

**Landbouwbedrijfsgebouwen:  
produktiemiddelen met meerdere facetten**

**Rede  
uitgesproken bij de aanvaarding van  
het ambt van buitengewoon hoogleraar  
in de Landbouwarchitectuur  
aan de Landbouwhogeschool te Wageningen  
op 22 oktober 1981**

**door**

**ir. A.A. Jongebreur**

## Landbouwbedrijfsgebouwen: produktiemiddelen met meerdere facetten

Mijnheer de rector, dames en heren, zeer gewaardeerde toehoorders,

### 1. Inleiding

Het beeld dat de boerderijen in ons land te zien geven is vanouds zeer gevarieerd geweest. Met boerderij - vroeger ook wel boerenhuis of boerenwoning genoemd - bedoel ik de betekenis in engere zin nl. het geheel van de gebouwen benodigd voor een doelmatige bedrijfsvoering. Hieraan kunnen binnen het bedrijf verschillende functies worden toegekend zoals o.a. het wonen, de huisvesting van dieren, de werktuigenberging en de opslag en eventuele verwerking van de voortgebrachte produkten.

De verschillen tussen boerderijen zijn tot ca. 1945 bepaald door o.a. de bedrijfsvoering, de grondsoort (i.v.m. de opbrengsten) en het van streek tot streek variërende landschap. Bij de verschillende typen boerderijen kan men bijv. denken aan de Friese kop-hals-romp, de Noord-Hollandse stolp, of het langgeveltype in Noord-Brabant en Limburg.

Deze traditionele boerderijtypen hebben gedurende enkele eeuwen het aanzien van het landschap in belangrijke mate beïnvloed. Ook zijn er oorspronkelijke verschillen aan te duiden in de wijze van indeling van rundveestallen. In de Natuurlijke Historie van Holland beschrijft Le Francq van Berkhey in 1811 de verschillen tussen de 'manier van de stalling der koeijen, zoo als zulks in Zuidholland gebruikelijk is en de manier van de stalling zoo als die in Vriesland en ook in Noordholland plaats heeft'.

Maris en de Veer (1972) vermelden dat na 1950 de economische groei in ons land zich mede manifesteerde in stijgende arbeidskosten in de landbouw. Dit resulteerde in de ontwikkeling van doelmatige werkmethoden en een toenemende mechanisatie. Aan het eind van de vijftiger jaren constateerde men dat een zeer belangrijk deel van de arbeid nl. ca. 40-60% zich in en om de gebouwen afspeelde. De inrichting van de landbouwbedrijfsgebouwen verhinderde te vaak de toepassing van mo-

derne arbeidsmethoden. Toepassing van arbeidsbesparende technieken voor het melken, uitmesten en voeren maakten veelal een aanpassing van bestaande gebouwen noodzakelijk. Dit heeft ook in de jaren '50 ertoe geleid dat op praktijkbedrijven is geëxperimenteerd met meer of minder ingrijpende aanpassingen van bestaande landbouwbedrijfsgebouwen. Deze aanpassingen hadden o.a. betrekking op verbetering van ventilatie, wijzigingen in de plattegrond van melkveestallen en toepassing van de loopstal in verschillende vormen (Berghoef en Poelma, 1958).

De aanpassing van de gebouwen heeft tot ca. 1960 een belangrijke rol gespeeld. Tot die tijd hebben de technische ontwikkelingen betrekkelijk geleidelijk plaatsgevonden. Na 1960 hebben de technische ontwikkelingen in de stal- en inrichtingsvormen elkaar in snel tempo opgevolgd. In een overzichtsartikel beschrijft de in de boerderijbouw bekende David Soutar (1977) de karakteristieke kenmerken van de ontwikkeling in de veehouderijgebouwen na de 2de Wereldoorlog. In de melkveehouderij heeft de vinding van de ligbox in 1961 - waarbij de naam van Howell Evans wordt genoemd - grote veranderingen ingeluid. Soutar noemt dit de 'cubicle revolution'. Niet onvermeld mag blijven de invoering van de doorlooptmelkstal, met name de visgraatmelkstal, die vanuit Nieuw-Zeeland is geïntroduceerd.

Algemeen voor de veehouderijgebouwen heeft de toepassing van roostervloeren en geperforeerde vloeren grote invloed gehad op o.a. de plattegrond van het gebouw, de arbeidsbehoefte en het verdwijnen van stro en strooisel uit de stallen. Het ontwerp van dit type vloeren is zodanig dat het onaangename schoonmaken van de stallen vervalt. De idee van dit type vloeren was overigens niet nieuw. Op IJsland is dit reeds gedurende ongeveer twee eeuwen in gebouwen voor schapen in praktijk gebracht. In het begin van de vijftiger jaren is met het onderzoek naar de gebruiksmogelijkheden van roostervloeren in rundvee- en varkensstallen in Noorwegen een begin gemaakt (Muehling, 1971). Roostervloeren hebben de trend van volledig gesloten gebouwen in de varkenshouderij versneld. In de stallen voor legkippen is toepassing van het batterijsysteem in combinatie met het drijfmestsysteem naar voren gekomen.

Deze kenmerkende ontwikkelingen hebben geleid tot een behoefte aan nieuwe gebouwen, mede omdat de bestaande gebouwen niet of zeer moeilijk konden worden aangepast aan de nieuwe inrichtingstechnieken. Door de vereiste doelmatigheid bij de bouw en inrichting van de stallen is standaardisatie en uniformiteit van de gebouwonwerpen gerealiseerd.

Dit bijeengenomen heeft met name de afgelopen tien jaar een dynamische ontwikkeling in de totstandkoming van nieuwe en moderne landbouwbedrijfsgebouwen tot gevolg gehad. Het aantal van ca. 19.500 boxenstallen impliceert dat in ruim tien jaar een staloppervlakte van ca. 13,7 miljoen m<sup>2</sup> is gebouwd. Op basis van gemiddelden kan worden berekend dat ca. 56% van de melkkoeien in dit staltype wordt gehouden. De gebouwen bestemd voor uitbreiding van de produktie in de varkenshouderij gedurende de laatste tien jaar beslaan een oppervlakte van ca. 540 ha.

De geschetste ontwikkeling op het gebied van de landbouwbedrijfsgebouwen heeft zich overigens reeds ingezet toen de Afdeling Boerderijbouw ter Centrale Directie van de Wederopbouw en Volkshuisvesting na WO II 'een studie maakte ter bevordering van de bouw van boerderijen en andere agrarische gebouwen die bedrijfstechnisch verantwoord, bouwtechnisch aanvaardbaar, behoorlijk van kwaliteit en vormgeving en zo brandveilig mogelijk zijn, dit alles tegen zo gering mogelijke bouwkosten'. (Tijm, 1950).

In de intensieve veehouderij is een efficiënte benutting van het gebouwoppervlak gerealiseerd, waarbij de vloeruitvoering het meest naar voren komt. De gebouwen voor melkvee laten een relatieve toename van het benodigde staloppervlak per dier zien. (zie tabel 1)

De modernisering van de landbouwbedrijfsgebouwen heeft mede een essentiële bijdrage aan de stijging van de arbeidsproduktiviteit geleverd.

Uit het geschetste zal het u duidelijk zijn dat de landbouwbedrijfsgebouwen veelal een centrale plaats innemen in het geheel van de bedrijfsvoering. Uitermate belangrijk is dan ook dat aan zowel het ontwerp alsmede ook aan de bouwuitvoering de nodige zorg wordt gegeven. De eisen vanuit het functioneren van het gebouw als produktiemiddel dienen tezamen met de eisen voortkomend uit het geheel van de bouwkundige constructie en vormgeving geformuleerd te worden.

