

Om U te dienen

**Het landbouwtechnisch onderzoek
in Nederland in zijn ontwikkeling**



IMAG

Mansholtlaan 10-12, Wageningen, tel. 08370-19119

Dit boek wordt opgedragen aan

FIEPKO COOLMAN
en
ANTHONIE DUINKER

omdat ze in leidinggevende functies het landbouwtechnisch onderzoek in Nederland hebben gediend gedurende twee decennia van grote en fascinerende veranderingen in wetenschap en praktijk.

de medewerkers van het IMAG

Verantwoording

Waarom is dit boek geschreven?

Dit jaar neemt het IMAG van twee directieleden afscheid: Ir. Coolman en Ir. Duinker. De periode, waarover zij actief leiding hebben gegeven aan het onderzoek op het terrein van de landbouwtechniek, is een tijd geweest die gekenmerkt wordt door grote veranderingen. Veranderingen in de maatschappij, de bedrijfsgrootte, de bedrijfsstructuur en de bedrijfsvoering in de land- en tuinbouw en tenslotte in de onderzoekaankpak.

Deze veranderingen hebben het onderzoek op het terrein van de landbouwtechniek mede richting gegeven, terwijl er ook van een invloed van het onderzoek op de ontwikkelingen sprake is.

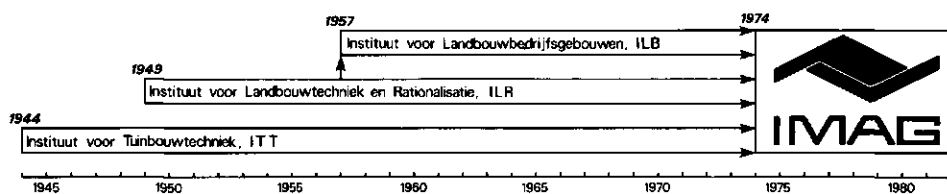
De directiewisseling lijkt een goede gelegenheid hieraan uitgebreid aandacht te schenken. Daarbij zal enerzijds worden omgezien naar het verleden van de laatste twee decennia, waarin onze scheidende directieleden een belangrijke rol hebben gespeeld in leidinggevende functies, anderzijds zal de blik worden gericht op de toekomst, waarin nieuwe aandachtsgebieden zich zullen aandienen: nieuwe taken waarop het IMAG zal moeten inspelen.

Het boek is een blijk van respect aan de scheidende directieleden die, ieder op zijn eigen wijze, elkaar in karakter, kennis en bekwaamheid aanvullend, duidelijk richting en stuur hebben gegeven aan dit onderzoek.

Het boek is ook een soort zelfportret van het onderzoek in de landbouwtechniek: „Wat doen wij en wat lijkt van belang voor de toekomst?” Zo wordt een duidelijke herkenbaarheid en verantwoording naar buiten nagestreefd!

Het boek, dat door velen is geschreven en door alle huidige en oud-IMAG-medewerkers wordt gedragen, is mede mogelijk gemaakt door een financiële bijdrage van het Landbouwschap.

De redactiecommissie



Het ontstaan van het IMAG.



Levensloop Ir. Fiepko Coolman

Geboren: 22 mei 1918 te 't Zandt (Gr.).

Opleiding: Rijks Hogere Burgerschool te Appingedam.
Landbouwhogeschool te Wageningen, richting Akker- en Weidebouw,
diploma in 1942.

Militaire dienst: 1939/1940.

Functies:

- 1942-1943 Tijdelijk leraar Rijkslandbouwwinterschool te Groningen.
- 1942-1947 Beheer over de ouderlijke boerderij te 't Zandt.
- 1947-1953 Landbouwvoorlichter Shell Nederland BV te 's Gravenhage.
- 1 jan. 1953 Indiensttreding bij het Instituut voor Landbouwtechniek en Rationalisatie (ILR).

- 1953-1957 ILR, onderzoeker mechanisatie en rationalisatie van kleine bedrijven.
 1957-1959 ILR, hoofd van de afdeling Economie en Statistiek.
 1959-1961 ILR, adjunct-directeur en hoofd van de Hoofdafdeling Werktuigen.
 1961-1964 ILR, adjunct-directeur en hoofd van de Hoofdafdeling Arbeid.
 1964-1974 ILR, directeur. In de periode 1971-1974 tevens waarnemend directeur van het Proefstation voor de Akkerbouw en vervolgens van het Instituut voor Tuinbouwtechniek (ITT) en het Instituut voor Landbouwbedrijfsgebouwen (ILB), vooruitlopend op de fusie van ILR, ITT en ILB tot IMAG.
 1974-1982 Instituut voor Mechanisatie, Arbeid en Gebouwen, directeur.

Nevenfuncties:

- 1965-1974 President van de 3e sectie van de Commission Internationale du Génie Rural (C.I.G.R.).
 1974-1979 President van de C.I.G.R.

Onderscheidingen:

- 1974 Officier in de Orde van Oranje Nassau.
 „Pour la Mérite Agricole“, onderscheiding van de Franse overheid.
 1979 Eremedaille van de Max Eyth Gesellschaft.
 „John Deere Gold Medal“, uitgereikt door de American Society of Agricultural Engineers.
 1980 Officier in de Kroonorde van België.
 1981 Lid van l'Académie d'Agriculture de France.

Een keuze uit zijn publikaties

Gecombineerd trekkeergebruik. Een onderzoek naar de rationaliteit van een tweetal trekkercombinaties op het noordelijke zeeleigebied. (in samenwerking met Meer, W.C. van der)
 Landbouwmechanisatie, 2 (1951) 11 (november) 331-343.

Technische gegevens wieltrekkers.

Technical data on tractors.

Wageningen, Instituut voor Landbouwtechniek en Rationalisatie, april 1955. Publikatie nr. 28. 192 blz.

Rationele besteding van de arbeid in de landbouw.

Efficient management of farm work.

Landbouwkundig Tijdschrift, 68 (1956) 1 (januari) 184-194.

De Borgia stoppelknollenplukker.

Landbouwmechanisatie, 7 (1956) 12 (december) 585.

Intensiteit van de graslandexploitatie en de arbeidsbehoefte in de loop van de hooitijd.

Landbouwmechanisatie, 8 (1957) 7 (juli) 320-325.

De plaats van het paard op de Nederlandse landbouwbedrijven.

Ons Trekpaard, (1958) 186 (juni) 6-7.

Het arbeidsoverschot op gezinsbedrijven.

Labor supply on family farms.

Landbouwmechanisatie, 9 (1958) 8 (augustus) 382-393.

Gecombineerd gebruik van werktuigen op gezinsbedrijven.

Combined use of equipment on family holdings.

Wageningen, Instituut voor Landbouwtechniek en Rationalisatie, 1958. Gestencilde Mededeling nr. 1, 27 blz.

De betekenis van het Trekker Service Reglement voor de boer tot op heden en in de toekomst.
Landbouwmechanisatie, 10 (1959) 11 (november) 665-671.

Transport en bedrijfsorganisatie op het akkerbouwbedrijf.
Transportation and farm organization on the arable farm.
Landbouwvoorlichting, 17 (1960) 3 (maart) 110-115.

Mechanisatie en bodemstructuur.
Mechanization and soil structure.
Landbouwmechanisatie, 11 (1960) 9 (september) 597, 599, 601, 603, 605.

(in samenwerking met Willems, H.)
Mechanization and the small farm.
In: Mechanization in Agriculture, edited by Dr. J.I. Meij, Amsterdam, North-Holland Publishing Company, 1960. 256-298.

(in samenwerking met o.a. Corstiaensen, W.P.M.)
De mechanisatie en rationalisatie van het kleinere gemengde landbouwbedrijf.
The mechanization and farm work simplification on smallholdings.
Wageningen, Instituut voor Landbouwtechniek en Rationalisatie, oktober 1961. Publikatie nr. 60, 168 blz.

De kosten van de mechanisatie van de Nederlandse landbouw in de periode 1950-1970.
The costs of mechanization of the Netherlands agriculture in the period 1950-1970.
Landbouwkundig Tijdschrift, 17 (1962) 5 (maart) 180-186.

The use of farm reference data in the Netherlands agriculture.
Work Study and Industrial Engineering, 6 (1962) 9 (september).

(in samenwerking met Poel, J.M.G. van der)
Van gareel tot aftakas.
From harness to tractor hitch.
Wageningen, Instituut voor Landbouwtechniek en Rationalisatie, mei 1964. Publikatie nr. 78. 117 blz.

Entwicklungen beim Arbeitsaufwand im Zuckerrübenbau in den Niederlanden.
Max Planck Institut für Landarbeit und Landtechnik, Bad Kreuznach. Internationale Arbeitstagung „Landarbeit“, 23-25 november 1965. 121-137.

Wat zijn de gevolgen van de technische vooruitgang voor de akker- en weidebouw?
What will be the results of technological improvements in the field and meadow culture?
Landbouwvoorlichting, 25 (1968) 12 (december) 482-484.

Prognose 1980.
Prognosis 1980 for agricultural machinery.
Landbouwmechanisatie, 22 (1971) 12 (december) 1159-1160.

Werkorganisatie in de relatie tot de capaciteit in de graanoogst.
Work organization in the relation to the capacity in grain harvesting.
Het Ingenieursblad, 41 (1972) 11/12. 328-332.

Labour science, its role and scope in agriculture-development of farmsize and labour efficiency in the Netherlands 1950-1973.
Agricultural Administration, 1 (1974) 4 (oktober) 301-307.

Het onderzoek rondom de ligboxenstal.
Inclusive investigations involving loose housing.
Bedrijfsontwikkeling, 6 (1975) 12 (december) 981-982.

Machine capacities, field sizes and rentability on dutch arable land soils.
Symposium of the Technical Sections I and III of the CIGR, Córdoba, Spain, 18-24 April 1977.
Volume IV. Theme 1.3.8. 11 blz.

Landbouwmechanisatie in Nederland tussen nu en 1990 – uitgangspunten voor de mechanisatie.
Agricultural mechanization in the Netherlands between now and 1990.
Landbouwmechanisatie, 28 (1977) 11 (november) 1197-1201.

(in samenwerking met Vries, R.L. de)

Some facts about the Dutch agriculture and its mechanization. Wageningen, Institute of Agricultural Engineering, 1977. 16 blz.

Review livestock projects, Tanzania, 3 March 1979-31 March 1979.

Wageningen, Internationaal Agrarisch Centrum, 1979.

Energie en akkerbouw.

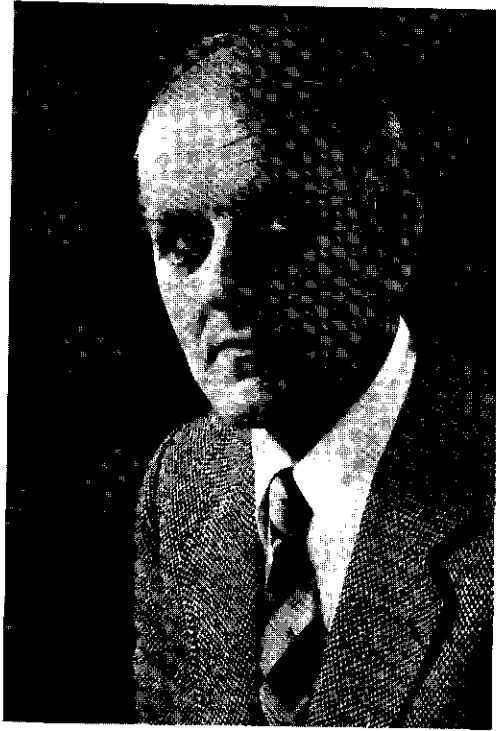
Bedrijfsontwikkeling, maart 1980.

Probleemstudie inzake automatisering bij productie en beheer in de landbouw.

Wageningen, IMAG, 1981.

Eenvoudige mechanisatie bij de rijstogst op Noord-Celebes.

Landbouwmecanisatie, 32 (1981) 7 (juli) 703-705.



Levensloop Ir. Anthonie Duinker

Geboren: 23 april 1922 te Alphen a/d Rijn.

Opleiding: Hogere Burgerschool te Alphen a/d Rijn.
Landbouwhogeschool te Wageningen, richting Akker- en Weidebouw,
diploma in 1948.

Functies:

- 1948-1951 Groninger Maatschappij voor Landbouw, adjunct-secretaris.
1 april '51 Indiensttreding bij het Instituut voor Landbouwtechniek en Rationalisatie (ILR).
1951-1961 ILR-secretaris Combinatie Groningen voor Rationele Bedrijfsvoering (CGRB).

1961-1964 ILR: adjunct-directeur, hoofd van de Hoofdafdeling Werktuigen.
1964-1974 ILR: adjunct-directeur.
1974-1982 Instituut voor Mechanisatie, Arbeid en Gebouwen, plaatsvervangend directeur en wetenschappelijk leider.

Een keuze uit zijn publikaties

De handel in landbouwwerktuigen.
Groninger Landbouwblad, 10 maart 1959.

Intern transport.
Verslag Landbouwkundig Onderzoek Noord-Groningen 1960.

Mechanisatie slootreinigen.
Groninger Landbouwblad, 8 januari 1960.

Roterende verkruiemelwerktuigen voor aftakasaandrijving.
Landbode, 14 november 1957.

Machinaal laden van suikerbieten uit zwaden en hopen en het transport in het veld.
Wageningen, ILR, 1959. Gestencilde Mededelingen nr. 4, 19 blz.

De aardappellooftrekker in 1960.
Landbouwcourant Veenkoloniën, 5 augustus 1960.

Ventilator met dieselaandrijving.
Groninger Landbouwblad, 9 september 1960.

Tasdrogen en tasventilatie van graanschoven.
Groninger Landbouwblad, 17 februari 1961.

Het dorsen in het licht van nieuwe ontwikkelingen in de graanoogst.
Groninger Landbouwblad, 8 september 1961.

(in samenwerking met Maring, J.)
Perspectieven voor de toepassing van aardgas op het landbouwbedrijf.
Landbouwmechanisatie, 15 (1964) 9 (september) 921-923.

Perspectieven voor de toepassing van de elektronika ten dienste van de melkveehouderij.
Bedrijfsontwikkeling, januari 1966.

(in samenwerking met Rossing, W.)
Automatische toediening van gedoseerde hoeveelheden krachtvoer aan koeien in de melkstal.
L & O, nr. 4, 1973.

25 jaar weidebouwmechanisatie.
Landbouwmechanisatie, 26 (1975) 1 (januari) 27-33.

Opzienbarende ontwikkelingen in stallenbouw niet weer te verwachten.
Boerderij, 15 oktober 1977.

Middengroepenbeleid richten op modernisering.
Boer en Tuinder, 20 oktober 1977.

Landbouwmechanisatie tot 1990: Consequenties voor de rundveehouderij.
Landbouwmechanisatie, 28 (1977) 11 (november) 1211-1216.

Inhoud

Opdracht	3
Verantwoording	5
Levensloop Ir. Fiepko Coolman	7
Levensloop Ir. Anthonie Duinker	11
Het leefmilieu	15
Inleiding	15
Milieuproblematiek in de veehouderij	17
Natuurterreinen	23
Openbaar groen	27
De werkomstandigheden	30
Inleiding	30
Veiligheid	31
Lawaai en trillingen	33
Werkhouding en fysieke belasting	37
Mentale belasting	39
Het produktiemilieu van de plant	42
Inleiding	42
Grond als produktiefactor	44
Kunstmatige groeimedia	48
Milieubescherming	51
De produktie in de tuinbouw	55
Inleiding	55
Kas, kasklimaat en energiebesparing	57
Organisatie en beheer	60
De glastuinbouw	63
De fruitteelt	66
De bloembollenteelt	67
De champignonenteelt	68
De produktie in de akkerbouw en vollegrondsgroenteteelt	71
Inleiding	71
Tractie	74
Zaaien, poten en planten	77
Oogsten	80
Organisatie en beheer	83

De produktie in de veehouderij	87
Inleiding	87
Huisvesting van rundvee	91
Machinaal melken	96
Oogst, opslag en verstrekken van ruwvoer	98
Organisatie en beheer	101
Intensieve veehouderij	104
Energie	107
De landbouw in de derde wereld	111
Inleiding	111
Activiteiten	113
De toekomst	117
De ontwikkelingen in het onderzoeken	118
Inleiding	118
Systemen en modellen	119
Waarnemen, schatten en berekenen	122
Begroten, simuleren en optimaliseren	126
Meten en regelen	129
Ontwerpen en ontwikkelen	134
Het technisch onderzoek en de samenleving	139
De machine, resultaat van menselijk denken en kunnen	139
De machine, vijand van de mens?	140
De machine, helper van de mens?	142
De machine . . . om U te dienen	144
Literatuur	147

Het leefmilieu

Inleiding

De ontwikkelingen in de landbouwtechniek hebben na 1950 tezamen met de economische groei in geheel West-Europa de modernisering op de landbouwbedrijven mogelijk gemaakt (1). Deze modernisering heeft geleid tot een ruime toepassing van capaciteitsvergrotenende technieken met als gevolg, in voornamelijk de zandgebieden, een sterke groei in produktie-omvang van de bedrijven met varkens, pluimvee en vleeskalveren. Zo is het aantal varkens, slachtkuikens en vleeskalveren in de periode '60-'80 gestegen met respectievelijk 117%, 758% en 646%.

De in de intensieve veehouderij toegenomen produktie-omvang als geheel en per bedrijf heeft een aantal ongunstige effecten met zich meegebracht, zoals de milieuproblematiek, die zich uitte in de regionale mestoverschotten en de klachten over stankhinder. Tevens kan worden gesteld dat maatschappelijke veranderingen de belangstelling voor milieu, natuur en landschap hebben doen toenemen. Deze voor de landbouw externe effecten (2) zijn, mede door de activiteiten van de natuur- en milieubescherming, in belangrijkheid toegenomen. Belangrijke groepen in de bevolking ervaren het moderniseringsproces in de landbouw en mede daardoor het verlies aan diversiteit van planten- en diersoorten en de veranderingen in het cultuurlandschap door andere perceelsvormen en bedrijfsgebouwen als negatief (3). Deze maatschappelijke veranderingen hebben het landbouwtechnisch onderzoek binnen het IMAG de laatste tien jaar in belangrijke mate beïnvloed.

De milieuproblematiek van de bedrijven met varkens, pluimvee en vleeskalveren heeft reeds in 1964 – met het oog op het tegengaan van verontreiniging van oppervlaktewater – geresulteerd in onderzoek naar de biologische afbraak van mest en gier.

Bij het optreden van stankoverlast, veroorzaakt door veebedrijven, heeft het Koninklijk Besluit van 22 februari 1967 een essentiële rol gespeeld. Hierin is namelijk vastgesteld dat, bij aanwezigheid van een mestopslag, de veebedrijven onder de Hinderwet vallen. Gestart aan het eind van de jaren '60 heeft het landbouwtechnisch onderzoek zich in de zeventiger jaren intensief beziggehouden met de milieuproblematiek in de veehouderij. Een breed scala van onderzoekprojecten met als onderwerpen o.a. de methoden van mestverwerking en opslag, de stankbestrijdingstechnieken bij ventilatielucht en bij de mestbehandeling, alsmede het vaststellen van de geuremissie kunnen hierbij worden genoemd.

Geïnitieerd vanuit het landbouwtechnisch onderzoek zijn samen met de beleidsorganen (o.a. DLO, NRLO-TNO *) krachtige impulsen gegeven tot de instelling van een

*) DLO = Directie Landbouwkundig Onderzoek
NRLO = Nationale Raad Landbouwkundig Onderzoek
TNO = Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek

stuurgroep voor het mest- gier- en stankonderzoek, die later is uitgebouwd tot de Coördinatiecommissie „Megista-TNO”.

Door de toekenning van een hoge prioriteit aan het milieu-onderzoek binnen het landbouwkundig onderzoek en het instellen van het Fonds Hinderpreventie Veeteeltbedrijven door het bedrijfsleven, heeft het landbouwtechnisch milieu-onderzoek een relatieve uitbreiding ondergaan.

Naast de zorg voor het milieu is in het IMAG-onderzoek aandacht besteed aan het onderhoud van de zogenaamde niet tot de landbouwproductie behorende gronden, zoals wegbermen en stedelijk groen. Het gebruik van doelgerichte werktuigen voor het maaien van wegbermen heeft, tezamen met een verlaging van de maaifrequentie, reeds een duidelijk herstel van de flora laten zien (4).

Het mechanisch onderhoud van een ander landschapselement nl. de watergangen kan tevens een bijdrage leveren aan een ecologisch verantwoord beheer. Bij het beheer van natuurterreinen is – voor het behoud van natuurwetenschappelijke waarden – de inzet van die werktuigen gewenst, die zo weinig mogelijk schade toebrengen aan bijv. drassige hooilanden en rietterreinen.

Een ander aspect van de schaalvergroting in de veehouderij is de verschijningsvorm van de bedrijfsgebouwen die het aanzien van het landschap gewijzigd heeft. Stedelingen kunnen soms moeilijk accepteren dat op het platteland een dynamische ontwikkeling heeft plaatsgevonden (5), die mede geresulteerd heeft in een meer uniforme landbouwarchitectuur, waarbij de invloed van het bedrijfstype de meest essentiële is (6). In het gebouwenonderzoek van het IMAG is gewerkt aan de ontwikkeling en toepas-



Toepassing van nieuwe gebouwentwerpen kan goede resultaten opleveren bij de inpassing in het landschap.

sing van moderne bouwmaterialen en nieuwe constructiewijzen om de inpassing van moderne landbouwbedrijfsgebouwen te verbeteren. Een nieuwe bouwmethode — het spantloos bouwen — is ontwikkeld en toegepast. Met verschillende materialen, nl. als prototype de stal van golfkarton, daarna een constructie van Zweeds masonite en een stalen stal, is deze bouwwijze tot ontwikkeling gebracht. Naast spantloze stallen voor rundvee, varkens en schapen zijn aardappelbewaarplaatsen volgens deze bouwmethode tot stand gekomen. De variabele kapafmeting en dakhelling van spantloze bouwsystemen bieden mogelijkheden om de inpassing in het landschap te verbeteren.

Milieuproblematiek in de veehouderij

Aan het eind van de jaren '60 is in de praktijk de urgente problematiek rond de toepassing van de Hinderwet naar voren gekomen. Klachten over stankhinder afkomstig van de bedrijven met varkens, pluimvee en vleeskalveren, zijn nogal eens aanleiding geweest tot zogenaamde hinderwetprocedures.

Beperking van de hoeveelheid stank, door het nemen van bepaalde maatregelen op de veebedrijven, is in het begin van de zeventiger jaren actueel geworden. Mede omdat het onderzoek naar de stankbestrijding een nauwe relatie heeft met de wijze van huisvesten, is dit onderzoek toen ondergebracht in het gebouwenonderzoek. Het ontwikkelen van direct in de praktijk toepasbare technieken ter beperking van de geuremissie is in die jaren zo urgent geweest, dat onderzoek naar de stankveroorzakende processen en het objectief vaststellen van de stankhoeveelheid pas enkele jaren later op gang is gekomen. De vrij algemene toepassing van het mengmestsysteem in de veehouderijgebouwen — aantrekkelijk uit een oogpunt van arbeidsbehoefte en jaarlijkse kosten — is mede de belangrijkste oorzaak van de stankemissie (7). De opslag, de behandeling en de afzet van de mestoverschotten op de niet aan grond gebonden bedrijven met intensieve veehouderij zijn eveneens belangrijke aandachtspunten in het landbouwtechnische milieu-onderzoek geweest. De doelstelling is op een contactbijeenkomst van onderzoekers over mest-, gier- en stankproblemen als volgt geformuleerd: „Het onderzoek met betrekking tot het brengen van mest in een aantrekkelijker en/of gemakkelijker te transporteren vorm en het zoeken naar nieuwe toepassingsmogelijkheden”.

Mestopslag en mestbehandeling

De grote vlucht die de **opslag** van mengmest onder de gebouwen heeft genomen, heeft de opslag van mengmest buiten de stallen naar het tweede plan verdrongen. Mengmest heeft op de melkvee- en mestvarkensbedrijven belangrijke voordelen. In 1976 zijn de verschillen tussen mengmest en vaste mest per melkkoe en per afgeleverd mestvarken berekend op resp. f 58,— en f 12,— in het voordeel van het mengmestsysteem. In het onderzoek is aandacht besteed aan het mengen van de mest in silo's en onder roostervloeren op melkveebedrijven. Verschillende roermethoden, zoals het mixen over de rand van een hoge silo, drijvende roerders en een pomp met een verstelbare spuitkop, zijn op hun bruikbaarheid beproefd. Tevens is een groepsbeproeving naar de werking van de mixers onder roostervloeren in ligboxenstallen uitgevoerd.

Bij het onderzoek naar mestopslagmethoden bij melkvee is gebleken, dat opslag van mengmest buiten de stal vanaf een omvang van ca. 150 melkkoeien lagere kosten met zich meebrengt dan opslag onder de roosters.

Op de bedrijven met intensieve veehouderij is de mestopslagcapaciteit belangrijker geworden in verband met de afzetproblematiek. Een opslagperiode van zes tot negen maanden vormt hierbij geen uitzondering. In de voorwaarden van de hinderwetvergunning voor deze bedrijven is meestal aangegeven dat een gesloten opslag voor de mengmest vereist is. In dit kader kan de ontwikkeling worden vermeld van een gesloten mestopslag van treviradoek met een capaciteit van ca. 350 m³, die geschikt is voor de mestsoorten met een laag drogestofgehalte.

Bij het transport van mengmest naar akkerbouwbedrijven is een doelmatige organisatie vereist om de kosten aanvaardbaar te houden. Efficiënte toepassing van wegtransport met grote vrachten en hoge rijsnelheid maken een tussenopslag op de mestontvangende bedrijven noodzakelijk. De ontwikkeling van een grondput bekleed met kunststoffolie heeft duidelijk voorzien in deze behoefte. Optimalisering van de capaciteit van de tussenopslag en de afstand tot de percelen waarover de mengmest wordt uitgereden, kan tot verlaging van de kosten leiden.

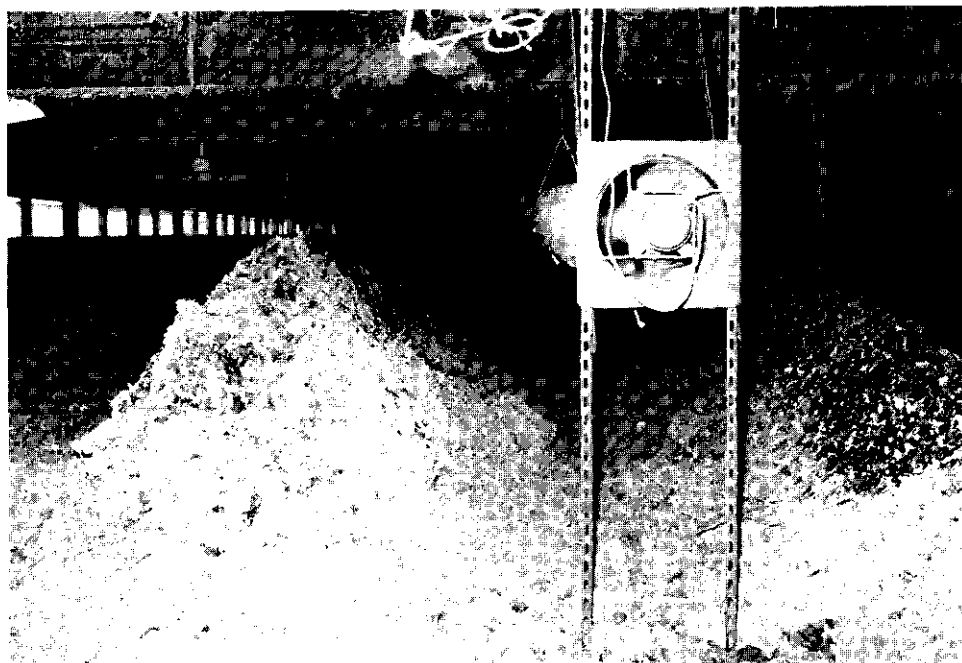
Het onderzoek naar de methoden van mestbehandeling heeft zich o.a. gericht op het **scheiden** van mest in een vast en een vloeibaar gedeelte. De meest eenvoudige scheidingsmethode is het gebruik maken van een bezinkingssilo, die voor een redelijk resultaat wel een behoorlijke hoogte dient te hebben. Het resultaat is naast de hoogte eveneens afhankelijk van de mestsoort en de lengte van de opslagperiode.

De resultaten van de scheidingsmachines, zoals o.a. trilzeef, decanteercentrifuge, zeefbandpers, filtermolen en vijzelscheider met zeef en drukrollen, hebben bij toepassing onder bedrijfsomstandigheden veel variatie laten zien. De volumereductie blijft evenwel veelal beneden de 20% terwijl het verwijderingspercentage van de droge stof kan variëren van 5 – ca. 60%, (8), afhankelijk van scheidingsmachine, drogestofgehalte, mestsoort en het meer of minder homogeen zijn van de mengmest. Het zijn slechts enkele scheidingsmachines die onder praktijkomstandigheden redelijk voldoen aan de eisen van bedrijfszekerheid, lage onderhoudskosten, goed scheidingsresultaat, behoorlijke capaciteit en aanvaardbare investeringen.

Van belang is daarom het onderzoek dat zich concentreert op het scheiden van de faeces en de urine direct na de produktie door de dieren met behulp van een onder de roosters aangebrachte filtermat. De scheidingsresultaten komen overeen met de resultaten van apparatuur in combinatie met vlokkingsmiddelen. De afscheiding van de droge stof belooft 83-90%. Toevoeging van stro in het hok – gunstig ook uit een oogpunt van het welzijn van de dieren – is echter nodig om de vaste mest stapelbaar te maken.

Oriënterend onderzoek naar de **compostering** van varkensmengmest met gehakseld stro heeft betrekkelijk weinig vocht- en drogestofverlies opgeleverd. Ontwikkeling van composteringsapparatuur heeft – in een voorstudie – nogal hoge investeringen laten zien.

Leghennenmest heeft een zodanig begin-drogestofgehalte dat dit produkt zich met behulp van ventilatielucht goed laat **drogen**. Voor het drogen in verschillende gebouwtypen zijn methoden ontwikkeld en beproefd, die geresulteerd hebben in een



Kippemest kan door ventilatie met hoklucht als droog produkt worden afgezet.

brede toepassing op praktijkbedrijven. Naast een volume- en gewichtsreductie van de mest vindt een belangrijke stankreductie plaats.

Voor het verwijderen van droge leghennenmest uit de stal is de zogenaamde sleepmattenmethode ontwikkeld. Door dit onderzoek is een deelbijdrage geleverd aan de mestoverschottenproblematiek. Tegenover de genoemde positieve punten staan als nadelen de elektriciteitskosten voor de luchtverplaatsing over de mest en de mede door het composteringsproces vrijkomende ammoniak.

In het begin van de zeventiger jaren is reeds intensief gezocht naar technologische oplossingen voor de **mestoverschotten**. Sindsdien is dit probleem door de explosieve uitbreiding van het aantal varkens nog meer urgent geworden.

Stimulering van de zijde van de overheid heeft de afzet van mengmest naar akkerbouwbedrijven via de mestbanken aanzienlijk bevorderd. De totale hoeveelheid via de mestbanken afgezette mengmest is evenwel in vergelijking met de omvang van de overschotten in de concentratiegebieden nogal beperkt.

Naast deze afzet van mengmest zijn andere verwerkingsmogelijkheden noodzakelijk. De technologische oplossingen voor de verwerking van mest zoals o.a. het drogen van mest, verbranden van mest, al of niet tezamen met stedelijk afval, lozing in zee en natte oxydatie hebben naast vele onopgeloste vraagpunten ook hoge kosten laten zien.

De resultaten van de biologische afbraak van een zeer dunne mestsoort als de kalvergier op individuele bedrijven waren zodanig, dat de kwaliteit van het op het oppervlak-

tewater te lozen effluent nogal wisselend was. In een concentratiegebied met veel vleeskalveren is centrale voorzuivering dan ook een oplossing gebleken voor de afzet van dit uit bemestingsoogpunt laagwaardige produkt. De bouw van een centrale installatie te Elspeet door de Mestbank Gelderland in samenwerking met de Rijks Agrarische Afvalwaterdienst (RAAD) en het IMAG met een verwerkingscapaciteit voor de gier van ca. 6000 vleeskalveren is een belangrijke ontwikkeling geweest. De toepasbaarheid van deze methode is hiermede duidelijk aangetoond. Het vervolg hiervan krijgt gestalte in de combinatie van aërobe zuivering van kalvergier en de productie van de daarvoor benodigde energie uit mengmest van varkens en rundvee.

Een studie naar de mogelijkheden van centrale verwerking van varkensmengmest heeft aangetoond dat transport naar akkerbouwbedrijven over een afstand van 150 km goedkoper is dan centrale verwerking in het overschotgebied. De verwerkingsmethoden kunnen o.a. zijn de mechanische scheiding met aërobe zuivering of de verschillende varianten van anaërobe behandeling.

Gezien de strenge eisen die door de waterbeheerders worden gesteld, is veelal nabehandeling van het effluent van zuiveringsinstallaties noodzakelijk. Elektrochemische defosfatering van gezuiverde kalvergier biedt, door de vervuiling van de elektroden en de hoge kosten hiervoor, geen perspectief. De toepassing van omgekeerde osmose bij de nazuivering van het aëroob gezuiverde filtraat van varkensmengmest wordt in samenwerking met MT-TNO (Maatschappelijke Technologie) onderzocht.

Beperking geuremissie

Bij de stankbestrijding is veelal onderscheid gemaakt tussen de stank van de af te voeren ventilatielucht en de stank tijdens de opslag en het uitrijden van de mengmest.

Door de dunne mest te beluchten kan deze vrijwel reukloos worden gemaakt.

Gestart is in het onderzoek met het beluchten van de mest onder de roosters. De ervaringen in Nederland hiermee zijn, door de technische storingen en de schuimvorming, negatief. Later is deze techniek met name in Amerika (9) en meer incidenteel in West-Duitsland (10) toegepast.

In ons land heeft het onderzoek zich met name gericht op het beluchten van de mengmest in een buiten de stal gelegen bassin. De mengmest kan hieruit, zonder overlast te veroorzaken, worden uitgereden of zoals bij kalvergier worden verregend. Het nadeel van deze techniek is het relatief hoge energieverbruik. Het zgn. „liquid-composting“-systeem is beproefd bij varkensmengmest. De ervaringen hiermede waren negatief door de overmatige schuimvorming en de storingen.

De ontwikkeling van apparatuur om de mest tijdens het uitrijden direct in de grond te brengen is succesvol geweest. Nader onderzoek naar de injectie van mengmest in grasland wordt momenteel uitgevoerd, waarbij het geheel niet zonder perspectief is. De reeds aangegeven methode van het drogen van kippemest beperkt eveneens in sterke mate de stank tijdens de opslag en het uitrijden. Het toevoegen van ongebluste kalk aan kippemest levert weliswaar een reukloos produkt, maar de kosten zijn te hoog.

Toevoeging van bacteriepreparaten en enzympreparaten sorteren met betrekking tot de stankontwikkeling weinig effect. Het mengen van deodoranten met mengmest, voordat deze wordt uitgereden, is niet geheel zonder effect op de stankemissie.

Anaërobe vergisting van mengmest bewerkstelligt een beperking van de stank (11).

IMAG-onderzoek heeft een duidelijke verlaging van het stankniveau aangetoond tijdens en na het uitrijden van vergiste varkensmest.

Toevoeging van deodoranten en ozon aan de af te voeren ventilatielucht zijn bij de start van het onderzoek beproefd. Hoewel de effecten hiervan waarneembaar zijn, zijn eventuele nadelige invloeden op mens en dier niet denkbeeldig.

Het verdunnen van de afgevoerde ventilatielucht door het plaatsen van een schoorsteen kan, bij de ligging van één of enkele gebouwen in de directe omgeving van de stal, soulaas bieden.

Het wassen van de ventilatielucht met water, waardoor de stankstoffen oplossen en door de daarin voorkomende bacterieflora worden afgebroken, heeft positieve resultaten opgeleverd. De methode is evenwel te kostbaar voor een meer algemene toepassing.

Uit het onderzoek naar de mogelijkheden voor beperking van de geuremissie blijkt dat de mestbehandelingsmethoden: beluchten, drogen en scheiden van mest en urine, het meest efficiënt zijn. In de toekomst dient vooral aandacht te worden besteed aan die methoden die vanuit de bedrijfsvoering het beste kunnen worden ingepast.

Het objectief **vaststellen van de stankemissie** is aan het begin van de zeventiger jaren als een complex en omvangrijk probleem onderkend. In de eerste jaren heeft het onderzoek zich in hoofdzaak afgespeeld binnen de voormalige TNO-instituten CIVO*) en CTI*). Vanuit deze instituten is getracht, na het vaststellen van de karakteristieke geurcomponenten, die component te vinden die een hoge correlatie laat zien met de sensorisch vastgestelde geuremissie. Een groots opgezet onderzoek in samenwerking met de eerdergenoemde TNO-instituten heeft de volgende formule voor de voorspelling van de geuremissie van mestvarkensstallen opgeleverd:

$$\text{g.e./m}^3 = 20 + 2,4 \mu\text{g p-cresol/m}^3 \quad (12)$$

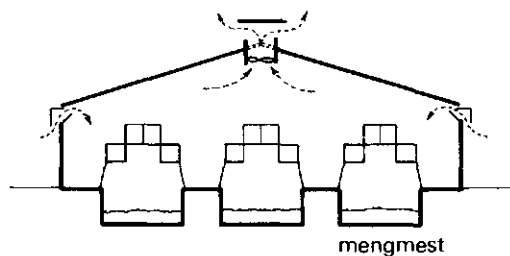
g.e./m^3 = het aantal geureenheden per m^3 ventilatielucht.

$\mu\text{g p-cresol/m}^3$ = het gehalte aan para-cresol in $\mu\text{g/m}^3$ ventilatielucht. Het aantal geureenheden is gelijk aan het aantal verdunningen van de ventilatielucht waarbij de helft van de proefpersonen de stallucht niet meer ruikt.

De causaliteit van deze relatie is in later onderzoek door de Vakgroep Psychologische Functieer van de RU Utrecht niet houdbaar gebleken.

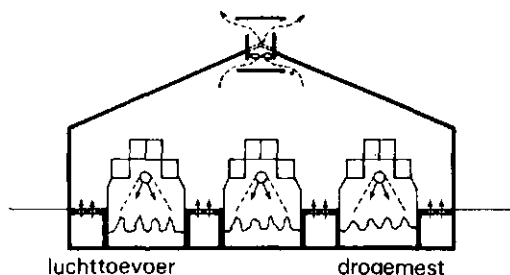
In nauwe samenwerking met het Instituut voor Pluimvee-onderzoek te Beekbergen is daarna een sensorische methode ontwikkeld en toegepast bij het vaststellen van de geuremissie van leghennenstallen. Dit onderzoek is uitgevoerd in het kader van een meerjarenplan voor het vaststellen van de gemiddelde geuremissie van de verschillende bedrijfstypen en wordt financieel gesteund door de Hoofdinspectie Milieuhygiëne van het Ministerie van Volksgezondheid en Milieuhygiëne. De resultaten van de metingen bij legkippenstallen zijn in verhoudingsgetallen weergegeven in de afbeelding op pag. 22). Belangrijk te vermelden is, dat door metingen is aangetoond, dat het ka-

*) CIVO = Centraal Instituut voor Voedingsonderzoek
CTI = Centraal Technisch Instituut

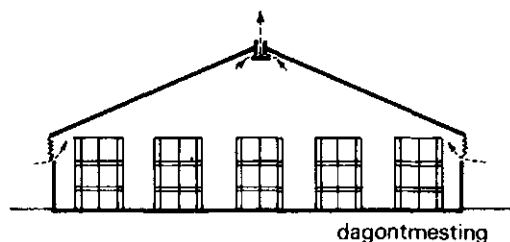


100

Geuremissie per uur per kg lichaamsgewicht in verhoudingsgetallen in leg-hennenstallen.



21



9

rakter van de geur bij de verschillende mestbehandelingstechnieken verschilt. Internationaal heeft hierbij het zogenaamde bovendrempelig meten de aandacht getrokken (13).

Uit een onderzoek naar de gemiddelde geuremissie van mestvarkensstallen blijkt de geuremissie afhankelijk te zijn van het staltype en het ventilatiesysteem, zie de verhoudingsgetallen in onderstaande tabel.

Emissieverhoudingen voor mestvarkensstallen.

	Onderzoek	
	1975	1981
Deens	72	11
Halfroostervloer	87	73
Volledigroostervloer	100	100
Idem met putventilatie		185
Idem met spoelsysteem voor beluchte mengmest	53	61

Op verzoek van het Ministerie van Volksgezondheid en Milieuhygiëne is in 1980 een onderzoek ingesteld naar de geuremissie tijdens en na het uitrijden van varkensmest. Uit dit oriënterend onderzoek blijkt dat de geuremissie van het bemeste veld in vergelijking tot die van de mestvarkensstal ca. tienmaal zo hoog ligt.

Zorg voor de toekomst

Het landbouwtechnische onderzoek naar de milieuproblematiek in de intensieve veehouderij zal zich moeten richten op de mestverwerkingsmethoden, zowel centraal als op bedrijfsniveau.

Een goede evaluatie van de beschikbare technieken vanuit milieuhygiënisch oogpunt lijkt zinvol, terwijl de kosten daarbij niet uit het oog mogen worden verloren. Een goede standaardisatie van de stankmeetmethoden is noodzakelijk voor een uniforme interpretatie van de gegevens.

Het beschikbaar zijn en komen van gemiddelde geuremissies maakt het berekenen van te verwachten geuremissies op bepaalde afstanden mogelijk. Gezamenlijk met andere instellingen (o.a. Vakgroep Luchtverontreiniging en Luchthygiëne LH) is hieraan nog het nodige onderzoekwerk te verrichten.

Zowel bij de mestverwerking als bij de reductie van de stankemissie zal men zich in hoofdzaak moeten richten op goed in de bedrijfsvoering en gebouwuitlevering inpasbare technieken.

Voor het IMAG geldt op dit gebied de uitdaging van de ontwikkeling van huisvestings- en inrichtingssystemen incl. de verwerkingsmethoden van mest, die milieuhygiënisch en bedrijfstechnisch verantwoord zijn.

Natuurterreinen

Het ontstaan van onze hedendaagse natuurterreinen, zoals bossen, heideterreinen en ook de graslandvegetaties, is nauw verweven met de landbouw in vroeger tijden. Nog maar zo'n kleine honderd jaar geleden steunde de landbouw in sterke mate op de natuurlijke factoren, die het landschap bood. In de laatste decennia echter heeft er steeds meer een ontkoppeling plaatsgehad ten opzichte van de bestaande landschappelijke gegevenheden. Mede vanuit de behoefte aan inkomensverbetering en door de hogere arbeidskosten hebben mechanisatie en specialisatie tot een toenemende uniformiteit en schaalvergroting geleid. Een tendens die verder versterkt is door de toenomen mogelijkheden van onkruidbestrijding en het gebruik van kunstmest.

Neveneffecten van deze ontwikkeling zijn een vermindering van de diversiteit van het landschap, een verminderde soortenrijkdom in de graslandvegetaties en de verminderde belangstelling voor de exploitatie van de marginale hooilanden en de heidevelden.

De consequenties van deze ontwikkelingen, in de vorm van genoemde neveneffecten, zijn in de periode '50-'65 niet algemeen herkend en zeker niet als negatief gewaardeerd.

Tegen het eind van de zestiger jaren is hierin verandering gekomen en begon men meer oog te krijgen voor de bijkomende effecten van de meer of minder grootschalige landbouw. Omstreeks die tijd zijn ook maatschappelijke stromingen ontstaan, die het

behoud van landschapselementen met natuurlijke variatie en kleinschaligheid als een voorwaarde beschouwen voor een goede kwaliteit van het menselijk leefmilieu, zowel uit cultuurhistorisch als uit biologisch oogpunt. In deze periode zijn tevens grote natuurreservaten gevormd, in de vaste overtuiging dat dit de enige manier zou zijn om natuurwaarden veilig te stellen. In die reservaten is getracht een kleinschalig beheer te voeren, aansluitend aan het traditionele beheer. Vanuit de kringen van het natuurbehoud is de mechanisatie en de rationalisatie dikwijls geïdentificeerd met een groot aantal negatieve aspecten.

Het ILR is omstreeks 1970 begonnen contacten te leggen met de natuurbeschermingsinstanties en de onderzoekinstellingen op dat gebied. In dit verband moeten het Staatsbosbeheer (SBB), het Rijksinstituut voor Natuurbeheer (RIN), de Vereniging tot Behoud van Natuurmonumenten (NM) worden genoemd, alsook het Rijksinstituut voor onderzoek in de Bos- en Landschapsbouw „De Dorschkamp”. Hoewel deze contacten in het begin vooral projectsgewijze plaatsgevonden hebben, is later gestreefd naar een meer integrale aanpak. Het IMAG is – voornamelijk in NRLO-verband – hiertoe vertegenwoordigd in een aantal werkgroepen en commissies. Deze multidisciplinaire aanpak wordt bij het mechanisatie- en arbeidsorganisatie-onderzoek in relatie tot het natuurbehoud als zeer waardevol ervaren. Voor het IMAG is de achterliggende filosofie hierbij: de inbreng van de kennis op het gebied van de landbouwtechniek ten dienste van het natuurbehoud.

Onderhoud waardevolle vegetaties

De periode 1970-'75 is gekenmerkt door een aantal concrete onderzoeken, zoals:

- het verbeteren van een rietmaai/-bindcombinatie met het doel ook botanisch waardevolle, verruigde rietpercelen te kunnen maaien en binden;
- het verbeteren van de reeds toen in graslandreservaten aanwezige opraapwagen met het doel de bodemdruk te verlagen en daardoor vegetatieschade te verminderen;
- het ontwikkelen van een machine om de opslag van berken en vliegdennen in heide-terreinen te verwijderen;
- het in samenwerking met het SBB testen van de bruikbaarheid van een moerasvoertuig in de natte natuurterreinen. De resultaten van dit laatste onderzoek zijn aanleiding geweest tot de aanschaf van een dergelijk voertuig in het reservaat „de Weerribben”.

Door bovengenoemde activiteiten, voornamelijk betrekking hebbend op wijzigingen of aanpassingen van bestaande landbouwmachines, is steeds meer behoefte ontstaan aan een nauwkeurige formulering van de eisen die bij het onderhoud van natuurterreinen aan de machines worden gesteld. Op dat moment is dit gebrek aan goed onderbouwde uitgangspunten met betrekking tot de machine-uitvoering als een rem op een verantwoorde mechanisatie-ontwikkeling in het natuurbeheer beschouwd en deels bestaat deze situatie nog.

Opgemerkt moet worden dat mechanisatie uiteraard geen doel op zich is, maar een middel om beter aan de eisen van het natuurbeheer te kunnen voldoen. Daarbij moet er rekening mee worden gehouden dat ook in het natuurbeheer het keuzevraagstuk een rol speelt. De uitkomst hiervan wordt beïnvloed door de financiële consequenties van een bepaalde keuze.

