

LANDBOUW EN TECHNIEK, EEN HARMONISCH SAMENSPEL?

LANDBOUW EN TECHNIEK, EEN HARMONISCH SAMENSPEL?

Rede

*uitgesproken bij de aanvaarding
van het ambt van gewoon hoogleraar
in de landbouwwerktuigkunde en de
werktuigbouwkunde bij de vakgroep
Landbouwtechniek van de Landbouw-
hogeschool te Wageningen
op donderdag 28 april 1983
door prof. dr.ir. R. Wereldsma*

Mijnheer de Rector,

Dames en Heren leden van bestuurscolleges, raden en vakgroepen van
de Landbouwhogeschool,

Dames en Heren studenten,

voorts gij allen, die door uw aanwezigheid blijk geeft van uw belang-
stelling,

*"As land is improved by sowing it with various seeds, so is the
mind by exercising it with different studies."*

Melmoth.

Geachte toehoorders,

Een nauwkeurige bestudering van de omschrijving van de leerstoel "Landbouwwerktuigkunde en Werktuigbouwkunde"[1] leidt tot de conclusie, dat de toepassing van de werktuigbouwkunde in het landbouwbedrijf, die onmiskenbaar een belangrijke rol speelt bij de ontwikkeling van landbouwwerktuigen, slechts één aspect is van het vakgebied der landbouwtechniek.

Wanneer andere technische mogelijkheden, buiten die der werktuigbouwkunde, worden toegepast in het landbouwwerktuig, gedacht kan hierbij worden aan teruggekoppelde computerbesturingen en elektrische, elektronische en hydraulische aandrijftechnieken, ontstaan landbouwwerktuigen van een geavanceerde conceptie, die het woord "Landbouwtechniek", de naam van de vakgroep aan de Landbouwhogeschool die zich met dit vakgebied bezig houdt, inhoud geven.

Naast de werktuigen ten behoeve van de bedrijfsvoering zullen ook de werktuigbouwkunde en technische voorzieningen in de bedrijfsgebouwen onder de leerstoelomschrijving vallen.

Uitgaande van deze wat ruimere interpretatie van het vakgebied wil ik, samenhangend met de door de hogeschool uit te voeren activiteiten, enkele beschouwingen geven over onderwijs en onderzoek, ontwikkelingssamenwerking en internationale samenwerking.

Onderwijs en onderzoek.

Het onderwijs en het onderzoek zal verband houden met de leerstoelomschrijving: "Toepassing van de Techniek in de Landbouw." Naast het ontwerp en de dimensionering van het werktuig zelf zal het technisch hulpmiddel met zijn "landbouw"-omgeving verschillende belangrijke raakpunten hebben. In fig. 1 is aangegeven welke interactieve relaties van belang zijn. Het onderwijs en onderzoek kunnen nu als volgt worden gerubriceerd:

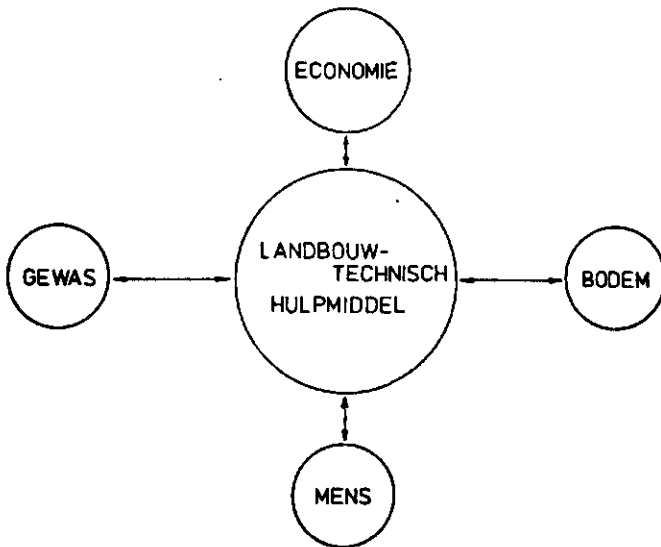


Fig. 1 Relaties tussen landbouw, omgeving en techniek.

I *Ten aanzien van de interacties:*

- a) De mechanische eigenschappen van gewassen:
 - . beschadigingsproblemen, toelaatbare mechanische belasting van produkten;
 - . krachten benodigd voor het snijden, transporteren en bewerken van gewassen.
- b) De mechanische eigenschappen van de bodem:
 - . toelaatbare bodemdrukken in verband met structuurbeschadiging;
 - . benodigde krachten ten behoeve van de grondbewerking.
- c) De toelaatbare lichamelijke en geestelijke belasting van de mens bij de bediening van het technisch hulpmiddel:
 - . aanwezig trillings- en geluidsniveau in verband met toelaatbaarheidscriteria;

- . bedieningseenvoud, lay-out van cabine en instrumenten.
- d) De financiële implicaties, de terugverdientijd en geldelijke verbetering van de bedrijfsvoering:
 - . verhoging van bedrijfsopbrengsten;
 - . verlaging van de loonkosten;
 - . verbetering van de produktkwaliteit.

II *Ten aanzien van de technische hulpmiddelen zelf:*

- De conceptie van de verschillende werktuigen en hun constructie;
- De sterkteberekening door middel van theoretische en toegepaste mechanica en de levensduurberekening;
- De al of niet automatische besturing van het beweringsproces van de werktuigen;
- De energievoorziening en de aandrijving.

De genoemde deelgebieden bestrijken de gehele technische problematiek van het ontwerp, de constructie en het bedrijf van het landbouwwerktuig, en zullen hieronder nader worden toegelicht.

Eén van de moeilijkste problemen is de analyse van de interactieve verschijnselen van "*tuig en omgeving*", zoals de krachten op het *vliegtuig* door de luchtturbulentie, de krachten op het *vaartuig* door zeegolven, de belasting op het *voertuig* door wegoneffenheden of de krachten op het *landbouwwerktuig* door de bewerking van het produkt (ploegen, snijden, knippen, kneuzen, etc.) en door bodemoneffenheden (bosspaden, bouwakkers, etc.).

