

DE FREKWENTIE EN DE ZOÛTECHNISCHE PREVENTIE
VAN LONG- EN LEVERAANDOENINGEN BIJ VARKENS

*Incidence and the prevention by animal care
of lung and liver affections of fattening pigs*

Dit proefschrift met stellingen van

MARTIN JAN MARIE TIELEN

landbouwkundig ingenieur, geboren te Horst (Limburg) op 22 september 1942, is goedgekeurd door de promotoren Dr. Ir. R. D. Politiek, hoogleraar in de Veeteeltwetenschap aan de Landbouwhogeschool te Wageningen, en Dr. D. H. J. Brus, hoogleraar in de Bedrijfsdiergeneeskunde aan de Rijksuniversiteit te Utrecht.

De Rector Magnificus van de Landbouwhogeschool,
H. A. LENIGER

Wageningen, 27 maart 1974

NN 8201

589

C

619:636.4:616.24+616.36:614.94:636.4.083

M. J. M. TIELEN

**DE FREKWENTIE EN DE ZOÖTECHNISCHE
PREVENTIE VAN LONG- EN
LEVERAANDOENINGEN BIJ VARKENS**

**INCIDENCE AND THE PREVENTION BY ANIMAL CARE
OF LUNG AND LIVER AFFECTIONS OF FATTENING PIGS**

(with a summary in English)

PROEFSCHRIFT

**TER VERKRIJGING VAN DE GRAAD VAN DOCTOR IN
DE LANDBOUWWETENSCHAPPEN, OP GEZAG VAN DE
RECTOR MAGNIFICUS, PROF. DR. IR. H. A. LENIGER, HOOGLERAAR
IN DE TECHNOLOGIE, IN HET OPENBAAR TE VERDEDIGEN
OP DONDERDAG 6 JUNI 1974 DES NAMIDDAGS TE
VIER UUR IN DE AULA VAN DE LANDBOUWHOGESCHOOL
TE WAGENINGEN**

**BIBLIOTHEEK
FOR
TECHNOLOGICAL
SCIENCE**

H. VEENMAN & ZONEN B.V. - WAGENINGEN - 1974

1511 = 104740

This thesis is also published as Mededelingen Landbouwhogeschool Wageningen 74-7 (1974)
(Communications Agricultural University Wageningen, The Netherlands)

*Aan Moeke
Aan Rianne, Karien, Wieneke en Pieter*

STELLINGEN

1.

Het is mogelijk om, op basis van de beoordeling van long- en leveraandoeningen aan de slachtlijn, een effectieve diergeneeskundige begeleiding ten aanzien van deze aandoeningen op de bedrijven uit te voeren.

Dit proefschrift

2.

Stalklimaatfouten moeten worden beschouwd als een der primaire oorzaken voor het optreden van longaandoeningen bij varkens.

Dit proefschrift

3.

Door het doorberekenen van de schade, als gevolg van leveraandoeningen bij slachtvarkens aan de betreffende varkenshouders, zal de frekwentie van deze aandoeningen afnemen.

Dit proefschrift

4.

Voor de beoordeling van de gezondheidstoestand van de dieren op de varkensbedrijven is de gemiddelde groei per dier per dag een betere graadmeter, dan de voederkonversie en het uitvalspercentage.

5.

De standaardkoeproductie wordt nog niet voldoende benut bij de gezondheidkundige begeleiding van de melkveebedrijven.

6.

Bij het, volgens de huidige methode uitgevoerde kwaliteits-onderzoek van busmelkmonsters geeft de reductase reactie geen juist beeld van de kwaliteit van de op de fabriek aangevoerde melk. Het verdient aanbeveling om die melkmonsters direct nadat zij op de fabriek zijn genomen in ijswater te koelen.

7.

Het opleggen van grote boetes bij het aantonen van penicilline in de melk, zonder een speciale begeleiding van de veehouders, leidt onnodig tot conflicten.

8.

Een verlaging van het P-gehalte in het varkensvoer in verband met de milieuverontreiniging zal reperkussies hebben voor verschillende aspecten van de varkenshouderij.

9.

Het hanteren van de voerkosten per 'omgerekende' zeug als bedrijfs-economisch kengetal in de deelboekhoudingen van de varkensfokkerij, zonder hierbij rekening te houden met een optimum, zal het aantal biggen per zeug per jaar ongunstig beïnvloeden.

10.

Er is bij de praktiserende dierenartsen een duidelijke ontwikkeling naar groepspraktijken. De diergeneeskundige begeleiding van de veeteeltbedrijven is gebaat bij het opnemen van landbouwkundige ingenieurs in deze groepspraktijken.

11.

De reden, waarom 'streakers' zich altijd snel voortbewegen is, dat zij willen opvallen zonder gezien te worden.

VOORWOORD

Het onderzoek dat beschreven is in dit proefschrift werd uitgevoerd vanuit de Provinciale Gezondheidsdienst voor Dieren in Noord-Brabant. Het bestuur van deze Stichting ben ik zeer erkentelijk voor de mogelijkheden, die zij mij voor de bewerking van dit proefschrift heeft geboden.

Bij de opzet en de uitvoering van het onderzoek heb ik veel steun ondervonden van de opmerkingen en suggesties van wijlen Prof. Dr. Th. Stegenga, die zich bereid had verklaard om als mijn promotor te willen optreden. Zijn plotseling overlijden heb ik als een groot gemis ervaren.

Dat Prof. Dr. Ir. R. D. Politiek bereid was om de begeleiding van dit proefschrift over te nemen heb ik zeer op prijs gesteld. Zijn kritische opmerkingen bij de verwerking en de verslaggeving zijn de inhoud van dit proefschrift sterk ten goede gekomen.

Prof. Dr. D. H. J. Brus is als directeur van de Gezondheidsdienst voor Dieren in Noord-Brabant vanaf het begin zeer nauw bij dit onderzoek betrokken geweest. Door de discussies met hem is mijn inzicht in de plaats van dit onderzoek bij de georganiseerde dierziektebestrijding enorm vergroot. Dat hij, na zijn benoeming tot hoogleraar, direkt bereid was om mede mijn promotor te willen zijn, waardeer ik zeer.

De stimulerende inbreng van Dr. Ir. M. W. A. Verstegen bij de verwerking van het materiaal en de voorbereiding van het manuscript was voor mij een niet te ontberen steun.

Dr. W. T. Truijen ben ik erkentelijk voor de prettige samenwerking en de discussies en suggesties tijdens dit onderzoek.

De Vleeskeuringsdienst kring Boxtel en in het bijzonder Dr. A. Th. M. Verdijk, ben ik veel dank verschuldigd voor het uitvoeren van het onderzoek op de slachterij.

Bij de statistische verwerking van gegevens heb ik veel medewerking ondervonden van de heer W. J. Koops van het Laboratorium voor Veeteelt-wetenschappen van de Landbouwhogeschool te Wageningen.

Het Bestuur van de Coöperatieve Brabantse Vee- en Vleescentrale van de N.C.B., en speciaal de directeur Mr. H. A. L. Bonants, ben ik erkentelijk voor de medewerking, die zij hebben gegeven om dit onderzoek mogelijk te maken.

De Kommissie van de integratiegroep Asten van de Vee- en Vleescentrale van de N.C.B. dank ik, dat dit onderzoek op bedrijven in hun integratie heeft kunnen plaatsvinden. Speciaal de heer H. van de Eijnden heeft hierbij veel werk verricht.

In het kader van een, met hetzelfde materiaal uitgevoerd onderzoek naar de vleeskwiteit bij slachtvarkens is vooral in de beginperiode door het Instituut voor Veeteeltkundig Onderzoek medewerking aan dit onderzoek verleend.

Allen die op de Gezondheidsdienst op een of andere wijze behulpzaam waren tijdens het onderzoek ben ik hiervoor zeer erkentelijk. In het bijzonder dank ik de dames van de typekamer, voor de snelheid en akkurateste waarmee het typewerk werd verricht en de heer A. Schellekens, die het tekenwerk verzorgde.

De varkenshouders, op wier bedrijven het onderzoek werd verricht, ben ik erkentelijk voor de verleende medewerking.

Tenslotte wil ik iedereen, die verder op enigerlei wijze aan de totstandkoming van dit proefschrift heeft meegewerkt bedanken.

Voor jou, Rianne, is dit onderzoek vaak een 'nachtmerrie' geweest. Voor jouw steun dank ik je met dit proefschrift.

INHOUD

1. INLEIDING	1
2. LITERATUUR	4
2.1. Inleiding	4
2.2. De aetiologie van long- en leveraandoeningen bij slachtvarkens	4
2.2.1. De aetiologie der longaandoeningen	4
2.2.2. De aetiologie der leveraandoeningen	7
2.3. De frekwenties van de long- en leveraandoeningen bij slachtvarkens	8
2.3.1. De frekwentie van de longaandoeningen	8
2.3.1.1. Geografische verspreiding en mate van voorkomen	8
2.3.1.2. De uitgebreidheid van de longaandoeningen	10
2.3.1.3. De seizoenverschillen	11
2.3.4.1. De bedrijfsverschillen	13
2.3.2. De frekwentie van de leveraandoeningen	13
2.3.2.1. De mate van voorkomen	13
2.3.2.2. De seizoenverschillen	14
2.4. De invloed van het milieu op de frekwenties van long- en leveraandoeningen	15
2.4.1. Inleiding	15
2.4.2. De invloed van het stalklimaat op de frekwenties van long- en leveraandoeningen	16
2.4.2.1. Algemeen	16
2.4.2.2. De stalklimaatfactoren	18
2.4.2.3. De invloed van de stalklimaatfactoren op de frekwenties van de long- en leveraandoeningen	24
2.4.3. De invloed van de overige milieuomstandigheden op de frekwenties van long- en leveraandoeningen	27
2.5. De invloed van de long- en leveraandoeningen op de produktieresultaten	29
2.5.1. De invloed van de longaandoeningen op de produktieresultaten	29
2.5.2. De invloed van de leveraandoeningen op de produktieresultaten	32
3. MATERIAAL EN METHODE	34
3.1. Algemeen	34
3.2. De bedrijven van herkomst van het materiaal	34
3.3. De beoordeling van de long- en leveraandoeningen	37
3.4. De stalklimaatmetingen	39
3.4.1. Het meten van de temperatuur en de relatieve luchtvochtigheid	40
3.4.2. Het meten van het NH ₃ - en CO ₂ -gehalte van de stallucht	41
3.4.3. Het meten van de luchtsnelheden in de stal	42
3.4.4. Het meten van de katawaarde van de stal	43
3.5. De algemene milieuomstandigheden	44
3.6. Het berekenen van de produktieresultaten	47
4. RESULTATEN	49
4.1. De frekwenties van de long- en leveraandoeningen op de varkensbedrijven	49
4.1.1. Algemeen	49
4.1.2. De geslachtsverschillen	49
4.1.3. De verschillen tussen de mestbedrijven	51
4.1.4. De verschillen tussen de meststallen binnen de mestbedrijven	52
4.1.5. Het verband tussen de long- en leveraandoeningen per meststal	56
4.1.6. De verschillen tussen de fokbedrijven	57

4.1.7.	De verschillen tussen de beren binnen de fokbedrijven	59
4.1.8.	De seizoenverschillen	61
4.1.9.	De interactie tussen de frekwentie van de long- en leveraandoeningen	65
4.2.	De invloed van een aantal milieufactoren op de frekwentie van long- en leveraandoeningen	68
4.2.1.	Algemeen	68
4.2.2.	De variatie in de stalklimaatfactoren	69
4.2.2.1.	De temperatuur en de relatieve luchtvochtigheid	69
4.2.2.2.	Het NH ₃ - en CO ₂ -gehalte van de stallucht	72
4.2.2.3.	De lichtsnelheden in de stal	75
4.2.2.4.	De katawaarden	77
4.2.3.	De variatie in de algemene milieuomstandigheden	80
4.2.4.	Het onderling verband der milieufactoren	81
4.2.4.1.	Het onderling verband der stalklimaatfactoren	82
4.2.4.2.	Het onderling verband der algemene milieuomstandigheden	88
4.2.4.3.	Het verband tussen de stalklimaatfactoren en een aantal algemene milieufactoren	89
4.2.5.	De invloed van het milieu op de frekwenties van de longaandoeningen	90
4.2.5.1.	Algemeen	90
4.2.5.2.	De invloed van de stalklimaatfactoren	91
4.2.5.3.	De invloed van de algemene milieuomstandigheden	94
4.2.6.	De invloed van het milieu op de frekwenties van de leveraandoeningen	97
4.2.6.1.	Algemeen	97
4.2.6.2.	De invloed van de stalklimaatfactoren	97
4.2.6.3.	De invloed van de algemene milieuomstandigheden	98
4.3.	Het effect van de long- en leveraandoeningen op de groei per dag en de slachtkwaliteit	102
4.3.1.	Algemeen	102
4.3.2.	Het effect van de long- en leveraandoeningen op de groei per dag	105
4.3.3.	Het effect van de long- en leveraandoeningen op het geslacht gewicht	109
4.3.4.	Het effect van de long- en leveraandoeningen op de slachtkwaliteit	109
5.	DISKUSSIE	112
6.	SAMENVATTING EN KONKLUSIES	122
	SUMMARY	128
	LITERATUUR	132
	BIJLAGEN	137

1. INLEIDING

De georganiseerde varkensgezondheidszorg van de Gezondheidsdienst voor Dieren in Nederland is er o.m. op gericht, om door het nemen van preventieve maatregelen in georganiseerd verband varkensziekten met een enzoötisch of epizoötisch karakter te voorkomen en te bestrijden. Om meer inzicht te krijgen in de meest doelmatige methoden van georganiseerde ziektenbestrijding, is het uitvoeren van praktijkonderzoekingen noodzakelijk.

Voor een efficiënte gezondheidkundige begeleiding van de varkensbedrijven is er behoefte aan parameters, die een indruk geven van de algehele gezondheidstoestand van de dieren op de bedrijven en/of van de aanwezigheid van specifieke ziekteproblemen. Door deze parameters per periode en per bedrijf vast te stellen kan men onderscheid maken tussen de bedrijven op grond van de gezondheidstoestand van de dieren. Praktijkonderzoekingen in het kader van de georganiseerde varkensgezondheidszorg dienen daarom mede gericht te zijn op het zoeken naar geschikte parameters.

Tot voor kort heeft de georganiseerde varkensgezondheidszorg zich vrijwel uitsluitend beperkt tot de fok- en vermeerderingsbedrijven. Hierbij gingen men er van uit, dat door het verbeteren van de gezondheidstoestand van de biggenstroom, ook de ziekteproblemen op de mestbedrijven zouden verminderen. Na ruim 10 jaar varkensgezondheidszorg bleek echter, dat hoewel de biggenstroom gezonder was geworden, de gezondheidstoestand van de dieren op de mestbedrijven vaak nog veel te wensen overliet. Mede op verzoek van de besturen van de Vee- en Vleescentrale van de NCB en de Vereniging van Varkenshouders van de Noord-Brabantse Christelijke Boerenbond, wordt sinds enkele jaren ook meer aandacht besteed aan de mestbedrijven.

Een van de grootste problemen op de mestbedrijven in Nederland zijn de ziekten der ademhalingsorganen en met name de longaandoeningen. In het jaarverslag van de Provinciale Gezondheidsdienst voor Dieren in Noord-Holland (1959-1960) wordt aangegeven, dat vrijwel alle mestbedrijven met longaandoeningen te kampen hebben. Uit een onderzoek van TRUIJEN (1967) bij slachtvarkens, afkomstig van mestbedrijven in Noord-Brabant, bleek, dat in de periode november 1963 tot november 1964 bij 41,5% der varkens longaandoeningen voorkwamen. Er was hierbij duidelijk sprake van seizoenverschillen. Uit waarnemingen door de Provinciale Gezondheidsdienst voor Dieren in Noord-Brabant op 160 mestbedrijven in 1970 bleek, dat bij een éénmalige controle op deze bedrijven bij 43% van de bedrijven dieren met merkbare ademhalingsstoornissen aanwezig waren (Resultaten integratiebedrijven, 1970).

De invloed van de longaandoeningen op de produktieresultaten is groot. Uit de gegevens van het onderzoek van TRUIJEN (1967) kan worden berekend, dat er een groeivertraging van 3,1% en een voederverbruikstijging van 5,0% per varken met longaandoeningen bij het slachten, optrad. TACKEN

(1959) is van mening, dat $\pm 25\%$ van de totale uitval tijdens de zoogperiode en $\pm 10\%$ van de uitval tijdens de mestperiode wordt veroorzaakt door longaandoeningen.

Een tweede, veel voorkomend probleem op de mestbedrijven is de besmetting van de varkens met spoelwormen (*Ascaris suum*). Als gevolg van passage van spoelwormlarven door de levers worden hieraan beschadigingen toegebracht, die tot gevolg hebben, dat deze levers op de slachterijen geheel of gedeeltelijk worden afgekeurd. Het percentage afgekeurde levers is de laatste jaren steeds toegenomen. Het percentage steeg van $4,9\%$ in 1966 tot $8,6\%$ in 1971 (Mededelingen CBS). Deze afgekeurde levers betekenen jaarlijks een belangrijke economische schade. In 1971 bedroeg deze schade in Nederland ruim 4 miljoen gulden. Of de schade beperkt blijft tot de afgekeurde levers is de vraag.

Mogelijk worden door de leverbeschadigingen ook de produktieresultaten van de varkens nadelig beïnvloed. TRUIJEN en JAARTSVELD (1961) vonden een langzamere groei en een ongunstiger voerverbruik bij varkens met ernstige leveraandoeningen. LINDQUIST e.a. (1971) vonden bij varkens met een lagere spoelwormbesmetting een gunstigere groei.

Omdat bij de migratie van de spoelwormlarven door het lichaam ook passage door de longen plaatsvindt is het mogelijk, dat een spoelwormbesmetting naast de leveraandoeningen ook de frekwentie van de longaandoeningen beïnvloedt. Uit een aantal onderzoeken (RONEUS, 1964; UNDERDAHL en KELLEY, 1957; DEWAELE e.a. 1972) is gebleken, dat er inderdaad sprake is van beïnvloeding van de frekwentie der longaandoeningen door een spoelworminfectie. Er kan dus een indirect verband tussen de frekwenties der long- en leveraandoeningen bestaan.

Om na te gaan volgens welke methoden de twee bovengenoemde ziekten op de mestbedrijven in georganiseerd verband effectief kunnen worden bestreden is het noodzakelijk, om onderzoek uit te voeren naar de frekwenties van de long- en leveraandoeningen op de mestbedrijven en naar factoren, die deze frekwenties beïnvloeden. Uit dergelijk onderzoek zal moeten blijken of het mogelijk is om via de frekwenties der long- en leveraandoeningen de probleembedrijven te onderscheiden. Op basis hiervan kan men dan nagaan welke maatregelen op deze bedrijven kunnen worden genomen om de frekwenties te verkleinen. In het hier beschreven onderzoek is vooral nagegaan, welke zoötechnische maatregelen kunnen worden genomen om de frekwenties der long- en leveraandoeningen te verkleinen. Het uitvoeren van meer fundamenteel gericht onderzoek, zoals dit op de onderzoeksinstituten plaatsvindt, is in dit verband minder geschikt, omdat men zich hierbij moet beperken tot het onderzoeken van de invloed van *enkelvoudige* factoren. De frekwenties der long- en leveraandoeningen op de praktijkbedrijven zijn echter een gevolg van de reactie van de dieren op een *komplex* van factoren in zijn omgeving (JERICHO, 1968). Dit complex van factoren is vaak alleen te onderzoeken onder praktijkomstandigheden. Dit onderzoek is daarom uitgevoerd op praktijkbedrijven. De frekwenties van de long- en leveraandoe-

ningen, die bij de dieren op deze bedrijven voorkwamen, werden vastgesteld op de slachterij.

In dit onderzoek is getracht om op de volgende vraagstellingen een antwoord te geven:

1. Hoe zijn de frekwenties van de long- en leveraandoeningen bij mestvarkens op het moment van slachten?

2. Bestaan er verschillen in de frekwenties van long- en leveraandoeningen tussen de geslachten, tussen de fokbedrijven van herkomst, tussen de nakomelingen van beren, tussen de mestbedrijven, tussen de meststallen op de mestbedrijven en tussen de seizoenen?

3. Heeft het stalklimaat invloed op de frekwenties van de long- en leveraandoeningen?

4. Zijn er overige milieuomstandigheden, die de frekwenties van de long- en leveraandoeningen beïnvloeden?

5. Wat is de invloed van de long- en leveraandoeningen op de groei per dag en de slachtkwaliteit van de varkens?

2. LITERATUUR

2.1. INLEIDING

Uit de uitgebreidheid van de literatuur over longaandoeningen bij varkens blijkt, dat deze aandoening in een groot aantal landen bij onderzoekers in de belangstelling staat en heeft gestaan. De onderzoeken houden zich bezig met de aetiologie, de macro- en micropathologie en de chemotherapie van de longaandoeningen en de bestudering van het verband tussen het optreden van longaandoeningen en omgevingsfactoren. Vooral in het kader van de bestudering van de enzoötische pneumonie is veel onderzoek verricht.

Veel minder talrijk zijn de literatuurgegevens over de leveraandoeningen bij varkens. De onderzoeken op dit gebied houden zich vooral bezig met de chemotherapie.

In dit literatuuroverzicht wordt aandacht besteed aan vier aspecten van de long- en leveraandoeningen bij slachtvarkens. Aan de hand van een aantal 'review' artikelen wordt in het kort ingegaan op de aetiologie van de long- en leveraandoeningen, waarbij ook aandacht wordt besteed aan het tijdstip van de infectie in verband met de afwijkingen, die bij het slachten worden gekonstateerd (paragraaf 2.2). Vervolgens wordt een overzicht gegeven van de door een aantal onderzoekers gevonden frekwenties van de long- en leveraandoeningen bij slachtvarkens. Hierbij zal ook worden ingegaan op de gevonden verschillen in deze afwijkingen tussen seizoenen en bedrijven (paragraaf 2.3). In paragraaf 2.4 wordt vermeld, wat er via de literatuur bekend is over de invloed van het milieu op de frekwentie van long- en leveraandoeningen bij slachtvarkens. Een groot aantal onderzoekers heeft zich hierbij gericht op de invloed van het stalklimaat op deze frekwenties. Veel minder is er bekend over de invloed van de overige milieufactoren. In het laatste gedeelte van dit overzicht (paragraaf 2.5) wordt aan de hand van de in de literatuur vermelde resultaten een indruk gegeven van het economische effect van long- en leveraandoeningen bij slachtvarkens.

2.2. DE AETIOLOGIE VAN LONG- EN LEVERAANDOENINGEN BIJ SLACHTVARKENS

2.2.1. *De aetiologie der longaandoeningen*

Door een aantal onderzoekers wordt aan de hand van de gegevens uit de literatuur een overzicht gegeven van de oorzaken van longaandoeningen (NIEBERLE en COHRS, 1962; TRUIJEN, 1967; JERICHO, 1968; DEWAELE en BRASSINE, 1973).

Op grond van het agens, dat verantwoordelijk kan zijn voor de longaandoening, kan men de oorzaken van de longaandoeningen als volgt indelen:

Virussen

Volgens JERICHO (1968) kunnen het Aujeszky-virus, het varkenspestvirus en het varkens influenza-virus longaandoeningen veroorzaken. DEWAELE en BRASSINE (1973) maken melding van een Engels onderzoek waarin wordt aangetoond, dat bij 77,8% van de varkens Adeno-virus type 2 of 4 voorkomt. Door deze virussen kunnen longaandoeningen worden veroorzaakt.

Mycoplasmata

In een overzicht van de wereldliteratuur over de enzoötische pneumonie vermeldt HUHNS (1970) dat momenteel *mycoplasmata* wordt beschouwd als de primaire veroorzaker van enzoötische pneumonie (E.P.). DEWAELE en BRASSINE (1973) zijn van mening, dat *Mycoplasma hyopneumoniae* verantwoordelijk is voor de meeste optredende longaandoeningen in België. Vrijwel alle varkens zouden drager zijn van dit agens.

Bakteriën

Door verschillende onderzoekers werden uit aangetast longweefsel bacteriën gekweekt. Het meest voorkomend zijn hierbij *Pasteurella multocida*, *Bordetella bronchiseptica* en *Haemophiles spp.*. Volgens HUHNS (1970), DEWAELE en BRASSINE (1973) zijn de meeste onderzoekers van mening, dat deze bacterieinfekties sekundair zijn. Door de bacterieinfekties kan echter de ernst van de longaandoening sterk toenemen.

Parasieten

a. Spoelworm (*Ascaris lumbricoïdes*)

Een aantal onderzoekers vond longaandoeningen als gevolg van een spoelworm-infectie. BETTS (1954) vond na infectie van biggen met 250.000 tot 500.000 spoelwormlarven, op de 5e tot 10e dag na infectie puntbloedingen verspreid door de gehele long. Bij biggen die 21 dagen na de infectie werden gedood, waren de longen normaal. Na een besmetting van biggen met 50.000 tot 100.000 infectieuze spoelwormeieren stelde RONEUS (1964) 7 dagen na de besmetting bij de biggen ademhalingsmoeilijkheden, gepaard gaande met buikademhaling en hoesten, vast. Na de 10e dag werden, verspreid door de longen, talrijke grijze haardjes gevonden. DEWAELE e.a. (1972) vonden bij 10 weken oude biggen op de 5e en 8e dag na een besmetting met 1.000 000 infectieuze spoelwormeieren macroscopische longaandoeningen. UNDERDAHL en KELLEY (1957) stelden na infectieproeven vast, dat de ernst van de longaandoeningen t.g.v. een enzoötische pneumonie (E.P.) infectie toenam door een gelijktijdige infectie met infectieuze spoelwormeieren. Ook BETTS (1954) wijst op dit verband tussen een E.P.-infectie en een spoelworminfectie. Hij vond geen hoest en geen pneumonie bij een groep dieren, die besmet was met E.P. Deze verschijnselen traden echter bij deze dieren wel op na een lichte besmetting met spoelwormeieren.

b. Longworm (*Metastrongylus spp.*)

Dat een longworminfectie tot gevolg kan hebben, dat longaandoeningen optreden wordt door verschillende onderzoekers vermeld. (TRUIJEN, 1967). Omdat de longwormen voor hun ontwikkeling de aardworm als tussengastheer nodig hebben, zullen longaandoeningen als gevolg van een longworminfectie bij de varkenshouderij onder de huidige Nederlandse omstandigheden slechts sporadisch voorkomen.

Organische stof, gassen en dampen

Door een overmaat aan organische stof, gassen of dampen kunnen longaandoeningen worden veroorzaakt. KOOPMAN (1961) wijst erop, dat ammoniakdamp en stoffig strooisel ademhalingsstoornissen kunnen veroorzaken.

Hoewel de in het voorgaande genoemde agentia ieder voor zich longaandoeningen bij varkens kunnen veroorzaken, wordt de ernst van de longaandoening vaak bepaald door het gelijktijdig optreden van een combinatie van de agentia. Door de aanwezigheid van een E.P.-infectie zal de kans op een sekundaire bacterie-infectie toenemen (PLONAIT, 1970). Bij aanwezigheid van een enzoötische pneumonie-infectie zal een bacterie-infectie de ernst van de longaandoeningen vergroten (HJÄRRE, 1957). Behalve deze synergistische werking van de verschillende agentia op de ernst der longaandoeningen is het tijdstip van de infectie mede bepalend voor de ernst van de longaandoening op het moment van slachten. BERTSCHINGER e.a. (1972) infekteerden 21 S.P.F. biggen met E.P.-agens op een leeftijd van 46-52 dagen. Op 10, 21, 25, 28, 56, 61, 84, 91 en 112 dagen na de infectie werden telkens 2 of 3 biggen gedood. Na beoordeling van de macroscopische longaandoeningen bleek, dat de ernst van de longaandoening toenam tot de 28e dag. De biggen, die op deze dag gedood werden hadden de ernstigste macroscopische longafwijkingen. Na 56 dagen bestonden de longaandoeningen nog slechts uit nerfachtige afwijkingen van het longoppervlak. Deze onderzoekers zijn daarom van mening, dat een macroscopische longaandoening bij slachten een gevolg moet zijn van een (her)infectie in de 2 laatste maanden van de mestperiode. Door eerdere infecties veroorzaakte longaandoeningen zouden zich weer volledig kunnen herstellen. In een onderzoek door PATTISON (1956) werden 13 biggen op een leeftijd variërend van 104-175 dagen voor het slachten besmet met EP-agens. Bij 7 varkens waren op het moment van slachten uitgebreide longaandoeningen aanwezig. Bij de overige 6 varkens bestonden de longaandoeningen nog slechts uit kleine grijsgekleurde gebieden. In proeven van BETTS en BEVERIDGE (1953), ENGLERT en EISENACK (1964) werden biggen op een leeftijd van 8 weken besmet met het enzoëtisch pneumonie-agens. Bij alle geïnfecteerde dieren werden op slachtleefijd macroscopische longaandoeningen gevonden. BEVERIDGE (1962) vond daarentegen, dat bij de helft van op 8 weken geïnfecteerde biggen op een leeftijd van 6 maanden geen longaandoeningen meer te zien waren. Hij vermeldt verder, dat men bij een besmetting met een E.P.-agens vaak een 'secondary breakdown' konstateert op een leeftijd

van 19 tot 26 weken. Deze 'secondary breakdown' gaat gepaard met akute pneumonie, hoge temperatuur en moeilijke ademhaling. Mogelijk is dit een gevolg van een herinfectie op deze leeftijd.

Uit het voorgaande blijkt, dat longaandoeningen bij varkens op slachtleeftijd het gevolg kunnen zijn van een besmetting tijdens de mestperiode en zelfs hun oorsprong kunnen hebben in een besmetting, die op het fokbedrijf is opgetreden.

2.2.2. De aetiologie der leveraandoeningen

Leveraandoeningen worden vrijwel uitsluitend veroorzaakt door parasieten. Als voornaamste parasieten, die bij voorkeur leveraandoeningen veroorzaken noemen NIEBERLE en COHRS (1962) de spoelworm, de rondworm, de blaasworm, de leverbot en de lintworm. Doordat in Nederland de mestvarkens vrijwel uitsluitend binnen worden gehouden en met volledig krachtvoer worden gevoerd, zal alleen de spoelworm een belangrijke rol kunnen spelen bij het optreden van leveraandoeningen. De leverbeschadigingen treden op tijdens de ontwikkelingscyclus van de spoelworm. Deze ontwikkelingscyclus wordt door TRUIJEN en JAARTSVELD (1961) als volgt beschreven: De volwassen spoelworm leeft in de dunne darm. De door de vrouwelijke exemplaren geproduceerde eieren worden met de faeces buiten het lichaam gebracht. Onder gunstige omstandigheden ontwikkelt zich in het ei een embryo in 9—13 dagen. Volgens BAARS (1973) begint deze ontwikkeling bij 15°C en heeft een optimum bij $\pm 30^{\circ}\text{C}$. Rond de 18e dag vindt er een vervelling plaats, waarna het ei infectieus is. Na opname van de infectieuze eieren door de gastheer verlaat de larve het ei in de dunne darm, boort zich in de darmwand en treedt daar in het portale vaatsysteem, waarna hij met het bloed naar de lever migreert. De larven kunnen reeds 18 uur na opname per os, in de lever aanwezig zijn. Binnen 5—6 dagen verlaten ze de lever en gaan met het bloed naar de longen. Hier vervellen ze voor de tweede maal. Rond de 10e—12e dag vindt een derde vervelling plaats, daarna migreren de meeste larven naar de trachea en worden opgehoest en doorgeslikt. Ze bereiken zo weer de dunne darm, waar ze na een vierde vervelling volwassen worden. Gewoonlijk duurt de ontwikkeling van ei tot ei 50 tot 60 dagen. Tijdens de passage van de spoelwormlarven door de lever ontstaan hier zwellingen, degeneratie en nekrose, wat uiteindelijk leidt tot fibrosis van het leverweefsel. De aandoeningen die hierdoor in de lever ontstaan worden in de Engelse literatuur 'white spots' genoemd.

Uit een onderzoek van RONEUS (1966) in Zweden blijkt, dat de grootte van de 'white spots' in de lever bij slachtvarkens variabel en sterk afhankelijk is van het tijdstip van de spoelworminfectie. Hij deed uitgebreide proeven om de invloed van infectie en herinfectie op het optreden van 'white spots' in de lever na te gaan en 10 dagen na infectie van biggen met 100.000 infectieuze spoelwormeieren verschenen op en in de lever grote aantallen 'white spots'. Na 40 dagen bleek echter het grootste gedeelte van deze 'white spots' weer verdwenen te zijn. Zij kwamen ook niet meer terug. In een tweede

proef infekteerde hij biggen met 100.000 infectieuze spoelwormeieren en infekteerde 30 dagen later dezelfde dieren nogmaals met 20.000 eieren. Bij leveronderzoek op de 40e dag na de eerste besmetting bleek, dat er toen twee soorten 'white spots' aanwezig waren: een gering aantal kleine, die nog resteerden van de 1e infectie en een groot aantal grote 'white spots' als gevolg van de tweede infectie. Bij een proef met herhaalde herinfekties zag de onderzoeker 40 dagen na de laatste herinfektie vrijwel geen 'white spots' meer in de lever. Verder zag hij, afhankelijk van het tijdstip van herinfektie bij slachten, het uit een eenmalige infectie verwachte beeld. Opvallend was echter, dat bij twee herinfekties het aantal gevormde 'white spots' als gevolg van de tweede herinfektie lager was dan bij de eerste herinfektie. Hij veronderstelde daarom, dat er als gevolg van vorige infecties een bepaalde immuniteit optreedt, waardoor de levermigratie voor de larven, na de laatste infectie moeilijker wordt. Bij een proef met 10 herinfekties lijkt het erop, dat er door de laatste infecties in het geheel geen nieuwe 'white spots' meer worden gevormd. Onderzoeker konkludeert hieruit, dat er pre-immuniteit optreedt. Uit dit onderzoek blijkt, dat de leveraandoeningen op het moment van slachten grotendeels het gevolg zijn van infecties met spoelwormeieren in de laatste 40 dagen van de mestperiode. In hoeverre bij mestvarkens een optredende pre-immuniteit de leveraantastingsgraad beïnvloedt, zal mede afhankelijk zijn van het tijdstip van de eerste besmetting.

2.3. DE FREKWENTIES VAN DE LONG- EN LEVERAANDOENINGEN BIJ SLACHTVARKENS

Indien in dit onderzoek wordt gesproken over de frekwentie van de long- en leveraandoeningen bij slachtvarkens wordt bedoeld, de mate van voorkomen en de uitgebreidheid van de long- en leveraandoeningen bij deze dieren.

2.3.1. *De frekwentie van de longaandoeningen*

2.3.1.1. Geografische verspreiding en mate van voorkomen

Uit de literatuurgegevens blijkt, dat longaandoeningen bij varkens verspreid over de gehele wereld voorkomen (TRUIJEN, 1967). Ook over de mate waarin de longaandoeningen bij slachtvarkens voorkomen worden door onderzoekers uit verschillende landen gegevens vermeld.

In Engeland werden door BETTS (1952) bij 1000 baconvarkens, afkomstig van 22 'at rondom' gekozen bedrijven, de longen beoordeeld. Bij 61,3% van deze longen kwamen aandoeningen voor. Hij konstateert verder, dat gedurende de jaren 1946 tot 1950 het percentage aangetaste longen is toegenomen. Hij schrijft dit toe aan de uitbreiding van de varkensstapel in deze periode. In een later onderzoek bij 3.037 baconvarkens, afkomstig van een

groot aantal praktijkbedrijven, vonden BETTS e.a. (1955) bij 29,4% der dieren longaandoeningen. Uit een steekproef van 1000 baconvarkens op een Engelse baconslachterij vond GORDON (1963) bij 71,4% van de dieren aangetaste longen. LAMONT (1938) vond uit een onderzoek op baconslachterijen in Noord-Ierland, dat, afhankelijk van het seizoen, bij 50–70% van de varkens longaandoeningen voorkwamen. DEWAELE en BRASSINE (1973) beoordeelden in 1970 op 2 slachterijen in België de longen van 17.000 slachtvarkens en vonden bij 61% longaandoeningen. Ook in Denemarken worden hoge percentages aangetaste longen gevonden. Bij een onderzoek op een slachterij vond PETERSEN (1941) bij 59% van de varkens longaandoeningen. In een later onderzoek bij 3.150 slachtvarkens op 10 deense slachterijen vonden MANDRUP en BARFOD (1965), dat bij 56% van de dieren de longen aangetast waren. EIKMEIER en MAYER (1965) vonden in Duitsland bij 297 van een selektiemesterij afkomstige slachtvarkens bij 41,7% der dieren longaandoeningen. De varkens waren afkomstig van 76 fokbedrijven. In Oostenrijk werden in het kader van een proef ter bestudering van de mogelijkheid om varkens te vaccineren tegen enzoötische pneumonie door GLAWISCHNIG e.a. (1973) 1116 longen van slachtvarkens afkomstig van 2 mestbedrijven onderzocht. Zij vonden bij 66,5% van de dieren longaandoeningen. LEKKAS (1971) vond op slachthuizen in Griekenland bij 48,7% van 760 onderzochte longen aandoeningen.

Ook buiten Europa wordt melding gemaakt van de mate van voorkomen van longaandoeningen. In de periode 1949 tot 1954 werden door YOUNG en UNDERDAHL (1955) bij 50–70% van de varkens afkomstig van 1000 Amerikaanse bedrijven longaandoeningen gevonden. In Australië vond PULLAR (1949) bij onderzochte longen in de periode 1934–1939 bij 63,4% longaandoeningen. EDWARDS e.a. (1971) onderzochten op een australische slachterij 960 slachtvarkens en vonden bij 21,6% der dieren longaandoeningen. Bij een tweede steekproef in mei en augustus 1970 vond hij bij 13,1% van 1130 onderzochte varkens longaandoeningen. Uit een onderzoek door REES (1964) in Nieuw Zeeland bij 326 slachtvarkens bleek, dat bij 85% der dieren longaandoeningen voorkwamen.

In Nederland is onderzoek verricht naar de mate van voorkomen van longaandoeningen door KOOPMAN (1962), SIJBESMA en ZUIDAM (1966) en TRUIJEN (1967). In augustus en september 1960 onderzocht KOOPMAN (1961) op het Alkmaars slachthuis 1120 slachtvarkens en vond bij 74% der dieren longaandoeningen. In hetzelfde jaar beoordeelde KOOPMAN (1962) de longen van de slachtvarkens afkomstig van een proefbedrijf. Hij onderzocht 496 dieren en stelde bij 87,2% longaandoeningen vast. SIJBESMA en ZUIDAM (1966) namen een willekeurige steekproef van normale slachtvarkens van het NL-ras en vonden bij 56% der dieren aangetaste longen. In de periode van april 1962 tot november 1964 werd door TRUIJEN (1967) een uitgebreid onderzoek uitgevoerd naar het voorkomen van longaandoeningen. In het totaal werden 25.418 longen van slachtvarkens, afkomstig van een groot aantal Noord-Brabantse mestbedrijven, onderzocht. Bij 29,4% van

de longen werden longaandoeningen gevonden. Het percentage aangetaste longen bleek tijdens de onderzoeksperiode toe te nemen. In het laatste jaar van het onderzoek (november 1963 tot november 1964) werden 9918 longen onderzocht. Het percentage aangetaste longen was in deze periode gemiddeld 41,5%.

2.3.1.2. De uitgebreidheid van de longaandoeningen

Behalve de mate van voorkomen van longaandoeningen is ook de makroskopische uitgebreidheid van de aandoening bij de aangetaste longen mede bepalend voor de in paragraaf 2.3. gedefiniëerde frekwentie van de longaandoeningen. Volgens PULLAR (1948) begint de aandoening aan de periferie van de long en breidt zich van daaruit verder uit naar het midden van de long. De aandoening treedt vrijwel altijd het eerst op in de top- of de hartekwabben en pas later in de hoofdkwabben. In een onderzoek door PULLAR (1949) bij 1180 slachtvarkens waren bij 47% van de varkens de longen niet aangetast. Bij 14% van de longen was minder dan 5% van het totale longoppervlak aangetast, bij 20% was 5–20%, en bij 19% was 20–50% van het totale oppervlak aangetast. In een onderzoek bij 1000 baconvarkens maakt BETTS (1952) onderscheid in de uitgebreidheid van de longaandoening op grond van het aantal aangetaste longkwabben. Hij vond bij 39,7% van de dieren longen zonder longaandoeningen, bij 18,8% waren 4 of meer longkwabben aangetast, bij 24,7% waren minder dan 4 longkwabben aangetast en bij 17,8% waren alleen littekens aanwezig. GORDON (1963) gaf aan iedere longkwab (uitgezonderd de intermediaire kwab) een punt op grond van de uitgebreidheid van de aandoening. Hiervoor gebruikte hij een puntenschaal van 1–4 voor respectievelijk 0–25%, 25–50%, 50–75%, 75–100%-aantasting van het oppervlak van de longkwab. Op deze manier werden per longkwab de in tabel 2.1. vermelde punten toegekend. In deze tabel zijn de gegevens, verkregen uit een steekproef van 1000 slachtvarkens, vermeld. De uitgebreidheid van de aandoening is bij de hoofdkwabben duidelijk minder. Deze kwab heeft echter ook een veel groter oppervlak dan de twee andere kwabben. Bij een onderzoek door BRASSINE e.a. (1971) werd aan iedere long, afhankelijk van de uitgebreidheid van de aantasting van het longoppervlak, een totaalpunt variërend tussen 0 en 59

TABEL 2.1. De uitgebreidheid van de longaandoening per longkwab GORDON (1963)

Longkwab	Aantal	Uitgebreidheid van de longaandoening (%)			
		1	2	3	4
Topkwab	835	59	25	12	4
Hartekwab	769	55	25	15	5
Hoofdkwab	354	76	17	7	0
Totaal	1958	60	24	12	4

TABEL 2.2. Gemiddelde pneumoniepunten per longkwab bij 9918 onderzochte longen (TRUIJEN, 1967)

Longkwab	Pneumoniepunten (1-24)		
	Links	Rechts	Totaal
Topkwab	6.4	12.2	9.3
Hartekwab	13.6	12.8	13.2
Hoofdkwab	3.2	2.9	3.1

toegekend. De gemiddelde puntenbeoordeling van 693 op een Belgisch slachthuis onderzochte longen was 7.67.

In Nederland is naar de uitgebreidheid van de longaandoeningen onderzoek uitgevoerd door KOOPMAN (1962), SIJBESMA en ZUIDAM (1966) en TRUIJEN (1967). Bij een onderzoek door KOOPMAN (1960) werden 496 longen, afkomstig van een proefbedrijf, onderzocht op de uitgebreidheid van de aantasting. Afhankelijk van de uitgebreidheid werden 0, 1, 2, 3 of 4 punten per long toegekend. De frekwentieverdeling over deze punten was bij deze 496 longen respectievelijk 13%, 36%, 27%, 17% en 7%. Bij een willekeurige steekproef van 243 normale slachtvarkens werd de uitgebreidheid van de longaandoeningen door SIJBESMA en ZUIDAM (1966) volgens de puntenschaal beoordeeld: 0 = negatief, 1 = twijfelachtig, 2 = enkele pneumoniehaardjes, 3 = topkwabpneumonie en 4 = hoofdkwabpneumonie. De frekwentieverdeling van deze puntenbeoordeling 0, 1, 2, 3 en 4 was bij de 243 varkens uit de steekproef respectievelijk 43%, 21%, 21%, 12% en 3%. In de periode van 4 november 1963 tot 26 oktober 1964 werd door TRUIJEN (1967) een onderzoek verricht naar de uitgebreidheid van de longaandoeningen. In totaal werden 9918 longen van slachtvarkens beoordeeld. Per aangetaste longkwab werden 1, 2, 3 of 4 punten toegekend, indien respectievelijk 0-25%, 25-50%, 50-75% en 75-100% van het oppervlak van de longkwab was aangetast. De intermediaire longkwab werd niet in het onderzoek betrokken. Door het optellen van het aantal punten per longkwab werd per slachtvaken op grond van de uitgebreidheid van de longaandoeningen een punt variërend tussen 1 en 24 gevonden. Door TRUIJEN wordt niet vermeld hoe de verdeling van de onderzochte longen over deze puntenschaal was. Gemiddeld werden per dier met pneumonie 5.12 punten gevonden. Verder werden de gemiddelde pneumonie-punten per longkwab vermeld. Deze gegevens zijn weergegeven in tabel 2.2.