Bovengenoemde achtergronden zijn voor het IMAG aanleiding geweest het onderzoek op twee kernpunten te richten. Het eerste betreft een omstreeks 1978 gestart ar-



Onderhoud van cultuur-/natuurterreinen: uitvoering in handwerk resp. met lichtere of zwaardere mechanisatie naar draagkracht van bodem en vegetatie.

beidskundig onderzoek naar de werkorganisatie in natuurterreinen. Het doel hiervan is enerzijds inzicht te verlenen in de kostenaspecten van het terreinbeheer en anderzijds het signaleren van knelpunten om daarop het technisch onderzoek te kunnen concentreren. Het tweede kernpunt voor onderzoek is gevormd door de studie van uitgangspunten en randvoorwaarden voor de mechanisatie. Daarvoor is in samenwerking met het RIN, SBB en NM begonnen met een onderzoek naar de effecten van berijding op de vegetatie. Voor het IMAG zijn hierin vooral de gevolgen van de berijding en de band-grond-relatie onderwerp van studie. Dit heeft mede geleid tot een samenwerkingsproject met het RIN en Stiboka voor het nagaan van de effecten van militaire oefeningen op de vegetatie van de oefenterreinen.

Een actuele ontwikkeling in het beheer van heidevelden is het onderzoek naar het plaggen van heide, dat samen met het RIN en het SBB wordt uitgevoerd. De IMAG-inbreng bestaat — naast de technische uitrusting van een heideplagmachine — voornamelijk uit een gereedgekomen systeemanalyse, waarmee de financiële consequenties van de diverse technische systemen duidelijk worden gemaakt. Tezamen met botanische uitgangspunten zal dit leiden tot de vaststelling van het optimale plaggsysteem.

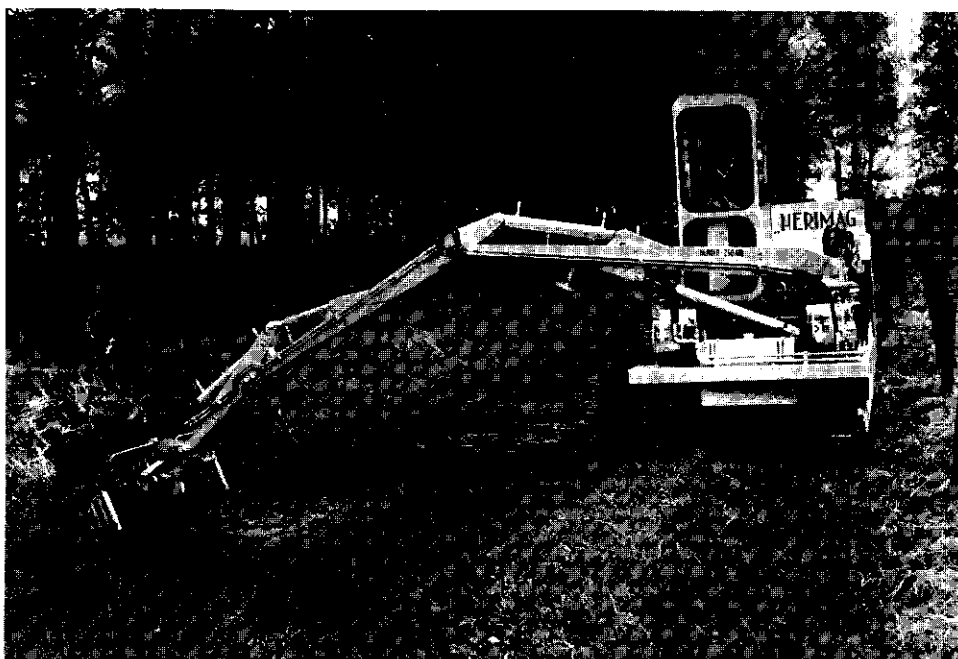
Interessant is de ontwikkeling van een technische uitrusting om *Prunus* (Amerikaanse vogelkers) met behulp van een in het bos aanwezige schimmel te doden. Bij de bestrijding van dit gewas wordt met deze uitrusting de verwonding — nodig voor het indringen van de schimmel — op boom of struik aangebracht. Het onderzoek wordt in samenwerking met het Centrum voor Agrobiologisch Onderzoek (CABO) uitgevoerd.

Beheer wegbermen

De nieuwe inzichten in het wegbermbeheer zijn technisch vertaald in nieuwe mechanisatieketens. De belangrijkste aspecten van dit veranderde beheer zijn het minder frequent maaien van de bermen en het afvoeren van het maaisel. Het IMAG-onderzoek op dit gebied vindt plaats in samenwerking met de Stichting Studie Centrum Wegbouw (SCW). Dit onderzoek bestaat o.a. uit het nemen van proeven met de inzet van nieuwe machines zoals de oprolpers, de aanpassing van machines en het onderzoek omtrent de afvoersystemen, alsmede de verwerkings- en afzetmogelijkheden van het maaisel. Composteringsonderzoek en tijd- en organisatiestudies leveren belangrijke bijdragen om de nieuwe beheersmethode te kunnen optimaliseren, zowel uit botanisch als uit kosten oogpunt. Ook in dit onderzoek wordt nauwe aansluiting gevonden bij de binnen het IMAG aanwezige kennis van de landbouwtechniek.

Onderhoud watergangen

Vanouds heeft het IMAG zich reeds op het gebied van het onderhoud van watergangen bewogen. Het gebruik van chemische middelen voor de bestrijding van plantengroei in de watergangen leek in de zestiger jaren de ontwikkeling van nieuwe machines voor het bodemonderhoud overbodig te maken. Toen echter in het begin van de jaren zeventig de nadelen van de laatste methode steeds meer werden onderkend, is



Prototype van de „Herimag“ slootreiniger.

het IMAG in samenwerking met de Landbouwhogeschool (LH), het CABO en de Waterschappen weer gestart met het onderzoeken van mechanisatiemethoden, die de vaak complexe problemen bij de waterbeheersing in de landbouw zouden kunnen verminderen.

Mechanisatie-onderzoek heeft o.a. geleid tot de inzet van een speciale rupsmachine (de „Herimag“). Bovendien heeft dit probleem een steeds bredere en meer geïntegreerde aanpak gekregen, waarbij vragen aan de orde komen als: hoeveel water moet de sloot kunnen voeren en op welk tijdstip, welke tolerantie is er met verhoging van het peil bij vergrote toevoer en op welke wijze kan de groei van waterplanten het meest effectief met mechanische middelen worden beheerst?

Slotopmerkingen

In de afgelopen 15 jaar is het maatschappelijk draagvlak voor het landbouwtechnisch onderzoek ten behoeve van het natuurbeheer in ruime zin steeds breder geworden. Vanuit het IMAG zal het landbouwtechnisch onderzoek een brugfunctie kunnen vervullen tussen dat wat gewenst is voor een ecologisch verantwoord natuurbeheer en dat wat haalbaar is in technische en economische zin.

Openbaar groen

Het stedelijk groen, zoals parken, plantsoenen, sportvelden, gespreide beplantingen en begraafplaatsen, ressorteert in Nederland onder de gemeentelijke diensten van beplantingen. Deze diensten moeten jaarlijks hun voorgenomen activiteiten aan de hand van een financiële begroting laten goedkeuren door de besluitvormende bestuurlijke organen. Een dergelijke begroting wordt gedurende het jaar binnen een dienst van beplantingen opgedeeld in een aantal sub-begrotingen, elk bestaande uit taken en werk-instructies. Het belangrijkste bestanddeel van een dergelijke begroting is de raming van de arbeidsbehoefte en het op grond daarvan verdelen van de beschikbare arbeid. Dit laatste is echter voor vele instanties vaak een groot probleem.

Enkele grote gemeentes hebben reeds gebruik gemaakt van de computer bij het berekenen van de arbeidsbehoefte voor de aanleg en het onderhoud van hun stedelijk groen; voor de vele kleine gemeentes is dat vaak niet mogelijk door gebrek aan mankracht en faciliteiten.

Een tweede hulpmiddel voor een goed management in de groenvoorziening is de keuze van de juiste machines en werktuigen. Hierbij kan het vergelijkende merkenonderzoek de gegevens aanreiken voor het nemen van verantwoorde beslissingen. Daarbij gaat het niet alleen om de prestaties van de machine, maar wordt mede de machine/mens-verhouding in de beoordeling betrokken. Het onderzoek wordt tevens uitgevoerd op verzoek van de fabrikant resp. de importeur. Hierdoor krijgt deze informatie over de gebruikswaarde van zijn machine en wordt eventueel geadviseerd over het aanbrengen van verbeteringen.

Het onderzoek wordt begeleid door een adviesgroep „Mechanisering in de Groenvoorziening“, waarin vertegenwoordigers zitting hebben van de Grondtechnische dienst van de KNVB, de Landelijke Kontaktraad, de Nederlandse Sport Federatie, de Heidemij Nederland, de Voorlichting, de Vimpoltu (Vereniging van importeurs van en groothandelaren in land- en tuinbouwmachines) en het IMAG.

In 1976 is door het IMAG een begin gemaakt met een onderzoek naar de mogelijkheden van een „rekenservicesysteem voor groenvoorzieningen”.

Het doel van dit onderzoek was:

- computerprogrammatuur te ontwikkelen, die de jaarlijkse arbeidsbehoefte berekent voor gemeentelijke diensten van beplantingen en andere in de groenvoorziening werkzame instanties;
- een gegevensbestand op te bouwen met arbeidsnormen van de werkmethoden, die in de groene sector worden toegepast, inclusief de daarbij behorende inlees- en zoekprogramma's.

Eind 1979 is de computerprogrammatuur voor het arbeidsbegrotingssysteem gereed gekomen.

Begin 1980 is de gezamenlijke VOA/IMAG-uitgave „Tijdnormen voor aanleg en onderhoud van groenvoorzieningen c.a.” verschenen. In dit boekwerk zijn voor ruim 2300 bewerkingen arbeidsnormen verzameld door een werkgroep van de Raad voor Bedrijfskunde in de Landbouw. De gegevens uit dit boek zijn opgeslagen in het achtergrondgeheugen van een computersysteem en fungeren als gegevensbestand voor de ontwikkelde programmatuur. Onder de naam RGROEN zijn programmatuur en databank opgenomen in de IMAG-DATASERVICE en van daaruit beschikbaar voor praktisch gebruik.

Om met RGROEN te kunnen werken moeten formulieren worden ingevuld. Er zijn drie soorten formulieren:

RG-A: opgave van algemene gegevens.

RG-B: opgave van gegevens voor de bepaling van het arbeidsaanbod.

RG-C: opgave van gegevens voor de bepaling van de arbeidsbehoefte. De werkmethode wordt aangegeven door invulling van het bijbehorende codenummer. Met het invullen van het codenummer kan de gebruiker beschikken over de standaardgegevens voor o.a. de tijdnorm, het aantal benodigde personen en de jaar- en maandfrequentie voor de betreffende werkmethode.

De programmatuur die is geschreven om de gevraagde arbeidsbehoefte te bepalen is in twee elementen op te splitsen, n.l. controle- en rekenprogrammatuur.

- Controleprogrammatuur: hierin worden de invoergegevens nagelopen op logische invulfouten en indien gewenst aangevuld met standaardwaarden voor de variabelen.
- Rekenprogrammatuur: nadat de controleprocedure zonder foutmeldingen is afgehandeld, worden de invoergegevens allereerst gesorteerd naar een aantal criteria, afhankelijk van de tabellen die worden gewenst.

De weergave van de arbeidsbegroting geschiedt door middel van tabellen, voorafgegaan door een titelpagina.

Het arbeidsaanbod en de arbeidsbehoefte worden uitgedrukt in (man)uren.

De tabellen zijn van vrij veel tekst voorzien, om ze zoveel mogelijk zelfverklarend te laten zijn.

In totaal kunnen negen typen tabellen worden opgesteld, waaronder de volgende:

- vergelijking van aanbod en behoefte voor het totale project;

- vergelijking van aanbod en behoefte voor de onderscheiden geografische indelingen;
- overzicht van de behoefte voor groepen van werkmethodes;
- overzicht van de behoefte voor elke afzonderlijke werkmethode.

Reeds bij de introductie van RGROEN is gebleken dat er grote belangstelling bestaat voor deze wijze van arbeidsbegroten. De verwachting is dan ook dat van deze reken-service, vooral door gemeentelijke diensten van beplantingen, veel gebruik zal worden gemaakt. Uit de reacties van de gebruikers is tevens gebleken dat de vorm waarin de resultaten worden weergegeven praktisch goed hanteerbaar is.

Bij het begroten van de arbeidsbehoefte voor aanleg en onderhoud van groenvoorzieningen is de toepassing van juiste **machines en apparatuur** van groot belang. Het merkenonderzoek heeft zich tot nu toe vooral gericht op machines voor de grasmat, t.w. zelfrijdende kooimaaiers, beluchtingsmachines en een bezandingsmachine. Daarnaast zijn, in samenwerking met het Rijksinstituut voor onderzoek in de Bos- en Landschapsbouw „De Dorschkamp”, bosmaaiers onderzocht. Ook zijn testrapporten van in Duitsland onderzochte motorkettingzagen voor de Nederlandse markt bruikbaar gemaakt.

Bij het onderzoek worden o.a. de volgende factoren nagegaan:

- de afmetingen en gewichten van de machine (o.m. belangrijk bij het vervoer), de werking en opbouw van de machine;
- de werkcapaciteiten van de machine, bijv. voor een maaimachine in plantsoenen en op sportvelden;
- de ergonomische aspecten van het werken met de machines, o.a. het bedieningsgemak, het geluidsniveau (liefst onder 90 dB(A)) en het trillingsniveau.

Naast de beschreven wijze van calculeren van de benodigde arbeid blijkt er in de **toekomst** behoefte te zijn aan andere systemen van service voor de groenvoorziening:

- een inventarisatiesysteem voor het stedelijk groen, waarin op eenvoudige wijze mutaties zijn aan te brengen;
- een systeem voor het opstellen van kostenbegrotingen, voor zowel de factor arbeid als machines;
- het opstellen en beschikbaar stellen van zogenaamde procesnormen voor bewerkingspakketten.

Het merkenonderzoek richt zich in de toekomst in eerste instantie weer op de grasmat: zelfrijdende cirkelmaaiers en een inventarisatie van beregeningssystemen. Met „De Dorschkamp” samen zal ook verder aandacht aan het bosgereedschap worden besteed. Met behulp van een enquête wordt getracht het onderzoekprogramma voor de groenvoorziening voor de komende jaren nader in te vullen. Het gaat hierbij o.a. om machines voor aanleg en onderhoud van de grasmat, de plantsoenen en het onderhoud van beplantingen.

De werkomstandigheden

Inleiding

De belangstelling voor de omstandigheden waaronder de mens zijn werk moet verrichten, hangt sterk samen met de ontwikkeling van de materiële welvaart en de beschaving. Als het om arbeidsomstandigheden gaat, staat momenteel voorop het sociale recht van de werkende op een arbeidsplaats, die zo weinig mogelijk afbreuk doet aan zijn gezondheid en welzijn en op werk dat bijdraagt tot de menselijke ontplooiing van het individu.

Lang heeft de mening geheerst dat het verbeteren van arbeidsomstandigheden slechts geld kostte en niets opleverde. Dit is maar ten dele waar als men het onderwerp alleen bedrijfseconomisch benadert en in het geheel niet meer waar als men de nationaal economische kosten van ongevallen, invaliditeit en voortijdige uittreding uit het arbeidsproces in de beschouwing betreft.

De dragers van de kosten van arbeidsplaatsverbetering zijn in veel gevallen niet degenen die er de vruchten van plukken. Vandaar dat de overheid op dit gebied regelend optreedt. Voor de landbouw is dit in vergelijking met andere bedrijfstakken vrij laat gebeurd. In 1934 bevatte de Veiligheidswet wel een speciale landbouwparagraaf, maar deze werd pas behoorlijk ingevuld door het Landbouwveiligheidsbesluit 1950. Dit besluit en de eerste daarop volgende herzieningen waren vooral gericht op het voorkomen van ongevallen door mechanische oorzaken. Later kregen ook de meer sluipende gevaren, waarvan de gevolgen pas na vele jaren zichtbaar worden, zoals chemicaliën, trillingen, geluid, stof en verkeerde werkhoudingen, de nodige aandacht. Van de meest recente ontwikkelingen in het denken over de mens en zijn werk vormt de Arbeidsomstandighedenwet van 1980 de afspiegeling. Deze wet biedt de mogelijkheid om eisen te stellen aan vrijwel alle factoren die van invloed zijn op de omstandigheden waaronder iemand zijn werk moet verrichten. Behalve aan de reeds genoemde, meer technische factoren wordt ook aandacht besteed aan zaken die het welzijn betreffen, zoals eentonigheid, werkoverleg en ontplooiingskansen. Hiermee zijn dus ook enkele door organisatorische maatregelen te beïnvloeden factoren uitdrukkelijk in de beschouwing betrokken. Voor de landbouw is het belangrijk dat het mogelijk wordt dat, ook voor de zelfstandigen, die tot nu toe niet onder de Veiligheidswet vielen, bepaalde maatregelen worden voorgeschreven.

De onderzoekactiviteiten met betrekking tot de arbeidsomstandigheden lopen min of meer parallel met de juridische ontwikkeling. Veel aandacht is jarenlang besteed aan het ontwikkelen en op praktische gebruiksmogelijkheden onderzoeken van een aantal de veiligheid bevorderende constructies (bijv. veiligheidsframes, reminrichtingen en doorstroomventielen). Ook in de onderzoekprogramma's van het merkenonderzoek is in toenemende mate plaats gegeven aan veiligheidsaspecten van de te beproeven machines. Voor problemen van recentere datum, zoals gehoorbeschadiging, trillingen en

ademhalingsbescherming, worden de oplossingen vaak gezocht in een samenspel met medici. Medische factoren spelen ook een rol bij het oplossen van problemen op het gebied van de fysieke en mentale belasting.

Om in wetenschappelijke zin vorderingen te kunnen maken is het van essentieel belang dat men beschikt over meetmethoden die reproduceerbare resultaten geven en die aansluiten bij de menselijke ervaring dan wel de mate van schadelijkheid aangeven voor de lichamelijke en geestelijke gezondheid. Nadat goede meetmethoden normatief zijn vastgelegd, kan men overgaan tot het vaststellen van voor de mens aanvaardbare grenswaarden, die zonodig in de wetgeving kunnen worden opgenomen. De keuze van deze grenswaarden is steeds een arbitraire zaak omdat er grote individuele verschillen bestaan in de gevoeligheid voor de invloed van bijv. geluid, trillingen en stress. Het vaststellen van grenswaarden op een niveau dat voor alle betrokkenen volledige bescherming garandeert, is in veel gevallen om economische of technische redenen niet mogelijk. Men kan dan voor bepaalde kwetsbare groepen, bijv. jeugdigen, strengere eisen vaststellen of bepaalde werkzaamheden geheel verbieden.

Een wezenlijke bijdrage op het gebied van de arbeidsomstandigheden werd door het IMAG ook geleverd door het ontwikkelen van een systeem van werkclassificatie in land- en tuinbouw, dat de basis kan zijn van een meer gedifferentieerde beloningsstructuur. In deze sfeer past ook het onderzoek naar een systeem van vaststelling van de mate van arbeidsongeschiktheid voor land- en tuinbouwwerkzaamheden.

Het onderzoek zal zich de komende tijd richten op het verder ontwikkelen van veiligheids- en welzijnsbevorderende technische verbeteringen aan trekkers, werktuigen en installaties. Dit zal gebaseerd zijn op toenemende kennis op het gebied van de beperking van schadelijke invloeden en verbeterde meet- en beproevingsmethoden. Voorts zal een intensivering plaatsvinden van het onderzoek naar de fysieke en mentale belasting van de werkenden, zowel in klassieke gevallen als in situaties die voortkomen uit nieuwe ontwikkelingen, bijv. het omgaan met de automatisering en het werken onder energiebesparende, i.c. minder geventileerde omstandigheden in kassen of stallen. Mogelijk zal ook vanuit het organisatie-onderzoek in toenemende mate aandacht moeten worden geschonken aan zaken die met welzijn te maken hebben, bijv. het voorkomen van eentonigheid en eenzaamheid.

Veiligheid

De omstandigheden waaronder de boer en tuinder zijn werkzaamheden verricht, zijn zeer uiteenlopend van aard. Ze worden verricht op bedrijven van verschillende grootte en doelstelling, op verschillende arbeidsplaatsen, deels binnen, deels in de buitenlucht. Het betreft routinematige handelingen en werkzaamheden, die sterk seizoengebonden zijn.

Het zal duidelijk zijn dat deze pluriformiteit in werkzaamheden en werkomstandigheden belangrijke consequenties heeft voor de veiligheid van de werker in de landbouw, c.q. het optreden van ongevallen. In dit kader heeft de mechanisatie een belangrijke rol gespeeld en zal dit ook in de toekomst blijven doen.

Men moet helaas constateren dat trekker, machines en werktuigen met hun vele roterende en uitstekende onderdelen een potentieel gevaar opleveren voor degene die ermee omgaat. Veel inspanningen zullen, ook in de toekomst, gericht moeten blijven op het voorkomen van ongevallen en gevaarlijke situaties.

De mechanisatie heeft een sterke verlichting van de fysieke belasting van de werker gebracht, hoewel piekbelastingen als gevolg van het vaak seizoenmatige karakter van de werkzaamheden wel degelijk optreden. Men kan een verschuiving constateren van een vaak zeer sterke fysieke belasting in het verleden naar een meer psychische belasting mede als gevolg van de toegenomen complexiteit van de werkzaamheden en het sterk teruggelopen aantal arbeidskrachten in de landbouw.

Bij het bestuderen van recente cijfers betreffende dodelijke ongevallen blijkt de trekker er in negatieve zin sterk uit te springen. Ongevallen met trekkers zijn veelal terug te voeren tot stabiliteitsproblemen (kantelen of achteroverslaan) of (vaak in combinatie met wagens) een onvoldoende beremming.

In 1978, 1979 en 1980 zijn achtereenvolgens 32, 34 en 37 dodelijke ongevallen geregistreerd. Kantelende trekkers veroorzaakten in 1980 in zeven gevallen de dood; op andere wijze verongelukten vijf personen met een trekker. Vijf van de zeven gekantelde trekkers waren niet voorzien van een veiligheidskabine, -frame of -beugel. Deze uitrusting had ongetwijfeld in een aantal gevallen het leven van de bestuurder kunnen redden.

Op de problemen rond bovengenoemde knelpunten op het gebied van de veiligheid heeft het IMAG ingespeeld. Sedert 1969 kunnen door het IMAG veiligheidsframes worden getest volgens de O.E.C.D.-code (Organisation for Economic Co-operation and Development). De testinstallatie staat tegen een bepaalde vergoeding ter beschikking van de fabrikanten van frames. Daarnaast wordt ondersteuning geboden bij de ontwikkeling van hun prototypen.

Voor de beproeving van frames wordt een slinger met een massa van 2.000 kg gebruikt, die achtereenvolgens de voor-, achter- en zijkant van het frame raakt. De



Sterktebeproeving van een veiligheidsframe.

hoogte, waarop het gewicht wordt losgelaten ten opzichte van het raakpunt van het frame, is afhankelijk van het gewicht van de trekker, de wielbasis en het massatraagheidsmoment. Na elke slag- en drukproef wordt op de trekker een meetframe geplaatst dat de veiligheidszone aangeeft. Dringt het frame binnen deze veiligheidszone, dan voldoet de cabine niet aan de gestelde eisen en wordt afgekeurd.

Beremming van landbouwwagens is ook een onderwerp waaraan door het IMAG veel onderzoek is gedaan. De reden daarvan is enerzijds de tendens naar steeds groter wordende transporteenheden in de landbouw, waardoor de verhouding tussen trekker- en wagenmassa steeds ongunstiger wordt, anderzijds de toenemende verkeersintensiteit op onze wegen.

In het Landbouwveiligheidsbesluit van december 1972 zijn wettelijke voorschriften, hoewel nogal summier, vastgelegd. De voorgeschreven minimum remvertraging, bijv. van 1 m/s^2 , is uit veiligheidsoogpunt te laag. Metingen hebben uitgewezen dat het technisch goed mogelijk is om $2,5 \text{ m/s}^2$ te bereiken. In EEG-verband wordt getracht dit in voorschriften te verwerken.

Betreffende uitvoering en constructie blijft het Landbouwveiligheidsbesluit (herziening 1972) weinig concreet. Een goed functionerend remsysteem voor wagens moet voldoen aan de volgende voorschriften:

- het moet met de voet, door middel van het rempedaal van de trekker, worden bediend;
- het dient goed doseerbaar te zijn;
- de minimale remvertraging dient $2,5 \text{ m/s}^2$ te bedragen (op een droge en vlakke verharde weg).

De ter beschikking staande systemen zijn:

- oploopremmen;
- pneumatische remmen;
- hydraulische remmen.

De oploopremmen zijn in wezen slechts geschikt voor lichtere wagens, mede omdat in Nederland gebruikelijk is dat de wagen een forse (opleg)druk op de trekker uitoefent. Deze oplegdruk is een zeer storende factor voor de goede werking van het schuifmechanisme in de trekboom van de wagen. Voor de wat zwaardere wagens komen derhalve alleen pneumatische en hydraulische remsystemen in aanmerking.

In het verleden zijn eveneens de problemen betreffende lekkage van hydraulische slangen en slangbreukbeveiligers in onderzoek geweest. Slangbreukbeveiligers, gemonteerd aan de hydraulische cilinder(s) van kipwagens, dienen te zorgen dat de kipbak niet met grote snelheid naar beneden komt als er breuk van de slang optreedt of als er een hydraulische koppeling losschiet.

Ook in de toekomst zal het onderzoek betreffende veiligheid in de landbouw een integrerend onderdeel dienen te vormen van de activiteit op het gebied van de mechanisatie.

Lawaai en trillingen

Het meten van trillingen en geluid speelt bij diverse onderzoekprojecten een belangrijke rol. Dit betreft zowel de ergonomische (de werkplek), als de milieuhygiënische (de omgeving) aspecten. Dat het hierbij niet gaat om een modieuze trend, mag blijken uit het feit dat bij het toenmalige ILR (Instituut voor Landbouwtechniek en Rationalisatie) reeds in 1961 geluidsmetingen werden verricht bij trekkers en ventilatoren.

Destijds bleef het bij het meten en de constatering van de problematiek van te hoge geluidniveaus bij landbouwtrekkers en werktuigen.

In de zestiger jaren is het gebruik van veiligheidscabines en frames door de Arbeidsinspectie, daarbij ondersteund door het ILR, sterk gepropageerd. De zgn. steigerbegrenzers bij trekkers voldeden niet en elk jaar waren er in ons land een tiental doden en zwaargewonden te betreuren door achteroverslaande trekkers. Een nadelig aspect van de toepassing van de „kale” veiligheidscabines was de toename van de lawaainiveaus op oorhoogte van de bestuurder met 5-8 dB tot waarden die niet zelden de 100 dB(A) overschreden. Daarbij kwam dat er in die jaren een duidelijke vraag was naar trekkers met grotere vermogens. De trekkerfabrikanten speelden daarop in door de overschakeling van de zgn. voorkamerdieselmotoren met indirecte brandstofinspuiting naar de direct ingespoten diesels met een beter rendement en . . . meer lawaai. De gebruikelijke opvoering van het maximummotortoerental van ca. 1.800 naar 2.200-2.500 toeren per minuut was ook al niet bevorderlijk voor de stilte.

In de internationale landbouwpers verschenen aan het eind van de zestiger en het begin van de zeventiger jaren verontrustende berichten over de lawaaidoofheid als beroepsziekte nr. 1 bij de werkenden in de landbouw. In 1971 nam de directeur van het ILR uit Genève van de Group of Experts on Mechanization of Agriculture de vererende opdracht mee om een rapport op te (laten) stellen over de technische aspecten van de lawaaibestrijding bij landbouwtrekkers. Dit is de directe aanleiding geweest tot het onderzoek naar de lawaaibestrijding bij het ILR-IMAG.

In het AGRI MECH-rapport no. 53 dat in 1973 in Genève werd aanvaard, waren de gegevens verwerkt van twee onderzoekprojecten: onderzoek naar de lawaaibestrijding in een veiligheidscabine door het aanbrengen van geluiddempend materiaal en een onderzoek naar lawaaidoofheid bij 101 trekkerbestuurders in de provincie Groningen. Het bleek onder meer dat ongeveer 20% van de onderzochte personen door alleen al het lawaai een matige tot ernstige handicap hadden bij de spraakverstaanbaarheid. In genoemd rapport beklemtoonde de schrijver de noodzaak om in elk geval naast de toenmalige gebruikelijke sone-waarden het aantal dB(A)'s te vermelden, omdat deze laatste meetwaarden juist bij de sterk wisselende werkzaamheden en omstandigheden in de landbouw veel beter bruikbaar zijn. Het is niet ondenkbaar dat dit advies mede heeft geleid tot het algemeen aanvaarden van de dB(A)-waarden in de landbouwtechniek en het in onbruik geraken van de sone-aanduiding.

De situatie in begin '70 was alarmerend en er verschenen artikelen in de landbouwpers met koppen als „Lawaaidoofheid . . . beroepsziekte bij trekkerbestuurders?” en „Liever dove Jan dan dode Jan?”. Uit de O.E.C.D.-testwaarden (Organisation for Economic Co-operation and Development) bleek dat in begin 1970 bij 80% van de trekkers het geluidniveau op oorhoogte van de bestuurder boven de 80 sones (ca. 90 dB(A)) lag.

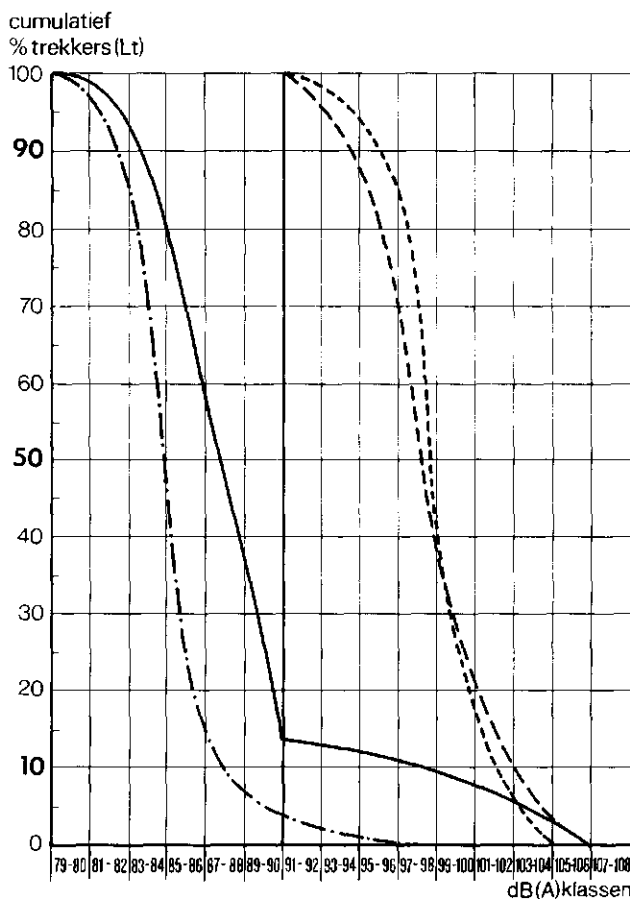
Het dragen van gehoorbeschermers werd sterk gepropageerd en bij de cabine- en trekkerfabrikanten werd aangedrongen op het nemen van doeltreffende geluidwerende maatregelen. De gebruikers van trekkers werden opgeroepen vooral kritisch te zijn bij hun aankoop.

De zin van dit alles werd later (1975) onderstreept door een bedrijfsonderzoek in de omgeving van Leens door de Philips' bedrijfsartsen Dekker en Sieswerda (14, 15). Zij kwamen tot de conclusie dat van de akkerbouwers rond Leens, in de leeftijdsklasse van 46-55 jaar, bij 50% het gehoor was aangetast ten gevolge van lawaai. In Nederland werd behoefte gevoeld meer te weten over de geluidniveaus onder praktijkomstandigheden. De O.E.C.D.-testwaarden, gemeten bij vol gas en aangepaste belasting, kwamen in discussie. Ze zouden wel eens hoger kunnen liggen dan de in de praktijk heersende geluidniveaus. Dit heeft in 1975, 1976 en 1977 geleid tot

een gezamenlijk onderzoekproject met de Arbeidsinspectie. Van 522 praktijksituaties werden de geluidniveaus vastgelegd. Uit de rapportage bleek dat bij meer dan 60% van de gangbare werkzaamheden in de landbouw de bestuurders van trekkers werden blootgesteld aan voor het gehoor schadelijk lawaai van méér dan 90 dB(A). Ten behoeve van de discussie op internationaal niveau zijn de verkregen gegevens samengevat in een IMAG Research Report: „Tractor noise”.

De fabrikanten van trekkers spelen inmiddels in op de vraag naar lawaai-arme uitvoeringen en zoeken de oplossing in het monteren van een zgn. geluidarme cabine. Aan de geluidwering aan en rond de bron, de motor, wordt weinig of niets gedaan.

Onderstaande afbeelding geeft een overzicht van series O.E.C.D.-metingen in de jaren 1977-1978 en 1980-1981. Hieruit blijkt dat in de veiligheidscabines de situatie is verbeterd. Bij 98% ligt het geluidniveau op oorhoogte nu beneden 90 dB(A); dit was 87% in 1977-1978. Bij 72% wordt de 85 dB(A)-grens niet overschreden (was 20%). Daar



Cumulatieve verdeling van de OECD-geluidmetingen op oorhoogte

—	trekkers met veiligheidscabines	262 stuks	} mei 1977 - mei 1978
- - -	trekkers met veiligheidsframes	83 stuks	
- . - . -	trekkers met veiligheidscabines	277 stuks	} maart 1980 - maart 1981
.....	trekkers met veiligheidsframes	78 stuks	

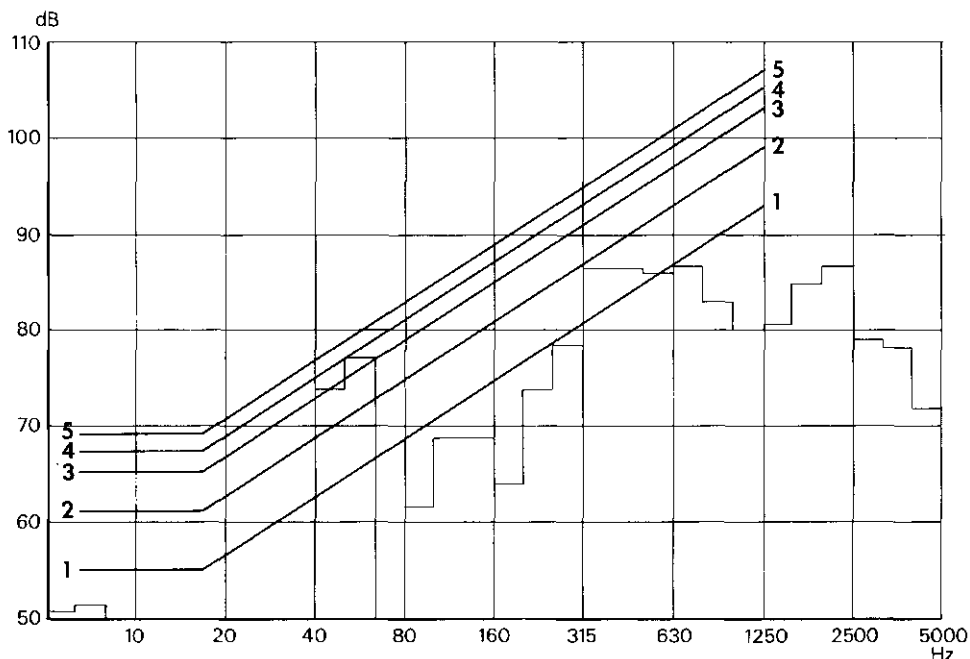
staat tegenover dat de uitvoeringen met veiligheidsframes nog even luidruchtig zijn als drie jaar geleden; bij ca. 75% ligt het geluidniveau op 97 dB(A) of hoger.

Naast het werk op het gebied van de trekercabines is in de IMAG-periode ook aandacht gevraagd voor de lawaainiveaus in melkstallen. In publikaties en artikelen zijn adviezen gegeven over eventueel te nemen maatregelen. Het blijkt dat de praktijk hierop maar moeizaam inspeelt. Aan de lawaai bestrijding op de boerderij en op het tuinbouwbedrijf wordt nog weinig aandacht besteed.

Dit laatste geldt ook voor de milieuhygiënische kant van de lawaai bestrijding. Door het IMAG is onder meer onderzoek verricht naar de lawaai bestrijding bij ventilatoren. Daarbij is aangetoond dat met eenvoudige middelen (de doe-het-zelf houten coulissendemper) in vele gevallen van hinder door ventilatorlawaai een goed resultaat kan worden bereikt. Vaak gaat men in de praktijk pas tot maatregelen over als de druk van de omwonenden, via gemeente en provincie, zo groot wordt dat voor bedrijfssluiting moet worden gevreesd. Via de land- en tuinbouwvoorlichting worden in incidentele gevallen door het IMAG geluidtechnische adviezen verstrekt.

Het landbouwbedrijf valt in het algemeen niet onder de Wet Geluidhinder. Wel is vrijwel altijd een hinderwetvergunning vereist. De eisen die daarbij door de gemeentelijke c.q. provinciale autoriteiten worden gesteld, zijn soms zo zwaar dat de betreffende boer of tuinder daaraan moeilijk kan voldoen. Dan wordt getracht in samenwerking met voorlichting en standorganisaties wat meer begrip voor de positie van de agrariër te kweken.

Er zijn goede contacten met andere overheidsdiensten en instellingen. Gememoreerd is reeds de samenwerking met de Arbeidsinspectie. Met het Ministerie voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne is een onderzoek gestart naar de mogelijkheden om het omgevingslawaai bij landbouwtrekkers met daartoe geëigende middelen te beperken.



Voorbeeld van een tert-band spectrum van de trillingen veroorzaakt door een stuk handgereedschap op de hand van de gebruiker. Toelaatbare niveaugrenslijnen vgl. ISO/Dis 5349.

In zekere zin gaat het hierbij om naderhand te nemen maatregelen, waarin beter reeds in het fabricagestadium aandacht had kunnen worden besteed.

Nog te veel is het streven gericht op het terugdringen, resp. inkapselen van reeds bestaand lawaai. Lawaaibestrijding zal moeten beginnen op de tekenplank; dit geldt zowel voor de machineconstructeur als voor de bouwkundige. Over de daarbij toe te passen methodieken en middelen is reeds veel bekend.

Geluid en trillingen zijn broertje en zusje en het is daarom niet verwonderlijk dat het trillingsonderzoek bij het IMAG de laatste jaren is geactiveerd. Met behulp van geavanceerde meetapparatuur zijn de waarnemings- en uitwerkingsmogelijkheden aanzienlijk uitgebreid. Het onderzoek naar de trillingsniveaus op de handgrepen van bosmaaiers, verricht door de afdeling Merkenonderzoek, is hiervan een duidelijk voorbeeld. In de afbeelding op blz. 36 zijn in een terts-spectrum van een stuk handgereedschap de toelaatbaar geachte grenslijnen van ISO-aanbeveling ISO/Dis 5349 aangebracht (International Standardisation Organisation). In één oogopslag is te zien dat bij ca. 40 Hz niveau (3) en bij 315 Hz niveau (1) ruim worden overschreden. (3) staat voor een werkperiode van één tot twee uur met wachtpauzes van 10 tot 20 minuten per uur of bijvoorbeeld voor een werkperiode van 4-8 uur (werkdag) met dienstdagen van 30 tot 40 minuten per uur. In dit geval wordt grenslijn (4) geraakt en zijn wachttijden van resp. 20-30 en méér dan 40 minuten in acht te nemen.

Samenvattend kan gezegd worden dat het IMAG door het verrichten van verder onderzoek op het terrein van geluid en trillingen en vooral door het daarbij stellen van aansprekende voorbeelden, het landbouwbedrijfsleven in de ruimste zin van het woord kan begeleiden naar een beter werk- en woonklimaat.

Werkhouding en fysieke belasting

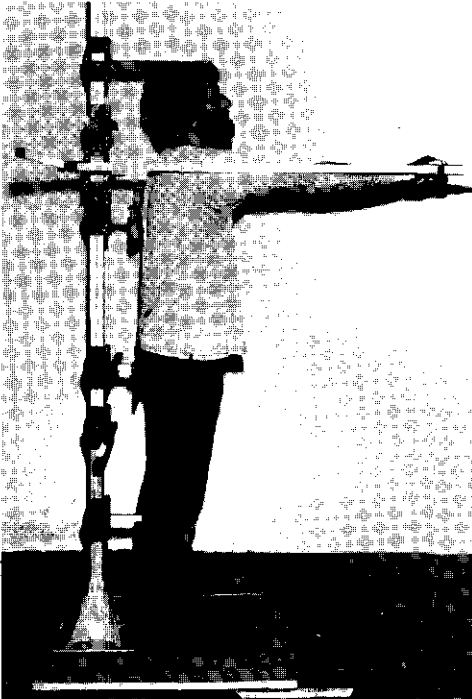
De werking van het spier-/skeletstelsel van het menselijk lichaam is schematisch voor te stellen als een constructie van een aantal stijve onderdelen (botten) die flexibel met elkaar verbonden zijn (gewrichten). Hierdoor kan het lichaam in verschillende houdingen krachten opnemen en uitoefenen, bijv. het optillen van een pak hooi of een zak voer, het open- en dichtdraaien van kranen.

De bouw van de gewrichten legt een aantal beperkingen op aan de richting, afstand en grootte van de uitgeoefende kracht (overbelasting treedt bijv. op bij een verkeerd geplaatste stap of een misgreep met opvolgende correctie). Als een gewricht in een ongunstige stand kracht moet leveren, wordt het fysiologisch zwaar belast en snel moe. In dat geval bestaat ook kans op het scheuren van pezen en/of spieren (bijv. over een spatbord hangend aan de trekker sleutelen).

Voor bijna alles wat we doen, moeten de grote skeletspieren (bekken, rug, schouder, nek) de romp in een bepaalde positie houden. Door een goede houding aan te nemen met zoveel mogelijk gelegenheid reactiekrachten te laten aangrijpen op meubilair en machines, kunnen de skeletspieren en de spieren van de extremiteiten vaak groten-deels worden ontlast. Verschillende houdingen (goede en slechte) belasten spiergroepen in verschillende mate, afhankelijk van:

- de afstand van het aangrijpingspunt van de kracht tot het scharnierpunt en in het algemeen tot het zwaartepunt van het lichaam;
- de hoek waarover het gewricht gedraaid is (positie in het werkgebied);
- het draaimoment.

De toelaatbare belasting van pezen, spieren en gewrichten is van veel factoren afhan-



kelijk. Zo zijn er tussen mensen onderling grote variaties; daarnaast spelen algehele gezondheid en de mate van vermoeidheid een rol.

Overbelasting van bijvoorbeeld de wervelkolom wordt meestal veroorzaakt door verkeerd tillen en dragen en ook veel door vallen en misstappen. Een wervelkolom, die door jarenlang verkeerd gebruik (slechte (werk-/zit-)houding, weinig beweging) van weinig geoefende spieren is voorzien, is kwetsbaarder voor bijvoorbeeld verschuiving van tussenwervels of beknelling van zenuwen, dan een geoefende wervelkolom.

Hoe is nu de situatie t.a.v. fysieke belasting en werkhouding van de boer op dit moment? Door een sterke mechanisatie van werkzaamheden in de akkerbouw en vee-teelt is in de afgelopen jaren veel lichamelijk zwaar werk overgenomen door machines, werktuigen of andere hulpmiddelen, zodat het echte zware werk tot het verleden behoort. De mechanisatie heeft tot gevolg gehad dat de boer met steeds meer machines te maken kreeg, machines in serie (of massa) geproduceerd, waarbij geen rekening werd gehouden met de individuele gebruikseisen van de boer die de machines moet bedienen. Zo zijn er diverse voorbeelden te noemen, waarbij door toepassing van standaardmaten en/of -ontwerpen, situaties ontstaan waarbij de boer in een verkeerde houding moet werken of onnodig veel kracht moet uitoefenen om de machine te bedienen. Te denken valt bijv. aan een melkstal met standaardputdiepte en keerbuisen op een standaardhoogte, waarin boeren van verschillende lichaamslengte moeten melken. Een ander voorbeeld zijn de trekkers. In vergelijking met oude trekkers zijn de moderne met cabines een hele vooruitgang. Zo moesten de boeren in weer en wind, dus onbeschut, hun werk verrichten op trekkers die veel lawaai en trillingen produceerden, die waren voorzien van een slechte zitting (ijzeren pan) en waren uitgerust met bedieningsmiddelen waarbij armen en/of benen ver moesten reiken of onnatuur-

lijke bewegingen moesten maken. Enkele moderne, zware trekkers voldoen steeds meer aan de eisen van veilig, gezond en comfortabel werken; zo zijn bijv. de cabines redelijk geluid- en trillinggedempt, de stoel heeft diverse instelmogelijkheden en de bedieningsmiddelen werken in de optimale comfortzone van de gebruiker.

De verwachting voor de toekomst is dat alle trekkers, zowel de lichte als de zware, voldoen aan een groot aantal comforteisen. In ons geval zijn dat:

- voldoende ruimte voor de gebruiker; bijv. een vlakke vloer, opgehangen pedalen, een ruime instapmogelijkheid;
- goede bereikbaarheid en bedienbaarheid (bijv. stuurbechrachting) van de bedieningsmiddelen;
- een goed zicht op het werk en de werktuigen;
- een gemakkelijke bereikbaarheid van onderdelen van de trekker in verband met onderhoud en reparatie.

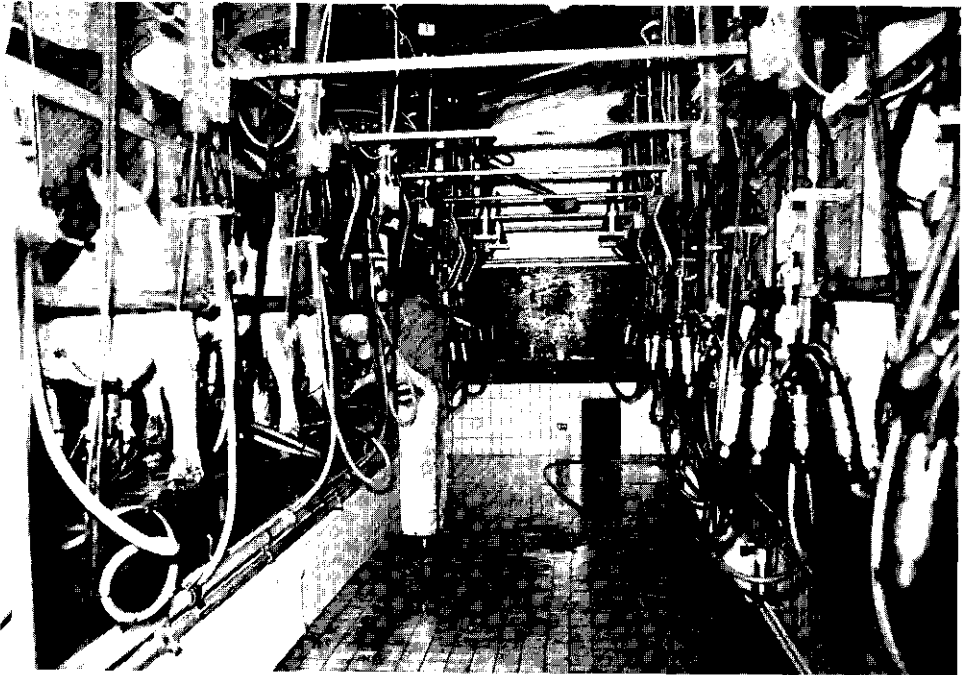
Mentale belasting

Het onderzoek op het gebied van de mentale belasting heeft te maken met de menselijke factor op het landbouwbedrijf. Lang heeft de mening geheerst dat natuurlijke voorwaarden en het productieproces zelf beslissend waren voor de bedrijfsresultaten. Nu ligt er inderdaad een periode achter ons waarin verschillen in grondsoort, afzetmarkt of klimaat de bedrijfsresultaten in grote mate hebben bepaald. De invloed van deze verschillen is echter kleiner geworden. Zo is de invloed van de verschillen in grondsoort kleiner geworden door allerlei teelttechnische en cultuurtechnische maatregelen. De verschillen in resultaten tussen de bedrijven onderling zijn echter niet kleiner geworden. Dit vormt grotendeels de verklaring voor de toenemende belangstelling voor onderzoek op het gebied van de menselijke factor in relatie tot bedrijfsvoering en bedrijfsresultaten.