Bij de eerste ontwikkelingen van landbouwwerktuigen kwamen deze interactieve verschijnselen niet direct aan de orde. Indirect werd men wel hiermee geconfronteerd door het defect raken van te licht geconstrueerde werktuigen. Door middel van "*trial and error*" kwam men dan tot de juiste dimensionering van het werktuig. Deze kennis, in de praktijk opgedaan, draagt ook nu nog veel bij tot het dimensioneren van het werktuig en zijn onderdelen. Jarenlange ervaring ligt ten grondslag aan deze praktijkkennis, die echter slechts toepasbaar is voor *die* typen werktuigen, waarbij *die* ervaring is opgedaan. Voor werktuigen van geheel nieuwe conceptie missen wij deze ervaring en zal het kostbare en

langdurige "trial and error" proces opnieuw moeten worden gehanteerd, tenzij een rationele, systeemtheoretische benadering van het ontwerp van het werktuig wordt gevolgd. De kennis van de mechanische eigenschappen en een kwantificering van de behandelingseigenschappen van biologische producten maakt deze rationele aanpak van het werktuig mogelijk. In het algemeen kan het overgangsgebied tussen natuur en technisch werktuig worden aangeduid als een interessant en uitdagend gebied van onderzoek.

Experimentele mogelijkheden stellen ons in staat metingen te verrichten aan de mechanische interactie in het overgangsgebied van werktuig en omgeving (het snijden en hakselen van het gewas, het ploegen van de bodem). Over het algemeen zullen de bij deze processen ontwikkelde krachten onregelmatig van aard zijn. Een systeembenadering en een spectrale analyse van deze onregelmatigheden kan inzicht verschaffen in de statistische parameters en de spectrale inhoud van het verschijnsel.

In dit opzicht bestaat veel overeenkomst tussen het landbouwwerktuig en het vaartuig, welks mechanicaproblemen tot mijn vroegere werkrein behoorden. Ook bij het vaartuig en het golvende water was in het verleden slechts een praktische en ambachtelijke aanpak van het mechanica- en sterkte-probleem mogelijk.

De spectrale behandeling en systeembenadering van het scheepsterkteprobleem sta ik ook voor bij de behandeling van de ontwerpproblemen van de landbouwwerktuigen. In vele opzichten is het interactieprobleem tussen schip en golvend water gelijk aan het interactieprobleem tussen landbouwwerktuig en golvend graan.

Ook de verschillende materialen in de loop der tijden toegepast voor de constructie van het vaartuig en het landbouwwerktuig zijn gelijk.

Namelijk aanvankelijk hout met later ijzeren beslag en nog later constructiestaal. De bij deze materialen behorende problemen liggen voor vaartuig en landbouwwerktuig ook gelijk. Met het toepassen van staal als constructiemateriaal, werd het nodig een sterkteberekening uit te voeren. De dynamische belasting van het werktuig geeft aanleiding tot vermoeidheids- en levensduurberekeningen, terwijl het toepassen van krachtwerktuigen een trillingsanalyse nodig maakt.

Samenhangend met de moderne ergonomische eisen, is de trillingsana-

lyse van de staalconstructie van het in bedrijf zijnde werktuig van groot belang voor de toetsing van de optredende trillingen aan toelaatbaarheidscriteria van de I.S.O. Het is alleen jammer dat deze internationale toetsingsnormen slechts in zeer bijzondere gevallen eenduidig en verantwoord kunnen worden toegepast, nl. wanneer het trillingsverschijnsel zuiver harmonisch is. Dit is vrijwel nooit het geval. Academisch gesproken, is het slechts mogelijk een harmonisch verschijnsel te *benaderen*.

De in werkelijkheid optredende trillingsverschijnselen zijn onregelmatig van karakter en vaak samengesteld uit verschijnselen, liggende in meerdere frequentiebanden. Indien de mens aan dit type trillingen wordt blootgesteld, zijn de bestaande toetsingsnormen niet toepasbaar en dient aanvullend onderzoek te worden uitgevoerd. Ik prijs mij gelukkig aan de Landbouwhogeschool twee vakgroepen te weten, die dit onderzoek kunnen uitvoeren, nl. de vakgroep Gezondheidsleer en de vakgroep Landbouwtechniek. Ik zou met kracht willen pleiten voor een voortvarende aanpak van dit onderzoek.

Ten aanzien van de technische hulpmiddelen zelf, de ontwikkeling en de dimensionering van onderdelen, zijn naast het interactieve krachten spel ook het interne krachten spel, de bewegingsleer, de kinematica en de mechanica van bewegende elementen, onderwerpen die de ontwerper en constructeur dient te beheersen. Het vakgebied der theoretische en toegepaste mechanica speelt een belangrijke rol bij het ontwerp en de constructie van werktuigen. Deze vakgebieden dienen dan ook een ruime plaats in het onderwijs te krijgen. Voor het verantwoord opleiden van landbouwwerktuigkundige ingenieurs is een solide onderbouw, bestaande uit een grondige kennis der mechanica, een noodzaak.

De hiervoor benodigde ruimte in de onderwijsbelasting dient dan ook met zorgvuldige overweging te worden vrijgemaakt. Het heeft weinig zin aan een vakgroep mede te delen, dat voor een bepaald vakkenpakket niet meer dan zoveel uren kunnen worden vrijgemaakt, en dan toch bepaalde eisen aan het niveau te stellen. Ik ben er voorstander van de niveaueisen als uitgangspunt te nemen. De benodigde uren voor het onderwijs zijn dan in principe bepaald, en in principe beïnvloedbaar door de kundigheid en efficiency van de leermeester en de leerling. Zij kunnen niet door een onderwijscommissie in samenhang met andere studie-

belastingen, middels een huishoudsommetje, worden berekend, maar dienen in onderling overleg voorzichtig te worden afgeschat en na enige ervaring te worden bijgesteld. Dit laatste is als essentiële terugkoppeling nodig voor een evenwichtige studie-indeling.

Vastgesteld kan worden, dat in de ontwikkelde landen de mechanisatie thans min of meer is voltooid en als verdere ontwikkeling der automatisering de computerbesturing en robotisering wordt overwogen en ingevoerd. De fundamenteën van deze ontwikkelingen liggen in het vakgebied der meet- en regeltechniek en informatica en voor studenten van de vakgroep Landbouwtechniek is kennis van deze vakgebieden een noodzaak. Ook signaalverwerking en spectraalanalyse, in nauwe relatie staand met de meet- en regeltechniek, spelen een belangrijke rol bij de moderne automatiseringsontwikkelingen.