Het percentage aangetast oppervlak was bij de hoofdkwabben het laagst. Bij de hartekwabben en de rechter topkwab was ongeveer de helft van het oppervlak aangetast. Veel minder was de uitgebreidheid van de aantasting in de linker topkwab.

2.3.1.3. De seizoenverschillen

Door een aantal onderzoekers worden verschillen in longaandoeningen

tussen de seizoenen binnen het jaar aangetoond. LAMONT (1938) vond in een onderzoek bij 6000 slachtvarkens in april–mei bij 52% van de varkens longaandoening. In de winter was dit percentage volgens hem minstens 70%. PULLAR (1948) vond, dat het aantal gevallen met enzoötische pneumonie in Australië een duidelijke stijging vertoonde in het Australische late voorjaar en de zomer. Dit zou echter komen, doordat in het voorjaar een sterke verspreiding van biggen plaatsvond. De boeren in dit gebied kochten toendertijd namelijk vaak in het voorjaar biggen aan om de ondermelk van hun bedrijf ten nutte te maken. In een onderzoek in de periode februari 1970 tot februari 1971 door EDWARDS e.a. (1971) in Australië werden significante verschillen gevonden tussen de seizoenen in het percentage longaandoeningen. In de zomer was dit percentage het hoogst (27,1%). Daarna volgden respectievelijk: het voorjaar (20,4%), de winter (17,0%) en het najaar (15,2%).

In het onderzoek door TRUIJEN (1967) werd de invloed van het seizoen op het voorkomen en de uitgebreidheid van de longaandoeningen onder Nederlandse omstandigheden nagegaan. Het percentage varkens met longaandoeningen per maand, zoals dit door TRUIJEN in de periode april 1962 tot oktober 1964 werd vastgesteld is weergegeven in figuur 2.1.

Uit dit onderzoek blijkt, dat in de maand mei het hoogste percentage van de varkens longaandoeningen vertonen (38,0%). Dit percentage is in de maand september het laagst (20,0%). Verder werd door TRUIJEN (1967) bij 9918 slachtvarkens in de periode november 1963 tot november 1964 de uitgebreidheid van de longaandoeningen beoordeeld. In de maanden maart en april was bij de dieren die longaandoeningen vertoonden, de longaandoe-

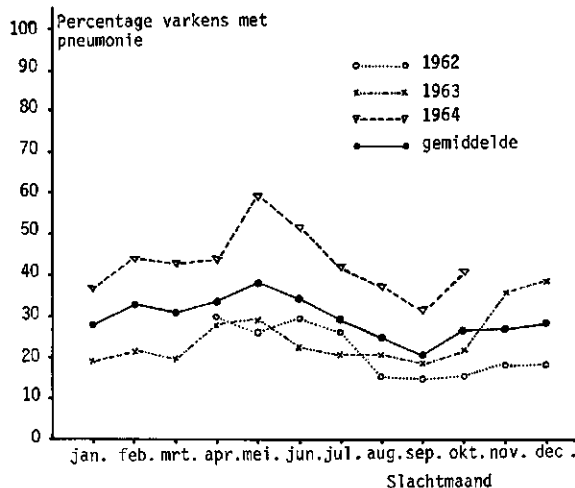


FIG. 2.1. Het vóórkomen van pneumonie bij slachtvarkens van april 1962 tot oktober 1964 (TRUIJEN, 1967).

ning het meest uitgebreid en in juni en juli het minst. Opvallend is verder het grote verschil tussen de jaren. In 1964 is het percentage aangetaste longen konstant hoger dan in de twee voorgaande jaren.

2.3.4.1. De bedrijfsverschillen

Over verschillen in de frekwenties van de longaandoeningen tussen de praktijkbedrijven zijn weinig gegevens bekend. Door enkele onderzoekers worden gegevens vermeld van de frekwenties van longaandoeningen bij varkens op bedrijven onder proefomstandigheden gehouden (PULLAR, 1949; GOODWIN, 1963; KOOPMAN, 1962; O'GRADY e.a., 1966; TRUIJEN, 1967; ILB. 1972; GLAWISCHNIC e.a., 1973). Omdat het hier in een aantal gevallen infectieproeven betrof werden frekwenties tot 90% gevonden.

In Engeland werd door GOODWIN (1971) een systematisch onderzoek uitgevoerd naar verschillen in de frekwenties der longaandoeningen tussen praktijkbedrijven. Hij vond, dat het percentage slachtdieren met aangetaste longen tussen de bedrijven varieerde van 10-90%. De verschillen in dit percentage schrijft hij toe aan verschillen in bedrijfsomstandigheden en seizoenverschillen.

Onder Nederlandse omstandigheden heeft er tot nu toe geen systematisch onderzoek naar verschillen in frekwentie van de longaandoeningen tussen de praktijkbedrijven plaatsgevonden.

2.3.2. De frekwentie van de leveraandoeningen

2.3.2.1. De mate van voorkomen

De leveraandoeningen worden in de literatuur vaak aangeduid met 'white spots'. Indien deze 'white spots' in grote hoeveelheden in het leverweefsel voorkomen, wordt de lever geheel of gedeeltelijk afgekeurd.

Bij een steekproef van 134 varkens op een slachterij in Duitsland vond SCHMEY (1911) bij 25% van de levers van deze dieren zoveel 'white spots', dat de lever volledig werd afgekeurd. PETERSEN (1941) vond bij een onderzoek op een Deense slachterij bij 74% van 100 onderzochte dieren 'white spots' in de lever. In Joegoslavië onderzocht SOFRENOVIC (1952) 380 varkens die in leeftijd varieerden. Hij vond, dat bij 18-80% van de levers 'white spots' voorkwamen. Dit percentage was sterk afhankelijk van de leeftijd van de varkens. Het percentage aangetaste levers was het hoogst bij de varkens met een leeftijd van 3-6 maanden. Ook ZENDULKA (1960) vond percentages aangetaste levers tot 90%. Volgens hem is dit percentage hoger, indien de varkens 2 of 3 keer worden geïnfecteerd met spoelwormeieren. Volgens NIEBERLE en COHRS (1962) komen bij 10-25% van de levers 'white spots' voor. Zij definiëren deze 'white spots' als kersepit tot markstuk grote grijsachtige vlekken met een netachtige tekening. RONEUS (1966) onderzocht in Zweden de levers van 900 slachtvarkens en vond bij 73% van de levers 'white spots'. Slechts een klein gedeelte van deze levers (1,5-2,9%) werd volledig afgekeurd.

TABEL 2.3. Het percentage afgekeurde levers bij slachtvarkens in de jaren 1966 tot en met 1971 (bron: C.B.S.).

Jaar	Aantal varkens	Percentage afgekeurde levers
1966	6.109.990	4.9
1967	6.612.091	5.4
1968	7.500.653	5.8
1969	7.307.821	6.5
1970	8.237.991	7.4
1971	9.483.498	8.6

In Nederland worden jaarlijks door het Centraal Bureau Slachtveeverzekeringen gegevens verstrekt over het percentage afgekeurde levers bij slachtvarkens als gevolg van parasitaire leverhaarden. In tabel 2.3 wordt een overzicht gegeven van dit percentage in de jaren 1966 tot en met 1971.

Het percentage afgekeurde levers neemt jaarlijks toe. In hoeverre leveraandoeningen bij de niet afgekeurde levers voorkomen is niet bekend.

2.3.2.2. De seizoenverschillen

In een onderzoek naar het voorkomen van wormbesmettingen bij varkens in South Carolina (U.S.A.) werden door RIDDLE en FORRESTER (1972) faecesmonsters onderzocht van slachtvarkens in de periode september 1968 tot en met augustus 1969. Bij de slachtvarkens werden in de maanden juli en augustus de meeste wormeieren per gram mest gevonden. Het aantal spoelwormeieren per gram mest was bij de slachtvarkens echter het hoogst in de maanden juni en juli. Omdat leveraandoeningen meestal worden veroorzaakt door infecties van de varkens met spoelwormeieren, kan dit gevonden seizoenverschil in wormeiproduktie ook seizoenverschillen in leveraandoeningen tot gevolg hebben. Een aantal onderzoekers maakt inderdaad melding van seizoenverschillen in het percentage afgekeurde levers. RONEUS (1966) ging het percentage afgekeurde levers bij 719.595 slachtvarkens in 1962 na. Hij vond significante verschillen tussen de maanden. Het percentage afgekeurde levers was in de maanden juli en augustus het hoogst en het laagst in de maanden december en maart. BAARS (1973) vond bij 3012 slachtvarkens, afkomstig van één bedrijf en geslacht in de periode september 1970 tot november 1972, ook grote verschillen tussen de maanden. Het percentage afgekeurde levers variëerde tussen de maanden van 0 tot 32%. De grootste stijging in dit percentage vond hij in het 3e kwartaal. In het 1e kwartaal werd 1,7% van de levers afgekeurd, in het 2e kwartaal 2,7%, in het 3e kwartaal 12,3% en in het 4e kwartaal 5,2%. Het hogere percentage afgekeurde levers in het 3e kwartaal schrijft hij toe aan de hogere gemiddelde staltemperatuur gedurende deze periode. Volgens gegevens van het C.B.S. werden in Noord-Brabant in 1971 in totaal 9,7% van de levers afgekeurd. Er bleken echter duidelijke verschillen voor te komen tussen de maanden.

TABEL 2.4. Het percentage afgekeurde levers per maand in 1971 in Noord-Brabant (bron: C.B.S.).

Maand	jan	feb	mrt	apr	mei	juni	juli	aug	sept	okt	nov	dec
% afgek. levers	7.2	7.4	7.6	8.2	8.7	9.8	11.5	11.4	12.1	11.6	10.3	9.8

De percentages afgekeurde levers per maand zijn weergegeven in tabel 2.4. Wederom wordt het hoogste percentage afgekeurde levers gevonden in het 3e kwartaal.

Uit de in paragraaf 2.3 vermelde literatuurgegevens betreffende de frekwenties van long- en leveraandoeningen bij slachtvarkens blijkt, dat ook onder Nederlandse omstandigheden reeds uitgebreide onderzoeken hebben plaatsgevonden naar de mate van voorkomen en de uitgebreidheid van de longaandoening. Bij de leveraandoeningen zijn vrijwel alleen gegevens bekend over de percentages afgekeurde levers. Over de invloed van het seizoen op de frekwenties van long- en leveraandoeningen zijn ook reeds een aantal gegevens bekend. Tot nu toe is er echter nog weinig aandacht besteed aan onder Nederlandse omstandigheden voorkomende verschillen tussen de geslachten, de bedrijven en de stallen op de bedrijven en de nakomelingen van verschillende beren. Ook het verband tussen de frekwenties van de long- en leveraandoeningen is nog nauwelijks onderzocht.

2.4. DE INVLOED VAN HET MILIEU OP DE FREKWENTIES VAN LONG- EN LEVERAANDOENINGEN

2.4.1. Inleiding

Long- en leveraandoeningen bij mestvarkens zijn het gevolg van de reactie van de dieren op het milieu, waarin zij worden gehouden. Hierbij is allereerst bepalend of en in welke mate de ziekteverwekkende agentia in het milieu aanwezig zijn. Bij aanwezigheid van deze agentia zullen de milieuomstandigheden bepalend zijn voor de, door deze agentia veroorzaakte, schade. Het milieu van de mestvarkens wordt voor een groot gedeelte bepaald door het klimaat in de stal, waarin zij worden gehouden.

Een groot aantal onderzoekers heeft zich beziggehouden met het nagaan van de invloed van stalklimaatfactoren op de gezondheid en de prestatie van de varkens in het algemeen.

Dit literatuuroverzicht zal zich echter zoveel mogelijk beperken tot de gegevens betreffende de invloed van het stalklimaat op de frekwenties van long- en leveraandoeningen (paragraaf 2.4.2.).

Behalve dit stalklimaat kunnen ook andere milieuomstandigheden (b.v.

mestsysteem, drinkwatervoorziening, staltype etc.) de frekventies van de long- en leveraandoeningen beïnvloeden. Voorzover hierover in de literatuur gegevens bekend zijn, worden deze in paragraaf 2.4.3. vermeld.

2.4.2. *De invloed van het stalklimaat op de frekventies van long- en leveraandoeningen*

2.4.2.1. *Algemeen*

Naar de invloed van het stalklimaat op de frekventies van de leveraandoeningen zijn vrijwel geen onderzoeken uitgevoerd. Wel wordt er in de literatuur gewezen op de invloed van de omgevingstemperatuur op het infectieus worden van spoelwormeieren (BAARS, 1973). Omdat deze spoelwormeieren, indien door de varkens opgenomen, verantwoordelijk zijn voor het ontstaan van leveraandoeningen, zou de frekventie in deze aandoeningen door de staltemperatuur kunnen worden beïnvloed.

De invloed van het stalklimaat op de frekventies van de longaandoeningen wordt door een groot aantal onderzoekers aangegeven. Volgens LAMONT (1938) is het om longaandoeningen te voorkomen van belang, dat de varkens worden gehouden in komfortabele, warme stallen met een droge ligplaats en weinig temperatuurschommeling. Hij konstateerde, dat in de wintertijd in koude, vochtige gebouwen, tot 100% van met enzoëtische pneumonie-agens besmette varkens kon sterven. Onder 'goede' omstandigheden was dit 10-30%. Ook TERPSTRA (1958), KOOPMAN (1961) en STEGENGA (1962) onderstrepen het belang van een goed stalklimaat ter voorkoming van ernstige pneumonie-uitbraken. Vooral in koude, vochtige en tochtige stallen zullen volgens hen de problemen toenemen. Volgens KOOPMAN (1961) zal er op de besmette bedrijven op den duur een evenwicht ontstaan tussen het dier enerzijds en het EP-agens en sekundaire bacteriën anderzijds. Door ongunstige klimaatomstandigheden wordt dit evenwicht verbroken en flakkert de ziekte weer op. TERPSTRA (1958) maakt melding van een bedrijf, waar door de praktizerende dierenarts dagelijks zieke, hoestende varkens moesten worden behandeld. De dieren waren gehuisvest in een houten, zeer slecht geïsoleerde, tochtige schuur. Door de wanden van de schuur aan de buitenzijde te omgeven met stobalen tot dakhoogte werd de toestand binnen enkele dagen sterk verbeterd.

Volgens PLONAIT (1970) wordt de schade als gevolg van de enzoëtische pneumonie niet op de eerste plaats bepaald door de verspreiding van het EP-agens maar meer door de ernst van het ziekteverloop. Deze wordt vooral bepaald door sekundaire invloeden, waarbij de stalklimaatomstandigheden een belangrijke rol spelen. Om de kans op longaandoeningen te verkleinen, zal men daarom volgens PLONAIT enerzijds strenge hygiënische maatregelen moeten nemen, om uitbreiding van enzoëtische pneumonie te voorkomen en de kans op sekundaire infecties te verkleinen en anderzijds moeten zorgen voor optimale klimaatomstandigheden, om bij aanwezigheid van EP-agens de schade te beperken. Bij afwezigheid van het EP-agens zullen echter zelfs

onder zeer ongunstige klimaatsomstandigheden geen longaandoeningen optreden.

KALICH (1970) toonde echter in een uitgebreid onderzoek aan, dat bij afwezigheid van elk infectieus agens een slecht en een matig stalklimaat histologisch waarneembare longafwijkingen kunnen veroorzaken. KALICH deed proeven onder drie gekonditioneerde stalklimaatsomstandigheden die als volgt waren gedefiniëerd:

	<i>Stalklimaat</i>		
	Slecht	Matig	Goed
Temp. in kraamstal (°C)	6-9	9-12	16
Relatieve luchtvl. (%)	90-95	70-85	70
Lichtsnelheid (m/sek)	0.2-0.3	0.2	0.1
Temp. onder biggenlamp (°C)	12-14	20	30

Het biggenest van de onder een goed klimaat gehouden biggen was van wanden voorzien. In de eerste proef bigden onder de 3 gekonditioneerde stalklimaatsomstandigheden telkens 3 SPF-zusterzeugen. De longen van de biggen werden op 2, 4, 6, 8, 10 en 12 weken onderzocht. Telkens werden 2 biggen gedood. In het goede klimaat werden geen longaandoeningen gevonden. Dit was wel het geval in een matig klimaat en in nog ernstigere mate in een slecht klimaat. De omvang van de longafwijkingen was afhankelijk van de mate en de duur van de stalklimaatsinvloeden. In de tweede proef bigden de zeugen uit proef 1 (2e worp) wederom onder dezelfde klimaatsomstandigheden. De biggen werden allen kunstmatig besmet met EP-agens. Ook bij deze proef waren de longaandoeningen primair afhankelijk van de mate en de duur van de stalklimaatsinvloeden. Bij een derde proef werden zeugen, afkomstig van een met enzoötische pneumonie besmet bedrijf onder de drie verschillende klimaatsomstandigheden geplaatst. Wederom waren de longveranderingen bij de uit deze zeugen geboren biggen afhankelijk van de mate en de duur van de klimaatsinvloeden. Uit deze proefresultaten konkludeert de onderzoeker, dat enzoötische pneumonie een factorenziekte is. De stress, die van de klimaatsinvloeden uitgaat, vermindert de weerstand van het varken en is er dientengevolge de oorzaak van, dat sekundaire kiemen de longen nadelig kunnen gaan beïnvloeden. Preventie van longaandoeningen moet daarom gebaseerd zijn op het scheppen van een optimaal stalklimaat met een optimale stalhygiëne.

In een artikel over de oorzaak van longaandoeningen bij varkens geeft JERICHO (1968) een schematisch overzicht van de invloed van het stalklimaat op het ontstaan en de uitbreiding van longaandoeningen. De pathogene agentia (*mycoplasmata*, *bakteriën*, *virussen* etc.) proberen het afweermechanisme van de longen te doorbreken via het bloed, de cellen en de lucht. Of dit afweermechanisme wordt doorbroken is echter afhankelijk van de virulentie en de hoeveelheid van het pathogene agens (direkte aanvalsfactoren).

Deze virulentie en hoeveelheid wordt echter sterk beïnvloed door de duur en de frekwentie waarin indirecte factoren (stalklimaatfactoren) werkzaam zijn. Of en in welke mate longandoeningen optreden, zal dus sterk afhankelijk zijn van de duur en de frekwentie waarin het complex van stalklimaatfactoren werkzaam is.

Ook STOLPE (1970) is van mening, dat de stalklimaatfactoren als een complex inwerken op het organisme en dat het dier evenzo via een complex van fenomenen hierop reageert. Hierdoor is vaak het oorzakelijke verband tussen een klimaatfactor en bepaalde factorenziekten niet duidelijk vast te stellen. Men zal echter toch de invloed van de klimaatfactoren en hun combinatie op het dierlijk organisme moeten onderzoeken, om daaruit een zinige profylaxe ten aanzien van bepaalde factorenziekten vast te stellen.

2.4.2.2. De stalklimaatfactoren

In een artikel over de invloed van het microklimaat op de ziekte bij jonge dieren zegt SRÉDOVITCH (1956), dat de temperatuur en relatieve luchtvochtigheid van de stallucht, de concentraties van direct of indirect schadelijk werkende gassen en de fysische hoedanigheid van de cirkulerende stallucht een beslissende invloed hebben op het verschijnen en het karakter van de ziekte. PFEIFFER (1964) is van mening, dat de temperatuur en de relatieve luchtvochtigheid in de stal de stalklimaatbepalende factoren zijn. Daarnaast moeten echter bepaalde eisen worden gesteld aan de indirect van de staltemperatuur afhankelijke chemische samenstelling van de stallucht. (O_2 , CO_2 , NH_3 en H_2S). VON DER AA (1966) vermeldt als de belangrijkste stalklimaatfactoren onder praktijkomstandigheden, de temperatuur en relatieve luchtvochtigheid van de stallucht, de afkoelende werking van de stal, de luchtsnelheid, de windrichting en de chemische samenstelling van de stallucht. Hij beschrijft een aantal methoden om deze stalklimaatfactoren zo goed mogelijk in de stal vast te stellen. Als belangrijkste stalklimaatfactoren, die het stalklimaat bepalen worden door STOLPE (1970) genoemd: de temperatuur en de relatieve luchtvochtigheid van de stallucht, de luchtbeweging, de abiotische en biotische schadefactoren, het licht en de ionisatie van de lucht. De tot nu toe uitgevoerde onderzoeken bleven volgens deze onderzoeker veelal beperkt tot het vaststellen van de optimale temperatuurtrajekten, de vaststelling van de relatie tussen gezondheidsaspecten en relatieve luchtvochtigheid en onderzoeken naar warmte- en waterdampproductie van de dieren. Volgens WOLL e.a. (1972) zijn de temperatuur en relatieve luchtvochtigheid, de luchtsnelheid, de concentraties van CO_2 , NH_3 en H_2S in de lucht, de afkoelende werking (katawaarde) en het licht en geluid in de stal de componenten, die het stalklimaat werkelijk bepalen. WOLL e.a. (1972) merken echter op, dat het H_2S -gehalte in varkensstallen meestal zeer laag is. Alleen tijdens het leegpompen van drijfmestputten kunnen de H_2S -gehalten in de stallen incidenteel worden verhoogd. Ook HOFFMANN (1966) is van mening, dat het stalklimaat grotendeels wordt bepaald door de hierboven genoemde stalklimaatfactoren. Hij vraagt zich echter af, of voor het beoor-

delen van het stalklimaat al deze factoren bij de stalklimaatmetingen moeten worden betrokken. Mogelijk tonen bepaalde klimaatsfactoren een parallelgedrag, zodat door meting van één faktor konklusies over het gedrag van de andere(n) kunnen volgen. Zo stelde hij uit een onderzoek op 3 grote mestbedrijven in de periode augustus 1961 tot juli 1962 vast, dat bij het stijgen van het CO₂-gehalte van 0.05 naar 0.45 vol % een daling in het O₂-gehalte van 20.68 naar 20.22 vol % optrad. Hieruit konkludeert HOFFMANN, dat er ook onder de slechtste klimaatsomstandigheden geen sprake van een zuurstoftekort zal zijn, omdat het O₂-gehalte in de stal ten opzichte van het O₂-gehalte buiten de stal slechts weinig vermindert. In het volgende zullen de stalklimaatfactoren mede in hun onderling verband in het kort worden besproken. Voor uitgebreide literatuur betreffende deze stalklimaatfactoren zij verwezen naar hierover verschenen publikaties (EERNSTMAN, 1962 en 1963; WOLL e.a. 1972).

De temperatuur en relatieve luchtvochtigheid van de stallucht

In een bepaald traject van de omgevingstemperatuur is de stofwisseling van de dieren en daardoor de warmteproductie het laagst. Uit de literatuurgegevens blijkt, dat dit temperatuurtraject voor mestvarkens afhankelijk van het lichaamsgewicht schommelt tussen 15 en 22°C (WOLL e.a. 1972). De luchtvochtigheid beïnvloedt op de eerste plaats de warmteafgifte door het dierlijk organisme. Bij lage omgevingstemperaturen wordt de warmteafgifte door het dier door een hoge luchtvochtigheid (boven 85% RV) ekstra verhoogd. Bij hoge omgevingstemperaturen wordt de warmteafgifte door het dier door een hoge luchtvochtigheid juist beperkt. (WOLL e.a. 1972). Te lage luchtvochtigheid (beneden 50% RV) beïnvloedt bij mestvarkens het ontstaan van bronchopneumonieën (EIKMEIER en AGDE, 1965; GEBAUER, 1969).

De temperatuur in varkensstallen wordt bepaald door de warmteproductie van de dieren in de stal, de mate van bijverwarming, de ventilatie en isolatie van de stal en de buitentemperatuur (VAN KESSEL e.a. 1973).

De relatieve luchtvochtigheid in varkensstallen wordt bepaald door de vochtproductie van dieren in de stal, de relatieve luchtvochtigheid en de temperatuur buiten de stal, de temperatuur in de stal, de ventilatie en de gier- en mestafvoer in de stal (VAN KESSEL e.a. 1973).

ZEMAN (1967) stelde bij metingen in kraamstallen vast, dat de temperatuur in de stal positief was gekorreleerd met de buitentemperatuur. Deze korrelatie was echter sterk afhankelijk van de verwarming in de stal. In onverwarmde stallen vond hij in de winter een hoge korrelatie tussen de buitentemperatuur en de temperatuur in de stal ($r = 0.81$). In goed verwarmde stallen was deze korrelatie echter zeer gering ($r = 0.05$). In een onderzoek door VAN KESSEL e.a. (1973) naar het stalklimaat op 123 fokbedrijven in Noord-Brabant bleek, dat de temperatuur in de stal gemiddeld daalde bij het dalen van de buitentemperatuur. Door een aantal onderzoekers (EERNSTMAN, 1962) wordt vermeld, dat de invloed van de temperatuursverschillen

op de gezondheidstoestand van de dieren niet op de eerste plaats wordt bepaald door de hoogte van de omgevingstemperatuur, maar veel meer door de mate waarin dagelijkse temperatuurschommelingen optreden. Grote dagelijkse temperatuurschommelingen zouden bovendien vaak gepaard gaan met tocht en grote schommeling in de relatieve luchtvochtigheid. BOND e.a. (1963) voerden een proef uit, waarbij varkens bij verschillende dagelijkse temperatuurschommelingen werden gehouden. Bij grote dagelijkse temperatuurschommelingen (van 10–32°C en van 5–37,5°C) was de groei 20–40% lager en de voederkonversie 30–80% hoger dan bij geringe temperatuurschommelingen (van 15–26,5°C) en konstante temperatuur (21°C).

De relatieve luchtvochtigheid in de stal neemt toe bij het toenemen van de relatieve luchtvochtigheid buiten. ZEMAN (1967) vond, afhankelijk van het wel of niet verwarmd zijn van de stal, een korrelatie van +0.61 tot +0.24. Daarnaast bepaalt echter de temperatuur in de stal ook mede de relatieve luchtvochtigheid in de stal. ZEMAN (1967) vond een positieve korrelatie tussen de RV in de stal en de staltemperatuur in onverwarmde stallen. Hij schreef dit toe aan het feit, dat men bij de onverwarmde stal in de winter de ventilatie zal beperken om de temperatuur te verhogen. Hierdoor stijgt echter ook het vochtgehalte. Bij verwarmde stallen vond de onderzoeker een negatieve korrelatie tussen de RV in de stal en de staltemperatuur. Dit negatieve verband werd al eerder aangetoond door HOFFMANN (1966). Beide onderzoekers verklaren dit door de grotere ventilatie bij hogere temperaturen. Ook VAN KESSEL e.a. (1973) vonden een negatieve korrelatie ($r = 0.38$) tussen de RV in de stal en de staltemperatuur. De metingen werden in de wintermaanden uitgevoerd. De oorzaak van dit negatieve verband wordt gezocht in het feit, dat de koudere buitenlucht bij dezelfde relatieve luchtvochtigheid minder waterdamp kan bevatten dan de warmere stallucht. De relatieve luchtvochtigheid in de stal zal dan ook sterk afhankelijk zijn van het temperatuurverval tussen binnen en buiten. Dit is ook de reden waarom in de wintermaanden met veel minder ventilatie kan worden volstaan dan in de zomer (EERNSTMAN, 1963).

Luchtbeweging in de stal

De luchtbeweging in de stal wordt vastgesteld door het meten van de luchtsnelheid. Te hoge luchtsnelheden worden door de dieren als tocht ervaren. De maximaal toelaatbare luchtsnelheden zijn afhankelijk van de temperatuur van de lucht en de leeftijd van de dieren (EERNSTMAN, 1962). Uit een door EERNSTMAN (1962) geciteerd onderzoek van Sainsbury blijkt, dat de grenswaarden van de luchtsnelheid, waarbeneden de varkens zich nog behaaglijk voelen, naar hogere waarden verschuiven bij het stijgen van de temperatuur van de lucht. Ook uit een onderzoek van BOND e.a. (1965) met 18 groepen van 4 biggen, die bij lage (18 cm/sek.) en bij hoge luchtsnelheden (150 cm/sek.) werden gehouden blijkt, dat de groei en voederkonversie slechter zijn bij de groepen, die bij hoge luchtsnelheden werden gehouden. De proeven werden uitgevoerd bij verschillende omgevingstemperaturen. De

verslechtering in groei en voederkonversie was het grootst bij de lage temperaturen. Bij zeer hoge omgevingstemperaturen (38°C) waren de resultaten van de bij hoge luchtsnelheden gehouden groep dieren gunstiger. FRANEK e.a. (1966) vermelden, dat de luchtsnelheid in kraamstallen, bij een temperatuur van 10–16°C, 0,10–0,15 cm/sek. mag bedragen. Bij temperaturen boven 25°C mogen deze luchtsnelheden bij biggen stijgen tot 0,50 cm/sek. en bij mestvarkens zelfs tot boven 0,50 cm/sek. VAN KESSEL e.a. (1973) toonden aan, dat de luchtsnelheden, gemeten op de plaatsen waar de biggen zich bevonden, toenamen bij het dalen van de temperatuur buiten de stal. Bij deze lagere buitentemperaturen werd echter ook de ventilatie in de stallen beperkt. Men mag aannemen, dat hierdoor de gemiddelde luchtsnelheden in de stallen ook afnamen. De onderzoekers veronderstellen, dat de luchtsnelheden bij de dieren toch toenamen als gevolg van een veranderd lucht-bewegingspatroon in de stal. Het is daarom van belang dat in varkensstallen de luchtsnelheden worden gemeten op de plaatsen waar de dieren zich bevinden.

Afkoelende werking van de omgeving

De afkoelende werking van de omgeving op het dierlijk organisme wordt weergegeven door de Katawaarde. De katawaarde geeft aan, hoeveel kcal $\times 10^{-6}$ er per cm² per sec. door een warm oppervlak van $\pm 38^\circ\text{C}$ aan de omgeving wordt afgegeven. De katawaarde is afhankelijk van de temperatuur en de snelheid van de lucht en de stralingsinvloeden van de omgeving. Door de katawaarde te meten met een verzilverde katathermometer kunnen de stralingsinvloeden worden uitgesloten.

Uit het onderzoek van VAN KESSEL e.a. (1973) bleek, dat de invloed van de temperatuur op de katawaarde groot is. Zij vonden een korrelatie van $-0,84$ tussen de staltemperatuur en de katawaarde. Ook het verband tussen de luchtsnelheid en de katawaarde was duidelijk aanwezig ($r = +0,40$). De afkoelende werking van de stal is dus lager als de temperatuur hoger en de luchtsnelheid lager is. In het hierbeschreven onderzoek was de katawaarde gemiddeld 7,0 met een spreiding van 0,9 tussen de bedrijven. HOJOVEC en FISER (1966) vonden op een varkensmestbedrijf in de zomer, bij temperaturen boven 18°C en luchtsnelheden van 1,15–1,18 m/sec, katawaarden van $\pm 5,0$.

Schadelijke gassen in de lucht

Als schadelijke gassen worden beschouwd ammoniak (NH₃), koolzuur (CO₂) en zwavelwaterstof (H₂S). Al eerder is vermeld, dat de H₂S gehalten in varkensstallen meestal zeer laag zijn (WOLL e.a., 1972).

NH₃ ontstaat bij bacteriële omzettingen van N-houdende stof. In varkensstallen ontstaat NH₃ in hoofdzaak bij bacteriële afbraak van gier en mest. Volgens MARSCHANG (1973) is NH₃ het schadelijkste gas in varkensmeststallen. Het NH₃-gehalte in de lucht is afhankelijk van de ventilatiehoeveelheid, de temperatuur en relatieve luchtvochtigheid van de stallucht en de

hoeveelheid aanwezige gier en mest. In de stallen met roostervloeren en drijfmestputten is het NH_3 -gehalte volgens MARSCHANG (1973) lager. In stilstaande drijfmest wordt de gevormde NH_3 vrijwel volledig gebonden aan de overmaat aan water. Bovendien houdt het vliesje op de drijfmest het opstijgen van de NH_3 tegen. HEATHER (1964) deed een proef met 4 afdelingen van elk 120 kuikens. De resultaten van deze proef wijzen erop, dat het NH_3 -gehalte wordt bepaald door de ventilatiehoeveelheid, de relatieve luchtvochtigheid en het gewicht van de dieren. Bij gelijkblijvende temperatuur en verschillende ventilatiehoeveelheden stijgt het NH_3 -gehalte bij het stijgen van de relatieve luchtvochtigheid. Dit zou het gevolg zijn van het oplossen van NH_3 in het water. Het NH_3 -gehalte is volgens deze onderzoeker verder afhankelijk van de totale hoeveelheid in de stal aanwezige mest. De NH_3 -productie neemt toe bij hogere temperaturen. Ook KOVACS e.a. (1967) vonden, dat de NH_3 -productie toenam bij het stijgen van de temperatuur. De hoogste productie werd gevonden bij een temperatuur van 20–23°C. Deze temperatuur is ook optimaal voor 'ureaseactieve' bacteriën. Het NH_3 -gehalte is verder rechtstreeks gekoppeld aan het aantal en gewicht der dieren, de binnentemperatuur, de hygroskopische werking van de vloer en de oppervlakte vloer, waarop urine en mest voorkomen. HOFFMAN (1966) vond een stijging van het NH_3 -gehalte bij het stijgen van de staltemperatuur. Ook hij schrijft dit toe aan een hogere bacterieactiviteit.

CO_2 in de stal is grotendeels afkomstig van de ademhaling van de aanwezige dieren. Verder wordt CO_2 geproduceerd als basisstofwisselingsproduct van heterotrofe micro-organismen in de mest (ANDERSON e.a. 1966). Volgens NUSSHAG (1952) worden door een GVE per uur meer dan 100 liter CO_2 geproduceerd. Toch stijgt het CO_2 -gehalte in varkensstallen vrijwel nooit boven de toxische grens. Uit een aantal onderzoeken blijkt, dat de dieren CO_2 -gehaltes tot boven 5,0 vol % zonder negatieve invloed op de resultaten kunnen verdragen (ANDERSON e.a., 1966; VARENIKA e.a., 1970; HOOVER e.a., 1971). Omdat bij normaal uitgevoerde ventilatie het CO_2 -gehalte in de varkensstal de toxische grens nooit zal overschrijden, vindt VON DER AA (1966) het onder praktijkomstandigheden niet nodig om het CO_2 -gehalte te bepalen. Ook MARSCHANG (1973) is van mening, dat in varkensstallen toxische CO_2 -concentraties niet voorkomen. Hij vindt het echter in verband met het bepalen van de mate van de ventilatie wel nuttig om het CO_2 -gehalte te meten. Op grond van de ventilatiebehoefte wordt voor het CO_2 een gehalte van beneden 0,3 vol % als norm gesteld. HOFFMAN (1966) vond een lager CO_2 -gehalte bij hoge staltemperaturen. Dit is volgens hem het gevolg van het meer ventileren in de periode met hoge staltemperaturen.

Er is veel onderzoek verricht naar de optima voor de stalklimaatsfactoren bij mestvarkens. Door een groot aantal onderzoekers worden normen vermeld, waarbij de kans op het optreden van ziekten het kleinst zou zijn. In tabel 2.5 wordt een overzicht gegeven van de door een aantal onderzoekers aangegeven stalklimaatsnormen voor mestvarkens. De meeste onderzoekers

TABEL 2.5. Een aantal literatuurgegevens betreffende de normen voor de optimale waarde van de stalklimaatfactoren voor mestvarkens.

Literatuur	Tempe- ratuur °C *	Rel. lucht- vocht. % %	Stalklimaatfactor		NH ₃ -geh. p.p.m.	CO ₂ -geh. vol. %
			Lucht- snelh. cm/sek. **	Katawaar- de 10 ⁻⁶ kcal/ cm ² /sek.		
LEHMEYER (1927)						< 0.25
FUHRIMAN (1944)			< 16	7.0-9.5		
SCHMIDT e.a. (1945)***	10-20					
HEITMAN en HUGHES (1949)	15-24					
SRÉDOVITCH (1956)		40-60				
DEDIÉ (1957)	10-15	< 80				
LABADY en MRÁZ (1958)	14-16	< 80				
WÖHLBIER e.a. (1958)	16-20	60				
HEITMAN e.a. (1958)	15-21					
Agr. Res. Counc. in N. Ierland (1959)	15-21	60-70				
KALICH (1961)	20					
COMBERG en PECHERT (1962)	16-18	50-70				
HUSSEL (1963)				4.6-5.0		
SCHUMM en SCHOLZ (1964)	15-18	< 75				
PFEIFFER (1964)	14-22	60-80				
HEATHER (1964)					< 60	
HOJOVEC en FIŠER (1966)				4.0-9.0		
FRANEK e.a. (1966)	10-16		10-30			
HOFFMANN (1966)					< 26	
GEBAUER (1969)	15-20	60-80				
ADAM (1969)	18-20				< 10	< 0.10
FALASCHINI (1969)			10-30			
VON MICKWITZ (1970)	14-24	60-80	< 20-30		< 20	< 0.15
STOLPE (1970)	15-22	60-80			< 30-50	< 0.30
WOLL e.a. (1972)	15-22	60-80	< 30	6.0-11.0	< 10	< 0.15
DEWAELE en BRASSINE (1973)	12-20	60-80				
Din-voorschrift 18910 (Duitsland)	14-24	< 85	< 20		< 100	< 0.35
Tsjech. Norm ON 734517	15-18	60-80	< 20-30			

* bij gewicht variërend van 20-± 100 kg.

** bij temperatuur van 15-22°C.

*** geciteerd door Woll e.a. (1973).

geven voor de temperatuur in mestvarkensstallen een optimum van 15-20°C aan, afhankelijk van leeftijd en gewicht van de dieren. De relatieve luchtvochtigheid is optimaal tussen 60 en 80%. De verschillen in de aangegeven

norm voor de luchtsnelheid worden gedeeltelijk veroorzaakt door verschillen in de omgevingstemperatuur tijdens de proeven. De normen voor de katawaarden lopen sterk uiteen. De normen voor het maximaal toelaatbare NH_3 - en CO_2 -gehalte vertonen een grote variatie, omdat door sommige onderzoekers de toxische grens als norm wordt vermeld, terwijl anderen ook de ventilatiebehoefte bij het vaststellen van de norm hebben betrokken.

2.4.2.3. De invloed van de stalklimaatfactoren op de frekwenties van de long- en leveraandoeningen

In de literatuur worden geen gegevens vermeld over een eventuele invloed van stalklimaatfactoren op de frekwenties der leveraandoeningen. Wel zijn er een aantal onderzoeken uitgevoerd naar de invloed van de stalklimaatfactoren op de frekwenties der longaandoeningen.

Bij de frekwentie der longaandoeningen speelt de staltemperatuur een belangrijke rol. In een literatuuroverzicht konkludeert EERNSTMAN (1962), dat door lage temperaturen de uitgebreidheid van de longaandoeningen toeneemt bij met het agens van enzoëtische pneumonie besmette dieren. FONTAINE e.a. (1959) zijn van mening, dat het begintijdstip van het hoesten na een infectie met EP-agens niet afhankelijk is van de temperatuur. De ernst van de ziekte en de uitgebreidheid van de longaandoeningen nemen bij lagere temperaturen echter toe bij reeds vroeger besmette dieren. Uit een 12-maands onderzoek op een bedrijf met een primitieve kraamstal komt ADAM (1967) tot de konklusie, dat de uitval tot 60 dagen afhankelijk was van de staltemperatuur. In de maanden mei en juni vond hij een gemiddelde staltemperatuur van 19°C en een katawaarde van 7.5. Het uitvalspercentage in deze periode was 13%. In de maanden augustus en september was de gemiddelde staltemperatuur 20°C , de katawaarde 6.5 en het uitvalspercentage 6%. In de maanden december en januari daalde de gemiddelde staltemperatuur tot 3°C , de katawaarde tot 13.5 en het uitvalspercentage tot 21,5%. Bij sectie bleek, dat de meeste uitval het gevolg was van katharale etterige longontstekingen. Naast de hoogte van de temperatuur is ook de grootte van de dagelijkse temperatuurschommeling van belang bij de frekwenties der longaandoeningen. Ook SHANKS (1942) vindt grote pneumonieproblemen op bedrijven met een lage staltemperatuur en grote dagelijkse temperatuurschommelingen. In een stal waar de dagelijkse temperatuur schommelde tussen 5 en 18°C werden ernstige pneumonie-uitbraken waargenomen. Nadat maatregelen waren genomen om de temperatuur te verhogen en de temperatuurschommeling te verkleinen, trad er een duidelijke verbetering in het verloop der pneumonieën op. Volgens ADAM (1969) steeg het uitvalspercentage bij biggen tot 70 dagen, bij lagere temperatuur en grotere dagelijkse temperatuurschommelingen, van 10 naar 20% en nam het aantal dieren met ademhalingsziekten toe. Hij is van mening, dat de dagelijkse temperatuurschommeling niet hoger dan 5°C mag zijn.

Ook de relatieve luchtvochtigheid in de stal kan de frekwentie van de

longaandoeningen beïnvloeden. EIKMEIER en AGDE (1965) constateerden, dat in een stal, waar de relatieve luchtvochtigheid bij gelijkblijvende staltemperatuur plotseling van 60–80% daalde naar 40%, bij 40% van de varkens plotseling zeer ernstige hoest optrad. Door de luchtvochtigheid weer op te voeren naar 60% verdwenen de hoestaanvallen weer. Dezelfde verschijnselen werden door GEBAUER (1969) waargenomen in een stal waar de temperatuur 15–20°C was en de relatieve luchtvochtigheid normaal 60–80%. Wanneer de RV echter gedurende enkele uren onder 50% zakte, traden bij zeugen en biggen luidruchtige hoestaanvallen op, die na het verhogen van de RV nog twee dagen duurden. Ook een hoge luchtvochtigheid kan de longaandoeningen vergroten. Dit is echter alleen het geval als de hoge luchtvochtigheid voorkomt in combinatie met een lage omgevings-temperatuur. Uit een door EERNSTMAN (1962) geciteerd onderzoek van MENSINK in de winter in Tsjecho Slowakije blijkt, dat bij lage T en een hoge RV de longaandoeningen bij kunstmatig met EP-agens besmette dieren veel ernstiger waren dan bij lage temperatuur en normale RV.

Een hoge luchtvochtigheid, in combinatie met hoge staltemperaturen, kan een gunstige invloed uitoefenen op de frekwentie der longaandoeningen. Dit blijkt uit de gunstige resultaten met 'Turkse bad-stallen' in Noord-Ierland (GORDON en LUKE, 1956 geciteerd door EERNSTMAN, 1963). In deze stallen heersen hoge temperaturen (25–30°C) en een hoge relatieve luchtvochtigheid (95%). Pneumonieproblemen komen in deze stallen zeer weinig voor. GORDON (1963) onderzocht op een baconslachterij de longen van varkens afkomstig van 2 mestbedrijven. Op bedrijf A heerste een normaal klimaat. Op bedrijf B werden de varkens gehouden bij een hoge temperatuur (27–32°C) en een hoge relatieve luchtvochtigheid (> 95%). Per bedrijf werden 1000 longen onderzocht. Bij bedrijf B was het percentage aangetaste longen 71% en op bedrijf A 88%. De gunstige invloed van de hoge temperatuur en RV in 'Turkse bad-stallen' geldt echter alleen, wanneer gezorgd wordt voor voldoende luchtverversing. Bij het onderzoek van GORDON (1963) was de luchtverversing op bedrijf B voldoende, hetgeen blijkt uit de gemiddelde luchtsnelheid van ± 30 cm/sek. in de stal op vloerhoogte gemeten. Bij een onderzoek door SCHULZE e.a. (1965) werden twee groepen varkens gehouden bij een temperatuur van 28–30°C. Bij de ene groep was de RV 55% en bij de andere groep 95%. Bij beide groepen traden evenveel ademhalingsstoornissen op. In beide groepen was echter de luchtverversing zeer gering. De luchtsnelheid was gem. 6.4 cm/sek. en het CO₂-gehalte was 0,8 vol %.

De ademhalingsstoornissen kunnen door deze geringe luchtverversing zijn veroorzaakt.