Onder mentale belasting wordt verstaan de belasting van het centrale zenuwstelsel als gevolg van het verwerken van informatie en het nemen van beslissingen. Ook treedt als gevolg van bijvoorbeeld conflicten of emoties mentale belasting op.

Er wordt een onderverdeling gemaakt tussen korte- en lange-termijnbelasting. Het bedienen van machines of instellen van werktuigen vergt een mentale inspanning door het opnemen van informatie en het nemen van beslissingen voor het uitvoeren van bedieningshandelingen. In dit soort gevallen spreken we van een korte-termijnbelasting: de belasting hangt nauw samen met het uitvoeren van een bepaalde taak en valt weg bij het beëindigen van die taak. Een lange-termijnbelasting brengt bijvoorbeeld de bedrijfsvoering met zich mee: een gecompliceerde taak met grote verantwoordelijkheden. Naar analogie van lichamelijke belasting geldt voor mentale belasting dat een te hoge belasting niet gezond is (leidt op den duur tot psychosomatische klachten) en dat evenzeer een langdurig te lage belasting vermeden moet worden (vergelijk monotone arbeid aan de lopende band). Een optimale belasting is zowel wat niveau als tijdsduur betreft, sterk afhankelijk van het individu.

Beschouwen we in het licht van het voorgaande de ontwikkelingen in de land- en tuinbouw, dan valt in de eerste plaats het proces van mechanisatie op. In de loop der jaren zijn vrijwel alle veldwerkzaamheden gemechaniseerd. De veelal monotone arbeid is daardoor sterk verminderd. In het algemeen kan men stellen dat de arbeid met machines en werktuigen een redelijk tot hoge mate van concentratie met zich meebrengt. Daarbij komt dat aan de kwaliteit van de uitvoering, vanwege de grotere kans op fouten met verreikende gevolgen voor het uiteindelijke bedrijfsresultaat, hoge ei-



Taakverlichting wat betreft mentale belasting is gewenst.

sen worden gesteld. De in sommige gevallen te hoge mentale belasting bij het uitvoeren van de bestuurderstaak leidt tot een slechtere prestatie. Voor de toekomst mag dan ook worden verwacht dat met name op het gebied van de informatiepresentatie, daar waar het gaat om de terugkoppeling van kwaliteit van de uitvoering, nog veel verbeterd kan worden. Daarbij valt te denken aan automatisering van gedeelten van de bestuurderstaak, verbetering van zicht op het werk of kwalitatief betere informatie (bijv. in plaats van instelling toerental aftakas bij kunstmeststrooien informatie over de werkelijk gestrooide hoeveelheid per m²).

Een ander voorbeeld van mechanisatie treffen we aan in de veehouderij. Het handmelken is vrijwel geheel vervangen door het machinaal melken. De melker heeft daardoor een hoge mentale belasting gekregen: het voorbehandelen en aansluiten van een koe met de nodige nauwkeurigheid en concentratie met daarbij de controle van de overige dieren en de melkapparatuur. Een zekere taakverlichting is wat de mentale belasting betreft dan ook zeker gewenst. Een deel van de informatieverwerking (tochtigheidscontrole, mastitis, ziekte) zal in de toekomst door een bedrijfscomputer kunnen worden overgenomen. Automatische afname-apparatuur is een voorbeeld van een reeds gerealiseerde verbetering.

De mentale belasting die op wat langere termijn speelt en samenhangt met de boer en tuinder als ondernemer, moet vanuit een andere invalshoek geanalyseerd worden. Intensivering van de bedrijven, toename van het vreemde vermogen en externe factoren, die steeds sterker de loop van het bedrijf bepalen en waarop men zelf geen directe invloed heeft, hebben het de boer en tuinder als ondernemer niet gemakkelijker gemaakt. Sterker nog dan bij de mentale belasting op korte termijn spelen persoonsken-

merken en -eigenschappen een rol bij de mate waarin deze veranderingen leiden tot een te hoge belasting. Van grote invloed blijken leeftijd, opleidingsniveau, sociale vaardigheden en psychologische factoren (ambitie, motivatie). Een IMAG-onderzoek naar deze samenhang, waarbij eveneens werkinhoud en bedrijfssituatie betrokken zijn, is momenteel nog in volle gang. Verwacht mag worden dat in de toekomst hogere eisen worden gesteld aan boer en tuinder in hun kwaliteit van ondernemer naast hun kennis en vaardigheid als technisch vakman. Ook de informatiestructuur rond de land- en tuinbouw (scholen, voorlichting, onderzoek) zal zich meer gaan richten op de kennis en de begeleiding van de veranderingsprocessen in tegenstelling tot informatie over de veranderingen zelf.

Het produktiemilieu van de plant

Inleiding

Het produktiemilieu van de plant bestaat uit:

- de grond, waarin de wortels groeien om enerzijds de plant voldoende te verankeren en anderzijds water en voedingsstoffen op te nemen;
- de lucht, waaruit zuurstof voor de ademhaling en koolzuur voor de assimilatie worden opgenomen.

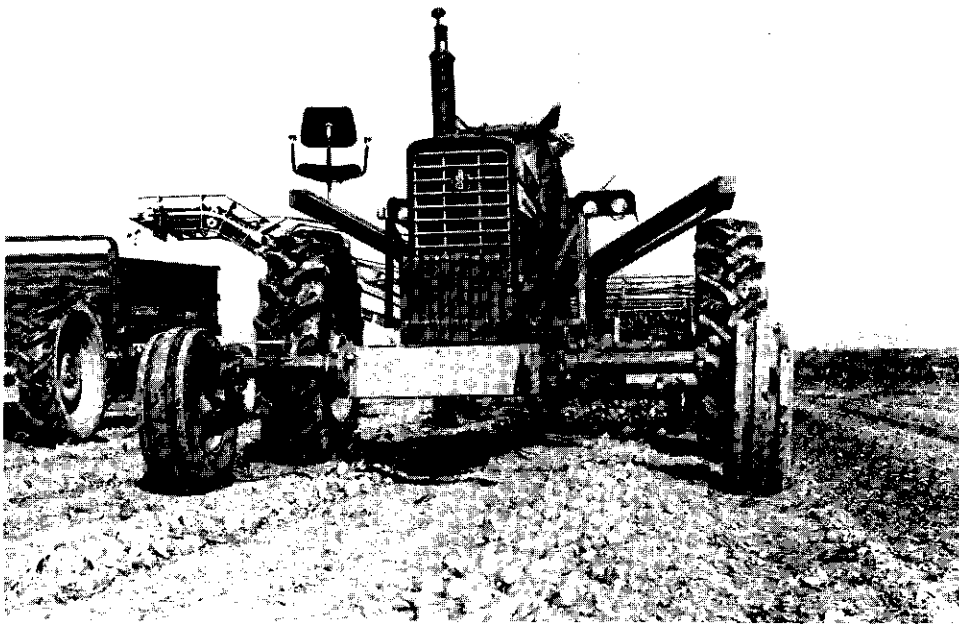
Voor de wortelgroei zijn zowel zuurstof, dus lucht, als water nodig. Daarom zal iedere grond een voor de wortelgroei optimale verhouding tussen de vaste vloeibare en gasvormige bestanddelen hebben, m.a.w. een optimale fysische toestand. Het bereiken van deze toestand in de bouwvoor is mogelijk door grondbewerking en in de ondergrond door grondverbetering (woelen, ondergrondbekalking e.d.). Op deze onderwerpen wordt in de volgende paragraaf teruggekomen.

De fysische toestand blijft door de teeltmaatregelen echter niet optimaal. Bij iedere bewerking van het gewas worden door de wielen van de trekker en het werktuig sporen gevormd, waaronder verdichting van de grond en zelfs van de ondergrond kan optreden. Deze verdichting gaat in eerste instantie ten koste van het luchtgehalte van de grond, waardoor de wortelgroei wordt belemmerd. De wortels gaan dan minder diep de grond in en kunnen minder water en voedingsstoffen opnemen, waardoor de opbrengst van het gewas nadelig wordt beïnvloed. Bij wortelgewassen kan bovendien de kwaliteit van de te oogsten wortels worden verminderd en kunnen extra verliezen optreden (bijv. vertakte suikerbieten).

Behalve door het berijden van de grond kan de structuur nog meer door slip van de aangedreven wielen worden bedorven. In dit kader heeft het bandenonderzoek waardevolle resultaten opgeleverd, waarop in de volgende paragraaf wordt ingegaan.

Ook de intensivering van het bouwplan werkt in dit verband nadelig op de fysische toestand van de grond. Hierbij dient in de eerste plaats aan de oogst en de afvoer van de volumineuze rooivuchten, vooral onder ongunstige omstandigheden, te worden gedacht. Ook de in verband met het optreden van bodemziekten noodzakelijke grondontsmetting beïnvloedt de structuur van de grond nadelig. Hetzelfde geldt voor de verminderde mogelijkheid voor het telen van groenbemestingsgewassen.

Een goede bodemstructuur in boven- en ondergrond is van belang voor een snelle ontwatering in het voorjaar en bij overvloedige regenval, maar ook voor een regelmatige watervoorziening in de wortelzone tijdens de groei van de gewassen. Niettegenstaande zal het in droge perioden noodzakelijk zijn te beregenen. De ongewoon droge zomer van 1976 heeft het nut van beregenen aangetoond en de snelle uitbreiding van het aantal haspelinstallaties bevorderd. Deze in arbeidskundig opzicht gunstige installaties werken door hun grote regenintensiteit echter nadelig op de structuur van de



Een gewas kan alleen op grond in een optimale conditie een goede opbrengst leveren, zoals de op onbere-
den grond geteelde uien op deze afbeelding.

grond (korstvorming, verslumping, afspoelen van de ruggen). Dit nadeel is door het samen met het bedrijfsleven ontwikkelen van een sproeiboom met doppen in de plaats van de grote sproeiers ondervangen. Bovendien geeft de sproeiboom een betere verdeling, mede door een mindere windgevoeligheid, en een lager energieverbruik. In de fruitteelt is veel onderzoek aan druppelbevloeiing verricht. Deze wijze van beregenen zal evenals de infiltratie in de bloembollenteelt in de toekomst aandacht vragen. Voor het beregenen is niet alleen water nodig, maar dit water moet ook van goede kwaliteit zijn. Daarom is ook apparatuur voor het zuiveren van beregeningswater ontwikkeld. Helaas is deze apparatuur nog zo duur dat alleen glasteelten hiervan gebruik kunnen maken. Het ontwikkelen van goedkopere methoden voor het ontzouten en ontijzeren van beregeningswater is voor de akkerbouw en vollegrondsgroenteteelt in bepaalde gebieden (o.a. Zeeland) van belang om tot een optimale produktie te kunnen komen.

Verder is voor een efficiënt gebruik van het water onderzoek naar automatisering van de beregening noodzakelijk, waarbij de ontwikkeling van betrouwbare sensoren voor het bepalen van de waterbehoefte van de gewassen van eminent belang is.

Hoewel organische meststoffen enerzijds kunnen bijdragen tot een verbetering van de bodemstructuur, werkt anderzijds het overdadig toepassen van mestoverschotten uit de dierlijke sector in de omgekeerde richting. Ook kan mengmest nuttig worden toegepast om verstuiven van lichte gronden en verslumpen van daarvoor gevoelige gronden tegen te gaan.

Hiermede zijn we tevens op de chemische toestand van de grond terechtgekomen.

Enerzijds moet de bodemvruchtbaarheid op peil worden gehouden, anderzijds zal naar een optimale toepassing van meststoffen moeten worden gestreefd. Dit laatste is vooral van belang voor de stikstofmeststoffen, waarvan de produktie veel energie kost en die een ongunstige invloed op het grond- en oppervlaktewater kunnen hebben. Verder is de stikstofgift bepalend voor de opbrengst en vooral de kwaliteit van het produkt (zetmeelgehalte van aardappelen, suikergehalte van suikerbieten, nitraatgehalte van groentegewassen e.d.).

In dit verband dient ook op het grote belang van een juiste kalibermesting op aardappelen in verband met de blauwgevoeligheid van de knollen te worden gewezen. Te recht is daarom in het verleden en wordt nog steeds veel onderzoek naar de verdeling van de meststof bij kunstmeststrooiers verricht. Dit onderzoek zal ook in de toekomst aandacht blijven vragen. Behalve voor de volveldstoepassing zal dit in de toekomst ook gelden voor apparatuur voor rijenbemesting.

Enerzijds gedwongen door de dierlijke mestoverschotten, anderzijds om de kosten van dure kunstmeststoffen te drukken en aan de organische stofvoorziening van de grond bij te dragen, zijn de organische meststoffen weer meer in de belangstelling gekomen. Op de nadelen van het overdadig gebruik van mengmest voor de structuur van de grond werd reeds gewezen. Verder kan een dergelijk gebruik het grond- en oppervlaktewater met stikstof en fosfaat verontreinigen. Met name bij varkensmest dient bovendien kopervergiftiging van de grond te worden voorkomen. Bodemverontreiniging met andere zware metalen speelt ook een rol bij het toepassen van zuiverings- en rioolslib. Ook de gelijkmatige verdeling bij het machinaal toepassen van organische meststoffen, vooral bij kleinere giften, zal aandacht van het onderzoek moeten krijgen.

Bodemverontreiniging kan eveneens optreden door het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen, zowel bovengronds als in de grond toegepast. Hierop wordt in de paragraaf over de milieubescherming nader ingegaan.

Wat tenslotte de biologische toestand van de grond betreft, spelen bodemziekten, met name bodemmoeheidsziekten, als gevolg van de intensivering van het bouwplan een rol. De door het IMAG ontwikkelde freesschaarinjecteur met aangedreven rol heeft in de praktijk algemeen ingang gevonden. Met de komst van granulaten zal een goede verdeling hiervan in de gewenste bodemlaag meer aandacht van het onderzoek vragen.

Bij de teelten onder glas is een ontwikkeling van grondvervangende substraten op gang gekomen, waarop in een aparte paragraaf wordt ingegaan.

Tenslotte dienen de alternatieve landbouwmethoden te worden genoemd, die tegemoetkomen aan de wensen van bepaalde groepen consumenten. Deze landbouwmethoden zullen meer onderzoek vragen op het gebied van de mechanisatie, o.a. voor het composteren van organisch afval, het toepassen van alternatieve teeltmethoden en gewasbeschermingsmiddelen en het mechanisch bestrijden van onkruid (o.a. branden).

Grond als produktiefactor

In de vorige paragraaf is reeds op de betekenis van de grond voor het produktiemilieu van de plant gewezen. In dit hoofdstuk zal nader worden ingegaan op het onderzoek

naar de mogelijkheden om de grond als produktiefactor zo goed mogelijk in stand te houden.

Grondbewerking en -verbetering

In de afgelopen 20 jaar is veel aandacht besteed aan het effect van grondbewerkingswerktuigen op de bodemtoestand. Dit gebeurde zowel binnen in de grondbak onder geconditioneerde omstandigheden als buiten in het veld, o.a. met behulp van telemetrie, d.w.z. de gemeten waarden worden draadloos naar de meetbus op de wendakker doorgegeven.

Bij de grondbewerking trad een verschuiving op van eenvoudige getrokken naar door de aftakas aangedreven werktuigen met een meer gecompliceerd bewegingspatroon van de werkenden elementen (tand, mes, blad e.d.). Bij laatstgenoemde werktuigen heeft de uitgangstoestand van de grond relatief weinig invloed op het eindresultaat; het aspect „bewerkbaarheid” kreeg daardoor een extra dimensie.

In een landelijk uitgevoerd onderzoek aan ploegristers is een goed beeld verkregen van de te verwachten specifieke ploegweerstand per regio en per grondsoort. Deze statische snijweerstand treedt ook op bij de vastetandcultivator. Bij de aangedreven werktuigen gaat de kinetische energie (dynamische weerstand) pas een rol spelen bij hogere werksnelheden.

Door een analyse van de typen werktuigen is het mogelijk de vermogensbehoefte op verschillende grondsoorten per type te voorspellen. Aan de hand van de gewenste rijsnelheid en de van het trekvermogen afhankelijke werkbreedte kan de arbeidsbehoefte worden berekend. Deze modelmatige aanpak biedt tevens uitkomst om in ontwikkelingslanden, op basis van summiere metingen of ervaringen, over de technische en arbeidskundige gegevens met betrekking tot tractie en grondbewerking te beschikken.

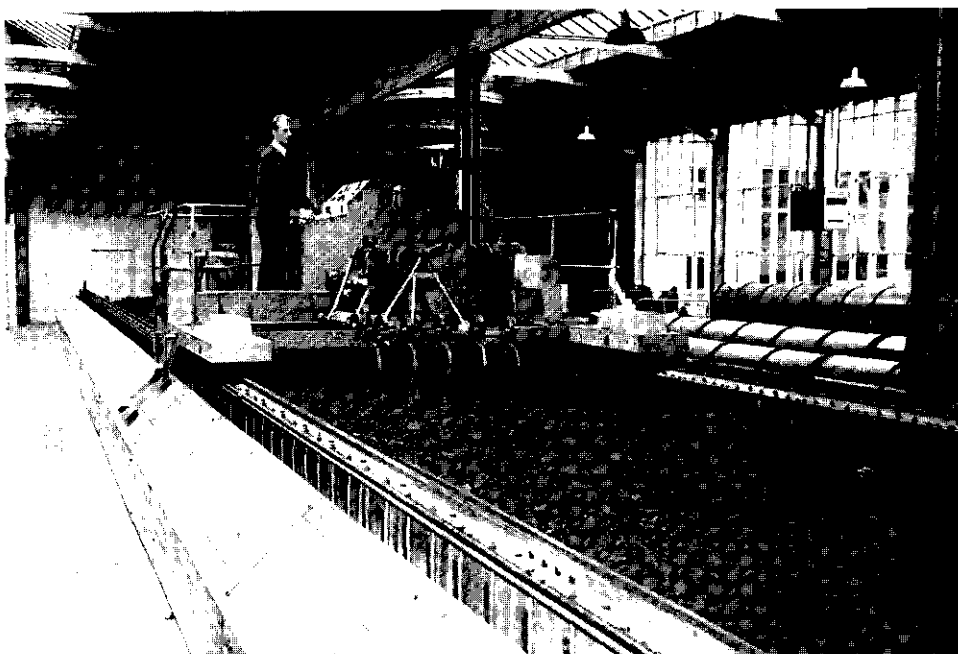
Dankzij het genoemde onderzoek zijn ploegristervormen ontwikkeld die beter keerden (grasgroenbemesters waren in opkomst!) en weinig afhankelijk van rijsnelheid en grondsoort waren. Verbeteringen aan de vastetandcultivatoren waren van belang voor de bewerking van aardappelland in verband met het bevroren van verliesknollen.

Aan de zaaibedbereiding is door het IMAG op twee manieren gewerkt en wel vanuit a) de vastegrondzaai-gedachte voor het doorzaaien van blijvend grasland en het zaaien van mais in doodgespoten kunstweiden en

b) de volgteelt-gedachte, waarvoor in samenwerking met Rumpstad B.V. een cultivator-frees-combinatie werd ontwikkeld om in korte tijd een zaaibed voor het volggewas te maken.

Met betrekking tot aangedreven eggen is in het ILR-verleden reeds geprobeerd een aangedreven kettingeg te ontwikkelen, die ondiep en sterk egaliserend werkte. Dit werktuig bleek toen technisch en economisch niet haalbaar; het thema blijft echter actueel.

Het werkbareheidsonderzoek heeft zich in het begin toegespitst op het vaststellen van normen voor de verschillende grondgebonden bewerkingen, zoals zaaien en rooien. Door middel van de IMAG-bewerkbaarheidstest, gebaseerd op de minimaal vereiste grondstabiliteit, is het maximaal toelaatbare vochtgehalte van de toplaag vastgesteld. Langjarige gegevens over dit vochtgehalte zijn nodig voor het voorspellen van het



De grondbak heeft in de zestiger jaren in belangrijke mate bijgedragen tot de kennis van de effecten en de energiebehoefte van aangedreven grondbewerkingswerktuigen.

aantal werkbare uren; met behulp van het ICW-simulatiemodel (Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding) zijn beschikbare weergegevens in bodemvochtgehalten omgezet. Dankzij kansberekeningen met betrekking tot werkbare situaties kan nu reeds slagvaardiger gepland en op de nukken van ons wisselvallige klimaat gereageerd worden. Op dit type onderzoek zal in de nabije toekomst een zwaarder accent worden gelegd.

Bij het recente onderzoek aan woelers ten behoeve van de grondverbetering is voortgebouwd op de resultaten van het cultivatoronderzoek. Op basis van de werksfeer zijn o.a. de maximale woelpootafstand en de toelaatbare werkdiepte vastgesteld. Uit bodemkundig onderzoek bleek dat gewoelde percelen onder invloed van het landbouwverkeer na verloop van tijd toch weer in een (te) dichte pakking komen. Voor het stabiliseren van de gewoelde ondergrond kan o.a. de door het IMAG in samenwerking met het PAGV (Proefstation voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Vollegrond) en het bedrijfsleven ontwikkelde kalkinjecteur worden gebruikt. Deze injecteur heeft zijn nut voor de suikerbietenteelt op dalgrond in proeven bewezen.

Banden

In het vorige hoofdstuk werd reeds gewezen op het belang van het bandenonderzoek voor het behoud van de bodemstructuur. Dit onderzoek werd met de IMAG-

enkelwieltester uitgevoerd en heeft belangrijke resultaten met betrekking tot de eigenschappen en prestaties van banden opgeleverd.

Wat de trekkerbanden betreft is in de zestiger jaren door de fa. Hofka voor de „vette“ kleigronden een speciale hoogkammige band ontwikkeld. Bij het onderzoek bleek deze band minder snel vol te lopen dan de conventionele band. De zware, hoge nokken werken zich, zo nodig, door de slappe toplaag heen om aan de vastere ondergrond hun trekkracht te kunnen ontfangen. Dankzij de ruime en uitgeknipte plaatsing van de nokken is het weggedrag vrij goed.

Bij het zoeken naar mogelijkheden om de wielslip en de bodemdruk te verminderen werden, mede door IMAG-onderzoek, de voordelen van de radiaalband in de landbouw reeds in een vroeg stadium onderkend. Deze voordelen zijn gebaseerd op het relatief stugge loopvlak (gordel) en de bijzonder flexibele zijanten (wangen). Onder belasting plat de band af, zodat een geringere bodemdruk optreedt. Ook bij normale profilering (d.w.z. half-labour- in plaats van labour-profiel) is het zelfreinigende vermogen goed.

In de nabije toekomst zal het bandenonderzoek met de enkelwieltester worden verlegd naar het bestuderen van het gehele voertuigontwerp. De plaatsing van de wielen (dubbellucht, tandem), de vierwielaandrijving en de wijze van besturing (knikbesturing, besturing van alle wielen) hebben eveneens grote invloed op de prestaties van de banden en het gedrag van het voertuig.

Voor de praktijk zal de vierwielaandrijving op conventionele trekkers van steeds meer betekenis worden. Blijkens IMAG-onderzoek zijn de meerkosten alleen verantwoord, wanneer de voorbanden relatief groot zijn (met behoud van een korte draaicirkel!) en tijdens het gebruik voldoende belast blijven. Door uitbreiding van de fronthefinrichting inclusief aftakas kunnen werktuigen bovendien voorop de trekker worden gekoppeld. Hiervan wordt o.a. bij de stalvoeding en het rooien van suikerbieten gebruik gemaakt; in het buitenland worden ook al gelijksoortige werktuigen gecombineerd; bijv. een tweescharige duw- met een driescharige getrokken ploeg.

Ook wordt door het IMAG aan een hulpaandrijving van wagenwielen via de aftakas gewerkt. Gezien de voordelen van rechtstreekse wielaandrijving en -besturing zullen zelfrijdende werktuigen steeds meer opgang maken. Bij spuit- en oogstmachines is deze ontwikkeling niet meer te stuiten en bij het landbouwtransport is in navolging van het grondverzet uitbreiding te verwachten.

Bij het landbouwtransport worden, mede onder invloed van onderzoekresultaten, steeds meer lagedrukbanden toegepast. Wagenbanden worden nog vaak met een te hoge spanning (ca. 2 bar) gebruikt, waardoor de druk op de grond te hoog is (gemiddelde gronddruk ca. 1,2 x bandspanning). Bij verlaging van de bandspanning tot maximaal 1 (bij drogere omstandigheden 1 ½) bar komen bovendien veel meer werkuren beschikbaar.

Het toepassen van lagedrukbanden betekent bij een toename van het laadvermogen echter ook meer banden; grotere banden bieden in verband met de te hoge laadvloer geen mogelijkheid.

De banden kunnen in tandem op twee, maar bij laadvermogens boven 12 ton ook op drie assen worden bevestigd; in laatstgenoemd geval is besturing van de voorste en achterste wielen vereist om o.a. structuurbederf van de toplaag te vermijden.

Genoemde hoge laadvermogens lijken overdreven, maar beogen aansluiting op het wegtransport. Om kwetsbare land- en tuinbouwprodukten zonder overslag van producent naar afnemer te vervoeren blijkt de container geschikt te zijn, die in het veld op een door het IMAG ontwikkeld drie-assig onderstel wordt overgenomen. Aan het

laadvermogen worden echter grenzen gesteld, omdat de weliswaar lage bodemdruk bij toenemende bandbreedte dieper in de ondergrond kan doordringen. Tenslotte bleek uit een reeds enkele jaren afgesloten project, dat luchtkussenvoertuigen op oneffen landbouwgronden niet bruikbaar zijn.

Overige activiteiten

Onder dit hoofd wordt in de eerste plaats het onderzoek aan het uit Sleeswijk-Holstein afkomstige telen van bloembollen in netten op zwaardere grond genoemd. Op deze grond is het namelijk moeilijk in de herfst een goed verkruimelde rug op te bouwen. De bloembollen worden bij dit systeem tussen twee netten gepoot. Momenteel wordt deze werkmethode bij enkele kwekers op technische betrouwbaarheid en economische haalbaarheid getest.

In de tweede plaats wordt sinds 1977 samen met het PAGV onderzoek aan de zgn. rijbanenteelt verricht. Bij dit teeltsysteem maakt het noodzakelijke landbouwverkeer uitsluitend gebruik van permanente wielsporen, die steeds vaster en draagkrachtiger worden. Tussen de sporen blijft de grond onbereden en onverdicht en is met weinig inspanning in een optimale toestand te houden. Tevens is op dit „futuristische” proefveld een ondergronds bedradingssysteem voor de automatische trekkerbesturing aangelegd, zodat de chauffeur zich op het leveren van precisiewerk kan concentreren.

Tegenover de voordelen (o.a. een meeropbrengst van 8 à 10%) staan nadelen (o.a. een groot areaalverlies bij 0,5 m brede paden op 3 m afstand van elkaar). In verband met dit nadeel wordt voor de toekomst gedacht aan spoorrails op 12 m afstand en een portaalkraan als voertuig.

In de praktijk zijn enkele voordelen van de rijbanenteelt op korte termijn en tegen weinig kosten reeds te realiseren door met behulp van markeurs een vast sporenpatroon gedurende één groeiseizoen aan te houden.

De rijbanenteelt lijkt een antwoord te kunnen geven op het wereldwijde probleem van de bodemverdichting als gevolg van niet aangepaste mechanisatie.

Kunstmatige groeimedia

Reeds zeer lange tijd probeert men planten zonder aarde te telen. Werd het in eerste instantie vooral gedaan om inzicht te krijgen in de bemesting van de plant (watercultures), later trachtte men ook gewassen commercieel op kunstmatige media te telen. Telkens waren er echter problemen met de plantengroei die de voortgang in het onderzoek afremden.

Vanaf het begin van de jaren zeventig heeft het onderzoek naar de plantenteelt op kunstmatige media een nieuwe vlucht genomen met als uiteindelijk resultaat een grote commerciële toepassing. Voor de nabije toekomst wordt een verdergaande groei van deze teeltwijze verwacht, enerzijds door de huidige problemen in de tuinbouw ten aanzien van energie en grondontsmetting, anderzijds door de mogelijkheden van mechanisatie en regelbaarheid van de groei.

Teelt op substraten biedt verschillende voordelen:

- de onafhankelijkheid van de kwaliteit van de grond;

- het ontbreken van bodemziekten, dus een steriele start;
- de uniforme kwaliteit van het bewortelingsmedium;
- een betere regelbaarheid van de groei;
- een lager energieverbruik en een hogere produktie.

Nadelen van substraatteelt zijn er ook:

- de vrij hoge investeringen;
- het risico van ziekteverspreiding;
- de hoge eisen waaraan het gietwater moet voldoen.

Uit het onderzoek in de afgelopen jaren is gebleken dat de nadelen niet tegen de grote voordelen opwegen.

Tijdens een bezoek aan Denemarken en Duitsland in 1970 werden door het ITT (Instituut voor Tuinbouwtechniek) contacten gelegd met fabrikanten van kunstmatige media, waarop in die landen proefsgewijs werd geteeld. Het jaar daarop stonden in één van de ITT-kassen de eerste vergelijkende proeven met veen, steenwol en schuimsubstraten op stapel. Tegen het onderzoek werd toentertijd zeer sceptisch aangekeken en slechts weinigen zagen er mogelijkheden in. Het onderzoek werd echter voortgezet en na boomkwekerijgewassen werden bolbloemen, potplanten, tomaten, komkommers en enkele andere gewassen in steenwol of schuim geteeld. Na de eerste jaren van proberen werd het onderzoek vooral gericht op de commerciële toepassing van de komkommer- en tomatenteelt in steenwolmatten. De andere substraten werden niet in grote matten, platen of zakken geleverd en kwamen daarom meer voor potplanten en stekken in aanmerking.

Voor de teelt in steenwolmatten werd de kas in principe als volgt ingericht.

Eerst werd de grond geëgaliseerd. Op de grond werden tempexplaten in rijen achter elkaar gelegd als isolatie tussen de steenwolmat en de grond en om de matten vlak te kunnen leggen. Op of in deze platen kwamen verwarmingsslangen. Tenslotte kwamen hierop de uiteindelijke steenwolmatten van 90 cm x 30 cm x 7,5 cm, die met folie zijn omhuld. De tomaten- en komkommerplanten werden in steenwolpotten (6 cm x 6 cm x 7 cm) opgekweekt en vervolgens op de mat gezet. Water en voedingsstoffen werden via een druppelbevloeingsinstallatie gegeven.

In de loop der jaren is dit systeem naar een eenvoudiger opzet geëvolueerd. De tempexplaten worden nu weggelaten, evenals de verwarmingsslangen onder de mat bij de tomatenteelt. De hoeveelheid steenwol is bij tomaten teruggebracht tot 15 cm breedte met vier rijen per 3,20 m kap; bij de komkommers worden nu 20 cm brede matten gebruikt met twee rijen per kap.

Naast de teelt in steenwol is halverwege de jaren zeventig uit Engeland een systeem gekomen waarbij geen substraat meer gebruikt wordt, maar waarbij de planten in een hellende goot staan waardoor een voedingsoplossing stroomt. Deze „nutrient” film technique” (NFT) of voedingsfilmenteelt is bij komkommers nooit erg succesvol gebleken, wel echter bij tomaat, paprika en verschillende snijbloemen.

Het onderzoek was in eerste instantie teeltkundig gericht, maar toen er duidelijk positieve resultaten uit het substratenonderzoek kwamen, is dit deel van het onderzoek aan de proefstations gedelegeerd. Op het IMAG is het onderzoek gericht op de nog bestaande technische problemen ten aanzien van mechanisatie en automatisering. Ten behoeve van de voedingsfilmenteelt is volledig automatische controleapparatuur ontwikkeld om de voedingsconcentraties (EC) en pH op het gewenste niveau te houden. Uitgebreide metingen zijn verricht aan het zuurstofgehalte in het water, de tem-



De teelt van tomaten in een voedingsfilm maakt de tuinder onafhankelijk van de kwaliteit van de grond.

peraturen van water, steenwol e.d. en het gebruik van extra steenwolblokken in de goot om de planten een extra buffer te geven in geval van watertekort. Ook zijn de mogelijkheden nagegaan om tot een verminderd watergebruik te komen.

Vanaf 1980 is een nieuw teeltsysteem tot ontwikkeling gekomen dat de nadelen van voedingsfilmteelt (helling, hoge energiebehoefte, geringe buffercapaciteit) en steenwolteelt (hoog waterverbruik, onregelmatige waterverdeling, verspilling van dure meststoffen) vermindert. Het systeem gaat uit van een horizontale ligging van goten waarin continu een laagje water staat en waarin een dikke steenwolbalk ligt. Het water wordt slechts aangevuld indien dit nodig is; circulatie van het water in verband met verversing is mogelijk. Deze zgn. teelt in stilstaand water heeft sindsdien bij tomaten en komkommers behoorlijk opgang gemaakt.

Behalve voor groenten is de substraatteelt ook geschikt voor snijbloemen. Voor chrysanten is een volledig gemechaniseerd teeltsysteem in voedingsfilm op transporttabletten ontwikkeld. Het principe is als volgt.

In een speciale werkruimte worden chrysantenstekken die zonder substraat in magazijnen zijn beworteld, machinaal geplant in goten die op transporttabletten liggen. De tabletten worden vervolgens naar de teeltruimte getransporteerd, waar de chrysanten eerst vegetatief en daarna generatief kunnen groeien. Zijn de chrysanten oogstrijp, dan worden de tabletten weer naar de werkruimte gereden en worden de bloemen machinaal geoogst.

In 1982 is het zo dat het bewortelen zonder substraat in magazijnen en het machinaal oogsten op praktijkschaal is beproefd. Teeltkundig zijn er weinig problemen; bovendien is een teeltversnelling van ongeveer drie weken ($\pm 20\%$) goed mogelijk.

Door substraatteelt zit men niet meer vast aan de grond. Mogelijkheden zijn gescha- pen om tijdens het begin van de teelt de planten nauwer te zetten en later wijder te zetten, waarbij aan tomaten en paprika kan worden gedacht. Een hogere ruimtebe- nutting en daardoor minder energie per eenheid produkt bieden ook voor de teelt op transport- (chrysant) en roltabletten (roos, anjer) grote mogelijkheden.

Momenteel is de situatie zo dat vele tuinders al op steenwol, stilstaand water, voe- dingsfilm, veen of schuim zijn overgeschakeld. In 1982 beslaan alle mogelijke syste- men een oppervlak van ongeveer 500 ha. Door de grote mogelijkheden zal de uitbrei- ding van deze teeltmethode zich de komende jaren in een hoog tempo blijven voort- zetten.

Milieubescherming

Tot voor kort werden grond, water en lucht door land- en tuinbouw vrijwel uitsluitend als produktiefactoren beschouwd. Landaanwinning door inpoldering of ontginning was nog goed mogelijk. Water gaf eerder problemen doordat er te veel dan te weinig van voorhanden was. Over de kwaliteit van de lucht maakte men zich geen zorgen. Tegenwoordig ligt de zaak geheel anders. De bevolking van ons toch al zo kleine land- je is versneld toegenomen. Hierdoor is de factor grond in een minimum komen te ver- keren en door de verdergaande industrialisatie en de toepassing van nieuwe technolo- gische ontwikkelingen hierbij, dreigde ook de kwaliteit van grond, water en lucht ach- teruit te gaan. Deze veranderingen zijn uiteraard niet ongemerkt aan land- en tuin- bouw voorbijgegaan; door ruimtegebrek werden deze nog sterk geïntensiveerd.

De traditionele gebondenheid van de boer en tuinder aan de drie produktiefactoren zijn er echter ook de oorzaak van dat vanuit landbouwkringen al vanouds de moderne ontwikkelingen met argusogen werden bekeken. Deze gereserveerdheid heeft gestal- te gekregen in onderzoek en voorlichting en wel zodanig dat het uniek mag worden genoemd hoe in een klein land als Nederland vanuit het landbouwkundig onderzoek kosten noch moeite gespaard worden om het milieu leefbaar te houden. Milieube- heer en milieutechniek zijn nieuwe namen voor zaken die in feite reeds lang in uitvoe- ring zijn. De bezorgdheid vanuit landbouwkringen voor grondwaterspiegel, bo- demstructuur, ontwatering en windkeringen zijn traditioneel. Anderzijds werden de teeltwijzen in de loop der tijd complexer, milieuvreemde stoffen deden hun intrede en door concentratie van de produktie deed zich het probleem van de mestoverschotten en de afvalverwerking gevoelen. M.a.w. er waren genoeg problemen waarop een ant- woord moest worden gevonden ten einde de land- en tuinbouw niet door eigen toe- doen te laten verstikken. Tegen deze achtergrond werd en wordt veel onderzoek ver- richt, o.a. op het gebied van de spuittechnieken, maar ook op andere gebieden, zoals uit het vervolg zal blijken.

Gewasbescherming

Deze vrij nieuwe benaming geeft al aan dat de bestrijding van ziekten en plagen in land- en tuinbouw in een ander daglicht is komen te staan.

De eerste chemische middelen werden met grote hoeveelheden water gemengd om

er zeker van te zijn dat het gehele gewas met middel werd bedekt. Dit zgn. wassen kostte veel arbeid en energie. De vloeistof werd door een pomp onder druk gebracht en met behulp van een spuitstok op het gewas gespoten. In de fruitteelt, in die jaren reeds een vooruitstrevende tak van tuinbouw, werd al snel gezocht naar een methode om de arbeid te verlichten. In plaats van met alleen water als draagstof te werken, werd ook lucht toegevoerd. Dit systeem werd voor het eerst op een met de hand bediende nevelspuit toegepast. De bedienende persoon behoefde niet meer met de slang te lopen, maar kon op de spuit meerijden. Vervolgens werd de bedienende persoon vervangen door een machine, waarmee de bomen in de werkgang volledig werden bespoten.

Dit zgn. snelspuiten met luchtondersteuning werd nog steeds uitgevoerd met grote hoeveelheden water. Na onderzoek is vastgesteld dat het gehele blad niet behoefde te worden bedekt, maar dat met genoeg kleine druppels, verdeeld over het blad, ook een goed resultaat kon worden bereikt. Met dit zgn. nevelen kon de hoeveelheid water tot een tiende worden teruggebracht.

Om na te gaan of een spuit aan de verwachte eisen kon voldoen, is een testmethode ontwikkeld waarmee dit zonder bomen in de zgn. spuitoren kon worden vastgesteld. Bij de toen gebruikte hoge bomen was het hoogtebereik immers belangrijk. Dit bereik werd gemeten aan de afzetting van druppels op glasplaatjes.

Door de gewijzigde omstandigheden en inzichten moesten de testmethoden worden aangepast. Was vroeger bij een demonstratie een grote nevelkolom boven de bomen een kwaliteitsaanduiding voor de doordringing, vandaag is het een zwarte wolk voor het milieu. Via het visueel met een UV-lamp vaststellen van de bedekking van bladeren met de verspoten fluorescerende stof wordt thans de bedekking gefotografeerd en vervolgens automatisch met een quantimet geanalyseerd en verwerkt. Met deze methode kunnen zeer kleine druppels (20 μ doorsnede) nog worden geanalyseerd.

Werden de veldgewassen enkele tientallen jaren geleden veelal behandeld met spuiten met een werkbreedte van maximaal 12 m, tegenwoordig zijn werkbreedtes van 24 m en meer geen uitzondering. De slagvaardigheid is hierdoor veel groter geworden, maar met de grotere werkbreedtes zijn ook de problemen met slechtere verdelingen ten gevolge van bewegingen van de spuitboom in huis gehaald. Extra aandacht voor de boomophanging was dan ook noodzakelijk.

Hierop inspeliend zijn meetmethodieken ontwikkeld om ook verdelingsmetingen aan rijdende spuiten te kunnen uitvoeren, waarvoor fluorescerende stoffen worden gebruikt. Het spuiten gebeurt op papierstroken die met een fluorimeter kunnen worden geanalyseerd. Een microprocessor zorgt voor het berekenen van de spreiding in de verdeling van de spuitvloeistof.

Bij de spuitdoppen zijn de ontwikkelingen gericht op meer specifieke doppen zoals de tweekamerdop en de LP-spleetdop (Low Pressure). Deze doppen hebben een spectrum met minder fijne druppels, hetgeen onder bepaalde omstandigheden duidelijk voordelen ten aanzien van drift en verwaaiing biedt. Om dit vast te stellen zijn meetmethodieken ontwikkeld om de druppelgroottespectra vast te leggen.

Ook de elektronica begint toegang tot de gewasbescherming te krijgen. Er worden nu in beperkte mate elektronische systemen toegepast die grootheden als rijnsnelheid, druk en vloeistofafgifte meten en op elkaar afstemmen aan de hand van van tevoren opgegeven parameters.

Om resthoeveelheden in de spuittank te voorkomen is men bezig een systeem te ontwerpen waarbij het middel vóór de doppen in de leiding wordt geïnjecteerd, zodat in de tank alleen water aanwezig is. Een dergelijk injectiesysteem werd reeds door het

IMAG ontwikkeld en vervolgens door een fabrikant in de handel gebracht voor de toepassing van het onkruidbestrijdingsmiddel Betanal met rijenspuiten in suikerbieten. Ook zijn nieuwe technieken in ontwikkeling, zoals CDA (Controlled Droplet Application), elektrostatisch spuiten e.d. Het streven daarbij is met zo weinig mogelijk middel een zo groot mogelijk effect te bereiken door een regelmatige verdeling, een juiste druppelgrootte, het toedienen op die plaatsen waar het noodzakelijk is zonder de rest van het milieu te belasten. De realisering van dit streven wordt ondersteund door onderzoekssamenwerking tussen het IMAG en de proefstations. Zo worden voor de proefstations spuiten gemaakt waarmee het mogelijk is middel en druppels gecontroleerd op het gewas te brengen. De proefstations kunnen dan in proeven vaststellen hoe groot de druppel moet zijn en hoeveel middel noodzakelijk is om het gewenste effect te bereiken. Als spuitmethode is gekozen voor de CDA-techniek met draaidoppen omdat hiermede de druppelvorming redelijk in de hand kan worden gehouden en de vloeistof met behulp van een luchtstroom in het gewas goed kan worden verdeeld. Daar bovendien met kleine hoeveelheden spuitvloeistof kan worden gewerkt, is automatisering belangrijk eenvoudiger en het probleem van een hoge luchtvochtigheid in kassen door het vele water als draagstof belangrijk teruggebracht. De eerste resultaten van een door de hoofdafdeling Werktuigbouwkunde met draaidoppen uitgeruste spuit voor chrysanten zijn volgens de eerder genoemde automatische testmethode verwerkt.

Anderzijds wordt in het onderzoek ook aandacht besteed aan milieuvriendelijke bestrijdingsmethoden, waarbij in de eerste plaats aan de mechanische onkruidbestrijding inclusief het rijenspuiten en aan het verbranden van onkruid wordt gedacht. Ook het vervangen van het doodspuiten van poot aardappelen door looftrekken valt hieronder. Recent is de toepassing van onkruidstrijkers, waarbij boven het gewas uitstekende onkruiden met een systemisch werkend allesdodend middel worden aangestroken en gedood.

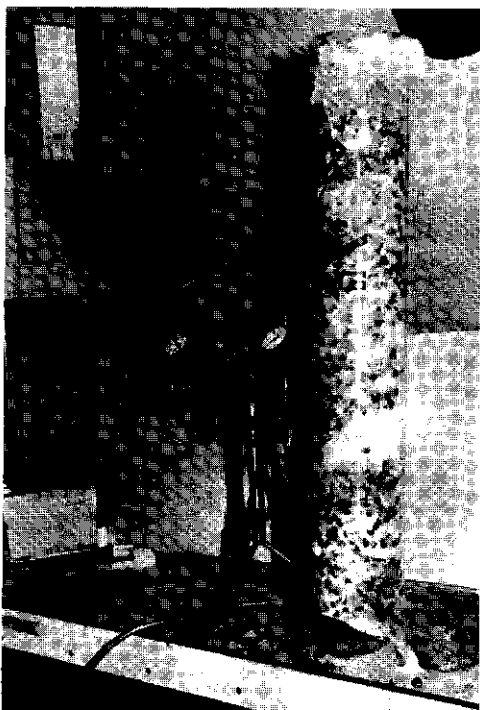
Ook het ontwikkelen van een nieuwe ontsmettingsmethode met behulp van schuim voor bloembollen dient te worden genoemd. De toepassing voor poot aardappelen wordt onderzocht, zodat de milieuproblemen met de zgn. dompelbaden met kwik worden opgelost.

Momenteel wordt gewerkt aan een systeem van onkruidherkenning, gebaseerd op optische sensoren en een computerprogramma ter identificatie van de onkruidplanten.

In het kader van de geautomatiseerde begeleidingssystemen voor land- en tuinbouwbedrijven wordt ook gedacht aan het op basis van verrichte waarnemingen in het gewas advies geven voor een gerichte bestrijding van ziekten en plagen op basis van schadedrempels. Voor graanziekten bestaat reeds een dergelijk systeem (Epipré).

Overige activiteiten

Gewasbescherming is een uitermate belangrijke zaak in het raakvlak van de belangensfeer van landbouw enerzijds en milieubeheer anderzijds, maar het is niet het enige. Zaken als mestoverschotten, afvalverwerking, landschapsbeheer en -onderhoud dreigen conflictsituaties op te roepen die voortdurend aandacht van het onderzoek vragen. Hierbij wordt zo veel mogelijk gezocht naar oplossingen zonder nadelige neveneffecten. Omzetting van mengmest in biogas is daarvan een goed voorbeeld. Ten aanzien van het beheer en onderhoud van landschappen en natuurgebieden



Een recente IMAG-ontwikkeling heeft betrekking op een milieuvriendelijke methode voor het ontsmetten van bloembollen en vermoedelijk ook aardappelen met in schuim toegediende middelen.

tracht men door biologisch verantwoorde mechanisatie de kosten zo laag mogelijk te houden. Hierbij wordt ruime aandacht besteed aan goede beheerssystemen waarbij het gebruik van de computer al lang geen nieuwigheid is. Hierdoor is het mogelijk om de factor arbeid optimaal te benutten en werkzaamheden beter op elkaar af te stemmen.

Met dit alles wordt aangetoond dat technologische ontwikkelingen niet gezien mogen worden als een vijand van het leef- en produktiemilieu, maar eerder als instrument dat het mogelijk maakt zelfs onder omstandigheden van hoge bevolkingsdruk het milieu leefbaar te houden voor mens, dier en plant.

De produktie in de tuinbouw

Inleiding

De tuinbouw omvat een aantal sterk uiteenlopende takken wat betreft gewassen, bedrijfsgrootte en mate van intensiteit. Komen er in de fruitteelt bedrijven voor van 50 ha en groter, in de champignonteelt behoort men reeds met 2.000 m² bedrijfsoppervlakte (= celoppervlakte) tot de grote bedrijven.

In de laatste decennia heeft een sterke intensivering plaatsgevonden. De oppervlakte, gebruikt voor de meer extensieve teelten, nam sterk af; die voor intensieve takken van tuinbouw nam toe. Deze ontwikkeling kan worden geïllustreerd met gegevens over het areaal zoals die voor 1960, 1970 en 1980 hieronder voor verschillende takken van tuinbouw zijn gegeven.

