulatie in de rekenautomaten echter, staat men vaak aan de verleiding bloot niet aan modelwetten te denken omdat de rekenautomaat in staat wordt geacht het model zo volledig mogelijk weer te geven. Het is echter niet zo dat voor de in rekenautomaten gebruikte modellen modelwetten niet zouden bestaan.

Als ik denk aan continue simulatie bij voorbeeld op een digitale rekenautomaat, dient de invloed van discretisatie van het continue verschijnsel niet onderschat te worden en dient men bij interpretatie van de resultaten de fouten door deze aanpak veroorzaakt, ook in rekening te brengen.

Daarenboven wordt meestal bij de mathematische formulering van het model gebruik gemaakt van de globale wetten die bij voorbeeld de mathematische fysica, of een andere toepasselijke vakdiscipline, ons levert.

In zo'n geval geeft het model min of meer letterlijk de fysische (of andere) verbanden weer die wij erin gestopt hebben en deze vormen op hun beurt niet noodzakelijk een getrouwe weergave van de werkelijkheid.

Ondanks dat de automaat zeer 'en détail' modellen kan weergeven, garandeert de gedetailleerdheid de getrouwheid nog niet!

Simpel gezegd, de modelbouwer dient voldoende gevoel voor zelfkritiek te bezitten om de resultaten van de simulatie met grote argwaan te bekijken.

Een andere opmerking die hier op zijn plaats is, is het feit dat enigszins realistische modellen van werkelijke verschijnselen of systemen in het algemeen zeer complex van aard zijn en dat alleen de opkomst van uitgebreide en machtige rekenautomaten de mensheid in staat heeft gesteld op reële- en economisch verantwoorde wijze modelsimulaties

tot resultaten te laten leiden. Hoewel: de mogelijkheid om naast de complexiteit ook volledigheid te kunnen nastreven door een groot aantal proeven te nemen met veel variatie van de ingangsvARIABLEN, maakt simulatie op een rekenautomaat ook aantrekkelijk.

- Hoe nu een model te bouwen?

Het proces van een modelbouw bestaat uit een aantal stappen. De eerste stap zal zijn het isoleren, definiëren en waarden van alle belangrijke eigenschappen van het systeem of verschijnsel dat gestimuleerd moet worden.

De tweede stap zal zijn het bepalen van de wisselwerking tussen de verschillende delen van het systeem.

Deze twee stappen zijn vaak de allermoeilijkste om tot een formulering van een model te komen.

Als we dan denken aan ingewikkelde biologische, sociologische of andere complexe systemen, dan blijkt dat het bouwen van het model niet de zaak is van de enkeling maar de zaak is voor een team, waarin alle disciplines vertegenwoordigd zijn die in enig verband staan tot de kenmerkende eigenschappen van het model.

Stel dat men erin slaagt inderdaad zo'n model te bouwen, dan is de volgende stap de formulering van het model zodanig aan te passen dat het model in de automaat gebracht kan worden voor verwerking.

Stel dat ook deze stap succesvol afgesloten wordt. Dan is de volgende stap het beproeven van de geldigheid van het model.

Deze stap wordt volbracht door een aantal proefgevallen te nemen die bekende situaties moeten weergeven.

Kennis, opgedaan bij deze stap dient weer verwerkt te worden en gebruikt om het model aan te passen. Zo is reeds de taak van het bouwen van het model een zeer uitgebreide, bestaande uit een serie van proeven genomen door middel van de rekenautomaat die vergeleken kan worden met metingen in vivo gedaan, waaruit conclusies getrokken dienen te worden die het model weer aanpassen, waaruit nieuwe proeven volgen op de rekenautomaat, waar na nieuwe experimenten genomen moeten worden in vivo waaruit weer een vergelijking komt enz. met andere woorden een teruggekoppeld proces dat hopelijk aanleiding geeft tot convergentie en dus tot een model dat enigermate betrouwbaar is. Dit is de weg, die vele modellen gegaan zijn, bijvoorbeeld in de medische wetenschap. Sinds jaren is men reeds bezig modellen te bouwen voor de bloedsomloop in het menselijk lichaam.

Ook hier is men begonnen met zeer simpele modellen.

Uit de experimenten op de rekenautomaat met deze modellen bleken een aantal extra metingen aan het werkelijke systeem nodig te zijn. Deze metingen gaven aanleiding tot verfijning van het model in de rekenautomaat, waar dan weer resultaten uitkwamen die aanleiding gaven tot nieuwe metingen, enz. enz.