Door een aantal onderzoekers wordt aangegeven, dat te hoge NH₃-gehalten ademhalingsstoornissen kunnen veroorzaken. Door het inademen van hoge NH₃-concentraties treedt irritatie van het slijmvlies van de luchtwegen op, waardoor sekundaire bacterie-infekties gemakkelijker kunnen aanslaan. (KOVACS e.a., 1967; DOIG en WILLOUGHBY, 1971; MARSCHANG, 1973). In een onderzoek naar de invloed van NH₃ op de longaandoeningen, de adem-

frekwentie en de bloedsamenstelling bij ratten en konijnen vonden BOYD e.a. (1944), dat het blootstellen van de dieren aan 3,5–8,7 mgm NH_3 per liter lucht gedurende 1 uur ontstekingen aan de ademhalingswegen en longoedeem tot gevolg had. STOMBAUGH e.a. (1969) deden proeven met mestvarkens, die gedurende 5 weken bij 10, 50, 100 of 150 ppm NH_3 werden gehouden. De temperatuur was tijdens de proeven steeds 21°C en de RV was 70–80%. Bij de varkens die bij 100 of 150 ppm NH_3 werden gehouden trad 3x zoveel hoesten op dan in de groepen van 10 tot 50 ppm. Tussen de groepen werden echter geen verschillen in makroskopische en mikroskopische longaandoeningen gevonden. Door KOVACS e.a. (1967) werden NH_3 -gehalten gemeten in 4 varkensmeststallen en 2 kraamstallen. In de stal met het hoogste NH_3 -gehalte werd 180 ppm NH_3 gevonden. Van 585 varkens werden bij slachting de longen beoordeeld. De ernstigste longaandoeningen werden gevonden in de stallen met het hoogste NH_3 -gehalte. Volgens COMBERG en WOLFERMAN (1966) geven NH_3 -gehalten van 50–100 ppm lichte tot ernstige luchtwegirritaties. Bij hogere concentraties kunnen longontstekingen optreden. DOIG en WILLOUGHBY (1971) deden proeven met SPF-biggen om de invloed van de NH_3 op het dier na te gaan. De SPF-biggen werden na het spenen gedurende 6 weken in klimaatkamers met een NH_3 -gehalte van 100 ppm gehouden. Het gemiddelde NH_3 -gehalte bij de controlegroep was 8 ppm. Er werden geen verschillen in de frekwentie van niezen en hoesten, de bloedsamenstelling en de aanwezige mikro-organismen in de trachea gevonden. Dit is mogelijk een gevolg van de afwezigheid van infectieuze agentia bij deze SPF-biggen. Een nadelige invloed van het NH_3 op de ademhalingsstoornissen zal eerder optreden bij een hoge concentratie van stofdeeltjes in de lucht (KOVACS e.a., 1967; DOIG, 1971). Volgens KOVACS e.a. (1967) zal irritatie van het slijmvlies van de luchtwegen eerder optreden bij hogere stofgehalten in de lucht. Volgens MARSCHANG (1973a) en STOLPE (1970) zullen hogere NH_3 -gehalten de schadelijke werking van de andere stalklimaatfactoren in het algemeen vergroten.

Te hoge luchtsnelheden vergroten de kans op het optreden van longaandoeningen. Door het filteren van de binnenkomende lucht kon SREDOVITCH (1956) de luchtsnelheden in de stal verlagen, waardoor de longaandoeningen bij de jonge dieren zeer sterk werden beperkt. EERNSTMAN (1962) vermeldt in zijn literatuuroverzicht een onderzoek van SAINSBURY en DUNKIN, waarbij in een mestvarkensstal met twee afdelingen, een afdeling van alle tochtbeschermende middelen werd ontdaan. Het gevolg was, dat de temperatuur in deze stalafdeling $\pm 3^\circ\text{C}$ lager was en het percentage varkens met longaandoeningen bij het slachten 17% hoger was dan in de andere afdeling.

In het voorgaande is de invloed van een aantal stalklimaatfactoren op het optreden van ademhalingsstoornissen bij varkens vermeld. Bij vrijwel alle onderzoeken werd deze invloed nagegaan aan de hand van het optreden van hoest en longontsteking bij het levende dier. De invloeden van de stalklimaatomstandigheden tijdens de mestperiode op de frekwentie van de longaandoeningen bij het slachten, zijn vrijwel niet bestudeerd.

2.4.3. De invloed van de overige milieuomstandigheden op de frekwenties van long- en leveraandoeningen

Behalve het stalklimaat kunnen ook nog andere milieufactoren (b.v. meststelsel, inhoud per mestvarkensplaats, voermethode etc.) een rol spelen bij de frekwenties van de long- en leveraandoeningen.

De frekwentie van de leveraandoeningen zal in hoofdzaak worden beïnvloed door die milieufactoren, die het tijdstip en de mate van een infectie met spoelwormeieren beïnvloeden.

Bij de frekwentie der longaandoeningen zullen vooral die milieufactoren van invloed zijn, die de weerstand van de varkens verminderen. Zo vond VON MICKWITZ (1970), dat varkens met maagzweren ook nog vaak gaan lijden aan hardnekkige moeilijk verlopende pneumonieën.

Door O'GRADY e.a. (1966) werd een onderzoek uitgevoerd naar de invloed van 3 verschillende staltypen voor mestvarkens op de frekwenties van de long- en leveraandoeningen bij slachten. De resultaten van dit onderzoek zijn vermeld in tabel 2.6. In de Deense stal was kunstmatige ventilatie aanwezig. In de Jordan stal werd natuurlijke ventilatie toegepast door het openen of sluiten van halve deurtjes. In de Solari stal was buiten de stal een mestgang aanwezig. De natuurlijke ventilatie vond plaats door de openingen naar de mestgang. De onderzoekers veronderstellen, dat het percentage varkens met longaandoeningen in de Jordan stal het laagst is, als gevolg van de hogere RV in deze stal. De leveraandoeningen zijn bij de varkens, afkomstig uit de Deense stal, het laagst. In de twee andere stallen werd vloervoeding toegepast. Mogelijk is daardoor het percentage aangetaste levers in deze stallen hoger. Ook door KOOPMAN (1962) werden verschillende staltypen vergeleken. Hij vergeleek op een proefbedrijf in Noord-Holland de Deense stal met de Gelderse stal. De Gelderse stal heeft een uitloop naar buiten met automatisch sluitende deurtjes. Van 496 varkens afkomstig uit deze stallen werden op de slachterij de longen beoordeeld. Afhankelijk van de uitgebreidheid van de longaandoening werden 0-4 punten toegekend. Aan de longen afkomstig uit de Gelderse stal werden gemiddeld 1,85 punten toegekend en aan die uit de Deense stal gemiddeld 1,52 punten. De pneumonie was in de Gelderse stal ernstiger en uitgebreider.

Door het Instituut voor Landbouw Bedrijfsgebouwen te Wageningen (ILB, 1972) werd de frekwentie van de longaandoeningen bij toepassing van twee

TABEL 2.6. Invloed van het staltype op de frekwenties van long- en leveraandoeningen (O'GRADY e.a., 1966).

	Temperatuur °C	Rel. Luchtv. %	Aantal onder- zochte varkens	% longaan- doeningen	% leveraan- doeningen
'Jordan' stal	18	70-95	166	41	32
'Deense' stal	18	70-90	161	61	12
'Solari' stal	13-28	73-85	158	60	22

TABEL 2.7. De frekwentie der longaandoeningen bij toepassen van het all in - all out - en het opschuifstelsysteem (ILB, 1972).

	Aantal varkens	Longaandoening (%)		
		kat. 1	kat. 2	kat. 3
All in - All out systeem	330	55.4	22.7	21.8
Opschuif systeem	230	44.3	31.3	24.3

verschillende mestsystemen onderzocht. Zij vergeleken het 'all in-all out' systeem met het opschuifstelsysteem. Op grond van de longaandoeningen werden de longen ingedeeld in 3 categorieën: categorie 1: indien geen aandoeningen of alleen in de topkwabben, categorie 2 bij aandoeningen in topkwabben en hartekwabben en categorie 3 indien top-, harte- en hoofdkwabben waren aangetast. De resultaten van deze vergelijking zijn weergegeven in tabel 2.7. Bij het opschuifstelsysteem zijn de longaandoeningen uitgebreider dan bij het all in-all out-systeem.

KOSZTOLICH (1966) vond een duidelijk verband tussen de stalinhoud per varken en de ademhalingsstoornissen. Het verkleinen van de inhoud per varken had een stijging van het aantal varkens met ademhalingsstoornissen tot gevolg. Hij veronderstelt, dat dit een gevolg is van het stijgen van het aetiologisch agens in de lucht bij het verkleinen van de stalinhoud.

Ook bij de frekwenties der leveraandoeningen kan de stalinrichting een rol spelen. BAARS (1973) vond op een mestbedrijf opvallend grote verschillen in de aantallen afgekeurde levers per meststal. Op de drinkwatervoorziening na waren alle omstandigheden in de meststallen gelijk. In een aantal meststallen werd het drinkwater aan de mestvarkens verstrekt met automatische drinkbakjes boven de roostervloer. In de overige meststallen werd het drinkwater met automatische drinknippels verstrekt. In totaal werden in de periode 14-9-1970 tot en met 30-10-1972 bij 145 varkens, afkomstig uit deze meststallen, de levers afgekeurd. Van deze 145 varkens waren er 107 (74%) afkomstig uit de stallen met de automatische drinkbakjes en 38 (26%) uit de stallen met drinknippels. Doordat in de drinkbakjes door de varkens faeces kan worden gedeponerd, zou hier de kans op infectie met spoelwormeieren toenemen, met als gevolg het grotere aantal afgekeurde levers.

De invloed van het ontwormen van de varkens tijdens de mestperiode op de frekwentie der leveraandoeningen bij slachten, werd nagegaan door ZIMMERMAN e.a. (1971). In vijf proeven verstrekten zij aan biggen vanaf een leeftijd van ± 71 dagen 30, 60 of 120 mg per kilo voer van een ontwormingsmiddel (pyrantel). Bij leveronderzoek bij varkens, geslacht 15, 29, 43 en 73 dagen na het begin van de proef, bleek, dat bij doses boven 60 mg/kg het aantal 'white spots' in de lever verminderde. Bij deze proeven werden de varkens gedeeltelijk op betonvloeren en gedeeltelijk op infectieuze spoelwormeieren bevattende grond (1,5 eieren per gram zand) gehouden. De op

de betonvloeren gehouden varkens vertoonden significant minder leveraandoeningen dan de varkens, die op spoelwormeieren bevattende grond werden gehouden. De varkens op de grond konden zich direkt na het ontwormen weer met spoelwormeieren besmetten. De op de betonvloeren gehouden dieren moesten na het ontwormen zelf weer spoelwormeieren gaan uitscheiden, voordat besmetting kon plaatshebben.

Goed schoonmaken en ontsmetten van de hokken voor het begin van de mestperiode, om aanwezige spoelwormeieren te verwijderen, eventueel gekombineerd met een ontworming van de varkens, zal de frekwentie van de leveraandoeningen kunnen verlagen.

2.5. DE INVLOED VAN DE LONG- EN LEVERAANDOENINGEN OP DE PRODUKTIERESULTATEN

De schade als gevolg van de long- en leveraandoeningen bij varkens wordt vooral veroorzaakt door een negatieve invloed van deze aandoeningen op de groei, het voederverbruik, het uitvalspercentage en de slachtwarde van de dieren. De uiteindelijke financiële schade als gevolg van deze negatieve invloed is sterk afhankelijk van de hoogte van de opbrengst- en kostprijzen van grondstoffen en produkten. Deze kan daarom per tijdperiode en per gebied sterk wisselen.

2.5.1. De invloed van de longaandoeningen op de produktieresultaten

De invloed van de longaandoeningen op de uitval, de groei en het voederverbruik is sterk afhankelijk van de uitwendige omstandigheden, waaronder de dieren worden gehouden (BEVERIDGE, 1962). Vooral het stalklimaat speelt hierbij een belangrijke rol. BETTS en BEVERIDGE (1953) voerden infectieproeven uit onder zomer- en winterkondities. De proefvarkens werden geïnfecteerd met het agens van enzoötische pneumonie en de resultaten werden vergeleken met die der ongeïnfecteerde kontroledieren. Onder zomer-kondities lag de groei 14% lager en het voederverbruik 23% hoger bij de proefdieren. In de winterperiode was de groei 25% lager en het voederverbruik 27% hoger dan in de kontrolegroep. Bij een proef door ADAM (1969), waarbij één groep biggen werd gehouden in koude omgeving en een andere groep bij aangename omgevingstemperatuur, was de sterfte tijdens de zoogperiode respectievelijk 23,3% en 3,3%. Een groot gedeelte van de uitval was het gevolg van ademhalingsstoornissen.

Door EIKMEIER en MAYER (1965) werden op een selektiemesterij de resultaten van varkens zonder longaandoeningen bij het slachten, vergeleken met die van de varkens met longaandoeningen. Zij vonden geen significante verschillen in groei en voederkonversie, hetgeen volgens hun een gevolg was van de optimale hygiëne, het optimale klimaat en de goede bedrijfsvoering op de selektiemesterij. Ook ENGLERT en EISENACK (1964) vonden geen significant verschil in de groei tussen een groep op natuurlijke wijze met pneu-

monie-agens geïnfecteerde varkens en een controlegroep. Wel was de variatie in de groei bij de geïnfecteerde groep significant groter. Dat er geen verschillen in groei werden gevonden moet volgens de onderzoekers worden toegeschreven aan de optimale hygiënische, voedertechische en klimatologische omstandigheden op het proefbedrijf.

Om de economische schade als gevolg van longaandoeningen vast te stellen, werd door een aantal onderzoekers de resultaten van bedrijven met en zonder pneumonie vergeleken. Zo vond HALLQUIST (1944), dat het voederverbruik op bedrijven met enzoötische pneumonie 10% hoger was en de mestperiode met ongeveer 1 maand werd verlengd. GOODWIN (1963) volgde de resultaten op een bedrijf gedurende 3 jaren (1959–1962). Gedurende deze periode werden regelmatig longen van slachtdieren onderzocht. Tot juli 1960 was het percentage aangetaste longen zeer laag (4%). Na 1 juli 1960 nam dit percentage als gevolg van een infectie met het EP-agens enorm toe. Begin 1961 was 93% van 103 onderzochte longen aangetast. Vergelijking van de resultaten voor en na de infectie geeft een stijging in het voederverbruik van 27,3% als gevolg van de EP-infectie te zien. In een proef door BETTS e.a. (1955a) werden 8 maal 2 groepen van 8 varkens met elkaar vergeleken. Telkens werd één groep kunstmatig geïnfecteerd met het enzoötische pneumonie-agens. Zij vonden als gevolg van de EP-infectie een groeivertraging van 16,7% en een stijging in het voederverbruik van 22,4%. In een proef met verschillende eiwitniveau's vond BRAUDE (1972) bij de varkens met enzoötische pneumonie groeivertragingen van 11–22%.

Door sommige onderzoekers werd de schade als gevolg van longaandoeningen nagegaan door de produktieresultaten van de varkens met longaandoeningen op het moment van slachten met die van varkens zonder deze aandoeningen te vergelijken. DEWAELE en BRASSINE (1973) vergeleken de gemiddelde resultaten van varkens met longaandoeningen met die van SPF-biggen. Zij vonden bij de varkens met longaandoeningen een groeivertraging van 10–15% en een stijging in het voerverbruik van 10–15%. MANDRUP (1967) splitste 17 groepen dieren, afkomstig van 17 bedrijven, op in varkens met en zonder aangetaste longen. De dieren met aangetaste longen groeiden gemiddeld 11,6% langzamer dan de varkens zonder aangetaste longen. In een Japans onderzoek door KONNO e.a. (1963) werden op een bedrijf van 4000 mestvarkens de resultaten van de varkens met en zonder longaandoeningen bij slachten vergeleken. De gewichtstoename was bij de aangetaste dieren 10–20% lager.

Uit een onderzoek van YOUNG e.a. (1959) blijkt, dat de aantastingsgraad van de longen invloed heeft op de grootte van de groeivertraging. Zij onderzochten de longen van slachtvarkens van twee mestbedrijven, waarvan één vrij en één besmet met enzoötische pneumonie. De varkens op beide bedrijven hadden dezelfde afkomst en herkomst. Afhankelijk van de uitgebreidheid van de longaandoeningen werden 0,1 of 2 punten toegekend. De varkens werden ingedeeld in groepen op grond van het aantal dagen, dat nodig was om een gewicht van 200 lb te bereiken. Naarmate dit aantal lager was,

TABEL 2.8 De invloed van de longaantastingsgraad op de groei per dag bij mestvarkens (ILB, 1972).

Mestsysteem	Groei per dag in grammen		
	Kategorie 1	Kategorie 2	Kategorie 3
All in - All out	611	603	558
Opschuiven	607	574	546
Totaal	610	589	553

was het percentage dieren met longaandoeningen minder en de gemiddelde aantastingsgraad lager. Ook in het eerder genoemd onderzoek van het ILB (1972; zie 2.4.) werd aangetoond, dat de groeivertraging groter is naarmate de uitgebreidheid van de longaandoening toeneemt. Zij verdeelden de varkens op grond van de longaantastingsgraad in 3 categorieën. De resultaten van dit onderzoek zijn vermeld in tabel 2.8. De gemiddelde groei in de categorieën 2 + 3 (matig + veel aangetast) was 6% lager dan de groei in categorie 1 (niet + weinig aangetast).

TRUIJEN (1967) gaf de longen ook een punt op grond van de makroskopische uitgebreidheid van de longaandoeningen. De puntenschaal varieerde van 0 (niet aangetast) tot 15 (zeer veel aangetast). Door berekening van de regressiecoëfficiënt tussen de longaantastingsgraad en de gewichtstoename vond hij, dat per punt toename van de longaantastingsgraad de gewichtstoename met 1,15 kg afnam. Op grond van de gemiddelde longaantastingsgraad van 9918 in de periode van november 1963 tot november 1964 beoordeelde longen, werd een gemiddelde gewichtstoenamevermindering van 5,89 kg (7,9% van de totale gewichtstoename) per dier met longaandoeningen gevonden. Op dezelfde manier vond hij een stijging in het voederverbruik per kg groei van 0,272 kg (8,0% van het totale voederverbruik) per dier met aangetaste longen. Bij het onderzoek in de periode van november 1963 tot november 1964 werd door TRUIJEN echter een puntenschaal van 0 tot 24 voor de beoordeling van de longaandoeningen gebruikt. Hiermee hield hij bij de berekeningen van de schade als gevolg van longaandoeningen geen rekening. Na herberekening van de gegevens, rekening houdende met de verschillen in de toegepaste puntenschaal, wordt een gemiddelde groeivertraging van 3,1% en een voederverbruikstijging van 5,0% per dier met aangetaste longen gevonden.

Over de uitval als gevolg van longaandoeningen bij de varkens wordt door TACKEN (1959) vermeld, dat aangenomen mag worden, dat $\pm 25\%$ van de totale uitval tijdens de zoogperiode en $\pm 10\%$ van de uitval tijdens de mestperiode moet worden toegeschreven aan de gevolgen van longaandoeningen. Exakte gegevens over de uitval als gevolg van longaandoeningen zijn echter niet bekend.

In tabel 2.9 zijn de door de verschillende onderzoekers gevonden invloeden van de longaandoeningen op de produktieresultaten in een overzicht samengevat.

TABEL 2.9 Een aantal literatuurgegevens over de invloed van de longaandoeningen op de produktieresultaten bij varkens.

Literatuur	Groei­ver­tra­ging* tijdens de mest­pe­ri­ode	Voederver­bruik* stij­ging tijdens de mest­pe­ri­ode	Uitval **	
			Zoog­pe­ri­ode	Mest­pe­ri­ode
HALLQVIST (1944)	±15%	10%		
BETTS en BEVERIDGE (1953)	14-25%	23-27%		
BETTS e.a. (1955a)	17%	22%		
TACKEN (1959)			25%	10%
KONNO e.a. (1963)	10-20%			
GOODWIN (1963)		27%		
ENGLERT en EISENACK (1964)	3-4%			
EIKMEIER en MAYER (1965)	0%	0%		
TRUIJEN (1967)	8%	8%		
ADAM (1969)			±50%	
BRAUDE (1972)	11-22%			
ILB (1972)	6%			

* Uitgedrukt als percentage van het produktieresultaat bij dieren zonder longaandoeningen.

** Uitgedrukt als percentage van de totale uitval.

2.5.2. De invloed van de leveraandoeningen op de produktieresultaten

Een belangrijk gedeelte van de economische schade door leveraandoeningen bij slachtvarkens wordt veroorzaakt, doordat de slachtwaarde van de dieren wordt vermindert. Deze slachtwaardevermindering ontstaat, doordat een gedeelte van de levers als gevolg van de aanwezige leveraandoeningen wordt afgekeurd. In Nederland werd in 1971 8,6% van de levers afgekeurd (C.B.S., 1972). Dit betekende een economische schade van ± f 4.100.000.

Behalve door deze afkeuringen kan de schade ook nog worden veroorzaakt door de invloed van de leveraandoeningen op de groei, de voeder­kon­ver­sie en de uitval van de dieren. TRUIJEN en JAARTSVELD (1961) vergeleken de resultaten van 29 varkens zonder leveraandoeningen met die van 16 varkens met zeer veel leveraandoeningen bij slachten. Bij varkens met zeer veel leveraandoeningen was de mestperiode gemiddeld 5,6 dagen langer en het voederverbruik per kg groei 0,025 kg hoger dan bij de varkens zonder leveraandoeningen. Zij vragen zich echter af of deze schade een rechtstreeks gevolg is van de beschadiging van de lever. Mogelijk wordt de schade veroorzaakt door de met de leveraandoeningen gepaard gaande spoolwormbesmetting. BOSCH en MATZKE (1958) onderzochten 178 levers van varkens afkomstig van een selektiemesterij en vonden bij 60% leveraandoeningen. Bij 84% van deze 178 varkens werd via herhaald faeces-onderzoek tijdens de mestperiode een wormbesmetting aangetoond. Bij de varkens met een ernstige wormbesmetting was de groei 24 gram en bij die met een geringe besmetting 14 gram per dag lager dan bij de dieren die vrij waren van een wormbesmetting. Ook door HALAMA (1958), MICKEL (1959) en LINDQUIST

e.a. (1971) werd aangetoond, dat de groei per dag bij varkens met een spoelwormbesmetting lager is, dan bij varkens zonder deze besmetting. In hoeverre deze groeivertraging een gevolg is van de aanwezigheid van de spoelwormen in het darmlumen of van de beschadiging van de lever door de spoelwormlarven is niet vast te stellen. Als echter de uitgebreidheid van de leveraandoening tevens een indicatie zou zijn van de ernst van de spoelworminfectie kan door het vastleggen van deze uitgebreidheid der leveraandoening een indruk van de economische schade worden gegeven. Uit het onderzoek van TRUIJEN en JAARTSVELD (1961) werd echter gevonden, dat de gemiddelde spoelwormbesmetting tijdens de mestperiode bij de dieren met meer dan 25 leverhaarden in de lever aanmerkelijk minder was dan bij de dieren met 1-25 leverhaarden en ongeveer gelijk aan die bij de varkens zonder leverhaarden. Er is dus geen rechtlijnig verband tussen de uitgebreidheid van de leveraandoening en de spoelwormbesmetting. Hiermee zal men bij de bestudering van het verband tussen leveraandoeningen en produktieresultaten rekening moeten houden.

3. MATERIAAL EN METHODE

3.1. ALGEMEEN

De opzet van dit onderzoek was om op een aantal praktijkbedrijven de frekwenties van de long- en leveraandoeningen vast te stellen en om na te gaan of deze frekwenties worden beïnvloed door de bedrijfsomstandigheden. Het onderzoek werd uitgevoerd in de periode van 1 oktober 1969 tot 1 april 1972.

Ter bepaling van de frekwenties van de long- en leveraandoeningen werden in de periode van 1 oktober 1969 tot 1 oktober 1970 longen en levers van varkens, afkomstig van 18 mestbedrijven, onderzocht op de mate van aantasting. Alle longen en levers werden steeds door dezelfde dierenarts van de vleeskeuringsdienst van de kring Boxtel beoordeeld. Het onderzoek vond plaats op de slachterij van de Vee- en Vleescentrale van de N.C.B. te Boxtel. Van de bij dit gedeelte van het onderzoek betrokken varkens werden met behulp van het integratie-administratiesysteem per individueel dier een aantal produktiegegevens vastgelegd.

Voor het onderzoek naar de invloed van een aantal bedrijfsomstandigheden op de frekwenties van de long- en leveraandoeningen werden, op grond van de gevonden frekwenties in de periode van 1 oktober 1969 tot 1 oktober 1970, 11 mestbedrijven uitgekozen. Op deze bedrijven werden in de periode van 1 april 1971 tot 1 april 1972 klimaatsmetingen uitgevoerd. Bovendien werden van deze bedrijven zoveel mogelijk gegevens betreffende de bedrijfsomstandigheden vastgelegd. Verder werden gedurende deze periode van deze bedrijven steekproefsgewijze de longen en levers van de slachtvarkens onderzocht om na te gaan of de frekwenties in deze periode overeenkwamen met de eerder gevonden frekwenties.

De verwerking van de gegevens vond plaats via het laboratorium voor Veeteeltwetenschappen van de Landbouwhogeschool te Wageningen.

3.2. DE BEDRIJVEN VAN HERKOMST VAN HET MATERIAAL

Het onderzoek werd uitgevoerd op praktijkbedrijven in de provincie Noord-Brabant. De bedrijven waren allen aangesloten bij de integratiegroep Asten van de Vee- en Vleescentrale van de N.C.B. Deze integratiegroep is een samenwerkingsgroep van fok- en mestbedrijven, die met medewerking van de slachterij streeft naar een grotere rentabiliteit (BRUS e.a., 1972). Binnen deze integratiegroep worden alle door de fokbedrijven geproduceerde mestbiggen op mestbedrijven van de integratie afgemest. Middels een administratiesysteem worden van ieder individueel mestvarken een aantal gegevens betreffende afkomst, herkomst en produktie vastgelegd. Uit 48 bij

TABEL 3.1. Overzicht van het per fokbedrijf geleverde percentage van de onderzochte varkens per mestbedrijf.

Nr. mest-bedf.	Nummers fokbedrijven																																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33			
1											100																									
2	3						2				3																									
3				5	10					5	3	3	2			40	6	10	3																	
4	60															25		30	3																	
5																			100																	
6					85														5																	
7																																				
8	10																																			
9								60								30																				
10								45	50																											
11																																				
12																																				
13																																				
14																																				
15																																				
16																																				
17																																				
18																																				






LONGAANDOENING	KLASSE	VOORBEELDEN VAN AANTASTING
niet aangetast	0	
weinig aangetast	1	
matig aangetast	2	
veel aangetast	3	
zeer veel aangetast	4	

FIG. 3.1. De klasse-indeling van de longen op grond van de uitgebreidheid van de aantasting.

tasting van de hartekwab en deze weer ernstiger dan een aantasting aan de topkwab. In figuur 3.1 wordt de klasse-indeling van de longen schematisch weergegeven.

Bij de beoordeling van de longen werd aanvankelijk nog vermeld of het een akute of een chronische longaandoening betrof. Na twee maanden bleek echter reeds, dat het aantal varkens met een akute longaandoening op het moment van slachten bijzonder klein was (7 van de 1235 in de eerste twee maanden onderzochte varkens). Daarom werd besloten om dit onderscheid verder niet meer te maken.

De beoordeling van de levers van de varkens vond op hetzelfde tijdstip en door dezelfde persoon plaats als die van de longen. Direkt nadat de longen van een varken waren onderzocht, werd ook de lever van dit dier op de aanwezigheid van aandoeningen beoordeeld. Op dit moment had er echter reeds een beoordeling door een keurmeester van de Vleeskeuringsdienst plaatsgevonden, waarbij de aangetaste gedeelten van de lever werden weggesneden. Indien een te groot gedeelte van de lever was aangetast, werd de lever door de keurmeester volledig afgekeurd en verwijderd. Het beoordelen van de lever ten behoeve van dit onderzoek bestond daarin, dat een schatting werd gemaakt van het percentage van de totale lever, dat door de keurmeester werd weggesneden. Op grond van dit percentage of op grond van het feit, dat de lever volledig werd afgekeurd werden de levers in klassen

TABEL 3.3. De klasse-indeling van de levers op grond van de mate van aantasting.

Leveraandoening	Klasse	% van de lever aangetast
niet aangetast	0	0%
weinig aangetast	1	0-15%
matig aangetast	2	15-30%
volledig afgekeurd = veel aangetast	3	>30%

ingedeeld. De indeling in klassen gebeurde op grond van de criteria vermeld in tabel 3.3.

Bij de volledig afgekeurde levers kan de variatie in het percentage van de lever, dat is aangetast, vrij groot zijn. Dit kon echter niet worden vastgesteld, omdat deze levers vóór het beoordelen reeds werden verwijderd.

Van de proefvarkens uit dit onderzoek werd op de slachterij ook de pH en de rigor van het vlees bepaald om een indruk te krijgen omtrent de vleeskwaliteit van de dieren. Deze metingen gebeurden in het kader van een onderzoek van VERDIJK (1972). Deze gegevens betreffende de vleeskwaliteit zullen in dit onderzoek alleen worden opgenomen voor zover zij verband houden met de long- en leveraandoeningen.

3.4. DE STALKLIMAATSMETINGEN

Op grond van de gevonden frekwenties van de long- en leveraandoeningen per meststal in het eerste gedeelte van het onderzoek werden uit de 18 mestbedrijven 11 mestbedrijven met 17 meststallen uitgekozen voor het uitvoeren van een aantal waarnemingen, om na te gaan, in hoeverre de frekwenties in long- en leveraandoeningen worden beïnvloed door een aantal milieuomstandigheden. Deze selectie in het materiaal werd uitgevoerd, omdat het door de beschikbare proefcapaciteit niet mogelijk was om meer meststallen in dit gedeelte van het onderzoek op te nemen.

Een van de milieuomstandigheden, die bij het onderzoek werd betrokken was het stalklimaat. Om een indruk te krijgen omtrent het klimaat in de 17 meststallen, werden in de periode van 1 april 1971 tot 1 april 1972 in elke stal op 10 verschillende tijdstippen klimaatsmetingen verricht. De metingen vonden een keer per maand plaats, behalve in de maanden juni en oktober 1971. In 2 meststallen werden slechts 9 klimaatsmetingen uitgevoerd, omdat tijdens een van de bezoeken de stal buiten gebruik was. De klimaatsmetingen werden verricht tussen 9.00 uur en 14.00 uur. Na 14.00 uur werden geen metingen meer uitgevoerd, omdat een bezoek aan een meststal dan teveel onrust onder de dieren teweeg kan brengen.

Om een indruk te krijgen van het stalklimaat werden de volgende metingen uitgevoerd:

- temperatuur en relatieve luchtvochtigheid
- NH₃- en CO₂-gehalte van de stallucht

1,2 vol %.

Het CO₂ reageert met een in het proefbuisje aanwezige Hydrazine-verbinding. De hoeveelheid verbruikte hydrazine-verbinding wordt door de kleuromslag van een redox-indikator (kristalviolet) zichtbaar gemaakt. De proefbuisjes kunnen worden toegepast voor metingen binnen het temperatuurtraject van -10 tot +40°C. Voor de nauwkeurigheid van de enkelvoudige metingen van het CO₂-gehalte met de proefbuisjes 0,1⁰/a wordt een relatieve standaardafwijking van 5-10⁰/a aangegeven (LEICHNITZ, 1973). Na 5 maal pompen kan het CO₂-gehalte via de, op het buisje aangebrachte schaalverdeling, direkt in vol % worden afgelezen. Het CO₂-gehalte van de stallucht werd gemeten, door op vijf, regelmatig over de stal verdeelde plaatsen eenmaal te pompen. Ook de metingen van het CO₂-gehalte werden verricht in de varkenshokken op ± 1 meter boven het vloeroppervlak.

3.4.3. *Het meten van de luchtsnelheden in de stal*

Het meten van de luchtsnelheden in de varkensstallen werd uitgevoerd met een thermische anemometer (Wilh. Lambrecht K.G., Göttingen, no. 641N). De luchtsnelheidsmetingen met deze thermische anemometer berusten op de afkoelende werking van bewegende lucht op een verwarmd lichaam. In figuur 3.3 is de thermische anemometer schematisch weergegeven. Aan de top van de meetsonde is een NTC-weerstand ingebouwd, die tot 200°C wordt verwarmd. Doordat lucht met een bepaalde snelheid langs deze weerstand beweegt heeft afkoeling plaats, die een verandering van de weerstand teweeg brengt. De grootte van de verandering in de weerstand is een maat voor de snelheid van de passerende lucht. De weerstandsverandering wordt via een mikroampèremeter zichtbaar gemaakt. Omdat er een vaste relatie bestaat tussen de luchtsnelheid en de weerstandsverandering, kan de mikroampèremeter de luchtsnelheid rechtstreeks op een schaal aangeven. Voor het meten van lage luchtsnelheden kan de anemometer worden ingesteld op een meetbereik van 0-0,5 m/sec (Meetbereik 2). Voor hogere luchtsnelheden is de anemometer op een meetbereik van 0-5 m/sec instelbaar (Meetbereik 1). De anemometer is geijkt bij een luchttemperatuur van + 20°C. Bij hogere en lagere temperaturen verandert bij gelijkblijvende luchtsnelheid de afkoelende werking van de lucht op de meetweerstand. Dit

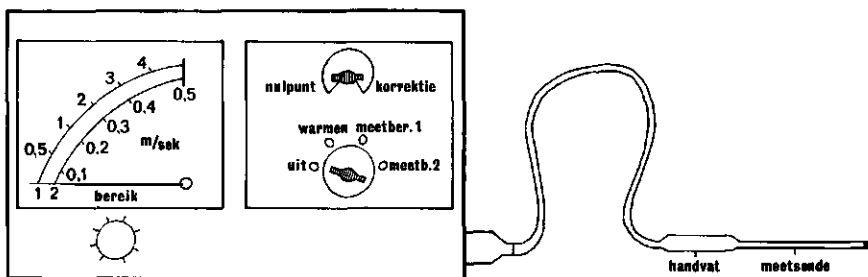


FIG. 3.3. Een schematische tekening van de thermische anemometer (LAMBRECHT, 641 N).

heeft tot gevolg, dat de via de anemometer aangegeven luchtsnelheid gaat afwijken van de werkelijke luchtsnelheid. Het is dan echter mogelijk om m.b.v. een korrektiediagram (LAMBRECHT, 1969) uit de gemeten luchtsnelheid de werkelijke luchtsnelheid af te lezen. Door de fabrikant van de thermische anemometer wordt binnen het temperatuurtraject van 0–40°C een meetfout van $\pm 5\%$ aangegeven (LAMBRECHT, 1968).

Ten behoeve van dit onderzoek werd in de mestvarkensstallen bij elke klimaatsmeting op vier, regelmatig over de stal verdeelde meetplaatsen, de luchtsnelheid met de thermische anemometer gemeten. Iedere meting vond plaats op ± 1 meter boven de ligplaats van de varkens. Omdat de luchtbevinging in de meststallen vaak rechtstreeks werd beïnvloed door de windsnelheid van de buitenlucht, schommelde de door de anemometer aangegeven luchtsnelheid tijdens de meting vaak sterk. Besloten werd om de luchtsnelheid te noteren, die tijdens de meting minimaal tweemaal door de anemometer als hoogste luchtsnelheid werd aangegeven.

3.4.4. *Het meten van de katawaarde van de stal*

Door middel van de katathermometrie wordt de afkoelende werking van de omgeving gemeten. Deze afkoelende werking berust op 3 componenten: luchttemperatuur, luchtbevinging en stralingsinvloeden. De luchtvochtigheid heeft nauwelijks invloed op de afkoelende werking, omdat de geleidbaarheid van de warmte ongeveer gelijk is bij droge en bij vochtige lucht (STEGENGA, 1965). De afkoelende werking van de omgeving wordt gemeten met behulp van een katathermometer. In een warm waterbad wordt de katathermometer opgewarmd tot boven de 40°C. Vervolgens wordt met een stopwatch de tijd waargenomen, waarin de alcoholkolom zakt van 38°C naar 35°C. De temperaturen van 38 en 35°C zijn met twee ijkstreepjes op de katathermometer aangegeven. De afkoelingstijd Z (in sec) is een maat voor de afkoelende werking van de lucht. De werkelijke afkoelende werking is afhankelijk van de ijkwaarde van de katathermometer en wordt uitgedrukt in een index: de katawaarde. Door de katawaarde wordt aangegeven hoeveel Kcal $\times 10^{-6}$ er per cm² per seconde door de katathermometer worden afgegeven. Uit de afkoelingstijd (Z) en de ijkwaarde van de katathermometer (Q) kan men de katawaarde (K) berekenen met de volgende formule:

$$K = \frac{Q}{Z} \text{ Kcal} \times 10^{-6} \text{ per cm}^2/\text{sec.}$$

In dit onderzoek werd de afkoelende werking van de stallucht met twee verschillende katathermometers bepaald, namelijk met een onverzilverde en een verzilverde. Bij de verzilverde katathermometer is het oppervlak van de bol van de thermometer voorzien van een zilverlaagje. Hierdoor worden de invloeden van straling uitgeschakeld. Door de verzilverde katathermometer wordt uitsluitend de afkoelende werking van de lucht als gevolg van luchttemperatuur en luchtbevinging weergegeven, terwijl bij de onverzilverde kata-

thermometer ook nog stralingsinvloeden een rol kunnen spelen. De bij dit onderzoek gebruikte katathermometers hadden de volgende ijkwaarden:

onverzilverde katathermometer $Q = 490$

verzilverde katathermometer $Q = 536$

De katawaarden van de stallucht werden steeds gemeten op één plaats in de stal op de voergang in het midden van de stal op ± 50 cm boven het vloeroppervlak. De katawaardemeting met de onverzilverde en met de verzilverde katathermometer werden steeds gelijktijdig verricht. Voor de nauwkeurigheid van de metingen voor de katawaarden werd een relatieve standaardafwijking van $\pm 4\%$ berekend.

3.5. DE ALGEMENE MILIEUOMSTANDIGHEDEN

Naast de stalklimaatsmetingen werden tijdens het onderzoek van iedere meststal een aantal gegevens betreffende de algemene milieuomstandigheden vastgelegd. Hierbij werd vooral aandacht besteed aan die milieuomstandigheden, die invloed kunnen hebben op de frekwenties van long- en leveraandoeningen.

Per meststal werden de volgende algemene milieuomstandigheden vastgelegd:

- *Bezettingsgraad*

Bij ieder bezoek ten behoeve van de stalklimaatsmetingen werd de bezettingsgraad van de stal op dat moment genoteerd. De bezettingsgraad van de stal werd weergegeven door het aantal aanwezige mestvarkens als percentage van het totaal aantal mestvarkens in de stal.

- *Hygiënische puntenbeoordeling*

Eveneens werd bij elk bezoek een puntenbeoordeling gegeven op grond van de hygiënische indruk van de stal op dat moment. Bij de beoordeling van de hygiëne werd vooral gelet op het schoonmaken van voergang, voertrog, drinkbak en de lig- en mestruimte van de varkens. De schaal voor de hygiënische puntenbeoordeling liep van 0 (zeer slecht) tot 9 (zeer goed).

- *Oppervlakte per mestvarkensplaats*

Uit de totale oppervlakte van de meststal werd de oppervlakte per mestvarkensplaats berekend. In de totale oppervlakte van de stal zijn ook de voergangen en een eventueel in de stal aanwezige voeropslagruimte opgenomen.

- *Inhoud per mestvarkensplaats*

De totale inhoud van de stal werd uitgedrukt in m^3 per mestvarkensplaats.

– *Aantal malen verplaatsen*

Vastgelegd werd, hoe vaak de mestvarkens tijdens de mestperiode werden verplaatst van het ene naar het andere hok. Ook het verplaatsen van de ene naar een andere meststal op het mestbedrijf werd hierbij meegerekend.

– *Verwarmingssysteem*

Per meststal werd genoteerd, of en met welk systeem er tijdens de wintermaanden werd bijverwarmd. Hierbij werd onderscheid gemaakt in:

geen verwarming	(–)
centrale verwarming	(CV)
verwarming met gaskappen	(GAS)
verwarming met een hete luchtkanon	(HL)

– *Ventilatiesysteem*

Er werd onderscheid gemaakt in natuurlijk en kunstmatig geventileerde stallen. Bij de kunstmatig geventileerde stallen werd steeds geventileerd via het onderdrukstelsysteem. Op grond van het ventilatiesysteem werden de meststallen ingedeeld in de volgende categorieën:

natuurlijke ventilatie	(N)
kunstmatige ventilatie met korte inlaatklep	(KK)
kunstmatige ventilatie met lange inlaatklep	(KL)
kunstmatige ventilatie zonder inlaatklep	(KZ)
kunstmatige ventilatie met grondkanaal	(KG)

Onder een inlaatklep wordt verstaan: een bij luchtinlaatopeningen aanwezige geleideklep om de binnenkomende lucht te regelen. Met een korte inlaatklep wordt bedoeld: een klep van minder dan 30 cm lengte. Een lange inlaatklep heeft een lengte van meer dan 30 cm.

– *Schoonmaakmaatregelen*

Bij het beoordelen van de schoonmaakmaatregelen werd uitsluitend gelet op de manier waarop de hokken werden schoongemaakt voordat er mestvarkens in werden geplaatst. Op grond van het schoonmaken van de hokken werden de meststallen als volgt ingedeeld:

nooit schoonmaken	(–)
soms schoonmaken zonder hogedrukspuit	(± Z)
soms schoonmaken met hogedrukspuit	(± H)
altijd schoonmaken zonder hogedrukspuit	(+ Z)
altijd schoonmaken met hogedrukspuit	(+ H)

– *Ontwormen*

Op een aantal mestbedrijven werden de varkens aan het begin van de mestperiode ontwormd. Deze ontworming vond dan steeds plaats met piperafine ter bestrijding van een besmetting met spoelwormen (*Ascaris s.*). Op grond van de ontwormingsmethode werden de meststallen als volgt onderscheiden:

nooit ontwormen (-)
gedeeltelijk ontwormen (\pm)
altijd ontwormen (+)

- *Uitmeststelsysteem*

Per meststal werd genoteerd, hoe de afvoer van de mest uit de hokken plaatsvond. Hierbij was het vooral van belang of er wel of geen drijfmeststelsysteem werd toegepast. In de stallen waar geen drijfmeststelsysteem aanwezig was werd steeds stro gebruikt. In de stallen met een drijfmeststelsysteem was steeds de helft van de vloer van de hokken voorzien van roosters (half-rooster). Op grond van het uitmeststelsysteem werden de stallen ingedeeld in de categorieën:

geen drijfmeststelsysteem (G)
wel drijfmeststelsysteem (D)
beide systemen in de stal (G + D)

In tabel 3.4 wordt een overzicht gegeven van de algemene milieuomstandigheden per meststal. Voor de, in deze tabel, gehanteerde coderingen zijn verwezen naar de tussen haakjes vermelde coderingen in het voorgaande.

TABEL 3.4. Het overzicht van een aantal algemene milieuomstandigheden* per meststal.

nr. mest-bedr.	nr. mest-stal	oppervl. per m.v.pl. (m ²)	inhoud per m.v.pl. (m ³)	aantal malen verpl.	verwarmings-systeem	ventilatie-systeem	schoonmaakmaatregelen	ontwormen	uitmeststelsysteem
3	1	1.14	3.10	1	-	KK	-	\pm	D
	2	1.10	3.02	1	-	KK	-	\pm	D
4	1	1.32	2.63	1	-	N	-	+	G
	3	1.65	3.80	1	HL	KK	\pm H	+	D
5	4	1.12	3.47	1	HL	KK	\pm H	+	G+D
	1	1.59	3.96	1	GV	KG	-	-	D
6	2	1.37	4.12	5	HL	N	-	-	D
	1	1.11	2.22	1	-	KZ	-	-	D
7	3	1.37	3.75	1	GAS	KL	\pm Z	-	D
	1	1.13	3.51	2	-	KK	\pm Z	-	D
10	1	1.20	3.06	3	-	N	-	-	D
11	1	1.50	2.70	0	-	N	-	-	G
	2	1.69	3.38	0	-	KK	-	-	G
13	1	1.55	4.44	1	-	KK	-	-	D
16	1	1.33	2.67	0	GAS	KK	-	-	D
17	1	1.14	3.43	2	-	KK	\pm Z	-	G+D
18	1	1.05	3.10	1	GV	KK	+H	-	D

* Voor de in deze tabel gebruikte afkortingen wordt verwezen naar de beschrijving in hoofdstuk 3.5.