In het algemeen gesproken steunen de genoemde vakken, te weten theoretische en toegepaste mechanica, fysica, meet- en regeltechniek, trillingsleer en spectraalanalyse op een wiskundige behandeling en uit de vakgroepen Wiskunde en Natuur- en weerkunde zullen belangrijke onderwijselementen moeten worden toegeleverd. Een goede samenwerking van deze vakgroepen onderling en met Landbouwtechniek maakt het misschien mogelijk een onderwijspakket samen te stellen en na enige ervaring een *onderwijstijd* hiervoor vast te stellen, die met overtuigende redenen geweld doet aan de "verworven rechten" van onderwijsvragenden op het gebied van de "γ-wetenschappen". Want het is duidelijk dat het bedrijfsleven in de ontwikkelde landen medewerkers vraagt, die technische kennis bezitten, waarmee geavanceerde producten kunnen worden ontwikkeld. Zijn wij hiertoe niet in staat dan zullen, alle maatschappelijke relevantie ten spijt, de welvaart en het welzijn steeds verder afkalven.

Een goed degelijk stuk technisch wetenschappelijk onderwijs, waarbij op democratische wijze een "elite" wordt opgeleid, is wat nodig is.

Het is dan ook verheugend dat de Hogeschoolraad recent uitgesproken heeft, dat het onderwijs van de fundamentele, niet tijdsveranderlijke wetenschappen de voorkeur geniet.

Naast deze gezichtspunten van de inhoudelijke kant van het onderwijs, wil ik nog een enkel woord wijden aan de middelen ten behoeve van het onderwijs.

Projectonderwijs, geprogrammeerde instructie, talenpracticum, audio visuele hulpmiddelen, film, responsiecolleges, demonstraties, college-dictaten etc. zijn hulpmiddelen naast het schoolbord en het krijt, die worden aangedragen om het onderwijs te vervolmaken. Nevens de docent en de student bevinden zich studiebegeleiders, studie-adviseurs, studentendekaan en studiepsycholoog voor de optimalisatie van de overdrachtstechniek. Ter verdere vervolmaking is aan de Landbouwhogeschool een door 11 personen bezet bureau, dat zich bezighoudt met onderzoek en onderwijs, onderwijsontwikkeling en onderwijsresearch (vaak afgekort met oh, oh). Men heeft niets nagelaten om de studie zo goed mogelijk te doen verlopen. Een paar zaken zijn nog niet aan de orde geweest, die m.i. ook belangrijk zijn, en wel:

- Motivatie, wilskracht en zelfdiscipline van de student;
- Intelligentie van de student;
- Mogelijkheid om ongestoord te studeren;
- Didactische kwaliteiten van de docent;
- Overdrachtstechniek van de docent met betrekking tot begrippen en inzicht.

Ik meen dat een duidelijk, begrijpelijk, goed opgebouwd betoog met krijt en bord van een goede docent, met aandacht aangehoord door goede, intelligente, gemotiveerde studenten met papier en potlood de *enige substantiële ingrediënten zijn voor goed en renderend onderwijs*. Ik ben van mening dat voor een verbetering van het onderwijsrendement, en voor de noodzakelijke bezuinigingen, de laatstgenoemde zaken op zijn minst mede overwogen moeten worden bij de door de overheid te nemen maatregelen.

Tot zover iets over het onderzoek en onderwijs van de vakgroep.

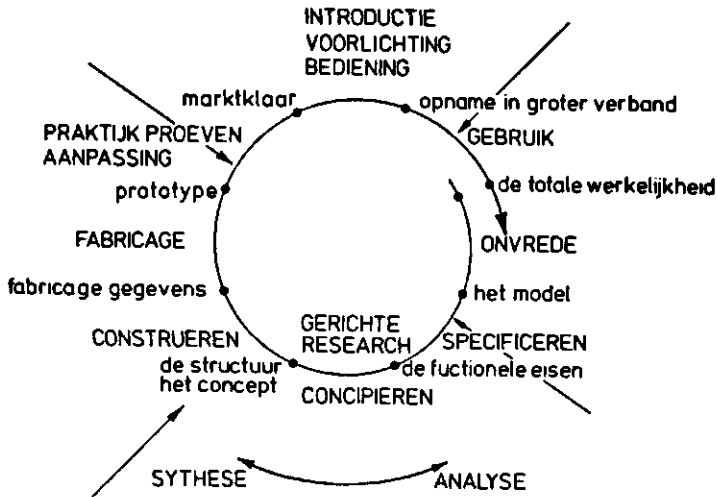


Fig. 2 Ontwikkelingsspiraal van Heijning. [2]

Technische ontwikkelingen

Wanneer wij een analyse van toekomstige technische ontwikkelingen in de landbouwtechniek moeten maken, wil ik eerst met u nagaan hoe dit in het verleden geschiedde. Daartoe wil ik mij bedienen van het model van Heijning [2], de zgn. ontwikkelingsspiraal, en hierop wat variëren. (Zie fig. 2.) Zoals uit de figuur blijkt, is een onbevredigende situatie in de praktijk oorzaak van het begin van een ontwikkelingsgang van een technisch hulpmiddel. De realisatie van het nieuwe gereedschap was slechts dan mogelijk, wanneer de daarvoor noodzakelijke infrastruc-

tuur aanwezig was, en noodzakelijke nevenontwikkelingen reeds hadden plaatsgevonden. Zo werden aanvankelijk houten gereedschappen vervaardigd. Hout was een in de natuur voorkomend materiaal. Later werden staal en andere metalen en thans ook plastic verwerkt, steeds dan wanneer de materialen voorhanden waren tegen aanvaardbare kosten, en vanuit andere disciplines waren ontwikkeld.

Door nu in figuur 2 een tijdas loodrecht op het vlak van de tekening te denken, kan een model worden getekend van een continu technologisch ontwikkelingsproces. Dit model bestaat uit een schroeflijn (Zie fig. 3).

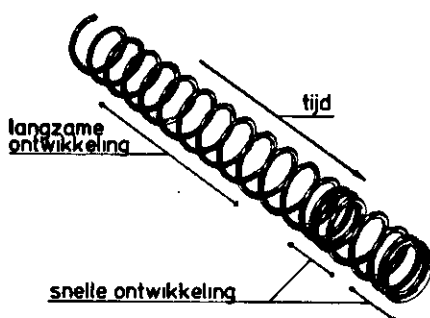


Fig. 3 Ontwikkelingsschroeflijn

Elke gang van deze schroef is één ontwikkelingsronde. De spoed van de schroeflijn bepaalt de snelheid waarmee de ontwikkelingen plaatsvinden en elkaar opvolgen. Een ontwikkelingsgang zal slechts plaatsvinden, wanneer de omgeving dit mogelijk maakt, vanuit ontwikkelingen uit nevengebieden. De toepassing van de elektrische besturing werd pas mogelijk, nadat vanuit de elektrotechniek de noodzakelijke ontwikkelingen waren afgerond. Slechts dan kan men gebruik maken van de ontwikkelde kennis van dit nevengebied voor het ontwerp, het onderhoud en de reparatie van de nieuwe werktuigen en gereedschappen. (Bij de behandeling van de ontwikkelingshulp kom ik hierop terug.)

