

Ir. IJ. Boxma

**INFORMATIE
EN SAMENLEVING**



UITGEVERIJ WALTMAN - HIPPOLYTUSBUURT 4 - DELFT

INFORMATIE
EN SAMENLEVING

REDE

UITGESPROKEN BIJ DE AANVAARDING
VAN HET AMBT VAN BUITENGEWOON
HOGLERAAR IN DE AFDELING DER
ELEKTROTECHNIEK AAN DE TECH-
NISCHE HOGESCHOOL TE DELFT,
OP WOENSDAG 23 JUNI 1965

DOOR

Ir. IJ. BOXMA



UITGEVERIJ WALTMAN - HIPPOLYTUSBUURT 4 - DELFT

*Mijne Heren Curatoren,
Mijne Heren Leden van de Senaat,
Dames en Heren Lectoren, Docenten en Leden van de weten-
schappelijke, technische en administratieve staf,
Dames en Heren Studenten,
en voorts Gij allen, die door Uw aanwezigheid blijk geeft
van Uw belangstelling,*

Zeer geachte Toehoorders,

Het is voor elk levend wezen een dwingende eis, niet alleen kennis te bezitten over de toestand waarin het zich bevindt, maar ook om geïnformeerd te zijn omtrent zijn omgeving. Zonder deze kennis te bezitten, en zonder van deze kennis gebruik te maken, zou het voortbestaan van het levende wezen niet mogelijk zijn. Zo zal een dier in staat moeten zijn te reageren op de temperatuur van zijn omgeving, op geluiden, op licht of duisternis, enzovoort, op een wijze die voor het voortbestaan van dat speciale individu noodzakelijk is. Een levend wezen dient dus voortdurend informatie omtrent zichzelf en zijn omgeving te ontvangen, ten einde te voorkomen, dat de orde, die in zekere mate zijn bestaan kenmerkt, verkeert in wanorde.

Een samenleving wordt gekenmerkt door het feit, dat de individuen die de samenleving vormen, niet slechts informatie opnemen omtrent hun omgeving, doch tevens aan andere individuen informatie verstrekken, die nuttig is voor hun voortbestaan. Zo zal een bij die deel uitmaakt van een bijengemeenschap, informatie overdragen aan andere bijen uit zijn gemeenschap; en dit op een wijze en met een codering, die door zijn gecompliceerdheid en door zijn effectiviteit onze bewondering afdwingt.

Het zij mij vergund bij de aanvaarding van het ambt van buitengewoon hoogleraar enige tijd Uw aandacht te vragen

voor enkele facetten van de betekenis van informatie voor de samenleving.

Het vermogen aan elkaar informatie over te dragen, is bij geen enkel levend wezen reeds van nature in zoveel verschillende vormen aanwezig als bij de mens. De mens is het enige wezen, dat geluiden kan voortbrengen op zo gevarieerde wijze, dat wij van een taal kunnen spreken. Geen enkel ander wezen kan op zo verschillende wijze gebaren maken met armen, benen of hoofd. Verfijnde vormen van zulk een overdracht van informatie zijn de zang en de dans, uitdrukkingwijzen waarmee in het bijzonder zogenaamde primitieve volkeren hun gevoelens aan elkander tonen.

Wat de mens echter in nog sterkere mate van andere levende wezens onderscheidt, is het gebruik van hulpmiddelen, zowel om zijn spierkracht te assisteren, als om de mogelijkheden van zijn zintuigen en van zijn verstand uit te breiden. In deze door de mens gemaakte apparaten, die kunnen worden aangeduid met de naam artefacten, wordt iets van zijn eigen wezen nagebootst. Het is begrijpelijk, dat er altijd een streven is geweest naar het samenstellen van artefacten, die de mens behulpzaam zijn bij zijn meer verstandelijke daden. Artefacten dus, waarin informatie een rol speelt.

Naast de moderne apparatuur voor de transmissie van informatie, zoals de radio en de televisie, zijn het vooral de artefacten waarin een bepaalde functie van de hersenen van de mens wordt gecopieerd, die sterk tot de verbeelding spreken; dus apparatuur, waarin informatie wordt verwerkt, zoals bijvoorbeeld de elektronische rekenmachines. Mede door bij deze apparatuur het intuïtieve element te introduceren, geeft men aanleiding tot de vraag of men een machine zou kunnen construeren, die kan denken; discussies, die gevoed worden door de vaagheid van het begrip „denken”.

Bij de artefacten waarvan de werking op de een of andere wijze overeenkomst vertoont met bepaalde verstandelijke vermogens van de mens, berust de binding tussen de afzonderlijke delen op overdracht van informatie, welke al dan niet in een andere vorm wordt omgezet. In vele gevallen is de informatie afkomstig van, of bestemd voor de mens. Daardoor zijn de artefacten voor overdracht of verwerking van informatie een essentiële rol gaan spelen in onze steeds gecompliceerder wordende samenleving.