3.6. HET BEREKENEN VAN DE PRODUKTIERESULTATEN

Voor het berekenen van de produktieresultaten van de slachtvarkens, waarvan in de periode van 1 oktober 1969 tot 1 oktober 1970 de longen en levers werden onderzocht, werd gebruik gemaakt van de administratie van de integratie Asten van de Vee- en Vleescentrale van de N.C.B. Bij deze administratie wordt de volgende methode gehanteerd: Alle biggen op de fokbedrijven worden op een leeftijd van ongeveer vier weken van een oornummer voorzien. Op dat moment worden de gegevens over de herkomst en afkomst van de biggen op een toomkaart ingevuld. Op deze kaart staan dus de gegevens van de biggen van eenzelfde toom vermeld. Voordat de biggen van een fokbedrijf naar een mestbedrijf worden verplaatst, wordt voor iedere individuele big door weging het gewicht vastgesteld. De gegevens over de inlegdatum en het inleggewicht van de biggen worden weer op de toomkaart ingevuld. Op de toomkaart staan dus alle gegevens van de biggen tot en met het inleggen op het mestbedrijf vermeld. Wanneer de varkens aan de slachterij worden afgeleverd, worden via het, op het fokbedrijf aangebrachte, nummer van het dier de slachtdatum, het geslacht, gewicht en de slachtkwaliteit vastgelegd. Door het samenbrengen van de gegevens op de toomkaart met de op de slachterij vastgelegde gegevens aan de hand van het oornummer van het dier, zijn een aantal gegevens van het individuele dier van geboorte tot slachten bekend. Via het administratiesysteem van de integratie werden van ieder individueel dier de volgende gegevens vastgelegd:

- fokbedrijf van herkomst
- nummer van de vader
- geboortedatum
- speendatum
- inlegdatum op het mestbedrijf
- inleggewicht
- nummer van het mestbedrijf
- nummer van de meststal op het mestbedrijf
- slachtdatum
- geslacht
- gewicht
- slachtkwaliteit

Uit deze gegevens werden ten behoeve van dit onderzoek per dier de volgende produktieresultaten berekend:

- speenleeftijd
 - aantal dagen van geboorte tot spenen
- groeidagen op het fokbedrijf
 - aantal dagen van geboorte tot inleg op het mestbedrijf
- groei per dag op het fokbedrijf
 - inleggewicht minus geboortegewicht gedeeld door het aantal groeidagen op het fokbedrijf. Voor het geboortegewicht werd een standaardgewicht van 1 kg aangenomen
- groeidagen op het mestbedrijf

- aantal dagen van inleg tot slachten
- groei per dag op het mestbedrijf
 - levend gewicht bij slachten minus inleggewicht gedeeld door het aantal groeidagen op het mestbedrijf. Het levend gewicht bij slachten werd uit het geslacht gewicht berekend door dit met de faktor 1,3 te vermenigvuldigen. Deze faktor 1,3 is gebaseerd op een inslachtingspercentage van 23%
- totaal aantal groeidagen
 - aantal dagen van geboorte tot slachten
- groei per dag totaal
 - levend gewicht minus geboortegewicht gedeeld door het totaal aantal groeidagen
- slachtkwaliteit
 - De slachtkwaliteitsbeoordeling vond plaats volgens de in 1969 en 1970 geldende voorschriften van het Produktschap voor Vee en Vlees.

4. RESULTATEN

4.1. DE FREKWENTIES VAN DE LONG- EN LEVERAANDOENINGEN OP VARKENSBEDRIJVEN

4.1.1. Algemeen

Zoals reeds is vermeld, werden in de periode van 1 oktober 1969 tot 1 oktober 1970 de slachtvarkens, afkomstig van 18 mestbedrijven, beoordeeld op de aanwezigheid van long- en leveraandoeningen en de mate van aantasting. De resultaten van deze beoordeling zijn weergegeven in figuur 4.0. In deze figuur zijn de longaandoeningsklassen 3 en 4 (zie 3.3) onder kode 3 vermeld. Het percentage van de longen in de longaandoeningsklasse 4 was zo klein (0,2^o/_o), dat het weinig zin heeft om dit steeds apart te vermelden. Bij de resultaten zijn daarom steeds de longaandoeningsklassen 3 en 4 samengevat onder kode 3 voor de longaandoeningen.

4.1.2. De geslachtsverschillen

Door de 18 mestbedrijven, die aan het onderzoek deelnamen, werden uitsluitend borgen en gelten aan de slachterij afgeleverd. Hoewel tijdens de proefperiode gedurende een bepaalde tijd de korting op beren werd opgeheven, werd op deze 18 bedrijven niet tot het mesten van beren overgegaan. Alle borgen en gelten op de bedrijven werden gemengd gemest. De verschillen in de frekwentie van long- en leveraandoening tussen de borgen en gelten zijn weergegeven in tabel 4.1.

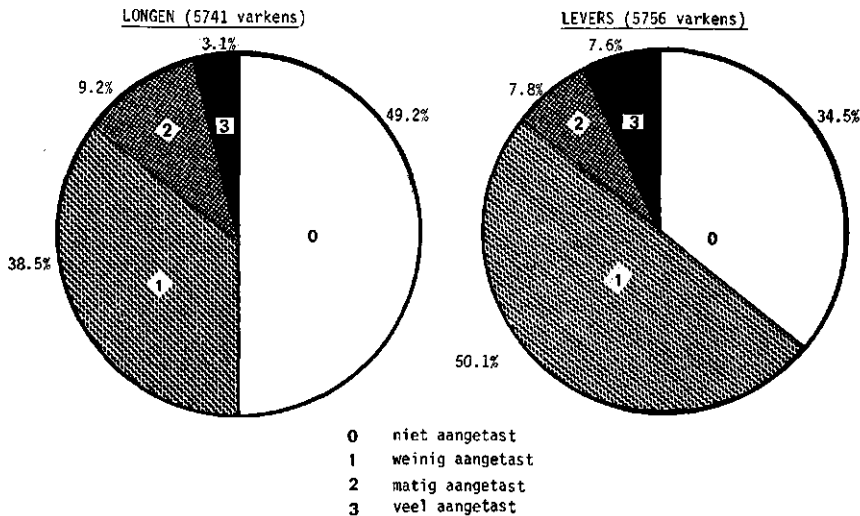


FIG. 4.0. De frekwenties van de long- en leveraandoeningen bij slachtvarkens.

TABEL 4.1. De frekwenties van long- en leveraandoeningen bij borgen en gelten.

	Longaandoening (%)					Leveraandoening (%)				
	Aantal dieren	0	1	2	3	Aantal dieren	0	1	2	3
Borgen	2711	44	42	10	4	2724	34	49	8	9
Gelten	2569	56	35	7	2	2571	34	52	7	7
Vershil tussen borgen en gelten		-12	+ 7	+3	+2		0	- 3	+1	+2

Om na te gaan of de verschillen in long- en leveraandoeningen tussen borgen en gelten significant zijn, werd een variantieanalyse uitgevoerd. Voor deze variantieanalyse werden de long- en leveraandoeningen afhankelijk van de aantastingsgraad (zie 3.3) van een puntenbeoordeling (0, 1, 2 of 3) voorzien. Verder werden in de analyse een groot aantal andere factoren opgenomen, die alle een beeld geven van het verschil in resultaten tussen borgen en gelten. De resultaten van deze variantieanalyse zijn weergegeven in tabel 4.2.

Het verschil in longaandoeningen tussen borgen en gelten is significant ($p < 0,01$). Een significant verschil in leveraandoeningen tussen borgen en gelten kon niet worden aangetoond ($p < 0,10$). Verder werd er een significant verschil aangetoond tussen de borgen en gelten, voor wat betreft de leeftijd bij slachten, de groei per dag op het mestbedrijf, de slachtkwaliteit en de vleeskwaliteit.

TABEL 4.2. De gemiddelden en spreidingen van een aantal factoren bij borgen en gelten.

Faktor	Borgen		Gelten		Vershil tussen borgen en gelten
	\bar{x}	S	\bar{x}	S	
Longaantastingsgraad	0.70	0.78	0.50	0.69	0.20**
Leveraantastingsgraad	0.95	0.85	0.90	0.78	0.05
Speenleeftijd in dagen	53	7.6	53	7.9	0
Leeftijd bij slachten in dagen	220	23.4	223	22.1	3**
Groei/dag op fokbedr.(g)	322	46	323	46	1
Groei/dag op mestbedr.(g)	577	94	567	91	10**
Groei/dag (geb.-slachten)(g)	489	57	485	56	4*
Geslacht gewicht (kg)	82.1	6.5	82.4	6.5	0.3
Spekdikte (1, 2 en 3)	1.27	0.51	1.04	0.21	0.23**
Slachttype (A = 1, B = 2, C = 3)	1.53	0.52	1.10	0.30	0.43**
pH van het vlees	6.40	0.32	6.29	0.33	0.11**
Rigor van het vlees	5.53	3.76	7.69	3.54	2.16**
Aantal dieren	1856		1728		

** $p < 0.01$.

* $p < 0.05$.

TABEL 4.3. De frekwenties van de long- en leveraandoeningen bij beren, borgen en gelten.

	Longaandoening (%)					Leveraandoening (%)				
	aantal dieren	0	1	2	3	aantal dieren	0	1	2	3
Beren	104	56	29	10	5	103	37	47	8	8
Gelten	102	52	34	11	3	103	32	48	9	11
Borgen	63	49	37	11	3	61	28	47	12	13

Het verschil in longaandoeningen tussen borgen en gelten kan een gevolg zijn van het feit, dat de borgen op een leeftijd van 3-6 weken werden gekastreerd. Door deze kastratie kan de weerstand van de dieren, als gevolg van het optreden van stress en de wijziging van het hormonale patroon, gedurende kortere of langere tijd afnemen. Om hieromtrent een indruk te krijgen, werden van een aantal andere bedrijven, die zowel beren als borgen en gelten aan de slachterij leverden, de longen en levers van deze dieren beoordeeld. Omdat op het moment van dit onderzoek door de bedrijven weinig beren werden gemest, was het aantal dieren, dat kon worden onderzocht gering en het aantal bedrijven, waarvan de dieren afkomstig waren, groot (meer dan 20). De resultaten van deze vergelijking zijn vermeld in tabel 4.3.

Zowel het percentage longaandoeningen, alsook het percentage leveraandoeningen was bij de beren lager dan bij de borgen en gelten. Deze percentages waren bij de borgen het hoogst. Uit deze kleine aantallen onderzochte dieren konden echter geen significante verschillen worden aangetoond.

4.1.3. De verschillen tussen de mestbedrijven

De bij dit onderzoek betrokken slachtvarkens waren afkomstig van 18 mestbedrijven. Al deze mestbedrijven hebben maandelijks gedurende de gehele proefperiode varkens aan de slachterij geleverd, die werden onderzocht. Tussen de mestbedrijven bestonden vaak grote verschillen in bedrijfsomstandigheden. Deze verschillen betroffen o.a. bedrijfsgrootte, huisvestingsmethode, ventilatiesysteem, verwarmingssysteem, stalklimaat, voedermethode, bedrijfsverzorging e.d. Het is mogelijk, dat sommige van deze verschillen ook de frekwentie van long- en leveraandoeningen op deze bedrijven beïnvloeden. In de literatuur wordt b.v. veelvuldig gewezen op het belang van het stalklimaat in verband met het optreden van longaandoeningen. In tabel 4.4 is van de mestbedrijven de frekwentie van de long- en leveraandoeningen per mestbedrijf weergegeven. Met behulp van de χ^2 -methode werd nagegaan of de verschillen tussen de bedrijven significant zijn. Dit werd gedaan voor de verschillen tussen het percentage wel en niet aangetaste longen en levers per bedrijf en voor de verschillen in de mate van aantasting. Deze laatste verschillen werden getoetst binnen de groep van aangetaste dieren.

TABEL 4.4. De frekwentie van de long- en leveraandoeningen per mestbedrijf (18 bedrijven).

Nr. mest- bedrijf	Longaandoeningen (%)					Leveraandoeningen (%)					
	aantal dieren	0	1	2	3	aantal dieren	0	1	2	3	
5	257	66	30	4	0	257	31	38	9	22	
9	304	64	33	2	1	304	29	59	7	5	
14	189	62	30	6	2	189	36	51	5	8	
16	97	59	33	6	2	97	40	48	8	4	
1	247	57	37	5	1	250	33	56	6	5	
10	244	55	38	4	3	245	30	58	6	6	
2	633	53	37	9	1	637	30	53	8	9	
12	78	52	30	15	3	79	24	61	9	6	
4	470	51	41	7	1	470	33	49	9	9	
8	582	50	37	10	3	584	30	54	9	7	
6	547	49	36	13	2	548	59	32	5	4	
7	201	47	38	11	4	202	40	51	6	3	
17	342	44	44	11	1	343	33	52	9	6	
11	221	38	52	8	2	221	40	48	7	5	
15	232	38	51	9	2	232	29	53	11	7	
3	490	37	37	15	11	490	27	56	9	8	
13	461	36	43	13	8	462	29	53	10	8	
18*	210	31	35	22	12	210	79	18	2	1	
Totaal	5805	49	39	9	3	5820	50	34	8	8	
χ^2_{17}		199.0***			142.6***		380.3***		100.2***		
χ^2_{34}		228.5***					113.3***				

*** $p < 0.005$.

* periode 1 aug. 1970 - 1 oktober 1971.

Er bestaan significante verschillen in het percentage wel en niet aangetaste longen en levers tussen de bedrijven ($\chi^2_{17} = 199,0$, $p < 0,005$). Ook in de mate van aantasting bestaan zowel bij de longen als bij de levers duidelijke verschillen tussen de bedrijven ($\chi^2_{34} = 228,5$ resp. $\chi^2_{34} = 113,3$; $p < 0,005$). Deze verschillen tussen de bedrijven zijn ook aanwezig voor het percentage veel aangetaste longen en het percentage afgekeurde levers ($\chi^2_{17} = 142,6$ resp. $\chi^2_{17} = 100,2$; $p < 0,005$).

4.1.4. De verschillen tussen de meststallen binnen de mestbedrijven

Op 10 van de 18 mestbedrijven werden de varkens in meer dan één meststal gemest. In dat geval stonden de stallen steeds geheel los van elkaar, terwijl ook de ventilatie en eventuele bijverwarming afzonderlijk per stal werd geregeld. Hoewel voor meerdere meststallen op eenzelfde mestbedrijf een groot aantal bedrijfsomstandigheden gelijk zijn, treden er meestal per stal ook een aantal verschillen op. Deze verschillen zijn dan het gevolg van verschillen in het stalklimaat, de stalinrichting, de ligging van de stal e.d. Moge-

TABEL 4.5. De frekwenties van de long- en leveraandoeningen per meststal op 10 mestbedrijven met meer dan een meststal.

Nr. mest-bedrijf	Nr. mest-stal	Longaandoeningen (%)					Leveraandoeningen (%)					
		aantal dieren	0	1	2	3	aantal dieren	0	1	2	3	
1	1	154	56	37	5	2	157	30	57	7	6	
	2	82	54	40	5	1	82	41	49	6	4	
2	1	92	40	46	12	2	94	30	48	11	11	
	2	250	59	35	5	1	251	36	52	4	8	
	3	77	42	40	16	2	77	39	51	5	5	
	4	214	55	34	9	2	215	21	58	12	9	
3	1	206	34	41	14	11	206	29	54	11	6	
	2	277	40	35	15	10	277	26	57	7	10	
4	1	187	56	40	4	0	187	28	49	11	12	
	3	237	51	41	8	0	237	36	49	8	7	
5	1	78	67	31	2	0	78	37	49	8	6	
	2	179	65	29	6	0	179	29	33	9	29	
6	1	233	47	39	12	2	234	48	42	6	4	
	3	226	51	33	14	2	226	68	26	2	4	
8	1	189	58	30	8	4	190	25	60	7	8	
	2	230	48	42	7	3	230	34	50	10	6	
	3	163	45	37	15	3	164	28	53	9	10	
9	1	176	70	28	2	0	176	26	61	7	6	
	2	70	63	36	1	0	70	23	64	9	4	
11	1	131	46	46	6	2	131	45	45	5	5	
	2	90	28	60	10	2	90	33	55	9	3	
15	1	171	37	54	7	2	171	29	56	10	5	
	2	61	39	43	16	2	61	31	46	12	11	
χ^2_{13}			37.2**			7.6		48.7**			27.6**	
χ^2_{26}			31.3					42.2*				

** $p < 0.01$.

* $p < 0.05$.

lijk beïnvloeden dergelijke verschillen ook het optreden van long- en leveraandoeningen in de verschillende meststallen.

In tabel 4.5 zijn van de mestbedrijven met meer dan een meststal de frekwenties van de long- en leveraandoeningen per meststal weergegeven. Om na te gaan of de verschillen in de frekwenties van long- en leveraandoeningen tussen de meststallen binnen de mestbedrijven significant zijn, werd de χ^2 -toets toegepast. Er konden significante verschillen worden aangetoond tussen de meststallen in het percentage niet aangetaste longen en het percentage niet aangetaste levers ($\chi^2_{13} = 37,2$ resp. $\chi^2_{13} = 48,7$; $p < 0,01$). Er blijken geen significante verschillen te bestaan tussen de meststallen in

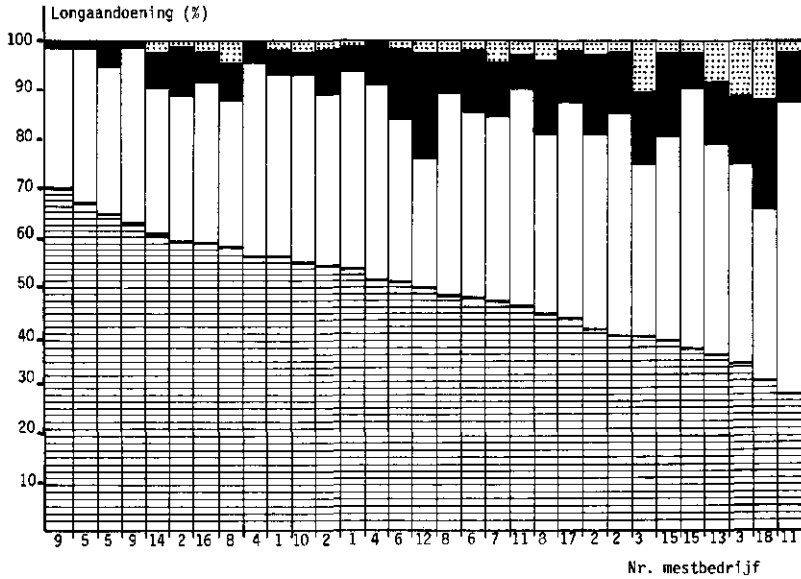


FIG. 4.1. De frekwentie van de longaandoeningen per meststal, gerangschikt naar afnemend percentage niet aangetaste longen.

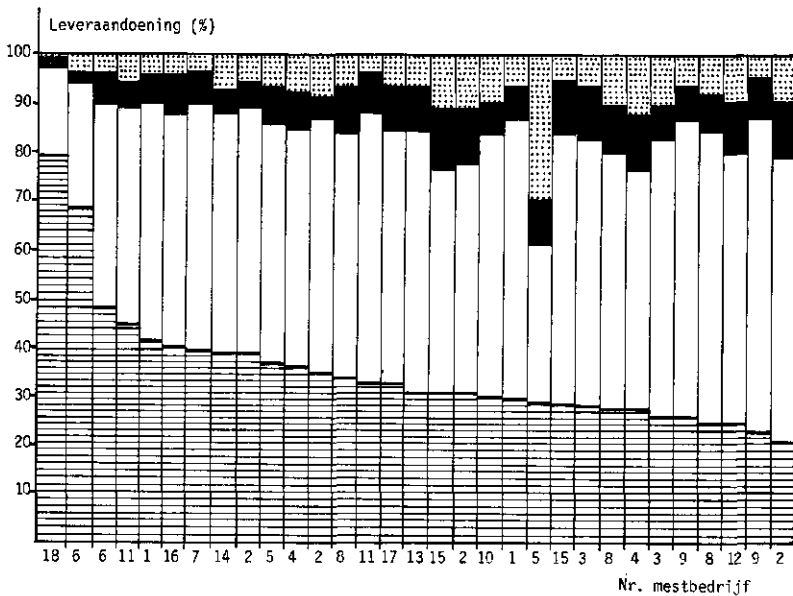


FIG. 4.2. De frekwentie van de leveraandoeningen per meststal, gerangschikt naar afnemend percentage niet aangetaste levers.

de ernst van de longaandoeningen. Wel werden significante verschillen gevonden in de ernst der leveraandoeningen tussen de meststallen binnen de mestbedrijven ($\chi^2_{26} = 42,2$; $p < 0,05$). Met name wat het percentage afgekeurde levers betreft waren de verschillen tussen de meststallen significant ($\chi^2_{13} = 27,6$; $p < 0,01$).

De frekwenties van de long- en leveraandoeningen bij de varkens, afkomstig uit 31 meststallen op 18 mestbedrijven, zijn in de figuren 4.1 en 4.2 schematisch per meststal weergegeven.

Hoewel figuur 4.1 erop duidt, dat bij het toenemen van het percentage aangetaste longen ook de ernst van de longaandoeningen bij deze longen toeneemt, is dit hiermee niet aangetoond. Daarom werd voor iedere meststal een longaantastingsgraad van de aangetaste longen berekend. Voor deze berekening werden de weinig aangetaste longen gewaardeerd met 1 punt, de matig aangetaste met 2 punten en de veel aangetaste longen met 3 punten. Uit de frekwenties in longaandoeningen per meststal werd vervolgens de gemiddelde longaantastingsgraad van de aangetaste longen per stal berekend. In figuur 4.3 is door een puntenzwerm het verband tussen het percentage niet aangetaste longen en deze longaantastingsgraad weergegeven. Uit berekening van de korrelatiecoëfficiënt blijkt, dat er een significant verband tussen deze twee factoren bestaat ($r = -0,65$). Evenzo werd per meststal de gemiddelde leveraantastingsgraad van de aangetaste levers berekend. De weinig aangetaste levers werden met 1 punt, de matig aangetaste met 2 punten en de afgekeurde levers met 3 punten gewaardeerd. Uit de frekwenties der leveraandoeningen per meststal werd vervolgens de gemiddelde leveraantastingsgraad van de aangetaste levers berekend. Het verband tussen het percentage niet aangetaste levers en deze leveraantastingsgraad is weergegeven in figuur 4.4.

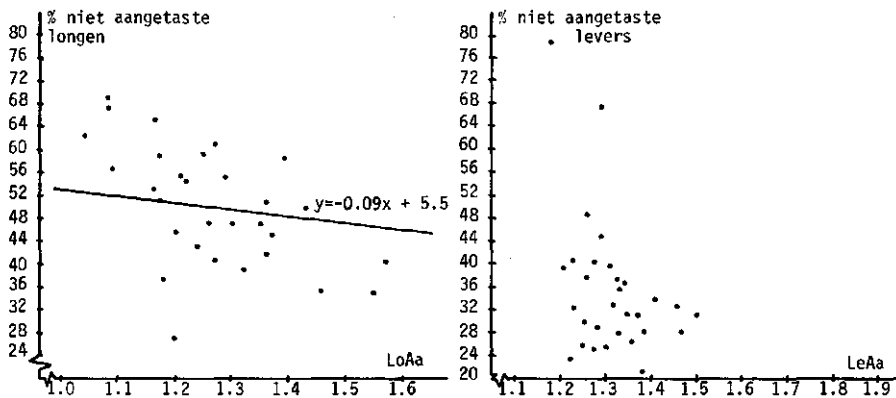


FIG. 4.3. Het verband tussen % niet aangetaste longen en de longaantastingsgraad van de aangetaste longen (LoAa).

FIG. 4.4. Het verband tussen % niet aangetaste levers en de leveraantastingsgraad van de aangetaste levers (LeAa).

Uit figuur 4.4. komt geen duidelijk verband tussen het percentage niet aangetaste levers en de leveraantastingsgraad van de aangetaste levers naar voren. Toch kon uit de rangorde der twee factoren een significante rang-korrelatiecoëfficiënt van Spearman worden berekend ($r = -0,33$; $p < 0,05$). De ernst van de leveraandoening neemt dus nog wel enigszins toe bij het toenemen van het percentage aangetaste levers.

4.1.5. Het verband tussen de long- en leveraandoeningen per meststal

In de figuren 4.1 en 4.2 zijn de frekwenties van long- resp. leveraandoeningen per meststal weergegeven, gerangschikt naar afnemend percentage niet aangetaste longen resp. levers. Natuurlijk is niet alleen het percentage niet aangetast maatgevend voor de ernst van de aandoening. Ook de mate van aantasting moet bij de beoordeling worden betrokken. Daarom werd per meststal uit de frekwenties van de long- en leveraandoeningen een long-respektievelijk leveraandoeningsgraad berekend. Aan de longen en levers werd, afhankelijk van de aandoeningsklasse, waarin zij werden ingedeeld, een aantal punten toegekend, zoals in paragraaf 4.1.4. is beschreven. De long- en leveraantastingsgraad per meststal werd vastgesteld door het gemiddeld aantal punten per onderzocht varken te berekenen. De gemiddelde longaantastingsgraad (LoA) van alle onderzochte varkens was 0,66, variërend van 0,32 tot 1,14 tussen de meststallen. De gemiddelde leveraantastingsgraad (LeA) van alle onderzochte varkens was 0,89, variërend van 0,25 tot 1,38 tussen de meststallen.

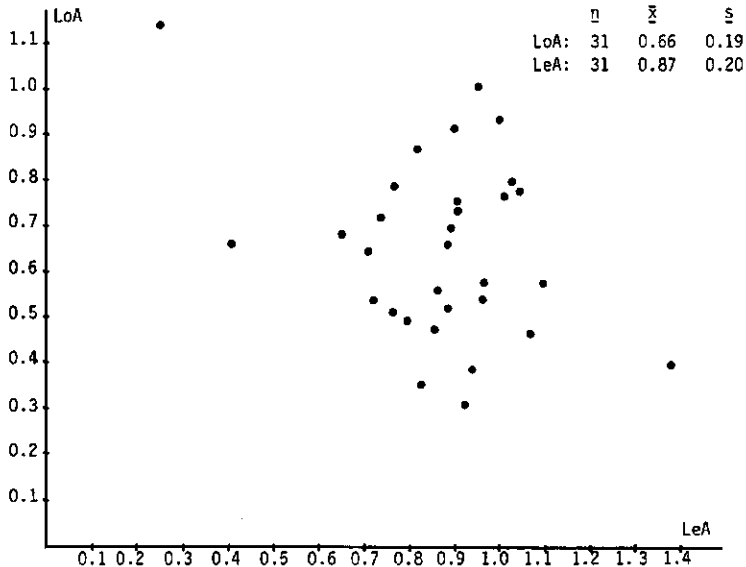


FIG. 4.5. Het verband tussen de longaantastingsgraad (LoA) en de leveraantastingsgraad (LeA) per meststal.

Om een indruk te krijgen van het verband tussen de longaantastingsgraad en de leveraantastingsgraad per meststal zijn in figuur 4.5 de longaantastingsgraden met hun overeenkomstige leveraantastingsgraden weergegeven.

Uit de in figuur 4.5 weergegeven puntenzwerm is geen verband tussen de long- en leveraantastingsgraad af te lezen. Berekening van de rangkorrelatiecoëfficiënt van Spearman gaf een zeer lage, niet significante, rangkorrelatie tussen de long- en de leveraantastingsgraad ($r = -0,049$).

4.1.6. De verschillen tussen de fokbedrijven

De varkens, waarvan de longen en levers op de slachterij werden onderzocht, waren afkomstig van een groot aantal fokbedrijven. Enkele mestbedrijven hadden een vaste combinatie met één of twee fokbedrijven. De overige mestbedrijven betrokken hun mestbiggen regelmatig van meerdere fokbedrijven. Van 23 fokbedrijven werden meer dan 60 nakomelingen onderzocht. De frekwenties van de long- en leveraandoeningen van de varkens afkomstig van deze 23 bedrijven zijn weergegeven in tabel 4.6.

TABEL 4.6. De frekwenties van de long- en leveraandoeningen per fokbedrijf* (23 bedrijven).

Nr. fok- bedrijf	Longaandoeningen (%)					Leveraandoeningen (%)				
	aantal dieren	0	1	2	3	aantal dieren	0	1	2	3
1	98	62	30	7	1	98	27	56	10	7
2	342	49	44	7	0	342	37	50	6	7
3	120	50	37	11	2	122	29	56	7	8
4	307	46	46	6	2	307	40	48	7	5
5	480	53	35	11	1	481	62	31	3	4
6	411	37	41	13	9	412	28	55	9	8
7	66	38	42	14	6	66	26	54	15	5
8	139	64	31	4	1	139	34	58	4	4
9	338	51	35	10	4	339	30	54	7	9
10	202	68	31	1	0	202	23	61	11	5
11	234	44	41	11	4	235	39	53	5	3
12	295	53	39	6	2	298	35	55	6	4
13	430	56	35	6	3	431	33	52	6	9
14	357	45	44	10	1	358	33	52	9	6
15	155	43	43	10	4	156	28	54	10	7
16	265	47	43	8	2	265	35	54	5	6
17	135	60	36	4	0	135	21	50	16	13
18	183	37	36	13	14	183	22	55	10	14
19	83	46	34	16	4	84	27	54	5	14
20	345	65	29	6	0	345	28	41	11	20
21	201	40	51	8	1	201	27	56	11	6
22	102	33	43	21	3	102	43	39	9	9
23	89	12	44	26	18	89	39	46	9	6
Totaal	5377	49	39	9	3	5390	50	34	8	8

* Alleen bedrijven met meer dan 60 onderzochte varkens.

Uit tabel 4.6 blijkt, dat er grote verschillen bestaan in de frekwentie van de long- en leveraandoeningen tussen de fokbedrijven. Uit de χ^2 -toets blijkt, dat de verschillen in percentages niet aangetaste longen tussen de fokbedrijven significant zijn ($\chi^2_{22} = 216,63$, $p < 0,005$). Op dezelfde manier kon een significant verschil in percentages niet aangetaste levers worden vastgesteld ($\chi^2_{22} = 247,51$; $p < 0,005$). Omdat de meeste fokbedrijven alle biggen of een groot gedeelte van hun biggen steeds aan hetzelfde mestbedrijf leverden, kunnen de gevonden frekwenties in long- en leveraandoeningen per fokbedrijf sterk door de bedrijfsomstandigheden op het mestbedrijf worden beïnvloed.

Een aantal mestbedrijven betrok echter hun biggen van twee of meer fokbedrijven, waarbij deze fokbedrijven hun biggen vrijwel uitsluitend aan dit mestbedrijf afzetten. Om de verschillen in de frekwenties van de long- en leveraandoeningen beter te kunnen kwalificeren, worden in tabel 4.7 de resultaten van deze bedrijven vergeleken.

Ook wanneer alleen de frekwenties van de long- en leveraandoeningen van de fokbedrijven binnen mestbedrijven worden vergeleken blijven de verschillen significant (tabel 4.7). In een aantal gevallen kunnen zelfs al significante verschillen worden aangetoond tussen de fokbedrijven binnen

TABEL 4.7 De frekwenties van long- en leveraandoeningen van fokbedrijven, die hun biggen aan hetzelfde mestbedrijf leveren.

Nr. mest- bedrijf	Nr. fok- bedrijf	Longaandoening (%) aantal dieren	Longaandoening (%)				Leveraandoening (%)					
			0	1	2	3	aantal dieren	0	1	2	3	
2	16	265	47	43	8	2	265	35	54	5	6	
	19	83	46	34	16	4	84	27	54	5	14	
3	7	66	38	42	14	6	66	26	54	15	5	
	18	183	37	36	13	14	183	22	54	10	14	
	23	89	12	44	26	18	89	39	46	9	6	
6	5	480	53	35	11	1	481	62	31	3	4	
	22	102	33	43	21	3	102	43	39	9	9	
8	9	338	51	35	10	4	339	30	54	7	9	
	15	155	43	43	10	4	156	28	55	10	7	
9	8	139	64	31	4	1	139	34	58	4	4	
	10	202	68	31	1	0	202	23	61	11	5	
χ^2_6			32.52**					28.55**				15.35*
χ^2_{12}			18.1						25.0**			

** $p < 0.01$.

* $p < 0.05$.

één mestbedrijf. Binnen de mestbedrijven zijn de verschillen in percentages niet aangetaste longen tussen de fokbedrijven significant ($\chi^2_6 = 32,5$; $p < 0,05$). Er werden geen verschillen in de ernst van de longaandoeningen per fokbedrijf gevonden.

Bij de leveraandoeningen werden significante verschillen aangetoond in het percentage niet aangetaste levers en het percentage volledig afgekeurde levers (kode 3) tussen de fokbedrijven. Hierdoor waren ook de verschillen in de ernst van de leveraantasting significant ($\chi^2_{12} = 25,0$; $p < 0,01$). Om de gevonden verschillen in tabel 4.7 goed te kunnen beoordelen, is het nodig om na te gaan, of door de fokbedrijven van een mestbedrijf in dezelfde periode biggen bij dit mestbedrijf werden gemest. Om hieromtrent een indruk te krijgen is in tabel 4.8 weergegeven in welke maanden nakomelingen van de fokbedrijven aan de slachterij werden geleverd. Uit deze gegevens blijkt, dat, met uitzondering van fokbedrijf 23, van alle fokbedrijven gedurende nagenoeg de gehele proefperiode nakomelingen werden afgeleverd en onderzocht.

TABEL 4.8. De slachtmaanden van de nakomelingen van fokbedrijven, die hun biggen aan hetzelfde mestbedrijf leveren.

Nr. mest- bedrijf	Nr. fok- bedrijf	1969										1970	
		okt.	nov.	dec.	jan.	feb.	mrt.	apr.	mei	juni	juli	aug.	sept.
2	16	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	
	19	x	x	x	x	x	x		x	x	x		
3	7	x	x	x	x		x		x	x	x	x	
	18	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x
	23								x		x	x	
6	5	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	
	22		x	x		x	x		x		x	x	
9	9	x	x	x	x	x	x		x	x	x		
	15	x	x	x	x	x	x		x	x	x		
9	8	x	x	x	x	x	x		x		x		
	10	x	x	x	x	x	x		x	x	x		

4.1.7. De verschillen tussen de beren binnen de fokbedrijven

Op een aantal fokbedrijven werd voor de produktie van de slachtvarkens, die bij dit onderzoek zijn betrokken, meer dan een beer gebruikt. Om na te gaan of erfelijke factoren van invloed zijn op het optreden van long- en leveraandoeningen, werden de resultaten van de afstammelingen van beren met meer dan 60 onderzochte nakomelingen, die op hetzelfde fokbedrijf werden gebruikt, met elkaar vergeleken. De resultaten van deze vergelijking zijn weergegeven in tabel 4.9.

TABEL 4.9. De frekwenties van de long- en leveraandoeningen van nakomelingen van beren, die op hetzelfde fokbedrijf werden gebruikt.

Nr. fok-bedrijf	Nr. beer	Longaandoening (%)				Leveraandoening (%)					
		aantal dieren	0	1	2	3	aantal dieren	0	1	2	3
2	5984	272	49	44	7	0	272	39	50	5	6
	18093	70	50	40	10	0	70	30	50	10	10
4	17890	191	49	44	5	2	191	35	54	5	6
	5576	116	40	51	7	2	116	47	40	10	3
5	18810	378	57	34	8	1	379	66	28	4	2
	18028	72	28	40	28	4	72	42	44	4	10
6	8334	267	40	45	9	6	267	28	55	9	8
	18823	134	32	32	23	13	135	27	56	11	6
9	18809	215	48	36	12	4	215	27	57	8	8
	19111	71	65	27	8	0	71	37	52	4	7
13	14985	268	54	38	6	2	269	35	50	5	10
	11635	89	65	26	5	4	89	20	66	4	10
	2602	67	54	37	8	1	67	45	44	7	4
14	18626	165	51	45	3	1	165	31	61	4	4
	4243	146	38	42	17	3	147	34	43	15	8
χ^2_8			42.1**			15.6*		38.7**			12.5
χ^2_{26}					57.7**					40.7**	

** p < 0.01.

* p < 0.05.

Er blijken significante verschillen te bestaan in de frekwenties van de long- en leveraandoeningen tussen de nakomelingen van de beren, die binnen een fokbedrijf werden gebruikt. Een uitzondering hierop vormt bij de leveraandoeningen het percentage volledig afgekeurde levers. De verschillen in dit percentage zijn niet significant.

Bij het beoordelen van de verschillen in percentages in tabel 4.9 is het van belang te weten, of de beren op de fokbedrijven in dezelfde periode gebruikt zijn. Daarom zijn in tabel 4.10 de geboortemaanden van de nakomelingen van de, in tabel 4.9 vermelde, beren weergegeven.

Op fokbedrijf no. 6 zijn de beren vrijwel tegelijkertijd gebruikt. Tussen de beren van dit bedrijf werden significante verschillen in het percentage weinig- en het percentage matig aangetaste longen bij de nakomelingen aangetoond. De gevonden verschillen in leveraandoeningen waren niet significant. Op de fokbedrijven no. 5 en 13 werden de beren gedurende een gedeelte van de periode tegelijkertijd gebruikt. Op fokbedrijf 5 konden significante verschillen in de frekwentie van de longaandoeningen en in het percentage niet aangetaste levers tussen de beren worden aangetoond. Op

TABEL 4.10. De geboortemaanden van de nakomelingen van beren, die op hetzelfde fokbedrijf werden gebruikt.

Nr. fok- bedr.	nr. beer	Geboortemaand													
		1968				1969				1970					
		dec.	jan.	feb.	mrt.	apr.	mei	juni	juli	aug.	sep.	okt.	nov.	dec.	jan.
2	5984					x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	18093	x		x	x	x	x								
4	17890	x	x	x	x	x	x	x							
	5596								x	x	x	x	x	x	x
5	18810				x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
	18028		x	x	x	x	x								
6	8334				x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
	18823						x	x	x	x	x	x	x	x	
9	18809					x	x	x	x	x	x	x	x	x	
	19111												x	x	x
13	14985			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
	11635		x		x	x	x	x							
	2602								x	x	x		x	x	x
14	18626		x	x	x	x	x	x							
	4243								x	x	x	x	x	x	

bedrijf 13 werd alleen bij het percentage niet aangetaste levers een significant verschil tussen de beren gevonden. Op de fokbedrijven 2, 4, 9 en 14 zijn de beren grotendeels in verschillende perioden gebruikt. De hier gevonden verschillen tussen de beren kunnen hierdoor worden beïnvloed.

4.1.8. De seizoenverschillen

Het onderzoek naar de frekwenties van long- en leveraandoeningen bij slachtvarkens werd uitgevoerd in de periode van 1 oktober 1969 tot 1 oktober 1970. Iedere maand werden van een groot aantal dieren de longen en levers onderzocht. In tabel 4.11 zijn de frekwenties van de long- en leveraandoeningen per slachtmaand weergegeven. Door middel van de χ^2 -toets is nagegaan, of de verschillen in de frekwenties tussen de maanden significant zijn.

De verschillen in de frekwenties van de long- en leveraandoeningen tussen de slachtmaanden zijn significant met uitzondering van het percentage veel aangetaste longen (kode 3). Hierbij konden geen significante verschillen worden aangetoond.

Een goede indruk van de ernst van de long- en leveraandoeningen per maand wordt weergegeven door de long- resp. leveraantastingsgraad. Deze waarden zijn weergegeven in tabel 4.12.

De longaantastingsgraad is hoog in de maanden mei, juni, juli en augustus en laag in de maanden november, december, januari en februari.

De leveraantastingsgraad is hoog in de maanden oktober t/m maart en

TABEL 4.11. De frekwenties van de long- en leveraandoeningen per slachtmaand (1 okt. 1969 tot 1 okt. 1970).

Slacht- maand	Longaandoening (%)					Leveraandoening (%)					
	aantal dieren	0	1	2	3	aantal dieren	0	1	2	3	
Okt. 1969	564	47	40	9	4	568	23	54	8	15	
Nov. 1969	671	58	33	7	2	671	29	56	7	8	
Dec. 1969	679	50	43	6	1	681	29	59	5	7	
Jan. 1970	745	59	31	7	3	747	27	59	6	8	
Feb. 1970	404	58	31	8	3	404	29	59	6	6	
Mrt. 1970	583	47	40	10	3	586	34	52	10	4	
Apr. 1970	298	45	42	10	3	299	51	34	7	8	
Mei 1970	438	40	44	12	4	438	45	38	9	8	
Juni 1970	237	42	45	9	4	238	41	42	10	7	
Juli 1970	531	43	43	10	4	531	45	39	9	7	
Aug. 1970	371	37	42	18	3	373	45	39	9	7	
Sep. 1970	220	48	35	14	3	220	43	41	11	5	
Totaal	5741	49	39	9	3	5756	34	50	8	8	
χ^2_{11}		112.49***			12.61		189.80***			45.38***	
χ^2_{22}		60.58***					99.26***				

*** $p < 0.005$.

TABEL 4.12. De long- en leveraantastingsgraad per slachtmaand.

	1969					1970					Tot.		
	okt.	nov.	dec.	jan.	feb.	mrt.	apr.	mei	juni	juli		aug.	sep.
Longaantas- tingsgraad	0.71	0.53	0.60	0.54	0.57	0.69	0.72	0.80	0.75	0.74	0.86	0.72	0.66
Leveraantas- tingsgraad	1.16	0.94	0.91	0.95	0.88	0.84	0.71	0.80	0.83	0.78	0.79	0.77	0.89

duidelijk lager in de periode april t/m september. De verschillen in long-aantastingsgraad tussen de maanden zijn significant ($F = 9,05$; $p < 0,01$). Ditzelfde is het geval met de verschillen in leveraantastingsgraad ($F = 8,12$; $p < 0,01$). Het verloop van de long- en leveraantastingsgraad per slachtmaand is grafisch weergegeven in figuur 4.6.

De longaantastingsgraad volgt enigszins het verloop van een sinusfunctie. Bij het verloop van de leveraantastingsgraad is vooral de onverwacht hoge waarde in oktober 1969 opvallend. Bij analyse van de basisgegevens blijkt, dat hierop één meststal sterke invloed uitoefent. Het betreft meststal no. 2 van mestbedrijf no. 5 (zie tabel 4.5). Uit deze meststal werden in de maan-

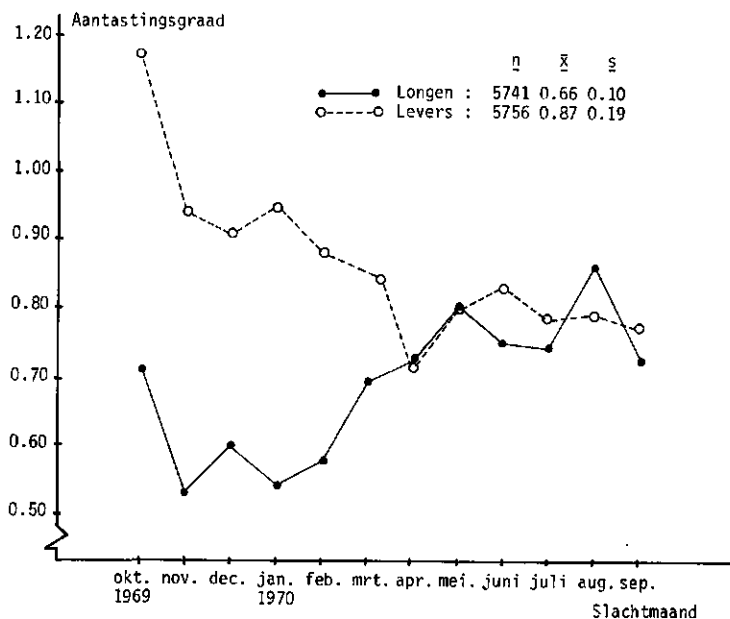


FIG. 4.6. De long- en leveraantastingsgraad per slachtmaand.

den oktober, november en december 1969 in totaal 122 varkens onderzocht. Daarna bleef de stal een aantal maanden leeg staan. Voor het eerst werden er weer varkens geleverd in juni 1970. Het percentage volledig afgekeurde levers van de in oktober, november en december onderzochte varkens uit deze stal was zeer hoog, resp. 66^o/_o, 40^o/_o en 16^o/_o. Hieruit blijkt, dat de leveraantastingsgraad in oktober en in iets mindere mate in november, sterk door deze ene meststal is beïnvloed. Van de overige mestbedrijven werden regelmatig gedurende het gehele jaar varkens afgeleverd en onderzocht. Het niveau-verschil in leveraantastingsgraad tussen oktober 1969 en september 1970 kan verder ook zijn veroorzaakt door een jaarinvloed.