Bij het gebouw als produktiemiddel zijn vanuit de Landbouwtechniek belangrijke factoren o.a. de arbeidsbehoefte en werkomstandigheden, de gebouwkosten, de energiebehoefte en de veiligheid en duurzaamheid van de constructie. Gebouwontwerpen voor veehouderijbedrijven dienen eveneens getoetst te worden aan de aspecten van de gedragingen en de gezondheid van de dieren.

Naast deze aspecten wordt de landbouw in toenemende mate geconfronteerd met maatschappelijke veranderingen, tot uiting komend o.a. in de zorg voor het milieu en het landschap. Ook moet geconstateerd worden dat er in onze maatschappij gevoelens van onbehagen leven over de methoden waarop - met name in enkele sectoren van de intensieve veehouderij - de dieren worden gehuisvest.

Het wetenschapsgebied van de kennis van de landbouwbedrijfsgebouwen wil ik omschrijven als het ontwerpen van gebouwen of bouwcomponenten met als doel het optimaal functioneren van het gebouw als produktiemiddel, waarbij schade aan milieu en landschap voorkomen wordt en de werkomstandigheden voor de mens en de omgeving voor de dieren aan de te stellen normen en regels voldoen.

Enkele facetten die naar verwachting in de komende jaren in het vakgebied van de landbouwbedrijfsgebouwen in relatie tot ontwerp en functioneren een wat zwaarder accent zullen krijgen wil ik in deze rede aan de orde stellen. Allereerst wil ik nader ingaan op de landschappelijke inpassing van de landbouwbedrijfsgebouwen.

## 2. Landschappelijke inpassing

Eén van de functies van landbouwbedrijfsgebouwen is dat deze in belangrijke mate het karakter van het landschap mede bepalen. Door de bouw van moderne landbouwbedrijfsgebouwen, waarbij in de intensieve veehouderij geen relatie met de bodem bestaat, is het verschil in type gebouwen tussen de verschillende streken verdwenen. Goedseels en Vanhoute (1978) stellen dat er een meer universele landbouwarchitectuur is ontstaan die mede bepaald is door het bedrijfstype.

Meerderen zijn er die de verdwijning van de overwegende invloed van de traditionele boerderijtypen op het landschap betreuren. Hanssen - geciteerd door Tijm (1950) - karakteriseerde de traditionele boerderijtypen in 1950 als volgt: 'De eenvoudige duidelijke bouwmassa, het uit eigen bodem gegroeide en gewonnen materiaal, de rustige kleuren van muren en dak, dit alles vormde een volkomen harmonie met de omgeving en was er bovendien volkomen mee vergroeid'.

De kritiek op de reeds geschetste ontwikkeling is dat bij de bouw van landbouwbedrijfsgebouwen te weinig aandacht is geschonken aan de functie in het landschap. Ferguson (1981) stelt dat een aantal mensen - vanuit hun beleving van natuur en landschap - het platteland moeilijk kunnen accepteren als de werkplaats van de boer. Ook de op het platteland gerealiseerde dynamische ontwikkeling wordt niet door iedereen positief gewaardeerd. Vroom (1973) stelt dat meerderen in het zich wijzigende landschapsbeeld mogelijk het langzame levenstempo en de rust missen die door de invloed van de moderne bedrijfsvoering in de landbouw verdwenen is. Ferguson (1981) vermeldt de resultaten van een enquête in Schotland naar de beleving van de landschappelijke waarde van landbouwbedrijfsgebouwen onder landbouwers en studenten. Gebleken is dat de landbouwers de verschijningsvorm vooral beoordelen naar het functioneren van het gebouw in de bedrijfsvoering d.w.z. het gebouw als centraal staande in de werkzaamheden van elke dag en de economie van het bedrijf. De landbouwers en landbouwkundige studenten geven de voorkeur aan moderne gebouwen met een efficiënte lay-out en toepassingsmogelijkheden voor moderne

technieken. De studenten in de architectuur en de kunstzinnige vorming prefereren de traditionele boerderijen en hebben veel belangstelling voor de geveluitvoering. Met betrekking tot de kleur wordt vermeld dat 40% van de boeren een voorkeur heeft voor groene gebouwen. In dit verband kan opgemerkt worden dat in Engeland door de British Standard Institution (1979) met het oog op de landschappelijke inpassing de meest geschikte kleuren voor agrarische gebouwen concreet zijn aangegeven.

De factoren die de verschijningsvorm van de landbouwbedrijfsgebouwen in het landschap hoofdzakelijk bepalen zijn de situering - in het landschap en t.o.v. de andere gebouwen - de schaal en vormgeving en de beplanting. De toepassing van bouwmaterialen met een bepaalde profilering of kleur kan een bijdrage leveren aan een verbeterde landschappelijke inpassing (Ferguson, 1981; Wallace, 1975). Gebruik maken van kleine overspanningen kan de schaal van de bouwmassa positief beïnvloeden (Bouman-Sweers, 1980). Bij de betrekkelijk beperkte aandacht voor de landschappelijke inpassing wordt vaak gesteld dat door het kostenaspect en de dynamische ontwikkelingen de architecten bij de bouwactiviteiten in de landbouw een rol van ondergeschikte betekenis hebben gespeeld (Bouman-Sweers, 1980; Morrison, 1981). Dit is mede veroorzaakt door de hoge functionele eisen die uit een oogpunt van de bedrijfsvoering aan het gebouw zijn gesteld met daaraan gekoppeld de eis van zo laag mogelijke gebouwkosten.

Naast de ruime aandacht besteed aan het vraagstuk van de ligboxenstallen in het landschap is het tevens wenselijk onderzoek te verrichten naar de landschappelijke inpassing van de gebouwen voor de intensieve veehouderij. Bij de inpassing van agrarische bedrijfsgebouwen in het landschap heeft de landbouw een verantwoordelijkheid voor de kwaliteit van de omgeving. Het lijkt zinvol de uit onderzoek en ervaringen bekende gegevens omtrent een goede landschappelijke inpassing door alle bij de bouw van agrarische bedrijfsgebouwen betrokkenen te doen verwerken in concrete richtlijnen en met deze richtlijnen in praktijk-situaties ervaring op te doen. Belangrijk is hierbij ook dat de extra-kosten die een goede landschappelijke inpassing met zich meebrengt zo

goed mogelijk worden vastgesteld. Het zijn met name deze punten waaraan de sectie Landbouwbedrijfsgebouwen van de vakgroep Landbouwtechniek mogelijk in samenwerking met andere vakgroepen in de komende jaren een bijdrage denkt te leveren.

Uit het juryrapport van de prijsvraag voor het ontwerpen van een melkveehouderijbedrijf met woning in de polder Eemland (1981) is gebleken dat het ontwerpen van een melkveehouderijbedrijf voor architecten een complexe zaak is. Het is mede uit dit oogpunt dat Bouman-Sweers (1980) pleit voor teamwork tussen architecten, landbouwtechnici en landschapsdeskundigen, om tot een zo goed mogelijk resultaat te komen.

Het uitschrijven van prijsvragen voor het ontwerpen van boerderijen is niet nieuw. Gezien de recente prijsvraag voor de polder Eemland kan geconstateerd worden dat de belangstelling van architectenzijde zeer wel aanwezig is. Eén van de conclusies in het juryrapport luidde dat de zo noodzakelijke synthese tussen vormgeving en bedrijfsvoering niet gelukt is. Ook is opgemerkt dat het merendeel van de in Nederlandse architectuurprijsvragen winnende ontwerpen nooit wordt gebouwd. In dit licht bezien is het mogelijk een goede zaak om jaarlijks een prijs toe te kennen voor die landbouwbedrijfsgebouwen - gebouwd bijv. in een voorafgaand jaar - die de toets der kritiek uit oogpunten van landschappelijke inpassing, bedrijfsvoering en bouwkosten kunnen doorstaan.