De mens als individu, of als lid van de samenleving, produceert, ontvangt of verwerkt informatie in een grote verscheidenheid van vormen. Het is de taak van de ingenieur om apparatuur te ontwerpen, die de mens kan assisteren in die gevallen, waar zijn natuurlijke vermogens te kort schieten. Indien de afstand te groot is om een normaal gesprek te voeren, staat de telefoon tot onze beschikking; eventueel draadloos, waar dit nuttig of noodzakelijk is. Indien onze stem niet krachtig genoeg is, maakt een versterkerinstallatie het ons mogelijk een grote groep personen toe te spreken. De radio-omroep stelt ons in staat informatie over te dragen aan een aantal personen, die zich over een groot gebied verspreid kunnen bevinden. Beelden, die zich voor ons oog voltrekken, kunnen we door middel van televisie aan zich elders bevindende personen tonen.

Behalve aan het overdragen van informatie heeft de mens behoefte aan het verwerken van informatie, waarbij de ene vorm de andere kan beïnvloeden, om op deze wijze te leiden tot een zekere conclusie. De inlichtingen die ons worden verstrekt door reisbureaus, worden verwerkt tezamen met gegevens over de beschikbare vakantieperiode en over de reismogelijkheden, waarna de cijfers op het belastingaanslagbiljet ons tot het besluit kunnen brengen onze vakantieplannen te wijzigen.

Sommige problemen van wetenschappelijke of administratieve aard vereisen zoveel bewerkingen na elkaar, dat ze niet zonder speciale hulpmiddelen binnen een redelijke tijd tot een goed einde kunnen worden gebracht. Andere problemen bevatten zoveel gegevens, dat een omvangrijke staf van personeel nodig zou zijn om ze te verwerken. Het is dus zeker niet verwonderlijk, dat apparatuur wordt geconstrueerd om deze taken van de mens over te nemen.

Mede ten behoeve van het transporteren en verwerken van informatie wenst de mens informatie te bewaren. Wanneer we vrezes iets niet te kunnen onthouden, leggen we een knoop in onze zakdoek; we kunnen notities maken met behulp van letters of andere symbolen, of we maken een totempaal of een stripverhaal. We bewaren het gesproken woord of muziek, via elektrische signalen, in de vorm van een mechanische indruk op een grammofoonplaat, of in de vorm van een magnetische beïnvloeding op een geluidsband. Bewegende beelden kunnen op overeenkomstige wijze op de band worden vastgelegd, of ze

kunnen langs fotografische weg een chemische verandering op een film tot stand brengen. Hierdoor zijn we in staat op een andere plaats, en op een later tijdstip, door ons verkregen informatie in een slechts weinig van het origineel afwijkende vorm te reproduceren.

Bij alle genoemde artefacten wordt de aangeboden informatie door middel van een vulpen, een microfoon, een televisiecamera, een telexmachine, of andere apparatuur gecodeerd in een vorm, die deze informatie, geënt op materie, of gemoduleerd op een energiestroom, geschikt maakt voor transport of verwerking. Deze codering zal moeten geschieden op een wijze, die zoveel mogelijk tegemoet komt aan de eisen, die aan de apparatuur worden gesteld.

Nu in het voorgaande reeds enige malen het woord informatie is uitgesproken, lijkt het moment gekomen een ogenblik stil te staan bij het begrip informatie, zoals dat in de theorie van de informatie wordt gebruikt. Het zij voldoende op te merken, dat ter wille van een goede mathematische hanteerbaarheid de informatie wordt gemeten met een selectiemaat. Bij het overseinen van een boodschap is de keus, die uit een aantal boodschappen kan worden gemaakt, bepalend voor de onzekerheid bij degene voor wie het bericht bestemd is, en deze onzekerheid is een maat voor de hoeveelheid informatie.

Het is HARTLEY geweest, die in 1928 een serieuze poging deed een kwantitatieve maat voor de informatie te introduceren. Na de tweede wereldoorlog hebben GABOR, MACKAY, WIENER en anderen het begrip informatie nader geformuleerd en gebruikt, terwijl in het bijzonder SHANNON in 1948 de wiskundige grondslag legde voor de toepassing bij communicatie van het begrip informatie, door hem entropie genoemd.