In figuur 4.6 is de long- en leveraantastingsgraad per slachtmaand weer-gegeven. Mogelijk is de maand, waarin de varkens op het mestbedrijf zijn ingelegd nog meer van invloed op de long- en leveraantastingsgraad bij slachten. In de bijlagen 1 en 2 zijn de frekwenties van de long-, resp. leveraandoeningen van de varkens, gerangschikt naar de maand van inleg, vermeld. Bovendien zijn de bijbehorende long- en leveraantastingsgraad in de bijlagen opgenomen. Omdat er, vooral t.a.v. de longaandoeningen, duidelijke geslachtsverschillen voorkomen, is onderscheid gemaakt tussen de borgen en gelten. Het verloop van de longaantastingsgraad per inlegmaand is in figuur 4.7 grafisch uitgebeeld.

Uit figuur 4.7 blijkt, dat het verloop van de longaantastingsgraad per inlegmaand bij de borgen en gelten gelijk is. De longaantastingsgraad bij de

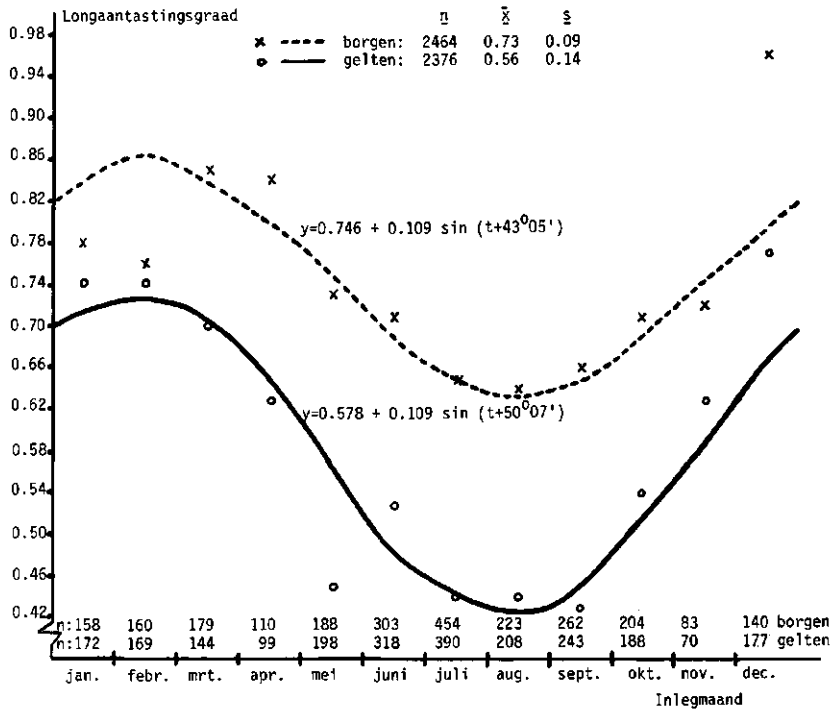


FIG. 4.7. De longaantastingsgraad per inlegmaand per geslacht.

borgen ligt wel continu op een hoger niveau. De longaantastingsgraad is hoog bij de dieren, die worden ingelegd op het mestbedrijf in de periode november–mei en laag bij de dieren, die worden ingelegd van mei tot november. De longaantastingsgraad per inlegmaand heeft een sinusoïde-achtig verloop. Mogelijk is het verloop van de longaantastingsgraad per inlegmaand uit te drukken in een sinusfunctie. Om dit na te gaan werd voor de longaantastingsgraad (LoA) de volgende formule opgezet:

$$\text{LoA} = A \sin(\alpha t_i + \beta) + c$$

De cyclusgrootte van de inlegdatum (t_i) is een jaar. Om het jaar om te zetten in 360° werd $\alpha = 1$ ingevoerd.

Het verband tussen de longaantastingsgraad (LoA) en de inlegdatum (t_i) wordt dan weergegeven door:

$$\text{LoA} = c + A \sin t_i + \beta \quad (t_i \rightarrow 1,360)$$

Uitgaande van bovenvermelde formule voor de longaantastingsgraad werd met behulp van de F-toets nagegaan, of de berekende waarden niet significant verschillen van de werkelijk gevonden waarden. Na toetsing bleek, dat de, volgens de formule berekende waarden zowel voor de borgen ($F \geq 4,6$;

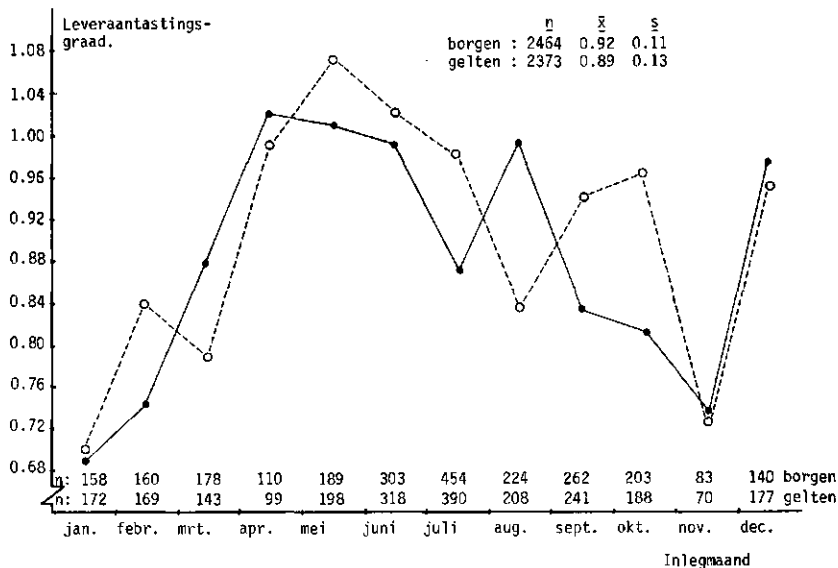


FIG. 4.8. De leveraantastingsgraad per inlegmaand per geslacht.

$p < 0,01$) als voor de gelten ($F \geq 4,6$; $p < 0,01$) niet significant verschillen van de werkelijk gevonden waarden. Men kan nu per geslacht de longaanastingsgraad (LoA) als volgt als functie van de inlegdatum (t_i) weergeven:

$$\text{borgen: } LoA = 0,746 + 0,109 \sin(t_i + 43^\circ 05') \quad (R^2 = 0,65\%)$$

$$\text{gelten: } LoA = 0,578 + 0,156 \sin(t_i + 50^\circ 07') \quad (R^2 = 1,62\%)$$

In figuur 4.8 is het verloop van de leveraantastingsgraad wederom gesplitst per geslacht, grafisch weergegeven.

Uit deze gegevens blijkt, dat de leveraantastingsgraad van de dieren, ingelegd in de maanden april, mei en juni hoog is. Bij de dieren, ingelegd in de maanden november, januari en februari is deze leveraantastingsgraad lager. Er bestaan geen duidelijke niveauverschillen tussen de borgen en de gelten.

4.1.9. De interactie tussen de frekwentie van de long- en leverandoeningen

In de literatuur wordt herhaalde malen gewezen op het verband tussen de frekwentie van de long- en leverandoeningen (UNDERDAHL e.a., 1957; NIEBERLE e.a., 1962; RONEUS 1964 en 1966; DEWAELE e.a. 1972). Uit al deze onderzoeken bleek, dat, bij besmetting van de varkens met infectieuze *Ascaris suum* larven, een toenemen in de frekwentie van de lever- én de longaandoeningen werd waargenomen. Om na te gaan of dit verband ook uit de gegevens van dit onderzoek kan worden aangetoond, werd het totale materiaal ingedeeld in groepen met zoveel mogelijk gelijke omstandigheden. De indeling vond plaats op grond van geslacht, slachtaand, beer, mest-

TABEL 4.13. De frekwentie van de longaandoeningen per leveraandoeningsklasse.

Leveraandoenings- klasse	Aantal dieren	Longaandoeningen (%)			
		0	1	2	3
0	1979	53	36	9	2
1	2879	48	40	9	3
2	448	42	38	13	7
3	434	43	38	13	6
χ^2_3		28.55***			
χ^2_6		35.07***			

*** $p < 0.005$.

bedrijf en meststal binnen mestbedrijf. Op deze manier ontstonden groepen, waarbinnen zo zuiver mogelijk een eventueel verband tussen de frekwentie van long- en leveraandoeningen kon worden vastgesteld.

Uit berekening van de korrelaties en regressies binnen de klassen kon worden aangetoond, dat er tussen de frekwentie van de long- en leveraandoeningen bij de individuele dieren een positief verband bestaat ($r = 0,09$). Dit verband is significant ($p < 0,01$). Uit deze gegevens blijkt, dat het gedeelte van de totale variatie in de frekwentie long- en leveraandoeningen, dat wordt verklaard door het verband tussen deze twee, slechts klein is. De regressie van de frekwentie van de longaandoeningen op de frekwentie van de leveraandoeningen was 0,08. Dit betekent, dat de longaantastingsgraad met 0,08 toeneemt bij het stijgen van de leveraantastingsgraad met 1 eenheid. In tabel 4.13 is de frekwentie van de longaandoening per leveraandoeningsklasse weergegeven.

Uit tabel 4.13 blijkt, dat bij het toenemen van de leveraandoening een daling optreedt in het percentage niet aangetaste longen en een stijging vooral

TABEL 4.14. De frekwentie van de leveraandoeningen per longaandoeningsklasse.

Longaandoenings- klasse	Aantal dieren	Leveraandoeningen (%)			
		0	1	2	3
0	2822	38	49	7	6
1	2210	32	52	8	8
2	531	31	47	11	11
3	177	25	46	15	14
χ^2_3		28.26***			
χ^2_6		38.03***			

*** $p < 0.005$.

in het percentage matig en veel aangetaste longen is waar te nemen. Op dezelfde manier zijn in tabel 4.14 de frekwenties van de leveraandoeningen per longaandoeningsklasse weergegeven.

Ook de gegevens in tabel 4.14 wijzen weer op het verband tussen de frekwenties van de long- en leveraandoeningen. Naarmate de longaandoeningen toenemen daalt het percentage niet aangetaste levers en stijgen vooral het percentage matig aangetaste en volledig afgekeurde levers. Het is opvallend, dat de verschuiving in percentages aangetaste longen resp. levers bij het toenemen van de levers- resp. longaandoeningen vooral plaatsvindt van de niet aangetaste naar de matig en veel aangetaste groep. Het percentage weinig aangetaste longen resp. levers wordt slechts weinig beïnvloed.

In het vorenstaande is het verband tussen de long- en leveraandoeningen bij het individuele dier aangetoond. Het verband werd nagegaan binnen mestbedrijven en binnen meststallen op de mestbedrijven. De bedrijfsomstandigheden voor vergelijkbare groepen dieren waren dus gelijk. Natuurlijk is het mogelijk, dat er bedrijfsomstandigheden bestaan, die zowel de long- als de leveraandoeningen in ongunstige zin beïnvloeden. In paragraaf 4.1.5. werd reeds aangetoond, dat er geen verband bestaat tussen de gemiddelde longaantastingsgraad en de daarbij behorende leveraantastingsgraad per meststal. Om na te gaan of er verband bestaat tussen de frekwenties in long- en leveraandoeningen per meststal werden de korrelaties tussen de percentages per long- en leveraandoeningsklasse per meststal berekend en getoetst op significantie. In tabel 4.15 zijn de aldus berekende korrelaties met de daarbij behorende regressiecoëfficiënten vermeld. De toets op significantie van de korrelatiecoëfficiënten werd uitgevoerd m.b.v. de toets van Student. In deze korrelatieberekening zijn de percentages weinig aangetaste longen en levers (kode 1) per meststal niet betrokken, omdat zij het supplement vormen van de 3 overige aandoeningsklassen.

TABEL 4.15. De korrelatie- en regressiecoëfficiënten tussen de frekwenties van de long- en leveraandoeningen per meststal.

	r_{xy}	y:	Longen			Levers		
			0	2	3	0	2	3
	b_{yx}	x:						
Longen		0	—	-0.74**	-0.62**	-0.18	+0.17	+0.49*
		2	-1.7	—	+0.74**	+0.52	-0.22	-0.38
		3	-1.7	+0.9	—	+0.11	+0.13	-0.22
Levers		0		+0.2		—	-0.59*	-0.47*
		2				-1.6	—	+0.29
		3		+0.9		-1.1		—

** $p < 0.01$.

* $p < 0.05$.

Er werden significante korrelaties gevonden ($p < 0,01$) tussen de frekwenties van de longaandoeningen onderling. Ook tussen het percentage niet aangetaste levers enerzijds en het percentage matig aangetaste en volledig afgekeurde levers anderzijds bestaat een significante korrelatie ($p < 0,05$). Tussen het percentage matig aangetaste levers en het percentage volledig afgekeurde levers werd geen verband aangetoond.

Betreffende het verband tussen de frekwenties van de long- en van de leveraandoeningen werden significante korrelaties gevonden tussen het percentage matig aangetaste longen en het percentage niet aangetaste levers ($r = +0,52$) en tussen het percentage niet aangetaste longen en het percentage volledig afgekeurde levers ($r = +0,49$). De bijbehorende regressiekoëfficiënten zijn resp. $b = +0,2$ en $b = +0,9$. Een en ander betekent, dat bij het stijgen van het percentage volledig afgekeurde levers per meststal met 1% een daling in het percentage aangetaste longen met 0,9% optreedt. Evenzo geldt, dat bij daling van het percentage aangetaste levers met 1% het percentage matig aangetaste longen met 0,2% stijgt. Beide regressies geven aan, dat er per meststal een negatief verband bestaat tussen de frekwentie van de long- en van de leveraandoeningen.

4.2. DE INVLOED VAN EEN AANTAL MILIEUFAKTOREN OP DE FREKWENTIE VAN LONG- EN LEVERAANDOENINGEN

4.1.2. Algemeen

Uit de resultaten in de paragrafen 4.1.3. en 4.1.4. blijkt, dat er significante verschillen in de frekwenties van de long- en leveraandoeningen bestaan tussen mestbedrijven en tussen meststallen binnen mestbedrijven. Om na te gaan of deze verschillen in frekwenties verklaard kunnen worden door verschillen in milieuomstandigheden werd in een aantal meststallen verder onderzoek uitgevoerd. Als gevolg van de beschikbare proefcapaciteit werden niet alle meststallen uit het eerste gedeelte van het onderzoek bij dit onderzoek betrokken. Daarom werden, op grond van de in het eerste gedeelte gevonden frekwenties van de long- en leveraandoeningen, 17 meststallen geselecteerd. De meststallen werden zodanig gekozen, dat ook stallen met extreme frekwenties in het onderzoek werden betrokken. De frekwenties van de long- en leveraandoeningen van de 17 meststallen zijn vermeld in bijlage 3. Dit onderzoek vond plaats in de periode 1 april 1971 tot 1 april 1972. Van de 17 meststallen werden gegevens vermeld betreffende een aantal milieufactoren (voor een uitvoerige beschrijving van het onderzoek wordt verwezen naar hoofdstuk 3). Bij de onderzochte milieufactoren kan onderscheid worden gemaakt in stalklimaatfactoren en algemene milieuomstandigheden. Als stalklimaatfactoren werden bepaald: de temperatuur, de relatieve luchtvochtigheid, de luchtsnelheid, het NH_3 -gehalte, het CO_2 -gehalte en de katawaarde. Betreffende de algemene milieuomstandigheden werden gegevens verzameld over de hygiëne, de bezettingsgraad, de opper-

vlakke en de inhoud per mestvarkensplaats, het verplaatsen, het verwarmings- en ventilatiesysteem, de schoonmaak-maatregelen, het ontwormen en het uitmestsysteem.

4.2.2. De variatie in de stalklimaatfactoren

4.2.2.1. De temperatuur en relatieve luchtvochtigheid

Tijdens elke stalklimaatmeting werd zowel buiten als in de stal de temperatuur (T) en de relatieve luchtvochtigheid (RV) gemeten. In totaal werd in de 17 meststallen de temperatuur en de relatieve luchtvochtigheid 167 maal gemeten. In figuur 4.9 is een frekwentieverdeling van de gemeten staltemperaturen weergegeven. Evenzo is in figuur 4.10 een frekwentieverdeling van de relatieve luchtvochtigheid in de stal gegeven.

De variatie van de temperatuur en relatieve luchtvochtigheid in de stal zal in een bepaalde mate worden beïnvloed door temperatuur en relatieve luchtvochtigheid buiten de stal. Naarmate de isolatie, ventilatie en mate van bijverwarming van de stal anders is, is ook de invloed van de T en RV buiten anders. In tabel 4.16 zijn de gemiddelden en spreidingen van de T en RV in en buiten de stal per maand weergegeven. De maandelijkse meting in de stallen werd zoveel mogelijk bij dezelfde buitentemperatuur uitgevoerd. Dit verklaart de kleine spreidingen van de buitentemperatuur per maand. De staltemperatuur wordt duidelijk door de buitentemperatuur beïnvloed ($r = 0,98$, $p < 0,01$). Ook de gemiddelde RV in de stal per maand wordt sterk beïnvloed door de RV buiten ($r = 0,88$, $p < 0,01$). Dat er bij daling van de buitentemperatuur in december 1971 toch een gelijke staltemperatuur t.o.v. de maand november 1971 optreedt, is het gevolg van het bijverwarmen

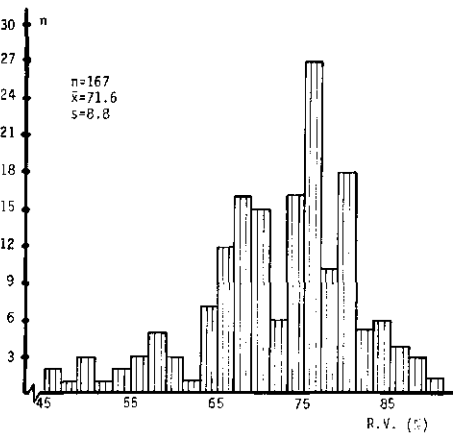
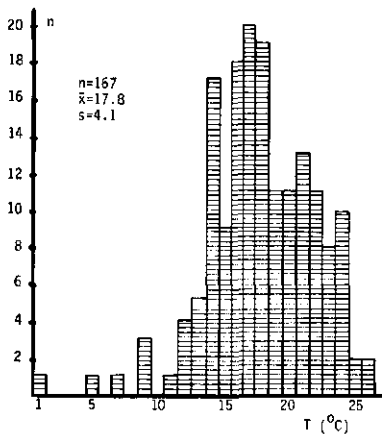


FIG. 4.9. De frekwentie-verdeling van de staltemperatuur.

FIG. 4.10. De frekwentie-verdeling van de RV in de stal.

TABEL 4.16. De gemiddelden en spreidingen van T en RV per maand.

Maand	aantal metingen	T-buiten		T-in de stal		R.V.-buiten		R.V.-in de stal	
		\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s
Apr. '71	17	9.9	1.3	17.1	2.2	73.1	10.2	68.7	10.0
Mei	16	12.5	0.9	18.9	1.8	88.6	5.1	77.3	5.6
Juli	16	19.5	1.6	22.8	1.6	75.9	9.0	73.5	5.0
Aug.	17	21.5	1.2	23.1	1.3	51.7	10.0	58.8	7.7
Sept.	16	17.7	1.4	21.1	1.8	77.9	8.5	77.0	5.6
Nov.	17	6.4	3.0	15.0	2.0	85.3	7.0	76.7	5.1
Dec.	17	2.8	0.7	15.2	1.6	94.4	2.7	75.6	5.8
Jan. '72	17	-4.0	2.1	12.3	4.8	71.2	7.0	72.9	8.1
Febr.	17	8.8	1.3	17.1	1.5	71.6	3.0	70.6	6.7
Mrt.	17	10.4	2.0	16.4	2.5	70.3	7.4	65.6	7.9
Totaal	167	10.4	7.6	17.8	4.1	75.9	13.4	71.6	8.8

in een aantal stallen vanaf december. In de maand maart 1972 zien we het omgekeerde effect t.o.v. de voorgaande maand optreden.

De invloed van T en RV buiten de stal op de staltemperatuur en RV in de stal zal niet steeds dezelfde zijn. Naarmate de varkenshouder een betere stalklimaatregeling toepast is deze invloed minder. In tabel 4.17 zijn de gemiddelden en spreidingen van T en RV per stal vermeld. Met behulp van de F-toets werd aangetoond, dat er geen significante verschillen waren

TABEL 4.17. De gemiddelden en spreidingen van T en RV per meststal.

Nr. mest-bedrijf	Nr. mest-stal	aantal metingen	T-buiten		T-in de stal		RV-buiten		RV-in de stal	
			\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s
3	1	10	11.1	8.6	17.7	3.4	72.6	16.7	66.9	11.5
	2	10	11.1	8.6	19.2	4.1	72.7	16.7	66.8	11.4
4	1	10	9.8	7.8	14.9	6.9	80.4	10.3	78.8	6.8
	3	10	10.3	8.9	18.7	3.9	75.4	13.5	71.0	4.4
5	4	10	9.8	7.8	19.7	2.3	80.4	10.3	70.3	7.7
	1	10	10.4	9.0	18.2	3.7	75.8	16.0	62.9	9.4
6	2	9	9.3	8.8	16.9	3.1	75.9	16.9	72.2	12.0
	1	10	11.2	8.1	20.0	4.2	78.3	17.9	70.5	9.4
7	3	10	11.2	8.1	18.7	3.4	78.0	18.0	70.3	10.0
	1	10	10.2	7.5	17.8	3.1	72.8	11.7	75.2	9.3
10	1	9	9.8	7.5	17.4	4.4	74.1	13.0	74.2	7.0
11	1	10	11.2	7.4	16.1	5.2	76.6	11.2	73.4	6.8
	2	10	11.2	7.4	17.0	4.9	76.6	11.2	74.8	8.1
13	1	10	9.8	7.5	17.6	3.9	77.3	12.6	76.8	5.2
16	1	10	10.8	7.1	17.6	4.3	75.6	10.9	71.2	4.7
17	1	10	10.5	6.8	17.7	2.3	73.1	11.1	71.1	7.3
18	1	9	9.3	8.2	18.0	3.5	74.3	13.8	70.8	6.7
Totaal		167	10.4	7.6	17.8	4.1	75.9	13.4	71.6	8.8

tussen de gemiddelden van de stal voor wat betreft T-buiten, T-in de stal en RV-buiten. Wel werd een significant verschil gevonden tussen de stal-gemiddelden van de RV-in de stal. Hoewel er geen verschillen tussen de gemiddelde staltemperaturen werden aangetoond, zijn er in bepaalde gedeelten van het jaar duidelijke verschillen. De slechter geïsoleerde, niet verwarmde stallen hebben in de winter lagere temperaturen, maar eveneens in de zomer hogere staltemperaturen dan de overige stallen. Dat er hierdoor duidelijke verschillen in de opbouw van de gemiddelde staltemperatuur ontstaan, blijkt enigszins uit de verschillen in de spreiding van de staltemperatuur. Bij de slechter geïsoleerde, niet verwarmde stallen is de spreiding groter.

Tijdens het onderzoek bleek, dat door het meten van de staltemperatuur alléén geen juiste indruk kon worden verkregen van de temperatuursregeling in de stal. Temperatuurschommelingen in de stal als gevolg van temperatuurschommelingen buiten de stal in korte perioden (b.v. dag- en nachtschommelingen) werden door het meten van de staltemperatuur eenmaal per maand niet gesignaleerd. Om van deze temperatuurschommelingen toch een indruk te krijgen, werd aan het eind van de proefperiode (8-16 maart 1972)

TABEL 4.18. Temperatuurschommeling in de stal als gevolg van temperatuurschommeling buiten (8-16 maart 1972).

Nr. mest-bedrijf	Nr. mest-stal	laagste T buiten (°C)	hoogste T buiten (°C)	laagste T binnen (°C)	hoogste T binnen (°C)	TS _{bu} *	TS _{bi} **	TSG***
3	1	-3	+6	7	16	9	9	1.00
	2	-3	+6	6	14	9	8	0.89
4	1	-1	+9	10	17	10	7	0.70
	3	-1	+9	15	17	10	2	0.20
	4	-1	+9	17	19	10	2	0.20
5	1	-1	+6	14	17	7	3	0.43
	2	-1	+6	14	16	7	2	0.29
6	1	-1	+6	13	15	7	2	0.29
	3	-1	+6	14	18	7	4	0.57
7	1	+1	+3	14	16	2	2	1.00
10	1	0	+16	14	22	16	8	0.50
11	1	0	+16	10	21	16	11	0.69
	2	0	+16	10	19	16	9	0.56
13	1	-3	+3	13	18	6	5	0.83
16	1	0	+16	12	21	16	9	0.56
17	1	-3	+7	9	19	10	10	1.00
18	1	-1	+9	15	19	10	4	0.40
								0.60

* TS_{bu} = temperatuurschommeling buiten.

** TS_{bi} = temperatuurschommeling binnen.

*** TSG = temperatuurschommelingsgraad = TS_{bi}/TS_{bu}

van iedere stal gedurende minimaal 24 uur de temperatuurschommeling ten opzichte van de temperatuurschommeling buiten vastgelegd. De resultaten van deze meting zijn vermeld in tabel 4.18.

In een aantal stallen werd de staltemperatuur nauwelijks beïnvloed door de schommeling in de buitentemperatuur. Deze stallen hebben daarom een lage temperatuurschommelingsgraad. Bij de stallen met een hoge TSG is de invloed van de buitentemperatuur groot. De in tabel 4.18 vermelde resultaten zijn afkomstig van één 24 uursmeting per stal.

4.2.2.2. Het NH₃- en CO₂-gehalte van de stallucht

Het NH₃- en CO₂-gehalte van de stallucht werd tijdens elke stalklimaatmeting bepaald door het nemen van een monster van de stallucht.

In figuur 4.11 is de frekwentieverdeling van het NH₃-gehalte uit 167 stalklimaatmetingen weergegeven. Evenzo is in figuur 4.12 de frekwentieverdeling van de CO₂-gehalten uitgebeeld. Eenmaal werd een CO₂-gehalte van 0,62 vol % gemeten. Deze waarde is in de frekwentieverdeling niet vermeld. De spreiding in het NH₃- en CO₂-gehalte wordt gedeeltelijk veroorzaakt door het verschillende ventilatiepatroon in mestvarkensstallen in de zomer en de winter. Bij hoge temperaturen in de zomer wordt er zoveel mogelijk geventileerd om de door de varkens geproduceerde warmte af te voeren. Deze sterke ventilatie zal echter ook een lager CO₂- en NH₃-gehalte tot gevolg hebben. In de winter zal de ventilatie in de stal veel minder zijn. Omdat er in de verschillende perioden ongeveer evenveel NH₃ en CO₂ in de stal wordt geproduceerd mag men in deze laatste periode hogere gehalten verwachten. In tabel 4.19 worden de gemiddelden en de spreidingen van het NH₃- en het CO₂-gehalte per maand vermeld.

Er konden geen verschillen in het gemiddeld NH₃-gehalte tussen de maanden worden aangetoond ($F = 1,21$). Tussen de gemiddelde CO₂-ge-

TABEL 4.19. De gemiddelden en spreidingen van NH₃- en CO₂-gehalte per maand.

Maand	aantal metingen	NH ₃ -gehalte (ppm)		CO ₂ -gehalte (10 ⁻² vol %)	
		\bar{x}	s	\bar{x}	s
Apr. 1971	17	10.8	4.9	12.8	4.7
Mei	16	7.6	5.0	9.8	2.0
Juli	16	7.1	4.8	9.4	1.5
Aug.	17	10.1	7.0	9.5	3.1
Sept.	16	8.7	4.3	12.7	3.8
Nov.	17	9.0	4.1	14.0	5.6
Dec.	17	9.8	4.3	19.7	6.3
Jan. 1972	17	10.9	7.3	25.9	14.0
Febr.	17	11.1	5.2	17.2	5.8
Mrt.	17	8.6	4.9	12.7	4.8
Totaal	167	9.4	5.3	14.4	7.8

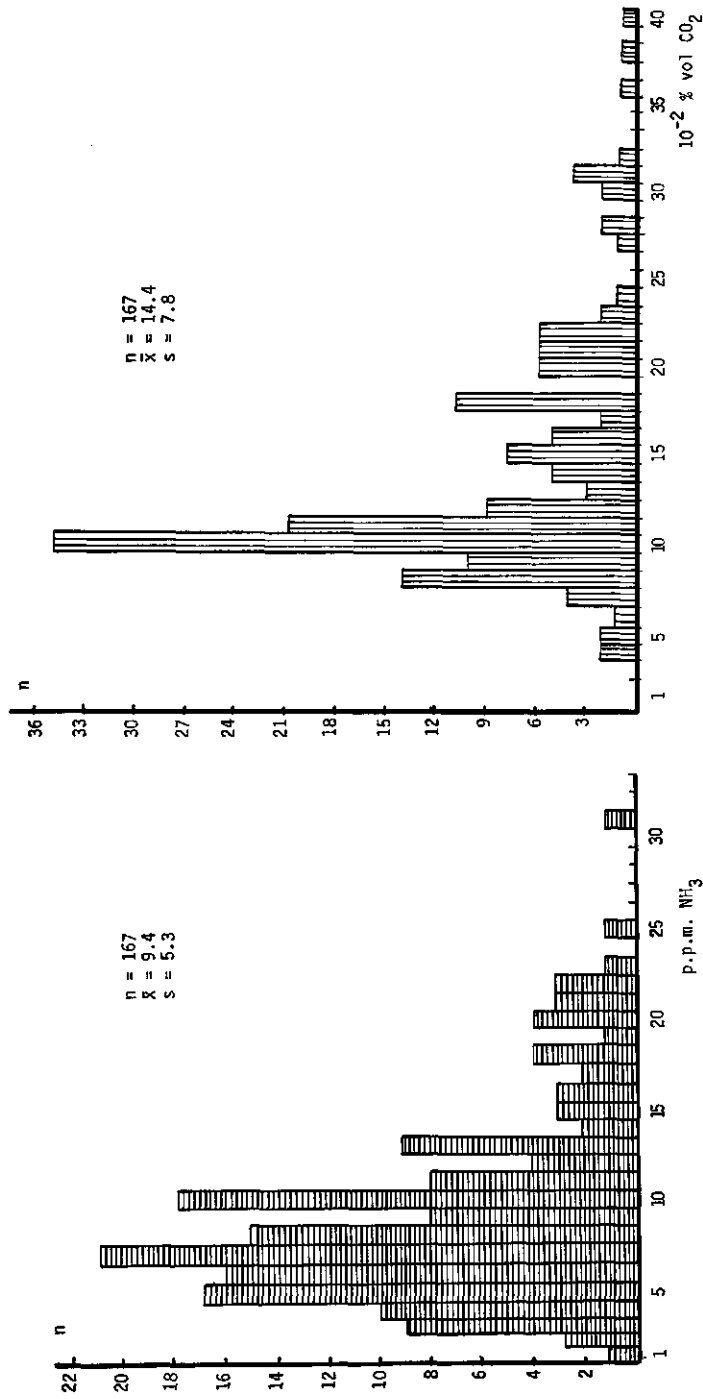


FIG. 4.11. De frekwentie-verdeling van het NH_3 -gehalte in de stal.
 FIG. 4.12. De frekwentie-verdeling van het CO_2 -gehalte in de stal.

TABEL 4.20 De gemiddelden en spreidingen van NH₃- en CO₂-gehalte per meststal.

Nr. mest-bedrijf	Nr. mest-stal	aantal metingen	NH ₃ -gehalte (ppm)		CO ₂ -gehalte (10 ⁻² vol %)	
			\bar{x}	s	\bar{x}	s
3	1	10	7.6	3.1	12.5	8.4
	2	10	9.6	2.7	13.0	7.2
4	1	10	14.1	4.5	11.5	4.1
	3	10	10.7	3.5	17.4	9.5
	4	10	15.7	4.8	16.5	6.9
5	1	10	4.0	1.4	9.3	3.0
	2	9	7.4	2.9	17.1	10.2
6	1	10	14.6	6.0	18.5	15.9
	3	10	6.6	2.1	13.6	8.9
7	1	10	6.5	2.4	16.5	7.8
10	1	9	15.9	5.5	16.1	7.1
11	1	10	5.3	2.6	13.2	7.8
	2	10	9.3	4.1	12.7	6.8
13	1	10	5.9	2.8	15.3	4.9
16	1	10	6.5	3.0	13.2	5.0
17	1	10	9.8	4.8	13.3	4.6
18	1	9	9.9	8.5	16.0	6.1
Totaal		167	9.4	5.3	14.4	7.8

halten per maand bestonden wel significante verschillen ($F = 12,0$, $p < 0,005$). In de maanden met lage buitentemperaturen is het CO₂-gehalte het hoogst. Tussen de gemiddelde buitentemperatuur per maand en het gemiddelde CO₂-gehalte bestaat een significante negatieve correlatie ($r = 0,90$, $p < 0,01$). Hoewel er geen significante verschillen in het NH₃-gehalte per maand bestaan is het mogelijk, dat er tussen de meststallen wel niveauverschillen in het NH₃-gehalte aanwezig zijn. Ook bij het CO₂-gehalte kunnen per meststal niveauverschillen voorkomen. In tabel 4.20 worden de gemiddelden en de spreidingen van het NH₃- en CO₂-gehalte per meststal weergegeven.

Er werden significante verschillen in de gemiddelde NH₃-gehalten per meststal aangetoond ($F = 8,05$; $p < 0,006$). Het NH₃-gehalte wordt vrijwel niet door maandeffecten beïnvloed, maar wordt sterk bepaald door de omstandigheden in de meststal. Aangezien NH₃ in de stal wordt gevormd door bacteriële omzettingen in de mest, zal dit gehalte met name sterk worden beïnvloed door het toegepaste uitmeststelsel en de mate van uitmesten per stal.

Bij de CO₂-gehalten konden geen significante verschillen tussen de meststallen worden aangetoond ($F = 0,97$). De reeds eerder gesignaleerde maandverschillen zullen dus in elke meststal in ongeveer gelijke mate optreden. Dit moge ook blijken uit de grote spreiding in het CO₂-gehalte per meststal.

4.2.2.3. De luchtsnelheden in de stal

Tijdens elke stalklimaatmeting werd op vier verschillende plaatsen in de stal de luchtsnelheid gemeten. De laagste luchtsnelheid wordt aangeduid met LU_1 , de daaropvolgende met LU_2 , de op een na hoogste met LU_3 en de hoogste met LU_4 . Van deze vier luchtsnelheden werd het gemiddelde berekend (GLU), terwijl bovendien het verschil tussen de hoogste en de laagste luchtsnelheid werd vastgesteld (VLU). In figuur 4.13 is de frekwentieverdeling van de individuele luchtsnelheden in de stal weergegeven. Bovendien is in figuur 4.14 de frekwentiekurve van de gemiddelde luchtsnelheid per meting weergegeven. De hoogst gemeten luchtsnelheid in de stal was 60 cm/sec. Bij één meting was de gemiddelde luchtsnelheid van de vier individuele metingen 40 cm/sec. Er is een grote spreiding in de gemiddelde luchtsnelheden per meting.

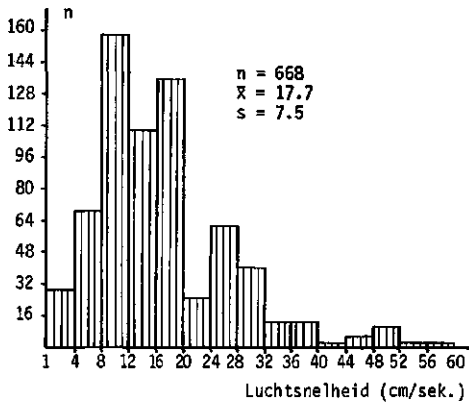


FIG. 4.13. De frekwentie-verdeling van de luchtsnelheid in de stal.

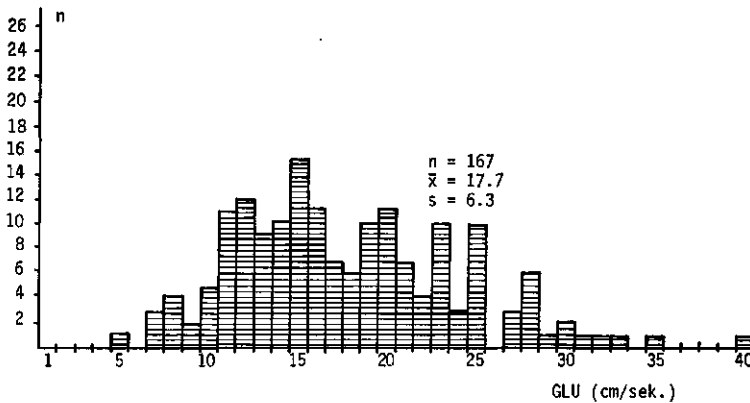


FIG. 4.14. De frekwentie-verdeling van de gemiddelde luchtsnelheden (GLU) in de stal.

TABEL 4.21. De gemiddelden en spreidingen van de luchtsnelheden per maand (cm/sek).

Maand	aantal metingen	LU 1		LU 2		LU 3		LU 4		GLU		VLU	
		\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s
Apr. 1971	17	7	4	10	4	15	6	17	6	13	5	10	4
Mei	16	9	4	13	5	16	5	22	9	15	5	12	8
Juli	16	7	3	11	3	16	5	22	10	14	5	15	8
Aug.	17	13	5	18	5	25	8	32	10	22	5	19	10
Sept.	16	10	5	15	5	20	6	29	10	19	5	19	10
Nov.	17	12	4	18	6	26	8	34	11	23	6	21	10
Dec.	17	10	3	13	4	17	6	23	10	16	5	13	9
Jan. 1972	17	9	3	13	4	19	7	25	9	17	5	16	8
Febr.	17	8	4	14	6	18	6	25	8	16	5	16	7
Mrt.	17	14	6	19	6	23	7	35	11	22	7	21	9
Totaal	167	10	5	14	6	19	7	26	11	18	6	16	9

In tabel 4.21 zijn de gemiddelden en de spreidingen van de luchtsnelheden per maand weergegeven.

Er werden significante verschillen aangetoond tussen de individuele luchtsnelheden per maand (LU₁: F = 5,26; LU₂: F = 7,26; LU₃: F = 6,33; LU₄: F = 6,33; p < 0,005). Ook in de gemiddelde luchtsnelheid en het verschil tussen de hoogste en de laagste luchtsnelheid werden significante verschillen tussen de maanden vastgesteld (GLU: F = 7,64; VLU: F = 3,40; p < 0,005).

Hoewel er dus maandverschillen in de luchtsnelheden voorkomen, werd er geen enkele significante correlatie met de buitentemperatuur per maand gevonden. Er moeten dus andere maandeffecten aanwezig zijn, die deze maandverschillen verklaren.

Tussen de individuele luchtsnelheden per maand werden onderling hoge correlaties gevonden (r = 0,91–0,98). Ook de correlaties van de individuele luchtsnelheden met GLU en VLU zijn zeer hoog (r = 0,78–0,98). De correlatie tussen GLU en VLU was r = 0,93. Dit betekent, dat bij het toenemen van de gemiddelde luchtsnelheid per maand ook het verschil tussen de hoogste en de laagste luchtsnelheid per maand toeneemt. De gemiddelden en spreidingen van de luchtsnelheden per meststal worden in tabel 4.22 weergegeven.

Ook tussen de meststallen werden significante verschillen in de individuele luchtsnelheden per meststal aangetoond (LU₁: F = 2,12; p < 0,01; LU₂: F = 2,25; p < 0,005; LU₃: F = 1,99; p < 0,05 en LU₄: F = 1,80, p < 0,05). De verschillen in de gemiddelde luchtsnelheid per stal waren ook significant (F = 1,73, p < 0,05). Eveneens werden significante verschillen gevonden in het verschil tussen de hoogste en de laagste luchtsnelheid (F = 2,21, p < 0,005). Bij de individuele luchtsnelheden wordt de spreiding groter naarmate de luchtsnelheid hoger wordt. De verschillen in VLU per stal zullen daarom grotendeels het gevolg zijn van verschillen in de hoogste

TABEL 4.22. De gemiddelden en spreidingen van de luchtsnelheden per meststal (cm/sek.).

Nr. mest-bedrijf	Nr. mest-stal	aantal metingen	LU 1		LU 2		LU 3		LU 4		GLU		VLU	
			\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s
3	1	10	9	4	14	5	18	6	25	9	16	5	15	6
	2	10	12	7	15	7	20	6	29	11	19	7	17	8
4	1	10	10	6	14	7	21	9	35	16	20	9	25	14
	3	10	10	3	16	6	22	7	28	11	19	6	18	10
5	4	10	7	3	12	4	16	4	20	4	14	3	13	4
	1	10	10	4	15	5	19	6	28	10	18	6	18	7
6	2	9	10	5	14	5	20	12	24	12	17	7	15	12
	1	10	10	5	12	5	14	5	22	9	15	5	13	9
7	3	10	12	3	16	3	22	5	26	4	19	3	13	4
	1	10	11	2	14	4	20	7	26	11	18	5	16	11
10	1	9	6	2	9	3	13	4	18	7	11	3	12	7
11	1	10	9	5	14	6	20	7	26	8	17	6	16	6
	2	10	7	4	13	4	17	3	22	6	15	3	15	5
13	1	10	11	4	15	4	23	8	30	10	20	6	19	9
16	1	10	10	5	15	4	20	7	29	13	19	6	18	11
17	1	10	14	4	20	7	25	11	33	14	23	9	20	12
18	1	9	13	7	16	6	21	7	28	12	20	7	15	10
Totaal		167	10	5	14	6	19	7	26	11	18	6	16	9

luchtsnelheid. Dit blijkt ook uit de hoge correlatie tussen LU_4 per stal en VLU ($r = 0,90$). De correlatie met VLU per stal wordt lager naarmate de individuele luchtsnelheid lager wordt (LU_3 : $r = 0,61$; LU_2 : $r = 0,53$ en LU_1 : $r = 0,36$). De correlaties van de individuele luchtsnelheden onderling en die van de individuele luchtsnelheden met de gemiddelde luchtsnelheid per stal zijn wederom hoog ($r = 0,74-0,95$).

4.2.2.4. De kata waarden

De katawaarden geven een indruk van de afkoelende werking van de omgeving. Zij werden gemeten op één plaats in het midden van de stal in de voergang. De waarden werden met een onverzilverde (K-ROOD) en een verzilverde (K-ZILVER) katathermometer gemeten. Bij deze laatste katathermometer worden stralingsinvloeden uitgeschakeld.

In figuur 4.15 zijn de frekwentieverdelingen van de gevonden katawaarden gemeten met de onverzilverde en de verzilverde katathermometer, weergegeven.

Het verloop van de frekwentieverdelingen van de twee katawaarden is ongeveer gelijk. Doordat bij de verzilverde katathermometer de stralingsinvloeden van o.a. dieren en bijverwarmingsbronnen is uitgeschakeld, liggen de hiermee gemeten katawaarden op een iets hoger niveau. Om na te gaan of de katawaarden door maandeffecten worden beïnvloed, werden de ge-

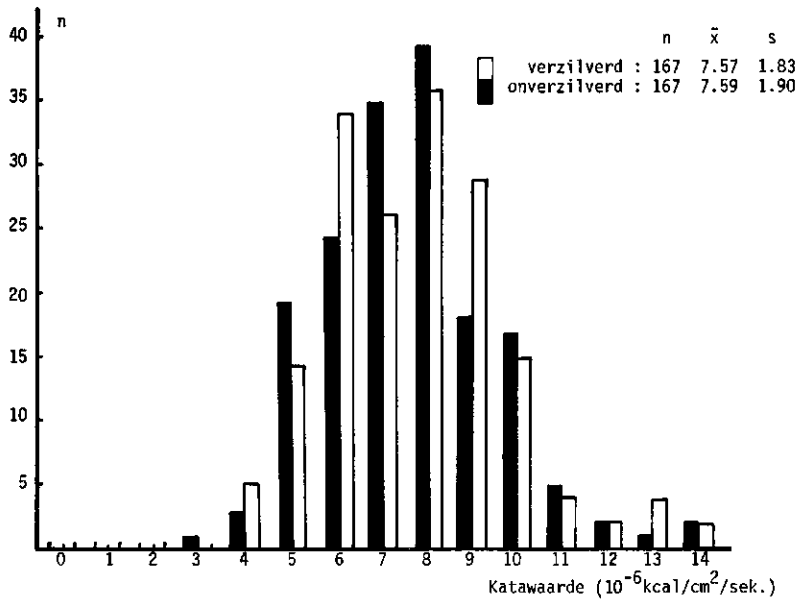


FIG. 4.15. De frekwentie-verdelingen van de katawaarde, gemeten met een verzilverde en een onverzilverde katathermometer.

middelen en spreidingen van de katawaarden per maand berekend. Deze waarden zijn vermeld in tabel 4.23.