### 3. Gebouwwitvoering en energiebehoefte

Een tweede facet dat ik enigermate wil aanstippen is de energieproblematiek van de veehouderijgebouwen. Stalgebouwen hebben vanouds eveneens een belangrijke functie om de dieren tegen minder goede klimaats- en weersinvloeden te beschermen, terwijl daarbij tevens de dieren op een beschutte wijze gevoerd en verzorgd kunnen worden. Het gebouw is daarbij zelf in meerdere of mindere mate klimaatregelend. Hoewel een stalgebouw bescherming biedt tegen wind, neerslag, straling en extreme temperaturen, beperkt het evenwel tegelijkertijd het toestromen van frisse lucht.

Sinds het begin van de jaren '50 is het belang van optimale klimaatsomstandigheden in veehouderijgebouwen onderkend. Veel onderzoek is verricht naar effecten van temperatuur en relatieve vochtigheid en het gehalte van bepaalde gassen in de stallucht op de produktieresultaten. In mindere mate zijn de effecten van stalklimaatfactoren op de gezondheid van de dieren onderzocht. Het gewenste stalklimaat kan afhankelijk van de diersoort - variëren van nogal onafhankelijk tot in behoorlijke mate afhankelijk van de klimaatsomstandigheden buiten het gebouw.

Bij het ontwerpen van landbouwbedrijfsgebouwen of tuinbouwkassen zijn de gewenste klimaatsomstandigheden voor bijv. de teelt of opslag van produkten of de produktie van melk en vlees essentiële gegevens. Uit het oogpunt van te realiseren klimaatsomstandigheden zal de nodige aandacht gegeven moeten worden aan de werkomstandigheden in de gebouwen. Hoge gehalten aan bijv.  $\text{CO}_2$  en  $\text{NH}_3$  en stankstoffen behoeven geen negatief effect te hebben op de produktiekenmerken en gezondheid van mestvarkens, de werkomstandigheden kunnen daardoor evenwel beneden het gewenste minimum dalen.

Sinds de energiecrisis in 1973 is ook de land- en tuinbouw geconfronteerd met sterk stijgende energieprijzen. In de varkenshouderij kunnen de totale brandstofkosten voor stalverwarming per jaar geschat worden op ca. 130 miljoen gulden. Met name dit gegeven dwingt de varkens-

houder zuinig om te gaan met brandstoffen en elektriciteit. Er is van bedrijf tot bedrijf een aanzienlijke spreiding in de brandstofkosten voor verwarming vastgesteld (Haartsen e.a., 1973). Deze spreiding wordt veroorzaakt door o.a. de gebouwwitvoering, de wijze van ventilatie en de brandstofsoort. In de fokvarkenssector wordt 4-5% van de produktiekosten ingenomen door de energiekosten voor ventilatie en verwarming. Bij de produktie van mestvarkens blijft het aandeel van deze energiekosten nog beneden de 2%. Deze percentages liggen nogal wat lager dan de gemiddelde energiekosten in de glastuinbouw. Germing en Meijaard vermeldden in 1979 dat deze, afhankelijk van gewas en teeltperiode, ca. 15% van de totale produktiekosten belopen.

Besparing op het gebruik van de fossiele energie in gebouwen kan direct de produktiekosten verlagen. Het bouwen van installaties en apparatuur voor het winnen van zonneenergie, windenergie of biogas vergt veelal de nodige investeringen. De produktie van biogas zal, naar ik verwacht, mede om deze reden en de nog beperkte ervaringen ten aanzien van de bedrijfszekerheid in de eerstkomende jaren een gematigde uitbreiding te zien geven.

De bijdrage die vanuit de gebouwwitvoering kan worden geleverd aan een mogelijke energiebesparing in de varkenshouderij kan gericht zijn op het aanbrengen van een micro-klimaat in de directe omgeving van de dieren en het beperken van de warmteverliezen door het gebouw en de ventilatie. De warmtebalans is schematisch weergegeven in figuur 1 en kan worden geschreven met de volgende vergelijking

$$(Q_{tr} + Q_{ve})(t_i - t_e) = Q_D + Q_{to}$$

$Q_{tr}$  = warmteverlies door dak en wanden  $W^{\circ C^{-1}}$

$Q_{ve}$  = warmteverlies door ventilatie  $W^{\circ C^{-1}}$

$Q_D$  = voelbare warmteproduktie van de dieren  $W$

$Q_{to}$  = warmtetoevoer door verwarming  $W$

$t_i$  = staltemperatuur  $^{\circ C}$

$t_e$  = buitentemperatuur  $^{\circ C}$

Het warmteverlies door ventilatie is - afhankelijk van het ventilatievoud

d.w.z. het aantal keren dat de stalinhoud per uur wordt ververst - ca. 5 à 8 maal zo hoog als het warmteverlies door transmissie. Berekeningen van Van Ouwkerk en De Brabander (1980) geven aan, dat het verdubbelen van de dikte van de dakisolatie van 40 mm tot 80 mm in veehouderijgebouwen een brandstofbesparing kan opleveren van 8-18%. Het aanbrengen van de extra-isolatie blijkt evenwel alleen rendabel in pluimveestallen.

Bruce (1977a, 1978) heeft op basis van de warmteverliezen door geleiding van een liggend dier verschillende vloeruitvoeringen vergeleken. Hij heeft hiervoor via een modelmatige benadering - zoals aangegeven in figuur 2 - de warmteweerstanden van de vloeren vastgesteld. In tabel 2 zijn enkele waarden vermeld.

De roostervloeren van beton en dichte, niet geïsoleerde betonvloeren hebben een lagere warmteweerstand dan de omringende lucht. Het gebruik van stro of zaagsel op een betonvloer of een goed geïsoleerde betonvloer beperkt de warmteverliezen aan de vloer. Naast de warmteweerstand van de vloer spelen bij de warmteafgifte aan de vloer de factoren als luchtsnelheid, het al of niet droog zijn van de vloer, de warmteweerstand van de huid en de daaronder gelegen weefsellagen een rol.

Verstegen e.a. (1974) hebben eveneens het belang van de vloeruitvoering in mestvarkensstallen aangetoond. Door het wijzigen van een roostervloer in een gestrooide vloer kan de staltemperatuur bij mestvarkens van 40 kg met 7°C verlaagd worden.

In een mestvarkensstal met een volledige roostervloer ligt de vereiste staltemperatuur ca. 2°C hoger dan in een stal met een halfroostervloer. Het zal u duidelijk zijn dat de vloeruitvoering van invloed is op de gewenste staltemperatuur en daardoor de energiebehoefte. Tegen de achtergrond van de doorgaande stijging van de energieprijzen is de discussie over wel of niet verwarmen van varkensstallen actueel (Mateman e.a., 1980). Uit dit oogpunt is bij het gebouwwontwerp de vloeruitvoering van belang. Welk gedeelte van de aan de vloer afgegeven warmte werkelijk via de bodem verloren gaat is niet exact bekend (Bruce, 1977a). Ook het warmteaccumulerend vermogen van de vloer, de onder de roosters opgeslagen mengmest en de mede daaruit voort-

vloeiende vochtverdamping spelen hierbij een rol.

De ventilatie van stalgebouwen is uitermate belangrijk in het geheel van de klimaatregeling. In de ontwikkeling van wetenschap en praktijk van de ventilatie kunnen twee hoofdsystemen van ventilatie worden onderscheiden nl. de mechanische en de natuurlijke.