	1960	1970	1980
Groenten	39.255 ha	50.112 ha	49.282 ha
waarvan onder glas	4.017	5.374	4.658
Bloemen	1.478	2.519	5.180
waarvan onder glas	468	1.634	3.976
Fruit	57.692	39.283	25.332
Bloembollen	9.817	12.228	14.307
Boomkwekerij	2.957	3.806	6.228
Zaden	3.947	1.678	1.622
Totaal onder glas	4.992	7.236	8.755
Champignons	< 10	52	66

In deze periode van 1960 tot 1980 steeg de veilingomzet ongeveer tot het vijfvoudige, terwijl de uitvoerwaarde van tuinbouwprodukten met een factor zes toenam.

In vergelijking met de akkerbouw kwam het mechanisatieproces in de tuinbouw veel langzamer op gang. Veel gewassen zijn kwetsbaar en worden geoogst voor de verse consumptie, al of niet na een bewaarperiode, wat extra verzorging bij de teelt en de oogst met zich meebrengt.

De technische ontwikkeling blijkt voor de verschillende takken van tuinbouw sterk uiteen te lopen. Ook thans nog zijn er tussen de takken van tuinbouw duidelijke verschillen in mechanisatieniveau.

Aanvankelijk richtte het onderzoek zich in diverse bedrijfstakken vooral op de problematiek van de arbeidsrationalisatie door verbeteringen van werkmethodes te ontwikkelen. Naderhand kreeg het meer doelmatig verwarmen van kassen veel aandacht. Thans staan energiebesparing en opnieuw arbeidsmethodes op de voorgrond, maar dan gericht op humanisering van de arbeid en management, terwijl ook milieuaspecten sterk de aandacht vragen. Welke ontwikkelingen voor de diverse takken van tuinbouw karakteristiek zijn, wordt hierna aangegeven.

Vanouds is in de **fruitteelt** veel aandacht aan mechanisatie besteed. Spuiten en sorteren werden reeds tientallen jaren geleden sterk gemechaniseerd. Het bedrijfsleven had zich snel en doeltreffend georganiseerd. De werktuigencommissie van de NFO (Nederlandse Fruittelers Organisatie) is reeds meer dan 30 jaar werkzaam als adviesorgaan voor het technisch onderzoek. De intensivering van de teelt, van hoogstam en struik naar spil, valt af te leiden uit de sterke verkleining van het areaal (zie tabel), terwijl het produktieniveau op peil bleef. Thans zijn we (wellicht) in een nieuwe intensiveringsfase gekomen, naar volveldsteelt, met een nieuwe golf van mechanisatie-aanpassingen.

Het verst verwijderd van een brede mechanisatie is de **boomteelt** (alleen bij de teelt van laanbomen gebruiken de bedrijven reeds veel machines). Het brede sortiment en het *individualistisch opereren op de markt* staan een *algemene mechanisatie-aanpak* in de weg. Hoewel reeds enkele decennia terug aandacht aan verbeteringen van arbeidsmethodes is gegeven, valt pas sinds enkele jaren enige versnelling in het mechanisatie-onderzoek te bespeuren.

De **glasteelten** kennen reeds meer dan 20 jaar een duidelijke aandacht voor het technisch onderzoek inzake verwarming en kassenbouw. Daarnaast kreeg het onderzoek naar betere arbeidsmethodes de nadruk en nam de interesse voor een betere bedrijfsorganisatie toe. Dit heeft er mede toe geleid dat in de jaren zestig de bedrijfsvorm zich naar grotere eenheden met kascomplexen voorzien van een middenpad heeft ontwikkeld; eerst in de groenteteelt en later ook in de bloemisterij. Pas toen kwamen vraagstukken van efficiënter transport naar voren en werden hulpmiddelen bij de gewasverzorging en de oogst belangrijker.

In dezelfde periode kwam ook de ontwikkeling van regelsystemen voor het kasklimaat tot stand. De toepassing van de computer en de noodzaak tot energiebesparing hebben hieraan de laatste jaren een nieuwe dimensie gegeven. Veel technisch onderzoek hangt hier thans mee samen, zowel in teeltsystemen als in de organisatie van het gehele bedrijf.

Geheel eigen is de ontwikkeling in de **champignonteelt**. Deze jonge bedrijfstak heeft vrijwel van het begin af geprofiteerd van de brede inzet van het technisch onderzoek op het gebied van de bouwkunde, het klimaat, de mechanisatie en de arbeidskundige aspecten. Met dit al steekt in Nederland zowel het produktie- als het mechanisatieniveau uit boven de bedrijfssituatie in het buitenland. Vernieuwingen in teeltmethoden en gewassen behouden de aandacht van het technisch onderzoek van het IMAG.

Kende de **bloembollenteelt** 20 jaar geleden nog nauwelijks de toepassing van trekkers en werktuigen, thans is deze tuinbouwsector sterk gemechaniseerd. Dit heeft ertoe geleid dat voor enkele teelten een akkerbouwmatige aanpak mogelijk bleek. De bolbloemeteelt (trek van bloemen), die overwegend in kassen plaatsvindt, profiteert van de technische ontwikkelingen in de overige bloemteelten onder glas. Thans en in de toekomst vragen zaken als milieu, humanisering van de arbeid en organisatie van het bedrijf de meeste aandacht.

De **vollegroondsgroenteteelt** zit in een dualistische positie. Enerzijds zijn diverse „grote gewassen“ dusdanig gemechaniseerd dat een toepassing op grote bedrijven

met een gespecialiseerd machinepark mogelijk is, anderzijds treedt een diversificatie op van teelten en een grotere nadruk op kwaliteit ten behoeve van de verse consumptie. Naast de oplossing van vragen van arbeidskundige aard is ontwikkeling van nieuwe hulpmiddelen bij de verzorging en oogst van de gewassen noodzakelijk. Of na de ontwikkeling van de teelt van witlof op water ook de aanzet voor een dergelijke teeltwijze, zoals bij asperges, zich gaat doorzetten bij meer teelten, is nog niet duidelijk.

Samenvattend kan worden gesteld dat het technisch onderzoek zich thans sterk richt op de glasteelten, zowel vanwege hun economische waarde als door de problematiek van de stijgende energiekosten. Daarnaast wordt de aandacht meer gericht op zaken van behoud van milieu, goed management en zorg voor een goede kwaliteit. Verbeteringen van de werkomstandigheden en beheersing van kosten staan hierbij als regel vooraan. Het tuinbouwtechnisch onderzoek zal hiervoor in belangrijke mate moeten worden ingezet.

Kas, kasklimaat en energiebesparing

Het vertrouwde beeld van een kas in Nederland is dat van de glazen kas of warenhuis, als regel aangegebouwd in complexen van enkele duizenden vierkante meters tot enkele hectaren. Om dergelijke kassen tot een geschikte teeltruimte te maken voor gewassen die daarin in een snelle teeltopvolgning of het gehele jaar rond aanwezig zijn, moet aan heel wat voorwaarden worden voldaan: een constructie die voldoende bestand is tegen weer en wind, die optimaal het licht doorlaat en waarin een voor het te telen gewas geschikt klimaat kan worden gehandhaafd. Dit alles tegen aanvaardbare kosten.

Zowel aan de bouwkundige kwaliteiten van de kas, als aan de meting en regeling van het kasklimaat is door het tuinbouwtechnisch onderzoek in belangrijke mate bijgedragen. De laatste jaren staat daarbij de energiebesparing centraal.

Enkele aspecten van de constructie, het kasklimaat en de energiebesparing, op zich en in onderlinge samenhang, worden hier achtereenvolgens besproken.

- De kassen die thans worden gebouwd, zijn voor het overgrote deel getoetst aan de norm NEN 38.59 (Nederlandse norm). Deze norm geeft de functionele eisen aan voor de constructie van kassen met betrekking tot de sterkte, de stijfheid, de stabiliteit en de duurzaamheid.

Vele jaren is aan deze norm (en voorgaande) gewerkt, waarbij resultaten van onderdelen van dit onderzoek tussentijds zijn gepubliceerd, toegelicht en bediscussieerd. Veel van dit onderzoek is en wordt nog steeds uitgevoerd in samenwerking met TNO-instituten. Uiteraard is er ook een sterke wisselwerking geweest met de kassenbouwindustrie en de voorlichters.

Calamiteiten, zoals de zware stormen in 1972 en 1973 hebben ertoe bijgedragen dat de aandacht voor stormveilige kassen werd versterkt. Onderdelen zoals windvast Venlo-dek, eisen aan fundering en verbindingen, zijn aangepast en uitgewerkt.

Inhakend op energiebesparingsmogelijkheden is aandacht besteed aan geïsoleerde dekken en goten, maar vooral aan de verlaagde tralieligger en het horizontaal werkend luchtmechaniek om het gebruik van energieschermen te kunnen toepassen. Al met al zijn in de laatste decennia de meeste kassen hoger geworden, met maxi-

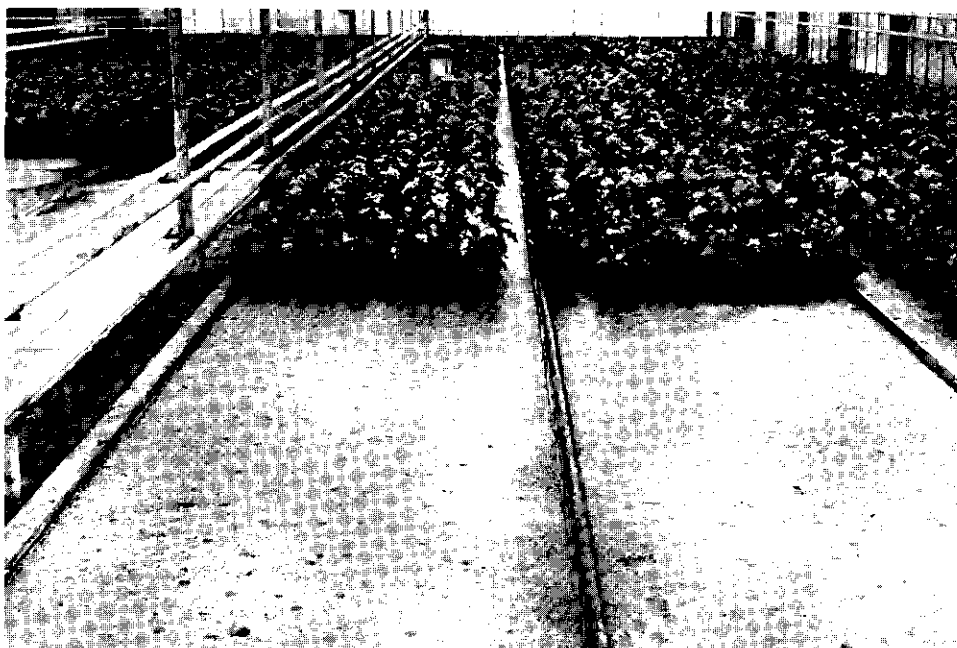
male beperking van constructiemateriaal aan de onderbouw. Een hogere productie, een betere klimaatregeling, het invoeren van energiebesparende maatregelen en efficiënte arbeidsmethodes zijn daarmee binnen bereik gekomen.

Daarnaast hebben de mogelijkheden en methodes om tweemaal enkelglas en soms dubbelglas in de gevel en het dek toe te passen, en verder om dubbele kunststoffolies en kanaalplaten van kunststof te gebruiken, veel aandacht gekregen. Een uitgebreid materiaalonderzoek ten einde de bouwtechnische en bouw fysieke mogelijkheden van verschillende isolerende kasomhullingen te kunnen bepalen, is in volle gang. Tot nu toe spelen kassen van kunststof nog maar een beperkte rol in het Nederlandse kassenbestand.

Na de totstandkoming van de kassenbouwnorm wordt deze verder aangevuld door de „Nederlandse praktijkrichtlijnen (NPR) kassenbouw”; richtlijnen, die betrekking hebben op funderingsconstructies en ook op moderne isolerende materialen.

- Het klimaatonderzoek hangt sterk samen met de teeltkundige aspecten van het gebruik van de kas. In de loop der jaren is er daarom intensief contact geweest met de betrokken proefstations, dat mede door stationering van onderzoekers aldaar vorm heeft gekregen. Daarnaast wordt het onderzoek bepaald door de beschikbaarheid of ontwikkeling van meet- en regelapparatuur. Daarbij is de introductie van de computer van grote invloed geweest op de technische onderzoekbijdrage in het laatste decennium.

Veel onderzoek is gedaan naar het ontwikkelen en toetsen van meetapparatuur voor de analyse en sturing van het kasklimaat. Factoren zoals temperatuur, lucht-



Onderzoek naar technische aspecten bij de potplantenteelt op verharde verwarmde vloeren met wisselinfiltratie.

vochtigheid en straling vormen de parameters bij o.a. klimaatregelen op basis van vochtdeficit en lichtafhankelijke temperatuurregeling als doelstellingen.

De toepassing van ontwikkelde of aangepaste meetapparatuur ter vaststelling van fysische eigenschappen van kasdek- en schermmaterialen is eveneens een belangrijk werkgebied. Factoren als doorlatendheid voor licht en warmtestraling en reflectie- en emissievermogen van materialen, zijn grootheden in de berekening om te komen tot een kwantitatief waarde-oordeel inzake de toepassing voor energiebesparing.

Thans zijn ook meer plantkundig gerichte factoren in onderzoek, met name bladtemperatuur, vochtpotentiaal, sapstroom en verdamping. Onderzoeksamenwerking tussen technici en fysiologen moet kunnen leiden tot het in gebruik nemen van apparatuur en methodes die het kasklimaat beschrijven en sturen, aangepast aan de eisen en de activiteit van het gewas.

De snelle ontwikkeling van het gebruik van de computer biedt kansen voor verbreding van de regel- en controlemogelijkheden van het kasklimaat. Het goedkoop afzonderlijk regelen van meer afdelingen met eigen klimaateisen, het opnemen van nieuwe activiteiten in het programma en het meten en natrekken van het gerealiseerde klimaat zijn hiervan voorbeelden.

Regeltechnische experimenten ten einde de computer meer optimaal te benutten voor de regeling van het kasklimaat zijn eveneens een terrein van onderzoek. Aangepast en bewust klimaatregelen leidt tot betere teeltresultaten en een meer optimaal energiegebruik.

- De kennis aangaande de hoeveelheid energie, die gedurende het jaar bij bepaalde stookmethodes en regelprogramma's vereist is, is aanzienlijk verdiept door de uitvoering van rekenprogramma's. Ook bij de bepaling van de plaats en de volgorde van introductie van energiebesparende maatregelen vormen deze een waardevol hulpmiddel.

Reeds vóór de energiecrisis van 1973 werden de warmteverliezen via glasroeden in een meetopstelling geanalyseerd. Voorts heeft onderzoek naar de energiestromen door enkel-, dubbel- en gecoat glas niet alleen inzicht gegeven in de verschillen tussen deze kasbedekkingen, maar ook in de variaties die samenhangen met de weersgesteldheid.

Metingen en berekeningen van het effect van gevelisolatie, van dubbele en meervoudige foliedekken van uiteenlopend materiaal, hebben plaatsgevonden. Bepalingen van de invloed van condens op de licht- en warmtedoorlatendheid van glas en kunststof zijn geschied, evenals het vaststellen van de effecten van schermssystemen; alle voorbeelden uit de reeks van onderzoekprojecten, gericht op zuinig en doelmatig energiegebruik.

De mogelijkheden van andere verwarmingssystemen, zoals infrarood- en matrasverwarming, van andere ordening van de buizen (tussen het gewas, in de tabletbodem of in de vloer) zijn onderzocht. Vragen omtrent de beschikbaarheid en de wijze van toepassing van andere energiebronnen, zoals afval- en restwarmte, windenergie of via warmtepompen en total energy-systemen hebben het terrein van het onderzoek aanzienlijk verbreed. Een economische evaluatie van de merites van systemen gericht op de toepassing in kassen, vormt daarbij een wezenlijk onderdeel.

Het onderzoek naar energiebesparing en meer optimaal gebruik van energie wordt door de gerichte financiering in de laatste jaren duidelijk versterkt. Door de integratie van het technisch onderzoek met teeltkundig onderzoek elders wordt daarbij het belang van het natuurlijke licht als groeifactor waar nodig steeds ingecalculleerd.

Het is de taak van het IMAG naast praktisch gerichte projecten vooral aandacht te besteden aan basisonderzoek. Zowel in het op bouwkundige aspecten als in het op fysische processen gerichte onderzoek zal deze trend zich ongetwijfeld voortzetten. Een verdere internationalisering van het technisch onderzoek, mede ter ondersteuning van het technisch bedrijfsleven, is te verwachten. De vraag: „Gaan we naast glazen naar lichte, energie-arme kassen met een ruimere toepassing van kunststoffen daarin?“, is nog niet te beantwoorden. Duidelijker is dat de klimaatregeling in de kassen meer complex gaat worden ten gevolge van differentiatie in verwarmingsnetten, scherpere ventilatienormen, een meer optimaal inspelen op de behoefte van het gewas en een efficiëntere energiesuppletie. Dit vraagt nog het nodige onderzoek in de komende jaren. Deze inspanningen zijn echter gerechtvaardigd omdat ook de teeltkundige kennis en de regelbaarheid van de teelten (in toenemende mate grondloze teelten) blijven groeien. Bovendien blijft de glasteelt vooralsnog nationaal economisch gezien een belangrijke pijler van onze landbouw.

Organisatie en beheer

De eerste jaren van het arbeidskundig onderzoek bij het toenmalige ITT hebben in het teken gestaan van de rationalisatie van het werk. In die tijd is het onderzoek geconcentreerd op het vinden van technische en werkmethodeverbeteringen, die moesten leiden tot een besparing van de arbeid. In de jaren vijftig en zestig is aan de weg getimmerd via diverse werkmethodeverbeteringsprojecten in de bloemisterij, de boomkwekerij en de bloembollenteelt.

Eerst later is het onderzoek uitgebreid tot de arbeidsorganisatie, waarbij naast de arbeids- en werkmethodestudie ook het begeleiden van het mechanisatie-onderzoek een belangrijke rol heeft gespeeld. Zo is de introductie van de stapelkist in de fruitteelt begeleid in verband met de aanpassingen van de plukmethoden, het transport van de kisten uit de boomgaard en de verwerking ervan in de schuur en het koelhuis. De introductie van nieuwe technieken en methoden vanuit het onderzoek in de praktijk wordt nog steeds arbeidskundig begeleid. Een greep hieruit zijn:

- de introductie van diverse „plukdieren“ in de fruitteelt: de pluc-o-trac, de plukpony enz.;
- de mechanische snoei in de fruitteelt;
- het oogstonderzoek in de fruitteelt: handpluk versus machinale oogst;
- het oogstonderzoek in de champignonenteelt: mechanisch oogsten versus handpluk;
- de oogst van bolbloemen in schuurkas, warenhuis en traditionele bollenkas.

In de jaren zeventig is een „meersporenbeleid“ duidelijk zichtbaar geworden. Zo is het werkmethodeonderzoek uitgebouwd tot onderzoek naar complete produktiesystemen. Daarnaast neemt het onderzoek nu complete managementsystemen in oogen-schouw. Als laatste spoor heeft – ter ondersteuning van de besluitvorming – automatisering binnen het onderzoek ingang gevonden.

Produktiesystemen

In plaats van onderdelen wordt meer en meer het gehele produktieproces aan een nadere analyse onderworpen. Hierbij wordt gekeken naar de relaties en afstemming van methoden, lay-out en personeelsbezetting van alle onderdelen en alle fasen van het

productieproces. Daarenboven wordt het onderzoek meer en meer uitgevoerd in multidisciplinaire projecten. Samengewerkt wordt met technici, met teelttechnici, met economen enz. Ook worden de proefstations, de voorlichtingsdiensten en de mogelijke afnemers/gebruikers reeds in een vroegtijdig stadium betrokken bij de opzet, de uitvoering en de verslaggeving van het onderzoek. Voorbeelden zijn:

- diverse technische en teelttechnische vernieuwingen in de glasteelten, zoals het buisrailsysteem, de steenwolteelt, het hogedraadsysteem bij tomaten, het gotensysteem bij chrysanten, de verrolbare tabletten in de potplantenteelt;
- het centraal sorteren van fruit op veilingen en grote bedrijven, waaraan tevens een stuk opleiding wordt gekoppeld;
- het gedurende vele jaren vergelijken en mee helpen verbeteren van diverse systemen in de champignonteelt: het tweezonesysteem, het eenzonesysteem, de zakenteelt, het kistensysteem, het schuifladensysteem en recentelijk het teeltsysteem met doorgroeide compost.

Bovenstaand onderzoek kenschetst zich mede als „haalbaarheidsonderzoek” van mogelijke toekomstige technische ontwikkelingen, waarbij talrijke invloedsfactoren en uitgangspunten in ogenschouw worden genomen. Dit is, mede gelet op een doelmatige besteding van een gelimiteerd onderzoeksbudget, een goede zaak.

Managementonderzoek

Naast het onderzoek van diverse componenten binnen de productieprocessen en de onderlinge relaties, onderscheidt zich een tweede richting, die zich meer richt op de planmatige benadering van een bepaald systeem, i.c. een bedrijf, en op de beheersbaarheid ervan. Het gaat hierbij om de ontwikkeling van instrumenten voor de besturing van processen. De kiem hiervan is omstreeks 1970 gelegd. Aanleiding was het onderzoek op een aantal (grote) glasgroentebedrijven, dat werd uitgebouwd tot wat heden bedrijfskundig of managementonderzoek heet. Management wordt hier omschreven als het richten en gericht houden van de samenwerking van mensen op de bedrijfsdoelen (Schieman). Evenals bij het systeemonderzoek bij productieprocessen wordt al snel duidelijk, dat men met alleen arbeidstechnische verbeteringen te geïsoleerd bezig is en slechts één – zij het belangrijke – factor onder de loupe neemt. Meer planmatige en beheersaspecten worden geïntroduceerd via het opstellen van weekbegrotingen met taakbonnen tot het een jaar van te voren opstellen van een arbeidsbegroting voor alle teelten van het bedrijf. Voor het doorrekenen van alternatieve plannen kan in de praktijk moeilijk worden volstaan met alleen een arbeidsorganisatorische aanpak: opbrengsten en kostenaspecten worden geïntroduceerd, waardoor alle plannen op basis van arbeidsopbrengsten van het bedrijf kunnen worden vergeleken. Formulieren worden ontwikkeld voor de systematische vastlegging en het vergelijken van de geplande cijfers met de werkelijkheid. Ook wordt veel aandacht geschonken aan de motivatie van het personeel via de ontwikkeling van direct toepasbare technieken.

Vanwege de rentabiliteitsverschillen zijn vele tuinders omgeschakeld van groenten op bloemen; daarmee is automatisch het onderzoekerterrein verlegd naar de snijbloemensector.

Om deze bedrijfskundige benadering naar de praktijk over te dragen verschijnt er een „stap-voor-stap” methode; ook via het post-scolaire onderwijs en de vakpers wordt veel aandacht besteed aan deze methodische aanpak. De voorlichtingsdienst heeft deze benadering eveneens geïntegreerd in het takenpakket van de bedrijfsvoorlichter. Recentelijk is soortgelijk onderzoek aangepakt in de potplantensector. Naast de reeds



Naar beter management.

beschreven aspecten, wordt de potplantenteelt gekenmerkt door de „onhebbelijkheid” van de produkten niet gedurende de gehele teelt een vaste aanspraak en standplaats op grond of tabletten te maken. Een of meer keer worden de potten opgepakt en wijder gezet. Vooral deze wisselende aanspraak op grond maakt de planmatige aanpak en beheersing van het potplantenbedrijf zo gecompliceerd. Immers naast de verschillen in saldi en arbeidsbehoefte moet als derde factor de wisselende aanspraak op grond in de planning worden betrokken.

Voor de organisatorische aanpak van het kasbenuttingsprobleem is een analyseschema ontwikkeld. Daarnaast is de aanpak in een vragenlijst vastgelegd. Om de benodigde gegevens systematisch vast te leggen en knelpunten zichtbaar te maken, is een formulierenset toegevoegd.

Het zal duidelijk zijn dat, gelet op het steeds onder druk blijven staan van de rentabiliteit, het managementonderzoek in de komende jaren veel aandacht zal blijven vergen. Naast de technisch-economische factoren zal ook aandacht moeten worden geschonken aan de sociale i.c. motivatie-aspecten.

Taaktijden en procestijden

In het voorafgaande is vermeld, dat vóór of tijdens het onderzoek de benodigde data worden verzameld. Het betreft het handelingenpatroon per bewerking, de frequentie van handelingen, de hoeveelheid en samenstelling van het te bewerken produkt, de invloedsfactoren en de arbeidsbehoefte.

Via methode- en tijdstudies is veel basismateriaal bijeengebracht en gepubliceerd in de bekende taaktijdenboekjes zoals die voor de glasgroente-, de snijbloemen-, de bolbloemen-, de fruit- en de champignonenteelt.

Nu vooral de planmatige en beheersaspecten mede door voorlichting en onderwijs worden benadrukt, neemt de behoefte aan basisdata toe.

Onderzoek, alleen gericht op het verzamelen en systematisch vastleggen van taaktijden en procestijden, is gestart in de potplantenteelt en boomenteelt.

Automatisering

Een aantal ministeriële commissies en NRLO-commissie(s) (Nationale Raad voor Landbouwkundig Onderzoek) hebben benadrukt, dat de „micro-elektronica“ de landbouw zeker niet voorbij mag gaan, integendeel, dat deze versterkt toegepast dient te worden. Naast introductie binnen het eigen onderzoekapparaat (verbetering kwaliteit onderzoek, voorwaarden aanpak van complexe problemen), dienen computermatige systemen te worden ontwikkeld om de complexe beslissingsproblemen van de praktijk doelmatig te ondersteunen. Deze laatste worden dan bedrijfsbegeleidingssystemen genoemd.

Binnen het eigen bedrijfskundig onderzoek wordt de computer reeds geruime tijd ingezet voor het doorrekenen van alternatieve oplossingen; een en ander is geschied in de champignonenteelt (bepaling optimaal plukmoment, handmatig oogsten versus machinale oogst), bij het machinaal oogsten van fruit en in de chrysantenteelt (vergelijking van diverse teelt- en produktiesystemen). Hieruit is een aantal zogenoemde partiële begeleidingssystemen voortgekomen, dat is ondergebracht in de IMAG-DATASERVICE.

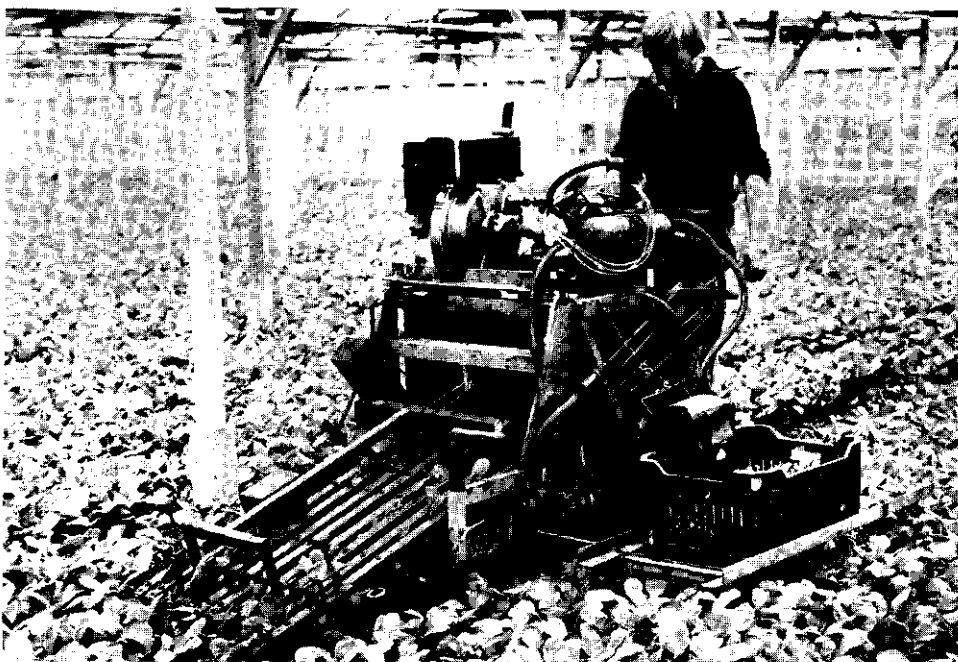
Vanaf 1975 wordt gewerkt aan de automatisering van het „Bedrijfsvoeringssysteem“; daartoe wordt in nauwe samenwerking met de voorlichting en de proefstations het MISTU (Management Informatie Systeem voor de Tuinbouw) ontwikkeld en toegepast op een aantal glasbedrijven.

Bij de potplantenteelt wordt sinds 1980 gewerkt aan de introductie van lineaire programmering als oplossingsmethode voor het hierboven geschetste managementprobleem.

Het IMAG speelt actief in op het verder exploreren van de computer binnen het (eigen) onderzoek en heeft de intentie mede een leidende rol te spelen bij de ontwikkeling van bedrijfsbegeleidingssystemen voor de voorlichtingsdienst, het onderwijs en de praktijk.

De glastuinbouw

De glastuinbouw kenmerkt zich door een zeer intensieve benutting van ruimte, kapitaal en arbeid. De in het verleden op grote schaal aangelegde verwarmingsinstallaties maken dit niet alleen mogelijk, doch dwingen de tuinders thans onder druk van de stijgende brandstofprijzen tot een optimale aanwending van bovengenoemde produktiefactoren. Kon men 10 jaar geleden in augustus/september nog stoppen met een tomatenteelt en rustig de voorbereidingen treffen voor een volgteelt als bijv. sla, thans ligt dit duidelijk anders. Leegstand van de kas betekent onbenut kapitaal en zo worden thans hoge eisen gesteld aan de tuinder voor wat betreft de planning en de gehele bedrijfsvoering.



Oogstmachine voor zogenaamde zakjesradijs.

Nieuwe teeltsystemen voor de tomaat zoals het zgn. tussenplanten en het hoge draadsysteem zijn geïntroduceerd en door het IMAG begeleid met arbeidskundig onderzoek. Dit maakt het thans mogelijk de teeltduur te verlengen tot oktober/november. Hierna wordt onmiddellijk begonnen met een volgteelt, bijv. sla. Om een goede teeltplanning op de bedrijven te kunnen realiseren is het thans meer dan vroeger van belang dat betrouwbare taaktijden en procesgegevens beschikbaar zijn ter ondersteuning van de bedrijfsvoering.

Een ander groentegewas waarbij een arbeidskundige analyse heeft bijgedragen tot een optimale productie is paprika. Hierbij is door onderzoek vastgesteld dat een teeltsysteem met twee stengels per plant tot een hogere productie leidt dan het zgn. meerstengelsysteem.

Bij de snijbloementeel heeft een geïntegreerde onderzoekaankpak met proefstations, voorlichtingsdienst en NTS-studieclub (Vereniging van Nederlandse Tuinbouwstudiegroepen) geleid tot een intensiever en effectiever gebruik van kasruimte. De productie van bijv. chrysanten is hierdoor gestegen van 80 à 90 tot 130 takken per m². Thans richt het IMAG-onderzoek zich op een ergonomisch verantwoorde mechanisatie van het intensieve teeltsysteem.

Bij het trekken van bolbloemen is door een betere planning en met behulp van mechanisatie de productie per man sterk opgevoerd, alhoewel de verwerking van de bloemen nog steeds handwerk is.

In de potplantenteelt heeft de ontwikkeling van de teelt op verwarmde roltafels en transportafels gezorgd voor een effectievere ruimtebenutting en energiebenutting, terwijl thans onderzoek wordt gedaan naar de mogelijkheden van het telen op betonvloeren met wisselinfiltratie.

Bovenstaande resultaten zijn voor een belangrijk deel behaald door intensieve samenwerking van onderzoek, voorlichting en praktijk, waarbij het IMAG veelal een belangrijke rol heeft gespeeld. Doch niet alleen door betere planning en ruimtebenutting zijn voordelen behaald. Ook betere werkmethoden en aangepaste mechanisatie dragen hiertoe een steentje bij.

Door toepassing van betere sorteer- en bosmachines wordt niet alleen arbeid bespaard maar is het werk ook aantrekkelijker geworden en de geestelijke belasting verminderd. Men hoeft veelal niet meer te tellen en minder te tillen doordat de overslag van de sorteermachine of -tafel naar de weegapparatuur is komen te vervallen. Het transport op de bedrijven is de laatste 10 jaren eveneens aanzienlijk verbeterd door meer algemene toepassing en perfectionering van o.a. motorwagens, buisrail- en monorailtransport, transportbanden e.d.

Goede voorbeelden van wat door mechanisatie-onderzoek kan worden bereikt zijn de door het IMAG in samenwerking met machinefabrikanten ontwikkelde machines ten behoeve van de teelt, oogst en verwerking van de zogenaamde zakjesradijs, de oogst van snijchrysanten op transporttafels en neerzet- en wijderzetapparatuur voor potplanten op transporttafels.

De introductie van nieuwe teeltsystemen heeft in veel gevallen aanpassing van teelt-ruimte en werkruimte tot gevolg. Nieuwe kassen worden thans veelal hoger en groter gebouwd dan voorheen, met minder lichtverlies door constructiedelen in het dek of door verwarmingspijpen. Door de verwarmingspijpen bij teelten als tomaat, komkommer en paprika op de grond te leggen en als transportrails te gebruiken worden naast het effect van betere energiebenutting tevens arbeidskundige voordelen behaald. Ook de bedrijfsschuren zijn of worden aangepast waarbij een functionele indeling wordt nagestreefd.

De bedrijfsvoering krijgt meer aandacht dan voorheen. Ondersteund door de veilingen die de tuinders voorzien van week-, maand- en jaaroverzichten worden de eerste stappen gezet in de richting van automatisering van de bedrijfsvoering op de bedrijven met als voornaamste doelstelling de planning, de uitvoering en de bewaking/registratie. Veel inspanning van onderzoek en voorlichting zal in de komende jaren worden gevraagd om de tuinder te ondersteunen met de toelevering van betrouwbare gegevens en programma's om de mogelijkheden die de elektronica (chips) biedt, goed te benutten.

Zoals uit het voorgaande blijkt, is veel tot stand gekomen in de Nederlandse glastuinbouw, met name sinds de jaren zeventig. We moeten evenwel constateren dat het hierbij niet kan en zal blijven. De concurrentiedruk is hoog en kapitaal, arbeid en energie zijn duur.

Voor de toekomst kunnen we verwachten dat verdere aanpassingen en nieuwe ontwikkelingen nodig zijn om de glastuinbouw in Nederland te handhaven.

Enkele voorbeelden hiervan waaraan het IMAG kan bijdragen zijn:

- benutting van de mogelijkheden van verdere toepassing van elektronica op de bedrijven, o.a. ten behoeve van de registratie en regeling van het kasklimaat, de bedrijfsvoering en ergonomisch verantwoorde mechanisatie, dus automatisering;
- ontwikkelen van aangepaste mechanisatiesystemen voor veranderende teeltsystemen als gevolg van bijv. energiebesparing, milieuverontreiniging, humanisering van de arbeid en gewasveredeling;
- toetsen van door derden ontwikkelde apparatuur op de gebruikswaarde voor de tuinder.

De fruitteelt

De fruitteelt is binnen de Nederlandse tuinbouw een „buitenbeentje“. De uitzonderlijkheid van deze teelt in de vollegrond ligt in het feit dat het gewas meerjarig en de oogst sterk seizoengebonden is.

Deze geaardheid van de fruitteelt heeft ontegenzeggelijk zijn stempel gedrukt op het bedrijfsgebeuren en is ook terug te vinden in de ontwikkelingen op het gebied van de mechanisatie en het gebruik van arbeid. De relatief lange tijd dat het gewas i.c. de boomaanplant meegaat en de hoge investeringen voor lange termijn, zijn er debet aan dat de fruitteler soms de naam heeft „behoudend“ te zijn. Dit wordt echter door de feiten weerlegd.

Was in 1960 het areaal fruit in Nederland nog meer dan 57.000 ha groot, in 1980 was dit nog slechts ± 25.000 ha. Ofschoon het areaal met meer dan de helft terugliep, bleef de produktie van fruit globaal genomen evenwel gelijk. De produktie per manuur steeg daarbij van 30 naar meer dan 80 kg.

Er is in de loop der jaren dan ook veel veranderd. Die veranderingen zijn van velerlei aard. De invoering van nieuwe onderstammen en rassen leidden tot nieuwe teeltsystemen met een hogere produktie per ha. De mechanisatie moet daarop aansluiten. Daarom is bij het onderzoek naar verbetering van arbeid en mechanisatie veel gedaan aan nieuwe plantsystemen met struiken, spillen, enkelerij- en meerrijensystemen. De invloed van het onderzoek op de proeftuin Grebbedijk in deze is zeer groot.



Experimentele automatisch werkende appeloogster.

Nauwe samenwerking tussen praktijk, voorlichting en onderzoek heeft ertoe geleid dat enerzijds resultaten van onderzoek snel door de praktijk zijn overgenomen, anderzijds het onderzoek adequaat heeft kunnen inspelen op ideeën en vragen vanuit de praktijk. Sprekende voorbeelden hiervan zijn te vinden bij de ontwikkeling van spuit-technieken, nachtvorstbestrijding en druppelbevloeiing.

Het onderzoek naar de bestrijding van nachtvorst heeft destijds tot goede resultaten geleid, maar onder invloed van de gewijzigde omstandigheden vraagt de praktijk thans met nadruk om een hernieuwde aanpak.

Dit kan eveneens gezegd worden van de gewasbescherming. De wens tot het doen van onderzoek naar verdere verbetering van spuittechnieken komt thans weer sterk naar voren. De ontwikkeling van de nevelspuit heeft de fruitteelt goede diensten bewezen. Echter nu de eisen t.a.v. de bedekkingsgraad, druppelgrootte en doordringing stringenter worden in verband met de prijs van de middelen, de komst van de geleide bestrijding en de zorg voor mens en milieu, zullen de bestaande technieken nog verder verbeterd moeten worden en wordt naar nieuwe mogelijkheden uitgekeken.

Het onderzoek naar druppelbevloeiing levert nog steeds resultaten op.

Daar de oogst van hard en zacht fruit een hoog percentage van de arbeidsbehoefte van het produkt voor zijn rekening neemt, is veel onderzoek gedaan naar de mechanisatie daarvan. In de loop der jaren is een aantal mogelijkheden onderzocht, variërend van eenvoudige plukhulpen en plukwagentjes tot en met vrijwel geheel automatisch werkende schudmachines. De hoge eisen ten aanzien van de kwaliteit van het produkt werden bij deze ontwikkeling betrokken. Veel ervaring werd hierbij opgedaan en doorgegeven.

De belangstelling voor intensieve beplantingen met meer dan 4.000 appelbomen per ha neemt nog steeds toe. Mechanisatie van de oogst is noodzakelijk. Dat het kan, is bewezen met een recentelijk door het IMAG ontworpen plukhulp met verticale plukbandjes voor deze intensieve beplantingen. Er liggen thans ook plannen op de teken-tafel voor werktuigen ten behoeve van het spuiten, snoeien en de groundbewerking. Hierbij blijken de „overgewas“-werktuigen zoals portaaltrekkers en portaalspuiten perspectieven te bieden.

De bloembollenteelt

De mechanisatie van de bloembollenteelt is nog betrekkelijk jong. Dit blijkt onder andere uit het feit, dat de vierwielige trekker pas 15 à 20 jaar geleden op beperkte schaal is geïntroduceerd. Het gebruik van deze „monsters“ zou namelijk leiden tot structuurbederf van de zo gevoelige geestgronden. Momenteel is de trekker niet meer weg te denken uit het machinepark dat de teler ter beschikking staat.

In de ontwikkeling van de mechanisatie van de bloembollenteelt heeft naast het technisch, het arbeidskundig onderzoek altijd een duidelijke rol gespeeld.

Een belangrijke bijdrage aan de mogelijkheden van schadevrij rooien op de zandgronden is onder andere geleverd door de ontwikkeling van zogenaamde vingerrollen door het voormalige ITT (Instituut voor Tuinbouwtechniek). Ook het machinaal rooien op de zavelgronden is sterk verbeterd door het onderzoek naar kluitvrij rooien, dat door het ILR is uitgevoerd. Dit laatste heeft zich doorgezet in een IMAG-onderzoek naar een geheel ongebruikelijke teeltwijze, namelijk het telen van bollen in netten.

Het stationeren van twee medewerkers op het Laboratorium voor Bloembollenonderzoek voor resp. het arbeidskundig en het mechanisatie-onderzoek heeft de band tussen het IMAG en de bloembollenteelt nog versterkt. In het mechanisatie-onderzoek is

oogsten van champignons is het meest eentonige en arbeidsintensieve onderdeel in de teelt. Verschillende alternatieven zijn met wisselend succes bestudeerd en beproefd. Deze studies hebben uiteindelijk geresulteerd in een prototype afsnijmachine. Dit prototype is door het IMAG uitvoerig getest en uiteindelijk heeft het als basis-model gediend voor een commerciële zelfrijdende afsnijmachine. Deze machine heeft een oogstcapaciteit van 300 kg per uur en brengt de oogstkosten terug van $\pm$ f 1,— tot f 0,20 per kilogram.

De resultaten van verschillende objecten van onderzoek worden nu op grote schaal in Nederland toegepast. Mede daardoor is het mogelijk geworden om van een arbeidsintensieve teelt met zwaar handwerk een vrijwel volledig gemechaniseerde, bijna industriële teelt te maken.

De sterke produktieverhoging per vierkante meter teeltoppervlak, die door de mechanisatie mogelijk is geworden, vraagt thans om nader klimaatonderzoek. Verdere onderzoeksvragen komen voort uit nieuwe kwaliteitsnormen voor af te leveren champignons en uit de sterk gestegen energieprijzen.

In de toekomst zal het IMAG-onderzoek ook een belangrijke bijdrage kunnen leveren aan het introduceren en begeleiden van de teelt van nieuwe paddestoelsoorten.

De produktie in de akkerbouw en vollegrondsgroenteteelt

Inleiding

De **oppervlakte bouwland** is in de periode 1960-1970 jaarlijks met 20.000 ha en in de jaren 1970-1975 met 2.300 ha afgenomen. Na een kleine toename tot 1977 bleef de oppervlakte bouwland daarna rond de 700.000 ha schommelen. Het areaal vollegrondsgroenten is in de periode 1960-1970 met 1.000 ha per jaar gestegen en schommelt sindsdien rond de 44.000 ha. De zaai-uien zijn in de jaren 1960-1977 voortdurend in oppervlakte tot 13.000 ha toegenomen en sinds 1978 op ca. 11.000 ha gebleven. Voor de toekomst zijn in deze oppervlakten geen grote veranderingen te verwachten, tenzij de teelt van voerervten en veldbonen zich sterk gaat uitbreiden wanneer rassen met een grotere oogstzekerheid en een hoger eiwitgehalte beschikbaar komen. Genoemde voedergewassen, alsmede koolzaad en misschien hennep kunnen dan mogelijk bijdragen tot een zekere extensivering van het bouwplan op de akkerbouwbedrijven. De in 1965 begonnen intensivering van het bouwplan door het steeds meer vervangen van granen door aardappelen en suikerbieten is de laatste jaren tot stilstand gekomen.

De in 1960 ingezette specialisatie op de akkerbouwbedrijven komt duidelijk naar voren in onderstaand overzicht.

	Aantal bedrijven (x 1.000) in		Oppervlakte per bedrijf (ha) in	
	1960	1980	1960	1980
granen	155,3	26,2	3,3	8,6
aardappelen	175,8	32,6	0,8	5,3
suikerbieten	58,5	21,5	1,6	5,6
Akkerbouw (totaal)	193,2	69,2	4,6	10,2

De totale oppervlakte granen is in de periode 1960-1980 met 56% en de oppervlakte akkerbouwgewassen met 20% afgenomen, terwijl de oppervlakte aardappelen en suikerbieten in dezelfde periode met 23 resp. 29% is gestegen. Door ontmenging stijgt het aantal akkerbouwbedrijven alsmede de bedrijfsoppervlakte nog steeds langzaam (in 1980 16.700 bedrijven met een oppervlakte van 28 ha).

De vollegrondsgroenten voor de conservenindustrie worden overwegend op akkerbouwbedrijven geteeld. Zowel het aantal akkerbouwbedrijven met groenteteelt als de oppervlakte hiervan per bedrijf zijn de afgelopen tien jaar geleidelijk gestegen, nl. van 1.700 tot 2.300 bedrijven resp. van 3,3 tot 4,7 ha per bedrijf.

Het sorteren van pootaardappelen op het akkerbouwbedrijf is de afgelopen jaren weer toegenomen omdat sorteermachines met voorraadbunkers voor tussenopslag het sorteren met één of enkele personen mogelijk maakten. Ook vanuit bedrijfshygiënisch oogpunt is dit een gunstige ontwikkeling.

Tenslotte kan een drietal punten worden genoemd dat vooral voor de **toekomst** van de akkerbouw en de vollegrondsgroenteteelt van groot belang is.

- In de eerste plaats wordt de aandacht van het onderzoek gevraagd voor het ontwerpen van goedkope, efficiënt ingerichte en esthetisch aanvaardbare bedrijfsgebouwen, bewaarplaatsen, voorkiem-, sorteer- en andere werkruimten. De spantloze aardappelbewaarplaatsen zijn een stap in deze richting. Ook voor de tijdelijke opslag van fabrieksaardappelen en suikerbieten wordt nog naar goedkope oplossingen gezocht. Mogelijkheden voor brandvrije isolatiematerialen en voor energiewinning en -besparing dienen integraal in de ontwikkeling te worden betrokken.
- Als tweede punt dient de energieproblematiek te worden genoemd. Behalve aan meet- en regelapparatuur voor bewaarplaatsen en drooginstallaties dient ook aan het benutten van door de opgeslagen produkten geleverde warmte aandacht te worden besteed. Ook het toepassen van afvalwarmte voor grondverwarming en het winnen van energie uit geogoste (bij)produkten en uit afvalstoffen zullen aandacht van het onderzoek vragen. Om alternatieve energiebronnen (zon en wind) op akkerbouw- en vollegrondsgroentebedrijven te kunnen toepassen en deze bedrijven zelfvoorzienend op het gebied van de energie te kunnen maken, is het ontwikkelen van een goedkoop systeem voor de opslag van energie van groot belang.
- Het derde punt betreft het ontwikkelen van begeleidingssystemen voor akkerbouwers en vollegrondstuinders om hen in staat te stellen snel verantwoorde beslissingen op korte, middellange en lange termijn te nemen en hun mentale belasting bij het bedrijfsbeheer te verminderen. Het ontwikkelen van sensoren voor het meten van gegevens over groei, water- en voedingsstoffenbehoefte van te velde staande gewassen zal voor de beslissingen een belangrijke bijdrage kunnen leveren. In de naaste toekomst zal dit veel aandacht van het onderzoek vragen.

Tractie

In de afgelopen 20 jaren is het aantal drie- en vierwielige trekkers in Nederland bijna verdrievoudigd tot ca. 180.000 en is het gemiddelde vermogen van deze trekkers bijna verdubbeld tot 40 kW. Sinds 1970 neemt het aantal trekkers wel minder toe, maar de toename bedroeg tot 1980 toch nog 4.000 per jaar. Opvallend is het sinds 1970 nagenoeg constante aantal van 13.000 trekkers in eigendom van loonwerkers en werktuigencoöperaties. Daarnaast is het aantal zelfrijdende werktuigen toegenomen. Het sterkst kwam dit tot uitdrukking bij de maaidorsers, maar ook bij de aardappel- en bietenrooiers maken ze meer opgang.