De volledig objectieve wijze waarop het begrip informatie door SHANNON is gedefinieerd, laat geen plaats voor een bepaling van de waarde of de betekenis van de boodschap. Integendeel, de beoefenaar van de informatietheorie houdt zich geheel afzijdig van een oordeel over de inhoud van de tekst, de beelden of de getallen, die moeten worden verwerkt; een behandelingswijze, die ongetwijfeld ernstige beperkingen met zich brengt, doch die een gevolg is van het feit, dat een waardebepaling van informatie zich niet laat vangen in een mathematische omschrijving,

en derhalve alsnog volledig aan de mens is voorbehouden. Immers, slechts de mens kan een, uiteraard subjectieve, keuze maken uit hem aangeboden literatuur of televisieprogramma's, of is in staat op een cocktail-party uit vele stemmen één te selecteren.

De behoefte om informatie uit te wisselen neemt voortdurend toe. Het aantal radio- en televisiestations wordt steeds groter. Het aantal telefoongesprekken, over kabels zowel als draadloos, schijnt exponentieel te stijgen. Soortgelijke verbindingen, maar dan tussen rekenmachines, worden reeds als normaal beschouwd. De mens onderhoudt contact met bemande en onbemande ruimtevaartuigen, en ontvangt hiervan gevraagd of ongevraagd informatie.

De problemen, waarvoor de communicatie-ingenieur zich geplaatst ziet, lijken van dezelfde aard te zijn als die van de verkeersdeskundige, als deze voor de moeilijke taak staat een toenemende stroom deelnemers aan het verkeer over het bestaande wegennet te voeren. De verkeersdeskundige zal de mogelijkheid onderzoeken om een aantal personen tezamen in een openbaar middel van vervoer te verplaatsen, of om een aantal auto's tegelijk op een trein te vervoeren. De communicatie-ingenieur heeft het voordeel, dat hij bij zijn streven om de transmissieweg zuinig te gebruiken, minder beperkt is in zijn mogelijkheden, daar hij vrij is de aangeboden informatie om te zetten in een andere vorm, mits hij zorgt, dat aan de ontvangzijde deze informatie zo goed mogelijk in de oorspronkelijke vorm wordt afgeleverd. De theorie van de informatie en de communicatie is bij het speuren naar een efficiënte codering van de te transporteren informatie een veilige gids en tevens een krachtige stimulans voor verder onderzoek.

Hierbij mag niet onvermeld blijven, dat reeds in 1832 – meer dan een eeuw voordat SHANNON de communicatietheorie haar huidige vorm gaf – MORSE bij het opstellen van de naar hem genoemde telegraafcode gestreefd heeft naar een efficiënt gebruik van het telegraafkanaal, door de taalstatistiek – en in het bijzonder de letterfrequentie van de Engelse taal – een overwegende rol te laten spelen. De in het Engels meest voorkomende letter e stelde Morse voor door een kort elektrisch signaal, de punt; en voor de in frequentie van voorkomen daarop volgende

letter t gebruikte hij de zogenaamde streep met een lengte, die drie maal zo groot is als die van de punt. Alle andere letters en cijfers worden voorgesteld door combinaties van punten en strepen op een zodanige wijze, dat de lengte van de combinaties toeneemt met afnemende kans op voorkomen.

Het blijkt, dat men bij veel informatieverwerkende artefacten een statistisch verband kan aangeven tussen informatie, die op verschillende plaatsen of tijdstippen optreedt. Zo bestaat bij sommige mathematische problemen, die in aanmerking komen voor bewerking in een rekenmachine, een duidelijk verband tussen de opvolgende grootheden, zodat bij de codering, en dus ook bij het rekensysteem, hiermee rekening kan worden gehouden, hetgeen bijvoorbeeld kan leiden tot de zogenaamde increment-rekenmachine.

We staan echter nog pas aan het begin van het doordringen in een moeilijk begaanbaar terrein. Als voorbeeld mogen dienen de vele pogingen, die zijn en worden ondernomen om spraak over te brengen via een medium met een zeer kleine bandbreedte. Wanneer U hetgeen ik hier tot U zeg op de band zoudt willen vastleggen, of via een telefoonlijn zoudt willen overbrengen, dan zult U een bandbreedte van minstens 3000 hertz wensen. Bij een kleinere bandbreedte zal het herkennen van mijn stem worden bemoeilijkt, terwijl bij een verdere beperking veel van de verstaanbaarheid verloren gaat. Wanneer we echter de informatie-inhoud bepalen, dan blijkt, dat we met een bandbreedte van tien hertz goed moeten uitkomen, zij het ook zonder dat we enige herkenning van de stem, intonatie of emotie in het resultaat mogen verwachten. Het grote verschil tussen beide frequenties zal ons frapperen, hoewel bijna dezelfde hoeveelheid informatie per telex overgeseind, een bandbreedte van slechts veertig hertz vraagt. Maar een telexmachine kan dan ook geen emotie tonen.