Op deze wijze heeft men stapje voor stapje bereikt dat de modellen van de bloedsomloop die nu hier en daar in de wereld in gebruik zijn,

een redelijk – zij het vereenvoudigd – beeld geven van het werkelijke systeem.

Als aan de hand van een groot aantal, zowel computer-experimenten als reële experimenten of metingen is gebleken dat het model enigszins aan de reële verwachtingen voldoet, kan men de volgende stap wagen, namelijk het gebruiken van het gebouwde model voor een eenvoudige voorspelling.

- Het is nuttig alvorens wij het onderwerp model afsluiten, nog enige opmerkingen te maken betreffende de historische ontwikkeling in dit vakgebied, althans voor zover het gerelateerd kan worden aan de aanwezigheid van de rekenautomaten.

Door studie van de literatuur op dit gebied komt men tot de conclusie dat er globaal drie typen modellen gehanteerd worden voor de simulatie.

1e De al reeds eerder genoemde modellen die continue veranderingen in een systeem kunnen weergeven. Deze modellen zijn meestal wiskundig gefundeerd op een stel differentiaal-vergelijkingen.

2e Modellen die uitgaan van het 'fixed-period' principe. Volgens dit principe wordt de onafhankelijke-bijvoorbeeld de tijd-variabele, verdeeld in vaste periodes (gelijke intervallen.) De afhankelijke variabelen van een model kunnen alleen veranderen aan het eind van deze periodes.

De afhankelijke variabelen zijn echter wel continue variabelen. Wiskundig zijn deze modellen meestal gebaseerd op differentievergelijkingen.

3e De zgn. 'discrete-event'-modellen. In deze modellen zijn zowel de onafhankelijke als de afhankelijke variabelen discrete grootheden, die de kenmerkende toestandsvariabelen van het systeem beschrijven. Interacties tussen deze toestandsvariabelen kunnen alleen maar plaatsvinden op discrete punten in de tijd die gescheiden zijn door tijden waarop geen interactie plaatsvindt.

Deze interacties zijn normaal bekend als 'events'. Het is zo dat de werkelijke tijdcorrelatie tussen de afhankelijke variabelen van het systeem en de ware tijd meestal beïnvloed wordt door stochastische factoren.

De bedoeling van deze opsomming is duidelijk te maken dat om te bereiken dat wij enigszins realistische modellen zullen kunnen bouwen wij ons niet meer zullen kunnen permitteren het model onder te brengen onder een van de drie genoemde categorieën. Integendeel, de modellen zullen kenmerkende eigenschappen moeten bezitten van de drie genoemde klassen en deze eigenschappen zullen gecombineerd moeten optreden.

In het bijzonder wordt hier gedacht aan een actueel probleem, namelijk de simulatie van de globale werelddynamica, waarmee een aantal mensen op het M.I.T. zich bezig gehouden hebben in opdracht van de Club van Rome. Het moge duidelijk worden verondersteld dat

een dergelijk ambitieus model en een dergelijke ambitieuze simulatie niet kunnen vallen onder een van de drie klassen alleen. Men zal moeten komen tot een simulatie-techniek die zo algemeen mogelijk is. Met andere woorden tot een simulatie-techniek die alle tevoren-genoemde klassen overbrugt. Op deze wijze alleen zal het mogelijk zijn dynamische eigenschappen van continue aard zoals die voorkomen in de industriële dynamica, vast-periodieke modellen zoals die voorkomen in de econometrie en discrete tijdmodellen zoals die bijvoorbeeld voorkomen in de simulatie van planning-systemen (PERT, CPM), strategie-simulaties of wachttijdproblemen te combineren tot modellen van meer complexe aard zoals zij in werkelijkheid voorkomen.

- Nu dat wij enigszins het model behandeld hebben zullen wij ons verdiepen in de automaat, in het bijzonder de functie van deze automaat als middel tot verwerking van het model.

Aannemende, dat wij op een of andere wijze al programmerende, geslaagd zijn het model in de automaat te stoppen, is het een kwestie van groot belang na te gaan in hoeverre wij in staat zullen zijn het complex van model en automaat op deze wijze te benutten.

In het bijzonder is interessant te weten of het model en de automaat te zamen voor simulatie hanteerbaar zullen zijn voor een grote klasse personen of niet.