In de toekomst zal het aantal drie- en vierwielige trekkers gaan dalen, waartoe de met ingang van 1983 algemeen verplichte kantelbeveiliging op trekkers zal bijdragen. Het vermogen van de trekkers zal nog wel toenemen, maar in mindere mate dan tot nu toe het geval was.

De eerste grote impuls naar de ontwikkeling van de moderne trekker is gegeven door de inwendige verbrandingsmotor. De chassisloze bouw maakte het daarna mogelijk

op massaproductie van de trekker over te gaan en werd voor het eerst bij de Fordson van 1917 toegepast; deze stond model voor de bouw van de moderne trekkers. De mobiliteit van de trekkers nam door de luchtband in het begin van de dertiger jaren enorm toe.

De huidige tendens in trekkerconstructie dankt de wereld aan Harry Ferguson. Reeds in 1936 kwam Ferguson als eerste met de hydraulische driepuntheffinrichting voor aanbouwwerktuigen gebaseerd op het constant-volumesysteem, het zgn. open center system. Dit systeem wordt nog algemeen toegepast.

In de zestiger jaren is veel met hydrostatische aandrijvingen geëxperimenteerd. International Harvester brengt thans nog enkele hydrostatisch aangedreven trekkertypen op de markt.

In 1963 introduceerde John Deere het constante druksysteem met een verstelbare radiale plunjerpomp, het zgn. closed center system, voor de hydrauliek van de trekker. Tien jaar later kwam Allis Chalmers op zijn zwaardere modellen uit met het druk af-tastende constante druksysteem, het zgn. load sensitive closed center system; bij dit systeem worden zowel de druk als de volumestroom beïnvloed, zodat het verlies aan vermogen gering is en meestal geen oliekoeler nodig is. In hetzelfde jaar kwam Bosch met zijn elektrohydraulisch systeem op de markt, waarbij het hydraulisch systeem elektronisch op trekkracht- en/of diepteregeling werd gestuurd door de daarvoor benodigde grootheden ter plekke te meten. Fendt paste dit systeem het eerst toe op zijn zware typen.

De zeventiger jaren werden vooral gekenmerkt door twee facetten, t.w. het lawaai en de oliecrisis.

De lawaai storm is inmiddels geluwd door de komst van geïntegreerde cabines met een geluidsniveau van 80 dB(A) of minder. In deze cabines is het comfort van de bedieningsman enorm toegenomen. De zitplaatsen, alsmede de plaatsing van de pedalen en handels zijn ergonomisch meer verantwoord. Air-conditioning wordt minder zeldzaam. Stuurbekrachtiging, bekrachtigde remmen en koppelingen, alsmede hoog-laag-schakelingen behoren tot de standaarduitvoering.

De oliecrisis heeft de vraag naar zuiniger motoren in het middelpunt van de belangstelling geplaatst. Te weinig wordt echter nog beseft dat goed en regelmatig onderhoud van de trekker, zodat de motor juist en optimaal is afgesteld, bij de huidige onderhoudsstaat in Nederland al een brandstofbesparing van 20-40% kan geven.

Aan het einde van de vijftiger jaren werden de eerste trekkers met drukvulling in de landbouw geïntroduceerd. Een door de uitlaatgassen van de motor aangedreven turbocompressor verdicht de inlaatlucht en zorgt voor een betere lucht vulling in de cilinder, onafhankelijk van de atmosferische drukveranderingen. Dit systeem is in feite de redding van de dieselmotor geweest omdat hierdoor grotere vermogens zonder toename in gewicht en omvang van de motoren konden worden verkregen. Bovendien draaiden de motoren 8% efficiënter.

De logische volgende stap was het koelen van de samen te persen lucht zodat meer zuurstof voor de verbranding beschikbaar komt. In 1977 kwamen deze motoren met tussenkoeling aan de markt. De koeling in de warmtewisselaars kan met water (groot koelsysteem!) of met lucht gebeuren. In 1980 kwam Ford met zijn TW30 als eerste met een „lucht op lucht” tussenkoeling.

Tegelijkertijd werd een totaal ander principe voor drukvulling, de zgn. Comprex of drukgolfverdichter, ontwikkeld. Bij dit systeem heeft een directe energie-overdracht tussen de uitlaatgassen en de aangezogen lucht door drukgolven plaats. De roetstoot

die het mogelijk maakt met bredere machines te werken of de wens grondbewerking en zaaien te combineren, dat tot aanschaf van een nieuwe zaaimachine wordt besloten. Zelden is de „oude” zaaimachine versleten.

Nieuwe ontwikkelingen bleven niet uit. Alhoewel nog steeds het nokkenrad het belangrijkste zaaiprincipe is, kwam daar het centrifugaal en pneumatisch principe bij. Vooral dit laatste maakt het mogelijk ook kleinere zaaizaadhoeveelheden regelmatig te zaaien.

Het zaaien van granen met behulp van centrifugaalstrooiers werd mogelijk door een royaal aanbod van chemische onkruidbestrijdingsmiddelen. De problemen rond de opkomst ten gevolge van een onregelmatige zaaidiepte hebben dit systeem terrein doen verliezen.

In de toekomst valt meer te verwachten van zaaisystemen die hetzij in combinatie met een grondbewerkingswerktuig, hetzij in een aparte werkgang de zaden op regelmatige afstand van elkaar afleggen. Proeven met precisiezaai van granen gaven tot dusver positieve resultaten.

Precisiezaai en planten

Precisiezaai, met de hand uitgevoerd, is een van de alleroudste zaaimethoden in de landbouw. Bij de opkomst van de maïs werd deze methode, het zgn. dibbelen, ook in ons land toegepast. Vooral in de Aziatische landen, waar het aantal werkkrachten in de landbouw vrijwel onbeperkt is, gebeurt dit momenteel nog zo.

Onderzoek naar de optimale afstand tussen planten gaf herhaaldelijk impulsen aan de landbouwwerktuigenindustrie precisiezaaimachines te ontwikkelen. Vooral bij suikerbieten, maïs en bonen zijn hiermee vanaf het midden der vijftiger jaren opvallende resultaten geboekt. Het aantal precisiezaaimachines nam in de periode 1965-1979 toe van 1.500 tot 5.700, waarvan 42% in eigendom van loonwerkers.

Het IMAG-onderzoek heeft aan deze ontwikkeling een belangrijke bijdrage geleverd. Middels lijmbandonderzoek, waarbij zaden op een onder het zaaielement doorgetrokken met lijm bestreken papierstrook worden vastgelegd, kon een belangrijke bijdrage worden geleverd voor het optimaal functioneren van de precisiezaaimachines. Een elektronische lijmband werd vervolgens ontwikkeld, waarmee het arbeidsintensieve meten van afstanden tot het verleden behoort. Met name bij de zaai van suikerbieten werd door intensieve samenwerking tussen fabrikanten van precisiezaaimachines, de suikerindustrie als koper van het zaad en het landbouwkundig onderzoek, een uniek systeem opgebouwd voor de jaarlijkse controle van zaadafmeting en zaai-apparatuur, waardoor veel mislukkingen zijn voorkomen. Genoemde lijmband speelde daarbij een belangrijke rol, terwijl daarnaast apparatuur werd ontwikkeld voor het meten van cellen in zaaischijven.

Via zaaien op kleine onderlinge afstanden, waardoor de tijd voor opeenzetten van bieten sterk terugliep, de toepassing van blindwerkende rijdunners en elektronische dunners werd rond 1975 het tijdperk van de „eindafstandzaai” binnengetroten. De komst van het genetisch eenkiemig zaad heeft in niet geringe mate bijgedragen tot deze algemene trend van zaaien op eindafstand. Meer dan voorheen is een gegarandeerde opkomst van de geringe hoeveelheid zaad een noodzaak geworden. Elektronische controle op de plaatsing van het zaad lijkt geen overbodige luxe!

Fluid drilling (kiemzaaien), waarbij voorgekiemde zaden worden gezaaid, het inhullen van zaden, ook in voorgekiemde vorm, met toevoeging van stoffen die de kieming bevorderen, het exact plaatsen van het zaad in ter plaatse aangedrukte grond (zaaisystem-

pel-principe) zijn ontwikkelingen die in de nabije toekomst meer betekenis kunnen krijgen.

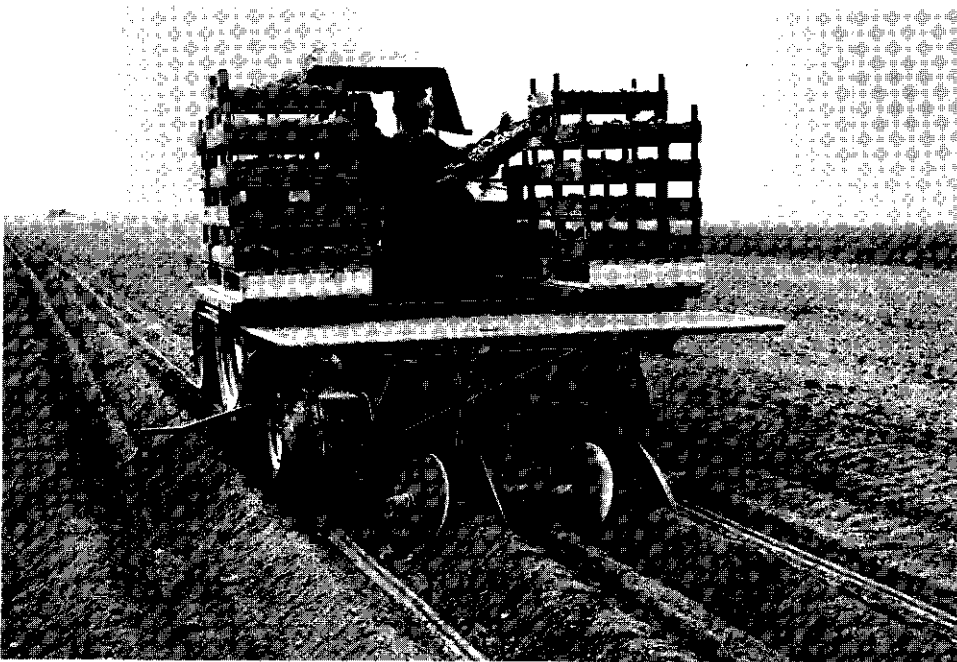
De precisiezaai van fijne zaden zoals witlof, sla, kool en wortelen is pneumatisch en mechanisch mogelijk geworden. Vooral met betrekking tot het pneumatische systeem heeft het IMAG met lijmbandonderzoek en onderzoek in het veld een belangrijke bijdrage tot het huidige concept geleverd.

In de nabije toekomst zal vooral aandacht moeten worden geschonken aan het exact plaatsen van het zaad en het beschermen van de kiemplant. Doelstelling daarbij is: met een geringe hoeveelheid zaad optimale kiemresultaten te verkrijgen. Erosiebestrijding, siempbestrijding, toevoeging van insecticiden en fungiciden aan het zaad bij het pilleerproces zijn zaken die de volle aandacht vragen.

Ook het planten van bieten kan met de ontwikkeling van automatische plantmachines een zekere mate van belangstelling krijgen, hoewel de belangstelling vanuit de vollegrondsgroenteteelt zeker groter zal zijn. Het IMAG is bij deze ontwikkelingen nauw betrokken.

Poten

Van veel recentere datum dan de zaaimachine stamt de aardappelpootmachine. In 1913 wordt melding gemaakt van een pootmachine met een elevatorketting zoals die op vrijwel alle machines vandaag nog voorkomen.



Deze door het IMAG ontwikkelde snarenpootmachine is uitgerust met roltafels voor pallets met poterbakjes, waardoor een aanzienlijke verhoging van de capaciteit werd verkregen.

Het onderzoek heeft zich in het begin van de zestiger jaren nog op het poten van stekbieten, een uit Nederland verdwenen gewas, gericht. Bij een ontwikkeld prototype werd de zithouding van de man op de halfautomatische pootmachine verbeterd en kon één man twee elementen bedienen. Bij de aardappelen werd de aandacht met tussenpozen vooral op het voorgekiemde pootgoed gericht.

De bewegende roosterbodem uit het begin van de jaren '60, die zorgde voor een kleine doch regelmatige hoeveelheid poters bij de pootketting, heeft enkele jaren goede diensten bewezen. De poterbakjes verloren evenwel terrein. Behalve voor de bewegende roosterbodem werd ook het idee voor de snarenpootmachine geboren in de werkgroep „Rationalisatie aardappelteelt in Noord-Friesland”. Het verder ontwikkelen en het praktijkrijp maken van laatstgenoemd idee door het IMAG, is in 1971 door het ILR gestart, terwijl de eerste machines in 1975 beschikbaar kwamen. Het is opmerkelijk dat de snarenpootmachines daarna zowel in binnen- als buitenland een geweldige opgang maakten; in Nederland waren in 1980 reeds 530 van deze machines verkocht.

Met deze ontwikkeling kwam een einde aan het tijdperk van de halfautomatische pootmachines; hun aantal in Nederland daalde van 5.350 in 1960 tot 1.000 in 1979, terwijl het aantal automatische pootmachines in genoemde jaren van 2.400 tot 9.400 steeg. Tevens zorgde de snarenpootmachine voor een opleving van het voorkiemen in kleine poterbakjes.

De combinatie van voorkiemen en mechanisch afdekken met folie over twee rijen en over twaalf rijen in handwerk gaf in een driejarig onderzoek een aanzienlijke opbrengstverhoging. De sterk gestegen folieprijzen hebben een algemene toepassing tegengehouden.

Als punten voor toekomstig onderzoek kunnen worden genoemd:

- het voorkiemen in grotere eenheden met behoud van de huidige kwaliteit;
- het bij het poten verwerken van het in zakken aangevoerde pootgoed, zowel uit een oogpunt van hygiëne als van arbeid.

Oogsten

De mechanisatie van de oogst is in het begin gericht geweest op een vermindering van de menselijke inspanning. De basisbewerkingen maaïen, rooien, trekken en plukken bij de oogst van landbouwprodukten vergden niet alleen veel krachtsinspanning, maar moesten veelal in een moeilijke werkhouding worden uitgevoerd.

De eerste vorm van oogstmechanisatie heeft dan ook bij deze bewerkingen plaatsgevonden. Het maaïen van het graan, het lichten van bieten en aardappelen en het trekken van vlas met behulp van werktuigen zijn hiervan voorbeelden. Het verzamelen van de produkten is de volgende stap geweest. Dit proces heeft zich doorgezet tot een volledige mechanisatie van de oogst van praktisch alle akkerbouwgewassen. Bij de aardappeloogst als voorbeeld blijkt deze ontwikkeling uit de afname van het aantal voorraadrooiers van 6.200 in 1960 tot 1.370 in 1979, terwijl in dezelfde jaren het aantal verzamelrooiers 3.600 resp. 7.600 bedroeg.

In de laatste decennia heeft echter niet alleen de menselijke inspanning een rol gespeeld, maar is ook de produktiviteit en daarmee de capaciteit van de machines belangrijk geworden. Een verhoging van de produktiviteit is noodzakelijk geworden door de toenemende krapte op de arbeidsmarkt en het stijgen van de lonen en sociale premies. Een verhoging van de capaciteit is vooral gezocht in het vergroten van de afme-

tingen en/of nieuwe technische mogelijkheden zoals bijv. bij de maaidorsers, de zesrijige bietenrooimachines en de breedplukkers voor bonen.

De hierboven geschetste ontwikkeling heeft voor de verschillende gewassen in de tijd niet parallel gelopen. Op het moment dat bijvoorbeeld de aardappeloogst reeds volledig was gemechaniseerd, werd de vlasoogst nog grotendeels in handwerk uitgevoerd. Het vergroten van de capaciteit speelt nu niet meer de belangrijkste rol. De kwaliteit van het geoogste produkt en van de werkomgeving van de bedieningsman hebben een hoge prioriteit. Het leveren van kwalitatief goed oogstwerk blijkt uit de ontwikkelingen bij de maaidorsers, waarmee een beschadigingsvrij en schoon produkt met geringe verliezen kan worden geoogst. Ook op het gebied van de oogst van hakvruchten heeft het onderzoek duidelijke gevolgen voor de praktijk gehad. De veld- en weersomstandigheden hebben echter tijdens de oogst een grote invloed op het eindresultaat, waardoor toch nog sterke schommelingen in de kwaliteit van het oogstwerk voorkomen.

Van het door het IMAG in de laatste twintig jaar verrichte **onderzoek** op het gebied van de oogst van akkerbouwgewassen en vollegrondsgroenten zal in het volgende een beknopt overzicht worden gegeven.

Behalve bij het van stam oogsten van doodgespoten zaadbieten met maaidorsers en het opzetten van de korrelvochtdienst in Groningen heeft het onderzoek vooral een belangrijke rol in de ontwikkelingen bij de stro-oogst vervuld. Hierbij werd o.a. aandacht besteed aan het persen op de wagen, het pakkenwagentje, de pakkenklauw, de opraapstapelwagen, de stapeldrager, de oprolpers en de grootpakpers.

In Nederland werd de oogst van vlas tot 1970 met uitzondering van het trekken nog volledig in handwerk uitgevoerd (benodigde mantijd 40 h/ha). De in het buitenland volledig gemechaniseerde dauwrootmethode kon in ons land niet worden toegepast, omdat de kwaliteit van het lijnzaad voor zaaizaad sterk terugliep. Door het instituut is een volledig gemechaniseerde oogstlijn voor groen vlas ontwikkeld (benodigde mantijd 8 h/ha). Bij deze oogstlijn wordt het getrokken vlas in genaaide matten op het veld gelegd. Met de opraaphaagmachine worden steeds twee matten in hagen geplaatst om af te sterven. Vervolgens wordt de onthaagmachine ingezet en tenslotte worden de afzonderlijke matten met een aangepaste grootpakpers geperst.

Het onderzoek bij de oogst van aardappelen heeft zich toegespitst op het schaar-onderzoek, het rooien in twee bewerkingen, het trekken resp. het doodbranden van loof en het kriekneuzen.

Het onderzoek en het ontwikkelingswerk met betrekking tot het looftrekken heeft zich in twee perioden afgespeeld. Dit heeft geresulteerd in twee looftreksystemen. Het systeem met de trekrollen is in de vijftiger jaren door het instituut in samenwerking met een particulier bedrijf voor de praktijk geschikt gemaakt. In de zeventiger jaren is het principe met de trekriemen, mede op basis van de ervaringen met de vlasoogst, ontwikkeld en daarna door het bedrijfsleven in een praktijkmachine gerealiseerd. In de periode 1965-1979 is het aantal looftrekkers in ons land van 220 tot 560 gestegen en sinds 1975 maakten ook vierrijige uitvoeringen opgang.

Het vernietigen van aardappelloof met branders vond weinig ingang in de praktijk. Wel wordt deze methode, zij het steeds minder door de hoge brandstofprijzen, bij de oogst van zilveruien toegepast.

De verliezen aan voornamelijk kleine knollen tijdens de aardappeloogst, die aanleiding geven tot opslag in het volggewas, kunnen met kneusrollen worden vernietigd. Het toepassen van deze rollen in aardappelrooiers en in aparte opraapkneuzers werd door



Het milieuvriendelijk verwijderen van aardappelloof met het door het IMAG ontwikkelde trekriemensysteem. Een belangrijke verbetering was het loofklappen vóór de trekker.

het instituut in samenwerking met het bedrijfsleven gerealiseerd.

In de zestiger jaren heeft ook de machinale oogst van voederbieten vrij veel aandacht van het onderzoek gehad.

Het lopende onderzoek heeft bij aardappelen betrekking op het rooien en reinigen zonder beschadiging en verliezen en op factoren die de knolbeschadiging beïnvloeden. Bij bieten heeft het onderzoek zich toegespitst op het rooien met zo weinig mogelijk grondtarra en beschadiging en het reinigen in de rooier. Het reinigen bij het afleveren, waaraan eveneens onderzoek werd gedaan, begint op zwaardere gronden ingang te vinden.

Wat de vollegrondsgroenten betreft, wordt de machinale oogst van de akkerbouwmatig geteelde gewassen vrij algemeen toegepast. Het onderzoek heeft zich bij deze gewassen niet alleen gericht op het ontwikkelen en aanpassen van werktuigen, maar ook op het aanpassen van teeltmethoden. Bij dit laatste moet o.a. worden gedacht aan het vervangen van de vlakvelds- door ruggenteelt bij verschillende wortelgewassen. Bij de aanpassing van werktuigen kan o.a. worden gedacht aan aardappelrooiers voor witlofwortels, krotten en winterpeen en bietenrooiers voor knolselderij. Het rooi-systeem met trekbanden (ASA-lift e.d.) is o.a. toepasbaar gemaakt voor winterpeen en krotten voor verse consumptie. Voor waspeen werden eerst aangepaste bollen-rooiers ingezet, maar deze zijn door speciale zelfrijdende rooiers vervangen. Prei en schorseneren worden met schuddende lichters gerooid en al dan niet tegelijk machinaal verzameld.

Bij de oogst van peulvruchten en spinazie voor de conservenindustrie worden hoofdzakelijk zelfrijdende machines ingezet. Voor de oogst van doperwten en tuinbonen is een nieuw wrijfdopprincipe in ontwikkeling. De mogelijkheden voor de machinale oogst van stamslabonen en spinazie voor de verse markt zijn aanwezig of in onderzoek. De oogst van spruitkool is dankzij de komst van hybriden, steeds verder gemechaniseerd; er zijn reeds tweerijige, zelfrijdende spruitenoogstmachines inclusief apparaten voor het afsnijden van de stammen en het invoeren ervan in de plukelementen. Voor de oogst van sluitkool is een onderzoek gestart naar hulpmiddelen om dit zware werk te verlichten en het aantal rugklachten te doen afnemen. Deze werkwijze zal ook worden gevolgd bij de overige voor de verse markt geteelde groentegewassen.

Het **toekomstige onderzoek** op het gebied van de oogstmechanisatie zal zich in eerste instantie op het behoud van de kwaliteit van het te oogsten produkt moeten richten. Dit doel kan worden bereikt door de oogstwerktuigen automatisch te controleren en te regelen met hiervoor ontwikkelde apparatuur. Deze apparatuur heeft tot gevolg dat de geestelijke belasting van de bedieningsman afneemt, wat zijn welzijn bevordert.

Bij de vollegrondsgroenten voor de verse markt, met hoge eisen aan kwaliteit en prestatie, zal het onderzoek zich beperken tot het ontwikkelen van technische hulpmiddelen (opvoerbanden, stapelrekken e.d.) ter verlichting van het zware werk.

Een ander kwaliteitsaspect is de hygiëne om overbrengen van ziekten door werktuigen te voorkomen. Het gebruik van coatings in en de mogelijkheden van reiniging van de werktuigen zullen meer aandacht moeten krijgen. Nederland heeft als exporterend land van zaai- en pootgoed een goede naam hoog te houden.

Bij de oogst van hakvruchten dient bijzondere aandacht te worden besteed aan het tarra- en beschadigingsprobleem in relatie tot zeer uiteenlopende weers- en veldomstandigheden. Het oplossen van deze problematiek moet niet alleen worden gezocht in het wijzigen of ontwikkelen van werktuigen, maar ook in het eventueel wijzigen of aanpassen van de teeltwijzen.

Organisatie en beheer

De afgelopen 20 jaar hebben zich gekenmerkt door een toenemende mechanisatie en een afnemende werkgelegenheid in de akkerbouw. Het afvloeien van betaalde arbeidskrachten was voor deze periode al in volle gang. Dit werd gevolgd door het afvloeien van gezinsarbeidskrachten en het verminderen van het aantal bedrijven. Deze ontwikkelingen verlopen niet meer zo stormachtig als in de afgelopen decennia. De vermindering van het arbeidsaanbod ging gepaard met mechanisatie en rationalisatie bij de uitvoering van de bewerkingen, vereenvoudiging van het bouwplan en aandacht voor de kwantitatieve verhoudingen van grond, arbeid en kapitaal. Dit heeft geleid tot een zeer sterke stijging van de arbeidsproductiviteit. Gevolg hiervan is ook een toenemende spanning tussen aanbod van en behoefte aan bewerkingscapaciteit in de piekperiodes.

Het lijkt, dat de voordelen die gevonden werden in de aanpassing van de bedrijfs-groottestructuur en de vervanging van arbeid door kapitaal grotendeels zijn binnengehaald. In de toekomst zal dan ook de nadruk meer komen te liggen op een juiste afstemming van produktie en middelen binnen het bedrijf, waarbij zich verschillende

wijderd is hoe groter de verliezen, resp. hoe kleiner de opbrengsten zijn. Het verband tussen het tijdstip en de verliezen wordt vastgelegd in een tijdigheidsfunctie. Deze functie kan ook worden weergegeven door de uitstelkosten van de bewerkingen te bepalen op ieder mogelijk beslissingstijdstip. De prioriteit, die bewerkingen ten opzichte van elkaar hebben, wordt aangegeven door de uitstelkosten. Door afweging van de uitstelkosten tegen de capaciteitskosten van de uitrusting kan, rekening houdend met de voorgaande problemen, het vraagstuk van de machinekeuze worden opgelost. Dit keuzeprobleem heeft in de afgelopen jaren veel aandacht gehad en zal ook in de toekomst nog veel aandacht vragen.

De produktie in de veehouderij

Inleiding

De veehouderij en het bodemgebruik, dat hiermee samenhangt, worden in de eerste tientallen jaren na Wereldoorlog II sterk gekenmerkt door een streven naar intensiever gebruik en een hogere produktie. Betere beweidingssystemen, meer voedergewassenteelt en een toenemend kunstmestgebruik (met name stikstof) zijn hierbij opvallend.

Van jaar tot jaar vonden op de bedrijven vrij kleine aanpassingen plaats, maar het gehele produktieproces bleef een min of meer stationair cyclisch karakter behouden. Arbeidsorganisatorische problemen kwamen moeilijk aan het licht; er waren buiten de aanpassing van het permanente of tijdelijke arbeidsaanbod nauwelijks alternatieven voorhanden.

Wel kwam de inkomensvorming onder druk te staan. Economische analyses leerden dat het arbeidsinkomen sterk samenhangt met het aantal koeien per man. Een begrip dat aanvankelijk in de praktijk nogal eens zo werd „vertaald“, dat de boer „dus“ nog langer en harder moest werken, terwijl de inspanning reeds de grens van het toelaatbare had bereikt.

De mechanisatie in de veehouderij kwam moeizaam op gang. De alternatieven: melkmachine en trekker, waren onvoldoende bekend en relatief nog duur. In de jaren vijftig ontstond er echter ook een toenemende zuigkracht van andere bedrijfstakken op de werkers in de landbouw. Dit dwong, samen met de loonontwikkeling, tot rationeler werken en tot aanvankelijk een aarzelende, later een algemene toepassing van de melkmachine. Deze toenemende belangstelling voor rationele werkmethodes en verbetering van de werkorganisatie richtten zich op de toenmalige bedrijven op twee kernpunten:

- vermijden van sterke arbeidspieken, met name door intensief graslandgebruik met daarbij behorend vroeg maaien en een spreiding in de oogst van de eerste snede aanbrengen vanwege een continue weidegrasvoorziening;
- verlagen van het niveau van de arbeidsbehoefte door met name machinaal melken met een toenemend aantal apparaten, dat vooral via doorloopsystemen bekendheid verkreeg en door rationalisatie en mechanisatie van het overige werk ten behoeve van het vee, zoals uitmelken, reinigen en voeren.

Intussen kwam ook de mechanisatie van het veldwerk op het grasland op gang. Reeds jaren was het hooipersen via loonwerkers in zwang, maar in de jaren zestig kwam er meer belangstelling voor snellere methodes van kunstmeststrooien, maaien, schudden, wiersen en andere methoden van inschuren en inkuilen enz. dan tot dat moment met paardetractie mogelijk was.

Veel (soms verhitte) discussies werden gevoerd en berekeningen gemaakt om de vraag te beantwoorden wat *het beste* was: paarden of trekkers. Ook bedrijfsecono-

het raam van bedrijfseconomische begrotingen meer en meer gebruik maken van arbeidsbegrotingen, werktuigkeuzeprogramma's en gebouwenkostencalculaties, is een belangrijke prioriteit, lettend op het feit dat nog duizenden bedrijven verder ontwikkeld moeten worden, vaak onder stringente beperkingen. Het objectief kunnen kiezen uit plannen met zoveel mogelijk kwantitatieve gegevens is dan van betekenis.

De voortgaande bedrijfsontwikkeling zal voor veel bedrijven niet in eerste instantie er een zijn naar vergroting, maar naar verbetering van het niveau van de bedrijfsvoering. De elektronica zal daarbij een toenemende rol spelen. De computer in de woonkeuken van de boerderij zal een belangrijke bron van informatie worden bij het nemen van dagelijkse en langere termijnbeslissingen. Dit laatste, omdat in de toekomst terminalverbinding van een eigen computer met grote(re) systemen te verwachten valt.

De bedrijfsontwikkeling heeft ook de vanouds gemengde, vooral kleinere, bedrijven op voornamelijk de zandgronden sterk van karakter doen veranderen. De in het verleden zo sterk geroemde risicospreiding via veel activiteiten, heeft plaats gemaakt voor specialisatie in één of enkele richtingen. De zogenaamde „intensieve veehouderij“, t.w. varkens-, pluimvee- en vleeskalverhouderij, is tot grote bedrijfseenheden uitgegroeid. Dit laatste is veroorzaakt door de ontwikkeling van nieuwe hokvormen, stalinrichting, mechanisatie en werkmethoden.

Voor het ontstaan van en de ontwikkeling in de intensieve veehouderij zijn verschillende economische, technische en maatschappelijke oorzaken te geven, zoals:

- genoemde toenemende rationalisatiemogelijkheden;
- een zich sterk uitbreidende binnen- en buitenlandse afzet;
- het afnemen van de inkomensmarge per dier;
- betere organisatie van productie en afzet, vooral via de mengvoederindustrie en de slachterijen, maar ook door onderlinge afspraken en contracten;
- het loslaten van beperkende overheidsmaatregelen ten aanzien van het aantal dieren per bedrijf (legpluimvee in 1961).

Vooraf voor het gemengde bedrijf leverden deze ontwikkelingen de mogelijkheid om door ontmenging zich te specialiseren in veehouderijtakken met fok- en/of mestvarkens, legkippen, slachtkuikens of -kalkoenen en vleeskalveren. Deze ontwikkeling zette in aan het eind van de 50-er jaren en ging in versneld tempo door tot het midden van de 70-er jaren. Daarna was er een accentverschuiving, met wel een doorgaande schaalvergroting, maar gericht op een concentratie van bedrijven, d.w.z. een afname in aantal. Het aantal dieren per bedrijf is in 20 jaren 10 à 15 maal zo groot geworden, terwijl de voor de verzorging benodigde arbeid per eenheid van diersoort 5 à 10 maal zo klein is geworden. Zo is sinds 1960 het aantal varkens 3,5 maal zo groot. Dit aantal is thans meer dan 10 miljoen dieren. Een uitbreiding die gepaard ging met een enorme schaalvergroting; ca. 65% van de mestvarkens wordt gehouden op bedrijven met meer dan 300 stuks.

Ook in de pluimveehouderij heeft een sterke uitbreiding en vooral schaalvergroting plaatsgevonden. Het aantal legkippen verdubbelde bijna en het aantal slachtkuikens vernegenvoudigde in 20 jaar, terwijl het aantal bedrijven met leghennen afnam van 90.000 tot ± 6.000. In 1960 waren er slechts 700 bedrijven met meer dan 1.000 leghennen. In 1980 hadden ruim 700 bedrijven 10.000 tot 50.000 leghennen.

Dit alles stelt hoge eisen aan de bedrijfsvoering, waarbij productie (eieren, biggen), voerbruik, gezondheid (uitvals-%) en reproductie belangrijke aandachtsgebieden zijn. De computer, die op het melkveebedrijf zijn intrede doet, kan ook voor de intensieve veehouderij een belangrijk hulpmiddel worden om het niveau van de bedrijfsvoering op een hoog peil te houden. Automatische dierherkenning kan in de varkenshouderij een belangrijke impuls geven tot het ontwikkelen van geheel nieuwe stalvor-

men, waarbij in de ontwikkeling ruim aandacht wordt besteed aan gedrags- en welzijnsaspecten. De computer als hulp voor de boer om zijn mentale belasting te verlagen en als hulpmiddel om het dier op een meer waardige wijze te houden.

Krachten roepen tegenkrachten op. Zo ook in de bedrijfsontwikkeling. Er is een toenemende maatschappelijke kritiek op de intensieve veehouderij en op het intensieve grondgebruik waarneembaar. Het zou van weinig realiteitszin getuigen geen aandacht te schenken aan deze signalen. „Alternatief” landbouwkundig gebruik van de grond en het „alternatief” houden van bijv. varkens en pluimvee geniet een toenemende belangstelling. Op beperkte schaal zal er ook een markt zijn en verder ontstaan voor deze vaak arbeidsintensievere, maar grondextensievere systemen. Het technisch onderzoek zal aan deze ontwikkelingen positief kunnen bijdragen. Voor grondextensieve systemen van melkvee- en vleeshouderij is in Nederland, vanwege de relatief geringe oppervlakte (en dus hoge prijs) per bedrijf, weinig plaats.

Wel is het een belangrijke taak om zodanige alternatieve pluimvee-, varkens- en vleeskalversystemen te ontwikkelen, dat zij een betere waarborg zijn voor het goed functioneren van het dier in zijn omgeving en minder aanleiding geven tot aanpassingsproblemen en afwijkend gedrag. Deze systemen dienen evenwel „betaalbaar” te zijn voor de betreffende veehouder en voldoende aantrekkelijk om een aanvaardbaar inkomen te verwerven.

Ook al draait het om techniek en economie, het gaat uiteindelijk om de mens. Het is de taak van het landbouwtechnisch onderzoek om hulpmiddelen, methodes en systemen te ontwikkelen waardoor de fysieke en met name ook de mentale belasting vermindert. Gebruiksvriendelijke apparatuur en programmatuur kunnen ertoe bijdragen dat een meer welvarend bedrijf ook waarborg is voor een beter welzijn van de boer en zijn medewerkers.

Huisvesting van rundvee

De inrichting van de melkveestallen is tot het midden van de zestiger jaren een belemmering geweest voor een rationele inzet van de beschikbare arbeid. De grote veranderingen in de huisvesting van melkvee zijn gestimuleerd door de invoering van de doorloopmelkstal en de vinding van de ligbox (22).

De veranderingen in het staltype zijn gestart in de vijftiger jaren met de loopstal in verschillende uitvoeringen. Door het nadeel van het hoge stroverbruik zijn deze stallen vrijwel verdwenen. Via het onderzoek naar de bruikbaarheid van de volledige rooster-vloerstal (met ongunstige resultaten) is de ontwikkeling en beproeving van de boxenstal ter hand genomen. Tevens heeft in deze periode de combinatieststal, d.w.z. een grupstal met een opsluitmogelijkheid op de standen, aandacht gehad.

Hoewel de eerste proeven met de ligbox in Nederland in 1953 reeds hebben plaatsgevonden, is de ruimere toepassing op de praktijkbedrijven pas in 1968 ingezet (23). De dynamische ontwikkeling in de bouw van boxenstallen in de jaren zeventig heeft uiteraard richting gegeven aan het gebouwenonderzoek in de melkveehouderij.

Staltypen en gebouwenplannen

Kenmerkende verschillen tussen de staltypen voor melkvee zijn o.a. het al of niet aan-

re uitbouw van de toepassing van deze richtlijnen in het kader van kwaliteitscontrole tijdens de vervaardiging en het gebruik van roostervloeren lijkt wenselijk.

Voor de komende jaren is een nadere karakterisering van roostervloeren en dichte vloeren, zowel kwalitatief als kwantitatief, een noodzaak. Daarna pas kan de relatie tussen been- en klauwafwijkingen en de vloeruitvoering zinvol onder de loupe worden genomen. Verbetering van de functionele kwaliteit heeft plaatsgevonden bij het succesvolle onderzoek naar een zuurbestendige vloer in de melkstal.

Bij de mestopslag onder het gebouw is – mede door de ontwikkeling van zogenaamde tunnelementen – de opslagcapaciteit vergroot. Speciale wandelementen voor mestkelders zijn met het oog op de vochtdoorlatendheid beproefd.

De toegenomen behoefte aan verhardingen rondom het bedrijfsgebouw en voor de toegangswegen heeft geresulteerd in onderzoek naar: de toepassing van o.a. vloei beton, de reparatie van betonverhardingen, de toepassing van asfaltverhardingen en het gebruik van afval (verbrandingsslakken, bouwafval) in verhardingen.

De brandveiligheid van de landbouwbedrijfsgebouwen is onderwerp van studie en proeven geweest. Niet alleen dienen eisen te worden gesteld aan de toegepaste materialen (bijv. isolatiematerialen) en de constructies, maar ook dient aandacht te worden besteed aan de veiligheid van mens en dier (vluchtwegen!). Bij dit alles dienen uiteraard de kosten in het oog te worden gehouden.

Nieuwe ontwikkelingen op het gebied van de materialen, de constructies en de vormgeving zullen zorgvuldig gevolgd worden in de komende jaren. Bij het tot stand komen van landbouwbedrijfsgebouwen is het aangeven van het bouwtechnische en functionele kader, waarbinnen duidelijke afspraken tussen de bouwbedrijven en de boeren kunnen worden gemaakt, een belangrijke taak voor de toekomst.

Stalinrichting

De ligplaats van de koeien is in het gebouwenonderzoek in veel projecten aan de orde geweest. Verschillende typen boxafscheidings zijn met elkaar vergeleken, waarbij uiteindelijk de ruimte bij het gaan liggen en het opstaan van de koeien de doorslag gaf. Een algemene ontwikkeling in de boxenstallen is het aanbrengen van verharding in de boxen. Hierdoor is de behoefte ontstaan aan de toepassing van boxbedekkingen, die in velerlei vormen in de handel verkrijgbaar zijn. Belangrijke aspecten zijn het vasthouden van strooisel, de mogelijkheid van reinigen en desinfecteren, de wijze van aanbrengen en niet in de laatste plaats het comfort voor de koe.

Uiteraard zijn de materiaaltechnische aspecten, zoals o.a. slijtvastheid en gladheid/stroefheid van belang. De maatvoering van de boxen zal, met de verandering in de maten van de koeien, de komende jaren aandacht dienen te krijgen.

De hernieuwde aandacht voor de grupstal heeft de belangstelling voor de korte standen, in combinatie met de met rubber ingelegde roosters en de vastzetsystemen, doen toenemen. Bij dit onderzoek – in samenwerking met het PR – zijn, naast de technische aspecten, het comfort en de bewegingsvrijheid voor de dieren belangrijke factoren.

De stalinrichting heeft een duidelijke relatie met de methode van ruwvoer- en krachtvoerverstrekking. Bij de verstrekking van ruwvoer is de beperkte eetbreedte (o.a. bij mechanische systemen, zelfvoeding en voorraadvoeding) een mogelijkheid om op de benodigde gebouwoppervlakte te besparen. Beperkte eetbreedte vraagt evenwel om toepassing van geprogrammeerde krachtvoerautomaten. Van belang hierbij is de

juiste uitvoering van de voerbox en in verband met de rust in de stal, het aantal dieren per voerbox. In dit kader zal in de komende jaren de overbezetting nader onder de loupe worden genomen.

Jongveehuisvesting

Zowel ten aanzien van de gebouwen en de inrichting op de bedrijven, als ten aanzien van de aandacht in het onderzoek is de jongveehuisvesting in de afgelopen 15 jaar nogal stiefmoederlijk bedeed. Sinds 1975 is evenwel deze aandacht vanuit het onderzoek sterk toegenomen door met name de problematiek van de kalversterfte en de benodigde arbeid bij de verzorging van het jongvee.

In het kader van een NRLO-TNO-werkgroep „Jongveehuisvesting en verzorging“ is een inventarisatie gemaakt van de optredende ziekten onder het jongvee en de daaruit voortvloeiende consequenties voor de huisvesting en de verzorging. Tevens is door deze werkgroep een aantal voorbeelden uitgewerkt van gebouwen voor melkvee en jongvee. Ook voor speciale jongvee-opfokbedrijven zijn gebouwenplannen opgezet. Arbeidskundig onderzoek heeft aangetoond dat de meeste tijd op deze jongvee-opfokbedrijven wordt besteed aan het voeren, de controle en het uitmesten en reinigen, in totaal nl. ca. 80%. Het aantal van dit type bedrijven is evenwel in ons land nogal beperkt gebleven.

Uit de rapporten van verschillende werkgroepen is naar voren gekomen dat meer aandacht zou moeten worden besteed aan de relatie gebouwuitvoering en gezondheid bij de opfok van het jongvee. Met name de uitkomsten van een oriënterend experiment met een open gebouw voor de kalveropfok — in samenwerking met het PR — hebben dit onderstreept. Het IMAG heeft in 1976 het initiatief genomen om te komen tot een uitgebreid onderzoek naar de effecten van open en gesloten gebouwen voor de kalveropfok op het klimaat en de gezondheid van de dieren. In samenwerking met het PR, de provinciale gezondheidsdiensten voor dieren en het CDI is dit onderzoek in 1978 op proef- en praktijkbedrijven van start gegaan.

Dit onderzoek naar de relatie gebouwuitvoering, klimaat en gezondheid zal overigens een meer fundamentele aanpak op een aantal deelgebieden (o.a. de natuurlijke ventilatie) noodzakelijk maken. Meer inzicht in deze problematiek zal nog relatief veel onderzoek vragen.

Bij de gebouweninrichting voor het andere jongvee is gebleken dat de volledige roostervloer door de efficiënte ruimtebenutting aanzienlijk lagere gebouwkosten laat zien dan de ligboxen. Vergelijking van beide systemen, vooral ten aanzien van het welzijn, zal aandacht vragen.

In het gebouwenonderzoek voor vleesvee is aandacht besteed aan o.a. de invloed van isolatie en mechanische ventilatie. De verschillende technische mogelijkheden voor de gebouwen en de inrichtingen voor de opfok van vleesstieren worden in samenwerking met het PR in de komende jaren systematisch vergeleken. Ook het ontwikkelen en beproeven van de huisvestingsmogelijkheden voor de oudere vleesstieren krijgt een plaats in het toekomstig onderzoekprogramma.

Machinaal melken

Ontwikkelingen, die samenhangen met de melkwinning, hebben verstreckende gevolgen voor het gehele melkveebedrijf.

Drie grote golfbewegingen met hun consequenties zijn waarneembaar. Ze vloeien geleidelijk in elkaar over: de mechanisatie, de rationalisatie en de automatisering.

Aan goed melken worden terecht hoge eisen gesteld: dit is bedrijfsbelang en nationaal belang in verband met de zuivelexport. Melken wordt vrij algemeen aangemerkt als „zwaar” werk. Al vroeg is getracht via **mechanisatie** in te haken op de vraag naar goed melken samen met arbeidsverlichting.

In de jaren '50 is in een hoog tempo het handmelken vervangen door machinaal melken. Deze overschakeling verloopt succesvol door werkelijke samenwerking van onderzoek, voorlichting en handel. Het gaat daarbij om de emmerinstallatie op de grupstal en de verplaatsbare weide-installatie.

Hoogtepunten voor dit welslagen zijn met name:

- de arbeidsstudies en de melkmethode P1A1 (P = aantal personen; A = aantal melkapparaten);
- de technisch-empirische aanbevelingen, overgenomen in het melkmachinereglement;
- het gentleman-agreement met erkende merken, naleven van het reglement en het fenomeen inmelken;
- talloos vele cursussen en opleidingen, waarin het toenmalige ILR sterk participeerde.

Rond 1960 zet de tweede golf in, nu in het teken van **prestatieverbetering**. Meer kennis en inzicht, de uitstekende melktechniek en de komst van beter uitmelkende tepelvoeringen staan toe het, tot dat moment noodzakelijk geachte, namelken los te laten. De melkmethode P1A1, met een prestatie van 10-15 koeien per man per uur, buigt om naar meer melkstellen per man. Daarmee krijgt de melkleidinginstallatie een kans om door te breken in de grupstal, maar al snel ook in de doorloopmelkstal. Bij het melken in een vierstands melkstal wordt al een prestatie bereikt van 30-36 koeien per man per uur. Dit melken in de doorloopmelkstal, met name in visgraatmelkstallen, wordt zo positief ervaren dat dit vaak directe aanleiding wordt om de grupstal te vervangen door een boxenstal, die dan ook snel populair wordt. Dit proces is versneld door de opkomst van de melkdiepkoeltank.

De prestatieverbetering stelt steeds hogere eisen aan de melkmachine. Meetapparatuur komt beschikbaar. In een breed overleg worden normen opgesteld waaraan de installatie moet voldoen. Vooral gaat het daarbij om de gewenste luchtverplaatsing – de vacuümpompcapaciteit – de weerstanden in de leiding en de dimensionering van de leidingen. Deze normen worden grotendeels overgenomen in de ISO-normen en daarmee internationaal aanvaard.

Zo heeft de rationalisatie mede tot gevolg: internationale samenwerking, veranderingen voor de zuivelindustrie en invloed op het totale melkveebedrijf.

Als derde golfbeweging, ingezet rond 1970, volgt de **automatisering**, waarbij het uiteindelijke effect zal doorwerken tot ver in de jaren '80.

De computer is hulpmiddel bij het vergelijken melkmachine-onderzoek en bij de ontwikkeling van beheerssystemen.



De technische mogelijkheid om de melkstroom af te tasten, samen met de opkomst van de elektronica, luiden de automatisering in. De melkstroombeweging is signaalgever om te melden dat de koe „uit” is, dat het melken kan worden gestopt, al of niet gevolgd door het automatisch afnemen van het melkstel.

Grotere melkstallen komen hiermee binnen het bereik, zoals de visgraatmelkstal met 2 x 6 en 2 x 8 standen en groter, de draaimelkstal en als tweemans-melksysteem de ruitmelkstal.

Inmiddels is het mogelijk 60-80 koeien per man per uur te melken, terwijl door de komst van automatische reinigungsapparatuur ook het bijkomende werk sterk is verminderd.

De automatisering van het melken op de grupstal is later op gang gekomen. Een verrassend aspect is dat automatische hulpapparatuur op de grupstal, bij een methode P1A6, qua prestatie kan concurreren met grotere visgraatmelkstallen: 50 koeien per man per uur. Dit is bereikbaar door het individueel melken per koe. Het leidt tot een machinebenutting van boven 90%, in een achtstands visgraatmelkstal is dat 50% of lager. Automatiek in doorloopmelkstallen kan, samen met individueel wisselen, tot een verbeterde machinebenutting en tot beperking van het aantal standen leiden. Studies in bedrijfsverband wijzen op een gunstig perspectief.

Het onderzoek, gebaseerd op automatisch gemeten melkgiften en verwerking per computer, met binnen de verwerking de mogelijkheid melkgiften en melkproductie te voorspellen, is de basis voor nieuw vergelijkend melkmachine-onderzoek en de ontwikkeling van beheerssystemen in de melkveehouderij. Deze systemen zullen de komende jaren in toenemende mate het proces melken-voeren-gezondheid beïnvloeden.

Het kwaliteits- en het kwantiteitsaspect bij het melken zijn van grote betekenis. Bovenvermelde onderzoeksmethodiek wordt steeds meer gericht op het bestuderen van machine-eigenschappen in relatie tot hoge produkties van 8-10.000 kg per koe/jaar. Het onderzoek gaat tevens in op het gehele melkafgiftepatroon. Daarnaast gaat het vooral om het terugsturen van signalen uit de verwerking naar de melkstal toe, bijv. op separatie van melk verdacht van een te hoog celgetal en separatie van koeien verdacht van gezondheidsafwijkingen. Het gaat om een betere kwaliteit van de melk en het melken.