Bij mechanische ventilatie wordt elektrische energie omgezet in een mechanisch systeem, waardoor in de meeste gevallen de stallucht wordt afgezogen. Natuurlijke ventilatie berust op fysische verschijnselen nl. het schoorsteeneffect en de wind. Het schoorsteeneffect is het opstijgen en naar de buitenlucht verdwijnen van de door de dieren verwarmde lucht en het vervangen van deze lucht door koude buitenlucht. Windrichting en windsnelheid bepalen in hoeverre er een luchtverversing optreedt door het windeffect. Regeling van de windinvloed is door het aanbrengen van luchtinlaten en windschermen mogelijk (Christiaens en Debruyckere, 1977). De toepassing van natuurlijke ventilatie in de veehouderijgebouwen is in hoofdzaak beperkt tot rundveestallen, de leghennenstallen en slachtkuikengebouwen. In de varkenshouderij worden algemeen mechanische ventilatiesystemen toegepast. Voorbeelden van gebouwuitleidingen waarbij natuurlijke ventilatie wordt toegepast zijn de gebouwen met een gedeeltelijk open zijwand voor jongvee, mestvarkens en jonge biggen. Hierbij wordt geen gebruik gemaakt van een regeling voor de luchtverversing. De invloeden van de plaatsing van het gebouw (t.o.v. andere gebouwen en de meest voorkomende windrichting) en de lengte/breedte verhouding op de ventilatie zijn hierbij nog onvoldoende bestudeerd. De toepassing van deze min of meer open gebouwen is overigens niet nieuw. In 1811 maakt Le Francq van Berkhey reeds melding van een open stal voor mestkalveren.

De energiekosten voor mechanische ventilatie van mestvarkensstallen belopen, afhankelijk van het toegepaste systeem, een bedrag van ca. f. 2,50 - f. 3,- per afgeleverd varken. Mede gezien de hoge energiekosten verbonden aan de mechanische ventilatie is het gewenst meer aandacht te besteden aan de mogelijkheden die natuurlijke ventilatie biedt. Opgemerkt moet worden dat de ervaringen met natuurlijke ventilatie van varkensstallen door de minder goede uitvoering van het systeem

en het gebrek aan een adequate regeling in vergelijking met mechanische ventilatie minder positief zijn (Bruce, 1977b; Christiaens en Debruyckere, 1977). Het ontwikkelen van systemen van natuurlijke ventilatie waarbij in het geheel van de regeling o.a. de plaats en grootte van de openingen in het gebouw en de windafhankelijkheid in relatie tot de afmetingen van het gebouw worden nagegaan acht ik, met name voor de varkenshouderij, van belang. Het ligt in de bedoeling het onderzoek naar de achtergronden en toepassingsmogelijkheden van de natuurlijke ventilatie voor verschillende typen veehouderijgebouwen de nodige aandacht te geven. Een nauwe samenwerking met de vakgroepen Natuur- en Weerkunde en Veehouderij acht ik daarbij noodzakelijk. In de varkenshouderij kan door het onderzoek naar nieuwe gebouwwitvoeringen, naar betere regelingstechnieken van de mechanische ventilatie en het nagaan van de mogelijkheden van natuurlijke ventilatie een bijdrage worden geleverd aan energiebesparing. Niet bekend zijn evenwel de effecten op arbeidsbehoefte, produktieresultaten en gezondheid van de dieren. Dit brengt mij bij het volgende punt, nl. de gebouwwitvoering en het welzijn van de dieren.

#### 4. Landbouwbedrijfsgebouwen en welzijn dieren

De reeds eerder aangegeven ontwikkeling in de gebouwontwerpen geeft u met name in de varkens- en pluimveehouderij het beeld van een efficiënte oppervlaktebenutting. Voor fokzeugen met biggen en mestvarkens is in de moderne systemen de beschikbare oppervlakte voor liggen, lopen en voeropname gedaald met resp. 53% en 27%.

Oosterlee (1977) heeft in zijn inaugurele rede verondersteld dat bij een aantal nieuwe gebouw- en inrichtingssystemen de grenzen van het aanpassingsvermogen van de dieren zijn bereikt. Mede na het verschijnen van het rapport van de Commissie Veehouderij-Welzijn dieren (1975) is het duidelijk geworden, dat de welzijnsvraagstukken in de veehouderij zeer essentiële raakvlakken met de gebouwen vertonen. Bij de meer efficiënte benutting van de gebouwoppervlakte is sterk gelet op de mogelijkheden voor besparing op gebouwkosten en arbeid. Daarbij is in mindere mate rekening gehouden met de oppervlakte die de dieren nodig hebben om verschillende activiteiten uit te voeren en de relatie met het optreden van ziekten.

Petherick en Baxter (1981) hebben op grond van de relatie tussen lichaamsmaten en het gewicht de oppervlaktebehoefte voor mestvarkens bepaald. De resultaten zijn voor u weergegeven in figuur 3. De auteurs geven aan dat de behoefte aan ruimte voor mestvarkens van 90 kg ligt tussen 0,32 en 0,85 m<sup>2</sup>, afhankelijk o.a. van de lighouding. Voor de verdere uitwerking in normen voor stalafmetingen dienen de fysiologische, zoals het temperatuureffect, en ethologische aspecten in beschouwing genomen te worden. De ruimtebehoefte wordt nl. ook bepaald door de gedragingen die de dieren uitvoeren.

In de analyse van de eisen die aan een kraamopfokhok voor fokzeugen met biggen moeten worden gesteld maakt Baxter (1981) onderscheid tussen de ruimte voor de zeug, de veilige zône voor de biggen en de ruimte waar de fokzeug met de biggen in contact kan komen. Op grond van de afmetingen van de dieren en de activiteiten kunnen de minimaal benodigde maten voor de verschillende onderdelen worden aangegeven. Voor het aangeven van uitgangspunten voor het ontwerpen van een kraamopfokhok is het gewenst de activiteiten van de dieren te vertalen

in afmetingen waaraan minimaal voldaan moet worden.

De toepassing van roostervloeren in het kraamopfokhok heeft de functies van ligplaats, staplaats en de plaats om te mesten en urineren doen samenvallen. Eventuele negatieve effecten van vloeruitvoeringen door beschadigingen van het beenwerk, het optreden van ziekte en het beperken van bepaalde bewegingen zijn in dit verband van belang.

De relatie tussen de afmetingen van de klauwen bij varkens van verschillend gewicht en de maatvoering van roostervloeren is onderzocht door Mitchell en Smith (1978). In figuur 4 is dit verband aangegeven. Het ontwikkelen van onderzoekmethoden die de vloeren in voldoende mate karakteriseren en vergelijkbaar maken is van belang voor het vaststellen van uit een oogpunt van gedrag en gezondheid optimale vloeruitvoeringen. Hierbij kan o.a. gedacht worden aan de afwerking (o.a. ruwheid, scherpe kanten) en het meer of minder glad zijn van de vloeren onder verschillende omstandigheden. Een onderzoektechniek waarbij de krachten en bewegingen die de dieren op de vloeren uitoefenen worden vastgesteld en zichtbaar gemaakt kan hierbij goede diensten bewijzen (Webb en Clark, 1981).

De inrichting van vleeskalverstallen staat - met betrekking tot de ruimte die de kalveren beschikbaar hebben - ter discussie.

Algemeen wordt voor vleeskalveren individuele huisvesting toegepast, hetgeen voordelen biedt ook uit een oogpunt van de verzorging van de dieren. Onderzoek heeft aangetoond dat uit een oogpunt van de benodigde ruimte voor het opstaan, gaan liggen en het liggen van de dieren de breedtemaat van de boxen 700 mm dient te bedragen (Van Putten en Elshof, 1974 en 1980; Jongebreur en Smits, 1978).