De verschillen in katawaarden per maand zijn significant ($F = 11,73$ resp. $F = 16,85$; $p < 0,005$). Er treden dus duidelijke maandinvloeden op. In de maanden met een lage buitentemperatuur zijn de katawaarden het

TABEL 4.23. De gemiddelden en spreidingen van de katawaarden per maand (10^{-6} kcal/cm²/sek.).

Maand	aantal metingen	K-rood		K-zilver	
		\bar{x}	s	\bar{x}	s
Apr. 1971	17	7.4	1.2	7.4	1.1
Mei	16	7.5	2.0	7.4	1.4
Juli	16	5.6	1.7	5.7	1.5
Aug.	17	5.7	1.4	5.6	1.4
Sept.	16	6.7	1.4	6.4	0.9
Nov.	17	8.5	1.7	8.7	1.7
Dec.	17	8.6	1.1	8.7	0.9
Jan. 1972	17	9.5	2.0	9.7	2.0
Febr.	17	7.7	1.1	7.6	0.9
Mrt.	17	8.4	1.3	8.3	1.1
Totaal	167	7.6	1.8	7.6	1.9

hoogst. Dit verband blijkt ook uit de korrelatie van de buitentemperatuur met de katawaarden per maand ($r = -0,95$ resp. $r = -0,97$). Al eerder werd vastgesteld, dat bij een lagere buitentemperatuur ook de binnentemperatuur lager is ($r = +0,98$). Als gevolg van deze lagere binnentemperatuur is de afkoelende werking van de stallucht groter, met als gevolg hogere katawaarden. Er bestaan dan ook hoge korrelaties tussen de temperatuur in de stal en de katawaarden per maand ($r = -0,98$ resp. $r = -0,99$). Tussen de katawaarden van de verzilverde en de onverzilverde katathermometer bestaan per maand nauwelijks verschillen. De korrelatie tussen K-ZILVER en K-ROOD is dan ook zeer hoog ($r = +0,99$).

In tabel 4.24 zijn de gemiddelden en spreidingen van de katawaarden per meststal weergegeven.

De verschillen tussen de katawaarden per stal zijn niet significant ($F = 1,64$ resp. $F = 1,15$). Mogelijk is dit, evenals bij de buitentemperatuur per stal, een gevolg van het feit, dat de bestaande verschillen tussen de stallen in de verschillende seizoenen elkaar opheffen. Dit is temeer aannemelijk, omdat er een duidelijk verband bestaat tussen de gemiddelde binnentemperatuur per meststal en de gemiddelde katawaarden ($r = -0,72$ resp. $r = -0,63$, $p < 0,01$).

Ook bij de stalgemiddelden zijn de katawaarden van de verzilverde en de onverzilverde katathermometer vrijwel gelijk. De korrelatie tussen K-ROOD en K-ZILVER is dan ook weer zeer hoog ($r = +0,97$).

TABEL 4.24. De gemiddelden en spreidingen van de katawaarden per meststal (10^{-6} kcal/cm²/sek.).

Nr. mest- bedrijf	Nr. mest- stal	aantal metingen	K-rood		K-zilver	
			\bar{x}	s	\bar{x}	s
3	1	10	7.2	1.0	7.2	1.0
	2	10	7.2	1.6	7.2	2.0
4	1	10	8.9	3.2	8.5	3.2
	3	10	6.6	1.5	6.7	1.9
5	4	10	6.2	0.7	6.3	1.0
	1	10	7.3	1.9	7.5	1.9
6	2	9	8.9	1.9	8.7	1.9
	1	10	7.5	2.0	7.8	2.0
7	3	10	6.8	1.1	6.9	1.3
	1	10	7.7	1.4	7.7	1.1
10	1	9	7.9	2.1	7.8	1.9
11	1	10	7.8	2.8	7.7	2.5
	2	10	7.6	1.8	7.9	1.9
13	1	10	7.7	1.9	7.4	1.7
16	1	10	7.8	1.7	7.6	1.3
17	1	10	8.8	1.7	8.5	1.4
18	1	9	7.3	1.6	7.3	1.6
Totaal		167	7.6	1.8	7.6	1.9

Behalve door de temperatuur in de stal wordt de katawaarde ook beïnvloed door de lichtsnelheid. Er werden significante korrelaties gevonden tussen het gemiddelde van de hoogste lichtsnelheid (LU_4), het verschil tussen de hoogste en de laagste lichtsnelheid (VLU) en de katawaarde van de onverzilverde katathermometer (K-ROOD) per stal ($r = +0,43$ resp. $r = +0,50$; $p < 0,05$).

4.2.3. De variatie in de algemene milieuomstandigheden

De variatie in de oppervlakte en de inhoud per mestvarkensplaats, het aantal mestvarkensplaatsen, het aantal malen verplaatsen, het toegepaste verwarmings- en ventilatiesysteem, de schoonmaakmaatregelen, het toepassen van een ontwormingskuur en het uitmeststelsel is per meststal reeds weergegeven in tabel 3.4 van hoofdstuk 3.

Daarnaast werden er nog gegevens verzameld omtrent de hygiëne en de bezettingsgraad.

Tijdens elke stalklimaatmeting werd de hygiënische indruk in een puntenbeoordeling weergegeven. De toegepaste puntenschaal varieerde van 0 voor stallen met een zeer slechte hygiënische indruk tot 9 voor stallen met een zeer goede hygiënische indruk. Verder werd tijdens elke stalklimaatmeting de bezettingsgraad op dat moment genoteerd.

In figuur 4.16 is van de hygiënische puntenbeoordeling een frekwentieverdeling gegeven. Evenzo wordt in figuur 4.17 een frekwentieverdeling van de bezettingsgraad gegeven.

Er is een grote spreiding in de hygiënische puntenbeoordeling. Bij 44% van de beoordelingen werden minder dan 6 punten toegekend. Hoewel er in een aantal stallen incidenteel een grote onderbezetting werd gekonstateerd,

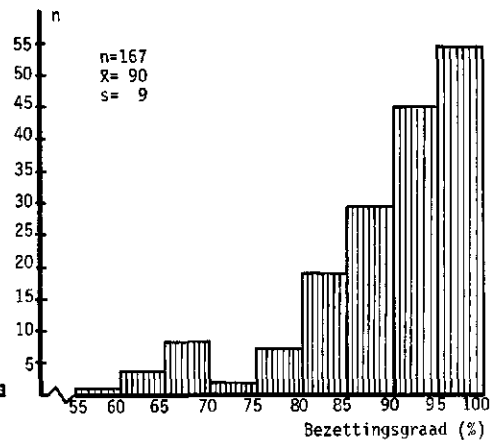
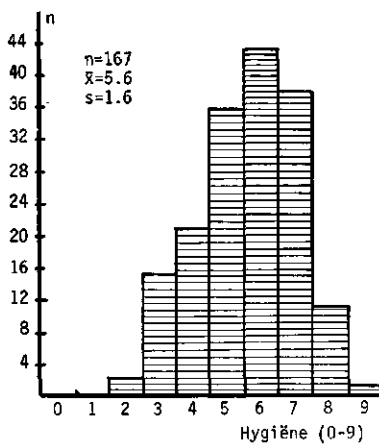


FIG. 4.16. De frekwentie-verdeling van de hygiënische puntenbeoordeling.

FIG. 4.17. De frekwentie-verdeling van de bezettingsgraad.

TABEL 4.25. De gemiddelden en spreidingen van de hygiënische puntenbeoordeling en de bezettingsgraad per meststal.

Nr. mest- bedrijf	Nr. mest- stal	aantal metingen	Hygiëne (0-9)		Betztingsgraad	
			\bar{x}	s	\bar{x}	s
3	1	10	5.3	1.1	95	3
	2	10	4.2	1.5	94	3
4	1	10	4.9	1.1	77	13
	3	10	5.7	1.0	82	11
	4	10	5.8	0.8	94	4
5	1	10	6.2	0.6	89	10
	2	9	4.6	1.1	86	12
6	1	10	6.3	1.0	95	7
	3	10	6.9	0.6	94	5
7	1	10	5.9	0.9	91	6
10	1	9	5.7	0.5	82	13
11	1	10	3.8	0.8	91	7
	2	10	3.7	0.8	88	8
13	1	10	4.7	1.4	92	3
16	1	10	6.7	1.0	91	7
17	1	10	7.0	0.7	90	6
18	1	9	7.9	0.6	98	1
Totaal		167	5.6	1.5	90	9

werd toch bij een groot aantal waarnemingen een bezettingsgraad van meer dan 90% vastgesteld.

Zowel in de hygiënische puntenbeoordeling als in de bezettingsgraad konden tussen de verschillende maanden geen verschillen worden gekonstateerd ($F = 1,20$ resp. $F = 1,21$).

De gemiddelden en de spreidingen van de hygiënische puntenbeoordeling en de bezettingsgraad per meststal zijn weergegeven in tabel 4.25. Tussen de stallen zijn duidelijke verschillen in de hygiënische puntenbeoordeling aanwezig ($F = 15,35$; $p < 0,005$). De spreiding in deze beoordeling is per stal klein, hetgeen betekent, dat een aantal stallen regelmatig een slechte en andere regelmatig een goede hygiënische indruk geven. Ook bij de bezettingsgraad zijn de verschillen tussen de stallen significant ($F = 4,96$, $p < 0,005$). Bij sommige meststallen is de spreiding in de bezettingsgraad groot. Men moet hierbij echter wel bedenken, dat in kleine stallen de afwezigheid van een gering aantal dieren de bezettingsgraad al sterk kan verlagen.

4.2.4. Het onderling verband der milieufactoren

Het milieu in een mestvarkensstal wordt bepaald door een groot aantal milieufactoren. De reactie van het dier in de meststal op dit milieu wordt beïnvloed door de mate en de verhouding waarin deze milieufactoren werkzaam zijn. Bij een onderzoek naar de invloed van een aantal milieufactoren op de frekwenties in long- en leveraandoeningen is het daarom van belang, inzicht te hebben in het onderling verband der milieufactoren.

4.2.4.1. Het onderlinge verband der stalklimaatfactoren

Het onderlinge verband der stalklimaatfactoren is berekend door bij in-deling van de gegevens per meststal de korrelaties en de daarbij behorende regressiecoëfficiënten binnen meststallen te berekenen. Hierbij is dus de invloed van neveneffekten als gevolg van verschillen tussen de stallen uitgeschakeld.

In tabel 4.26 zijn deze korrelaties en de regressies van de stalklimaatfactoren opgenomen. In deze tabel zijn bovendien de korrelaties en regressies van de hygiënische puntenbeoordeling en de bezettingsgraad opgenomen, omdat deze steeds tegelijk met de stalklimaatmetingen werden vastgesteld. Bij de gegevens in tabel 4.26 kunnen de volgende opmerkingen worden geplaatst betreffende het onderlinge verband der stalklimaatfactoren:

De staltemperatuur

De temperatuur in de stal is sterk afhankelijk van de buitentemperatuur ($r = +0,87$, $p < 0,005$). De staltemperatuur veranderde met 1°C bij verandering in de buitentemperatuur met $1,7^{\circ}\text{C}$. Hieruit blijkt, dat de temperatuurregeling in de stallen veel te wensen overliet. Er werd een negatieve korrelatie ($r = -0,29$, $p < 0,005$) gevonden tussen de staltemperatuur en de relatieve luchtvochtigheid buiten. Men moet hierbij wel bedenken, dat in de perioden met een hoge staltemperatuur (zomer) de RV buiten het laagst is. Verder werd er een negatief verband gevonden tussen de staltemperatuur en het CO_2 -gehalte van de stallucht. In de perioden waarin de staltemperatuur hoog is, is het CO_2 -gehalte het laagst. Dit is een gevolg van de grotere

TABEL 4.26. De korrelatie- en regressiecoëfficiënten van de stalklimaatfactoren onderling (binnen m

r_{xy} b_{yx}	y:	Tbu	Tbi	RVbu	RVbi	LU1	LU2
x:							
Temperatuur buiten		—	+0.87***	-0.37***	-0.24***	+0.06	+0.08
Temperatuur binnen	+1.7	—	—	-0.30***	-0.17*	-0.12	-0.05
Rel. luchtvochtigheid buiten	-0.2	-1.0	—	—	+0.68***	-0.18*	-0.16*
Rel. luchtvochtigheid binnen	-0.2	-0.1	+1.1	—	—	-0.27***	-0.23*
Laagste lichtsnelheid (LU1)			-0.6	-0.5	—	—	+0.74*
Lichtsnelheid 2 (LU2)			-0.4	-0.4	+0.6	—	—
Lichtsnelheid 3 (LU3)			-0.5	-0.3	+0.4	+0.6	—
Hoogste lichtsnelheid (LU4)			-0.3	-0.2	+0.2	+0.4	—
Gem. lichtsnelheid (GLU)			-0.5	-0.4	+0.6	+0.8	—
Vershil (LU4-LU1) = VLU			-0.2	-0.1	—	+0.3	—
NH ₃ -gehalte	-0.3					-0.2	-0.3
CO ₂ -gehalte	-0.6				+0.3	-0.2	-0.2
Katawaarde-Rood	-2.8	-1.9	+1.9			+0.4	+0.4
Katawaarde-Zilver	-3.2	-1.9	+2.1				
Hygiëne	+2.4						-0.9
Bezettingsgraad							

*** $p < 0.005$. ** $p < 0.01$. * $p < 0.05$.

ventilatie in de zomer, waardoor de frekwentie van de luchtverversing toeneemt.

De relatieve luchtvochtigheid in de stal

Er bestaat een korrelatie tussen de RV in de stal en de RV buiten de stal ($r = +0,68, p < 0,005$). Bij het stijgen van de temperatuur buiten met 1,1% neemt de RV in de stal met 1% toe. De RV in de stal wordt nog wel enigszins beïnvloed door de staltemperatuur. Bij hogere temperaturen kan de lucht per m³ meer vocht bevatten dan bij lagere temperaturen. De RV zal bij hogere temperaturen dus lager zijn. Dat deze invloed ook bij de RV in de stal een rol speelt, blijkt uit de negatieve korrelatie tussen de staltemperatuur en de RV in de stal ($r = -0,17, p < 0,05$).

Uit de gegevens in tabel 4.26 blijkt verder, dat de RV in de stal lager is indien de luchtsnelheden hoger zijn. Zowel met de individuele luchtsnelheden, als met de gemiddelde luchtsnelheid in de stal werden significante korrelaties gevonden ($r = -0,27, p < 0,005$). Men mag aannemen, dat in mestvarkensstallen bij een grotere luchtbeving de luchtverversing ook groter zal zijn. De luchtbeving wordt vastgelegd door het meten van de luchtsnelheden. Uit de gevonden negatieve korrelaties tussen de luchtsnelheden en de RV in de stal blijkt dan, dat de RV in de stal daalt bij het toenemen van de luchtverversing. Hieruit kan ook de positieve korrelatie tussen de RV en het CO₂-gehalte worden verklaard ($r = +0,27, p < 0,005$).

Het NH₃-gehalte en het CO₂-gehalte

Het NH₃- en het CO₂-gehalte zijn een maat voor de mate waarin de lucht

allen).

U3	LU4	GLU	VLU	NH ₃	CO ₂	K-rood	K-zilver	Hyg.	BEZ.
0.06	+0.07	+0.08	+0.06	-0.15*	-0.60***	-0.65***	-0.73***	+0.29***	-0.03
0.08	-0.03	-0.07	+0.03	+0.06	-0.26***	-0.78***	-0.83***	+0.13	+0.04
0.25***	-0.21***	-0.22***	-0.16*	-0.10	+0.11	+0.25***	+0.27***	-0.04	-0.06
0.26***	-0.24***	-0.27***	-0.14*	-0.00	+0.27***	+0.12	+0.11	-0.10	+0.00
0.59***	+0.54***	+0.76***	+0.13	-0.15*	-0.26***	+0.17*	+0.12	-0.09	-0.06
0.75***	+0.69***	+0.87***	+0.44***	-0.20**	-0.22***	+0.15*	+0.11	-0.17*	-0.05
—	+0.80***	+0.92***	+0.64***	-0.17*	-0.19**	+0.19*	+0.17*	-0.19**	-0.04
0.5	—	+0.92***	+0.90***	-0.15*	-0.16*	+0.11	+0.09	-0.14*	-0.01
1.1	+1.6	—	+0.70***	-0.19**	-0.23***	+0.16*	+0.13	-0.17*	-0.03
0.5	+1.1	+0.5	—	-0.11	-0.08	+0.04	+0.04	-0.13	+0.01
0.3	-0.4	-0.3	—	—	+0.39***	-0.08	-0.07	-0.12	-0.06
0.2	-0.2	-0.2	—	+0.2	—	+0.13	+0.18*	-p.25***	+0.11
0.7	—	+0.5	—	—	—	—	+0.88***	-0.27***	-0.16*
0.7	—	—	—	—	+0.8	+1.1	—	-0.25***	-0.13
1.4	-1.6	-1.1	—	—	-2.1	-0.5	-0.5	—	+0.04
—	—	—	—	—	—	-0.04	—	—	—

in de stal wordt ververst. Hierbij moet men de meeste waarde toekennen aan het CO₂-gehalte. De per tijdseenheid geproduceerde hoeveelheid NH₃ wordt behalve door de bezettingsgraad bepaald door o.a. het toegepaste uitmest-systeem en de frekwentie van uitmesten. De produktie van CO₂ door de dieren is bij een vergelijkbare bezettingsgraad vrijwel constant. Wel kan er door verhoogde aktiviteit van de dieren tijdens b.v. de voertijden een verhoging van de CO₂-produktie optreden (VERSTEGEN, 1971). Tijdens deze periode zijn er echter geen metingen uitgevoerd.

Er werd een significante negatieve korrelatie gevonden tussen het NH₃-gehalte en de temperatuur buiten. Bij het stijgen van de buitentemperatuur met 0,3°C daalde het NH₃-gehalte met 1 ppm ($r = -0,15$, $p < 0,05$). Verder werden er zowel tussen de individuele luchtsnelheden als tussen de gemiddelde luchtsnelheid per stal en het NH₃-gehalte negatieve korrelaties gevonden. Bij het toenemen van de luchtbeving in de stal (grotere luchtverversing) daalt het NH₃-gehalte.

Tussen het CO₂-gehalte en de buitentemperatuur bestaat een hoge korrelatie ($r = -0,60$, $p < 0,005$). Als de buitentemperatuur laag is, wordt er minder geventileerd, met als gevolg een hoger CO₂-gehalte. Er werd ook een negatief verband gevonden tussen het CO₂-gehalte en de temperatuur binnen ($r = -0,27$, $p < 0,005$). Bij lagere binnentemperaturen (als gevolg van de lagere buitentemperaturen) is het CO₂-gehalte hoger. Ook de korrelatie tussen het CO₂-gehalte en de luchtsnelheden zijn significant. Bij het stijgen van het CO₂-gehalte met 0,01 vol % daalde de gemiddelde luchtsnelheid met 0,2 cm/sec ($r = -0,22$, $p < 0,005$). Een hogere luchtbeving in de stal heeft dus een lager CO₂-gehalte tot gevolg.

De luchtsnelheden

Tussen de individuele luchtsnelheden onderling werden steeds significante korrelaties gevonden. De korrelaties waren het hoogst tussen de dichtst bij elkaar liggende individuele luchtsnelheden (LU₁ en LU₂, LU₂ en LU₃, LU₃ en LU₄). De korrelaties tussen de individuele luchtsnelheden en de gemiddelde luchtsnelheid waren hoog. Door de gemiddelde luchtsnelheid wordt dus een goede indruk van het luchtbevingspatroom in de stal gegeven. Tussen de laagste luchtsnelheid en het verschil tussen de hoogste en de laagste luchtsnelheid werd geen significante korrelatie gevonden. De korrelatie tussen de hoogste luchtsnelheid en dit verschil is daarentegen zeer hoog ($r = +0,91$, $p < 0,005$). Hieruit blijkt, dat de variatie in het verschil tussen de hoogste en de laagste luchtsnelheid vooral wordt bepaald door de variatie in de hoogste luchtsnelheid.

De katawaarden

De katawaarden geven een indruk van de afkoelende werking van de omgeving, zoals deze door de dieren wordt ervaren. De katawaarden werden gemeten met een onverzilverde (K-ROOD) en een verzilverde (K-ZILVER) katathermometer.

Er blijkt een hoge korrelatie te bestaan tussen K-ROOD en K-ZILVER ($r = +0,89$, $p < 0,005$). De invloed van straling op de onverzilverde kata-thermometer blijkt in mestvarkensstallen dus gering te zijn. Er werd een hoge negatieve korrelatie gevonden tussen de katawaarden en de buitentemperatuur ($r = -0,65$ resp. $r = -0,73$; $p < 0,005$). Dit is echter een gevolg van de invloed van de buitentemperatuur op de temperatuur in de stal. Dit blijkt ook uit de zeer hoge negatieve korrelatie tussen de binnentemperatuur en de katawaarden ($r = -0,78$ resp. $r = -0,83$; $p < 0,005$). De afkoelende werking van de lucht wordt dus in grote mate bepaald door de temperatuur in de stal. Uit de regressiecoëfficiënten blijkt, dat K-ROOD met 1×10^{-6} Kcal/cm²/sec stijgt bij het dalen van de staltemperatuur met 1,7°C en dat de K-ZILVER met 1×10^{-6} Kcal/cm²/sec stijgt bij het dalen van de staltemperatuur met 1,9°C. De invloed van de luchtsnelheden op de katawaarden blijkt veel minder duidelijk. Er werden lage korrelaties gevonden tussen K-ROOD en LU₁, LU₂, LU₃ en de gemiddelde luchtsnelheid ($r = +0,17$, $r = +0,15$, $r = +0,19$ resp. $r = +0,16$; $p < 0,05$). Bij K-ZILVER werd alleen een significante korrelatie gevonden met een der individuele luchtsnelheden n.l. LU₃ ($r = +0,17$; $p < 0,05$).

Deze gegevens wijzen er op, dat in varkensmeststallen de variatie in de afkoelende werking van de omgeving vooral wordt bepaald door de variatie in de staltemperatuur en in veel mindere mate door de variatie in de luchtsnelheden, hetgeen, gezien de gemiddeld lage luchtsnelheden, niet verwonderlijk is.

Verder werd nog een significante negatieve korrelatie gevonden tussen K-ROOD en de bezettingsgraad. Bij een hogere bezettingsgraad was de katawaarde, gemeten met de onverzilverde katathermometer, dus lager ($r = 0,16$, $p < 0,005$).

De hygiënische puntenbeoordeling

Uit de korrelaties van de hygiënische puntenbeoordeling met de stalklimaatfactoren blijkt, dat de indruk omtrent de hygiëne in de stal beter is als:

- de temperatuur buiten de stal hoger is ($r = +0,29$, $p < 0,005$)
- de luchtsnelheden lager zijn ($r = -0,14$ - $-0,19$; $p < 0,05$)
- het CO₂-gehalte in de stal lager is ($r = -0,25$; $p < 0,005$)
- de afkoelende werking van de stal lager is ($r = -0,25$; $p < 0,005$).

In de zomermaanden, waarin de temperatuur buiten de stal hoger is, is de hygiënische indruk in de varkensmeststallen beter.

In het voorgaande is het onderlinge verband der stalklimaatfactoren vastgesteld uit de korrelatie- en regressiecoëfficiënten, die binnen de meststallen uit de gegevens per meststal werden berekend. Voor het onderzoek naar de invloed van het stalklimaat op de frekwentie van long- en leveraandoeningen werd echter het verband tussen de gemiddelden der stalklimaatfactoren per meststal en de frekwenties van de long- en leveraandoeningen nagegaan. Dit gebeurde door het berekenen van de korrelaties tussen de gemiddelden per meststal. De gegevens werden op deze manier verwerkt, omdat de frekwen-

ties in long- en leveraandoeningen per meststal ook alleen als percentage van het totale aantal in een jaar onderzochte dieren werd weergegeven. Om een goed inzicht te verkrijgen in de invloed van de stalklimaatfactoren op de frekwenties van long- en leveraandoeningen is het van belang om te weten, welk verband er tussen de gemiddelden der stalklimaatfactoren per meststal onderling bestaat. Daarom zijn er in tabel 4.22 de korrelaties en regressies tussen de gemiddelden der stalklimaatfactoren per meststal weergegeven.

Uit de gegevens in tabel 4.27 kunnen de volgende konklusies worden getrokken betreffende het onderlinge verband van de stalgemiddelden der stalklimaatfactoren:

Er werden geen korrelaties tussen de temperatuur en de relatieve luchtvochtigheid buiten de stal met de overige factoren gevonden, omdat de stalgemiddelden van deze twee factoren voor alle stallen vrijwel gelijk waren.

In de stallen met een lagere gemiddelde staltemperatuur is:

- de relatieve luchtvochtigheid hoger ($r = -0,58$, $p < 0,01$)
- het verschil tussen de hoogste en laagste luchtsnelheid groter ($r = 0,58$, $p < 0,01$)
- het CO₂-gehalte lager ($r = +0,42$; $p < 0,05$)
- de katawaarden hoger ($r = -0,72$ resp. $r = -0,63$; $p < 0,005$)
- de bezettingsgraad lager ($r = +0,59$; $p < 0,01$)

Opvallend is het positieve verband tussen de staltemperatuur en het CO₂-gehalte bij de stalgemiddelden, terwijl uit de korrelaties binnen stallen een negatief verband tussen deze twee factoren werd aangetoond. Wanneer wij aannemen, dat verschillen in de gemiddelde staltemperatuur vooral ontstaan

TABEL 4.27. De korrelatie- en regressiecoëfficiënten van de stalklimaatfactoren onderling (tussen stallen)

r_{xy}	y:	Tbu	Tbi	RVbu	RVbi	LU1	LU2
b_{yx}	x:						
Temperatuur buiten		—	+0.21	-0.12	-0.32	+0.01	+0.06
Temperatuur binnen			—	-0.07	-0.58**	+0.07	-0.05
Rel. luchtvochtigheid buiten				—	+0.34	-0.29	-0.23
Rel. luchtvochtigheid binnen			-0.2		—	-0.20	-0.14
Laagste luchtsnelheid (LU1)						—	+0.84*
Luchtsnelheid 2 (LU2)						+0.8	—
Luchtsnelheid 3 (LU3)						+0.6	+0.7
Hoogste luchtsnelheid (LU4)						+0.4	+0.4
Gem. luchtsnelheid (GLU)						+0.7	+0.8
Vershil LU4-LU1 = VLU			-0.2				+0.4
NH ₃ -gehalte						-0.2	-0.3
CO ₂ -gehalte			+0.2				
Katawaarde-Rood			-1.7		+2.4		
Katawaarde-Zilver			-1.9				
Hygiëne							
Bezettingsgraad			+0.1		-0.3		

*** $p < 0.005$. ** $p < 0.01$. * $p < 0.05$.

door de verschillen tijdens de winterperiode, wijzen bovenstaande gegevens erop, dat de lagere staltemperatuur in de winter mede het gevolg is van een grotere luchtverversing. In de warmere stallen wordt de temperatuur vaak op peil gehouden door de mate van luchtverversing te beperken, met als gevolg een hoger CO₂-gehalte. Het positieve verband tussen CO₂-gehalte en staltemperatuur kan ook deels het gevolg zijn van het positieve verband tussen de gemiddelde staltemperatuur en de bezettingsgraad ($r = +0,59$; $p < 0,01$). Bij een hogere bezettingsgraad van de stal is de staltemperatuur hoger. Een hogere bezettingsgraad heeft echter ook een hogere CO₂-productie tot gevolg.

Bij de stalgemiddelden van de luchtsnelheden werden hoge onderlinge korrelaties gevonden. Ook bij de stalgemiddelden werden hoge korrelaties tussen de individuele luchtsnelheden en de gemiddelde luchtsnelheid gevonden ($r = +0,89 - +0,95$; $p < 0,005$). Naarmate de individuele luchtsnelheid hoger is, neemt de korrelatie met het verschil tussen de hoogste en de laagste luchtsnelheid toe. De hoogste korrelatie werd gevonden tussen dit verschil en luchtsnelheid 4 ($r = +0,90$; $p < 0,005$).

Verder blijkt uit de korrelaties, dat het NH₃-gehalte lager wordt bij het toenemen van de luchtsnelheden. Tussen de gemiddelde luchtsnelheid per meststal en het gemiddelde NH₃-gehalte van de meststal bestaat een negatieve korrelatie ($r = -0,45$; $p < 0,05$).

Tussen het stalgemiddelde van de hoogste luchtsnelheid en het gemiddelde CO₂-gehalte per stal werd een negatieve korrelatie ($r = -0,42$; $p < 0,05$) gevonden. Zo ook bestaat er een negatieve korrelatie tussen dit CO₂-gehalte en het gemiddelde verschil tussen de hoogste en de laagste luchtsnelheid per stal ($r = -0,51$; $p < 0,05$).

U3	LU4	GLU	VLU	NH ₃	CO ₂	K-rood	K-zilver	Hyg.	BEZ.
0.08	-0.09	-0.05	-0.12	-0.25	-0.32	-0.25	-0.14	-0.19	+0.29
0.25	-0.37	-0.20	-0.58**	+0.20	+0.42*	-0.72***	-0.63***	+0.06	+0.59**
0.14	-0.09	-0.17	+0.08	+0.35	+0.05	-0.09	-0.09	-0.10	-0.21
0.09	+0.11	+0.00	+0.29	+0.24	+0.27	+0.47*	+0.39	-0.29	-0.47*
0.80***	+0.74***	+0.88***	+0.36	-0.42	-0.16	+0.18	+0.12	+0.48*	+0.36
0.92***	+0.79***	+0.94***	+0.53*	-0.47*	-0.27	+0.18	+0.12	+0.33	+0.13
—	+0.83***	+0.95***	+0.61***	-0.51*	-0.25	+0.23	+0.09	+0.18	+0.01
0.6	—	+0.93***	+0.90***	-0.31	-0.42*	+0.43*	+0.31	+0.14	-0.21
1.0	+1.5	—	+0.70***	-0.44*	-0.31	+0.28	+0.18	+0.28	+0.02
0.6	+1.3	+0.6	—	-0.16	-0.51*	+0.50*	+0.39	-0.14	-0.50*
0.4	—	-0.3	—	—	+0.44*	-0.06	-0.04	+0.08	-0.25
—	-0.3	—	-0.7	+0.7	—	-0.18	-0.16	+0.16	+0.12
—	+2.5	—	+2.1	—	—	—	+0.96***	-0.16	-0.45*
—	—	—	—	—	—	+1.3	—	-0.16	-0.41*
—	—	—	—	—	—	—	—	—	+0.32
—	—	—	-0.3	—	—	-0.1	-0.1	—	—

Uit deze korrelaties van de luchtsnelheden met het NH_3 - en het CO_2 -gehalte blijkt dus, dat in stallen met een grotere luchtbeweging (hogere luchtsnelheden) ook meer luchtverversing (lagere NH_3 - en CO_2 -gehalten) plaatsvindt. Het is daarom ook begrijpelijk, dat er een positieve korrelatie tussen het gemiddelde NH_3 - en het gemiddelde CO_2 -gehalte werd gevonden ($r = +0,44$; $p < 0,05$).

Het reeds eerder gesignaleerde verband tussen K-ROOD en K-ZILVER blijkt ook bij de stalgemiddelden zeer duidelijk aanwezig te zijn ($r = +0,97$; $p < 0,005$). De gemiddelde katawaarden per stal worden verder, behalve door de gemiddelde staltemperatuur, ook beïnvloed door de luchtsnelheden. Dit is met name het geval bij K-ROOD. Er werden significante korrelaties gevonden tussen K-ROOD en de hoogste luchtsnelheid ($r = +0,43$; $p < 0,05$) en tussen K-ROOD en het verschil tussen de hoogste en de laagste luchtsnelheid ($r = +0,50$; $p < 0,05$). De gemiddelde katawaarden per meststal zijn lager, indien de bezettingsgraad hoger is ($r = -0,45$ resp. $r = -0,41$; $p < 0,05$). Bij een hogere bezettingsgraad is de afkoelende werking van de lucht dus minder. Dit is een gevolg van de hogere gemiddelde staltemperatuur bij een hogere bezettingsgraad.

Samenvattend blijkt uit het voorgaande, dat de gemiddelde staltemperatuur lager is bij een lagere gemiddelde bezettingsgraad, hogere gemiddelde luchtsnelheden en een grotere mate van luchtverversing. Door een lagere staltemperatuur en hogere luchtsnelheden neemt de afkoelende werking van de lucht toe en stijgt de gemiddelde relatieve luchtvochtigheid in de stal.

4.2.4.2. Het onderlinge verband der algemene milieuomstandigheden

Tijdens het onderzoek werden van elke meststal een aantal milieuomstandigheden vastgelegd (paragraaf 3.5). Het betrof enerzijds een aantal gegevens over toegepaste bedrijfssystemen of methodieken, zoals verwarmingssysteem, ventilatiesysteem, uitmestsysteem, ontworming, schoonmaakmaatregelen en aantal malen verplaatsen tijdens de mestperiode. Het is weinig zinvol om van deze gegevens een onderling verband na te gaan. Voor het overige gedeelte betrof het gegevens, die per meststal variabel zijn en over het totale materiaal een vrij normale verdeling hebben. Dit zijn de factoren: oppervlakte per mestvarkensplaats, inhoud per mestvarkensplaats, aantal mestvarkensplaatsen en temperatuurschommelingsgraad (TSG, zie 3.4.1.) Van deze factoren is het onderling verband nagegaan door het berekenen van de korrelatie- en regressiecoëfficiënten. De resultaten van deze berekening zijn weergegeven in tabel 4.28.

In de stallen met een grotere inhoud per mestvarkensplaats is de oppervlakte per mestvarkensplaats ook groter ($r = +0,49$; $p < 0,05$). Bovendien blijkt op de onderzochte bedrijven de oppervlakte per mestvarkensplaats kleiner te zijn naarmate het aantal mestvarkensplaatsen groter is ($r = -0,54$; $p < 0,05$). Uit de positieve korrelatie tussen het aantal mestvarkensplaatsen en de temperatuurschommelingsgraad blijkt verder, dat in de grotere

TABEL 4.28. De korrelatie- en regressiecoëfficiënten van een aantal milieufactoren onderling.

r(xy) b(yx)	x:	y:	Opp/mvpl.	Inh/mvpl.	Mvpl./stal	TSG
Oppervlakte per mestvarkensplaats		—		+0.49*	-0.54*	-0.28
Inhoud per mestvarkensplaats		+0.19	—		+0.09	-0.06
Aantal mestvarkensplaatsen per stal		-0.001			—	+0.44*
TSG = Temperatuurschommelingsgraad					+201	—

* $p < 0.05$.

TABEL 4.29. De korrelaties van stalklimaatfactoren met een aantal algemene milieufactoren.

r	Oppervlakte per mestvarkensplaats	Inhoud per mestvarkensplaats	Aantal mestvarkensplaatsen	Temperatuurschommelingsgraad (TSG)
Temperatuur in de stal	-0.29	+0.08	+0.32	-0.32
Rel. luchtvochtigheid in de stal	+0.14	-0.08	-0.35	+0.14
Laagste lichtsnelheid (LU1)	-0.21	+0.11	+0.64***	+0.37
Tweede lichtsnelheid (LU2)	+0.10	+0.29	+0.44*	+0.34
Derde lichtsnelheid (LU3)	+0.18	+0.37	+0.40	+0.39
Hoogste lichtsnelheid (LU4)	+0.06	+0.04	+0.30	+0.44*
Gemid. lichtsnelheid (GLU)	+0.05	+0.19	+0.45*	+0.41*
Verschil (LU4-LU1)=VLU	+0.19	-0.04	-0.01	+0.39
NH ₃ -gehalte	-0.41*	-0.43*	-0.12	-0.37
CO ₂ -gehalte	-0.23	+0.01	-0.01	-0.42*
Katawaarde-Rood	-0.06	-0.16	-0.14	+0.35
Katawaarde-Zilver	-0.03	-0.19	-0.20	+0.26
Bezettingsgraad	-0.41*	-0.04	+0.62***	+0.12
Hyg. puntenbeoordeling	-0.40	-0.03	+0.30	-0.17

*** $p < 0.005$.

* $p < 0.05$.

mestvarkensstallen de temperatuurschommeling in de stal meer onderhevig is aan de temperatuurschommeling buiten de stal, dan bij de kleinere stallen.

4.2.4.3. Het verband tussen de stalklimaatfactoren en een aantal algemene milieufactoren

Het verband tussen de stalklimaatfactoren en de algemene milieufactoren met een vrij normale verdeling werd vastgesteld door het berekenen van de korrelaties van de stalgemiddelden der stalklimaatfactoren met deze algemene milieufactoren. De resultaten zijn weergegeven in tabel 4.29.

Uit de in de tabel 4.29 weergegeven significante korrelaties kon het volgende worden vastgesteld:

In de mestvarkensstallen met een groter aantal mestvarkensplaatsen zijn de laagste luchtsnelheden en de gemiddelde luchtsnelheid, gemeten op de hoogte van de varkens, hoger ($r = +0,64$; $p < 0,005$, $r = +0,44$ resp. $r = +0,45$; $p < 0,05$).

Het NH_3 -gehalte is hoger in stallen met een kleinere oppervlakte en inhoud per mestvarkensplaats.

De temperatuurschommelingsgraad is hoger in stallen met een hogere gemiddelde luchtsnelheid en een lager CO_2 -gehalte ($r = +0,41$ resp. $r = -0,42$; $p < 0,05$). Dit houdt in, dat in stallen met een hogere gemiddelde luchtsnelheid de temperatuurschommeling in de stal sterker wordt beïnvloed door de schommeling in de temperatuur buiten de stal.

De bezettingsgraad is lager in de mestvarkensstallen met een grotere oppervlakte per mestvarkensplaats ($r = -0,41$; $p < 0,05$). De bezettingsgraad is echter gemiddeld hoger in de grotere meststallen ($r = +0,62$; $p < 0,05$). Dit is waarschijnlijk een gevolg van het feit, dat de afwezigheid van een klein aantal mestvarkens bij een kleinere stal een relatief grotere invloed heeft op de bezettingsgraad dan bij een grotere stal.

4.2.5. *De invloed van het milieu op de frekwenties van de longaandoeningen*

4.2.5.1. *Algemeen*

Voor het nagaan van de invloed van het milieu op de frekwenties van de longaandoeningen is gebruik gemaakt van de in de periode 1 oktober 1969 tot 1 oktober 1970 gevonden frekwenties. Hoewel ook in de periode 1 januari 1971 tot 1 april 1972 steekproefsgewijs longen van varkens van de mestbedrijven werden beoordeeld, waren de uit deze steekproef gevonden frekwenties vaak niet voldoende betrouwbaar, omdat de steekproef voor een aantal mestbedrijven te klein en/of te onregelmatig over de proefperiode verdeeld bleek te zijn (zie bijlage 4). Alleen voor twee meststallen, die pas later in het onderzoek werden betrokken, zijn de gegevens van alle onderzochte longen tijdens de onderzoeksperiode genomen.

De invloed van het stalklimaat werd nagegaan door het berekenen van de korrelaties tussen de stalklimaatsfactoren en de frekwenties van de longaandoeningen per meststal.

De invloed van een aantal algemene milieumomstandigheden op de frekwenties van de longaandoeningen werd gemeten door het berekenen van deze frekwenties per milieufactor en beoordeling van de gevonden verschillen. Voor de algemene milieumomstandigheden met een vrij normale verdeling is verder de korrelatie met de frekwenties van de longaandoeningen berekend.

De korrelatieberekeningen werden uitgevoerd tussen de milieufactoren en het percentage niet aangetaste (0), matig aangetaste (2) en veel aangetaste (3) longen per stal. Het verband tussen de milieufactoren en het percentage weinig aangetaste (1) longen kan hieruit worden afgeleid.

TABEL 4.30. De korrelatiecoëfficiënten van enkele stalklimaatsfactoren met de frekwenties van de longaanvoeningen.

Stalklimaatsfaktor	Longaanvoening		
	0	2	3
Staltemperatuur (Tbi)	-0.03	+0.43**	+0.29
Temperatuurschommelinggraad (TSG)	-0.44**	+0.23	+0.29
Laagste luchtsnelheid (LUI)	-0.15	+0.52**	+0.16
Katawaarde-Rood	+0.15	-0.35*	-0.39*
Katawaarde-Zilver	+0.13	-0.35*	-0.46**

** $p < 0.05$.

* $p < 0.10$.

4.2.5.2. De invloed van de stalklimaatsfactoren

Uit de korrelatieberekeningen tussen de stalklimaatsfactoren en de frekwenties van de longaanvoeningen konden de in tabel 4.30 vermelde signifikante korrelaties worden vastgesteld. Tussen de overige stalklimaatsfactoren en de frekwenties van de longaanvoeningen werden geen signifikante korrelaties gevonden.

Uit de in tabel 4.30 opgenomen korrelaties blijkt, dat:

- Het percentage matig aangetaste longen toeneemt bij het stijgen van de gemiddelde staltemperatuur ($r = +0,43$; $p < 0,05$).
- Het percentage niet aangetaste longen daalt bij een lagere temperatuurschommelinggraad ($r = -0,44$; $p < 0,05$). Dit betekent, dat bij een grotere temperatuurschommeling in de stal, als gevolg van de temperatuurschommeling buiten de stal, het percentage aangetaste longen toeneemt.
- Het percentage matig aangetaste longen toeneemt bij een hogere laagste luchtsnelheid in de stal ($r = +0,52$; $p < 0,05$).
- Het percentage matig en veel aangetaste longen toeneemt bij het dalen van de katawaarden. Bij een lagere afkoelende werking van de stal-lucht zal het percentage matig en veel aangetaste longen dus stijgen ($r = -0,46$; $p < 0,05$).

Uit de berekende korrelaties tussen de gemiddelden der stalklimaatsfactoren per stal en de frekwenties van de longaanvoeningen per stal komt weinig informatie over de invloed van de stalklimaatsfactoren op deze frekwenties naar voren. Hiervoor zijn twee redenen aan te geven:

- Het gemiddelde der stalklimaatsfactoren per stal is berekend uit de gevonden meetresultaten van een aantal stalklimaatmetingen per seizoen. De verschillen tussen de stallen zijn in de verschillende seizoenen echter vaak niet gelijk. Hierdoor kunnen de verschillen in de totaal gemiddelden per meststal worden genivelleerd. Bovendien zal ook de invloed van de stalklimaatsfactoren op de frekwenties van de longaanvoeningen in de verschillende seizoenen niet gelijk zijn.

- De invloed van het stalklimaat op de frekwenties van de longaandoeningen zal vaak bepaald worden door een combinatie van stalklimaatfactoren. Bij de korrelatieberekeningen is echter uitsluitend de invloed van iedere stalklimaatfactor afzonderlijk nagegaan.

De enige stalklimaatfactor, die een significante korrelatie met het percentage niet aangetaste longen te zien geeft is de temperatuurschommelingsgraad. Deze factor is echter ook slechts eenmaal per stal bij lage buitentemperaturen bepaald.

De gemiddelden der stalklimaatfactoren per meststal met de daarbij behorende frekwenties der longaandoeningen zijn vermeld in bijlage 5.