Het is namelijk van groot belang dat een dergelijke simulatie juist hanteerbaar is voor die mensen, die geen computerspecialisten zijn.

Zeker als het gaat om modellen waarin vele disciplines naar voren komen die niet behoren tot het typische vakgebied van de informaticus.

Op deze wijze over de functie van de automaat en de informaticus redenerend, komen wij tot de conclusie, dat er twee punten zijn waarop wij moeten letten:

- 1e de wijze waarop het model in de automaat aangebracht is;
- 2e de wijze waarop men de simulatie kan benutten.

Een van de belangrijke punten is dat voor de gebruiker van de simulatie de opbouw van de simulatie 'doorzichtig' moet zijn. Met andere woorden dat het complex geheel van interacties, koppelingen, ingangen en uitgangen duidelijk herkenbaar moet zijn voor de gebruiker. Het is duidelijk niet voldoende dat deze zaken allemaal begrijpelijk zijn voor die specialisten, die zich beziggehouden hebben het model op te bouwen en in de automaat aan te brengen. Het zijn immers meestal niet deze specialisten die aan de hand van het model de beslissingen, dus de sturing, gaan uitvoeren. Voor diegenen die zich met de sturing of de analyse van de resultaten van de simulatie gaan bezighouden moet het duidelijk zijn welke delen in het model een bepaalde invloed hebben.

Dit kan alleen bereikt worden als tot al deze delen een eenvoudige toegang is.

Met andere woorden, als op zijn minst het model in modulaire vorm

in de automaat aangebracht is.

Met modulaire vorm bedoelen wij dan dat alle afzonderlijke deelmodellen op eenvoudige wijze bereikbaar zijn, weg te halen zijn en nieuwe deelmodellen toe te voegen zouden zijn. Dit kan natuurlijk niet impliceren dat daardoor gebruikers van de simulatie alle geheimen van de rekenautomaat zouden moeten kennen.

Integendeel. Dit legt een last op de informaticus die zich met simulatie bezig houdt om alleen zodanige systemen te gebruiken dat ook de niet-specialist toegang heeft tot de simulatie en daarin eenvoudig wijzigingen kan aanbrengen. Om hier meer détail in te brengen kunnen wij het volgende opmerken: in vele simulaties die tot nog toe opgebouwd zijn, is er vaak sprake van parameters die onder de naam beslissingsparameter toegankelijk zijn en andere parameters die onder de naam van dwingende nevenvoorwaarden niet toegankelijk zijn. Het is essentieel voor een verantwoorde simulatie met deze modellen dat *alle* variabelen, parameters en voorwaarden, die enigszins van belang zijn voor de resultaten van het model, toegankelijk zijn voor de gebruikers. Het is evenzeer belangrijk dat de gebruiker van de simulatie op eenvoudige – dus synthetische – wijze kan zien wat de invloed van zijn veranderingen is op de resultaten en liefst daarenboven waarom dit zo is.

De informaticus die op deze manier een simulatie op touw zet moet niet bang zijn te veel van de verschillende variabelen in het systeem toegankelijk te laten. Diegenen, die met de simulatie werken, zullen wel degelijk weten hoe zij met deze variabelen moeten 'spelen' en daardoor een veel beter inzicht krijgen in het model dat zij aan het bestuderen zijn en hopelijk dus indirekt over het werkelijke systeem of de werkelijke situatie waarvan het model een beeld geeft.

Deze punten laten zich resumeren in twee hoofdrichtlijnen:

- 1e De simulatie moet geschreven zijn en toegankelijk zijn in een speciale 'taal' die begrijpelijk is voor al diegenen, die later onderzoek zullen verrichten door middel van deze simulatie.
- 2e Alhoewel het zeer wel mogelijk is en in vele gevallen ook economisch verantwoord, een specialist de gehele simulatie te laten opbouwen, moet een zodanige vrijheid van manipulatie met kerngrootheden van het systeem aanwezig blijven, dat ook de niet-specialist kan doordringen tot het wezen van de zaak.

Verder kunnen wij opmerken dat er nog een triviaal probleem aanwezig is dat toch niet onderschat moet worden.

De meeste rekenautomaten geven hun resultaten weer in de vorm van ellenlange tabellen van getallen. Ook veel meer getallen dan noodzakelijk zijn.