We kunnen hierbij opmerken, dat de hoeveelheid informatie, die op deze wijze onze zintuigen bereikt, vermoedelijk tevens praktisch de maximale hoeveelheid is, die de menselijke hersenen kunnen absorberen. Over een mensenleeftijd uitgestrekt, betekent dit een hoeveelheid informatie, die honderdvoudig in een goede bibliotheek aanwezig is, of die via een televisiekanaal in enkele minuten zou kunnen worden getransporteerd. Ter geruststelling zij vermeld, dat dit niets zegt over de intelligentie van de mens, noch over de kwaliteit van het televisiebeeld.

Overigens blijkt hieruit, dat aan onze zintuigen voortdurend een enorme hoeveelheid informatie wordt aangeboden, die blijkbaar drastisch wordt gefilterd alvorens aan onze hersenen te worden toegevoerd.

Maar laten we terugkeren tot de constatering, dat veel door de mens voortgebrachte informatie, die moet worden getransporteerd of verwerkt, enige overvloedigheid of redundantie bezit, en bovendien dat de capaciteit van de transmissieweg niet altijd volledig wordt benut. Dit zal aanleiding zijn tot het speuren naar efficiënte coderingssystemen, tenzij er juist aanleiding is ons te verheugen over de aanwezigheid van redundantie. Wij allen hebben wel eens getracht een met ruis vermengd telefoon- of radiobericht te verstaan. Omdat onze taal een zekere redundantie bezit, is het dikwijls mogelijk een vrij sterk verminkte boodschap nog te begrijpen. Als men enige verwachting heeft omtrent het bericht dat zal komen, wordt de verstaanbaarheid nog groter. Bij de gestandaardiseerde berichten die vliegers wisselen met een verkeerstoren, en die voor een buitenstaander dikwijls vrijwel onverstaanbaar zijn, wordt hiervan gebruik gemaakt.

Het nut van redundantie in een boodschap kan zo groot zijn, dat men ten koste van tijd of bandbreedte besluit, een zekere overvloedigheid aan te brengen in de te transporteren of te verwerken informatie. Bij een juiste keuze van de code is het mogelijk aan de ontvangzijde de boodschap te reconstrueren, ook als deze door ruis verminkt is. Dit is onder andere van belang, wanneer sprake is van communicatie tussen informatieverwerkende apparatuur. Dikwijls moeten hierbij getallen worden overgeseind, die zelf geen redundantie bezitten. We mogen verwachten, dat in de toekomst dergelijke communicatiesystemen meer toepassing zullen vinden, zowel voor militaire als voor civiele doeleinden. In de steeds complexer wordende waarschuwingssystemen tegen onbekende vliegtuigen of geleide wapens moet de informatie worden overgebracht en verwerkt op een zodanige wijze, dat een grote waarborg bestaat tegen het maken van fouten door het systeem. Voor de hiermee in aard en omvang overeenkomende apparatuur voor luchtverkeersbeveiliging geldt hetzelfde.

Het is voor dergelijke artefacten in veel gevallen niet voldoende

de de informatie op zodanige wijze een zekere overvloedigheid te geven, dat fouten kunnen worden opgemerkt en hersteld. Het is evenzo noodzakelijk te kunnen constateren of de oorzaak van de fouten moet worden gezocht in gebreken van de apparatuur, om in geval van een defect de plaats hiervan te kunnen aangeven en de informatiestroom automatisch langs andere wegen te leiden. Dit vereist dus een zekere overvloedigheid van materiaal.

Een interessant probleem is het herstel van fouten in de apparatuur, die staat opgesteld in kunstmatige aardsatellieten. Een niet-correcte werking van deze apparatuur moet worden opgemerkt aan het op aarde ontvangen signaal, waaruit tevens de aard van het defect moet worden bepaald. Vervolgens zal men moeten trachten de werking met behulp van speciale signalen te herstellen, of men zal proberen de grondapparatuur aan de gewijzigde situatie aan te passen.

Het vinden van een codering, die ons in staat stelt om fouten in een bericht tengevolge van ruis of storing in zender of ontvanger of in de transmissieweg op te heffen, is een uitdaging aan de informatietheorie. Een uitdaging, die des te feller wordt wanneer de tegenspeler weigert mee te werken, zoals het geval is bij het – ondanks opzettelijke storing – detecteren van een vijandelijk vliegtuig met behulp van radar, of bij het opzettelijk verminken van een bericht met de bedoeling de informatie-inhoud onherkenbaar te maken voor onbevoegden.