Ergonomisch onderzoek zal intussen meer inzicht geven in de arbeidsbelasting en in de consequenties voor bouw en inrichting van de melkstal.

Het driemaal daags melken, gericht op behoud van uier- en beenkwaliteit, uitgaande van een hoog genetisch produktiepotentieel, vraagt eveneens aandacht van het technisch onderzoek en de sociale aanvaardbaarheid. Ook komt het automatisch melken binnen bereik. De laatste schakel, het automatisch aansluiten van het melkstel is technisch geen onhaalbare zaak. In principe kan dan met enkele compleet uitgeruste standen iedere koe zo vaak gemolken worden als gewenst is. Dat dit grote gevolgen kan hebben voor de gehele bedrijfsinrichting is duidelijk.

Oogst, opslag en verstrekken van ruwvoer

Het landbouwtechnisch onderzoek heeft zich ten aanzien van ruwvoer in het verleden vooral beziggehouden met de ontwikkeling van methoden en technieken om de arbeidsproduktiviteit te verhogen en (in mindere mate) arbeidsverlichting te bewerkstelligen. Een zwaartepunt in het onderzoek is tevens het verkorten van de veldperiode geweest; dit om weerrisico's zoveel mogelijk te beperken. Eerst is de nadruk gelegd op de toe te passen mechanisatie in de hooiwinning. Later heeft de mechanisatie rond de voordroogkuil de overhand gekregen.

Door gebruik te maken van machines is het mogelijk met één arbeidskracht in dezelfde tijd meer werk te verrichten. Een verhoging van de arbeidsproduktiviteit bij het veldwerk is bereikt door de introductie van de landbouwcirkelmaaier en de door de trekker aangedreven trommelschudder, later gevolgd door de cirkelschudder. Het onderzoek heeft zich vooral gericht op de werkmethodes en mechanisatieketens bij de veldbewerkingen, bij de oogst en opslag en bij uithalen en verstrekken.

Een indruk hiervan geven de volgende activiteiten:

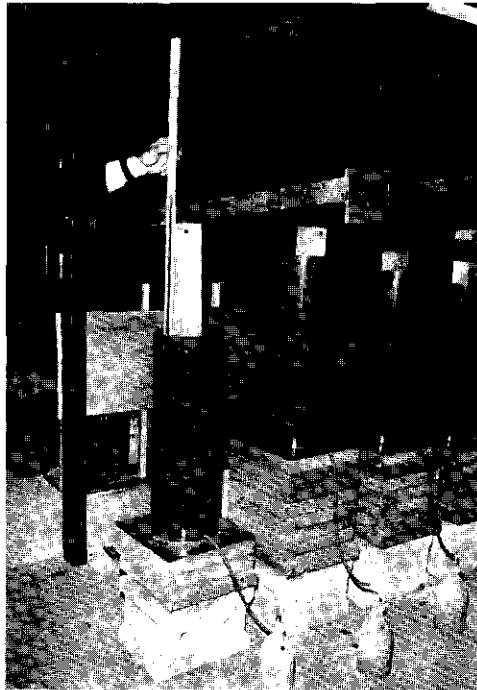
Bij het veldwerk, de oogst en de opslag treden de volgende onderzoeksobjecten naar voren:

- maaikneuzers voor het laden van los hooi;
- opraapdoseerwagens met dwarsafvoer;
- blazers en doseerapparatuur voor hooi en voordroogkuil;
- automatische hooiberg;
- bovenlossen/verdelen in torensilos;
- grasvork voor verdelen op rijkuilen;
- maken en verwerken van ronde of rechthoekige balen, pakken dan wel geperste hopen.

Bij het uithalen en verstrekken is veel aandacht besteed aan:

- handgereedschappen: grasvorken, frezen en blokkensnijders voor uithalen van rijkuilen;

Proefopstelling met mini-silo's: systematisch onderzoek naar de factoren die van invloed zijn op de dichtheid van het produkt en het behoud van de kwaliteit van het eigen ruwvoer.



- apparatuur voor uithalen en verdelen (dosereren) van pakken en (gemengde) gehakselde produkten;
- bovenlossers in torensilo's;
- rondgaande kettingen, hoog- en laagliggende getrokken voerbanden en pneumatische systemen.

Een te lange veldperiode veroorzaakt grote verliezen in het gemaaid materiaal (brokkel- en uitloogverliezen). Bovendien wordt de hergroei vertraagd, hetgeen indirect ook weer opbrengstverlies betekent.

Een verkorting van de veldperiode is bereikt door:

- mechanische of thermische behandeling van het materiaal.
Door het toepassen van deze behandelingen wordt de droogsnelheid vergroot. Ten aanzien van de mechanische behandeling is door het onderzoek aandacht besteed aan het effect van klepelmaaiers, maaikneuzers en gecombineerde machines.
Thermische behandelingen zijn uitgevoerd met branders en stoom;
- opslaan bij lagere drogestofgehaltes.
In eerste instantie is hiervoor bij de hooiwinning gekeken naar de mogelijkheden van het nadrogen door middel van ventileren, al of niet met verwarmen in verschillende trappen, tot en met het volledig gemechaniseerd schuurdrogen.
Bij de thans veelal toegepaste voordroogkuilmethode wordt het produkt reeds met een drogestofgehalte van 40-50% opgeslagen;

- effectieve werkorganisatie.

Door een goede afstemming van de arbeidsbehoefte op de beschikbare capaciteit per periode na te streven en duidelijke beslissingsregels vast te stellen, is het mogelijk gebleken een werkorganisatie te bewerkstelligen, die een efficiënte benutting van mensen en machines combineert met een zo hoog mogelijk te verwachten kwaliteit van het produkt. De resultaten van onderzoek op dit terrein hebben ruime toepassing in de praktijk gevonden.

- doelmatige systeemkeuze.

Er zijn, technisch gezien, verschillende goede oogst- en opslagsystemen voorhanden. Hierover zijn jarenlang technische, arbeidstechnische en organisatorische gegevens verzameld. Door in werkgroepsverband de arbeidsbehoefte en de werktuigcapaciteit van een groot aantal methodes onderling te vergelijken, binnen een aantal randvoorwaarden, is inzicht verkregen in de capaciteit van oogst- en opslagsystemen en in de kosten per eenheid, in afhankelijkheid van de te oogsten oppervlakte. Hiermede is een bruikbare voorselectie mogelijk bij het kiezen van een bedrijfsopzet.

In de laatste jaren is vooral de ruwvoeropslag en -verstrekking onderwerp van onderzoek geweest. Voor de ruwvoeropslag in torensilo's is een rekenmodel opgesteld, waardoor – met behulp van gegevens over de eigenschappen van het ruwvoer en de afmetingen van de silo – de opslagcapaciteit kan worden bepaald. Dit model is in de praktijk getoetst. De invloed van verschillende factoren op de opslagcapaciteit kan met dit model worden aangegeven.

Verder zijn drukmetingen verricht om inzicht te krijgen in de constructieve belastingen van torensilo's. De resultaten van deze metingen zijn verwerkt tot richtlijnen voor de bouw van torensilo's, die voor fabrikant en boer van groot belang zijn.

Bij de horizontale ruwvoeropslag is aandacht besteed aan de uitvoering en de constructie van rijkuiplaten en sleufsilo's. Ook is gezocht naar mogelijkheden het voer in horizontale opslagsystemen te verdichten met behulp van vacuüm.

De overgang van grup- naar ligboxenstal heeft het onderzoek naar de ruwvoer-verstrekking sterk beïnvloed. In een ligboxenstal heeft niet ieder dier een eigen eetplaats en vaak is het aantal eetplaatsen kleiner dan het aantal koeien. Zo hebben groepsvoeding, voorraadvoeding en ook zelfvoeding aandacht gekregen. Eetbreedtebeperking heeft als consequentie dat er steeds een voldoende voorraad voer moet worden aangeboden. Dit kan worden bereikt door grote hoeveelheden ineens (bijv. blokken of pakken) aan het voerhek te plaatsen of door de frequentie van het voerverstrekken op te voeren.

In dit verband is ook veel onderzoek gedaan aan zelfvoedingssystemen, waarbij de dieren het ruwvoer direct uit de kuil opnemen. Met name de bestuurbaarheid van zelfvoedingssystemen met gras en snijmaïs is punt van onderzoek geweest. Ook ranglage dieren dienen nog voldoende voer op te kunnen nemen.

Bij de huisvesting van rundvee in een ligboxenstal vindt de krachtvoerverstrekking voornamelijk plaats in de melkstal. Een nadeel hiervan is echter dat de verblijftijd in de melkstal van vooral de hoogproduktieve dieren te beperkt is om voldoende krachtvoer op te nemen. Daarvoor is gezocht naar mogelijkheden krachtvoer buiten de melkstal te verstrekken. Een eerste ontwikkeling was de zogenaamde bijvoerautomaat, waaruit de hoogproduktieve dieren (ad lib) extra krachtvoer konden opnemen. De elektronische koeherkenning met daaraan gekoppeld de geprogrammeerde krachtvoer-verstrekking heeft het mogelijk gemaakt de koeien ook buiten de melkstal individueel van krachtvoer te voorzien. Met name bij zelfvoeding en op bedrijven met een vee-

bezetting tot ca. 80 koeien waar groepsvorming minder in trek is, wordt dit systeem meer en meer toegepast.

Ander onderzoek heeft zich gericht op het gelijktijdig verstrekken van ruw- en krachtvoer. De intensiteit van het mengen is hier een belangrijk kwaliteitskenmerk gebleken.

In de toekomst zal het onderzoek zich meer richten op een optimaal gebruik van de produktiefactor grond. Dit betekent dat in het gehele gebied van graslandbeheer – oogst, voeropslag, verstrekking en voeropname – gestreefd moet worden naar een efficiënter gebruik van het produktievermogen van de grond, door vermindering van de verliezen en een betere benutting van het zelf geproduceerde voer.

Door de gecompliceerdheid van de problemen is het noodzakelijk dat het onderzoek zich verdiept in de invloed van verschillende factoren. Hierdoor kan beter worden aangegeven op welke wijze in de praktijk verbeteringen in de toegepaste methoden kunnen worden aangebracht. Enkele aspecten met betrekking tot het toekomstige onderzoek kunnen met name worden genoemd.

- De ontwikkeling van een elektronische begeleiding van (voeder)gewassen te velde, gekoppeld aan een graslandbeheersysteem. Dit is van belang voor een goede bewaking van de grasland- en dierproduktie en de voervoorraad.
Voor een optimale produktie van het grasland is het noodzakelijk zodebeschadiging, o.a. door het berijden en door het verspreiden van mengmest, te voorkomen en de waarde van de organische mest binnen het bedrijf te verbeteren.
- Onder gunstige weersomstandigheden is het moeilijk het gewas op het veld voldoende snel te drogen. Het inkuilen met toevoegmiddelen dient, mede in verband met het voorkomen van boterzuursporen, binnen het technisch onderzoek opnieuw te worden overwogen.
- Bij de opslag zal gestreefd moeten worden naar het verminderen van de conserverings- en nabroeiverliezen om kwalitatief beter voer te verkrijgen. Nagegaan zal moeten worden op welke wijze in de mechanisatieketen en in de constructie verbeteringen kunnen worden aangebracht die deze verliezen beperken. In deze overwegingen zal verder het energieverbruik van de toe te passen mechanisatie een belangrijke rol spelen.
- Een efficiënte aanwending van het op eigen bedrijf geproduceerde, maar ook van het aangekochte voer houdt in dat de voederbehoefte en de voederopname van het vee uit zowel ruw- als krachtvoer goed op elkaar moeten worden afgestemd. Technische ontwikkelingen op het terrein van individuele automatische ruwvoer-verstrekking luiden een nieuwe fase in het onderzoek in. Dit is gericht op een economischer benutting van het zelf geoogste kwaliteitsvoer door meer nauwkeurige schattingen van de opname en betere toediening in afhankelijkheid van de behoefte.

Organisatie en beheer

In de zestiger jaren is de belangstelling voor het oplossen van arbeidsvraagstukken in de veehouderij steeds duidelijker gebleken. Bij de voorlichting zijn in die tijd specialisten aangetrokken, die begeleid werden vanuit een nieuw consulentschap. Nederland maakte een periode door met een snelle stijging van de arbeidsproduktiviteit. Ook het landbouwkundig onderzoek richtte een niet onbelangrijk deel van zijn inzet op daaruit voortvloeiende vraagstukken. Het zo goed mogelijk benutten van de arbeid en

de vele mechanisatiemogelijkheden op de relatief kleine bedrijven is geen eenvoudige opgave geweest. De onderzoekresultaten hebben hun weg echter snel in de praktijk gevonden. De daardoor bereikte produktiviteitsstijging heeft de welvaart op het platteland duidelijk verbeterd. Maar tevens is daarmee een druk ontstaan op de structuur van de Nederlandse landbouw. De ontwikkelingen in die periode hebben zich sterk gericht op schaalvergroting, waarbij een verbetering van het sociale leefklimaat een toenemende nadruk kreeg.

Spoedig werd duidelijk dat arbeids-, organisatie- en mechanisatievraagstukken niet te scheiden onderdelen zijn van de totale bedrijfsvoering. De consequenties van veranderingen binnen het bedrijf dienen te worden weergegeven in de daarmee samenhangende effecten in de bedrijfsvoering en -resultaten. Zo werd een arbeidsbegrotings-systeem ontwikkeld, waardoor cijfermatig inzicht wordt gegeven in het effect van veranderingen op de arbeidsbehoefte en de bewerkingskosten. Door de vele arbeidsstudies in het verleden waren de bouwstenen voor veel berekeningen reeds aanwezig. De mogelijkheden daartoe zijn door de computer steeds meer binnen handbereik van het onderzoek gekomen. Deze ontwikkeling is momenteel nog in volle gang, waarbij getracht wordt een steeds groter deel van het bedrijfsgebeuren in die berekeningen te betrekken. Bovendien maakt de computer het mogelijk zich niet alleen tot genoemde effecten te beperken. Het bepalen van de optimale keuze van de productiefactoren, binnen aan te houden randvoorwaarden, gaat een steeds duidelijkere praktische betekenis krijgen. Deze ontwikkeling vindt afspiegeling in de bestaande programma's van de IMAG-DATASERVICE. Men is begonnen met programma's die, met behulp van tijdelementen, taaktijden voor routinematige veldwerkzaamheden en voor veewerkzaamheden kunnen berekenen. Een volgende stap was het oplossen van afstemingsproblemen bij oogst en transport en daarna het berekenen van een optimale or-

REVER KINNS CODE	OMSCHRIJVING VAN BEWERKING	MANUREN PER JAAR	VERDELING VAN DE HRT								MANUREN MET	OVER DE HALFMAANDELIJKE PERIODEN															
			JAN	FEB	MRT		APR		MAY			JUN	JUL	AUG		SEP	OKT		NOV	DEC							
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
VOORRANSWERK																											

84	RELKEN	1152	48	48	53	53	53	53	53	53	53	53	48	48	48	48	43	43	43	43	43	43	43	43	43	48	
85	OPBR/OPHALEN	64	2	2	2	2	2	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	2	2	2	
86	REINISSE APPAR	360	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	
87	REINISSE MELKST	86	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
88	VOEREN VOORPROEG	76	6	6	6	6	6	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	6	6	6	6	
89	VOEREN WATIS	52	4	4	4	4	4	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	4	4	4	
90	VOEREN BIEFENHL	52	4	4	4	4	4	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	4	4	4	
95	STALVOEREN 1/DAG	165	-	-	-	-	-	-	-	-	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	-	-	-	-	-	
96	VOEREN 0-4DG	528	35	35	35	35	35	35	35	35	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	35	35	35	35	
97	VOEREN 14DG-2HND	288	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	
98	VOEREN 2-9HND	336	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	
TOTAAL :		3163	143	143	148	148	148	148	148	148	125	125	120	120	120	120	115	115	115	115	128	112	138	138	143	143	
KLASSE : 1																											

8	POOT/ZAARKLAKEN	48	-	-	-	-	-	-	-	12	36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
10	POTEN	250	-	-	-	-	-	-	-	48	202	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
12	ZAAREN	15	-	-	-	-	-	-	-	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
39	MAAIDORSEN	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14	36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
40	STPD,PERSEN	107	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	28	79	-	-	-	-	-	-	-	-	
77	DOEST SWIJAALS	132	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	32	190	-	-	-	
80	WIERSEN	34	-	-	-	-	-	-	-	-	9	5	5	0	0	7	5	3	-	-	-	-	-	-	-	-	
81	VELHAKSELEN	326	-	-	-	-	-	-	-	-	88	49	49	0	0	65	46	29	-	-	-	-	-	-	-	-	
TOTAAL :		961	0	0	0	0	0	0	60	253	0	97	54	54	0	14	135	129	32	0	32	100	0	0	0	0	
KLASSE : 2																											

0	DIOFENSEN	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	-	-	-	-	-	-	-	-	
5	KUNSTM. STRODTEN	247	-	25	24	24	13	13	8	13	13	13	20	13	20	11	18	11	18	-	-	-	-	-	-	-	
14	SPUITEN,ONKRUID	17	-	-	-	-	-	-	10	7	17	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
17	SPH***	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
TOTAAL :		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

Via de IMAG-DATASERVICE: arbeidsbegroten voor melkveebedrijven, rekening houdend met de weergevoeligheid van de bewerkingen.

ganisatievorm voor diverse werkzaamheden voor gedurende één seizoen, met een zowel bestaand aanwezig machinepark als arbeidsbezetting. De service is uitgegroeid tot het maken van begrotingen voor de arbeidsbehoefte gedurende het gehele jaar en voor de gebouwenkosten in de veehouderij. Het is thans mogelijk om met bedrijfsspecifieke omstandigheden zoals verkaveling, werkbaarheid, afkalpatroon en graslandgebruik, rekening te houden. Momenteel wordt hard gewerkt om de bestaande kennis op het gebied van arbeid, gebouwen, mechanisatie, graslandgebruik en veevoeding te bundelen en zo te komen tot een optimaal bedrijfsplan voor individuele bedrijven. Hierbij is een nauw samenwerkingsverband met het Proefstation voor de Rundveehouderij ontstaan.

Door de inzet van veel mankracht in deze gerichte uitbouw, met een duidelijk gebruik van bestaande basiskennis, zal men attent moeten blijven op het kwantitatief beoordelen van technische veranderingen in de bedrijfsuitvoering (werkmethoden). Meer inzicht is reeds verkregen in de kwantitatieve betekenis van het als vanouds bekend staande algemene werk. Door de voortschrijdende mechanisatie van regelmatig terugkerende werkzaamheden gaat dit algemene werk een toenemend aandeel van de werktijd opeisen. De effecten van dit onderzoek beginnen via de voorlichting en het onderwijs hun vruchten af te werpen in de praktijk.

Decentralisatie bij het gebruik van computers komt steeds dichterbij. Deze ontwikkeling is gebaseerd op de kostenontwikkeling van de micro-elektronica en daardoor met het steeds algemener gebruik ervan.

Microcomputers op de bedrijven hebben in de zeventiger jaren hun intrede gedaan. Allereerst om processen te sturen. Een bekend voorbeeld daarvan is de regeling van het staklimaat in de intensieve veehouderij, waar de ventilatoren en de kleppen elektronisch worden gestuurd. Het automatisch verstrekken van krachtvoer aan melkoeien is ook een voorbeeld. Hier heeft het IMAG een belangrijke initiërende invloed uitgeoefend door het ontwikkelen van een automatisch, op elektronica gebaseerd, koeherkenningsstelsel. Op dit principe is het Nederlandse bedrijfsleven actief ingeschoten. Verschillende fabrikanten hebben de produktie ter hand genomen van automatische krachtvoersystemen, waarmee zij over de gehele wereld een goede bekendheid hebben weten te verwerven. De ontwikkelingen zijn hiermee echter niet geëindigd, want door de aanwezigheid van een microcomputer op het bedrijf zijn er mogelijkheden ontstaan om het gebruik ervan uit te breiden. Daarbij wordt vooral aandacht besteed aan de automatisering van de processen melken-voeren-gezondheidsbewaking en wordt de verbetering van het bedrijfsbeheer, met name bij de dagelijkse beslissingen, als doel gesteld.

De ontwikkelingen in de Nederlandse veehouderij hebben duidelijk geleid naar meer produktievere dieren per bedrijf en per werker. Dit is vooral mogelijk geworden door de mechanisatie, rationalisatie en gebouweninrichting. Het gevolg van deze ontwikkeling is echter dat de uitvoerende werkzaamheden nog wel uitgevoerd kunnen worden binnen de beschikbare tijd, maar dat de behorende arbeid zowel in verhouding als ook absoluut steeds meer tijd is gaan vragen. Het belang hiervan voor de uiteindelijke bedrijfsresultaten wordt door de praktijk steeds duidelijker onderkend. De gedachte van „niet meer, maar beter” heeft op de bedrijven een goede voedingsbodem gevonden.

De behoefte aan gegevens per dier ten behoeve van het bedrijfsbeheer is sterk toegenomen. De centrale verwerkingsdiensten zoals de Centrale Melkcontrole Dienst, de verenigingen voor kunstmatige inseminatie, de gezondheidsdiensten voor dieren enz. hebben op deze behoefte ingespeeld door het verstrekken van steeds meer specifieke,

betrouwbare en nauwkeurige gegevens. Het nadeel van de relatief lage frequentie, waarmee deze gegevens op de bedrijven beschikbaar komen voor het dagelijkse beheer, wordt echter ook duidelijker gevoeld. De microcomputers op de bedrijven scheppen evenwel de mogelijkheid, om in de toekomst in de niet gedekte behoefte te voorzien. Het meten van de melkhoeveelheid, de melktemperatuur, de elektrische geleidbaarheid van de melk, het gewicht en het gedrag van de koe behoren tot de mogelijkheden. Via goede programmatuur is men, voor een aantal van deze meetresultaten, in staat automatisch per dier normen vast te stellen waaraan de resultaten getoetst worden.

In deze stormachtige ontwikkeling is de leidende rol van het IMAG onmiskenbaar aanwezig. Zij heeft mede de mogelijkheid geopend om dergelijke informatiesystemen te baseren op het principe „Slechts aandacht voor de uitzonderingen“, waarbij de veehouder zich nauwelijks zorgen behoeft te maken over de normstelling. Hiermee wordt de gegevensstroom ingedamd tot die informatie die voor de veehouder op dat moment van werkelijk belang is.

Voor de toekomst mag worden verwacht dat de efficiency-verbeteringen op de bedrijven vooral bereikt zullen worden door het beschikbaar komen en vakkundig gebruiken van gewenste informatie bij beslissingen voor zowel incidentele keuzen met betrekking tot bedrijfsveranderingen als voor het dagelijkse bedrijfsbeheer. Voor de wat verdere toekomst mag worden verwacht dat computers op de bedrijven en computers voor externe systemen rechtstreeks gegevens kunnen uitwisselen. Verwacht wordt dat de gunstige ervaringen, opgedaan in de melkveehouderij, gevolgd zullen worden door die voor de varkens- en pluimveehouderij.

Ook de grondgebonden produktie (gras en andere ruwvoergewassen) zal opgenomen worden in de studies met betrekking tot informatieverschaffing voor een goede bedrijfsvoering. Deze ontwikkelingen zullen waarschijnlijk op korte termijn niet leiden tot een verdere toename van de bedrijfsgrootte, maar veeleer tot een betere exploitatie van de bestaande bedrijven.

Het IMAG is zich op dit terrein bewust van haar taak. Duidelijk waarneembaar is verder dat de ontwikkelingen in de veehouderij gepaard zijn gegaan met enerzijds een lichtere fysieke belasting, maar anderzijds met een toenemende mentale belasting. Via nieuw onderzoek wordt getracht hierover meer informatie te verkrijgen, opdat wegen gevonden kunnen worden om ook het welzijn te verbeteren.

Intensieve veehouderij

Vanaf het begin van de explosieve ontwikkelingen in de intensieve veehouderij is door het IMAG, toen nog opererend als ILB en ILR, veel aandacht besteed aan het onderzoek en de beproeving van nieuwe stal- en hokvormen. Het onderzoek was erop gericht een zo efficiënt mogelijke bedrijfsvorm te verkrijgen, met een ongestoord produktieverloop, met zo laag mogelijke gebouwen- en produktiekosten, gecombineerd met een optimale benutting van het arbeidspotentieel.

De volgende aspecten hebben hierbij aandacht gekregen:

- de toepassing van nieuwe bouwmaterialen en -constructies;
- het verbeteren van de stalklimaatbeheersing;
- het ontwerpen van nieuwe stalinrichtingssystemen;
- het mechaniseren en automatiseren van voersystemen;

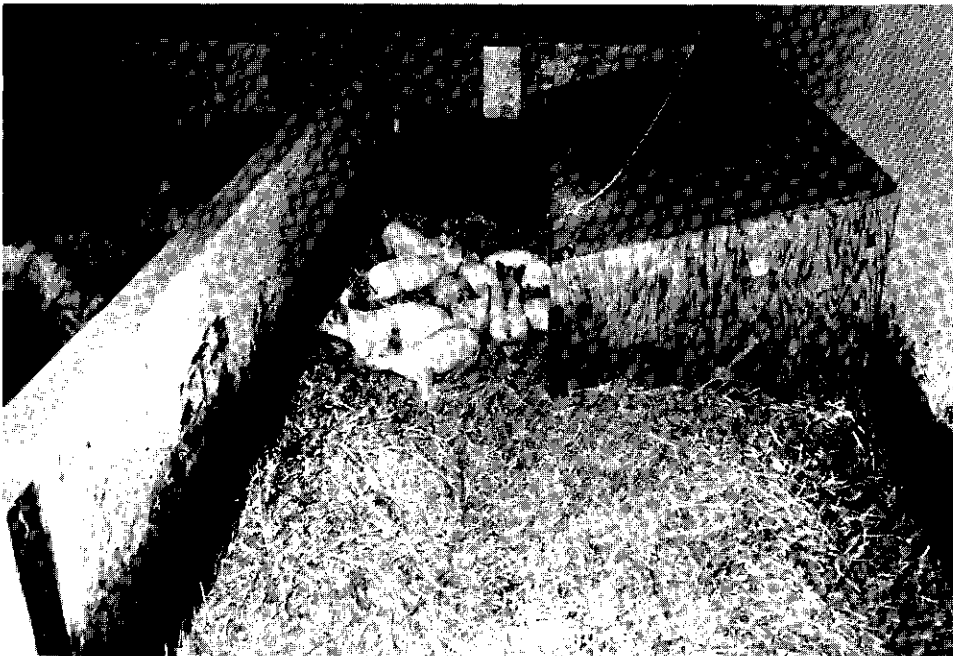
- het ontwikkelen en verbeteren van mestverwerkingssystemen;
- het stroomlijnen van de productiecontrole d.m.v. goed opgezette administratieve beheerssystemen.

De schaalvergroting heeft met zich meegebracht dat er niet alleen een grotere lichamelijke belasting ontstond voor de veehouder, maar – na het bereiken van een hoog mechanisatieniveau – ook een grotere mentale belasting. Er vindt daarom een zekere verschuiving plaats binnen het arbeidskundig onderzoek in de richting van de ergonomie. Er wordt een meer centrale plaats ingeruimd voor de veehouder als mens in relatie tot de omstandigheden in het productieproces. Dit streven naar humanisering van de arbeid heeft niet alleen betrekking op de fysische omgevingsfactoren, maar richt zich ook op de mentale belasting zelf.

De varkenshouderij

De enorme uitbreiding, die gepaard ging met schaalvergroting, kon worden gerealiseerd door een vergaande mechanisatie en arbeidsbesparing. Een grote rol heeft de toepassing van roostervloeren hierbij gespeeld. Aanvankelijk bleef de toepassing beperkt tot de mestgang in de Deense stal, later breidden de roostervloeren zich uit tot het gehele hokoppervlak.

Deze stroloze stallen stellen hogere eisen aan de klimaatbeheersing. Centrale verwarming is na 1970 een normaal verschijnsel geworden in de mestvarkensstallen.



De open stal met stro voor gespeende biggen: welzijnsbevorderend, geen mechanische ventilatie en verwarming.

De schaalvergroting bracht evenwel ook problemen met zich mee rond de diergezondheid. Om de infectieketen te onderbreken wordt de laatste jaren gewerkt met kleinere stalafdelingen, waarin het all-in all-out-systeem kan worden toegepast.

De stijgende energieprijzen hebben de laatste jaren geleid tot de ontwikkeling van nieuwe huisvestingsvormen, waarbij op natuurlijke wijze wordt geventileerd en waarbij de stalverwarming ontbreekt. Door een deel van de ligruimte af te dekken, ontstaat er een tochtvrije ligplaats voor de dieren. Een belangrijk deel van het varkenshuisvestingsonderzoek vindt plaats op het eigen proefbedrijf „Bantham“.

Voor de toekomst mag worden verwacht dat energiebesparing een belangrijke rol zal blijven vervullen. Het aandeel roosters zal, mede door de eisen gesteld aan het dierlijk welzijn, teruglopen.

In de fokkerij is in grote lijnen dezelfde tendens waar te nemen. Een opvallende ontwikkeling van de laatste decennia is het vastbinden van de zeugen. Dit betreft zowel de drachtige als de zogende dieren. Hier heeft het strooisel eveneens plaats moeten maken voor roostervloeren. Hiermee gepaard gaande is de oppervlakte van het kraamopfokhok gehalveerd. Ook in de fokkerij zal voor de nabije toekomst energiebesparing belangrijk zijn. Voorts mag worden verwacht dat het aantal en de omvang van de zogenaamde gesloten bedrijven zullen toenemen, waardoor er meermansbedrijven zullen ontstaan. In het algemeen zal, meer dan tot nu toe het geval is, aandacht worden besteed aan de preventieve gezondheidszorg.

De pluimveehouderij

De ontwikkelingen in de pluimveehouderij hangen nauw samen met de overgang van het strooisel-roostersysteem naar het batterijsysteem. Daardoor kon een aanzienlijk betere benutting van de staloppervlakte worden gerealiseerd; van 6 tot 8 hennen per m² bij het grondstelsel tot 20 à 35 per m² bij het batterijsysteem.

De mechanisatiemogelijkheden werden sterk vergroot, zodat beduidend meer hennen per man konden worden gehouden. De hogere produktie en de betere voedselbenutting per hen zorgden er verder voor dat de kostprijs in de laatste 20 jaar slechts weinig is gestegen.

De laatste jaren is er vanuit de samenleving een toenemende kritiek ontstaan op het houden van kippen in kooien. De voornaamste aangevoerde bezwaren zijn de beperkte bewegingsruimte voor de dieren en de onmogelijkheid tot het uitvoeren van bepaalde natuurlijke gedragingen, zoals het zandbaden.

Het onderzoek, ook bij het IMAG, is momenteel mede gericht op het ontwikkelen en beproeven van alternatieve huisvestingsvormen. Het doel is zoveel mogelijk tegemoet te komen aan de genoemde bezwaren, maar tevens rekening te houden met de inkomenspositie van de pluimveehouder.

Mede doordat in internationaal verband minimumnormen zullen worden opgesteld, zal het onderzoek naar gewijzigde huisvestingsvormen in de toekomst een grotere prioriteit krijgen.

In de slachtkuikensector is de schaalvergroting eveneens aanzienlijk geweest. Twee zaken springen hierbij in het oog: de arbeidsproblemen bij het laden en transporteren van de af te leveren kuikens en het energieprobleem. Het onderzoek naar de mechanisatiemogelijkheden bij het afleveren van kuikens is, samen met het Instituut voor Pluimvee-onderzoek „Spelderholt“ (IPS), in volle gang. Verlaging van de energiekosten ten aanzien van de stalverwarming en -ventilatie zal ook in de toekomst aandacht van het onderzoek blijven vragen.

De vleeskalverhouderij

Toen 25 jaar geleden werd gestart met het fabrieksmatig fabriceren van kalvermelkpoeder, ontstond de mogelijkheid voor gespecialiseerde bedrijven om een mesterij te starten op basis van aangekochte nuchtere kalveren. De kalverkisten, waarin de kalveren voorheen werden gemest, werden vervangen door open boxen met een meestal open front, waardoor de kalveren elkaar konden zien en er een betere ventilatie in de box mogelijk was.

Naarmate het afleveringsgewicht werd verhoogd, werden de afmetingen van de boxen belangrijker. Door het IMAG werd onderzoek verricht naar de meest gewenste afmetingen, zodat meer aan de gedragseisen van de dieren kan worden tegemoetgekomen, terwijl de produktieresultaten acceptabel blijven.

Momenteel wordt onderzoek verricht naar huisvestingsvormen, waarmee ruimere bewegingsmogelijkheden voor de kalveren worden geschapen, zoals groepshokken voor vijf kalveren, al dan niet ingestrooid. De perspectieven lijken hoopvol. Voordat er een, zowel voor de producent als voor de kritische consument, acceptabele huisvestingsvorm is gevonden, zal er in de toekomst nog veel onderzoek moeten worden verricht.

Het dierlijk welzijn

In het voorgaande is reeds naar voren gekomen dat het dierlijk welzijn bij de ontwikkeling van nieuwe huisvestingsvormen een factor is waarmee meer en meer rekening wordt gehouden. In het verleden is soms wat te weinig tegemoetgekomen aan een aantal primaire eisen van de dieren. De grens van het aanpassingsvermogen van de dieren werd dicht benaderd of soms zelfs overschreden. Getracht wordt objectieve normen vast te stellen, waaraan huisvestingssystemen behoren te voldoen, zodat problemen als bijv. stress en kannibalisme vermeden kunnen worden.

Bij het praktijkgerichte welzijnsonderzoek, zoals dat door het IMAG wordt uitgevoerd, is het doel alternatieven te ontwerpen of veranderingen aan te brengen zodat deze problemen niet meer optreden. Daarbij mogen vanzelfsprekend de economische aspecten niet vergeten worden. De onderzoekresultaten tot nu toe geven aan, dat een goede combinatie van welzijn voor boer en dier een haalbare zaak is. Verder onderzoek in deze richting, waarin verhoging van het welzijn van de dieren zo mogelijk gekoppeld wordt aan verlaging van de energiebehoefte, wordt daarom ook aangepakt. Het zoveel mogelijk tegemoetkomen aan de eisen van de dieren, waarin steeds meer inzicht verkregen wordt, in combinatie met een rendabele bedrijfsvoering, is de belangrijkste leidraad in het onderzoek.

Energie

Sinds de energiecrisis in 1973 hebben de energiekosten een grote invloed gekregen op het economische leven, zowel nationaal als internationaal. De voorspellingen met betrekking tot het energieprijsverloop, de voorraden fossiele energie en de terughoudendheid bij de toepassing van kernenergie, hebben vele landen aan het zoeken gezet naar mogelijkheden om zich aan de wurgende greep van de energiekosten te onttrekken. In de veehouderij is dit alles ook goed merkbaar. De taak van het IMAG ligt daarbij vooral op het terrein van de directe energie. Vooral in de veredelingslandbouw is

het energieverbruik bij de ruimteverwarming aanzienlijk, terwijl voor de ventilatie van dergelijke stallen veel energie in de vorm van elektriciteit wordt verbruikt. Huidige en toekomstige mogelijkheden tot besparing zullen op diverse manieren bereikt kunnen worden.

Schematisch weergegeven zal dit via de volgende wegen gerealiseerd worden:

- 1 Beperken van de verliezen binnen de gangbare bedrijfssystemen zonder terugwinningsapparatuur. Hierbij moet vooral gedacht worden aan betere ventilatie en isolatie. Bij overtollig ventileren gaat te veel warmte verloren, die weer moet worden aangevuld. Bij een beperkte ventilatie zullen de dieren vaak in staat zijn om hun stalruimte zelf voldoende te verwarmen, mits de stal goed geïsoleerd is. Isolatie met een oogmerk van energiebesparing op stookkosten heeft alleen zin in stallen waar nauwelijks geventileerd wordt. Hierbij kan men denken aan slachtkuikenstallen met dieren tot ± 3 weken oud.

Voor een zo goed mogelijk samenspel tussen verwarming en ventilatie kan met behulp van moderne klimaatregelsystemen een besparing worden bereikt. Anderzijds is er ook in de intensieve veehouderij een toenemende belangstelling voor systemen met natuurlijke ventilatie.

- 2 Het terugwinnen van energie uit afvalprodukten van het productiegebeuren op de bedrijven. Daarvan wordt een aantal voorbeelden in de praktijk reeds toegepast.
 - Stalverwarming en -ventilatie gaan in de veredelingslandbouw vaak samen. Via warmtewisselaars is het mogelijk om met de warme ventilatielucht de binnenkomende lucht door recuperatie voor te verwarmen. Hierdoor hoeft daarna in de stal minder of nauwelijks meer verwarmd te worden. Toepassing van warmtewisselaars betekent in de praktijk vaak dat het gehele ventilatiesysteem aangepast moet worden, omdat nu de in- en uitlaat van de lucht op ongeveer dezelfde plaats gesitueerd moeten zijn.
 - De melktank op de melkveebedrijven is in ons land een algemeen goed geworden. De melk wordt er in korte tijd in gekoeld tot 4°C en in bewaard. Deze koeling vergt elektriciteit en de onttrokken warmte wordt naar buiten afgevoerd. Door middel van voorcooling kan de energiebehoefte worden teruggebracht. Anderzijds kan met behulp van een warmtepomp de melkwarmte worden overgedragen aan water, waarbij temperaturen bereikt worden tot 55°C . Dit warme water kan zowel op het bedrijf als in de woning worden gebruikt voor verschillende doeleinden. Zonder warmtepomp is voor de warmwaterbereiding andere energie nodig.
 - Mest, als restant van het dierlijk voedsel, bevat nog steeds energie. Deze kan op een aantal manieren worden vrijgemaakt. Met name valt hier te denken aan het aëroob en anaëroob afbreken. Vooral de laatste methode, het anaëroob vergisten, staat de laatste jaren sterk in de belangstelling vanwege het hoogwaardige biogas dat daarbij verkregen wordt. Voor de productie van biogas moeten hoge investeringen gepleegd worden. Het bacteriële proces speelt zich af bij $\pm 30^{\circ}\text{C}$. Dit op zich betekent ook een energie-invoer. Bij een goede uitvoering van de installatie kan die echter beperkt blijven tot 25% van de energie-opbrengst, die voor runder- en varkensmest ca. 18 m^3 biogas/ m^3 mest kan bedragen. Bij leghennemest, met 15% droge stof, mag op 40 m^3 biogas/ m^3 worden gerekend. De verbrandingswaarde van biogas is ca. 70% van die van aardgas. Het gas kan voor vrijwel hetzelfde doel gebruikt worden, waarbij vooral aan ruimteverwarming en elektriciteitsopwekking gedacht wordt. Bij de elektriciteitsopwekking kan tevens een deel van de motorwarmte worden teruggewonnen, waarbij de bij de koeling vrijkomende warmte naar het proces wordt teruggevoerd.

- Veel afvalstoffen waarvan het vochtgehalte laag is, kunnen direct verbrand worden in daarvoor ingerichte verbrandingsinstallaties (zgn. allesbranders). Op veebedrijven zijn deze producten niet zo talrijk, maar in akkerbouw- en bosrijke gebieden, waar men voor een redelijke prijs over stro en houtafval kan beschikken, wordt hier een mogelijkheid geboden om op de stookkosten te besparen. Een grootschalige toepassing van dergelijke kachels zal de vraag naar afvalprodukten doen toenemen, met als gevolg een stijgende prijs hiervoor. Ook zal de invloed van de rookgassen op het milieu moeten worden vastgesteld.
- 3 Behalve afvalhout en stro zijn andere energiebronnen aan te boren, die tevens onbeperkt voorhanden zijn. Met name moet men hierbij denken aan zonne- en windenergie.
 - Zonne-energie komt voor $\pm 75\%$ beschikbaar in de periode dat er geen behoefte is aan ruimteverwarming. Hierdoor lijkt de toepassing in de veehouderij zich vooral te beperken tot de warmwaterbereiding op met name vleeskalverbedrijven. Daar is gedurende het gehele jaar veel warm water nodig voor de bereiding van de kalvermelk. Om de toepassing ervan aantrekkelijk te maken, richt het onderzoek zich vooral op een verantwoorde verlaging van de investeringen en de jaarkosten, door uit te gaan van grote oppervlakten met een geringere energie-opbrengst per m² dan in bijv. de woningbouw.
 - Windenergie, omgezet in elektriciteit, is een bron van hoogwaardige energie. De wisselvalligheid van het aanbod en de grote invloed van de windsnelheid op de opbrengst verhinderen een toepassing op ruime schaal. Hierdoor zullen in de toekomst slechts die bedrijven ervan kunnen profiteren, die een erg homogeen afnamepatroon van elektriciteit kennen en die bovendien gevestigd zijn in het westen of noorden van ons land. Het terugleveren van opgewekte elektriciteit aan het openbare net draagt nog onvoldoende bij tot een aanvaardbare rentabiliteit.

Het IMAG is met haar onderzoek actief gericht op het verantwoord operationeel maken van principes, die soms al eeuwen bekend zijn. Verschillende ontwikkelingen hebben het gebruiksstadium nooit bereikt of zijn weer verlaten vanwege de overvloedige beschikbaarheid van goedkope fossiele energie. Operationeel maken betekent in dit kader vooral aandacht schenken aan de technologie en de betrouwbaarheid ervan. We moeten constateren dat alle bedrijfssystemen in de veehouderij zijn gebaseerd op een verzekerde aanvoer van de energiedragers. De gevolgen voor de dieren en daarmee voor de economische resultaten, bij het plotseling wegvallen van de energievoorziening, zijn nauwelijks te overzien. Vanwege deze risico's zullen in de toekomst eventuele alternatieve energiebronnen nog lang gekoppeld moeten blijven aan en/of blijven bestaan naast de huidige energietoevoer.

Te veronderstellen dat de energiekosten, door gebruik van alternatieve energiebronnen, in de toekomst zullen gaan dalen, is misleidend. Het streven van onderzoek en praktijk zal zich vooral richten op het loskoppelen van de prijzen voor de fossiele brandstoffen. Daarom zal de toepassing ervan in de praktijk met name van deze prijsontwikkeling en van de te realiseren en de te stellen betrouwbaarheid afhangen. Daardoor kan er in de praktijk tussen de bedrijven een grote diversiteit gaan ontstaan met betrekking tot het energiebeheer.

De landbouw in de derde wereld

Inleiding

Activiteiten ten behoeve van de mechanisatie van de landbouw in ontwikkelingslanden behoren reeds een groot aantal jaren tot het werkterrein van het Centrum Techniek.

In de beginperiode hebben deze werkzaamheden zich beperkt tot het adviseren van de in de betrokken landen werkzame specialisten van andere vakdisciplines. Oriëntatie ter plaatse, door mechanisatiespecialisten, behoorde in die tijd tot de uitzonderingen. In de loop der tijd is het aantal vragen toegenomen. Dit heeft in eerste instantie tot gevolg gehad dat binnen de beide toen nog bestaande instituten (het Instituut voor Tuinbouwtechniek en het Instituut voor Landbouwtechniek en Rationalisatie), één medewerker volledig was belast met deze mechanisatieproblematiek. Daarnaast hebben steeds meer medewerkers activiteiten ten behoeve van ontwikkelingslanden ontplooid. In deze periode is het instituut dus directer bij het werk betrokken. Uitzendingen voor zowel een kortere als langere tijd, hebben regelmatig plaatsgevonden.

Mogelijk begint nu een derde periode, waarin de kennisoverdracht van ons instituut naar de derde wereld nog beter tot haar recht kan komen. Dit zou gerealiseerd kunnen worden door het aangaan van nauwere betrekkingen met een of meer zusterinstellingen in die landen. Hierdoor wordt niet alleen een samenwerking voor een langere tijd gewaarborgd, maar bestaat tevens de mogelijkheid voor een tweerichtingsverkeer.

Het is duidelijk, dat binnen ons instituut deskundigheid voorhanden is, die overgedragen kan worden naar ontwikkelingslanden en daar, aangevuld met lokale kennis, productief kan worden gemaakt. In deze landen is op tal van plaatsen behoefte aan deze deskundigheid en wel om de volgende redenen.

- Het vergroten van de bewerkingscapaciteit en de slagvaardigheid door middel van het ontwikkelen en introduceren van op lokale omstandigheden aangepaste werktuigen en werkmethoden, zowel voor dierlijke als mechanische tractie, met het doel bewerkingen zoveel mogelijk op het meest optimale tijdstip uit te voeren.
- Het verlichten van handwerk door het verbeteren van bestaande en het invoeren van nieuwe werktuigen en werkmethoden.
- Het verbeteren van opslagmethoden en verwerkingsmethodieken van landbouwproducten met het doel verliezen zoveel mogelijk te voorkomen.
- Het verbeteren van bedrijfsgebouwen en -inrichting voor het intensiveren en vergroten van de dierlijke en plantaardige productie.

Aan al deze activiteiten moet steeds de regel ten grondslag liggen, dat de introductie ervan zeer behoedzaam moet geschieden, rekening houdend met en gebruik makend van alle lokale omstandigheden en hulpmiddelen, zoals o.a. infrastructuur (incl. sociale omstandigheden), aanwezige kennis, bouwmaterialen, financiële draagkracht en cultuur.



Kennisoverdracht ten behoeve van werktuigontwikkeling en -verbetering, voor zowel handwerk als dierlijke tractie en trekkergebruik.

Een overzicht van de reeds ondernomen en gedeeltelijk nog voortdurende activiteiten wordt in het volgende gegeven. Dit hoofdstuk wordt besloten met een visie op de toekomst.

Activiteiten

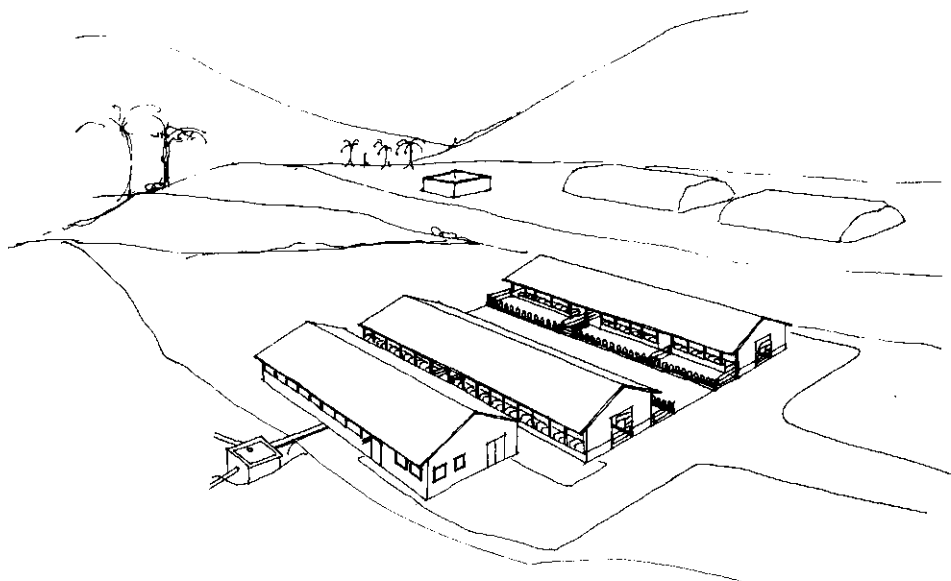
Achtereenvolgens zullen een aantal activiteiten worden toegelicht om zo een inzicht te geven in het totaal van de werkzaamheden in de achter ons liggende periode.

Kortdurende uitzendingen

Voor een kortdurende missie worden één of meer deskundigen uitgezonden naar het betreffende land, met o.a. als doel een studie voor een nieuw, of de evaluatie van een bestaand project. Meestal eindigt de missie met het inleveren van het rapport.