Dat de afgelopen jaren reeds in de praktijk een zekere mate van verbreding van de boxen heeft plaatsgevonden blijkt duidelijk uit een enquête, gehouden door het Produktschap voor Veevoeder. Ongeveer 75% van de boxen heeft een breedtemaat tussen 600 en 640 mm. De aanpassing van de boxafmetingen tot het gewenste minimum van 700 mm brengt evenwel consequenties voor het inkomen van de kalfsvleesproducent met zich mee, terwijl de verbetering van de produktieresultaten beperkt zijn (Jongebreur en Smits, 1978). Verbreding van de boxen heeft evenwel het voordeel dat de problematiek van een ongunstige markt-

situatie en daardoor het gemiddeld wat langer aanhouden van de dieren beter kan worden opgevangen. Gezamenlijk overleg tussen kalvermelkfabrikanten, kalfsvleesproducenten en de overheid zal moeten leiden tot een meer verantwoorde huisvesting voor de vleeskalveren. De vraag door Wiepkema (1980) geformuleerd in zijn inaugurele rede of er geen andere huisvestingsmethodieken te bedenken zijn die zonder welzijnsbeperking tot hetzelfde doel leiden komt ook in dit verband naar voren. Deze andere huisvestingsmethode is de groepshuisvesting, die momenteel intensief wordt onderzocht in samenwerking met de sectie Ethologie van de vakgroep Veehouderij en het bedrijfsleven. De eerste resultaten bieden perspectief maar het wegnemen van de nadelen van hoge arbeidskosten - ontstaan door het stroverstrekken en uitmesten - vraagt nader onderzoek- en ontwikkelingswerk.

De afgelopen jaren is in de melkveehouderij nog een vrij sterke bouwactiviteit geweest. In 1980 is nog ruim 372 miljoen gulden geïnvesteerd in de gebouwen voor melkvee. Door de teruglopende economie is de bouwactiviteit dit jaar sterk gereduceerd. Dit betekent dat de gebouwkosten in de komende jaren meer dan voorheen van belang worden bij het nemen van de beslissing over wel of niet tot nieuwbouw overgaan. Een meer sobere uitvoering van de boxenstallen en het kiezen van een kostenbesparende plattegrond kan de gebouwkosten doen dalen (Swierstra, 1981).

Overbezetting in boxenstallen - d.w.z. meer dieren in een stal onderbrengen dan er ligplaatsen beschikbaar zijn - kan nadelen opleveren voor het welzijn van de dieren door een verhoogde onderlinge agressiviteit rondom het gebruik van de ligboxen. In verband met het streven naar lagere gebouwkosten per koe is het gewenst dat de grens van de toelaatbare overbezetting wordt aangegeven.

Het onderkennen van de relatie tussen landbouwbedrijfsgebouwen en welzijn van dieren kan bijdragen aan meer aan het dier aangepaste gebouw- en inrichtingsvormen. Bij het onderzoek naar deze beter aan het dierlijk welzijn aangepaste gebouwen zullen m.i. de bedrijfs-economische aspecten een belangrijke rol moeten spelen. Deze bepalen



nl. de praktische toepasbaarheid. In dit kader is het een goede zaak dat bedrijfsleven en overheid gezamenlijk in de commissie Welzijn Landbouwhuisdieren zich beijveren om onderzoek op dit gebied te stimuleren.

## 5. Milieuaspecten

Als laatste facet van de landbouwbedrijfsgebouwen wil ik het milieuaspect kort voor u toelichten. De uitbreiding en schaalvergroting in de intensieve veehouderij hebben als negatief punt een toename in het aantal klachten over stankhinder met zich meegebracht.

Uit onlangs door Helder (1981) gepubliceerde gegevens blijkt dat - naar de situatie van 1976 in dertig gemeenten in Oost- en Zuid-Nederland - 26% van de bedrijven met intensieve veehouderij op grond van de huidige richtlijnen geen hinderwetvergunning kan verkrijgen. Simpel gesteld, de produktie van onaangename geuren in de gebouwen heeft een zodanige omvang dat voor de omwonenden hinder van ernstige aard kan worden verwacht. Ook wijzen de gegevens erop dat ca. 45% van de bedrijven gezien de ligging t.o.v. de omringende bebouwing geen uitbreidingsmogelijkheden meer heeft.

De algemene toepassing van roostervloeren betekent dat de gebouwen ook de functie van mestopslag hebben. Uit onderzoek van Spoelstra (1978) blijkt dat de onaangenaam ruikende vluchtige stoffen door anaërobe omzettingen in de mengmest ontstaan. Bij mestvarkens is aangetoond, dat in een stalgebouw zonder mestopslag vrijwel geen vluchtige stoffen zijn gemeten die een bijdrage leveren aan de stank. Hieruit kan geconcludeerd worden dat de in de gebouwen opgeslagen mest - die in een open verbinding met de stalinhoud staat - de belangrijkste bron is voor de stankhinder.

Onderzoek naar de afvoer van onaangename geuren uit stallen heeft duidelijk de invloed van de gebouwwitvoering aangetoond. Een maat voor deze onaangename geuren is de geurconcentratie ofwel het aantal keren dat deze lucht met geurvrije lucht moet worden verdund, zodat dit voor 50% van de proefpersonen niet meer te onderscheiden is van geurvrije lucht. Zo blijkt uit nog niet gepubliceerde gegevens van het IMAG het percentage roostervloer in mestvarkensstallen de geurconcentratie van de afgevoerde ventilatie te beïnvloeden. Een toenemend percentage roostervloer betekent een vergroting van het uitwisselingsoppervlak tussen stallucht en oppervlakte van de afvalstoffen. In figuur

5 is de relatie tussen stalgebouwen voor mestvarkens en de geuremissie schematisch aangegeven. Een stalgebouw met een dagelijkse afvoer van de mest naar een buiten de stal geplaatste opslag levert in vergelijking met een stalgebouw met mestopslag daaronder een ventilatielucht met een lage geurconcentratie. Resultaten van metingen bij leghennenstallen hebben aangetoond dat een reductie in de geurconcentratie van 90% kan worden bereikt door de mengmest buiten de stal op te slaan (Scheltinga e.a., 1980).

De Inspecties van de Volksgezondheid belast met het toezicht op de hygiëne van het milieu beoordelen de opslag van mengmest in buiten de stalgebouwen gelegen open silo's veelal als objecten die in ernstige mate hinder zouden kunnen veroorzaken voor de omwonenden.

Tegenover de meer of minder hinder veroorzakende open mestopslag - hetgeen overigens nog niet kwantitatief is benaderd - staat de minder hinder opleverende ventilatielucht vanuit het stalgebouw. Het kritisch tegen elkaar afwegen van beide stankbronnen verdient dan ook aanbeveling. Ook de reinheid van de stallen en de vorm waarin afvalstoffen worden geproduceerd en opgeslagen bijv. mengmest of droge mest beïnvloeden de geurconcentratie van de uit de stallen afgevoerde ventilatielucht.

Hoewel enigszins buiten het bestek van de relatie met de bedrijfsgebouwen vallend is het uitbrengen van de mengmest over het land een niet te onderschatten bron van onaangename geuren. Recent oriënterend onderzoek geeft aan dat deze bron in vergelijking met de stalgebouwen als bron van stankhinder beslist niet verwaarloosd mag worden (Van Harrevelt, 1981).

De geuremissie gegevens van verschillende staltypen kunnen enerzijds een meer objectieve basis geven aan de criteria die gehanteerd worden bij de verlening van een hinderwetvergunning. Anderzijds kan ook aangegeven worden op welke wijze een reductie van de geurconcentratie kan worden gerealiseerd. Dit kan door bijv. aanpassing van het stalgebouw, de inrichting of de bedrijfsvoering.