Zonder nu te willen denken aan moedwillige verminking van een bericht, ontkomen we niet aan het feit, dat de informatie, die de ene mens aan de andere wenst over te dragen, gewoonlijk gevat is in een code, die voor sommigen volkomen duidelijk, doch voor anderen geheel onbegrijpelijk is, namelijk de taal. Het is daarom vanzelfsprekend, dat men tracht apparatuur te construeren, waarin een voor iemand onbegrijpelijke taal wordt ingevoerd, en waar dan de vertaling in een wel verstaanbare taal uitkomt. In 1947 zag WEAVER het probleem van de vertaling geheel analoog aan de ontcijfering van een geheimcode. Sindsdien is veel aandacht besteed aan de problemen die een rol spelen bij machinale vertaling, waarbij enkele successen zijn behaald. Er wachten echter nog vele problemen op een oplossing alvorens vertaalmachines eenzelfde omvangrijk toepassingsgebied zullen vinden als thans de rekenmachines.

Laten we enige tijd blijven stilstaan bij de veelomvattende problemen, waarvoor de informatietheoreticus zich in gezelschap van de taalkundige en de electronicus ziet geplaatst, wanneer zij in gezamenlijke inspanning besluiten een vertaalmachine te construeren. De taalkundige problemen betreffen een opsporing van de logische regels die aan de grammatica ten grondslag liggen; regels welke een bijzonder gecompliceerd karakter dragen, mede door de in elke taal voorkomende homoniemen en synoniemen. Deze regels moeten vervolgens in een zodanige vorm worden gegoten dat ze in de vertaalmachine kunnen worden ingevoerd. Ook de inhoud van het woordenboek dient geschikt gemaakt te worden voor invoering in de vertaalmachine. Dit alles betekent, dat een zeer grote hoeveelheid informatie betreffende de taal in de vertaalmachine behoort te worden opgeslagen. Het snel beschikbaar hebben van deze informatie kan door een geschikte coderingswijze worden bevorderd.

Het verwerken van de tekstinformatie onder invloed van de aanwezige taal informatie kan men vergelijken met het rekenproces in een rekenmachine. Helaas bezit echter de taal niet een zelfde logica als een mathematisch probleem, waardoor men geregeld voor moeilijke beslissingen komt te staan. Als een eenvoudig voorbeeld van een dergelijk probleem noem ik de noodzaak eigennamen te herkennen ten einde vertaling hiervan te voorkomen. Ook moeten we bedenken, dat sommige zinnen na een woordelijke vertaling geen betekenis meer hebben, zoals een vertaling in het Frans van de volgende zin laat zien: „Het woord vier heeft vier letters”.

Een probleem, waaraan in het bijzonder aandacht zal moeten worden gegeven, is het invoeren van de tekstinformatie in een vertaalmachine. Dit zal niet moeilijk zijn, wanneer de volledige tekst in de vorm van een ponsband beschikbaar is. Indien dit echter niet het geval is, zou veel tijd gespaard worden, wanneer de vertaalmachine is voorzien van apparatuur waarmee een tekst, die is gedrukt in een willekeurig lettertype, machinaal kan worden gelezen. Het is minstens even nuttig om een gesproken tekst rechtstreeks in een vertaalmachine te kunnen invoeren, en de vertaling in gedrukte of gesproken vorm uit de machine te laten komen. Dit vergt een omzetting van de vele, min of meer geleidelijk in elkaar overgaande fonen uit de spreektaal in een aan de vertaalmachine aangepaste code, en de omzetting

van het resultaat in leesbare of verstaanbare vorm aan de uitgang van de installatie. Hiervoor zou een synthetische spraak moeten worden opgebouwd met behulp van de code, waarin de vertaling door de vertaalmachine wordt afgegeven. Bovendien zou voor een doelmatige vertaling de snelheid zo groot moeten zijn, dat de gesproken tekst continu kan worden gevolgd.

Het vinden van een codering, waarmee een luisterende en sprekende vertaalmachine zou kunnen worden geconstrueerd, zou tezelfdertijd een oplossing leveren voor ons streven de bandbreedte van een telefoonkanaal drastisch te beperken. Het lijkt niet onmogelijk, dat een verder gaande microminiaturisatie van elektronische schakelingen en geheugenelementen de technische verwezenlijking van beide wensdromen naderbij zal brengen.

Men zal zich bij het ontwerpen van artefacten voor het overdragen en verwerken van informatie voortdurend bewust moeten zijn van de invloed die deze artefacten kunnen hebben op de samenleving. Het is echter niet eenvoudig rekening te houden met deze invloed, want de mens blijkt zich steeds opnieuw op verrassende wijze te kunnen aanpassen aan nieuwe situaties, zodat men geneigd is dikwijls een te somber beeld te zien van de gevolgen die de invoer van een nieuw artefact voor de mens en zijn samenleving zal hebben. Zo is men reeds lang teruggekomen van de eis dat elke automobiel voorafgegaan moet worden door een man met een rode vlag. Daar staat tegenover, dat zonder het toevoegen van informatie aan het verkeer door middel van verkeersborden en verkeerslichten vermoedelijk reeds lang in grote verkeerscentra een toestand van volkomen wanorde zou zijn ingetreden.