De ontwikkelingsschroeflijn heeft een veranderlijke spoed, die afhankelijk is van politieke, economische en technologische mondiale en regionale condities. De indruk bestaat dat de ontwikkelingen elkaar thans sneller opvolgen dan vroeger. De toeneming van de bevolking en de in-

tensivering van het onderwijs kunnen redenen zijn dat meer mensen aan speurwerk en ontwikkeling deelnemen, waardoor de ontwikkelings-schroeflijn sneller wordt omlopen.

Voor een stabiele technologische ontwikkeling is het noodzakelijk dat de infrastructurele randvoorwaarden, b.v. de ontwikkelingen in neven-gebieden, gelijke tred houden, terwijl wederzijdse beïnvloeding de be-trokken ontwikkelingen zullen versnellen.

Vormen van mechanisatie kunnen als een voorbeeld dienen voor deze positieve wederzijdse beïnvloeding. Het voorhanden zijn van de tech-nische middelen (kennis en materiaal) maakte het mogelijk landbouw-processen te mechaniseren.

De mechanisatie hiervan bracht de ondernemer betere bedrijfsresulta-ten, waardoor de technische apparatuur betaalbaar werd. De meervou-dige toepassing van de mechanisatie leidde tot fabricage van zeer grote series, waardoor de kostprijs omlaag ging en de bedrijfsrendementen opnieuw verbeterden.

Een vergelijkbare ontwikkeling vindt thans plaats met de computer. Het toepassen van de computer in de bedrijfsvoering en de computer-besturing van gereedschappen zijn hiervan voorbeelden.

Het geschetste voorbeeld geeft een vermelde ontwikkeling aan in *gun-stige* zin. Met een vergelijkbare redenering kan een ontwikkeling worden bedacht in *ongunstige* zin, waarbij de cyclus zeer traag wordt doorlo-pen. Met de huidige bezuinigingsmaatregelen ten gevolge van de eco-nomische recessie, is deze ongunstige ontwikkeling al in gang gezet.

Goed inzicht en begrip worden vaak verkregen aan de hand van door modellen verkregen inzichten (een zgn. analogon). Onwillekeurig dient zich zo'n model aan van deze ontwikkelingscycli. Dit model is aange-geven in fig. 4 en vindt men terug in diverse "vermaakcentra". Wanneer de snelheid, waarmee de schroeflijn wordt doorlopen, te veel afneemt, dan zijn de gevolgen catastrofaal. Zo ook voor de ontwikkeling van technische projecten. Wanneer de cyclus wordt stopgezet, zal het betreffende vakgebied achterblijven met alle gevolgen van dien.

Een andere activiteit van de vakgroep is te rubriceren onder "*Werk in ontwikkelingslanden*". In dit verband wil ik hierbij direct enige gedach-

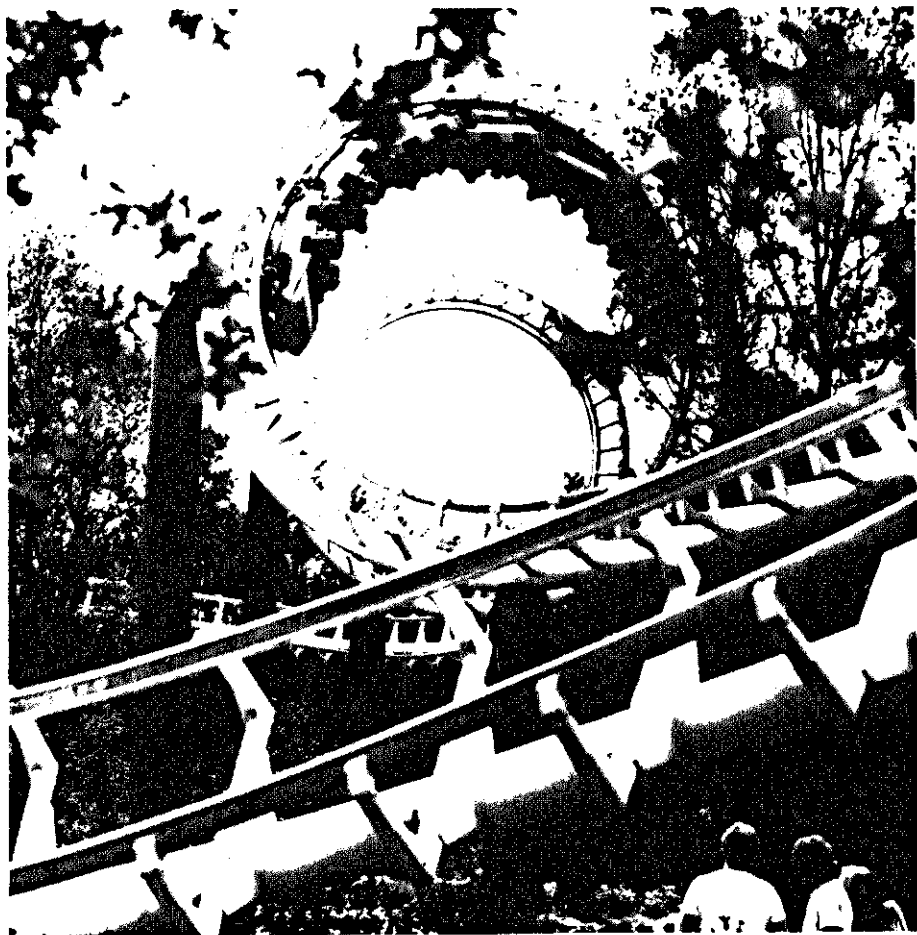


Fig. 4 "Alternatieve" ontwikkelingsschroeflijn.

ten betrekken over "Aangepaste Technologie", de "Ontwikkelingschroef" en de "Kloof tussen arm en rijk".

Hoe help je een ontwikkelingsland met de verbetering van de economie en de technologie, de voedselproductie, etc.? Vergeleken met onze ontwikkeling kan worden geconcludeerd, dat het antwoord moet luiden: door een versnelde doorloop van ontwikkelingsschroeflijnen.