Rekening houden met de verschillende facetten van de landbouwbedrijfsgebouwen is bij het ontwerpen van nieuwe gebouwtypen en inrichtingsvormen veelal niet eenvoudig. De toepasbaarheid van nieuwe gebouw- en inrichtingsvormen wordt naast de bedrijfseconomische

aspecten mede bepaald door de vraag of een combinatie van urgente vraagstukken geheel of gedeeltelijk wordt opgelost. Dit kan geïllustreerd worden met het voorbeeld van een mestbehandelingstechniek waarvan het onderzoek nog gaande is. Het scheiden van de faeces en de urine direct na de produktie in de stal met behoud van de toepassing van een gedeeltelijke roostervloer voorkomt de ontwikkeling van vluchtige stankcomponenten. Een en ander resulteert in een stalgebouw met een lage geuremissie en de mogelijkheid van het gebruik van een geringe hoeveelheid stro. Het stro bevordert het welzijn van de dieren en verlaagt de energiebehoefte. Dit geeft uiteraard nog geen volledig beeld van deze nog in ontwikkeling zijnde techniek.

Gebruik makend van de kennis van de landbouwbedrijfsgebouwen kan een bijdrage worden geleverd tot de ontwikkeling van die gebouwvormen, die vanuit verschillende optieken bezien perspectief bieden. De uitspraak van Peterson (1979) die luidt: 'The obvious challenge is to apply our scientific knowledge in ways that will maximize the positive and minimize the negative' is hierbij van toepassing.

In het voorgaande heb ik een viertal facetten van de landbouwbedrijfsgebouwen met u doorgenomen. Eveneens van belang zijnde onderdelen van het vakgebied, zoals o.a. de bouwkundige voorzieningen voor de energiebesparing in de glastuinbouw en de opslag van akkerbouwprodukten, zijn niet aan de orde gekomen. Het kennisgebied van de landbouwbedrijfsgebouwen bestrijkt een breed terrein, dat in de verschillende onderwijselementen wordt behandeld. Uitgangspunt is hierin een verantwoorde basiskennis van de bouwtechniek aan te reiken. Gezien de energieproblematiek zal het belang van de bouwfysica in de onderwijs-elementen toenemen. Het is hierbij van belang dat de studenten een zodanig kennispakket krijgen aangeboden, dat zij inzicht verwerven in het functioneren van gebouwen en gebouwcomponenten en dat zij in nauw overleg met andere deskundigen een belangrijke bijdrage kunnen leveren aan het ontwerpen van nieuwe of het aanpassen van bestaande gebouwen. Het functioneren van de bedrijfsgebouwen als produktiemiddel met de daaraan verbonden arbeidstechnische en economische consequenties zal hierbij veelal voorop staan. De gebouwkosten d.w.z. de investeringen die moeten worden gedaan voor de totstandkoming

van de gebouwen zullen de bereidheid tot investeren in de landbouwbedrijfsgebouwen sterk gaan beïnvloeden.

Nieuwe gebouw- en inrichtingsvormen hebben mede een bijdrage geleverd aan het ontstaan van levenskrachtige bedrijven.

In de vaart van de dynamische ontwikkeling die de laatste twintig jaar in het veld van de landbouwbedrijfsgebouwen heeft plaatsgevonden zijn de consequenties voor het landschap, het welzijn van de dieren en de milieuhygiëne wat op de achtergrond geraakt. Aandacht voor deze ongetwijfeld belangrijke aspecten in onderwijs en onderzoek van de landbouwbedrijfsgebouwen kan bijdragen tot een evenwichtige opzet en uitvoering van gebouwen. Dit mede tegen de achtergrond van de te verwachten stijgende belangstelling voor aanpassing van agrarische gebouwen.

Dames en heren,

Aan het einde van mijn rede wil ik mijn dank uitspreken jegens Hare Majesteit de Koningin voor mijn benoeming tot buitengewoon hoogleeraar aan de Landbouwhogeschool.

Ik ben het College van Bestuur erkentelijk voor het vertrouwen in mij gesteld bij het doen van de aanbeveling voor de benoeming.

Ook de benoemingscommissie wil ik in deze erkentelijkheid betrekken. Graag wil ik mij inzetten voor een zo goed mogelijke uitoefening van dit ambt, waarbij ik me naar de mij gegeven mogelijkheden afhankelijk weet van God.

Op deze plaats wil ik de directie van het Instituut voor Mechanisatie, Arbeid en Gebouwen de heren Coolman, Duinker en Glerum bedanken voor de ruimte die u mij de afgelopen jaren bij de uitoefening van mijn functie hebt geboden en de mogelijkheid dit ambt te aanvaarden.

Bij deze gelegenheid wil ik graag de naam van de heer ir. L.H. Huisman noemen. De contacten met u waren inspirerend en resulteerden veelal in initiatieven en activiteiten die voor mij even boeiend als leerzaam waren. Mijn hartelijke dank daarvoor.

Dames en heren medewerkers van het Instituut voor Mechanisatie, Arbeid en Gebouwen.

Op het vakgebied van de landbouwbedrijfsgebouwen is met velen van u een nauwe en vruchtbare samenwerking geweest. Ik heb daarvan veel geleerd. Voor de opstelling waarbij steeds weer nieuwe activiteiten konden worden ontplooid ben ik u erkentelijk. Een continuering van de goede samenwerking stel ik op prijs. Het werken in een instelling als het IMAG met zijn specifieke mogelijkheden en de velerlei contacten ervaar ik als bijzonder boeiend.

Voor de goede contacten met de medewerkers van de in het Centrum Techniek gevestigde instellingen spreek ik mijn dank uit.

Dames en heren medewerkers en leden van de vakgroep Landbouwtchniek.

Collega Moens wil ik bedanken voor de prettige wijze van opvang en

het wegwijs maken binnen de vakgroep. Hoewel in het begin enigszins onwennig is allengs het werken in uw midden een voldoening gevende aangelegenheid geworden. Binnen de vakgroep Landbouwtechniek wil ik me inzetten voor een goede samenwerking met de secties Landbouwwerktuigkunde en Werktuigkunde.

Mijn voorganger Pothoven wil ik dankzeggen voor het gedurende een lange reeks van jaren gestalte geven aan het onderwijs in de Landbouwarchitectuur.

Dames en heren studenten,

In het afgelopen jaar zijn er reeds meerdere contacten met u gelegd. In het onderwijs en onderzoek van de landbouwbedrijfsgebouwen komen veel verbanden met andere wetenschapsgebieden naar voren. Bij het functioneren als afgestudeerde landbouwtechnicus is samenwerking een vereiste, terwijl bij de oplossingen van de velerlei vraagstukken inventiviteit veelal niet ontbeerd kan worden. Uw belangstelling voor het vakgebied en uw kritische inbreng bij onderwijs en onderzoek stel ik op prijs.

Ik heb gezegd en dank u voor uw aandacht.

## LITERATUUR

Baxter, S.H., (1981)

Welfare and the housing of the sow and suckling pigs.  
In: The Welfare of Pigs, by W. Sybesma, 276-312,  
M. Nijhoff Publish., Den Haag.

Berghoef, H. en H.R. Poelma, (1958)

Stalverbetering, ILR-publik. no 43, Wageningen.

Bouman-Sweers, M.M., (1980)

De landbouwbedrijfsgebouwen in ons landschap.  
Inl. Stallenbouwersdag. CBI, Wageningen.

Bruce, J.M., (1977a)

Conductive heat loss from the recumbent animal.  
Frm. Bld. R. & D. Studies 8, 9-16.

Bruce, J.M., (1977b)

Natural Ventilation I.  
Frm. Bld. R. & D. Studies 8, 1-9.

Bruce, J.M., (1978)

A suggestion for a ranked classification for floors of livestock buildings based on the conductive heat loss from recumbent animals.  
Proc. Symp. 'Animal housing-injuries due to floor surfaces',  
123-131. Cement and Concrete Association, Slough, England.

Christiaens, J.P.A. en M. Debruyckere, (1977)

Natuurlijke ventilatie in veestallen.  
Landbouwtijdschr. 2, 255-282.

Elshof, W.J. en G. van Putten, (1980)

De lighteedte van vleeskalveren in afhankelijkheid van gewicht,  
borstomvang en staltemperatuur.  
IVO-rapport B 158, Zeist.