De moderne communicatiemiddelen maken het aantal individuen dat informatie uitwisselt, en de afstand waarover dit geschiedt, steeds groter. Dat wil zeggen, dat de in de samenleving aanwezige hoeveelheid informatie groter wordt. Deze informatie zal het gedrag van de ene groep personen ten opzichte van een andere groep kunnen beïnvloeden, uiteraard zover de communicatie reikt, en afhankelijk van de hoeveelheid uitgewisselde informatie. De feiten, dat een taal nooit precies de gedachten van de spreker weergeeft, dat bij de vertaling gewoonlijk niet exact de bedoelingen worden overgebracht, dat de luisteraar misschien een andere ideologie aanhangt, dat het bericht door storing

verminkt kan zijn, en tenslotte dat het moeite kost de inhoud van een bericht te absorberen, maken dat tijdens dit proces informatie verloren gaat; hetgeen wil zeggen, dat een verkeerde indruk van de oorspronkelijke bedoeling wordt opgewekt. Gelukkig is het bij goedwillende partners mogelijk terugontvangen informatie te gebruiken voor een correctie van de afgegeven informatie, waardoor de vervorming van de boodschap afneemt.

Deze informatorische terugkoppeling gaat een steeds belangrijkere rol spelen in de samenleving, wanneer het gaat om het nemen van beslissingen die van invloed kunnen zijn op bijvoorbeeld een economische of politieke situatie. Was bij communicatie over grote afstanden de transmissietijd enkele decennia geleden nog van de orde van weken of maanden, en daarmee verreweg de belangrijkste component van de vertragingstijd in de kringloop, thans is deze tijd teruggebracht tot onderdelen van seconden, zodat de gevolgen van een besluit eerder voelbaar zijn. Dit maakt de denktijd van de mens tot de belangrijkste component; dat wil zeggen: de reactietijd die verloopt tussen het ontvangen van informatie en het tengevolge daarvan genereren van nieuwe informatie krijgt relatief meer invloed. Deze informatorische reactietijd verschilt sterk van individu tot individu; immers, de een neemt snel een besluit, terwijl een ander na ampele overwegingen en het inwinnen van adviezen tot een conclusie komt. Bovendien is de aard, zowel als de kwaliteit van de genomen beslissing afhankelijk van de persoon, die de beslissing heeft genomen.

Het is derhalve begrijpelijk, dat er meer en meer naar wordt gestreefd om belangrijke en snel te nemen beslissingen een goede wetenschappelijke fundering te geven, en tevens zodanig te optimaliseren, dat de informatorische terugkoppeling die er het gevolg van is, aanleiding geeft tot een zo stabiel mogelijke situatie.

De informatieverwerking die hiervoor nodig is, zal in veel gevallen zeer omvangrijk zijn, als gevolg van het grote aantal parameters dat er een rol bij speelt. Daardoor wordt het gebruik van elektronische hulpmiddelen noodzakelijk, hoewel ook dan het geven van een goede richtlijn nodig is, wil men niet – door het uitwerken van alle mogelijkheden – komen tot verwerkings-tijden die in jaren of zelfs in vele miljoenen jaren moeten worden uitgedrukt. Zulke apparatuur, die technisch het karakter van

een rekenmachine zal aannemen, zal berusten op een mathematisch model van de betreffende situatie, aan welk model de speltheorie ten grondslag ligt. Immers, zoals een roofdier in zijn spel leert hoe het een prooi moet aanvallen, zo benadert de mens in zijn spel situaties waarvoor hij in de samenleving wordt geplaatst. Goede voorbeelden van zulke spelen zijn poker, bridge, schaak en monopoly. VON NEUMANN heeft in 1928 een geslaagde poging gedaan dergelijke gezelschapsspelen mathematisch te analyseren en een theorie op te stellen, die – in 1946 met de econoom MORGENSTERN nader uitgewerkt – van groot nut is bij de analyse van gecompliceerde situaties, waarin twee of meer partners voor zichzelf het beste resultaat trachten te verkrijgen.

Dergelijke beslissingsadviesapparatuur kan leidinggevende personen assisteren bij het voorbereiden van belangrijke beslissingen. Men kan hierbij denken aan het beleid van directies van grote concerns, maar ook aan het bepalen van een politieke of militaire strategie of van een te volgen economisch beleid. Mits aan deze apparatuur de juiste richtlijnen worden gegeven, mogen we verwachten, dat het gebruik ervan zal leiden tot een grotere stabiliteit. Dit betekent meer rust en zekerheid in een bedrijf, in een staat, of in de gehele samenleving. Men dient hierbij echter wel te bedenken, dat het begrip stabiliteit op verschillende manieren kan worden gedefinieerd, en dat volledige stabiliteit, in de betekenis van volkomen rust, slechts optreedt in een uitgestorven maatschappij.