Voor een geheel veld van ontwikkelingen van een samenleving zullen vele ontwikkelingsschroeflijnen, die interactief met elkaar verbonden zijn, herkenbaar zijn. Bijvoorbeeld:

- de lijn voor materiaalontwikkeling (hout, steen, metalen, kunststoffen, bijzondere materialen);
- de lijn voor computerontwikkeling (relaismachines, buizenmachines, halfgeleiders, geïntegreerde schakelingen, etc.);
- de lijn voor mechanisatie (houten werktuigen, stalen werktuigen, krachtwerktuigen, automatisering, robotisering).

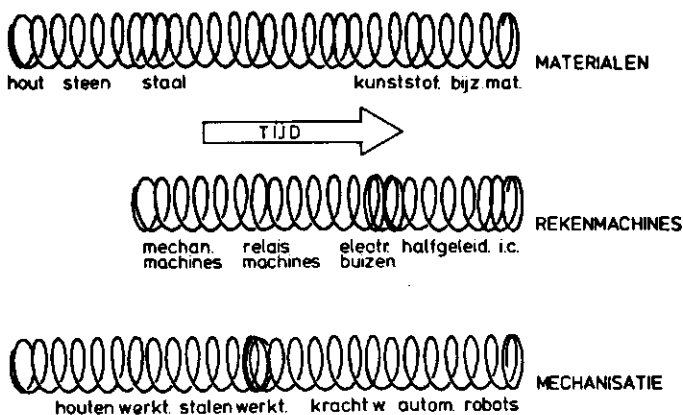


Fig. 5 Parallel lopende ontwikkelingen.

Uit de figuur blijkt dat de verschillende ontwikkelingen nauw met elkaar samenhangen, of anders gezegd, dat de kennis en know-how voor een bepaalde ontwikkeling een infrastructurele voedingsbodem vinden in nevenontwikkelingen. De ene ontwikkeling is het gevolg van de andere ontwikkeling. Deze samenhang kan gesymboliseerd worden door een verwevenheid van schroeflijnen, waardoor een soort "beddenmatras" ontstaat (Fig. 6).

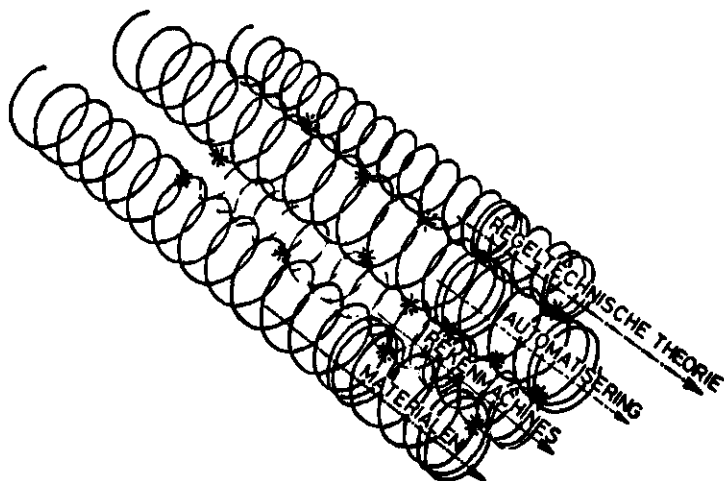


Fig. 6 Verwevenheid der ontwikkelingsschroeflijnen.

Deze verwevenheid is essentieel voor het succesvol blijven functioneren van geavanceerde technologische processen en apparatuur. Defecten kunnen door de direct aanwezige kennis, communicatie, materialen en onderdelen worden verholpen.

Goede hulp aan een ontwikkelingsland bestaat m.i. dan ook uit:

- a) scholing van de bevolking;
- b) het over een "breed front" versnellen van de ontwikkelingsschroeflijnen (dus niet slechts één schroeflijn);
- c) het inzetten van eerste klas materiaal; (Het is beledigend voor een volk zich geconfronteerd te zien met "afdankertjes".)
- d) "reciproke" aangepaste technologie.

Deze hulp kan dan worden gerealiseerd door ontwikkeling van de voor dit ontwikkelingsplan benodigde infrastructuur, te weten:

Onderwijs en kennisoverdracht, ontwikkeling van lokale, kleinschalige industrieën, wegennet, communicatie (telefoon, telex), import van materialen en halffabrikaten, dit alles op het ontwikkelingsniveau van het land van dat ogenblik.

In dit verband zijn de cursussen, die door de vakgroep zijn gegeven en gegeven gaan worden, alhier maar ook in de regio, van groot belang. Het met goede bedoelingen en veel geld aandragen van geavanceerde technische apparatuur, die niet goed onderhouden en gerepareerd kan worden door het land zelf, lijkt zinloos.

Hoewel over het begrip "aangepaste technologie" nog wel het een en ander gezegd kan worden, wil ik voor dit betoog onder *aangepaste technologie* verstaan: een zodanige technologie, dat met de in het land voorhanden materialen en middelen technische voorzieningen kunnen worden vervaardigd en onderhouden.

Indien wij deze uitgangspunten voor ons eigen land zouden hanteren, zou onze ontwikkeling sterk zijn achtergebleven. De industriële ontwikkelingen van ons land passen niet in de methodiek die wij voorstaan om arme landen te helpen! Immers de in ons land van nature voorhanden materialen beperken zich, zonder volledig te willen zijn, tot ongelooft eikenhout, bakstenen en agrarische produkten, waarmede men de industrialisatie niet kan realiseren. Deze genoemde industriële ontwikkelingen zijn echter mogelijk geworden door onze handelsrelaties en import- en exportactiviteiten. Wij voeren grondstoffen, halffabrikaten en geavanceerde produkten in ten behoeve van onze ontwikkeling en betalen dit met produkten van eigen bodem. Dit is wat ik wil noemen "reciproke aangepaste technologie".

Onze ontwikkelingshulp dient dan ook afgestemd te zijn op deze mogelijkheden. Bijvoorbeeld realisatie van een ontwikkelingsplan voor een arm gebleven land, b.v. mechanisatie en industrialisatie door middel van ingevoerde materialen en betaald door export van produkten van eigen bodem.

Tenslotte nog een vergelijking tussen een ontwikkeld land en een ontwikkelingsland, en wel als functie van de tijd, de zogenaamde explosieve groei van een ontwikkeling, die zich grafisch laat voorstellen door een e-macht.