Om een genuanceerdere indruk te krijgen van de invloed van een aantal stalklimaatfactoren op de frekwenties der longaandoeningen zijn in tabel 4.31, bij indeling van de stallen op grond van het percentage niet aangetaste longen in klassen, de gemiddelden der stalklimaatfactoren per klasse berekend. In deze tabel zijn als stalklimaatfactoren opgenomen de staltemperatuur, de gemiddelde luchtsnelheid, de tochtwaarde en de katawaarde-rood. Van deze factoren werd het gemiddelde berekend van alle waarnemingen tijdens de totale meetperiode, maar ook het gemiddelde van de waarnemingen tijdens de metingen in de koude periode. Voor deze laatste periode werden de maanden uitgekozen, waarbij de temperatuur buiten de stal tijdens de metingen lager dan 10°C was. De tochtwaarde (TW) werd berekend door de gemiddelde luchtsnelheid (GLU) te vermenigvuldigen met het verschil tussen de temperatuur in en de temperatuur buiten de stal (ΔT)

$$TW = GLU \times \Delta T$$

Van de katawaarden werd alleen de katawaarde-rood (gemeten met de onverzilverde katathermometer) opgenomen, omdat is gebleken, dat er een zeer hoge korrelatie bestaat tussen deze katawaarde en de met de verzilverde katathermometer bepaalde waarde.

TABEL 4.31. Het verband tussen het percentage niet aangetaste longen en het stalklimaat.

	% niet aangetaste longen			
	< 40	60-50	50-60	> 60
Aantal bedrijven	4	5	6	2
% niet aangetaste longen	32	45	55	66
<i>Stalklimaatfactor:</i>				
Temperatuursch. graad (TSG)	0.70	0.77	0.46	0.36
Staltemperatuur (totale periode) °C	17.3	18.2	17.8	17.6
Staltemperatuur (koude periode) °C	14.9	15.6	15.3	15.6
Gem. Luchtsnelheid (totale periode) cm/sek.	18	18	17	18
Gem. luchtsnelheid (koude periode) cm/sek.	17	18	17	15
Tochtwaarde (totale periode)	123	126	124	128
Tochtwaarde (koude periode)	174	181	170	179
Katawaarde (totale periode) 10 ⁻⁶ kcal/cm ² /sek.	7.5	8.3	7.4	8.1
Katawaarde (koude periode) 10 ⁻⁶ kcal/cm ² /sek.	8.2	8.9	8.1	8.1

Volgens bovenbeschreven methode werden eveneens de gemiddelden der stalklimaatfactoren berekend bij indeling van de meststallen in klassen op grond van het percentage matig (2) + veel (3) aangetaste longen. Deze resultaten zijn opgenomen in tabel 4.32.

Uit de gegevens in tabel 4.31 blijkt vooral de invloed van de stalklimaatfactoren op het wel of niet optreden van longaandoeningen, terwijl in tabel 4.32 veel meer de invloed van deze factoren op de ernst van de longaandoeningen naar voren komt. Uit tabel 4.31 blijkt duidelijk het verband tussen het percentage niet aangetaste longen en de temperatuurschommelingsgraad. In de meststallen met een hoog percentage aangetaste longen is de schommeling van de temperatuur in de stal, als gevolg van schommeling in de buitentemperatuur duidelijk groter. Bij de overige stalklimaatfactoren bestaan geen opvallende verschillen tussen de gemiddelden van de vier klassen. De gemiddelde staltemperatuur ligt in de koude periode wel $\pm 2,5^{\circ}\text{C}$ lager dan in de totale periode. De gemiddelde luchtsnelheid blijft bij de twee vergeleken perioden vrijwel gelijk. De tochtwaarde is in de koude periode uiteraard hoger als gevolg van een groter temperatuurverschil tussen binnen en buiten. De katawaarde-rood is in de koude periode iets hoger.

Hoe de ernst van de longaantasting wordt beïnvloed door deze stalklimaatfactoren wordt weergegeven in tabel 4.32.

Ook uit deze tabel blijkt weer het verband tussen de temperatuurschommelingsgraad en de frekwenties der longaandoeningen. Het percentage matig + veel aangetaste longen is duidelijk lager in de meststallen waar de temperatuurschommeling in de stal minder onderhevig is aan de schommeling in de buitentemperatuur. Bij een lagere temperatuurschommelingsgraad (geringere schommeling in de staltemperatuur) is dus het percentage aangetaste longen en de ernst van de aantasting minder.

TABEL 4.32 Het verband tussen het percentage matig + veel aangetaste longen en het stalklimaat.

	% matig + veel aangetaste longen		
	> 20	20-10	< 10
Aantal bedrijven	4	6	7
% matig + veel aangetaste longen	26	14	6
<i>Stalklimaatfactor:</i>			
Temperatuurschommelingsgraad	0.78	0.60	0.48
Staltemperatuur (totale periode) $^{\circ}\text{C}$	17.9	18.4	17.1
Staltemperatuur (koude periode) $^{\circ}\text{C}$	15.5	16.3	14.4
Gem. luchtsnelheid (totale periode) cm/sek.	19	17	17
Gem. luchtsnelheid (koude periode) cm/sek.	17	18	16
Tochtwaarde (totale periode)	137	130	114
Tochtwaarde (koude periode)	188	187	155
Katawaarde-rood (totale periode) 10^{-6} kcal/cm ² /sek.	7.4	7.9	7.9
Katawaarde-rood (koude periode) 10^{-6} kcal/cm ² /sek.	8.3	8.2	8.6

In de staltemperatuur, de gemiddelde luchtsnelheid en de katawaarde treden slechts kleine verschillen op bij het toenemen van het percentage matig + veel aangetaste longen. Wel blijkt uit de gemiddelden, dat in meststallen met een hoger percentage matig + veel aangetaste longen de staltemperatuur iets hoger is. Men moet echter aannemen, dat hier van een indirecte invloed van de temperatuur sprake is. Bij een hogere temperatuur in de stal is bij bepaalde ventilatiesystemen de kans op een foutieve luchtbeveging bij lage buitentemperaturen groter. Dit nadelig effect zal dan ook tot uitdrukking moeten komen in de invloed van de tochtwaarde op de frekwenties der longaandoeningen. Uit tabel 4.32 blijkt inderdaad, dat bij het toenemen van het percentage matig + veel aangetaste longen ook de tochtwaarde hoger wordt. Al eerder bleek, dat het percentage aangetaste longen nauwelijks door de tochtwaarde wordt beïnvloed. In de stallen met een hogere tochtwaarde neemt dus vooral het percentage varkens met een ernstige longaandoening toe.

4.2.5.3. De invloed van de algemene milieuomstandigheden

Tussen de algemene milieufactoren met een vrij normale verdeling (bezettingsgraad, oppervlakte en inhoud per mestvarkensplaats en aantal mestvarkensplaatsen) en de frekwenties der longaandoeningen werden korrelatieberekeningen uitgevoerd. De significante correlaties zijn vermeld in tabel 4.33.

Er werden geen significante korrelaties gevonden tussen de inhoud per mestvarkensplaats en de frekwenties der longaandoeningen.

Uit de significante korrelaties in tabel 4.33 blijkt, dat:

- Het percentage aangetaste longen en de ernst van de aantasting toeneemt bij het stijgen van de gemiddelde bezettingsgraad in de stal.
- Het percentage veel aangetaste longen toeneemt bij het dalen van de oppervlakte per mestvarkensplaats.
- In de stallen met een groter aantal mestvarkensplaatsen zowel het percentage aangetaste longen als de ernst van de aantasting toeneemt.

TABEL 4.33. De korrelatiecoëfficiënten van een aantal milieufactoren met de frekwenties der longaandoeningen.

Milieufactor	Longaandoening		
	0	2	3
Bezettingsgraad	-0.43*	+0.74***	+0.66***
Oppervlakte per mestvarkensplaats (m ²)	+0.08	-0.37	-0.48*
Aantal mestvarkensplaatsen	-0.50*	+0.79***	+0.77***

*** $p < 0.005$.

* $p < 0.05$.

TABEL 4.34. Het verband tussen een aantal milieufactoren en de frekventies der longaan-
doeningen.

Milieufactor	Aantal bedrijven	Gemidd. per klasse ind.	% niet aangetaste longen	% matig + veel aangetaste longen
<i>Bezettingsgraad:</i>				
minder dan 90%	7	85%	52	7
meer dan 90%	10	94%	45	18
<i>Oppervlakte per m.v. plaats:</i>				
groter dan 1.20 m ²	9	1.34 m ²	51	10
kleiner dan 1.20 m ²	8	1.12 m ²	44	19
<i>Aantal mestvarkensplaatsen:</i>				
minder dan 150	9	112	53	8
meer dan 150	8	313	42	21
<i>Verwarming:</i>				
wel verwarming	7	—	54	13
geen verwarming	10	—	43	14
<i>Ventilatie:</i>				
Kunstmatig (onderdruk) + grondkanaal	1	—	67	3
Natuurlijk	4	—	56	6
Kunstmatig (onderdruk) + lange geleideklep	1	—	51	16
Kunstmatig (onderdruk) + korte geleideklep	9	—	44	18
Kunstmatig (onderdruk) + geen geleideklep	2	—	38	13

In welke orde van grootte de verschillen in de frekventies van longaan-
doeningen, als gevolg van verschillen in een aantal milieufactoren zich be-
wegen, moge blijken uit de in tabel 4.34. vermelde gegevens. In deze tabel is
per klasse-indeling van de verschillende milieufactoren het gemiddelde per-
centage niet aangetaste longen en het gemiddelde percentage matig + veel
aangetaste longen weergegeven.

In de meststallen met een lagere bezettingsgraad is het percentage niet
aangetaste longen hoger en het percentage matig + veel aangetaste longen
duidelijk lager, dan in de stallen met een hogere bezettingsgraad. Verder
blijkt uit tabel 4.34, dat in de meststallen met minder dan 150 mestvarkens-
plaatsen minder ernstig aangetaste longen voorkomen, dan bij de grotere
stallen. Mogelijk treedt er tussen het aantal mestvarkensplaatsen en de bezet-
tingsgraad interactie op, omdat reeds eerder is gebleken, dat er een duidelijk
verband bestaat tussen deze twee factoren. Van de 8 meststallen met meer
dan 150 mestvarkensplaatsen hadden er 7 een bezettingsgraad van meer dan
90%.

Aangaande de oppervlakte per mestvarkensplaats blijkt, dat het percen-
tage niet aangetaste longen toeneemt en het percentage matig + veel aan-
getaste longen afneemt bij een grotere oppervlakte per mestvarkensplaats.

Uit deze gegevens blijkt dus, dat naarmate er in een meststal meer dieren op een kleinere oppervlakte zijn gehuisvest, het percentage en de ernst van de longaandoeningen toenemen.

Verder blijkt uit tabel 4.34, dat in stallen waarin verwarming aanwezig is, het percentage niet aangetaste longen hoger is. Er was echter geen verschil in het percentage matig + veel aangetaste longen tussen de stallen met en zonder verwarming. Bij de meststallen met verwarming waren 6 stallen met een bezettingsgraad hoger dan en 4 stallen met een bezettingsgraad lager dan 90%.

Bij de ventilatiesystemen werd onderscheid gemaakt tussen stallen met natuurlijke en stallen met kunstmatige ventilatie. Bij de kunstmatig geventileerde stallen werd overal het onderdrukstelsel toegepast, waarbij de lucht door ventilatoren in de nok werd afgezogen. Opvallend zijn de in vergelijking vrij gunstige resultaten van de natuurlijk geventileerde stallen. In deze stallen was de temperatuur in de koude periode gemiddeld 2,0°C lager dan in de overige stallen. Bovendien werd door het zo goed mogelijk dichtmaken van alle ventilatieopeningen de gemiddelde luchtsnelheid in de koude periode 4 cm/sec lager dan in de overige stallen. Hierdoor werd de gemiddelde tochtwaarde in deze stallen in de koude periode 132, terwijl deze in de overige stallen gemiddeld 188 bedroeg.

Bij de kunstmatig geventileerde stallen werd nog onderscheid gemaakt naar manier van binnenkomen van de buitenlucht. In één stal werd de buitenlucht via een grondkanaal onder de voergang (gezwaaid Deense stal) binnengezogen. Dit was de stal met het hoogste percentage niet aangetaste longen en het laagste percentage matig + veel aangetaste longen. Omdat dit slechts één stal betreft, mag men aan deze gegevens weinig conclusies verbinden. Er was verder een stal, waarbij de lucht via openingen boven in de zijmuren werd binnengezogen. Deze lucht werd daarna door middel van een lange (1 meter lengte) geleide klep verder in de stal gebracht. De frekwentie der longaandoeningen van deze stal is vrijwel gelijk aan het gemiddelde. Bij de kunstmatig geventileerde stallen met een korte geleideklep (< 30 cm) is het percentage niet aangetaste longen duidelijk lager en het percentage matig + veel aangetaste longen hoger dan het gemiddelde. In deze stallen wordt wederom de lucht via openingen boven in de zijmuren binnengelaten. Onder deze openingen zijn korte kleppen aangebracht om de grootte van de inlaatopening te regelen. De kans, dat in koude perioden de buitenlucht direkt na het binnenkomen omlaag valt, is bij gebruik van deze korte kleppen echter vrij groot. Dit effect zal vooral in koude perioden optreden, omdat het gewichtsverschil tussen de binnenkomende koude buitenlucht en de warmere stallucht dan het grootst is. Als gevolg van het snel omlaag vallen van deze buitenlucht, zal deze niet voldoende zijn opgewarmd door de warmere stallucht, waardoor er een koudere luchtstroom bij de varkens terecht komt. Hoewel uit de gegevens blijkt, dat de gemiddelde staltemperatuur in de koude periode in deze stallen 1°C hoger was, heeft dit een negatieve invloed, omdat hierdoor de binnenkomende lucht nog sneller zal

vallen. Mogelijk is dit de reden, dat de luchtsnelheden gemeten ter hoogte van de varkens toenemen. De gemiddelde luchtsnelheden in de 9 stallen met korte geleide kleppen zijn in de koude periode dan ook 4 cm/sec hoger dan in de overige stallen. Als gevolg van deze hogere luchtsnelheden en het verschil tussen de binnen- en buitentemperatuur is de gemiddelde tochtwaarde in de stallen met een korte geleideklep 205, terwijl deze waarde in de overige stallen 142 is. Deze hogere tochtwaarde gaat gepaard met een hoger percentage aangetaste longen, terwijl ook de ernst van de aantasting groter is. Tenslotte waren er nog twee meststallen, waar de lucht door de aanwezige ramen, deuren en andere grotere en kleinere openingen werd binnengezogen. Het percentage niet aangetaste longen was in deze stallen het laagst.

Uit het voorgaande moge blijken, dat naast de temperatuur en de luchtsnelheid ter hoogte van de varkens ook het luchtbewegingspatroon in de stal een rol speelt bij de frekwenties der longaandoeningen.

Welke van de hiervoor genoemde algemene milieufactoren de frekwenties van de longaandoeningen beïnvloeden, is niet vast te stellen, omdat in de meststallen van dit onderzoek vaak een combinatie van de milieufactoren voorkwam.

4.2.6. *De invloed van het milieu op de frekwenties der leveraandoeningen*

4.2.6.1. *Algemeen*

Voor het nagaan van de invloed van het milieu op de frekwenties van de leveraandoeningen is wederom gebruik gemaakt van de in de periode 1 oktober 1969 tot 1 oktober 1970 gevonden frekwenties. Alleen voor twee meststallen, die pas later in het onderzoek werden betrokken, zijn de gegevens van alle onderzochte levers tijdens de onderzoeksperiode genomen.

De uit een steekproef gedurende de periode 1 januari 1970 tot 1 april 1972 gevonden frekwenties der leveraandoeningen bleken niet voldoende betrouwbaar te zijn om bij de berekeningen te worden betrokken (zie bijlage 6).

Voor de stalklimaatfactoren en de algemene milieufactoren met een vrij normale verdeling werden de korrelaties berekend tussen de gemiddelden van deze factoren per meststal en de per meststal gevonden percentages niet aangetaste (0), matig aangetaste (2) en volledig afgekeurde (3) levers. Het verband tussen de milieufactoren en het percentage weinig aangetaste (1) levers kan hieruit worden afgeleid.

Verder werden voor een aantal milieufactoren de gemiddelden der frekwenties van de leveraandoeningen per milieufactor berekend.

4.2.6.2. *De invloed van de stalklimaatfactoren*

Onder nederlandse omstandigheden worden leveraandoeningen bij mestvarkens vrijwel uitsluitend veroorzaakt door spoelworminfecties (*Ascaris suum*) (Zie 2.2.2.).

De frekwenties van de leveraandoeningen op het moment van slachten

TABEL 4.35. De korrelatiecoëfficiënten van enkele stalklimaatfactoren met de frekquenties der leveraandoeningen.

Stalklimaatfactor	Leveraandoening		
	0	2	3
Laagste luchtsnelheid (LU ₁)	+0.48*	-0.45*	-0.11
NH ₃ -gehalte	-0.19	+0.42*	+0.05
Katawaarde-Rood	-0.22	-0.24	+0.42*

* $p < 0.05$.

worden bepaald door de ernst en het tijdstip van de spouworminfecties tijdens het leven van het varken. De leveraandoeningen, die op het moment van slachten worden aangetroffen, zullen grotendeels het gevolg zijn van een infectie in de laatste 40 dagen voor het slachten, omdat is aangetoond, dat de leverbeschadiging als gevolg van vroegere spouworminfecties op het moment van slachten vrijwel volledig is verdwenen (RONEUS, 1966). Een eventuele invloed van de stalklimaatfactoren op de frekquenties van de leveraandoeningen bij slachten zal daarom vooral het gevolg zijn van beïnvloeding van de ernst en het tijdstip van de spouworminfecties door deze factoren.

Uit de korrelatieberekeningen tussen de stalklimaatfactoren en de frekquenties der leveraandoeningen konden de in tabel 4.35 vermelde significante korrelaties worden vastgesteld. Tussen de overige stalklimaatfactoren en de frekquenties der leveraandoeningen werden geen significante korrelaties gevonden.

Uit de in tabel 4.35 vermelde significante korrelaties blijkt, dat:

- Het percentage afgekeurde levers lager is in stallen met een lagere katawaarde. In de stallen waar de afkoelende werking van de lucht geringer is, is het percentage afgekeurde levers dus ook minder.
- Het percentage niet aangetaste levers toeneemt en het percentage matig aangetaste levers afneemt bij een hogere gemiddelde laagste luchtsnelheid.
- In de stallen met een hoger NH₃-gehalte het percentage matig aangetaste levers hoger is. Het NH₃-gehalte is hoger in stallen met lagere luchtsnelheden (geringere luchtverversing). Daarnaast zal het NH₃-gehalte in de stal zeker ook worden bepaald door een aantal algemene milieufactoren, zoals uitmeststelsysteem, frekventie van uitmesten, schoonmaakmaatregelen etc. Welke van deze factoren de korrelatie tussen NH₃-gehalte en percentage matig aangetaste levers veroorzaakt, is uit dit materiaal niet vast te stellen.

4.2.6.3. De invloed van de algemene milieumomstandigheden

Ook de invloed van een aantal algemene milieufactoren op de frekquenties

TABEL 4.36. Het verband tussen de hygiëne en de bezettingsgraad en de frekwenties der leveraandoeningen.

Milieufactor	Aantal bedr.	Gemidd. per klasse ind.	% niet aangetaste levers	% matig aangetaste levers	% afgekeurde levers
<i>Hygiënische beoordeling:</i>					
meer dan 6 punten	6	6.9	51.0	6.0	4.1
minder dan 6 punten	11	4.9	32.1	9.8	8.9
<i>Bezettingsgraad:</i>					
hoger dan 90%	10	94%	43.2	8.3	5.3
lager dan 90%	7	85%	32.3	8.6	9.9

van de leveraandoeningen zal vooral het gevolg zijn van beïnvloeding van de ernst en het tijdstip van spoolworm-infekties door deze factoren.

Uit de korrelatieberekeningen tussen de vrij normaal verdeelde milieufactoren en de frekwenties der leveraandoeningen werd een significante correlatie gevonden tussen het percentage niet aangetaste levers en de bezettingsgraad ($r = +0,45$; $p < 0,05$). Dit betekent, dat in stallen met een

TABEL 4.37. De frekwenties der leveraandoeningen en enkele milieuumstandigheden per meststal.

Volgnr. meststal	% niet aangetaste levers	% afgekeurde levers	Milieufactor				
			Hyg. maatr.	Huisvesting	Ontwormen	Aantal keren	Verwarming
			++ = goed	H = half-roost.	+ = altijd	keren ver-	+ = wel
			+ = matig	G = geen roost.	± = soms	plaat-	- = niet
			-- = slecht	K = H+G	- = nooit	sen	
1	78.6	0.9	++	H	-	1	+
2	67.7	3.5	+	H	-	1	+
3	48.3	3.4	-	H	-	1	-
4	45.0	5.3	-	G	-	1	-
5	40.2	4.1	-	H	-	0	+
6	39.6	3.5	+	H	-	1	-
7	37.2	6.4	-	H	-	1	+
8	35.9	6.8	+	H	+	1	+
9	33.3	3.3	-	G	-	0	-
10	32.9	6.1	+	K	-	2	-
11	31.1	6.0	-	H	-	1	-
12	30.2	5.8	-	H	-	3	-
13	29.1	29.1	-	H	-	5	+
14	28.6	6.3	-	H	±	1	-
15	27.8	11.8	-	G	+	1	-
16	26.6	9.9	+	K	+	1	+
17	26.4	9.7	-	H	±	1	-

hogere bezettingsgraad het percentage aangetaste levers lager is.

Verder werd er een significante positieve correlatie gevonden tussen de hygiënische puntenbeoordeling en het percentage niet aangetaste levers ($r = +0,60$; $p < 0,01$). In stallen met een betere hygiënische indruk is het percentage aangetaste levers dus minder. Hoe groot de verschillen in de frekwenties der leveraandoeningen zijn, bij indeling van deze milieufactoren in klassen, blijkt uit de gegevens in tabel 4.36. In deze tabel is per klasse-indeling van deze twee milieufactoren het gemiddelde percentage niet aangetaste, matig aangetaste en het gemiddelde percentage afgekeurde levers berekend.

In de stallen met een hygiënische beoordeling van minder dan 6 punten was het percentage aangetaste levers veel hoger en het percentage afgekeurde levers zelfs ruim tweemaal zo hoog dan in stallen met een betere hygiëne. De meststallen met een bezettingsgraad beneden 90% hebben een hoger percentage aangetaste levers, terwijl ook met name het percentage afgekeurde levers hoger is dan bij de stallen met een hogere bezettingsgraad. Van de 7 meststallen met een bezettingsgraad lager dan 90% hadden er 5 een hygiënische beoordeling van minder dan 6 punten.

Om een indruk te krijgen van de invloed van de overige milieufactoren op de frekwenties der leveraandoeningen zijn in tabel 4.37 per meststal het percentage niet aangetaste en het percentage afgekeurde levers met de daarbij behorende milieuomstandigheden vermeld.

Uit de frekwenties der leveraandoeningen per meststal en de daarbij behorende milieuomstandigheden kon het volgende betreffende de invloed van deze milieuomstandigheden op de frekwenties worden vastgesteld:

De schoonmaak-maatregelen

Onder de schoonmaak-maatregelen verstaan we alle maatregelen, die worden genomen om de mesthokken in een stal goed schoon te maken en te ontsmetten, voordat er varkens in de hokken worden geplaatst. Aangenomen wordt, dat door goede schoonmaak-maatregelen de kans, dat varkens besmet worden door in het mesthok aanwezige spoelwormeieren, klein is geworden. Er was slechts één meststal waarin de hygiënische maatregelen goed werden uitgevoerd (meststal no. 1). In deze meststal werd per afdeling het 'all in-all out' systeem toegepast. De biggen werden na aankomst op het bedrijf in, een met behulp van een hogedrukspuit, schoongemaakte en daarna met chlooramine ontsmette opvangafdeling geplaatst. Bij een gewicht van ± 40 kg werden deze varkens verplaatst naar een afmestafdeling, die ook weer van tevoren volledig was schoongemaakt en ontsmet. Bij de varkens afkomstig uit deze meststal was het percentage aangetaste levers laag (21,4%), terwijl bovendien ook de ernst van de aantasting gering was. Slechts 0,9% van de levers werd volledig afgekeurd.

In 5 meststallen (no. 2, 6, 8, 10 en 16) werden in mindere mate schoonmaak-maatregelen uitgevoerd. In deze 5 meststallen werd continu gemest, d.w.z. dat, zodra er in de stal een mesthok leeg was, weer nieuwe varkens

in dit hok werden geplaatst, terwijl in de overige hokken nog mestvarkens aanwezig waren. De schoonmaak-maatregelen bestonden erin, dat deze individuele hokken zo goed mogelijk met water werden schoongemaakt voordat er nieuwe varkens in werden geplaatst. Dit schoonmaken moest echter met de nodige voorzichtigheid gebeuren, omdat in de belendende mesthokken nog varkens aanwezig waren. In de 5 meststallen werden de biggen-opvanghokken altijd schoongemaakt, terwijl de afmesthokken, waarin de varkens bij een gewicht van ± 40 kg werden verplaatst, niet altijd werden schoongemaakt. In geen enkele meststal werden de hokken na het schoonmaken ontsmet. Het gemiddelde percentage niet aangetaste levers (40%) was bij deze 5 stallen vrijwel gelijk aan het totaal gemiddelde (39%). Het percentage afgekeurde levers was 1,2% lager dan het gemiddelde van alle meststallen.

In de 11 overige meststallen werden geen extra schoonmaakmaatregelen genomen. In al deze stallen werd kontinu gemest. Het percentage niet aangetaste levers van deze stallen was 34%. Het percentage afgekeurde levers bedroeg 8,3% en lag daarmee 1,1% boven het totaal gemiddelde.

Deze gegevens wijzen erop, dat door het nemen van goede schoonmaakmaatregelen het percentage aangetaste en afgekeurde levers kan worden verminderd. Worden deze maatregelen minder goed uitgevoerd, dan neemt het effect ervan op het optreden van leveraandoeningen snel af en de resultaten zijn dan gemiddeld slechts weinig beter dan bij het achterwege laten van deze maatregelen.

Het ontwormen

Bij 3 meststallen (no. 8, 15 en 16) werden de biggen binnen 14 dagen na aankomst op het mestbedrijf ontwormd. Bij twee meststallen (no. 14 en 17) gebeurde dit bij een gedeelte van de biggen ($\pm 50\%$). Het ontwormen gebeurde met piperazine. Het gemiddelde percentage aangetaste levers (71%) lag bij deze 5 meststallen boven het totaal gemiddelde, terwijl het percentage afgekeurde levers 1,5% boven het gemiddelde lag. Bij deze meststallen heeft het eenmalig ontwormen van de biggen aan het begin van de mestperiode geen lager percentage aangetaste levers tot gevolg gehad.

Het aantal keren verplaatsen

Het verplaatsen van de mestvarkens tijdens de mestperiode vindt plaats om de aanwezige hokruimte in een meststal beter te benutten. Worden echter de hokken voor het verplaatsen niet goed schoongemaakt en ontsmet, dan ontstaat er bij iedere keer verplaatsen een extra mogelijkheid voor de varkens om zich te besmetten met in het hok achtergebleven spoorwormeieren van een vorige groep. Slechts in twee stallen werden de varkens geen enkele keer verplaatst. Bij 12 meststallen werden de varkens eenmaal verplaatst van opvanghok naar afmesthok. De resultaten van deze stallen zijn vrijwel gelijk aan het gemiddelde. In een stal werden de varkens 2 keer verplaatst. In een stal gebeurde dit 3 maal tijdens de mestperiode, terwijl in

meststal no. 13 de varkens zelfs 5 keer werden verplaatst. In deze laatste stal werd het zgn. opschuifstelsysteem toegepast. Bij dit systeem worden de varkens \pm 25 dagen voor het slachten voor het laatste verplaatst. Opvallend is het hoge percentage afgekeurde levers bij de varkens afkomstig uit deze stal (29,1%). Als er, als gevolg van de laatste maal verplaatsen, weer een besmettingsgolf met spoelwormeieren optreedt, zullen de hierdoor ontstane leverbeschadigingen het hoge percentage afgekeurde levers bij slachten kunnen verklaren.

De verwarming

In 7 mestvarkensstallen (no. 1, 2, 5, 7, 8, 13 en 16) was de mogelijkheid aanwezig om bij te verwarmen. Het gemiddelde percentage niet aangetaste levers is in deze stallen 6% hoger dan het totaal gemiddelde. Dit is echter vooral het gevolg van het feit, dat ook in meststal no. 1 verwarming aanwezig is. In deze stal waren echter ook de schoonmaak-maatregelen goed. Het percentage afgekeurde levers was bij de stallen met verwarming 1,5% hoger dan het totaal gemiddelde. Ook hier speelt het hoge percentage van een meststal (no. 13) een grote rol. In deze stal werden de varkens echter 5 keer verplaatst. Men mag daarom niet aannemen, dat de frekwenties der leveraandoeningen door de aanwezigheid van verwarming in de stal worden beïnvloed.

De huisvesting

Het is mogelijk, dat bij de aanwezigheid van mestroosters, in combinatie met het drijfmeststelsysteem in de stal, de kans op spoelworminfecties minder is dan bij stallen zonder rooster, omdat de varkens minder in aanraking zouden komen met hun faeces. Dit zou dan weer tot gevolg hebben, dat het percentage aangetaste levers in stallen met roosters lager is. Dit effect kon uit dit onderzoek echter niet worden nagegaan, omdat er slechts 3 meststallen zonder roosters bij het onderzoek waren betrokken. Bij deze 3 meststallen lag het percentage niet aangetaste levers 4% beneden en het percentage afgekeurde levers gelijk aan het totaal gemiddelde.

Uit het voorgaande moge blijken, dat de frekwenties van de leveraandoeningen in meststallen vooral worden bepaald door de schoonmaak-maatregelen en de algemene hygiëne in de stallen.

4.3. HET EFFEKT VAN DE LONG- EN LEVERAANDOENINGEN OP DE GROEI EN DE SLACHTKWALITEIT

4.3.1. *Algemeen*

Uit de gegevens van dit onderzoek kon het effect van de long- en leveraandoeningen op een aantal produktiefactoren van de varkens worden nagegaan. Om dit effect vast te stellen werden de korrelatie- en regressiecoëfficiënten tussen de long- en leveraandoeningen en deze factoren berekend. Deze berekening werd apart voor borgen en gelten en over het totale mate-

riaal uitgevoerd. Binnen de geslachten werden de varkens ingedeeld in groepen op grond van slachtmaand, vader, mestbedrijf en meststal binnen het mestbedrijf. De berekeningen werden binnen deze groepen uitgevoerd. Zodoende werd de invloed van neveneffecten zoveel mogelijk uitgeschakeld. De significantie van de korrelatiecoëfficiënten werd getoetst m.b.v. de toets van Student. De korrelatie- en regressieberekeningen worden uitgevoerd tussen deze long- resp. leveraantastingsgraad en de overige factoren.

In tabel 4.38 worden de korrelatie- en regressiecoëfficiënten van de long- en leveraantastingsgraad met een aantal produktiefactoren weergegeven. De gegevens zijn vermeld per geslacht en over het totale materiaal. Bij deze berekeningen werden in het totaal 3584 varkens betrokken.

Er werd geen verband gevonden tussen de longaandoeningen (longaantastingsgraad) en de leeftijd bij spenen, de leeftijd bij slachten, de groei per dag op het fokberdrijf, de spekdikte, de buitentemperatuur op het moment van slachten, de relatieve luchtvochtigheid buiten op het moment van slachten en de rigor van het vlees na het slachten.

Evenzo werd er geen verband gevonden tussen de leveraandoeningen (leveraantastingsgraad) en de leeftijd bij spenen, de leeftijd bij slachten, de groei per dag op het fokbedrijf, de spekdikte, de temperatuur en de relatieve luchtvochtigheid buiten op het moment van slachten en de pH en de rigor van het vlees na het slachten.

Betreffende de longaandoeningen konden de volgende significante korrelaties worden aangetoond:

- Een negatieve korrelatie tussen de longaantastingsgraad en de groei per dag op het mestbedrijf ($r = -0,08$; $p < 0,01$). De bijbehorende regressiecoëfficiënt is $-8,7$, hetgeen betekent, dat de groei per dag op het mestbedrijf met gemiddeld 8,7 gram daalt bij het stijgen van de longaantastingsgraad met 1 punt (klasse).
- Een negatieve korrelatie tussen de longaantastingsgraad en de groei per dag over de totale leefperiode ($r = -0,09$; $p < 0,01$). De groei per dag over de totale leefperiode daalde gemiddeld met 5,4 gram bij het stijgen van de longaantastingsgraad met 1 punt.
- Een negatieve korrelatie tussen het koud geslacht gewicht en de longaantastingsgraad ($r = -0,10$; $p < 0,01$). Uit de bijbehorende regressiecoëfficiënt ($b = -0,7$) blijkt, dat het koud geslacht gewicht met gemiddeld 0,7 kg daalt bij het stijgen van de longaantastingsgraad met 1 punt.
- Bij de borgen en in het totale materiaal werd een positief verband aangetoond tussen de longaantastingsgraad en het slachttype ($r = 0,06$ resp. $r = 0,05$; $p < 0,01$). Bij de gelten kon dit verband niet worden aangetoond. Men moet hierbij bedenken, dat bij de gelten 90% van de dieren type A hadden. Bij de borgen was dit slechts 55%.
- Bij de borgen blijkt een positieve korrelatie te bestaan tussen de longaantastingsgraad en de pH van het vlees na het slachten ($r = 0,05$, $p < 0,01$).

TABEL 4.38. De correlatie- en regressiecoëfficiënten van de long- en leveraandoeningen met een aantal productiefactoren.

x:	Longaantastingsgraad						Leveraantastingsgraad					
	Borgen		Gelten		Totaal		Borgen		Gelten		Totaal	
	r	b _{yx}	r	b _{yx}	r	b _{yx}	r	b _{yx}	r	b _{yx}	r	b _{yx}
Groei/dag op mestbedrijf (gr)	-0.09**	-8.7	-0.08**	-8.7	-0.08**	-8.7	0.03	-	-0.06**	-5.5	-0.04**	-3.9
Groei/dag totaal (gr)	-0.09**	-5.5	-0.08**	-5.1	-0.09**	-5.4	-0.05**	-2.5	-0.07**	-4.1	-0.06**	-3.2
<i>Bij slachten:</i>												
Gewicht (kg)	-0.10**	-0.7	-0.10**	-0.8	-0.10**	-0.7	-0.04*	-0.23	-0.09**	-0.7	-0.06**	-0.4
Type (A, B, C)	+0.06**	+0.04	+0.03	-	+0.05**	+0.03	+0.03	-	+0.05*	+0.02	+0.03	-
Longaantastingsgraad	-	-	-	-	-	-	+0.11**	+0.09	+0.06**	-0.06	+0.09**	+0.08
Leveraantastingsgraad	+0.11**	N.B.	+0.06**	N.B.	+0.09**	N.B.	-	-	-	-	-	-

** p < 0.01.

* p < 0.05.

N.B. niet berekend.

- Het al eerder vermelde verband tussen de long- en leveraandoeningen (hoofdstuk 4.1.9.) blijkt zowel bij de borgen, als bij de gelten en in het totale materiaal aanwezig te zijn.

Betreffende de leveraandoeningen konden de volgende significante korrelaties worden aangetoond:

- Bij de gelten en in het totale materiaal werd een negatieve korrelatie gevonden tussen de leveraantastingsgraad en de groei per dag op het mestbedrijf ($r = -0,06$ resp. $r = -0,04$; $p < 0,01$ resp. $p < 0,05$). De regressiecoëfficiënt bij de gelten is $b = 5,5$, hetgeen betekent, dat de groei per dag op het mestbedrijf gemiddeld 5,5 gram lager is als de leveraantastingsgraad 1 punt hoger is.
- Een negatieve korrelatie tussen de leveraantastingsgraad en de groei per dag over de totale leefperiode ($r = -0,06$; $p < 0,01$). Uit de regressiecoëfficiënt blijkt, dat de groei per dag over de totale leefperiode met gemiddeld 3,2 gram daalt bij het stijgen van de leveraantastingsgraad met 1 punt.
- Een negatieve korrelatie tussen de leveraantastingsgraad en het koud geslacht gewicht ($r = -0,06$, $p < 0,01$). Het koud geslacht gewicht daalde met 0,4 kg ($b = -0,4$) bij het stijgen van de leveraantastingsgraad met 1 punt.
- Bij de gelten werd een positief verband aangetoond tussen de leveraantastingsgraad en het slachttype ($r = +0,05$; $p < 0,05$).

Uit de berekeningen kon behalve het in het voorgaande vermelde verband tussen de long- en leveraandoeningen en een aantal produktiefactoren ook worden nagegaan hoe deze produktiefactoren onderling zijn gekorreleerd. In bijlage 7 zijn de significante korrelatiecoëfficiënten met de korresponderende regressiecoëfficiënten tussen de produktiefactoren vermeld.

4.3.2. *Het effect van de long- en leveraandoeningen op de groei per dag*

In hoofdstuk 4.3.1. is reeds aangetoond, dat er een verband bestaat tussen de long- en leveraandoeningen en de groei per dag op het mestbedrijf en tussen de groei per dag over de totale leefperiode. Uit de regressiecoëfficiënt blijkt, dat de groei per dag over de totale leefperiode (van geboorte tot slachten) met gemiddeld 5,4 gram resp. 3,2 gram daalt bij het stijgen van de long- resp. leveraantastingsgraad met 1 punt. In hoeverre een groeivertraging als gevolg van een hogere longaantastingsgraad nog versterkt wordt door een gelijktijdig voorkomende hogere leveraantastingsgraad, werd nagegaan uit de gegevens van 3579 slachtvarkens.

Om een eventueel synergistisch effect van de long- en leveraandoeningen op de groei per dag van geboorte tot slachten vast te stellen, werd het totale materiaal wederom verdeeld in groepen op grond van het geslacht, de slachtaand, vader, mestbedrijf en meststal binnen het mestbedrijf. Binnen deze groepen werd de gemiddelde groei per dag berekend. Vervolgens werd per long- en leveraandoeningsklasse de gemiddelde afwijking tot het groeps-gemiddelde vastgesteld. Tenslotte werd per long- en leveraandoeningsklasse

TABEL 4.39. De invloed van de long- en leveraandoeningen op de groei per dag van geboorte tot slachten.

Longaandoening		Leveraandoening			Totaal
		0	1	2+3	
0	n:	605	1026	252	1883
	Δx *	+0.9	+3.5	-3.1	+1.2
1	n:	358	767	198	1323
	Δx *	+5.6	-0.9	+1.4	+1.2
2+3	n:	104	189	80	373
	Δx *	-1.8	-14.7	-24.0	-13.1
Totaal	n:	1067	1982	530	3579
	Δx *	+2.2	0.0	-4.6	0.0

* Δx = verschil in groei ten opzichte van het gemiddelde.

het rekenkundig gemiddelde van alle gemiddelde afwijkingen per groep berekend. Door dit rekenkundig gemiddelde (Δx) wordt het effect van de long- en leveraandoeningen op de groei weergegeven. Op dezelfde manier werd dit effect (Δx) berekend voor de verschillende combinaties tussen de long- en leveraandoeningsklassen. De resultaten van deze berekeningen zijn weergegeven in tabel 4.39.

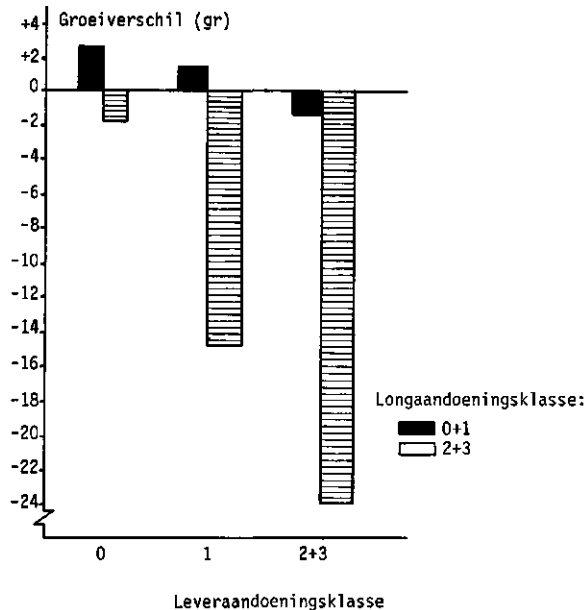


FIG. 4.18. De invloed van de long- en leveraandoeningen op de groei per dag van geboorte tot slachten.

Vooral bij de varkens, waarbij de longen veel zijn aangetast (2 + 3) is de groeivertraging groter als tegelijkertijd ook de levers van deze dieren veel zijn aangetast (2 + 3). De afwijking tot de gemiddelde groei is dan gemiddeld 24 gram. Ook indien de levers slechts weinig zijn aangetast (1) treedt er bij varkens met veel aangetaste longen duidelijk meer groeivertraging op, dan indien de levers niet zijn aangetast (0).

Bij de varkens met niet aangetaste of slechts weinig aangetaste longen is van een extra groeivertraging als gevolg van een hogere leveraantastingsgraad weinig te bespeuren.

In figuur 4.18 is de groeivertraging als gevolg van de toenemende leveraantastingsgraad binnen de longaandoeningsklassen nogmaals uitgebeeld.

Een verdere indruk van de invloed van de long- en leveraandoeningen op de groei per dag wordt verkregen door per aandoeningsklasse een frekwentieverdeling van de groei per dag te geven. Zo is in figuur 4.19 per longaandoeningsklasse (0, 1, 2 en 3) een frekwentieverdeling van de groei per dag van geboorte tot slachten weergegeven. Evenzo is in figuur 4.20 per leveraandoeningsklasse (0, 1, 2 en 3) een frekwentieverdeling van de groei per dag van geboorte tot slachten weergegeven.

Uit figuur 4.19 blijkt, dat er bij de hogere longaandoeningsklassen een verschuiving van de frekwentieverdeling naar lagere groei per dag optreedt. Er is bijna geen verschil in het verloop van de frekwentieverdelingen van

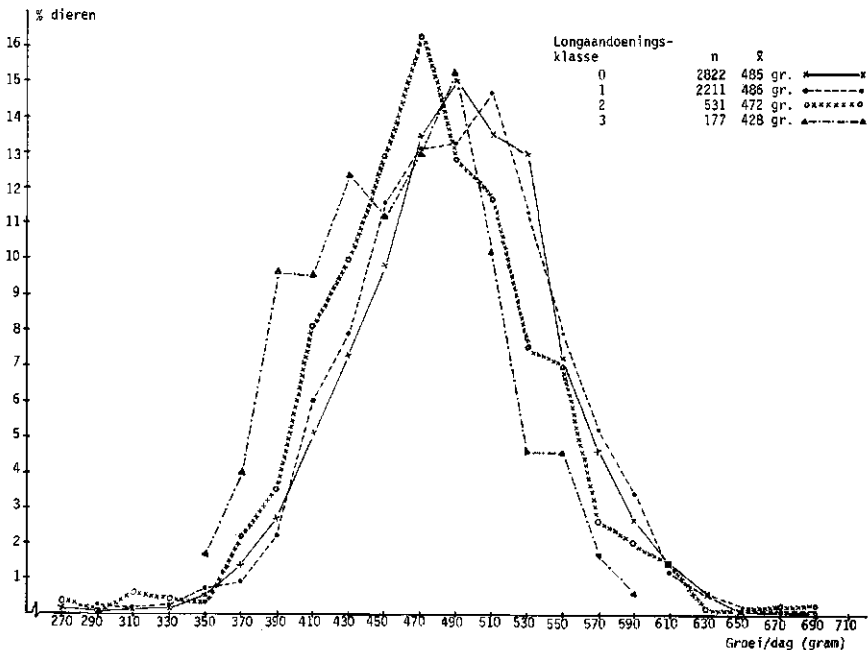


FIG. 4.19. De frekwentieverdeling van de groei per dag van geboorte tot slachten per longaandoeningsklasse.