Het vinden van een betrekkelijk stabiel evenwicht in een stelsel, met of zonder tussenschakeling van de mens, hangt samen met een leerproces en dus ook met een zekere mate van willekeur in de volledige structuur van het beschouwde stelsel.

Men kan zich hierbij afvragen in hoeverre een niet geheel juiste werking of een verkeerd gebruik van informatieverwerkende apparatuur, als onderdeel van een teruggekoppeld stelsel, aanleiding kan geven tot onstabielheid in de samenleving. Zal het invoeren van steeds snellere en steeds betere apparatuur, die de mens kan assisteren bij zijn informatorische activiteiten, leiden tot een grotere kans op rampen? Zo dikwijls wordt de vraag gesteld of de mens niet zelf door het invoeren van nieuwe artefacten zich zal laten overheersen door deze apparatuur, die ter wille van het effect dan gaarne met de naam „robot” wordt aangeduid.

Laten we bedenken, dat de chemicus bij zijn arbeid attent moet zijn op explosieve reacties; de fysicus zal atoomreacties moeten kunnen beheersen; de werktuigkundige zal het remsysteem van een automobiel betrouwbaar moeten maken, maar de bestuurder zal hem op de juiste wijze moeten bedienen; bruggen, dijken, woningen en elektrische installaties moeten aan zodanige eisen voldoen, dat niet op een ongewenst moment energie in een ongewenste vorm vrijkomt. Welnu, de ingenieur die informatieverwerkende apparatuur ontwerpt, en degene die ze gaat gebruiken, dragen ieder voor zich verantwoordelijkheid voor een deugdelijke uitvoering en een juist gebruik van deze artefacten, opdat niet op een ongewenst moment informatie in een ongewenste vorm verschijnt. Op deze wijze zal de verdere perfectionering van informatieverwerkende apparatuur kunnen meewerken aan een betere leefbaarheid van de samenleving. En dan zal men, evenals professor Higgins in zijn verhouding tot Eliza, tot de conclusie komen, dat de overdracht van informatie kan bijdragen tot een wezenlijke vooruitgang.

Dames en Heren,

Ik heb getracht U te tonen hoe de theorie van de informatie en de communicatie een belangrijke rol kan spelen bij het ontwerpen van moderne communicatieapparatuur en informatieverwerkende systemen. Tegelijkertijd moge uit mijn betoog zijn gebleken, dat de informatietheorie daarnaast van nut kan zijn in de biologie, de economie, de politieke en sociale wetenschappen, kortom overal waar men in de samenleving wordt geconfronteerd met het begrip informatie.

Hierbij is steeds de informatie behandeld als een absolute grootheid, waarvan de waarde relatief is ten opzichte van de gebruiker. Misschien zal het in de toekomst mogelijk zijn aan de informatie een waardemaat toe te kennen, waardoor het filteren van informatie tot de mogelijkheden gaat behoren.

Vele vormen van informatieverwerking kunnen door de menselijke hersenen worden uitgevoerd. Enkele hiervan kunnen met apparatuur worden nagebootst, die elk voor zich gebruik maken van aanzienlijk meer ruimte en energie dan de mens hiervoor nodig heeft. Dit overpeinzend wordt de ingenieur gescheiden in zijn bewondering voor de prestaties van de natuur.

Zeer geachte Toehoorders,

Bij de aanvaarding van mijn ambt zij het mij vergund mijn eerbiedige dank te betuigen aan Hare Majesteit de Koningin, Wie het behaagd heeft mij te benoemen tot buitengewoon hoogleraar aan deze Technische Hogeschool.

Mijne Heren Curatoren dezer Technische Hogeschool,

Ik ben U zeer erkentelijk voor het vertrouwen, dat U in mij hebt gesteld door mij voor deze benoeming voor te dragen. Ik zal er naar streven het contact, dat U op deze wijze tussen onderwijs en research tot stand hebt gebracht, vruchtdragend te doen zijn.

Mijne Heren Hoogleraren,

Het is voor mij een grote onderscheiding in Uw midden te worden opgenomen. Het doceren van de theorie van de informatie en de communicatie past enerzijds geheel in de noodzakelijke specialisatie van het technisch onderwijs, anderzijds kan het de basis geven voor de studie in gedifferentieerde technische en zelfs niet-technische richtingen. Ik hoop, dat ik in vele contacten met U mijn kennis en inzicht mag verdiepen en dat ik mijnerzijds bijdragen zal kunnen leveren voor een vruchtbare samenwerking.