Het is duidelijk dat de gemiddelde geïnteresseerde mens zich niet prettig voelt bij dergelijke grote hoeveelheden informatie – in het bijzonder in getalvorm – en weldra zijn weg zal verliezen in het oerwoud van hem nietszeggende getallen.

Aan de andere kant zal het voor deze gebruiker ook moeilijk zijn zijn wensen omtrent de veranderingen in het model exact in 5 cijfers te quantificeren.

Voor deze beide doeleinden is het nuttig als de automaat beschikt over de een of andere vorm van grafische weergave, waarbij het ook mogelijk moet zijn via grafische vorm zijn inzichten aan de automaat mee te delen.

Het is duidelijk dat hierbij gedacht wordt aan de zogenaamde 'graphic display' terminals. Systemen met beeldbuizen, voorzien van een complex van toetsen en knoppen en andere gereedschappen die toelaten in grafische vorm te communiceren met de simulatie.

Een bijkomend voordeel van het gebruik van de technische middelen die hier bedoeld worden is dat de zo fatale tijdvertraging, die normaliter optreedt bij het werken met rekenautomaten, vrijwel verdwijnt.

Met andere woorden, in plaats van uren te moeten wachten voordat veranderingen in het model tot resultaten leiden, moet het mogelijk zijn op zeer korte termijn (dus met een snelle responstijd) een reactie te zien op wat men aan veranderingen heeft aangebracht.

De redenering, die ten grondslag ligt aan dit punt als een voordeel te zien is dat bij het intuïtieve proces van ontwerpen, van redeneren, van aftasten van mogelijkheden, een hoog tempo aangehouden moet worden om de denker, de man die met het simulatie-object 'speelt', alert te houden en op deze wijze te zorgen dat nieuwe ideeën bij hem opkomen en dat oplossingen gecreëerd worden. Dit neemt natuurlijk niet weg dat op zekere ogenblikken over bepaalde zaken langer nagedacht moet worden.

Resumerend kunnen wij over de automaat dus zeggen dat hij zal moeten beschikken over een zeer algemene en goed toegankelijke simulatietaal en daarenboven zal moeten beschikken over die technische middelen, die een goede interactie tussen model en onderzoeker mogelijk maken, waarbij onder de term onderzoeker ook verstaan kan worden diegene die b.v. het beleid bepaalt van een grotere onderneming.

Is het ook zinvol iets te zeggen over voorspellingen?

Voorspellingen zouden wij naar hun doel en geaardheid in twee hoofdklassen kunnen indelen:

- 1e Voorspellingen, op korte termijn, die onder hoofd 'strategie' vallen
- 2e Voorspellingen op langere termijn, die onder het hoofd 'Policy' of 'Planning' vallen.

Over beide soorten voorspellingen willen wij graag een idee krijgen wat de waarde daarvan is om er een waardering van de werkelijke situatie op te kunnen baseren.

Bij de voorspellingen die onder het hoofd strategie vallen is dat niet zo vreselijk moeilijk; men komt vrij snel tot een waardering als men de strategie kan afmeten aan wat de resultaten daarvan zijn. Aangezien het om korte-termijn zaken gaat, is de situatie zodanig dat in een tijd-

spanne van uren, dagen, eventueel weken, de resultaten van de gevolgsstrategie bekend zijn.

Als het echter om lange-termijn planning gaat, dan kan men zich niet de luxe veroorloven om te zien of het ooit goed uitkomt.

Daar zal men veel strakkere eisen moeten stellen aan de waarderingsfase, aan de testfase van het model en het uitproberen ervan aan bestaande situaties om zich heen, voordat men enige waarde kan hechten aan de voorspelling.

In dit licht gezien zijn voorspellingen zoals gewaagd door de Club van Rome, naar aanleiding van het M.I.T.-report zoals Forrester dat zelf heeft gezegd: 'uiterst globaal en afhankelijk van het gebruikte model', dus alleen maar indicaties welke kant het wel heen zou kunnen gaan met de wereld als het model juist zou zijn.

Ook in het geval van deze wereldmodellen is er alle aanleiding om vooralsnog te komen tot een goed aantal tests van deze modellen, ze uit te breiden, ze zoveel mogelijk te controleren door middel van de gegevens die ons wel ter beschikking staan en pas dan – heel voorzichtig – enige waarde te hechten aan de voorspellingen.