Ferguson, I.B., (1981a)

Farm Building aesthetics.  
Frm. Bld. Prog. 64, 25-28.



- Ferguson, I.B., (1981b)  
 Changing attitudes to agriculture and farm buildings.  
 Frm. Bld. Prog. 64, 29-32.
- Germing, G.H. en D. Meijaard, (1979)  
 Vooruitzichten voor een betere energiebenutting in de glas-  
 tuinbouw.  
 Bedrijfsontw. 10, 11, 1078-1084.
- Goedseels, V. en L. Vanhaute, (1978)  
 Hoeven op land gebouwd.  
 Lanno, Tiel en Amsterdam.
- Haartsen, P.I., P. Koomans en J.A. Zijlstra (1973)  
 Een onderzoek naar de brandstofkosten voor de verwarming  
 van varkensstallen op praktijkbedrijven.  
 ILB-meded. No 61, Wageningen.
- Harreveld, A.Ph. van, (1981)  
 De geuremissie tijdens en na het verspreiden van varkensmeng-  
 mest.  
 IMAG-rapport No 37, Wageningen.
- Helder, J.G.M., (1981)  
 De invloed van bestemmingsplan en hinderwet op de ontwikke-  
 ling van de intensieve veehouderij.  
 LEI-publ. No 2. 145, Den Haag.
- Jongebreur, A.A. en A.C. Smits, (1978)  
 Boxafmetingen voor vleeskalveren.  
 IMAG-publ. 110, Wageningen.
- Le Francq van Berkhey, J., (1811)  
 Natuurlijke Historie van Holland.  
 9e deel, Leiden.
- Maris, A. en J. de Veer, (1972)  
 De agrarische sector in de periode 1950-1970.  
 LEI-jaarverslag 1971, 9-29

- Mateman, G., H.A. Brandsma en M.W.A. Versteegen, (1980)  
Is verwarmen in mestvarkensstellen noodzakelijk of zijn er  
andere mogelijkheden.  
Bedrijfsontw. 11, 6, 581-587.
- Mitchell, C.D. and W.J. Smith, (1978)  
Piglet foot dimensions for design of slotted floors.  
Frm. Bld. Prog. 51, 7-10.
- Morrison, M.D.C., (1981)  
Farm buildings and the future.  
Frm. Bld. Prog. 63, 17-21.
- Muehling, A.J., (1971)  
Slotted floors for hogs. Progress and trends.  
ASAE-paper no 71-930. St. Joseph, Michigan.
- N.N., (1975)  
Rapport Commissie Veehouderij -Welzijn dieren  
Nationale Raad voor Landbouwkundig Onderzoek, Den Haag.
- N.N., (1979)  
External colours for farm buildings.  
BS 4903  
British Standards Institution, London.
- N.N., (1981)  
Juryrapport van de prijsvraag voor het ontwerpen van een melk-  
veehouderijbedrijf met woning in de polder Eemland.  
Prov. Utrechtse Welstandscommissie.
- Oosterlee, C.C., (1977)  
Over houden en hoeden.  
Inaugurele rede, Wageningen.
- Ouwerkerk, E.N.J. van en W.H. de Brabander (1980)  
Stalisolatie in Nederland.  
Landbouwk. Tijdschr./pt 92, 7, 275-279.

- Peterson, R.W., (1979)  
Impacts of Technology.  
Americ. Scientist, Vol. 67, 28-32.
- Petherick, J.C. and S.H. Baxter, (1981)  
Modelling the spatial requirements of livestock  
Proc. Semin. Sect. II CIGR, "Modelling, Design and  
Evaluation of Agricultural Buildings".  
Scottish Farm Buildings Investigation Unit, Aberdeen.
- Putten, G. van und W.J. Elshof, (1974)  
Der Platz der von einem Mastkalb in Anspruch  
genommen wird bei "unbehindertem" Liegen.  
Rapport C-238, IVO, Zeist.
- Scheltinga, H.M.J., A.A. Jongebreur and J.V. Klarenbeek, (1981)  
Legislation and research related to odour problems  
due to intensive livestock operations.  
Proc. Internat. Symp. on Livestock Wastes.  
Amarillo, Texas, 306-308. ASAE, St. Joseph, Michigan.
- Soutar, D., (1977)  
Livestock buildings in the post-war era.  
Frm. Bld. Prog. 50, 2-7.
- Spoelstra, S.F., (1978)  
Microbial aspects of the formation of malodorous  
compounds in anaerobically stored piggery wastes.  
Dissert., Wageningen.
- Swierstra, D. (1981)  
Investeringsvergelijkingen van diverse staltypen.  
Publikatie in voorbereiding
- Tijm, P., (1950)  
Boerderijbouw  
Mouton & Co., 's-Gravenhage.
- Vroom, M.J. (1973)  
Land en landschap - Ontwerp en onderzoek.  
Landbouwk. Tijdschr. 85, 8, 243-249.

- Verstegen, M.W.A. and W. van der Hel, (1974)  
The effects of temperature and type of floor on  
metabolic rate and effective critical temperature  
in groups of growing pigs.  
Anim. Prod. 18, 1-11.
- Wallace, D.C., (1975)  
Farm buildings in the landscape.  
Frm. Bld. Dig. 10, 1, 3-5.
- Webb, N.G. and M. Clark  
Livestock limb-floor mechanics.  
Proc. Semin. Sect. II CIGR, "Modelling, Design  
and Evaluation of Agricultural Buildings",  
Scottish Farm Buildings Investigation Unit, Aberdeen
- Wiepkema, P.R. (1980)  
Gedrag en Welzijn  
Inaugurele rede, Wageningen.

Tabel 1. Gebouwoppervlakte in m<sup>2</sup> per dier in de veehouderij in 1960 en 1980.

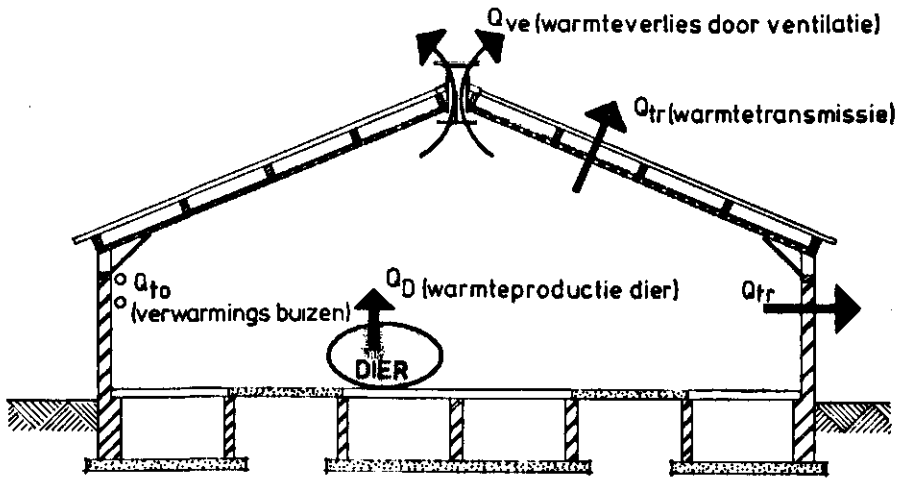
Jaar		1960	1980
Melkvee <sup>1)</sup>	grupstal	5,7 - 6	8,2 <sup>2)</sup>
	boxenstal		9,8 - 10,8 <sup>2)</sup>
Fokvarkens		8,3 - 9	5,8 - 6,3
Mestvarkens		ca 1,3	0,9 - 1,1
Leghennen		0,25 - 0,33	0,03 - 0,07
Slachtkuikens		ca 0,1	0,045