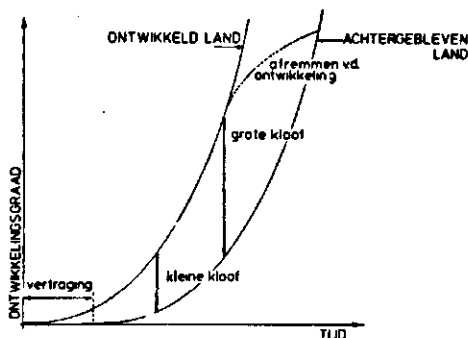


Fig. 7 Exponentieel groeiende ontwikkelingsgraad van een ontwikkeld land en een ontwikkelingsland

In fig. 7 is te zien op welke wijze de ontwikkeling plaatsvindt van een ontwikkeld land en een achtergebleven land. Het verschil tussen beide landen dat, ondanks de ontwikkelingshulp, steeds groter wordt, is hieruit af te lezen. Het is onterecht om dit verschijnsel in negatieve zin toe te schrijven aan ontwikkelingsplannenmakers. Het bevestigt de stelling dat ontwikkelingen zich moeilijk laten versnellen (structuur van mens, samenleving en land laat dit blijkbaar niet toe). De enige manier om de "kloof" te dichten is de eigen ontwikkeling te vertragen of stop te zetten, dat evenmin, om dezelfde redenen, gemakkelijk is. (Zie stip-pellijn in de figuur.)

Energie onderzoek

Terugkerend naar de ontwikkelingen in eigen land, maak ik thans graag van de gelegenheid gebruik enkele aspecten van de energieproblematiek van het agrarische bedrijf nader met u te bespreken.

Het energieprobleem kent vele facetten als onderzoeksonderwerpen, die van belang zijn voor de optimalisatie van de oplossingen. Trefwoorden van de belangrijkste facetten wil ik u in willekeurige volgorde geven.

- grootschalig - kleinschalig;
- financieel rendement;
 (OPEC-prijs, subsidieregelingen, politiek en beleid)
- fossiele energie, warmte-kracht koppeling;
- niet fossiele energie, wind, zon, biogas, warmtepomp;
- energetisch rendement (kunstmest, krachtvoer);
- milieu en vervuiling;
- bezuinigingen op fossiel energieverbruik, isolatie.

Vele activiteiten op het gebied van onderzoek en ontwikkeling op energiegebied zijn het resultaat van een mengeling van beoogde effecten.

Het grootschalige "Plan Lievense" wint milieuvriendelijke windenergie en verzorgt, politiek gezien, een stuk werkgelegenheid. Ook grote meer-voudige windturbines op geschikte lokaties voor de opwekking van elektriciteit vallen onder de grootschalige systemen. De niet-fossiele aard van de om te zetten energievorm heeft meestal minder ongunstige milieu-effecten tot gevolg. Interessant zou het zijn van deze installaties te weten, welk gedeelte van de levensduur van de installatie nodig is om de energie terug te winnen, die nodig is geweest om de installatie te vervaardigen (energetisch rendement). [3]

Experimenten met biogasinstallaties, zonnecollectoren en warmtepompen zijn veelal kleinschalig. Warmte-kracht koppeling is grootschalig en is eigenlijk een vorm van energiebesparing.

De financiële haalbaarheid van de genoemde installaties is sterk afhankelijk van onzekere politieke ontwikkelingen en subsidieregelingen. Dit is de oorzaak er van dat de technisch wetenschappelijke ontwikkelingen

wat twijfelachtig zijn. Dit wordt tevens bevorderd door de vele implicaties die kunnen voortvloeien uit realisatie van mogelijke systemen. Te denken valt hierbij aan de aantasting van milieu en natuur.

Zeker is evenwel dat met het huidige energieverbruik van de Westerse wereld en de gewenste ontwikkelingen in arme landen (ontwikkelingen met een groter energieverbruik), het *verbruik* van de fossiele energiebronnen sneller gaat dan de natuurlijke aanmaak door "moeder aarde".

Hoewel wij vooralsnog geen energietekort behoeven te vrezen, zal met de huidige ontwikkelingen en ongewijzigd beleid dit tekort gewis ontstaan. Reeds in 1972 werden door D.L. Meadows voorspellingen gedaan in het rapport "The Limits to Growth". Thans wordt gezegd, dat deze voorspellingen te pessimistisch waren. Maar naar aanleiding van het rapport hebben technische ontwikkelingen en politieke maatregelen correcties aangebracht in het mondiale beleid. Steeds zullen door terugkoppelingen de voorspelde effecten vertekend worden tot natuurlijke exponentiële veranderingen. Daarom is het beter te spreken van een toenemende energieschaarste, waarbij door technische en economische maatregelen als terugkoppeling de energieschaarste steeds langzamer zal toenemen. Prijsverhogingen van fossiele energiedragers zijn daar een voorteken van. Het winnen van moeilijker toegankelijke fossiele energiedragers, het ontwikkelen van niet-fossiele omzetters, het bezuinigen op energieverbruik zijn eveneens symptomen van de bestaande en komende veranderingen. Daarom is onderzoek naar de toepassing van energie, gewonnen uit niet-fossiele energiedragers, een zinvolle zaak voor de lange termijn ontwikkelingen en is het verheugend dat de vakgroep Landbouwtechniek recent, in samenwerking met de vakgroep Natuur- en weerkunde, in haar activiteiten een onderzoeksprogramma heeft opgenomen op het gebied van de niet-fossiele energievoorziening van het agrarisch bedrijf. Ook hier zal een energetische rendementsbeschouwing aangeven, dat de energiestroom middels kunstmest en krachtvoer vele malen groter is dan die middels de elektriciteitskabel en het gasnet, en het is de vraag of het zinvol is de relatief zeer geringe energie-instroom via elektriciteitskabel en gaspijp te verminderen middels de winning van niet-fossiele energie. Landelijk en

mondiaal is de gewonnen hoeveelheid niet-fossiele energie vergeleken met de fossiele energie-consumptie verwaarloosbaar. Om deze verwaarloosbaarheid op te heffen dienen gigantische installaties te worden gebouwd ("windmolenparken") en men is geneigd het enkele op zichzelf staande windmolentje meewarig te bagatelliseren. Het is echter in eerste instantie de financiële balans, die het agrarisch bedrijf een basis geeft, en bezuinigingen op energie-verbruik helpen mee deze basis te verbreden. Derhalve is de toepassing van niet-fossiele energieconvertoren op kleine schaal in economisch verband gezien *wel zinvol*. Het is in eerste instantie de technische apparatuur van het agrarische bedrijf die kritisch moet worden bekeken op energieverbruik. Het energieverbruik van deze apparatuur is het duidelijkst zichtbaar.

Bij de energiebesparing van deze technische hulpmiddelen wordt gedacht aan kleinschalige toepassing van meerdere typen niet-fossiele energieomzetters, gecombineerd met een energie-zuinige en aangepaste bedrijfsvoering.