Tot slot van deze beschouwing is het zinvol een ogenblik te blijven stilstaan bij de sociale en sociaal-psychologische implicaties van het werken met modellen en automaten om tot voorspellingen, sturingen en acties te komen.

De meeste sociale en psychologische factoren zijn zeer moeilijk te quantificeren. En in het verleden is het zo geweest – bijvoorbeeld in het wereldmodel dat door Forrester en Meadows is gehanteerd – dat deze sociale en psychologische waarderungen niet of nauwelijks aanwezig waren. Het is natuurlijk zo dat het niet aangaat te verwachten dat men systemen waarin mensen betrokken zijn kan sturen zonder overwegingen van sociale of sociaal-psychologische aard daarbij te betrekken.

Om hier een voorbeeld van te noemen: uit een van de proeven van Forrester blijkt dat enige verbetering gebracht kan worden in de noodsituatie (die volgens het model van Forrester de wereld bedreigt) als op korte termijn de gemiddelde levensstandaard in de gehele wereld gehalveerd wordt. Dit is aardig, maar zou nogal wat consequenties kunnen hebben. Dat halveren van de gemiddelde levensstandaard heeft tot gevolg dat – als wij in aanmerking nemen dat grote delen van de wereld in zeer bittere armoede leven – dit betekent dat die delen van de wereld die nu reeds een marginaal bestaan leiden, vrijwel gedwongen worden te verdwijnen; of op zijn minst niet toekomen aan een menswaardig bestaan in de zin zoals wij dat in het Westen gedefinieerd schijnen te hebben.

Met andere woorden, wij zouden dan een groot deel van de wereld de bestaansmiddelen onthouden, die wij voor onszelf als minimum voorwaarde zien.

Dit is natuurlijk een extreem voorbeeld maar duidt wel aan dat con-

clusies of manipulaties met modellen in de vorm van simulaties, niet los gezien kunnen worden van de omstandigheden eromheen, of van de vereenvoudigingen die aangebracht zijn.

Dus: een van de grote inspanningen die de informatici - en andere specialisten die zich met modellen en automaten bezighouden - zich zullen moeten getroosten zal zijn te pogen bij alle modellen van maatschappelijke aard, zoals bijvoorbeeld een wereldmodel, sociale en sociaal-psychologische factoren mee proberen te betrekken door ze bij voorbeeld te quantificeren of andere methodieken te vinden om ze aan te brengen. Een van de mogelijkheden om dit te doen is natuurlijk de simulatie zo flexibel op te bouwen, dat een groot aantal variaties in de sociale context aangebracht kan worden en men zo uit een spectrum van resultaten de meest menselijke, de meest sociaal verantwoorde zou kunnen kiezen.

Zover zijn wij echter nog lang niet.

Het verschijnsel van sociale implicaties geldt natuurlijk ook bij administratieve automatisering in bedrijven. Daar is het niet alleen een kwestie van invoeren van methodieken, van het binnenbrengen van automaten, van het aantrekken van specialisten, maar ook - en vooral - is het een zaak van het 'verkopen' van het idee van een goed besturingssysteem, aan de werkers in het bedrijf.

De automatiseringsbewuste directie, die hier niet in slaagt, faalt waarschijnlijk in zijn taak.

Ondanks dat het bedrijfsmodel prachtig moge zijn en de directie zuiver economisch gezien het juiste beleid mag voeren, kan het personeel toch op zeker ogenblik zo onbevredigd geraken, dat ondanks dit beleid, de resultaten ver onder het niveau van de voorspellingen zouden kunnen blijven, bijvoorbeeld door verlaging van het prestatieniveau in verband met een gebrek aan inzet van het personeel.

Zeer gewaardeerde toehoorders, ik ben mij ervan bewust dat ik in deze openbare les niet veel wereldschokkend nieuws gebracht heb en zelfs geen gloednieuwe inzichten naar voren heb gebracht. Ik heb alleen getracht uit de ervaring door velen in mijn vakgebied verzameld, enige wijsheid te putten, door het rangschikken van elementen uit deze ervaringen in een volgorde die misschien nog niet eerder gebruikt was.

Door het toelichten van het doel van de informatica in één bepaald licht heb ik gepoogd iets op te heffen van de sluier van geheimzinnigheid die de informatica omringt en laten zien dat ook informatica slechts nog een middel is dat moet meehelpen onze samenleving of, kleiner gezien, ons Instituut of ons bedrijf naar een produktiever en een meer leefbaar, menselijk klimaat, te brengen. Hiermee is de informatica teruggebracht tot een van de vele middelen die naar dit doel kunnen leiden.