- Zo is in opdracht van een Duits cultuurtechnisch ingenieursbureau een mechanisatieplan uitgewerkt voor een groot landbouwbedrijf in het zuiden van de Soedan. Hierin is niet alleen de werktuigkeuze, maar ook een groot stuk van de organisatie opgenomen, evenals de situering van centra voor reparatie, opslag en verwerking van geoogste produkten.

In Noord-Soedan is voor hetzelfde bureau medewerking verleend aan een rehabilitatieproject (het opnieuw opstarten van een project voor gemechaniseerde en geïrrigeerde landbouw). Vooral de bewerkbaarheid (uiteraard ook de berijdbaarheid) en de grondbewerking met de daarbij behorende apparatuur voor het maken van geulen en bedden in relatie tot de bevoeiing speelden daarbij een rol.



Schetsontwerp van een vierrijige ligboxenstal voor 140 melkkoeien in Sri Lanka.

meeste tussenpozen nemen en dat er meestal sprake is van eenzijdigheid, dus tweezijdigheid. Het IMAG beschikt op diverse terreinen over deze specialistische kennis.

Aan de hand van een drietal voorbeelden, terreinen waarop het instituut activiteiten

- In Kenia is meegewerkt aan een studie voor technische verbeteringen aan een overheidsloonbedrijf: Tractor Hire Service. Een plan voor werkplaatsen, alsmede de inrichting daarvan, de keuze voor betere werktuigen en voorstellen voor scholing en organisatie waren daarvan het gevolg.



Onderzoek aan de Nederlandse Votex rijstdorser in Vietnam.

heeft ontplooid en nog verder kan ontplooien, zal dit onderwerp nader worden toegelicht.

- Door een medewerker van het IMAG is enkele malen een bezoek gebracht aan het ICRISAT (International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics) in India t.b.v. het overdragen van kennis op het terrein van elektronische meetapparatuur en het gebruik daarvan. Hiervoor zijn demonstraties met aanwezige apparatuur gegeven, meetopstellingen gebouwd, metingen uitgevoerd en adviezen voor de aanschaf van nieuwe apparatuur opgesteld. Tot nu toe zijn goede resultaten geboekt. Financiële moeilijkheden dreigen de voortgang te beperken.
- De samenwerking tussen het IMAG en Vietnam is begonnen met de advisering bij de inrichting van een grote werkplaats. Het doel van deze werkplaats is het opleiden van landbouwtechnische monteurs, het verrichten van reparaties aan landbouwwerktuigen en het aanmaken van onderdelen. De hieruit ontstane contacten hebben geleid tot samenwerking met het Landbouwmecanisatie Instituut te Hanoi. In een eerste project samen met dit instituut zijn Nederlandse rijstdorserstest. Nauwere samenwerking, gebaseerd op een intensievere uitwisseling van onderzoekers, is in voorbereiding. Inmiddels heeft een tweetal medewerkers van het instituut uit Hanoi een bezoek aan Nederland gebracht. Ook de samenwerking tussen de Afdeling Landbouwtechniek van de Landbouwhogeschool te Hanoi, haar zusterinstelling van de Landbouwhogeschool te Wageningen en het IMAG is via de contacten rond de inrichting van de werkplaats tot stand gekomen.
- Ook de activiteiten rond de mechanisatie van de aardappelteelt in het Midden-Oosten kunnen hier worden vermeld. In deze gebieden zijn aardappelen een be-

langrijk voedingsgewas. Gezien de gunstige groeiomstandigheden komt het areaal voor uitbreiding in aanmerking. Het gebrek aan arbeidskrachten en het stijgen van de lonen leidde tot de vraag naar mechanisatie.

Nederland heeft een grote deskundigheid op dit terrein, waardoor zowel de inpas-sing van de Nederlandse pootaardappel als van Nederlandse werktuigen een be-langrijk onderdeel van dit project vormen. Activiteiten lopen op dit moment in Irak, Syrië, Tunesië, Saoedi-Arabië en Yemen.

Naast het ontwikkelen van de juiste teelttechniek, vraagt het opleiden van counter-parts, trekkermonteurs en trekkerchauffeurs veel aandacht.

De toekomst

Het ligt in de lijn der verwachtingen dat de inspanningen van het IMAG op het terrein van de ontwikkelingssamenwerking in de komende jaren groter zullen worden. Hierbij zal het streven liggen op activiteiten gericht op het aangaan van een samenwerking met zusterorganisaties in de betrokken landen. Vanuit Nederland zal specialistische kennis moeten worden toegeleverd in de vorm van o.a. informatie over de opzet en de uitvoering van proeven, het uitvoeren van metingen en het verwerken van de resulta-ten, werkingsprincipes van werktuigen, constructies van werktuigen en gebouwen en het verzamelen en verwerken van gegevens voor het plannen van landbouwwerk-zaamheden.

Vanuit het instituut in het ontwikkelingsland zal naast de kennis over grond en gewas ook die van de lokale omstandigheden moeten worden ingebracht.

Aan deze samenwerking, gestuurd door een projectleider, zal afhankelijk van de aard en het aantal projecten, een wisselend aantal onderzoekers deelnemen. De uitzen-dingen zullen van „korte” duur, maar regelmatig moeten zijn, opdat een sfeer van wederzijds begrip en verstandhouding groeit op basis van zelfwerkzaamheid van de onderzoeker(s) in het ontwikkelingsland. De begeleiding dient zowel ter plaatse als vanuit Nederland te geschieden, terwijl ook de onderzoeker uit het ontwikkelingsland de weg naar zijn counterpart moet kennen.

Hoewel deze vorm van samenwerking een aanlooperperiode vereist, waarin personen binnen instellingen elkaar nader dienen te leren kennen, mag daarna gerekend worden op een intensief, doeltreffend en vooral produktief contact.

Wil het IMAG ook in de toekomst haar activiteiten op het terrein van het bouwen van stallen en kassen in ontwikkelingslanden blijven voortzetten, dan zal onderzoek van huisvestings- en klimatiseringsproblematieken in de betreffende landen noodzakelijk zijn.

Ook korte missies zullen deel blijven uitmaken van onze werkzaamheden door de bin-nen ons instituut opgebouwde deskundigheid ter beschikking te stellen en nieuwe, meer blijvende contacten op te bouwen.

ze wijze is het mogelijk oorzaken en gevolgen te onderscheiden en wellicht ook op te sporen hoe dat werkt.

Om de bovengenoemde gang van zaken, die voor vele terreinen van wetenschap geldt, systematischer te benaderen is het systeemdenken vruchtbaar gebleken. Bovendien schept het de middelen om op uniforme wijze in verschillende gebieden de werkelijkheid te beschrijven.

Een deel van de werkelijkheid wordt beschouwd als systeem. In het systeem worden componenten of objecten onderscheiden. Tussen de componenten onderling en tussen componenten en de omgeving van het systeem bestaan er relaties, die met elkaar de structuur van het systeem uitmaken. Zo kan een kas met planten en verwarming als systeem worden gezien en zal de verwarming als component invloed hebben op de component klimaat en deze weer op de component plant en op de omgeving.

Met deze methode van het systeemdenken wordt een stukje van de werkelijkheid geanalyseerd en gepoogd het te begrijpen, zodat het bewust en gericht beïnvloed kan worden in een gewenste richting.

Soms is een component met vrucht te beschouwen als een subsysteem, waarin eveneens componenten en relaties zijn te onderkennen. Om de kas als systeem te begrijpen kan het nodig zijn om de plant als subsysteem of het klimaat als subsysteem verder uiteen te rafelen, te analyseren. Als een dergelijk systeem in zijn werking goed kan worden begrepen vanuit de componenten en de relaties dan is het ook mogelijk om componenten en relaties te veranderen en zo te komen tot de opbouw, de synthese van een nieuw systeem. Van zo'n nieuw systeem kan dan het gedrag worden vastgesteld en vergeleken met dat van het oude systeem.

Bij het onderzoeken van regelbare systemen kan het gedrag worden gemeten in de werkelijkheid, in een bestaande kas. Het systeem veranderen is echter niet zo eenvoudig. Daarom is er behoefte om de werkelijkheid om te zetten, te vertalen in een model. Een model is een vereenvoudigde weergave van de werkelijkheid, waarin de relevante eigenschappen van het systeem, van componenten en relaties zo goed mogelijk blijven behouden. Een maquette of speelgoedautootjes zijn modellen, maar ook een computerprogramma van de nationale economie kan een model zijn. Zulke modellen als de laatste laten zich eenvoudiger manipuleren dan de werkelijkheid zelf! Deze aantrekkelijke eigenschap van de formele modellen maakt het mogelijk om allerlei veranderingen in het model aan te brengen, de gevolgen daarvan voor het gedrag van het systeem te bestuderen en zo inzicht te verwerven, waar met vrucht in de werkelijkheid kan worden bijgestuurd. Het op eenvoudige wijze kunnen veranderen, manipuleren met een model maakt het model tot een zeer geschikt middel om waarnemingen te verrichten en veelal ook eenvoudiger en goedkoper dan in de werkelijkheid. Het benutten van computers bij het „doorrekenen“ van zulke modellen is een belangrijke bijdrage aan het onderzoek; de computermodellen maken deel uit van de gereedschapskist van de onderzoeker.

Toepassingen

Het onderzoek naar het energieverbruik in kassen is een fraaie illustratie van het werken met systemen en modellen met als doel het verminderen van de energiekosten in de tuinbouw. In het verleden is het voldoende geweest om het energieverbruik af te meten aan de warmtebehoefte van de kas en deze te beschrijven als lineair afhankelijk

van de gewenste temperatuur in de kas en van de temperatuur van de buitenlucht. Nu de kosten van energie zijn gestegen, is er behoefte om deze beter te beheersen en meer gericht veranderingen in de verwarming van kassen voor te stellen, met andere woorden preciezer te weten hoe de vork in de steel zit. Dat heeft geleid tot een model waarin de verdamping van water en de condensatie van damp zijn opgenomen naast het transport en de opslag van warmte in verscheidene lagen in de kas. Zo'n model dat geschikt is als onderzoekgereedschap is niet altijd handig voor gebruik bij advieswerk. Het inzicht dat met dit model is verkregen maakt het nu echter mogelijk om een vereenvoudigd model te ontwikkelen waarin de factoren zijn opgenomen die in het gedetailleerde model de meeste invloed bleken te hebben. In dit geval is het zelfs mogelijk geweest een handrekenmethode te ontwikkelen.

Het onderzoek naar de werkbaarheid, dat wil zeggen het vóórkomen van zodanige toestanden van grond, gewas en weer dat een bewerking van een gewas kan worden uitgevoerd, levert een voorbeeld van de toepassing van modellen. Ten eerste is er de relatie tussen het weer en het vochtgehalte van het gewas zoals gemaaid gras of te maaidorsen tarwe op het veld. Ten tweede is er de beperking van de werkbaarheid tot een range van vochtgehaltes. Het verband tussen het weer en het vochtgehalte van tarwe is beschreven, waarbij een verklarend model is ontwikkeld dat de wateropname door regen of condensatie en de verdamping geeft voor de korrel en het stro. Daarnaast is een aantal beschrijvende modellen uit de literatuur opgenomen, dat de verbanden niet als een fysisch proces geeft maar rechtstreeks door regressievergelijkingen met de daarbij geschatte coëfficiënten. Het verklarende model is benut om weergegevens over twaalf jaar om te rekenen tot vochtgehaltegegevens. Hieruit zijn voor de graanoogst werkbare uren afgeleid voor maaidorsen en stropersen per halve maand. De verdeling van het aantal werkbare uren per halve maand in de verschillende jaren is vervolgens benut om in arbeidsbegrotingen en -planningen een werkbaarheidsgrens te gebruiken die in acht van de tien jaren wordt gehaald. Bovengeschetste gang van zaken geeft een goed beeld van gedetailleerd onderzoek dat gegevens levert die uiteindelijk in de planning worden benut.

De werking van krachten in een silo ten gevolge van de opslag van materiaal is een onderwerp dat al in de vorige eeuw werd bestudeerd voor graan. De drukken (horizontaal, verticaal) hangen af van de hoogte waarop wordt gemeten, de dichtheid van het materiaal, de diameter van de silo, de wrijving langs de wand e.d. Deze relaties waren al aangepast aan materialen die samendrukbaar zijn zoals gras of gehakselde voedermaïs. De dichtheid van zulk materiaal is namelijk niet op elke hoogte dezelfde. Hoe verandert echter de dichtheid ten gevolge van druk in de tijd? Om dit verband op te sporen is een proef gedaan met cilinders van 0,2 m diameter. De cilinders zijn een model van de silo, terwijl de materiaaldruk in de silo is nagebootst door een stempel op het materiaal in de cilinder onder een constante druk te zetten. Waarnemingen aan dit materiële model hebben geleid tot verbanden tussen dichtheid en de oorzaken druk en tijd. Deze verbanden vormen een formeel model voor het gebeuren in de silo's. Dat model is getoetst aan waarnemingen in silo's en vervolgens benut om richtlijnen te geven voor de inhoud van torensilo's en voorstellen te formuleren voor normen die van belang zijn bij het bouwen van silo's.

Een geheel ander voorbeeld dan de voorgaande is het onderzoek naar de beoordeling van de werking van machines. Aan machines wordt zoveel gemeten dat het moeilijk is om daaraan een oordeel over de werking te verbinden. Een geschikte maatstaf ontwikkelen om de werking van bijv. centrifugaal-kunstmeststrooiers te karakteriseren is

een vraag aan het onderzoek. Gemeten is de verdeling van de kunstmest in de breedte. Vervolgens is bij een bepaalde werkbreedte de verdeling berekend van de elkaar overlappende werkgangen. Deze verdeling wordt gekarakteriseerd. De hypothese dat de onregelmatigheid een relevante maatstaf is om de werking van machines weer te geven, werpt de vraag op welke factoren hierbij een rol spelen. Er is gekozen voor de gemiddelde afwijking in de verdeling en voor de grootste afwijking van het gemiddelde als belangrijke bronnen van onregelmatigheid. Het onregelmatigheidsgetal is een functie van die beide en is een belangrijk hulpmiddel om de werking van een kunstmeststrooier voor verscheidene afstellingen en meststoffen grafisch te relateren aan de hoeveelheid meststof in kg/ha.

Een met het voorgaande vergelijkbaar onderzoek betreft de bewaking van het machinaal melken. Dit geldt enerzijds de melkapparatuur, waarvan de werking wordt beoordeeld door afwijkingen tussen werkelijke en verwachte produkties te berekenen en de afwijkingen groter dan normaal te signaleren. Anderzijds geldt deze bewaking de koe zelf. De melkgift, de melktemperatuur, het elektrisch geleidingsvermogen van de melk van elk kwartier van de uier en de krachtvoeropname spelen een rol om te signaleren dat een alarmerende toestand is ontstaan. De taak en de kunst van het onderzoek is om fouten in het signaleren te vermijden, dat wil zeggen de vier invloedsfactoren zo om te zetten in een signaal dat niet ten onrechte alarm wordt geslagen en vooral niet dat geen alarm gegeven wordt als daar wel aanleiding toe bestaat. Deze bewaking ontwikkelen is een goed voorbeeld hoe onderzoek kan bijdragen om het bedrijfsbeheer gericht te doen plaatsvinden.

Waarnemen, schatten en berekenen

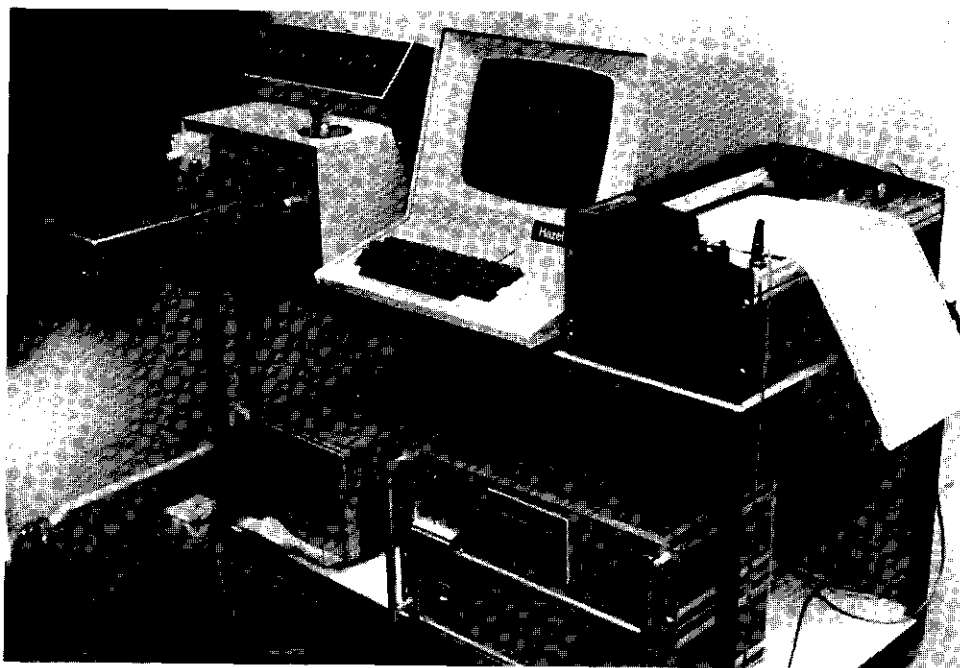
Om kwantitatief inzicht te krijgen in de werkelijkheid, is het nodig gegevens te verzamelen en te bewerken. De waarnemingen zijn de basis van het gehele onderzoekproces, tot en met de synthese en het ontwerp. Deze gegevens, of ze nu gemeten, waargenomen of geschat zijn, moeten een hoge mate van betrouwbaarheid bezitten, want het uiteindelijke doel is de werkelijkheid te veranderen.

Doelmatig gebruik van landbouwwerktuigen

Bij het onderzoek naar het bevorderen van een doelmatig gebruik van trekkers, machines en werktuigen voor akkerbouw, tuinbouw, veehouderij en de groene sector speelt het meten van diverse grootheden een belangrijke rol.

In de afgelopen 20 jaar zijn de mogelijkheden tot het uitvoeren van deze metingen technisch sterk verbeterd, deels door de komst van elektronische meetapparatuur en deels door de elektronische verwerkingsapparatuur. Trekkrachten zijn aanvankelijk gemeten door voor de te meten trekker of machine een extra trekker te plaatsen en hiertussen een trekkraftmeter te monteren. De trekkraft werd deels op een schaal afgelezen en deels op papierstroken vastgelegd, die later geplanimeetreerd moesten worden om het gemiddelde te berekenen. Het voor de aandrijving benodigde vermogen kon bepaald worden via brandstofmetingen, waarbij op een waterrem een ijk-curve gemaakt werd.

Heden ten dage kunnen de werktuigen in een speciaal ontwikkeld frame gehangen worden achter een trekker, waarna telemetrisch diverse krachten, vermogens, toeren-



Meetapparatuur t.b.v. het bepalen van de vloeistofverdeling bij landbouwsputten (fluorimeter en microprocessor).

tallen e.d. in een op een hoek van het perceel staande meetbus zowel analoog als digitaal worden vastgelegd. Met de microprocessor kunnen de resultaten direct verwerkt worden en/of geschikt gemaakt worden voor verwerking op een grote computer. Maar ook 20 jaar geleden is voor het berekenen van gegevens reeds gebruik gemaakt van de computer. De invoer van gegevens was echter erg omslachtig via ponsdocumenten en ponskaarten. Door het goed bereikbaar worden van de grotere computers kunnen nu meetresultaten van meer complexe proeven m.b.v. statistische pakketten door de onderzoeker zelf worden verwerkt. De betrokkenheid bij het geheel is vergroot doordat de verwerking niet meer via tussenpersonen loopt.

Het koppelen van diverse meetapparaten aan de computer is momenteel in volle gang. De voorheen vaak gebruikte ponsbanden, die een zwakke schakel in het geheel vormden, zijn bijna geheel verdwenen en vervangen door magneetbanden en -schijven.

Arbeidsstudie

In de jaren '50 is de arbeidsstudie in de landbouw goed op gang gekomen. De resultaten werden in rapporten per arbeidsstudie of groep van arbeidsstudies van dezelfde bewerking vastgelegd. Uit deze rapporten werden overzichten met normtijden als voorloper van de latere taaktijden voor landbouwwerkzaamheden gepubliceerd.

De jaren '60 kenmerken zich door een systematische aanpak van de waarnemingsmethoden. Genoemd kan worden een studie naar de invloed van verschillende facto-

ren op de capaciteit van de aardappel- en bietenoogst. Ook de publikatie van taaktijden en een berekeningsmethode voor arbeidsbegrotingen vond in deze periode plaats.

Later is een sterke behoefte naar voren gekomen aan een meer flexibele methode van taaktijdenberekening met behulp van gegevens die ontleend zijn aan arbeidsstudies. Hiervoor zijn rekenmodellen ontwikkeld. Tegelijk is ingespeeld op de ontwikkeling van computerfaciliteiten, nl. snelle en nauwkeurige rekenmogelijkheden. Belangrijke punten voor het verrichten van arbeidsstudies met het oog op deze wijze van taakberekening zijn hierbij:

- de vorm waarin de computer de gegevens kan opnemen;
- ontbrekende en/of nieuwe werkmethoden;
- ontbrekende en/of onbekende details van werkmethoden.

De berekeningswijze van taaktijden is verder ontwikkeld. De doelstelling is om taaktijden te berekenen die nauw aansluiten bij bedrijfssituaties. Daarvoor wordt een gedeelte van de gegevens, die voor de rekenprogramma's nodig zijn, als variabelen verstrekt. De rest wordt als standaardwaarde opgevraagd uit standaardbestanden.

Bij de arbeidsstudies gaat de computer een steeds grotere rol spelen. Er is al een begin gemaakt met de verwerking van tijdstudiegegevens m.b.v. een computerprogramma. Het ligt voor de hand dat in de naaste toekomst de verwerking van de resultaten volledig door computerprogramma's kan worden verzorgd. Het waarnemen blijft een taak voor vaklieden. Met de kwaliteit van waarnemen staat of valt het resultaat.

In de toekomst is de registratie mogelijk gedeeltelijk te automatiseren door het aanbrengen van sensoren, die de meetsignalen doorgeven aan elektronische opslagapparaten, waarbij direct al voor een voorbewerking gezorgd wordt.

Welzijnsgericht gedragsonderzoek

In de huidige intensieve veehouderij blijken in een aantal gevallen aanpassingsproblemen bij onze landbouwhuisdieren op te treden. Aan symptomen als stress, apathie en afwijkend gedrag is dat te zien. Onderzoek naar oorzaken van deze problemen – waaruit eisen van het dier kunnen worden afgeleid – en naar alternatieve huisvestingsvormen kan tot oplossingen leiden. Gezien de urgentie van de problematiek is het belangrijk bij dit onderzoek te trachten snel tot in alle opzichten aanvaardbare oplossingen te komen.

Om bij vergelijking van huisvestingssystemen een goed beeld te verkrijgen omtrent het al of niet goed functioneren van een dier in zijn omgeving waren per systeem lange aaneengesloten waarnemingsperiodes noodzakelijk. Indien men de waarnemingen wilde beperken tot enige uren per dag waren toch enige etmaalswaarnemingen nodig om tot een goede keuze te komen. Om toch snel te kunnen werken en tevens storende factoren uit te schakelen, is gekeken welke hulpmiddelen aanwezig en/of bruikbaar waren.

De volgende verlangens zijn naar voren gekomen.

- De waarnemingsmethodiek diende versneld te worden. Onder de bestaande omstandigheden – weinig mankracht – vergde het enkele dagen om een waarneming van 24 uur te volbrengen. Hierdoor werden ook nieuwe (niet bedoelde) invloedsfactoren als verandering van weer geïntroduceerd.
- Twee systemen dienden tegelijkertijd geobserveerd te worden. Dezelfde problemen als boven speelden hierbij een rol.
- Storende factoren, zoals aanwezigheid van waarnemer en verlichting, dienden uitgeschakeld te worden. Deze kunnen het gedrag van de dieren beïnvloeden.



Video-apparatuur t.b.v. het gedragsonderzoek.

Verschillende mogelijke hulpmiddelen zijn onderzocht, waarbij video als meest bruikbare uit de bus is gekomen.

Bij de keuze van onderdelen hebben de volgende zaken een rol gespeeld. Een snelle methode moest gevonden worden om een aantal gedragingen over een aaneengesloten periode van 24 uur te registreren. Dit kan een beeld geven over de grootte van het verschil tussen huisvestingssystemen en tevens aangeven of nauwkeurig onderzoek gewenst is. Een over-all beeld m.b.t. het optreden van apathie en een aantal afwijkende gedragingen is zo te verkrijgen. Op grond van deze etmaalswaarnemingen is een voorlopige beoordeling mogelijk en kan tevens een gerichte keuze gemaakt worden welke tijdstippen van het etmaal nader bestudeerd dienen te worden, vooral met het oog op de oorzaken van problemen.

Uitgegaan is van TV via twee videosystemen. Ten eerste een time-lapse systeem, waarbij het mogelijk is op een band van 1 uur bijv. 25 uur op te nemen. Vertraagd opnemen maakt versneld uitlezen mogelijk. Op deze manier is het ook mogelijk geworden zeer snel activiteitsritmen te bepalen. Daarnaast is een aantal gedragingen goed te registreren. Dit analyseren vergt ongeveer 5 uur per waarneming van 24 uur.

Met een tweede programmeerbaar systeem worden, wanneer de activiteitspieken bekend zijn, tijdens de actieve perioden opnamen gemaakt op normale snelheid, waarbij nauwkeurige analyse van elke gedraging mogelijk is. Beide systemen zijn aangesloten op hetzelfde cameranet, gecombineerd met infraroodverlichting en zijn ingebouwd in een caravan. Dit laatste maakt het systeem in de praktijk snel inzetbaar.

Door de toepassing van video en infraroodverlichting is een goed hulpmiddel gevonden om het de gedragsonderzoeker mogelijk te maken huisvestingssystemen snel en betrouwbaar door te lichten. Verdere perfectionering is nog mogelijk. Vooral wordt

naar verdere automatisering gezocht, waarbij koppeling van TV en computer voorop staat, zodat langdurige gedragingen geheel computermatig verwerkt kunnen worden.

Het gebruik van hulpmiddelen in het onderzoek heeft geleid tot een grotere efficiëntie en nauwkeurigheid. Dit heeft een positieve invloed gehad op de kwaliteit van het onderzoek. Hierbij dient echter vermeld te worden dat de betrokken onderzoekers voor een juiste toepassing van deze middelen moeten zorgdragen. Een goed begrip van en inzicht in de onderhavige materie zijn, samen met voldoende kennis van de praktijk, de meest belangrijke factoren bij het uitvoeren van dit soort onderzoek.

Begroten, simuleren en optimaliseren

Ontwikkeling planningsmethoden

Enkele methoden in het onderzoek maken het mogelijk om individuele of collectieve resultaten van managementbeslissingen, genomen onder verschillende voorwaarden, te bestuderen. Het zijn planningsmethoden die vooral gericht zijn op de uitvoering van het werk en de organisatie van de arbeid. Als vervolg daarop wordt ook inzicht verkregen in de keuze van trekkers, machines e.d. en de keuze van de productie (gewassen, vee).

De middelen en methoden om een planning uit te voeren zijn in de laatste decennia sterk gewijzigd. Eerst in de zestiger jaren is voor de keuze van gewassen als bedrijfs-economisch probleem de saldomethode vervangen door program-planning, waarin naast de oppervlakte ook andere beperkingen, vooral arbeid, een rol spelen. Het begroten van de arbeid, dat wil zeggen het vaststellen van het aanbod en het berekenen van de behoefte uit de taaktijden voor bewerkingen en de bewerkingsopdracht bij een gegeven productieplan, was in handwerk ook mogelijk geworden. Daarna nam het computergebruik toe, waardoor er nieuwe mogelijkheden voor de planning ontstonden en nog steeds ontstaan. Die mogelijkheden komen in het volgende naar voren en betreffen o.a. de snelheid waarmee een resultaat is te verkrijgen, de opname van meer relaties die in de werkuitleiding een rol spelen, de berekening van een optimale oplossing en van alternatieven.

Begroten

Het begroten van arbeid heeft tot doel om voor een gegeven productieplan en gegeven gebouwen, werktuigen en bewerkingen, de arbeidsbehoefte te vergelijken met het aanbod. Deze vergelijking geeft aan of er in een bepaalde periode voldoende ruimte is voor de werkuitleiding of een tekort. Het is een instrument om bij grote tekorten of overschotten een oplossing te zoeken in aanpassing van de hoeveelheid werk, in verschuiving van het werk, in mechanisatie of in uitbesteding van werk.

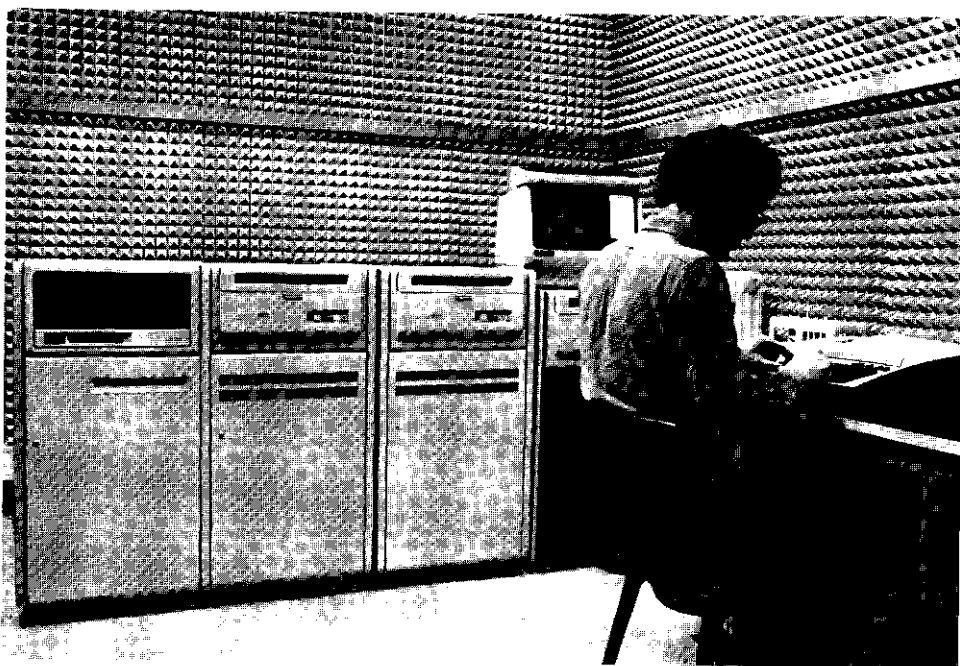
Het gebruik van de computer heeft er toe geleid om meer relaties bij het begroten te betrekken; er is onderscheid gemaakt tussen voorrangswerk (dagelijks werk aan bijv. vee) en overig werk dat in vijf klassen van weergevoeligheid is verdeeld. Bij elke klasse behoort een werkbaarheid per halve maand, d.w.z. het aantal werkbare uren dat in acht van de tien jaren wordt verwacht. Bovendien is het mogelijk om bedrijfsspecifieke gegevens van percelen en van bewerkingen zoals lengte van perceel, oppervlakte,

rijsnelheid en werkbreedte van werktuig en afstand tot bedrijfsgebouw, te variëren. Situaties waarin een meer globale oriëntatie toereikend is, wordt er ook een andere weg geboden in de vorm van standaardsets van bewerkingen per regio. Het berekenen van alternatieve werkmethoden, werktuigkeuzes of productieplannen is dan snel te verwezenlijken. De berekening van de kosten van de bedrijfsuitrusting en de arbeid wordt nog toegevoegd als hulpmiddel bij het evalueren van beslissingen.

Simuleren

Het simuleren wordt hier gezien als het nabootsen van een proces in de tijd. Bij begroten is ook sprake van tijd maar in de betekenis van perioden, tijdsduur; de grens tussen begroten en simuleren is niet scherp. Het toevoegen van meer relaties die in de werkuitvoering een rol spelen wordt voortgezet; het onderscheiden van weergevoelheidsklassen in begrotingen is in het zogenaamde „organisatiespel” toegespitst, zodat elke bewerking een eigen klasse kan vormen en bovendien is de werkuitvoering gekoppeld aan combinaties van bewerkingen die met de bedrijfsuitrusting kunnen worden gevormd. Het is uniek dat op deze wijze rekening wordt gehouden met de mogelijkheden van gelijktijdige uitvoering van bewerkingen. Als het resultaat van deze rekenmethode leidt tot een toegelaten oplossing, bestaat er meer zekerheid dat het werk ook werkelijk uitvoerbaar is, dan tot nu toe met begroten aangegeven kon worden.

Het rekenmodel maakt het mogelijk om kosten te berekenen en uit verscheidene mogelijke bedrijfsuitrustingen die met de beste resultaten te presenteren. Daarnaast leent



De computerkamer van het IMAG.

de methode er zich toe om de tijdigheid van de bewerking in beschouwing te nemen door rekening te houden met de kosten die gepaard gaan met uitstel van de bewerking. Het probleem van overcapaciteit of slagvaardigheid in de graanoogst levert een goede illustratie van het gebruik van tijdigheidsverliezen en droogkosten bij de oplossing van de werkindeling.

Deze ideeën zijn toegepast in een model voor de werkindeling in de graanoogst, waarbij de vochtgehaltes van korrel, stro en grond van uur tot uur worden aangepast aan het weer. In dit model van het verloop van het werk in de tijd kan de werkbaarheid van het materiaal (gewas, produkt, grond) van uur tot uur worden gevolgd, waardoor de verschillen tussen de jaren zichtbaar worden gemaakt.

Beide benaderingen bepalen de werkindeling op basis van een heuristische strategie die een urgentie toekent aan elk werk.

Optimaliseren

Bij het simuleren is sprake van een heuristiek om te beslissen over de indeling van het werk, dat wil zeggen een rekenprocedure die zoekend naar de beste, een goede oplossing tracht te vinden maar niet de optimale oplossing behoeft te bereiken. Het vinden van een optimale oplossing voor een lineair programmeringsprobleem is wiskundig bewijsbaar verzekerd voor bijvoorbeeld het Simplex-algoritme. De toepassing van lineaire programmering (LP) bij de planning van akkerbouwbedrijven vergt een compromis tussen de volledigheid van de op te nemen relaties in de werkuitvoering en de tijd, zowel voor de voorbereiding als voor de computer. In grote lijnen komt dat neer op een werkuitvoeringsformulering die vergelijkbaar is met die van begrotingen met minder weergevoeligheidsklassen, waaraan dan beslissingen over het teeltplan en de werktuigkeuze zijn toegevoegd. Het betrekken van de keuze van de werktuigen in het model is een essentiële verandering; de uitvoerbaarheid van de oplossing is echter met minder garanties omgeven dan met simulatie mogelijk bleek. Daarom ook is met het organisatiespel en de arbeidsbegroting nagegaan of de uitvoerbaarheid van de oplossing voor enkele representatieve bedrijven gewaarborgd was. Op het driemansbedrijf bleek de uitvoerbaarheid aanzienlijk minder verzekerd dan op het eenmansbedrijf (vooral in de herfst), waar compensatie door overwerk beter haalbaar is.

Een andere toepassing van lineaire programmering is die bij de productieplanning in een potplantenbedrijf, waarbij een goede ruimtebenutting wordt nagestreefd. Belangrijke problemen daarbij zijn de elkaar in de tijd overlappende teelten (3-36 maanden) en het veelvuldig beslissen, telkens als planten worden verkocht en ruimte vrij komt; dit laatste vergt veel van een efficiënte opbouw en aanpassing van het LP-model in de computer.

Vergelijking

Voor de werkindeling op akkerbouwbedrijven zijn een reeks van methoden in het onderzoek in gebruik, zoals uit het voorgaande is gebleken. Er is alle aanleiding om de voor- en nadelen van de methoden aan een nader onderzoek te onderwerpen. Wellicht levert dat aanwijzingen op in welke richting voor het onderzoek (of voor de voorlichting) aantrekkelijke methoden beschikbaar zijn of dienen te worden ontwikkeld. Voor de graanoogst is een simulatiemodel toegepast in twaalf seizoenen voor uurlijkse en dagelijkse gegevens over de werkbaarheid, waarbij een significante daling van

kosten werd gevonden. Een LP-model met vijf perioden van één week leverde ten opzichte van simulatie met uurlijkse gegevens een driemaal grotere, eveneens significante daling op. Dit kan er op wijzen dat het LP-model te ruim in zijn jasje zit. Hetzelfde is ook vastgesteld voor een LP-model van akkerbouwbedrijven. De factoren die dit verschijnsel beïnvloeden zijn o.a. de aggregatie van werkbaarheid van uren over dagen, weken of zelfs een seizoen, de beperking van het werk door arbeid en werktuigen afzonderlijk in plaats van door combinaties van bewerkingen en de oplossingsprocedure zelf. Kwantitatief de effecten bepalen is het enige middel om de ernst van de verschijnselen te beoordelen; het onderzoek hiervoor staat nog in de kinderschoenen, waarbij begonnen is om een dynamisch programmeringsmodel als referentiepunt te ontwerpen, waarmee de andere modellen kunnen worden vergeleken.

Uit het voorgaande moge het duidelijk zijn dat de ontwikkeling van (plannings)methoden voor het onderzoek in de land- en tuinbouw nog volop bezig is.

Metten en regelen

In het onderzoek zijn twee verschillende hoofdlijnen aan te geven waarom gemeten wordt:

- een proces bestuderen;
- een constructie beoordelen.

Na het meten aan een proces volgt het regelen van het proces. Na het meten aan een constructie volgt een verbetering van de constructie, of kunnen richtlijnen voor het beter ontwerpen van de constructie worden opgesteld.

De verschillen tussen beide hoofdlijnen zijn:

- zolang het proces continu kan worden voortgezet, dient de meting plaats te vinden. De meting aan de constructie is duidelijk discontinu van aard;
- bij het meten aan een proces speelt de dynamiek van het proces een rol. Deze is van invloed op de snelheid van de meting, terwijl eveneens de daarna plaatsvindende regeling eisen stelt aan de meetsnelheid. De resultaten van de meting aan een constructie geven aanleiding tot berekeningen en statistische bewerkingen.

Voor beide meetdoeleinden geldt dat in het onderzoek vaak niet meer gebruik kan worden gemaakt van standaard sensoren, maar dat deze aangepast of soms apart ontwikkeld worden. De aan de sensoren te stellen eisen zijn in beide gevallen verschillend van aard.

De introductie van de computer in het onderzoek heeft het mogelijk gemaakt een veel groter aantal meetgegevens dan voorheen op te slaan en te verwerken. Tevens zijn de regelmogelijkheden van een groot aantal afhankelijke variabelen kwalitatief sterk verbeterd.

Als voorbeelden van onderzoek op het IMAG, uitgevoerd aan processen en constructies, zijn hierna beschrijvingen gegeven van studies naar een kasklimaatregeling en naar de constructieve eisen die aan torensilo's worden gesteld.

Regeling van het kasklimaat

Het meetgedeelte van een computergestuurde kasklimaatregeling is een belangrijk onderdeel van de totale apparatuur. De redenen hiervan zijn:

- de nauwkeurigheid van de regeling is nooit beter dan de nauwkeurigheid van de metingen;

129

Op deze wijze zijn de krachten op drie niveaus bepaald en kon een maten worden verkregen van het verloop van de krachten ten opzichte van de vulhoogte. Ook was in de silo een losse, op drukdozen geplaatste bodem aangebracht, zodat de bodemdruk kon worden bepaald. Uit het verschil van het totaalgewicht aan voer en de bodemdruk is de totale wandwrijving bepaald.

- de kosten van een meetsysteem lopen gelijk op met het aantal meetpunten (dus evenredig met het aantal afdelingen dat wordt geregeld), terwijl de kosten van het resterende deel van de computer en de programmatuur vrijwel gelijkblijven, onafhankelijk van het aantal meetpunten (c.q. afdelingen);
- storingen worden meestal via het meetgedeelte in de regeling ingevoerd.

De in de wand van de silo aangebrachte opnemers moeten deze zo veel mogelijk intact laten, zodat de wisselwerking tussen het materiaal en de wand minimaal wordt beïnvloed.

De afmeting van het meetoppervlak moet in verhouding staan tot de aard van het materiaal, zodat voldoende aangrijping is gewaarborgd.

De afdichting moet water- en luchtdicht zijn ter voorkoming van bederf en het uitstromen van eventueel perssap.

De opnemer en zijn afdichting moeten zuurbestendig worden uitgevoerd (roestvrijstaal en zuurbestendig rubber).

De verplaatsing van het opnemeroppervlak onder invloed van de wandbelasting moet minimaal zijn daar de meetwaarde door deze verplaatsing verandert.

De bevestiging van de opnemers dient zodanig te zijn dat deze naar alle kanten nastelbaar is.

De aard van het proces eist aflezing van de meetwaarden tijdens het vullen en het lossen viermaal per 24 uur en tijdens het bewaren minstens eenmaal per dag.

Zonnestraling, weer en wind mogen de meting niet beïnvloeden.

Na experimentele metingen met rekstrookjes op ringen van betonsilo's en met rozetten op stalen silo's is besloten een opnemer te vervaardigen die beantwoordde aan bovenstaande eisen. Het principe van de opnemer is ontwikkeld door Hierlein. Voor toepassing in een kuilvoersilo is in de wand van de silo een rond gat uitgezaagd met een diameter van 200 mm. Het vrijkomende losse stuk is op de opnemer bevestigd en weer in het oorspronkelijke gat aangebracht. Op deze wijze is de silowand zoveel mogelijk intact gelaten. Voor het opnemen van de horizontale wandkrachten heeft de opnemer een op twee punten steunende hefboom, die op twee doorsneden is voorzien van rekstrookjes (q_1 t/m q_4 in de afbeelding op blz. 133). De verticale wrijvingskracht wordt opgenomen door twee parallel lopende buigstaven waarop de rekstrookjes p_1 t/m p_4 zijn geplaatst. Deze buigstaven staan loodrecht op de eerder genoemde hefboom. De opnemer maakt deel uit van een raamconstructie, die op de silowand is geschroefd, waarbij gebruik wordt gemaakt van de reeds bestaande verbindingsbouten van de wanddelen. Het geheel is in alle richtingen door sleufgaten verstelbaar, zodat het opnemeroppervlak op de juiste plaats in het gat van de silowand kan worden gemonteerd.

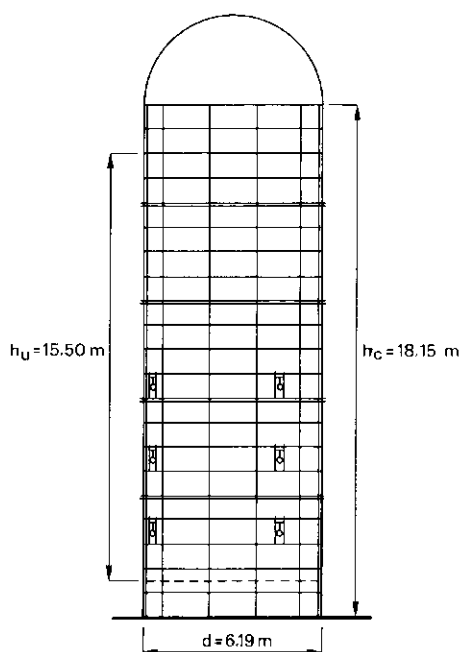
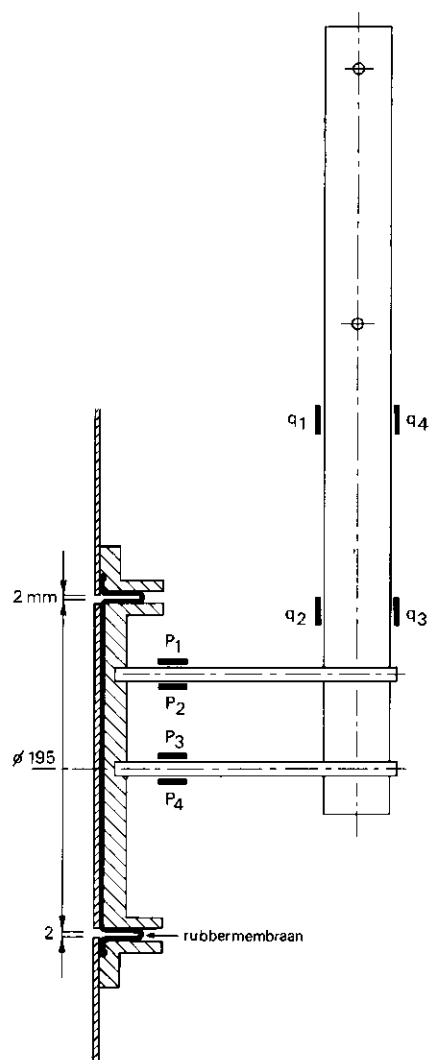
De afdichting tegen binnentredende lucht of uittredend perssap is verkregen door gebruik te maken van rubberrolmembranen, die zodanig zijn gevouwen dat het verloop van de krachten niet wordt verstoord door wrijving. Het membraan is opgesloten tussen twee ringen die de door het perssap veroorzaakte druk opvangen. De plaats van aangrijpen van de horizontale kracht op het meetoppervlak heeft geen invloed op de grootte van het gemeten signaal. Hiertoe zijn de rekstrookjes zodanig in een brug van Wheatstone geschakeld, dat het buigend moment in de doorsnede q_2 - q_3 wordt afgetrokken van dat in de doorsnede q_1 - q_4 . Wanneer de afstand tussen de plaats van aangrijpen van de horizontale kracht F_h en doorsnede q_2 - q_3 a bedraagt en die tussen F_h en doorsnede q_1 - q_4 b , dan zijn de buigende momenten respectievelijk:

$$M_{q_2-q_3} = F_h \times a, \text{ en } M_{q_1-q_4} = F_h \times b.$$

Het meetsignaal, dat het verschil tussen $M_{q_2-q_3}$ en $M_{q_1-q_4}$ is, bedraagt dus $F_h \times (a-b)$.

Hierin is $a-b$ een constante en dus is het meetsignaal onafhankelijk van zowel a als b afzonderlijk.

De gevoeligheid en de lineariteit zijn door ijking met gewichten bepaald. De lineariteit



Het meten van horizontale en verticale krachten op de silowand.

is dankzij zorgvuldige maatvoering en bevestiging van de rekstrookjes binnen 1% nauwkeurig. Door een noodzakelijk gebleken constructiewijziging na het ijken van het eerste exemplaar (er werd elektrisch aan gelast) is de temperatuurgevoeligheid hoger dan werd voorzien. De afwijkingen zijn echter in een klimaatkast bepaald en zijn verwerkt in het computerprogramma bij het uitwerken van de metingen. Het is nu wel noodzakelijk de temperatuur van de opnemer te meten. Om de temperatuurschommelingen zo weinig mogelijk te doen zijn, is elke opnemer tegen weer en wind beschermd door een kast.

De meetwaarden zijn verzameld door een FLUKE 2240 A datalogger en op ponsband vastgelegd met een FACIT 4070. De metingen vonden plaats gedurende een periode van ca. 10 weken na het vullen.

Tijdens de metingen zijn de vulhoogte, de perssapidrukken en de temperatuur van de opnemers bepaald. In één jaar konden twee series metingen worden verricht. In het voorjaar is de silo gevuld met kuilgras dat aan het eind van de meting is gelost. In het najaar is de silo nogmaals gevuld met snijmaïs, waarbij de tweede serie metingen is verricht.

Het geheel heeft een belangrijke bijdrage geleverd aan het opstellen van constructieve eisen voor torensilos.

Ontwerpen en ontwikkelen

Het proces van de ontwikkeling

Ten behoeve van het agrarisch productieproces zijn diverse produktiemiddelen in gebruik. Met name kunnen twee categorieën kapitaalgoederen worden onderscheiden:

- werktuigen;
- bedrijfsgebouwen en kassen.