Het op elk moment beschikbaar zijn van een groot energetisch vermogen, is een voorwaarde die in een ontwikkeld land een vanzelfsprekendheid is geworden. Het gestand doen van deze voorwaarde maakt het noodzakelijk het door de natuur grillig aangeboden vermogen op te slaan in een reservoir, ten einde daar uit te putten op momenten van een gering aanbod. Deze energie-opslag vormt één van de problemen bij de benutting van niet-fossiele energie en de eis van de beschikbaarheid van een groot vermogen dient opnieuw te worden gezien. Hoe kleiner de opslagcapaciteit kan zijn, hoe groter de financiële haalbaarheid van het niet-fossiele energie systeem wordt.

Een bijzondere omstandigheid bij het agrarische bedrijf is de veelzijdigheid van het energie-aanbod, met name van die energiedragers die eenvoudig kunnen worden opgeslagen, te weten, biogas, hout(gas) en energiegewassen. Vandaar dat het beoogde onderzoekprogramma voor wat betreft de energievoorziening een "eilandbedrijf" als doelstelling heeft.

Ten einde de capaciteit van het energiereservoir te bepalen, zal een analyse moeten worden gemaakt van verschillende variabelen, die de energieproblematiek beheersen. De grillig aangeboden energievormen zijn wind en zon. De derde macht van de windsnelheid is een maat voor het aangeboden windvermogen per vierkante meter turbine-oppervlak.

Ten behoeve van de veiligheid van het turbinebedrijf zal bij zeer hoge windsnelheden de turbine worden gestopt, d.w.z. de derde macht van de aangeboden windsnelheid zal worden begrensd.

Deze begrensde grootheid is variabel met de tijd en is samengesteld uit een gemiddelde waarde en een variabel gedeelte, voorgesteld door

$$\bar{V}_w + \hat{V}_w(t)$$

Voor de zonne-energie geldt eveneens een gemiddeld en een variabel vermogensaanbod, voorgesteld door

$$\bar{V}_z + \hat{V}_z(t)$$

De vermogensafname, benodigd voor de bedrijfsvoering, kan worden voorgesteld door $\bar{A} + \hat{A}(t)$. Met dit uitgangspunt wordt de voorwaarde om op elk moment een nauwelijks begrensd groot vermogen ter beschikking te hebben verlaten. Er is van te voren, met enige ingebouwde reserve, een behoeft patroon vastgesteld voor de bedrijfsvoering. In dit patroon zullen de dagelijkse variaties en ook de seizoensvariaties afleesbaar zijn. Ook zal de bedrijfsvoering binnen grenzen kunnen worden aangepast aan de verwachtingen van aanbod van wind- en zonne-energie, die energievormen die niet kunnen worden opgeslagen, om zodoende zo veel mogelijk profijt te hebben van het natuurlijk aanbod. De correlatie tussen energie-aanbod en -gebruik dient te worden geoptimaliseerd.

Voor een windturbine met specifieke capaciteit C_w en zonnecollectoren met specifieke capaciteit C_z is de hoeveelheid grillig aangeboden vermogen:

$$C_w \{ \bar{V}_w + \hat{V}_w(t) \} + C_z \{ \bar{V}_z + \hat{V}_z(t) \}$$

Het gemiddelde tekort $\bar{B}$ van het aangeboden vermogen bedraagt dan:

$$\bar{B} = \bar{A} - C_w \bar{V}_w - C_z \bar{V}_z$$

Dit tekort is een maat voor het vermogen van de biogas- en/of houtgas-installatie. Indien deze installatie tekort schiet, blijft dit bedrijf afhankelijk van fossiele energiedragers.

De ogenblikswaarde van het verschil tussen vraag en aanbod bedraagt $\tilde{B}(t)$ en er geldt:

$$\tilde{B}(t) = \tilde{A}(t) - \{ C_w \tilde{V}_w(t) + C_z \tilde{V}_z(t) \}$$

$\tilde{B}_t$ is het tijdsafhankelijke vermogenstekort dat ontstaat tijdens de bedrijfsvoering. De tijdsintegraal van deze functie, eveneens een onregelmatig veranderende grootheid, bepaald de ogenblikkelijk benodigde buffercapaciteit.

De spreiding van deze laatstgenoemde functie is in samenhang met een kleine aanvaardbare kans van bufferuitputting een maat voor de nominale capaciteit van de energie-opslag en hoe kleiner deze spreiding is des te gunstiger is dit voor de opslagcapaciteit.

De grootte van de spreiding wordt beïnvloed door de aard van de variabelen $\tilde{A}(t)$, $\tilde{V}_w(t)$ en $\tilde{V}_z(t)$ en hun onderlinge correlatie. Uit de spectraalanalyse volgt dat het kwadraat van de spreiding gelijk is aan de som van de autocorrelaties van de drie variabelen, vermeerderd met de dubbele kruiscorrelatie van $\tilde{V}_w(t)$ en $\tilde{V}_z(t)$ en verminderd met de dubbele kruiscorrelatie van $\tilde{A}(t)$ en $\tilde{V}_w(t)$ en van $\tilde{A}(t)$ en $\tilde{V}_z(t)$. Wij kunnen nu zien welke effecten gunstig of ongunstig zijn voor de energie-opslag.

Wanneer sterke correlaties bestaan tussen de afname $\tilde{A}(t)$ en het aanbod $\tilde{V}_w$ en $\tilde{V}_z$, waarnaar gestreefd wordt door een aangepaste bedrijfsvoering, zal het buffer kleiner worden. Met andere woorden, wanneer veel wind- en zonne-energie wordt aangeboden, is het verstandig ook veel energie af te nemen voor de bedrijfsvoering. De bedrijfsvoering dient dan middels een weersvoorspelling en een computer automatisch te worden geoptimaliseerd naar dit criterium.

De kruiscorrelatie tussen wind en zon ($\tilde{V}_w$ en $\tilde{V}_z$) is negatief, zodat vergroting van het buffer door deze kruiscorrelatie feitelijk een negatieve vergroting is, dus een verkleining. Toepassing van zonne-energie verkleint de benodigde opslagcapaciteit.

Over het algemeen wordt zonne-energie te duur bevonden, in verge-

lijking met de gebruikelijke fossiele energievoorziening. In samenwerking met andere niet-fossiele energiebronnen wordt de benodigde opslagcapaciteit echter kleiner en daarmee de prijs van de niet-fossiele energie lager. Het is dan ook de vraag of voor het geïntegreerde systeem de zonne-energie door dit neveneffect ook nog te duur is. De quantificering van het systeem van meervoudige computer gestuurde, niet fossiele energieconversie en energieafname in combinatie met een optimale bedrijfsvoering opent een breed veld van onderzoeken.