Ik ben mij er geheel van bewust dat ik u hiermee nog niet gevoerd

heb naar alle uithoeken van de informatica en veel interessante facetten onaangeroerd heb gelaten.

Ik hoop echter dat met deze toelichting een deel der informatica voor u een iets menselijker aanzicht heeft gekregen en dat u duidelijk is dat de rekenautomaat niet 'the big brother' is die U uit zijn ongenaakbare hoogte aanschouwt, maar dat de rekenautomaat een der gereedschappen is die ons in staat moet stellen op verantwoorde wijze de doelen te bereiken die wij ons hebben gesteld.

Dames en Heren,

Aan het einde van mijn voordracht wil ook ik niet nalaten mijn dank te betuigen aan H.M. de Koningin, die mij tot lector aan deze Hogeschool heeft willen benoemen.

Mijne Heren Leden van het Bestuur van de Landbouwhogeschool,

Gaarne wil ik U dank zeggen voor het vertrouwen, dat U in mij hebt gesteld, door mij voor deze functie voor te dragen. Het feit dat dit lectoraat deel vormt van de dubbelfunctie die mij aan deze Landbouwhogeschool toebedeeld is, zou de orde van grootte van dit vertrouwen weer kunnen geven.

Ik ben vastbesloten dit vertrouwen naar mijn beste vermogen te rechtvaardigen.

De positieve medewerking die ik in de afgelopen periode van U mocht ontvangen, in het bijzonder in verband met het Rekencentrum en de vriendelijke sfeer waarin U mij, ondanks mijn vasthoudendheid, steeds bent tegemoetgetreden, geeft mij goede hoop voor de toekomstige ontwikkeling van de informatica aan deze Hogeschool.

Dames en Heren van de Wetenschappelijke staf,

Uit mijn voordracht moge blijken dat ik het bedrijven der informatica als doel op zich zelf een vrij steriele vorm van tijdverdrijf acht.

Ik prijs mij dan ook gelukkig mij te bevinden in een Hogeschool waar, binnen een grote verscheidenheid van disciplines, de informatica in velerlei vorm toepassing kan vinden.

Ik hoop tevens dat de vruchtbare contacten die ik in dit verband in de afgelopen maanden met velen van U mocht hebben, zich in de toekomst tot tevredenheid der betrokkenen zullen uitbreiden.

Dames en Heren van het Rekencentrum,

De aanwezigheid van een rekencentrum kan niet los gezien worden van het onderwijs en onderzoek in de informatica en haar toepassingsgebieden.

Ik hoop dat wij allen tezamen de behartiging van deze belangen in goed teamverband tot grote bloei zullen kunnen brengen.

Hooggeleerde Timman,

Zonder Uw stimulerende invloed, in een der moeilijkste perioden van mijn Delftse studie, zou ik nooit in staat zijn gesteld deze functie te aanvaarden.

Uw heldere visie op de toepassing der wiskunde in de problemen om ons heen heeft de basis gevormd tot de motivering van mijn carrière als wiskundig ingenieur.

Geachte Verwey, beste Bram,

De jaren die je besteed hebt om mij in de industriële praktijk eenvoudige, maar noodzakelijke levenswijsheid bij te brengen, vormen een onmisbaar deel van mijn vorming.

Dames en Heren Studenten,

De formele toevoeging van het exacte vak dat informatica heet aan Uw Hogeschool, zal bij U wel de vraag doen opkomen waartoe dit alles moet leiden.

De informaticus, zoals ikzelf, is volgens U waarschijnlijk degene die zegt:

'Mais alors,
si mes calculs sont justes.
C'est sûrement mes lièvres qui sont faux'¹⁾

Het enige wat ik dan maar hoop is dat een der Uwen mij ooit als antwoord hierop zal kunnen geven:

'Ne vous désolez pas professeur,
les lièvres s'en vont
mais les tiroirs restent
C'est la vie'¹⁾

Laten we hopen dat de werkelijkheid beide opmerkingen zal logenstraffen.

Ik dank U voor Uw aandacht.

¹⁾ Uit: 'Les Grandes Inventions', Paroles, Jacques Prévert.