Mijne Heren Leden van de Afdeling der Elektrotechniek,

Ook na mijn studietijd heb ik nauwe banden mogen onderhouden met velen Uwer en met Uw Afdeling in het algemeen. Door te willen bevorderen, dat deze banden steviger worden aangehaald, hebt U een vertrouwen in mij getoond, dat ik op hoge prijs stel. Weest U overtuigd van mijn bereidheid tot samenwerking.

Hooggeleerde Bordewijk,

Dat ik met U als Voorzitter van de Afdeling der Elektrotechniek de contacten mocht vernieuwen, die ik in het verleden op verschillende wijze met U heb onderhouden, heeft mij bij-

zonder verheugd. Dat mijn nieuwe taak tevens aanleiding zal zijn tot nieuwe wetenschappelijke en persoonlijke contacten met U is voor mij van veel waarde.

Hooggeleerde Oberman,

Ik koester hooggespannen verwachtingen van de samenwerking met U; verwachtingen die nog zijn gesterkt door de contacten, die ik de afgelopen maanden met U mocht hebben, en waarin U mij steeds op de prettigst denkbare wijze steun en goede raad hebt gegeven.

Hooggeleerde van Nauta Lemke,

Ik stel mij veel voor van de mogelijkheden tot samenwerking, die de aanrakingspunten tussen informatietheorie en regeltechniek ons bieden.

Hooggeleerde von Weiler,

Met veel genoegen denk ik terug aan mijn afstudeerperiode onder Uw leiding. Dat aan onze bestaande contacten deze aan de Technische Hogeschool wordt toegevoegd, vervult mij met veel vreugde.

Hooggeleerde van Soest,

Dat U mij direct na mijn studie aan deze Technische Hogeschool hebt willen leiden in de praktijk, stemt mij tot grote dankbaarheid. Grote bewondering heb ik voor de gave die U door Uw brede wetenschappelijke belangstelling in zo grote mate bezit, verband te kunnen zien tussen vele takken van wetenschap. Het is hierdoor, maar ook door Uw grote aandacht voor Uw medemens, Uw liefde voor de natuur en Uw gevoel voor kunst, dat elke ontmoeting met U een verrijking van de geest betekent.

Dat ik ben geroepen na Uw functie op het Fysisch Laboratorium ook het werk voort te zetten, dat U op zo bijzondere wijze aan deze Technische Hogeschool hebt opgebouwd, doet mij beseffen hoe zwaar de taak is, die ik te vervullen krijg.

*Hooggeleerde Sizoo,
Leden van het Bestuur der Rijksverdedigingsorganisatie TNO,*

Gaarne veroorloof ik mij van deze plaats te getuigen van de grote waardering voor Uw beleid, waarbij het bevorderen van de wetenschap door U steeds als een groot belang wordt gezien, en dat er toe heeft geleid, dat U mij bij het combineren van mijn beide functies op zo positieve wijze hebt gesteund. Ik dank U hiervoor zeer.

Medewerkers van het Fysisch Laboratorium,

Reeds meer dan achttien jaren heb ik met U mogen samenwerken, heb ik mogen leren van Uw kennis van wetenschap en techniek. Dat ik tot deze onderwijstaak ben geroepen, berust daardoor mede op Uw activiteit en kennis. Ik spreek de hoop uit, dat deze taak ook voor het werk op ons laboratorium bevruchtend mag zijn.

Dat het in deze omgeving juist verbroken contact met U, hooggeleerde GRÖNEVELD, in de hogeschoolsfeer wordt hersteld, doet mij veel genoegen. Het kan niet anders dan nuttig zijn voor het vak, dat zo ons beider belangstelling heeft.

Dames en Heren Studenten,

Mij is opgedragen U de theorie van de informatie en de communicatie te doceren. Wij zullen daarbij voortdurend het verband met de techniek in onze beschouwingen moeten betrekken. De informatie en de communicatie dragen bij tot een nauwe relatie tussen de techniek en de mens. Het zal daarom nodig zijn tevens enige aandacht te besteden aan de fysiologische, sociologische en andere aspecten van de mens en zijn samenleving.

Wij weten, dat onze onmiddellijke taak zal zijn het overbrengen van informatie en het absorberen en verwerken van informatie. Laten we daarbij bedenken, dat dit tot doel heeft het bevorderen van de wetenschap en van een goede samenleving, gebaseerd op een groot wederzijds begrip. Met U te mogen samenwerken bij het streven hiernaar geeft mij de moed deze taak op mij te nemen.

Ik heb gezegd.