1) excl. jongvee

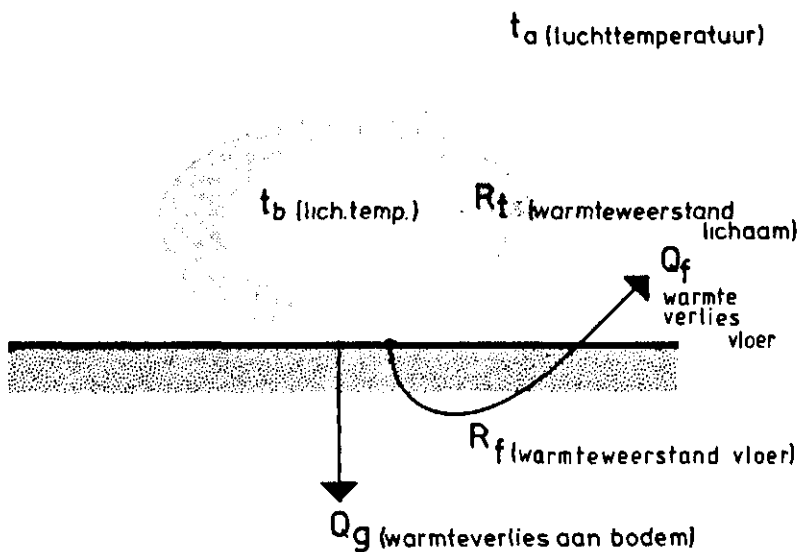
2) op basis van standaardplannen voor 90 melkkoeien.

Tabel 2. Warmteweerstand van verschillende vloeruitvoeringen (naar Bruce, 1978).

Vloer	Warmteweerstand °C m <sup>2</sup> W <sup>-1</sup>
Droog stro (60 mm) op betonvloer	0,66
Geïsoleerde betonvloer met afwerklaag van 18 mm	0,17
Betonroosters breed 100 mm; spleet 19 mm; hoogte 75 mm	0,052
Ongeïsoleerde betonvloer	0,042
Omringende lucht	0,12

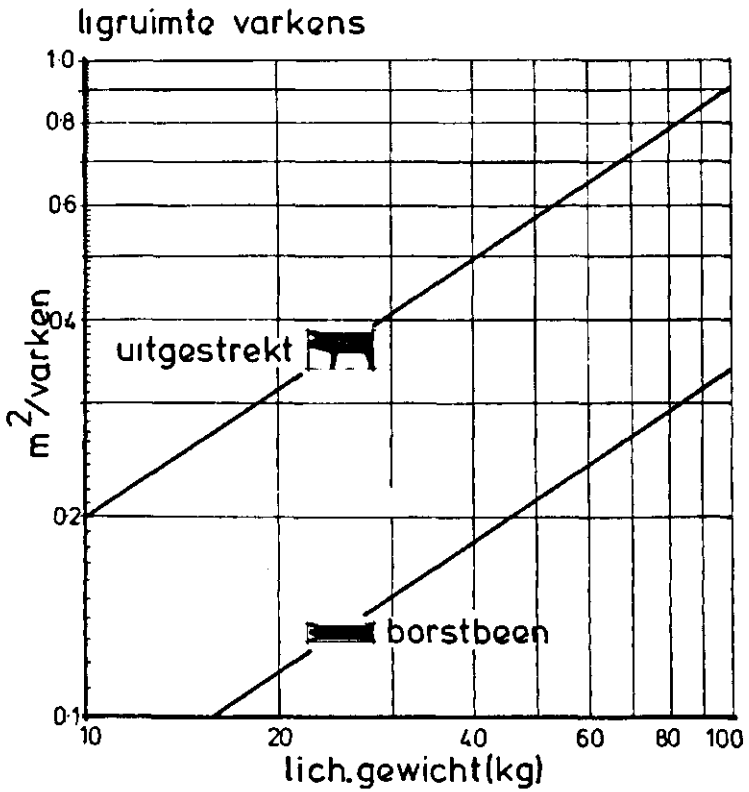


figuur: 1. Warmtebalans van een stal



figuur: 2.

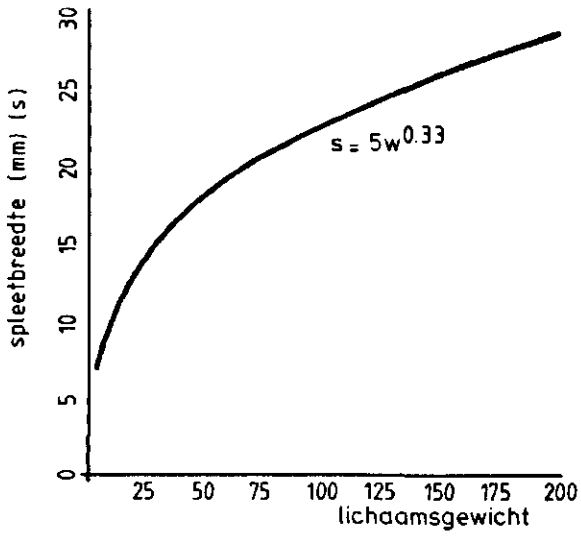
Warmte afgifte van een liggend dier aan de vloer  
(gewijzigd, naar Bruce)



figuur: 3. Relatie lichaamsgewicht en ligruimte

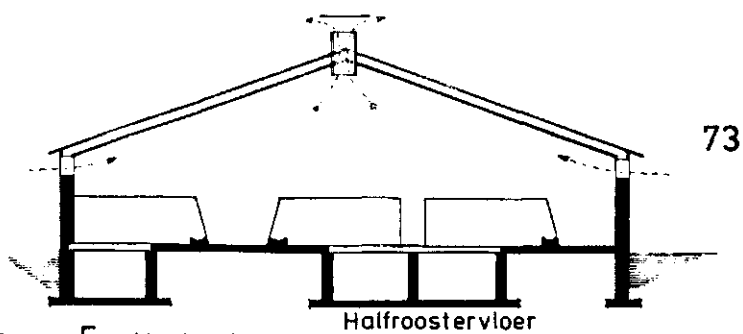
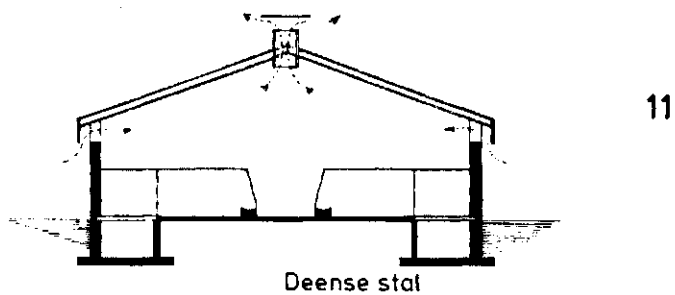
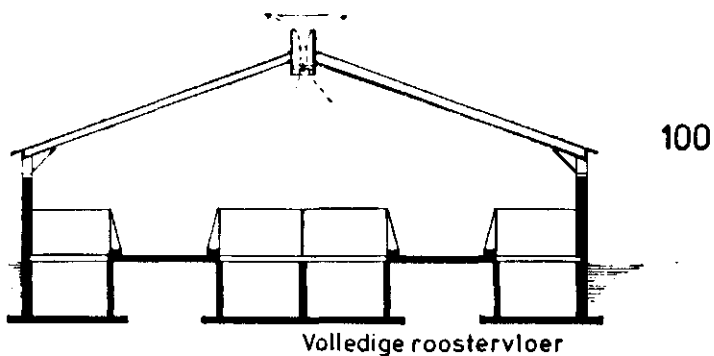
(Naar Petherick en Baxter)





figuur: 4. Relatie spleetbreedte/lichgewicht

(Naar Mitchell and Smith)



Figuur 5. - Mestvarkensstallen -  
 Geuremissie per uur per kg. lich.gew. in  
 verhoudingsgetallen.