Alhoewel door de kleinschaligheid van het onderzoek het resultaat slechts een beperkt effect zal hebben, kan, met de door dit onderzoek verkregen inzichten, het agrarisch bedrijf - ook bij toenemende energieschaarste - langer renderend worden gehouden.

Dames en Heren,

de vakgroep houdt zich bezig met onderzoek en onderwijs. Naast het klassikale onderwijs in de wetenschap en techniek, is ook de gehele Hogeschoolgemeenschap en zijn eveneens haar activiteiten van invloed op ontwikkeling van de persoonsstructuur van de studenten. De generaties studenten, die thans onze Hogeschool bevolken, hebben ervaring met de rijkdom van ons land en zijn daaraan gewend. Ik acht het een taak van de vakgroep en haar leden de studenten erop te wijzen, dat dit een zeer bevoorrechte uitzonderingspositie is, en ik wil er met klem voor pleiten de studenten in de gelegenheid te stellen vergelijkingen te maken met condities in andere landen, om zodoende hun gezichtsveld te verbreden. Deze taakstelling van de vakgroep is onder te brengen onder de internationale contacten van de vakgroep en wel contacten met:

- West-Europa en Amerika,
- Oost-Europa en Rusland,
- Ontwikkelingslanden.

In het kader van de ontwikkelingshulp van de rijke landen aan de arme landen zijn vanuit de vakgroep intensieve contacten met ontwikke-

lingslanden in Afrika en Azië. Deze contacten worden sterk gestimuleerd door het feit dat de mechanisatie van de landbouw het voedseltekort mede helpt verminderen, juist een onderzoekgebied van onze vakgroep.

Daarnaast worden jaarlijks excursies georganiseerd door West- en soms door Oost-Europa. Gaarne wil ik er voor pleiten om in het kader van hun studie ook voor kleinere studentenaantallen een wat langduriger verblijf in West- of Oost-Europa te organiseren, waarbij daadwerkelijk aan het dagelijks leven in het betreffende land wordt deelgenomen.

Ook een actieve rol van vakgroepleden in bestaande internationale organisaties, zoals het CIGR, zal het onderwijs en onderzoek van de vakgroep in goede zin beïnvloeden. Het is nuttig te weten wat de ontwikkelingen in andere landen zijn, het kan richtinggevend en stimulerend zijn voor eigen onderzoek, dat dan meteen gepresenteerd kan worden op nationale en internationale congressen.

Zeer gewaardeerde toehoorders,

De titel van mijn rede hield een vraag in. Namelijk of het samengaan van landbouw en techniek harmonisch kan zijn. Het antwoord op deze vraag is tweeledig.

Het samengaan van landbouw en techniek vindt plaats in het interactieve gebied tussen natuur en machine, en deze interactie is technisch gesproken *niet* harmonisch, integendeel, de interactie is onregelmatig, grillig en moeilijk voorspelbaar, zoals moge blijken uit de noodzaak spectrale berekeningen van deze verschijnselen uit te voeren.

Menselijk gesproken, kan worden gesteld dat de toepassing van de techniek in het agrarisch bedrijf, mede door de "humanisering" van de arbeid en de "animalisering" van de dieractiviteiten, "harmonieus" kan zijn, en dus *wel* een harmonisch samenspel is.

Geachte aanwezigen,

Aan het einde van mijn voordracht gekomen, wil ik bij deze officiële ambtsaanvaarding mijn eerbiedige dank betuigen aan H.M. de Koningin voor mijn benoeming tot gewoon hoogleraar aan de Landbouwhogeschool.

Voorts dank ik allen die in commissies, raden en colleges hebben meegewerkt aan de totstandkoming van mijn benoeming. Het in mij gestelde vertrouwen hoop ik te kunnen bevestigen.

Dames en Heren leden van de vakgroep Landbouwtechniek,

De hartelijkheid, waarmee u mij in uw vakgroep hebt opgenomen, heeft een solide basis gelegd voor een optimale samenwerking. De toepassing van de werktuigbouwkunde in het agrarisch bedrijf is een uitdaging, die ik, mij met uw hulp en advies gesteund wetend, met twee handen aanpak.

Dames en Heren leden van de afdeling Maritieme Techniek van de Technische Hogeschool te Delft,

Gedurende ca. 12 jaar heb ik met u samengewerkt in onderzoek en onderwijs, in het bijzonder op het vakgebied der sterkte en trillingen van schepen.

Het aforisme van Melmoth, als motto bij deze intreerede, geeft aan dat de *verandering* van de toepassing der werktuigbouwkunde voor mij een belangrijk argument bij mijn besluitvorming is geweest.

Het belang van het vakgebied der trillingen voor het onderwijs en de maritieme industrie wil ik hier gaarne nogmaals benadrukken, en met klem wil ik pleiten voor een adequate invulling van de door mijn vertrek ontstane vacature.

Dames en Heren studenten,

Reeds uit het voorgaande betoog hebt u kunnen bemerken, dat het vakgebied der werktuigbouwkunde, en in het bijzonder de toepassing der werktuigbouwkunde in het agrarisch bedrijf, opgebouwd is uit vele uitdagende elementen. Zoals vaak het geval is, is ook hier de toegang tot deze uitdagingen slechts mogelijk door middel van een fundamentele voorbereiding op het gebied van de wiskunde en de theoretische en toegepaste mechanica. Ik vertrouw erop dat u, middels zelfdiscipline, deze voorbereidende fase met succes kunt afronden.

Tenslotte hoop ik u allen te kunnen overtuigen, dat een diepte investering in kennis, gepaard gaande met voldoende doorzettingsvermogen en strijd lust, de enige wapens zijn tegen de onzekerheid van de toekomst. Laat u niet verleiden uw pakket samen te stellen uit gemakkelijke en oppervlakkige studies. Gebruik uw intelligentie in de juiste richting, het is de enige garantie voor de beste kansen op een plaats in het bedrijfsleven.

Ik dank u voor uw aandacht.

Referenties

- [1] Rapport van de "Structuurcommissie Landbouwtechniek", Landbouwhogeschool, Wageningen, juni 1980.
- [2] Heijning, ir. J.J.: "Mechanisatie van de landbouw in ontwikkeling", De Ingenieur, No 7, 1980.
- [3] Kemna, R.B.J.: "Energiebewust ontwerpen". TH Delft Tussenafd. Industrieel Ontwerpen, 1981.