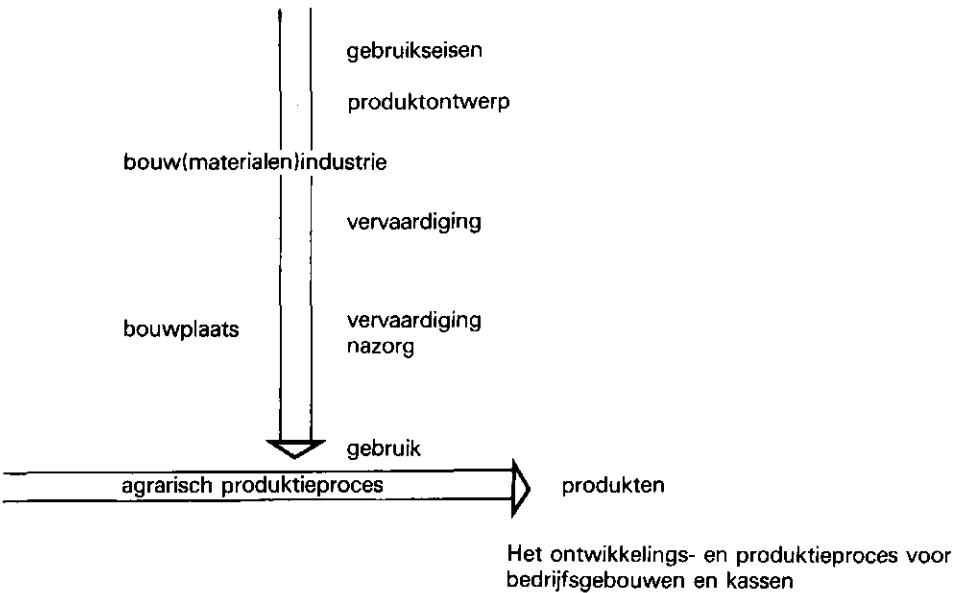
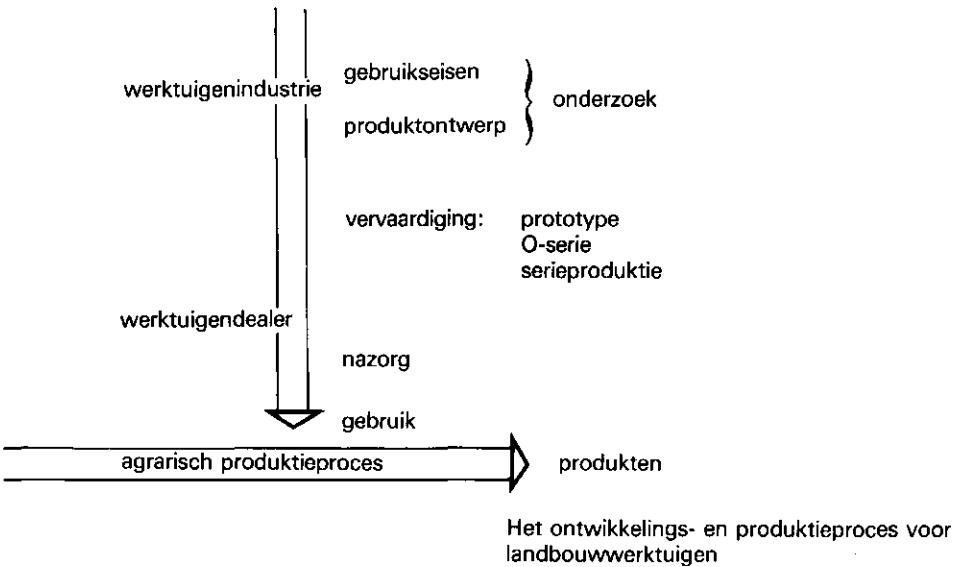
Beide zijn eindprodukten van een technisch productieproces, dat in fasen als volgt kan worden geschetst:

- 1 gebruiksspecificatie/-eisen;
- 2 ontwerp;
- 3 vervaardiging;
- 4 gebruik;
- 5 nazorg.

Richtpunt bij het onderzoek en de ontwikkeling van deze produktiemiddelen is de gebruikswaarde, waarbij de volgende algemene aspecten kunnen worden onderscheiden:

- doelmatigheid (functie en sterkte);
- veiligheid;
- interactie met de omgeving;
- bedrijfszekerheid;
- levensduur c.q. duurzaamheid;
- kostprijs (investering + jaarkosten);
- repareerbaarheid;
- ergonomische aspecten.

Op een en ander zal nader worden ingegaan en wel onderscheiden naar werktuigbouwkunde en bouwkunde vanwege de onderlinge verschillen, die in de beide onderstaande figuren zichtbaar worden gemaakt.



Werktuigbouwkunde

De landbouwwerktuigen waren in hun oorspronkelijke vorm en bedoeling aanvullingen en versterkingen van de handarbeidfuncties in de landbouw. Ook het technisch onderzoek was hierop gericht en dat is ten dele nog het geval. Hoeveel veranderingen deze mechanisatie van handarbeid ook tot gevolg had, toch kan niet worden gesproken van fundamentele omwentelingen in de manier van landbouwen. Het voegde zich in het gegeven kader van de gebruikelijke of om andere redenen zich wijzigende teeltwijzen en bedrijfsvoering.

Nu onderzoek en ontwikkeling zich reeds enige tijd en in toenemende mate richten op zgn. landbouwtechnische systemen, wordt het effect op het agrarisch productieproces ingrijpender. Met de term landbouwtechnisch systeem wordt bedoeld dat hetgeen in de voorgaande fase als gegeven, resp. als eis werd gesteld waarbinnen het werktuig moest functioneren, resp. waaraan het moest voldoen, nu in de probleemstelling van het onderzoek is opgenomen en in de ontwikkelingsopdracht is meegenomen. Het onderzoek is dus meeromvattend en complexer geworden. Meer disciplines zijn „gelijktijdig” nodig voor de oplossing. De „methode” verloopt meer en meer planmatig.

Als voorbeelden kunnen worden genoemd de problematiek van watertoediening en mestregulering, de substraatteelten, selecteren, sorteren en voederdosering.

Dit geldt binnen de erkenning van een aantal „eigen-aardigheden” waarmee de werktuigbouwkunde gericht op de agrarische sector blijft geconfronteerd:

- de grote variatie en variabiliteit van bodemeigenschappen, o.a. door de inwerking van klimaats- en weersinvloeden;
- de uniciteit van elke individuele plant en dier in groei, vorm en gedrag.

Dit leidt ertoe dat voor de dimensionering van het ontwerp, in relatie tot de aspecten als functie en belasting, aan de empirische toetsing van een prototype in vergelijking met de analytische berekeningsmethode een blijvend gewicht moet worden toegekend.

Er is nog een aantal voor de land- en tuinbouw algemeen typerende zaken te noemen, waarmee rekening moet worden gehouden bij het ontwikkelen en ontwerpen van technische systemen, zoals:

- het gegeven dat het in veel gevallen seizoengebonden en relatief geringe jaarlijkse gebruik leidt tot een levensduur- en investeringskostenprobleem;
- het vele transportwerk en het „verplaatsend” karakter van veel werk dat aan grond en gewas moet worden uitgevoerd.

Beide aspecten dwingen de constructeur naar een minimum als optimum bij de dimensionering van een ontwerp uit een oogpunt van sterkte en duurzaamheid.

Een ander algemeen gegeven, dat min of meer blijft gelden, is de structuur van de fabricagesector van landbouwwerktuigen die bepalend is voor de seriegrootte, daarmee weer voor de fabricagekosten en de „haalbaarheid en toepasbaarheid” van een mogelijk nieuwe ontwikkeling.

Tenslotte ondergaat het ontwikkelings- (en fabricage-)proces de invloed van de technologische ontwikkeling in toe te passen materialen, hulptechnologieën en fabricagemethoden. Hier kunnen zeker worden gememoreerd de steeds verdergaande ontwikkeling van kunststoffen en de hieruit voortvloeiende technologieën, zoals lijmtchnieken, glasvezeloptiek en filtermembraantechniek. Verder uiteraard de ontwikkeling van de micro-elektronica, met als gevolg meer goedkope veelzijdige schakelcomponenten en computers, die complexe procesbesturingen mogelijk maken en informatie kunnen verwerken; niet alleen als onderdeel van het „landbouwwerktuig”, maar ook in het ontwerp (CAD-systeem = Computer Aided Design) en de fabricage (CAM-systeem

= Computer Aided Manufacturing) hiervan.

Resultaten van onderzoek en ontwikkeling uit wetenschapsgebieden zoals biotechnologie, veredeling van gewassen en genetische manipulatie, zullen nieuwe mogelijkheden openen voor en eisen stellen aan werktuigen en technische produktiesystemen.

Bouwkunde

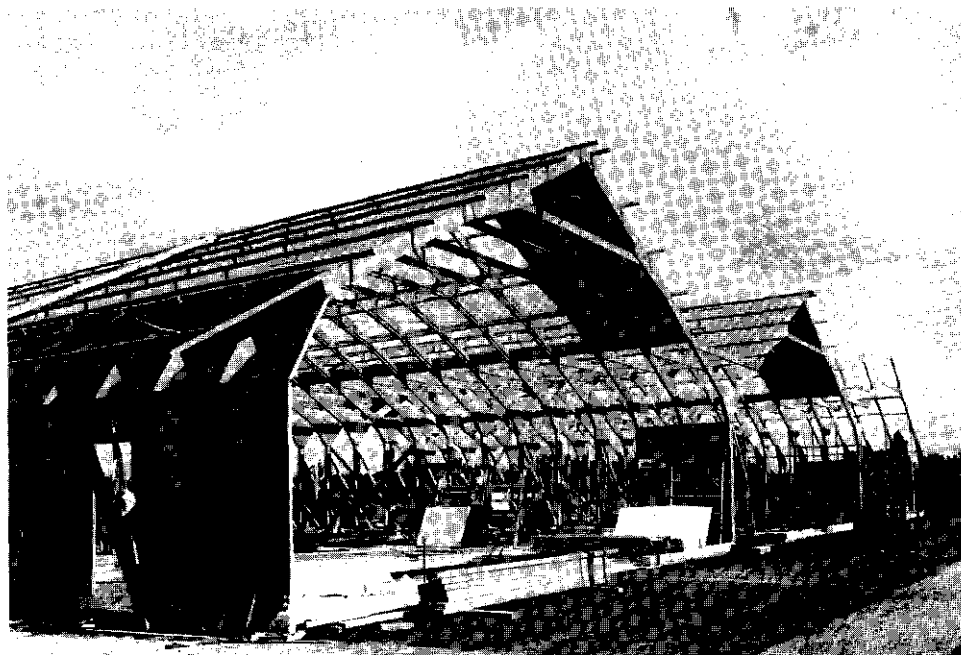
Het bedrijfsgebouw en/of de kas vormt een bescherming tegen het (wisselvallige) klimaat en biedt de mogelijkheid de produktie-omstandigheden te conditioneren.

Een ordening van de veelsoortige produktiesystemen in land- en tuinbouw naar de functie van de bedrijfsruimten ziet er als volgt uit:

- huisvesting voor de „levende have” (plant + dier) zodanig dat gunstige voorwaarden voor groei, produktie, welzijn en verzorging worden verkregen;
- ruimte voor bewaring en eventuele verwerking van (oogst-)produkten;
- opslag en verwerking van nevenprodukten;
- berging voor landbouwwerktuigen.

In feite biedt het bouwwerk huisvesting aan een produktiesysteem of onderdeel daarvan en is impliciet werkplaats van de mens.

Verhoging van de gebruikswaarde kan slechts geschieden wanneer voldoende inzicht is bereikt in de verschillende gebruiksspecificaties, c.q.-eisen. Deze worden verwerkt



Vervaardiging van een bedrijfsgebouw voor het sorteren en bewaren van fruit.

tot de technische specificaties, op basis waarvan het ontwerp gemaakt en vervolgens het bouwwerk vervaardigd wordt. In tegenstelling tot de werktuigen geschiedt het ontwerp en de vervaardiging van bedrijfsgebouwen en kassen in een sfeer met open karakter waarin het marktmechanisme een duidelijke invloed heeft.

De ervaringen tijdens de vervaardiging en het gebruik opgedaan kunnen vervolgens teruggekoppeld worden naar het ontwerp. Dit is een cyclische procesgang naar een hoger gebruikswaardeniveau, die versneld kan worden door gerichte informatie uit overeenkomstige onderzoekprogramma's. De laatste kunnen worden onderscheiden in twee categorieën, nl.:

- onderzoek ten aanzien van bouwtechnische systemen.
Met name gaat het daarbij om materiaalkeuze, sterkte, stijfheid, stabiliteit, duurzaamheid, etc. Hieromtrent zijn of worden de (bouw-)technische specificaties in normen en richtlijnen nader omschreven. Vertaling van het „marginale“ karakter van het bedrijfsgebouw of de kas staat daarbij centraal;
- onderzoek naar bedrijfs- of produktiesystemen.
Grootheden als milieu, energie-optimalisatie, welzijn en gezondheid dieren zijn momenteel de belangrijkste richtpunten.

Tenslotte worden vanuit het begrip „gebruikswaarde“ de resultaten van beide onderzoekscategorieën geïntegreerd in een bedrijfsgebouw/kas of onderdeel daarvan. Via een toetsing in de praktijk kan de algemene toepassing vervolgens worden voorbereid.

Het bouwkundig onderzoekprogramma kan naast bovengenoemd onderscheid nog in een andere richting worden onderscheiden, nl.:

- kwaliteitszorg.
Hieronder wordt verstaan het zelfstandig of in samenwerking met anderen opstellen van informatie in de vorm van regels, richtlijnen en normen etc. ten behoeve van de totstandkoming (ontwerp en vervaardiging) van bedrijfsgebouwen en kassen en de daarin gehuisveste productie- of bedrijfssystemen. Informatie die bestemd is voor landbouw, tuinbouw, technisch bedrijfsleven en industrie;
- ontwikkeling.
Hieronder wordt verstaan het in samenwerking met het bedrijfsleven tot stand brengen van nieuwe systemen binnen het kader van de eerdergenoemde richtlijnen, normen en regels (filtermatsysteem, bouwsysteem, welzijn en milieuvriendelijke huisvestingssystemen, energiebesparend kasdek, etc.).

Opgemerkt wordt dat het onderzoek ten aanzien van de (bouw-)technische systemen en de bedrijfs- of produktiesystemen een zeer grote bijdrage geleverd heeft aan de bedrijfsontwikkeling in de land- en tuinbouw. Met name betreft dit de melkveehouderij, waar in de periode 1970-1980 ca. 70% van het vee verhuisd is van de grupstal naar de boxenstal.

De komende jaren zal met name de ontwikkeling van het energiebesparend kasdek voor de glastuinbouw een hoge prioriteit hebben. Tevens zal de ontwikkeling van andere welzijns- en milieuvriendelijke en energie-arme huisvestingssystemen met kracht ter hand worden genomen.

Het technisch onderzoek en de samenleving

„De machine als resultaat van menselijk denken en kunnen moet worden gezien als de helper van de mens en niet als zijn vijand”
van de Plassche, 1950

Bovenstaand citaat staat in de gevelsteen naast de hoofdingang van het IMAG. Het nodigt uit tot enig nadenken en discussie over de volgende punten:

- de machine, resultaat van menselijk denken en kunnen.
- de machine, vijand van de mens?
- de machine, helper van de mens?
- de machine . . . om u te dienen?

De machine, resultaat van menselijk denken en kunnen

Deze op het eerste gezicht nogal triviale zin, wijst terug naar een langdurige culturele en maatschappelijke ontwikkeling, waarvan de „machine” het huidige resultaat is. Als wordt afgezien van de antieke en soms indrukwekkende technische prestaties met vaak magische trekken in het kader van oorlogvoering, beveiliging en zorg voor het primaire bestaan en voortbestaan, kan worden gezegd dat de culturele achtergrond van de huidige ontwikkeling wortelt in de Grieks/Joods-christelijke grondhouding tegenover de natuur. Deze is objectiverend en onderwerpend, beheersend, dienstbaar en behandelbaar makend.

Lange tijd was er sprake van een gescheiden ontwikkeling van (natuur-)wetenschap en techniek. De wetenschap bevrijdde zich uit de opsluiting van kerk en theologie, zocht zich te normeren door ratio en ervaring en vond het experiment als toetssteen van de waarheid. Parallel hieraan, zij het met vertragingen en revolutionaire versnellingen, werd een gesloten feodale samenleving afgebroken om in toenemende mate uit te groeien tot een zogenaamde „open society”. De gereedschaps- en werktuigtechniek kreeg een sterke stimulans door de afschaffing van de slavernij. Ze bleef aanvankelijk nog lang in een sfeer van intuïtief en ambachtelijk „dingen maken”, verwant blijvend aan de kunst en zo uiting gevend aan een sterke moeder-dochter binding. Een werkstuk moest mooi zijn, een werktuig moest versieringen hebben.

De zogenaamde moderne techniek ontstaat uit het huwelijk van experimentele natuurwetenschap met technische ervaring en vindingrijkheid in de (toe-)gewijde ruimte van een ver doorgevoerde maatschappelijke arbeidsverdeling en produktie op grote schaal. In dit huwelijk ziet de ene partner de ander als toepassing, terwijl omgekeerd de techniek de natuurwetenschap als „hulpe” beschouwt. De onderlinge verhouding is ook wel in een oorzaak-gevolg model getypeerd: de wetenschap probeert tot uitspraken te komen in de trant van „altijd als dit gebeurt en die en die beginvoorwaarden zijn vervuld, dan gebeurt ook (met zus en zo’n kans) dat”; de techniek maakt hiervan: „als je dat bereiken wilt, dan moet je onder die en die omstandigheden, deze in-

greep doen" (24). De integratie is zo intens en ook karakteristiek geworden dat men is gaan spreken van technische wetenschappen naast (hoewel niet onafhankelijk van) de natuurwetenschappen.

Een duidelijk kenmerk van deze technische wetenschappen en daarmee van het gedrag van de ingenieur, is het streven naar doelgerichtheid met daarbij efficiency, exactheid en betrouwbaarheid. Daarmee is bijna de navelstreng met de kunst doorsneden, waar de ontwerpen niet ontstaan uit rationele calculatie en verspilling aanvaardbaar en de subjectieve schoonheidsexpressie doorslaggevend zijn.

Dit huwelijk, deze moderne technische wetenschap, is uitermate vruchtbaar gebleken, zelfs zodanig dat in toenemende mate nagedacht wordt over de mogelijkheden en wenselijkheid van „family planning“. Die vruchtbaarheid heeft zich in de eerste plaats geuit in een veelheid en veelsoortigheid van artefacten die tussen de mens en de natuurlijke werkelijkheid zijn gaan bemiddelen en afschermen, maar ze heeft ook op haar beurt de arbeidsverdeling en daarmee de schaalvergroting in de produktie bevorderd, hetgeen tenslotte is uitgemond in een sterk gestegen materiële welvaart. Het technisch denken, d.w.z. het denken in categorieën en waarden als rationaliteit, efficiency, functionaliteit, optimalisering en nut, is zelfs onze westerse cultuur gaan doordringen, volgens sommigen zelfs in een mate dat ze geneigd zijn te spreken van technocratie en een vertechniseerde cultuur.

Zo zou dan niet slechts de machine, maar een technische cultuur het resultaat zijn van een lange geschiedenis van menselijk denken en kunnen en – volgens sommigen – ook falen.

De landbouw is het oudste voorbeeld van beheersing van de natuur ten dienste van de mens. Gedurende lange tijd kenmerkte de produktiewijze zich door een eenvoudige gereedschapstechniek, handvaardigheid imiterend en zo versterkend. Voordat de werktuigtechniek tot volle ontplooiing kon komen en vóór de overgang van menselijke en dierlijke energiebronnen naar fossiele energie, nam de verwetenschappelijking van de landbouwproduktie een forse sprong met de toepassing van de chemie in kunstmest, biologie in plantenveredeling en systematische selectie en fokkerij in de dierlijke produktie. Heden ten dage wordt de „ontwikkelde“ landbouw – met Nederland voorop – gekenmerkt door een uitgesproken rationele, technisch-wetenschappelijke bedrijfsvoering, waarbij niet alleen moet worden gedacht aan „kunstvoorwerpen“ als perceels- en kavelvormen, waterbeheersingssystemen, gebouwen, huisvestingsvormen, machines en automaten, maar ook aan de rationele calculatie bij het nemen van beslissingen en een streven om te voldoen aan eisen van efficiency. Arbeid en spel zijn ontmengd en moeten zich noodzakelijk of gewenst in gescheiden tijddelen „afspelen“.

De sterke verwevenheid en daarmee ook onderlinge gebondenheid van het landbouwtechnisch onderzoek, onderwijs, voorlichting en praktijk in Nederland met de daarbij horende intensieve beïnvloeding in allerlei richtingen, maakt dit complex Landbouw tot een schoolvoorbeeld van „pure modern technology“, d.i. „modern technological objects, processes, and knowledge embedded in a modern technological culture“ (25) ofwel tot een indrukwekkend resultaat van menselijk denken, kunnen en – volgens sommigen – falen.

De machine, vijand van de mens?

„En de Here zeide: Zie het is één volk en zij hebben allen één taal. Dit (de torenbouw)

is het begin van hun streven; *nu zal niets van wat zij denken te doen voor hen onuitvoerbaar zijn*. Welaan, laat Ons neerdalen en daar hun taal verwarren, zodat zij elkaars taal niet verstaan. Zo verstrooide de Here hen vandaar over de gehele aarde en zij staakten de bouw van de stad" (Gen. 11:6-8).

Deze terugwijzing van de mens die zich wanstaltig en grijpend uitrekt naar het oneindige, autonoom, met verwerping van last of ruggespraak, heeft in vele toonaarden en vanuit vele achtergronden de gehele technische ontwikkeling in onze westerse cultuur begeleid. „Techniek, Middel of Moloch" (26) is een titel, die een duidelijke affiniteit suggereert met de bron van het boven weergegeven citaat, terwijl in de zestiger jaren het fenomeen van de „één-dimensionale mens" werd waargenomen, die werd beschouwd als produkt van onze afgevlakte technisch-rationele cultuur. De roep om een „Counter Culture" mag dan niet meer verrassen.

Elke ontwikkeling betekent verlies aan waarden en ingenomen posities. Daarom is er altijd reactie. Soms fel en massaal, soms diffuus maar volhardend. Alleen als een ontwikkeling per saldo winst oplevert voor een menselijk samenleven, is er sprake van echte vooruitgang en is het overwinnen van weerstand te rechtvaardigen. Maar . . .

Onze jongste geschiedenis kent een heftige ervaring van „Techniekfeindlichkeit". Een veelheid van oorzaken van deze houding kan worden genoemd. Als we voorbijgaan aan de algemene mogelijkheid dat gezocht wordt naar een zondebok, zoals altijd het geval is in tijden van crisis, dan is daar de kernbewapening. Deze heeft zo'n omvang dat een veelvoudige vernietiging van al het leven op aarde mogelijk is gemaakt. De afwezigheid van een heftige verontrusting zou uitermate verontrustend zijn.

De energiecrisis heeft een (misschien) al te naïef vertrouwen in het onbeperkte probleem-oplossend vermogen van de techniek ernstig geschokt.

De vervuiling en vergiftiging van grond, lucht en water worden gestort op de gezamenlijke rekening van techniek en economisch belang.

De werkloosheid blameert weliswaar in eerste aanleg de econoom, maar wanneer onder dergelijke omstandigheden allerlei vormen van automatisering en robotisering worden geïntroduceerd, wordt de techniek gauw als een Frankenstein-achtige demon uitgebeeld.

Allerlei ontwikkelingen op het terrein van de telecommunicatie en de informatica verontrusten de eenvoudige machteloze burger, die daarin een bedreiging ziet van zijn privacy.

De overdaad aan gebruiks- en verbruiksartikelen, reis- en ontspanningsmogelijkheden (kunnen blijven zitten en toch genieten, niets doen en toch consumeren) wijzen toch wel op de homo-ethicus als zwakste partij tegenover de homo-technicus als zijn opdringerige verleider. Iemand overigens die juist op het punt van menselijke waarden blijkt tekort te schieten. Hij wordt aangewezen als de tovenaarsleerling die niet bij machte is het opgeroepene weer tot de orde van de humaniteit terug te roepen.

Hiermee zijn we gekomen bij een kritiek die verder reikt dan de registratie van incidenten, bedreigende en levensbedervende objecten en gebeurtenissen .

De geweldige technologische veranderingen in onze maatschappij als gevolg van het voortschrijdend technisch onderzoek leiden tot vervreemding tussen mensen, mens en natuur, de mens en zijn bestemming.

Mensen zijn afhankelijker van elkaar dan ooit, maar hun onderlinge relaties worden gedragen en gehinderd door werktuigen, machines, systemen, procedures en regels. De natuur is buiten de directe ervaring komen te liggen en ook de toegenomen „vrije" momenten worden nauwelijks (en dan nog slecht) benut om de natuur te gaan „zien"

en ervan te „genieten“. In de arbeid kan de mens zich niet verwerkelijken zoals vroeger de ambachtsman en nu nog de kunstenaar. Hij sleutelt aan een onderdeel van iets dat later op de markt wordt gebracht om in een opvolgend proces weer verder te worden verwerkt, tenslotte uitwaaiend in een veelheid van objecten, die hem vreemd zijn, waarover hij geen zeggenschap heeft, waarvan hij vaak geen weet heeft en ook niet wil hebben. Voor Marx is de arbeid tot koopwaar gemaakt en wordt het arbeidsresultaat dan ook door anderen bemachtigd, die het weer verhandelen op de markt: de arbeider blijft daar vreemd aan.

Uit de personalistische hoek komt angst voor de techniek als doder van alle individualiteit. De techniek streeft uit hoofde van efficiency en nut naar normalisatie van onderdelen, vormen, procedures, organisaties. Zo werd bijv. nog onlangs geconstateerd: „Door de vereiste doelmatigheid bij de bouw en inrichting van de stallen is standaardisatie en uniformiteit van de gebouwwontwerpen gerealiseerd“ (27). Hiertegen verzet zich de criticus, omdat „normalisatie dood wat het aanraakt . . . een gevaar voor de levende persoonlijkheid en daardoor voor de levende kunst, wetenschap, godsdienst en alles wat juist de waarde aan levende personen geeft“ (28). De efficiency-drift van de techniek wordt ervaren als een grauwsluier van eentonigheid en eenvormigheid over het menselijk leven, dat naar zijn aard haakt naar een uitbundige veelvormigheid en rijkdom aan kleuren en schakeringen.

„t Gesprek verstomt“ in een cultuur, die wordt bepaald door:

- doelrationeel handelen, dat wil zeggen handelen waarbij de rationaliteit wordt betrokken op de keuze van het beste, meest efficiënte middel;
- slechts die ervaring van de werkelijkheid wordt aanvaard voorzover deze verifieerbaar is;
- de maatschappelijke belangenafweging en beslissingen in handen van deskundigen wordt gelaten.

In een dergelijke cultuur is de mens onmondig geworden, want mondigheid heeft niet alleen iets te maken met „ . . . technisch kennen en kunnen, maar ook met het vermogen om te praten over wat redelijk is en wat goed en om in zo'n gesprek tot steeds nieuwe antwoorden te komen“ (24).

„Nature knows best“ stelt tenslotte de ecooloog als ideoloog (29). De moderne techniek wordt daarbij als uitgegroeide menselijke manipulatie-drift ondergebracht in de broedplaatsen van onheil tot in verre geslachten. Vroeger kon de natuur het tempo nog bijhouden en evenwicht herstellen, tegenwoordig is er geen tijd voor regeneratie en herstel, zo snel volgen de steeds omvangrijker storingen elkaar op. Het perspectief is somber, want de condities voor het menselijk leven en voortbestaan worden blijvend aangetast. De techniek vertoont het menselijk leven vijandige trekken nu ze uit haar dienende rol is getreden of gelokt. Zo lijkt het!

De machine, helper van de mens?

De technische ontwikkeling is een voorwaarde voor de bevrijding van de arbeid, het aanbreken van het Rijk van de Vrijheid ter aflossing van het Rijk der Noodzakelijkheid, aldus Marx. Wel neemt in zijn visie de vervreemding pas een einde als de eigendom van de produktiemiddelen in de handen van de gemeenschap is overgegaan. Ook vanuit personalistische hoek ontbreekt de lofzede niet, al richt die zich erg sterk op het proces van uitvinden en de creativiteit als „persoons“-kenmerk. De techniek is

het indrukwekkend resultaat van menselijk vernuft en de figuur van de uitvinder neemt bijkans heroïsche vormen aan.

Dergelijke positieve uitspraken zijn er altijd geweest. Niet alleen uit de hoek van potentaten en kapitaal giganten, die in de technische ontwikkelingen „brood“ zagen, winst en machtsbestending, maar ook uit de hoek van „ongebonden“ wetenschappers, filosofen en gewone mensen.

Nog gevangen in de eerste liefde is de auteur van de volgende verwachtingsvolle uitroep in de 18e eeuw: „dezelfde techniek die de buis van Eustachius opent bij doven, zou die niet ook apen tot spreken kunnen brengen?“ (30). Een techniekfanaat zou hierbij cynisch en ongepast kunnen opmerken: „het is gelukt, zie de vorige paragraaf“. Dezelfde auteur weet echter van geen ophouden en slaat door met: „Het is waar dat deze beroemde filosoof (Descartes) zich vaak vergist heeft, niemand die dat ontkent. Maar dat neemt niet weg dat hij de natuur van het dier doorgrond heeft en als eerste overtuigend heeft laten zien dat dieren enkel en alleen machines zijn. Hoe zouden we na een ontdekking van een dergelijk belang en getuigend van zoveel inzicht zonder ondankbaar te zijn, niet al zijn dwalingen door de vingers zien?“ en verder „concluderen wij dus onverschrokken dat de mens een machine is . . .“.

Deze ontboezeming uit de startfase van de ontwikkeling naar een mechanistisch wereld- en mensbeeld is in ieder geval een onverdachte uiting van een puur geloof in de methode van de techniek. Wie zou hier van de weeromstuit niet anders dan cynisch kunnen reageren?

Toen later negatieve verschijnselen als „roet uit fabrieksschoorstenen“ en „lopende band arbeid“ niet konden worden ontkend was het toch mogelijk deze te beschouwen als voorlopige onvolmaaktheden, die door een verdere ontwikkeling van de techniek zouden worden gecorrigeerd. Van dit geloof in het zichzelf corrigerend proces van de techniek wordt ook heden ten dage getuigd met het oog op de grote energie-, grondstoffen- en milieuproblemen (31). Het enige waarop met recht en reden een beroep kan worden gedaan is het probleemoplossend vermogen van de techniek, ook voor die problemen die het in onze samenleving zelf genereert.

Een poging om verantwoordelijkheden te scheiden wordt gedaan in de zogenaamde instrumentalistische techniekopvatting. Daarbij wordt de techniek in een middel tot doel relatie geplaatst. De samenleving, w.o. de politiek, beslist dan over de doeleinden. De maatschappij dus, met daarin de economische belangen en politieke machtsverhoudingen, wordt verantwoordelijk gesteld voor een aanwending van het middel ten goede of ten kwade. De techniek zelf is neutraal.

Deze theorie van de „technische onschuld“ (31) heeft veel aanhangers, zij het in diverse nuancerings. Dat „ingenieurs in principe alleen dat willen maken waar vraag naar is of, om het modewoord maar te gebruiken: wat maatschappelijk relevant is“ (32) lijkt ook uitermate plausibel. Deze „theorie“ biedt bovendien ook alle ruimte voor een op zichzelf positieve waardering van de technische wetenschap(per). Zo is de „exacte onderzoeker geen beeldenstormer, geen bedreiging van . . . echt christelijk geloof, maar een zuivering, een louteringsvuur“. De exacte wetenschap is niet „een zedelijk perverse zaak, die de menselijkheid om zeep brengt.“ „Exacte kennis kan niet pervers zijn. Ze kan wel door de samenleving pervers worden gebruikt“. „Het gaat de onderzoeker erom te onderzoeken waar de feitelijke grenzen liggen van de „behandelbaarheid“ van onze natuurlijke werkelijkheid“. Het gaat hem om „bevrijding van mythe, fictie en misverstand.“ „Techniek is gericht op bevrijding van arbeid, die te zwaar is voor het mensje met zijn 0,1 pk-motortje, door gebruik van menselijke list en geest.“ De agrarische technologische ontwikkeling lijkt voor deze uitspraak een passende illustratie.

Maar, zo zegt dezelfde auteur, als de cultuur zelf vertechniseerd, techniek wordt,

„dan dreigt een westerse mens te ontstaan, die alles heeft wat hij zich maar dromen kan, alleen heeft hij geen eigen geschiedenis meer. Geen eigen creativiteit. Geen gemeenschap, geen vrijheid“. Maar . . . er is de mogelijkheid de techniek in dienst te nemen voor „een cultuur van menselijkheid en medemenselijkheid“ (33) en met oog en aandacht voor het welzijn van dieren en met zorg voor het natuurlijk milieu. De moderne techniek is dus niet bij voorbaat demonisch. „Of deze als zegen of vloek beoordeeld moet worden hangt af van de motieven van de mensen. Zijn de motieven die van een babelcultuur, dan verwordt de techniek tot een tastbare vloek.“ Echter „de techniek als middel, als gereedschap bij het vormgeven van de natuurlijke van de werkelijkheid, moet worden gericht door bovenwillekeurige normbeginselen“ (26). Of dat laatste in onze westerse zeer pluriforme samenleving niet al te utopisch is, moet straks nog onder ogen worden gezien. Wel hoort bij deze instrumentalistische opvatting een doorgaans optimistische of tenminste positieve verwachting over de mogelijkheden van cultuur en samenleving om de techniek dienend middel te laten zijn. „United human effort would end the problem of collision between technology and human values. In place of collision could be progress based on technology that serves and is guided by human values. Some have labeled the alternative „unthinkable“ and then have diligently *not* thought about it. Perhaps it is within the professional commitment of engineers and scientists both to think about and to do something about the „unthinkable“. Though problems are formidable, we have powerful methods available for their solution“ (34).

De machine . . . om U te dienen!

Het is verleidelijk om de laatste, instrumentalistische opvatting bij te vallen en te bevestigen met een „alles sal reg kom als de samenleving maar reg wil“. Het technisch onderzoek is er alleen maar – niet meer en niet minder – „om U te dienen“ of „technology by itself cannot be our savior and it need not to be our destroyer or our master“ (35). Zegt u dus maar welke kant het uit moet!

De moeilijkheid met het middel-doel model is echter dat de suggestie wordt gewekt alsof er sprake zou zijn van een eenvoudige mechanische en eenzijdige afhankelijkheid: het doel bepaalt het middel.

Er is echter sprake van een sociaal-cultureel proces, zich afspelend tussen individuen en groepen mensen met hun (verschillende) verwachtingen, ambities en handicaps. In zo'n netwerk dringen steeds nieuwe technische objecten, regels en procedures binnen en hebben hun invloed in beoogde en niet beoogde effecten. In een dergelijke context is het niet vreemd te spreken van een wederzijdse afhankelijkheid van middel en doel. „Dit alles betekent . . . een radicale omkering in het denken: men zoekt niet meer alleen naar het middel om een bepaald doel te bereiken, maar ook naar doeleinden, waarvoor nieuw ontwikkelde technieken gebruikt kunnen worden“ (31). Zo oefent de techniek invloed uit op de wensen en richtingen van de samenleving.

Daarom mag en moet het technisch-wetenschappelijk onderzoek als terrein van menselijke activiteit verantwoordelijk willen zijn en worden gehouden voor niet alleen een doelmatige keus en een betrouwbare constructie van objecten (dat in de eerste plaats en wel volledig) – maar ook – (hoewel niet volledig) voor de gevolgen die liggen buiten de onmiddellijke objectfuncties. Niet volledig, want de ingenieur hoeft het zich niet te laten aanleunen als de zondebok de woestijn te worden ingestuurd. Maar het technisch onderzoek moet zeker ook vasthouden voor zichzelf aan het algemene apriori van de menselijke vrijheid en daarmee verantwoordelijkheid en dus vanuit zichzelf geen voet geven aan het geloof aan een technisch determinisme in onze cultuur.

Want de stelling van ethische neutraliteit van de techniek „werkt trouwens zelf mee om de technische vooruitgang als een natuurproces te beschouwen, dat goede en kwade dingen brengt, zoals we dat van natuurprocessen gewend zijn” (36). De technische ontwikkeling is geen natuurproces maar een cultuurtaak, waarbij de „U vraagt en wij draaien” ofwel de „Befehl ist Befehl” ethiek door de Neurenberger processen in beginsel en algemeen beslissend is ondergraven (37).

Hoe kan de verantwoordelijkheid voor de technische ontwikkeling door het technisch onderzoek en de samenleving gezamenlijk worden gedragen en gedeeld?

- 1 Het technisch onderzoek mag en moet aangesproken blijven op inventiviteit, efficiency, exactheid en betrouwbaarheid bij het zoeken naar oplossingen van problemen waarvoor de samenleving i.c. de landbouw wordt geplaagd. Dit geldt voor welke samenstelling van randvoorwaarden dan ook. De ingenieur mag er zich dienovereenkomstig op laten voorstaan te behoren tot een groep mensen die werken aan een op zichzelf goede zaak, een cultuuropdracht.
- 2 Een op zichzelf goede zaak kan worden misbruikt, verloederen en tot een kwaad worden. Om dit te kunnen voorkomen zal een soms aanwezig sociaal indifferentisme moeten worden tegengegaan en zal de weg moeten worden betreden tussen de „two cultures”, de natuur- en technische wetenschappen enerzijds en de humaniora van de universiteitscampus anderzijds. De ontmoeting lijkt voorwaarde om het deskundigheidsvoordeel van de arbeidsverdeling te behouden en tegelijk de erkenning en mogelijkheid van een maatschappelijke verantwoordelijkheid terug te winnen.

Het aspectenonderzoek (technology assessment) moet dan ook worden toegejuicht. Dat is aanzienlijk meer dan het klassieke haalbaarheidsonderzoek, waarbij praktisch alleen wordt nagezien of een beoogde technische ontwikkeling technisch en bedrijfseconomisch perspectieven biedt. Met het aspectenonderzoek wordt getracht in te schatten welke economische en sociale effecten en neven-effecten er kunnen optreden als gevolg van technologische veranderingen (38). Rapporten van de Wetenschappelijke Raad voor het Regeringsbeleid (W.R.R.) gaan in deze richting.

Om het technisch onderzoek dienstbaar te houden aan maatschappelijke waarden en doeleinden is het van belang dat de samenleving direct participeert in de besluitvorming over de richting van het onderzoek. De landbouw is vanouds een voorbeeld van een dergelijke betrokkenheid. Er is reeds eerder gewezen op de onderlinge betrokkenheid en beïnvloeding van onderzoek, onderwijs, voorlichting en ook de praktijk zelf via allerlei besturen, raden en commissies. Deze situatie wordt door sommigen toch ook weer als een nadeel gezien, omdat het gevaar van te sterke bindingen aan specifieke maatschappelijke belangen ontstaat. Het wordt echter nog kwalijker gevonden als het onderzoek zich deze bindingen te weinig realiseert en zich blijft hullen in het waardenkleed van de vrije academische wetenschap (39). Zoveel lijkt en blijkt in ieder geval zinvol, dat de wenselijke verbinding tussen landbouwpraktijk en onderzoek de toegang van kritische, alternatieve denkbeelden niet hindert.

- 3 De beheersbaarheid en bestuurbaarheid van het technisch onderzoek en daarmee ook van de technologische ontwikkeling, stuit op het fundamentele probleem van de pluriformiteit van onze samenleving. Er wordt zeer verschillend gedacht over maatschappelijke doelen en prioriteiten en het begrip humane samenleving biedt meervoudige interpretatiemogelijkheden. Zo „ . . . kunnen wij zeggen, dat de traditie ons niet langer een concreet model kan leveren voor wat waarlijk menselijk is . . . ” (40).

Er bestaat geen consensus, tenzij op abstract niveau juist de aanvaarding van de verscheidenheid als van hoge culturele waarde. Maar voor het overige is het een speuren naar sterkere of zwakkere dominante opvattingen, visies, utopische modellen (41) en „bovenwillekeurige normenbeginselen“, die overigens alle „opgaan, blinken en verzinken“, een „hun toegemeten tijd“ hebben.

Zo is het in onze cultuur. Zo is het in engere zin binnen de technische wetenschappen als het gaat om vragen van maatschappelijke verantwoordelijkheid en humaniteit. Daarom is de beheersbaarheid van de technologische ontwikkeling en de besturing en richtingbepaling van het technisch onderzoek een kwestie van voortdurend zoeken en tasten. Er ontbreekt de kaarsrechte weg, voortkomend vanuit één algemeen aanvaard of opgelegd ideologisch normenstelsel. Er is eer sprake van een kronkelige dijk, die wel ergens heen leidt, maar waarbij je toch afwisselend in diverse windrichtingen het stuur moet wenden om er boven op te kunnen blijven. Daarbij is het van belang dat de leiding van het technisch-wetenschappelijk onderzoek over de keuze van de onderzoeksobjecten duidelijk is (42).

Kortom, het technisch onderzoek is een „heuristische strategie“, opgelegd met veel samenlevingsinspraak: om u, de samenleving, de Landbouw, blijvend en verantwoord te kunnen dienen!

Maar . . . zo deden we het toch al? Jarenlang?

Ja . . . natuurlijk!

Literatuur

- 1 MARIS, A. (1976). Modernisering van de landbouw: waarom en waarheen? *Bedrijfsontwikkeling* 7, 9, 601-613.
- 2 VEER, J. de (1981). Vrijheid en gebondenheid in de agrarische bedrijfsvoering. In: *Landbouw tussen vrijheid en gebondenheid*, 15-36, LEI, Den Haag.
- 3 NOOY, A.T.J. (1976). Landbouw en economische groei. *Bedrijfsontwikkeling* 7, 9, 613-619.
- 4 ZONDERWIJK, P. (1981). Landbouw en landschap. *Landbouwk Tijdschr./pt* 93, 10, 282-286.
- 5 FERGUSON, I.B. (1981). Changing attitudes to agriculture and farm buildings. *Frm. Bld. Prog.* 29-32.
- 6 GOEDSEELS, V. en L. VANHAUTE (1978). Hoeven op land gebouwd. Lanno, Tielt en Amsterdam.
- 7 SPOELSTRA, S.F. (1978). Microbial aspects of the formation of malodours compounds in anaerobically stored piggery wastes. Dissert., Wageningen.
- 8 HEPHERD, R.Q., B.F. PAIN (1979). Factors affecting the performance of mechanical slurry separators. In: *Engineering problems with effluents from livestock*, 199-219. ECSC-EEC-EAEC-Brussels Luxembourg.
- 9 DAY, D.L., D.D. JONES, A.C. DALE and D. SIMONS (1975). Oxidation ditches for livestock wastes. Managing livestock wastes, *Proc. of the 3rd International Symposium on Livestock Wastes* 510-514. ASAE, St. Joseph, Michigan.
- 10 RÜPRICH, W. (1980). Geruchsfreie Gülle. DLG-Verlag Frankfurt.
- 11 VELSEN, A.F.M. van (1981). Anaerobic digestion of piggery waste. Dissertatie, Wageningen.
- 12 SCHAEFER, J. (1977). Sampling, characterisation and analysis of malodours. *Agriculture and Environment* 3, p. 121-127.
- 13 FRIJTERS, J.E.R., S.C.C. BEUMER, J.V. KLARENBEK and A.A. JONGEBREUR (1979). Psychophysical methodology in odour pollution research: the measurement of poultry house odour detectability and intensity.
- 14 DEKKER, J.C. en D. SIESWERDA. Schijnzekerheid in de Akkerbouw, niet gepubliceerd, 1975.
- 15 DEKKER, J.C., Tj. HIELEMA en D. SIESWERDA. Medische aspecten van lawaai in de landbouw. *Ge-luid en trilling*, 34 (1979) no. 1-22.
- 16 HOUTSMA, J. Mentale en fysieke belasting ten gevolge van melken. Wageningen, LH-scriptie, mei 1980.
- 17 MAATJE, K. e.a. Enkele praktijkervaringen in visgraatmelkstallen met gestandaardiseerde standmaten. Zeist, IVO-rapport B-143, augustus 1979.
- 18 FOEKEN, H.J. en P.H. PATERNOTTE. Ergonomie van de werkplek. Eindhoven, dictaat T.H., 1977.
- 19 THOMÉ, F.J. Die Beanspruchung des Menschen bei landwirtschaftlichen Arbeiten. *Landtechnik* 12, Dez. 1979, 575-577.
- 20 PLOEG, J.D. v.d. Tuinbouwdagen 1981, Wageningen.
- 21 KALSBEK, J.W.H. Mentale Belasting. Van Gorkum, Assen, 1967.
- 22 SOUTAR, D. (1977). Livestock buildings in the post-war era. *FRM. BLD. Progr.* 50, 2-7.
- 23 VISSER, D.R. (1969). De ontwikkeling van de ligboxenstal in Nederland. *Landbouwmechanisatie*, 347-352.
- 24 MERTENS, J. en H. KONINGSVELD. „Technocratie“ In: „Wending“. Jrg. 36, nr. 9, september 1981.
- 25 MITCHAM, C. „Types of technology“. In: „Research in Philosophy & Technology“. Vol. 1, 1978.
- 26 SCHUURMAN, E. Techniek, middel of moloch. 2e druk, 1980.
- 27 JONGEBREUR, A.A. „Landbouwbedrijfsgebouwen: produktiemiddel met meerdere facetten“. Oratie 1981.
- 28 KOREVAAR, A. Techniek en Wereldbeschouwing, 1934.
- 29 COOLEN, M. en R. KLEISS. „Ecologie en Ideologie“. In: „Algemeen Nederlands Tijdschrift voor Wijsbegeerte“, Jrg. 73, afl. 1, januari 1981.
- 30 METTRIE, J.O. de la. „L'homme machine“ (1748). Vertaling: De mens een machine, 1978.
- 31 POT, J.H.J. v.d. „De beheersing van de technische vooruitgang als ethisch probleem“. In: „Wijsgerig perspectief“. Jrg. 22, nr. 2, 1981/82.
- 32 FRÄNZ, K. „De ingenieur als zondebok“. In: *Intermediair*. Jrg. 18.
- 33 DIPPEL, J.C. „Natuurwetenschap en techniek: onbegrepen kansen voor meer menselijkheid“. In: „De omgekeerde Wereld“. 1973.

- 34 WATKINS, B.O. & R. MEADOR. Technology and human values, collision and solution. Ann Arbor Science.
- 35 NIELSEN, K. „Technology as ideology” In: „Research in Philosophy & Technology”.
- 36 MELSEN, A.G.M. van. *Geloof, wetenschap en maatschappelijke omwentelingen*.
- 37 RIP, A. Maatschappelijke verantwoordelijkheid van chemici. p. 72 e.v., 1981.
- 38 FREEMAN, D.M. Technology and society: issues in assessment, conflict and choice. 1974.
- 39 BOERS, C. Wetenschap, techniek en samenleving. 1981.
- 40 MELSEN, A.G.M. van. Wat is menselijk bouwen? Een filosofische analyse (voordracht).
- 41 BOEKER, E. Natuurwetenschap en techniek. Een weg naar Utopia? 1975.
- 42 ZEEUW, D. de. „Hetgeen tot gaan beweegt”. Oratie 1982.
- 43 WISSEMA, J.G. Technology assessment. 1977, p. 32 en 33.