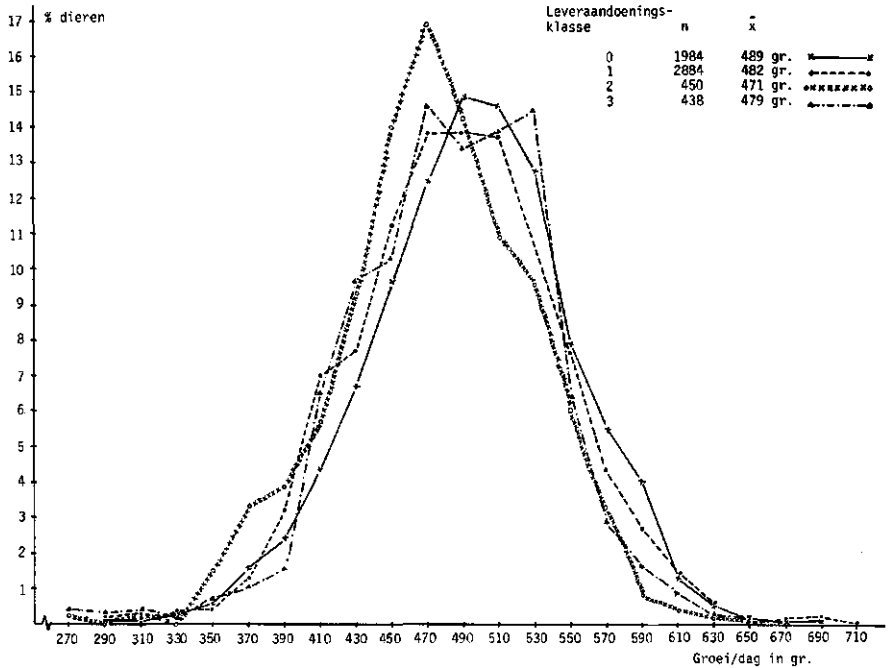


FIG. 4.20. De frekwentie-verdeling van de groei per dag van geboorte tot slachten per leveraandoeningsklasse.

de longaandoeningsklasse 0 (niet aangetast) en 1 (weinig aangetast). Ook in de gemiddelde groei per dag bestaat tussen deze twee klassen geen verschil (485 resp. 486) gr.). Het verloop van de frekwentieverdeling van de longaandoeningsklasse 2 (matig aangetast) is echter duidelijk verschoven naar een lagere groei per dag. Ook de gemiddelde groei per dag is bij deze klasse lager (472 gr.). Bij de longaandoeningsklasse 3 (veel aangetast) heeft er nog een verdere verschuiving naar lagere groeicijfers plaats. De gemiddelde groei per dag daalt dan naar 428 gr.

Betreffende de leveraandoeningen zien we in figuur 4.20 eveneens een verschuiving van de frekwentieverdeling van de groei per dag van geboorte tot slachten naar een lagere groei per dag bij hogere leveraandoeningsklassen. De frekwentieverdeling verschuift naar een lagere groei per dag bij het toenemen van de leveraandoeningsklasse van 0 (niet aangetast) naar 2 (matig aangetast). Dit gaat gepaard met een daling in de gemiddelde groei per dag van 489 gram naar 471 gram. Opvallend is echter, dat de frekwentieverdeling van de leveraandoeningsklasse 3 (volledig afgekeurde levers) niet verder verschuift naar nog lagere groeicijfers, maar een verschuiving naar iets hogere groeicijfers t.o.v. van de klasse 2. De frekwentieverdeling van de klasse 3 is ongeveer gelijk aan die van klasse 1. Dit betekent, dat er bij de dieren met een volledig afgekeurde lever bij slachten een geringere groei-vertraging optreedt dan bij de dieren met een matig aangetaste lever.

TABEL 4.40. De invloed van de long- en leveraandoeningen op het geslacht gewicht.

Longaandoening		Leveraandoening			Totaal
		0	1	2+3	
0	n:	605	1026	252	1883
	Δx :*	+0.4	+0.0	+0.1	+0.2
1	n:	358	767	198	1323
	Δx :*	+0.3	+0.1	-0.4	+0.1
2+3	n:	104	189	80	373
	Δx :*	-1.0	-1.0	-2.2	-1.2
Totaal	n:	1067	1982	530	3579
	Δx :*	+0.2	-0.0	-0.5	0.0

* Δx = verschil in gewicht ten opzichte van het gemiddelde.

4.3.3. Het effect van de long- en leveraandoeningen op het geslacht gewicht

Het geslacht gewicht van de varkens wordt grotendeels bepaald door het moment van afleveren aan de slachterij. Door de varkenshouders wordt zoveel mogelijk getracht om de varkens binnen bepaalde gewichtsgrenzen van het geslacht gewicht af te leveren, omdat binnen deze grenzen de hoogste opbrengstprijis wordt ontvangen. De spreiding in het geslacht gewicht is toch nog groot (gem. 82,4 kg, $s = 6,5$). Er werd zowel voor de long- als voor de leveraandoeningen een significante negatieve korrelatie ($r = 0,10$ resp. $r = 0,06$; $p < 0.01$) met het koud geslacht gewicht aangetoond. Uit de regressiekoëfficiënten blijkt, dat het koud geslacht gewicht met 0,7 resp. 0,4 kg daalt wanneer de long- resp. leveraantastingsgraad met 1 punt stijgt.

Om na te gaan in hoeverre het geslacht gewicht wordt beïnvloed door een gelijktijdige hoge long- en leveraantastingsgraad werd, volgens de in hoofdstuk 4.3.2. besproken methode, de gemiddelde afwijking (Δx) van het geslacht gewicht t.o.v. het gemiddeld geslacht gewicht per long- en leveraandoeningsklasse berekend. In tabel 4.40 zijn deze gemiddelde afwijkingen bij de verschillende kombinaties van de long- en leveraandoeningsklassen vermeld. Een geringe aantasting van longen en/of levers heeft vrijwel geen invloed op het gemiddeld koud geslacht gewicht van de dieren. Bij de dieren met ernstige longaandoeningen is het gemiddeld geslacht gewicht gemiddeld 1,2 kg lager. Vooral wanneer de ernstige longaandoeningen gepaard gaan met ernstige leveraandoeningen wordt het gemiddeld geslacht gewicht gemiddeld lager. Bij het afwezig zijn van longaandoeningen wordt het geslacht gewicht door de mate van de leveraandoening niet beïnvloed.

4.3.4. Het effect van de long- en leveraandoeningen op de slachtkwaliteit

De beoordeling van de slachtkwaliteit van de varkens vond plaats volgens de in 1969 en 1970 geldende voorschriften van het Produktschap voor Vee

en Vlees. Op grond van de dikte van het rugspek, gemeten op de mediaan, werden de dieren in de spekdikteklassen I, II of III ingedeeld. Evenzo werden de varkens op grond van hun type ingedeeld in de typeklassen A, B of C.

Er kon geen verband worden aangetoond tussen de frekwenties van de long- en leveraandoeningen en de spekdikte-classes. Wel werd er in het totale materiaal en bij de borgen een significante correlatie gevonden tussen de longaantastingsgraad en de typeklassen ($r = 0,05$ respectievelijk $r = 0,06$; $p < 0,01$). Bij de gelten werd een significante correlatie gevonden tussen de leveraantastingsgraad en de typeklassen ($r = 0,05$; $p < 0,05$). Wat de typeklassen betreft is er bij de gelten geen sprake van een normale verdeling. Bij deze gelten had 90,8% het type A, 9% het type B en slechts 0,2% het type C. Bij de borgen waren deze percentages respectievelijk 49,0%, 50,1% en 0,9%. Meer informatie wordt verkregen, door de frekwenties der long- en leveraandoeningen voor beide geslachten per typeklassen weer te geven.

In tabel 4.41 zijn de frekwenties van de longaandoeningen per typeklassen voor de borgen en de gelten weergegeven.

TABEL 4.41. De frekwenties der longaandoeningen per typeklasse bij borgen en gelten.

Type klasse	Borgen					Gelten				
	aantal dieren	Longaandoening (%)				aantal dieren	Longaandoening (%)			
		0	1	2	3		0	1	2	3
A	1208	45	41	10	4	2184	56	35	7	2
B	1234	44	42	10	4	217	58	29	10	2
C	20	40	35	15	4	4	25	50	25	0
Totaal	2462	44	42	10	4	2405	56	35	7	2
χ^2_2		0.03					1.68			
χ^2_4		3.26					10.14*			

* $p < 0.05$.

Bij de borgen werden geen verschillen in het percentage aangetaste longen en ook niet in de ernst van de aantasting gevonden. Ook bij de gelten was er geen verschil in het percentage aangetaste longen. Wel werd hier een verschil aangetoond in de ernst van de aantasting ($p < 0,05$). Bij de gelten met een B-type waren meer matig aangetaste longen dan bij de gelten met een A-type.

In tabel 4.42 zijn de frekwenties van de leveraandoeningen per typeklasse voor de borgen en gelten weergegeven.

Bij de borgen werd tussen de typeklassen een verschil aangetoond in het percentage aangetaste levers ($\chi^2_2 = 12,43$; $p < 0,005$). De borgen met een B-type hadden significant meer aangetaste levers dan borgen met een A-type.

TABEL 4.42. De frekwenties der leveraandoeningen per typeklasse bij borgen en gelten.

Type klasse	Borgen					Gelten				
	aantal dieren	Leveraandoening (%)				aantal dieren	Leveraandoening (%)			
		0	1	2	3		0	1	2	3
A	1208	37	45	8	10	2184	34	52	7	7
B	1234	31	53	8	8	217	27	56	9	8
C	20	15	60	10	15	4	50	25	0	25
Totaal	2462	34	49	8	9	2405	33	53	7	7
χ^2_2		12.4					5.4			
χ^2_4		5.7					0.7			

Er werd echter geen verschil aangetoond in de ernst van de aantasting. Bij de gelten werden geen verschillen tussen de typeklassen gevonden in het percentage aangetaste levers en ook niet in de ernst van de aantasting.

Uit het voorgaande mag men konkluderen, dat op grond van de hier gehanteerde beoordeling voor type het verband tussen de slachtkwaliteit en de frekwenties der long- en leveraandoeningen bij borgen en gelten niet gelijk is. Daar waar een significant verband werd gevonden was dit slechts gering.

5. DISKUSSIE

Het onderzoek werd uitgevoerd om na te gaan of er verschillen bestaan in de frekwenties van de long- en leveraandoeningen tussen de mestbedrijven en de meststallen op deze bedrijven en door welke milieufactoren deze verschillen worden beïnvloed. Het onderzoek werd uitgevoerd op praktijkbedrijven om het complex van factoren te kunnen onderzoeken. De informatie uit een dergelijk onderzoek kan groter worden, naarmate het aantal onderzochte bedrijven en het aantal onderzochte dieren per bedrijf groter is. De keuze van het aantal bedrijven en dieren in dit onderzoek werd bepaald door de beschikbare proefcapaciteit. De bedrijven werden gekozen op grond van het aanwezige administratiesysteem, de bedrijfsgrootte en de dag van de week, waarop de varkens aan de slachterij werden geleverd. Bij de keuze werd niet gelet op de bedrijfsvoering en bedrijfsomstandigheden. Men mag het materiaal daarom wat deze twee factoren betreft, als een steekproef beschouwen.

De frekwenties van de long- en leveraandoeningen

Bij de beoordeling van de longen en levers van de slachtvarkens werd gelet op de, met het blote oog zichtbare, aanwezigheid en de uitgebreidheid van de aandoeningen. Na beoordeling van de longen van 5741 varkens bleek, dat bij 50,8% van de dieren makroskopische longaandoeningen voorkwamen. Dit percentage is hoger dan het door TRUIJEN (1967) in de periode april 1962 tot november 1964 gevonden percentage van 29,5%. Hij konstateerde echter, dat dit percentage tijdens de onderzoeksperiode toenam. In het laatste jaar van het onderzoek vond hij bij 41,5% van de varkens longaandoeningen. Mogelijk is, als gevolg van een verdere specialisatie en bedrijfsvergroting en een sterke concentratie van de varkenshouderij in bepaalde gebieden, dit percentage verder blijven stijgen. Bij het door ons, in 1969 en 1970 uitgevoerde onderzoek vertoonde ruim 50% der dieren bij slachten longaandoeningen. DEWAELE en BRASSINE (1973) vonden in België in 1970 zelfs bij 61% van de slachtvarkens longaandoeningen.

De onderzochte slachtvarkens waren afkomstig van 18 mestbedrijven met in het totaal 31 meststallen. Er werden significante verschillen aangetoond in het percentage aangetaste longen en de uitgebreidheid van de aantasting tussen de mestbedrijven. Ook tussen de meststallen binnen de mestbedrijven werden significante verschillen in het percentage aangetaste longen vastgesteld. Tussen de mestbedrijven varieerde dit percentage van 34 tot 69%. Op het mestbedrijf met de grootste variatie tussen de meststallen varieerde het percentage aangetaste longen van 41 tot 60%. Ook bleek, dat naarmate het percentage aangetaste longen per meststal hoger was, de uitgebreidheid van de aandoeningen eveneens toenam.

De frekwentie van de longaandoeningen wordt verder ook beïnvloed door

het toeleverende fokbedrijf. Binnen de mestbedrijven werden significante verschillen in het percentage aangetaste longen tussen de fokbedrijven gevonden. Deze verschillen zijn mogelijk het gevolg van verschillen in een enzoötische pneumonie-besmetting op de fokbedrijven. Het is echter zeer wel mogelijk, dat juist de varkens van de E.P.-vrije fokbedrijven bij slachten de meeste longaandoeningen vertonen, omdat deze dieren pas op het mestbedrijf voor het eerst met de besmetting in aanraking komen. Binnen de fokbedrijven werden verschillen gevonden in het percentage aangetaste longen en de mate van de aantasting bij slachten tussen de nakomelingen van de gebruikte beren. Er kon echter niet worden nagegaan of hier sprake is van erfelijke verschillen. De verschillen kunnen ook het gevolg zijn van gebruik van de beren in verschillende seizoenen, bij verschillend groepen zeugen etc.

Er is duidelijk sprake van een invloed van het seizoen op de frekwenties van de longaandoeningen. Met name de maand waarin de biggen op het mestbedrijf worden ingelegd, beïnvloedt de frekwenties. De biggen, die in de koude periode (december-maart) worden ingelegd, vertonen bij slachten de hoogste longaantastingsgraad. Deze invloed van het seizoen zal vooral het gevolg zijn van de invloed van het klimaat buiten de stal op het stalklimaat. In stallen met een goed gekonditioneerd stalklimaat zal deze seizoeninvloed via het stalklimaat veel minder kunnen optreden. Hieruit blijkt reeds de betekenis van het stalklimaat in verband met de frekwenties der longaandoeningen.

Leveraandoeningen komen bij slachtvarkens veel voor. In dit onderzoek werd bij 65,5% van de varkens leveraandoeningen gevonden. RONEUS (1966) vond in Zweden zelfs nog een hoger percentage (73%). Van direkt belang voor de economische schade is vooral het percentage afgekeurde levers. Dit bedroeg in dit onderzoek 7,6%. Dit percentage komt ongeveer overeen met het door het C.B.S. voor heel Nederland voor 1970 vermelde percentage van 7,4%.

Tussen de mestbedrijven, maar ook tussen de meststallen binnen de mestbedrijven werden significante verschillen in het percentage aangetaste en het percentage volledig afgekeurde levers gevonden. Volgens RONEUS (1966) zal een ernstige leveraandoening op het moment van slachten het gevolg zijn van een spoelworminfectie tussen de 10e en de 40e dag voor het slachten. De volledig afgekeurde levers zullen dan dus vooral het gevolg zijn van een spoelworminfectie in de laatste maand voor het slachten. De invloed van zo'n infectie op de produktieresultaten zal gering zijn. Mogelijk is dat ook de verklaring voor het feit, dat bij de dieren met matig aangetaste levers een grotere groeivertraging optreedt dan bij de dieren met volledig afgekeurde levers.

Binnen de mestbedrijven worden verschillen gevonden in de frekwenties der leveraandoeningen tussen de fokbedrijven. Ook de verschillen in het percentage afgekeurde levers per fokbedrijf waren significant. Mogelijk hebben juist de fokbedrijven die een strak ontwormingsschema bij de zeugen

systemen, waarbij de koude lucht via openingen in de zijmuren binnenkomt. Deze ventilatiesystemen worden in de praktijk veel toegepast. In de 17 onderzochte meststallen werd in 16 stallen dit ventilatiesysteem toegepast. Men zou voor alle stallen en ventilatiesystemen een 'tochtwaarde' kunnen berekenen door het meten van de katawaarde *bij de dieren*. De apparatuur voor het meten van de katawaarde is momenteel echter nog niet geschikt om deze waarde tussen de varkens te meten. Indien echter de meettechniek in die zin kan worden verbeterd, hetgeen o.i. haalbaar is, is ook de katathermometrie geschikt voor het meten van een 'tochtwaarde' bij de dieren.

Uit de resultaten blijkt, dat de tochtwaarde (TW) een belangrijke invloed uitoefent op de frekwentie van de longaandoeningen. Tesaamen met de temperatuurschommelingsgraad (TSG) zijn het deze twee factoren, die de frekwentie van de longaandoeningen sterk beïnvloeden. In meststallen met een hogere TSG is zowel het percentage aangetaste longen als de ernst van de aantasting groter. Men moet daarom in een mestvarkensstal zoveel mogelijk zorgen voor een konstante temperatuur. In dit onderzoek werd aangetoond, dat bij het stijgen van de tochtwaarde vooral de ernst van de longaandoeningen toeneemt en in mindere mate het percentage aangetaste longen. De TSG en de TW van een stal worden bepaald door een complex van factoren. Zij geven beide een indruk van de stalklimaatregeling.

Van de overige milieufactoren blijken de bezettingsgraad, de oppervlakte per mestvarkensplaats en het aantal mestvarkensplaatsen de frekwentie van de longaandoeningen te beïnvloeden. Door een aantal van deze factoren wordt echter ook weer de TSG en de TW van de stal beïnvloed. Het is daarom mogelijk, dat de invloed van deze milieufactoren op de frekwentie van de longaandoeningen door hun invloed op het stalklimaat wordt veroorzaakt. Zo bleek, dat het percentage aangetaste longen stijgt en de ernst van de longaandoeningen toeneemt, naarmate er in een stal meer dieren op een kleinere oppervlakte zijn gehuisvest. Dit kan het gevolg zijn van een grotere verspreiding van ziektekiemen, doordat de dieren in grotere aantallen en dichter bij elkaar in de stal zijn gehuisvest.

De frekwentie van de leveraandoeningen wordt nauwelijks beïnvloed door het stalklimaat. Er werd wel een verband gevonden tussen de frekwentie der leveraandoeningen en de laagste luchtsnelheid, de katawaarde en het NH_3 -gehalte. Waarschijnlijk is hier echter sprake van een indirect verband, omdat er verband bestaat tussen deze factoren en de hygiëne. Zo werd een significante korrelatie gevonden tussen de laagste luchtsnelheid en de hygiënische puntenbeoordeling. Er blijkt een duidelijk verband te bestaan tussen deze hygiënische puntenbeoordeling, die een indruk geeft van de hygiëne in de stal en de frekwentie der leveraandoeningen. In stallen met een slechtere hygiëne was het percentage aangetaste en het percentage afgekeurde levers duidelijk hoger. Natuurlijk wordt de hygiënische indruk mede bepaald door de manier van schoonmaken en ontsmetten van de hokken. Er was slechts één mestbedrijf waar deze schoonmaakmaatregelen goed werden uitgevoerd. Het percentage aangetaste levers was op dit bedrijf laag (21%). Het per-

centage volledig afgekeurde levers van varkens afkomstig uit deze meststal was slechts 0,9%. Omdat het hier de gegevens van één mestbedrijf betreft is het gewenst om de invloed van deze schoonmaakmaatregelen op een groter aantal bedrijven na te gaan alvorens definitieve konklusies te trekken.

Uit dit onderzoek bleek verder, dat op bedrijven waar de biggen aan het begin van de mestperiode werden ontwormd met piperazine de frekwentie van de leveraandoeningen niet lager was dan op de overige bedrijven. Er is verder onderzoek noodzakelijk om na te gaan of ontworming van de mestvarkens volgens een bepaald schema, al of niet in combinatie met hygiënische maatregelen, de frekwentie van de leveraandoeningen kan verlagen.

De invloed van de long- en leveraandoeningen op de produktieresultaten

Door TRUIJEN (1967) werd reeds uitgebreid aandacht besteed aan de invloed van de longaandoeningen op de produktieresultaten. Uit zijn gegevens kan worden berekend, dat bij de varkens met longaandoeningen bij slachten de groei per dag 3% lager en het voederverbruik per kg groei 5% hoger was dan bij de varkens zonder deze longaandoeningen. Dit negatief effect was groter, naarmate de ernst van de aandoening toenam. Deze gegevens werden berekend uit het totale materiaal, waarbij geen rekening werd gehouden met de invloed van eventuele neveneffecten.

Uit de gegevens van het eigen onderzoek werd de invloed van de longaandoeningen op de groei per dag bij indeling van het totale materiaal in groepen nagegaan. Bij de varkens met longaandoeningen bij het slachten was de groei per dag 1,5 à 2% lager dan bij de varkens zonder longaandoeningen. De groeivertraging was het grootst (3-5%) bij de varkens met matig en veel aangetaste longen. Bij deze dieren was het geslacht gewicht ook 1,2 kg lager dan bij de overige varkens. Tussen de varkens met niet en weinig aangetaste longen werden geen verschillen in groei en geslacht gewicht gevonden. Het is echter zeer de vraag, of het juist is, om de totale invloed van de longaandoeningen op de produktieresultaten te schatten door het vergelijken van de resultaten van de varkens met en zonder longaandoening bij het slachten. Dit zou alleen het geval zijn, als de uitgebreidheid van de longaandoeningen bij het slachten ook overeenkomt met de frekwentie en de ernst van de longaandoeningen tijdens het leven. Volgens een aantal onderzoekers (PATTISON, 1956; BEVERIDGE, 1962; BERTSCHINGER e.a. 1972) kan herstel van tijdens het leven ontstane longaandoeningen optreden. Dit betekent, dat ook bij varkens, waarvan de longen bij slachting niet zijn aangetast, een verslechtering van de produktieresultaten, als gevolg van longaandoeningen tijdens het leven, kan zijn opgetreden. Men moet de beoordeling van de longaandoeningen bij slachtvarkens beschouwen als graadmeter om onderscheid te maken tussen de mestbedrijven op grond van de frekwenties der longaandoeningen. De hoogte van deze frekwentie geeft dan een indruk van de ernst van het probleem op de bedrijven. De invloed van de longaandoeningen op de produktieresultaten kan men dan nagaan door de resultaten van groepen bedrijven met verschillende frekwenties te vergelijken.

materiaal in dit onderzoek was echter te klein om hierover vergaande conclusies te trekken. Het is daarom noodzakelijk om in verder onderzoek na te gaan welke maatregelen er ten aanzien van de bedrijfshygiëne, al of niet gekombineerd met ontwormingsmaatregelen, moeten worden genomen om leveraandoeningen te voorkomen.

Omdat uit dit onderzoek is gebleken, dat er significante verschillen bestaan in de frekwenties der long- en leveraandoeningen tussen de fokbedrijven, dienen bij een onderzoek naar de preventieve maatregelen ter voorkoming van long- en leveraandoeningen ook de fokbedrijven te worden betrokken.

b. De individuele bedrijfsbegeleiding

Door op de slachterijen de longen en levers van de varkens te beoordelen en per periode de frekwenties per bedrijf vast te stellen, kan men de probleembedrijven opsporen. Op deze bedrijven moet dan verder onderzoek plaatsvinden, om de oorzaak van de problemen vast te stellen en zo mogelijk weg te nemen. Bij dit bedrijfsonderzoek zal men gebruik moeten maken van de gegevens en conclusies, die uit het praktijk onderzoek in het kader van de algemene bedrijfsbegeleiding naar voren komen.

Uit dit proefschrift blijkt reeds, dat men op bedrijven met problemen betreffende de longaandoeningen extra aandacht moet schenken aan een aantal stalklimaatfactoren. Het stalklimaatonderzoek dient bij voorkeur in de koude perioden plaats te vinden, omdat dan de kans op het vaststellen van stalklimaatfouten het grootst is.

Op bedrijven met problemen betreffende de leveraandoeningen zal bij het bedrijfsonderzoek veel aandacht moeten worden besteed aan de bedrijfshygiëne. Ook dient te worden nagegaan, in hoeverre op het bedrijf de leveraandoeningen door bepaalde ontwormingsschema's op economische wijze kunnen worden bestreden.

Ook bij de individuele bedrijfsbegeleiding geldt, dat een goede analyse van het bedrijfsprobleem op de mestbedrijven vaak alleen mogelijk is, als ook de fokbedrijven in het onderzoek worden betrokken. Hiervoor is het echter noodzakelijk, dat de herkomst van de varkens op het mestbedrijf bekend is.

Door het vastleggen van de frekwenties van de leveraandoeningen per mestbedrijf ontstaat de mogelijkheid om de economische schade als gevolg van afgekeurde levers aan de varkenshouder door te berekenen. Uit de resultaten van dit onderzoek blijkt, dat er duidelijke verschillen in het percentage afgekeurde levers tussen de mestbedrijven bestaan. Het doorberekenen van de economische schade als gevolg van leverafkeuringen kan voor de varkenshouder een extra stimulans zijn om maatregelen te nemen, die het percentage afgekeurde levers kunnen verlagen.

In dit onderzoek is voor twee ziekten aangetoond, dat het mogelijk is om, door het vastleggen van parameters op de slachterij, de bedrijven te onder-

scheiden naar de ernst van het ziekteprobleem. Hierdoor wordt de basis gelegd voor een efficiënte diergeneeskundige begeleiding. Het is echter zeer wel denkbaar, dat er meerdere ziekten zijn, die volgens dezelfde methodiek kunnen worden bestreden. Bij de bestudering van de bestrijdingsmethoden van ziekten zal men daarom steeds moeten nagaan of het vastleggen van parameters op centrale plaatsen kan dienen als basis om de efficiëntie van de bestrijding te vergroten.

kwaliteit per varken worden vastgesteld. Door het berekenen van de korrelatie- en regressiecoëfficiënten werd het verband tussen de long- en leveraantastingsgraad en deze produktieresultaten berekend. De long- en leveraantastingsgraad varieerde, afhankelijk van de uitgebreidheid van de aantasting, van 0 t/m 3.

De resultaten van het onderzoek zijn beschreven in hoofdstuk 4. In paragraaf 4.1 worden de frekwenties van de long- en leveraandoeningen op de varkensbedrijven geanalyseerd. De belangrijkste konklusies uit deze resultaten zijn:

- Van alle onderzochte longen was 49,2% niet aangetast, 38,5% weinig aangetast, 9,2% matig aangetast en 3,1% veel aangetast.
- Van alle onderzochte levers was 34,5% niet aangetast, 50,1% weinig aangetast, 7,8% matig aangetast en 7,6% veel aangetast (volledig afgekeurd).
- Bij de borgen was het percentage aangetaste longen en de uitgebreidheid van de aantasting groter dan bij de gelten. Bij de leveraandoeningen werden geen verschillen tussen de geslachten gevonden.
- Er werden significante verschillen aangetoond in de frekwenties der long- en leveraandoeningen tussen de mestbedrijven, tussen de meststallen op de mestbedrijven, tussen de fokbedrijven binnen mestbedrijven en tussen de nakomelingen van beren binnen de fokbedrijven. Het is dus mogelijk om op grond van de frekwenties der long- en leveraandoeningen onderscheid te maken tussen de bedrijven. Tussen de meststallen in dit onderzoek varieerde het percentage aangetaste longen van 30 tot 72%, het percentage aangetaste levers van 21 tot 79% en het percentage afgekeurde levers van 1 tot 29%. Bij toename van het percentage aangetaste longen per meststal nam ook de ernst van de aantasting toe.
- Er werden significante verschillen aangetoond in de frekwenties der long- en leveraandoeningen tussen de slachtmaanden. De longaantastingsgraad (LoA) bij slachten bleek echter sterk afhankelijk te zijn van het tijdstip van inleg (ti) van de biggen op het mestbedrijf. Hiervoor werd de volgende formule berekend:

$$\text{Borgen: LoA} = 0,746 + 0,109 \sin (ti + 43^{\circ}05')$$

$$\text{Gelten: LoA} = 0,578 + 0,156 \sin (ti + 50^{\circ}07')$$

De varkens, die werden ingelegd in de maanden december tot april hadden de hoogste longaantastingsgraad.

In paragraaf 4.2. wordt de invloed van een aantal milieufactoren op de frekwenties van long- en leveraandoeningen weergegeven. Allereerst worden in de paragrafen 4.2.2., 4.2.3. en 4.2.4. de variaties in en het verband tussen de milieufactoren vermeld. Hierbij wordt onderscheid gemaakt in de stal-klimaatfactoren en een aantal algemene milieumomstandigheden. Omdat het stalklimaat wordt bepaald door een complex van factoren is het noodzakelijk om de variaties en het onderlinge verband tussen deze factoren te ken-

nen, om de invloed van het stalklimaat op de frekventies van long- en leveraandoeningen goed te kunnen beoordelen. Voor de variaties in de stalklimaatfactoren en een aantal algemene milieufactoren wordt verwezen naar de tabellen en figuren in de desbetreffende paragrafen. Het onderling verband tussen de stalklimaatfactoren binnen de meststallen is weergegeven in tabel 4.26. Het verband tussen de gemiddelden der stalklimaatfactoren per meststal is weergegeven in tabel 4.27. Het onderling verband tussen een aantal algemene milieuomstandigheden en het verband tussen deze omstandigheden en de stalklimaatfactoren zijn vermeld in tabel 4.28 en tabel 4.29. Uit de resultaten kunnen o.a. de volgende konklusies worden getrokken:

- Het klimaat in de stal wordt sterk beïnvloed door het klimaat buiten de stal. Dit blijkt o.a. uit de hoge positieve korrelatie tussen de temperatuur buiten de stal en de staltemperatuur en de hoge positieve korrelatie tussen de RV- buiten de stal en in de stal.
- In de perioden met een lagere staltemperatuur is de RV en het CO₂-gehalte in de stal hoger. Er wordt in deze perioden minder geventileerd, terwijl bovendien koudere lucht minder vocht kan bevatten dan warmere lucht. Door de lagere temperatuur is de afkoelende werking van de stal (katawaarde) in deze perioden hoger.
- In de stallen met een hogere gemiddelde staltemperatuur is de RV lager, het CO₂-gehalte hoger en de afkoelende werking van de stal minder. Het hogere CO₂-gehalte wijst erop, dat hier de temperatuur hoger is, mede als gevolg van een geringere ventilatie. De verschillen in temperatuur en RV tussen de stallen zijn vooral het gevolg van verschillen tijdens de koude perioden.
- Bij het stijgen van de luchtsnelheden in de stal daalt de RV, het NH₃-gehalte en het CO₂-gehalte en is de afkoelende werking van de stal hoger.
- In stallen met een hogere bezettingsgraad is de gemiddelde staltemperatuur hoger. In de grotere stallen is de bezettingsgraad hoger.

Het verband tussen de milieufactoren en de frekventie der longaandoeningen wordt weergegeven in paragraaf 4.2.5. Uit de gegevens van de stalklimaatfactoren werd een tochtwaarde (TW) per stal berekend (paragraaf 4.2.5.2.). De resultaten in deze paragraaf leiden tot de volgende konklusies:

- De invloed van het stalklimaat op de frekventies van de longaandoeningen treedt vooral op via de temperatuur en de luchtsnelheid. Er blijkt een duidelijk verband te bestaan tussen de temperatuurschommelingsgraad en de tochtwaarde van de stal enerzijds en de frekventies van de longaandoeningen anderzijds. Bij een hogere temperatuurschommelingsgraad en een hogere tochtwaarde zijn de frekventies der longaandoeningen hoger. Vooral de tochtwaarde in de koude periode beïnvloedt de frekventies.
- Naarmate er in een meststal meer mestvarkens op een kleinere oppervlakte zijn gehuisvest is de frekventie der longaandoeningen hoger. Mogelijk worden de infectiekansen van de dieren dan vergroot.

- In stallen, waarin de mogelijkheid tot bijverwarming aanwezig is, is het percentage aangetaste longen lager.

Het verband tussen de milieufactoren en de frekwenties der leveraandoeningen is weergegeven in paragraaf 4.2.6. De belangrijkste konklusies uit de resultaten zijn:

- Het stalklimaat heeft vrijwel geen invloed op de frekwenties der leveraandoeningen.
- Door de bedrijfshygiëne worden de frekwenties der leveraandoeningen duidelijk beïnvloed. Er werd een postieve korrelatie tussen de hygiënische puntenbeoordeling en het percentage aangetaste en volledig afgekeurde levers gevonden. Ook komt uit de resultaten de tendens naar voren, dat het percentage aangetaste en afgekeurde levers kan worden verlaagd door het goed uitvoeren van schoonmaakmaatregelen.

In paragraaf 4.3. van het hoofdstuk resultaten zijn de gegevens over de invloed van de long- en leveraandoeningen op de groei per dag en de slachtkwaliteit vermeld. Deze invloed werd nagegaan door het vergelijken van de resultaten van de varkens zonder aandoeningen met die van de varkens met aandoeningen. Uit de resultaten blijkt onder meer, dat:

- De groei per dag tijdens de mestperiode bij varkens met longaandoeningen gemiddeld 11,3 gram (2,5⁰/₀) lager is dan bij varkens zonder longaandoeningen. De groeivertraging was groter, naarmate de aandoening ernstiger was.
- De groei per dag tijdens de mestperiode bij varkens met leveraandoeningen gemiddeld 7,5 gram (1,5⁰/₀) lager is dan bij varkens zonder leveraandoeningen. De groeivertraging was bij de varkens met sterk aangetaste levers echter minder dan bij de varkens met matig aangetaste levers.
- Bij het gelijktijdig voorkomen van long- en leveraandoeningen was de groeivertraging groter dan indien een van beide alleen voorkwam. Bij varkens met een ernstige long- én een ernstige leveraandoening was de groei per dag van geboorte tot slachten 26 gram (5⁰/₀) lager dan bij varkens zonder long- en leveraandoeningen.
- Door het optreden van long- en leveraandoeningen wordt de slachtkwaliteit nauwelijks beïnvloed.

In de discussie zijn de resultaten van het eigen onderzoek besproken en waar mogelijk vergeleken met de literatuurgegevens. Verder wordt gesteld, dat uit het onderzoek is gebleken, dat door het vastleggen van de frekwenties van long- en leveraandoeningen de mogelijkheid ontstaat om onderscheid te maken tussen de bedrijven. Bovendien is gebleken, dat op de bedrijven een aantal milieumomstandigheden deze frekwenties kunnen beïnvloeden. Er wordt een methode aangegeven om een georganiseerde bestrijding van long- en leveraandoeningen uit te voeren. Door op de slachterij de long- en leverafwijkingen van de slachtvarkens vast te leggen kan men

onderscheid maken tussen de varkensbedrijven op grond van de frekwenties in deze afwijkingen. Omdat men hierbij gebruik maakt van bestaande systemen, zal dit slechts weinig extra kosten vragen. Aan de hand van deze frekwenties kunnen de bedrijfsbegeleidende instanties een efficiënte diergeneeskundige begeleiding uitvoeren.

SUMMARY

In view of the task of the Animal Health Service in the Netherlands there is a need to know the parameters by which diseases on farms can be traced and treated. The variables should be measured at central places such as slaughterhouses and feed mills. Here one can use existing systems so that the collection of data will only require some additional costs. Moreover the data can be collected independent of the farmers.

For many years the Animal Health Service in the Province of North Brabant has paid much attention to the general health of fattening pigs on farms. This care was instigated by the Coöperatieve Vee en Vleescentrale (Co-operative Cattle and Meat Organization) of the Noord-Brabantse Christelijke Boerenbond (NCB) (North Brabant Christian Farmers Union) and the association of pig farmers of the NCB to improve the general health for pig production. Two very frequent pig affections are of lung and liver.

This study was concerned with whether it is possible to distinguish between pigfattening farms on the basis of differences in incidence of lung and liver affections in slaughtered pigs. The influence of environment on frequency and on the severity of affection was also investigated. The study was done on farms to include the influence of a set of factors related to commercial farms.

The aim of the study was to answer the following questions:

1. What is the frequency of lung- and liver affections in pigs at slaughtering?
2. Are there differences in frequency of affected lungs and livers between sexes, between breeding farms, between offspring of boars, between farms, between piggeries on the farms and between the seasons?
3. Does the climate inside the piggery influence the frequency of lung- and liver affections?
4. Are there other environmental and management factors that influence lung- and liver affections?
5. What is the effect of an affected lung or liver on bodyweight gain per day and slaughter quality of pigs?

Chapter 2 reviews the literature on the etiology and frequency of lung- and liver affections, the influence of the environment upon these frequency and the consequences for productivity.

Chapter 3 describes the material and methods. The investigation was carried out on 18 pig-fattening farms in North Brabant. These 18 farms had 31 piggeries in which the fattening pigs were housed. All pigs were slaughtered at one slaughterhouse. All farmers were participants of the Asten Integration Group of the Coöperatieve Vee- en Vleescentrale of the NCB.

For each pig, data on pedigree, farm of origin and growth and slaughter quality were collected by the integration administration. Every pig was

checked at the slaughterhouse for lung- or liver affection: the extent of the affection if present was estimated.

On the basis of this estimation the lungs and the livers were classified: not affected (0), small macroscopic lesions or scars (1), moderately affected (2), severely affected (3). The affected livers that were discarded belonged to Class 3. From 1 October 1969 to 1 October 1970, in total 5741 lungs and 5756 livers were examined and assessed according to this classification.

To investigate the influence of some environmental factors on incidence of affected lungs and livers, 11 farms were chosen out of the 31 according to the frequency of affected lungs and livers per piggery. On these 11 farms 17 piggeries were selected to study the influence of climatic factors. From April 1971 until April 1972 in 10 different months the following were measured: the temperature and relative humidity inside and outside the piggery, air velocity at 4 locations in the piggery, the katavalue (cooling rate) and the ammonia- and carbon dioxide contents. At each measurement the hygiene was evaluated with a score of 0 to 9. Also the number of pigs as a percentage of the total capacity of the piggery was recorded. Furthermore data were collected on the volume per pig, floor surface per pig, capacity, heating and ventilation system, number of times the pig are shifted, cleaning measures, deworming and system of removing dung. Once the degree of temperature fluctuation (TSG) was determined (Section 3.4.1.).

The relation between the mean value of these variables per piggery and the incidence of lung- and liver affections from each piggery were computed. From the data collected by the Integration Group the bodyweight gain per day and slaughter weight and quality were known for each pig.

By correlation and regression analyses the relation between these production characteristics and the degree of lung- and liver affection (0 to 3) was calculated.

The results of the research are described in Chapter 4. In Section 4.1 the frequencies of lung- and liver affections were analysed. The main conclusions are:

- Of the lungs examined 49,2% were unaffected, 38,5% had small lesions, 9,2% were moderately affected and 3,1% were severely affected.
- Of the livers that were examined 34,5% were unaffected, 50,1% had small lesions, 7,8% were moderately affected and 7,6% severely (discarded).
- There were differences in percentage of lung affections and also in the severity of the lesions between gilts and barrows. No differences were found in liver affections between these sexes.
- From the results given in Chapter 4 it can be concluded that the frequency of lung and liver affections is significantly influenced by the farm on which the pigs are fattened, the piggery in which they are housed, the breeding farms within fattening farms and the offspring within breeding farms.

Thus it is possible to distinguish between farms on the basis of frequency of lung- and liver affection. Between the pig-fattening houses the percentage of affected lungs ranged between 30 and 72%; the percentage of affected livers ranged from 21 to 79% and that of discarded livers (Class 3) between 1 and 29%. When the frequency of the affected lungs increased so did the severity of the affection.

- The frequency of lung- and liver affections was influenced by the month of slaughtering. The degree of the lung affection (LoA) at the slaughterhouse was also influenced by the day of the year (ti) on which the pigs entered the fattening house. This influence was found to be a sine function:

$$\text{barrow: LoA} = 0.746 + 0.109 \sin (ti + 43^{\circ}05')$$

$$\text{gilt: LoA} = 0.578 + 0.156 \sin (ti + 50^{\circ}07')$$

Piglets put in the fattening houses between December and April had severer lesions on the lungs at the slaughterhouse than those of other months.

Some of the results given in Chapter 4 deal with the climate inside the fattening house and with general management. From the data given in the tables and graphs it can be concluded that:

- The climate inside a piggery is mainly influenced by the climate outside. There is a positive relation between temperature inside and outside and between relative humidity inside and outside the piggery.
- In the periode with a low temperature inside, the r.h. and CO₂ content of the air inside increased by decreasing the ventilation rate. The cooling rate in these periods were higher than at other periods.
- The piggeries with a higher temperature have a lower r.h. but also a high CO₂ content and a smaller cooling rate. It can be concluded that with a high temperature inside there is a reduction in ventilation rate. The differences in temperature and r.h. inside the piggery are especially due to differences in the periods with low temperatures.
- A rise in air velocity caused a decrease in r.h. and NH₃ and CO₂ contents; moreover the kata value is higher. Hence the increased air velocity is probably due to an increased ventilation rate.
- In piggeries with a high percentage of occupied fattening places the temperature is higher. Piggeries with more available places have a higher percentage of occupied places.

The results of the study of the influence of the environment upon the incidence of affected lungs and livers are described in sector 4.2.5. and 4.2.6. From the data it can be concluded that:

- The influence of climatic factors on the frequency of lung- and liver affections is mostly via temperature and air velocity. Temperature and air velocity measurements were compared with two indices: the degree of temperature fluctuation inside a piggery (TSG), and a draughtiness index (TW) which is obtained by multiplying the temperature differences inside and outside the piggery with mean air

velocity inside. The frequency of affected lungs was increased when both TW and TSG were also increased. Especially in periods with low temperature the TW strongly influences the number of affected lungs.

- A decrease in the area per pig increased the number of affected lungs; the probability of infection may be increased.
- A lower percentage of affected lungs was found in piggeries with central heating.
- Climate in the piggery had hardly any influence on frequency of affected livers.
- Hygienic factors were negatively correlated with the number of affected and discarded livers. It seems to be possible to reduce the percentage of affected livers by efficient cleaning-out measures.

In Section 4.3 the results of the influence of the affected lungs and livers on bodyweight gain per day and slaughter quality are given.

The results show that the bodyweight gain per day was reduced by 11,3 g (2,5%) when the lungs were affected. The reduction in bodyweight gain per day increased with the severity of the lung affection.

Pigs with affected livers had a reduction of 7,5 g gain per day (1,5%) in compared with the pigs with unaffected livers.

Contrary to the effect of the severity of affected lungs on gain, the pigs whose livers were discarded had less reduction in gain than pigs with moderately affected livers.

Both affected lungs and livers in the same pig caused a greater reduction in bodyweight gain per day than when one of these organs was affected. Pigs with severely affected lungs and livers gained 26 g per day less (5%) than pigs without lung and liver lesions.

Slaughter quality is hardly influenced by lung and liver affections.

In the discussion the results of this study are compared with those reported in literature. This study shows that it is possible to distinguish between pig-farms on the basis of frequency of lung- and liver affections. Moreover it has been shown that some environmental and climatic factors can influence the incidence of the affection. A method has been described of how to organize veterinary measures for the reduction in lung and liver affections. By using a routine in the slaughterhouse for the detection of affected lungs and livers, incidence of affection on the fattening farms can be assessed. Because of the existing facilities the detection will only require some additional costs. On the basis of the frequency found the organizations involved can set up an efficient veterinary survey on the pertinent farms.

LITERATUUR

- AA, R. von der: Empfehlung einer Methodik zum Messen der Wichtigsten Stallklimafaktoren. *Mhft Vet. Med.* **21** (1966) 561-565.
- ADAM, TH.: Der Einfluss des Stallklimas auf einige Funktionen der Ferkel und Mastschweine. *Mhft Vet. Med.* **22** (1967) 752-756.
- ADAM, TH.: Some problems in connection with the climatic environment of pigs in Hungary. European Association for Animal Production Commission on Animal Management and Health. Helsinki, (1969) June 23-26.
- ANDERSON, D. P., C. W. BEARD and R. P. HANSON: The influence of inhalation of carbon dioxide on Chickens, included resistance to infection with Newcastle Disease Virus. *Avian Diseases* **10** (1966) 216-224.
- BAARS, J.: Leverafkeuringen over de periode 14/9 1970 t/m 30/10 1972. Intern rapport Cofok (1973) 2-5.
- BERTSCHINGER, H., H. KELLER, A. LÖHRER und W. WEGMANN: Der zeitliche Verlauf der experimenteller enzootische Pneumonie beim SPF-Schwein. *Schweizer Archiv für Tierheilk.* **114** (1972) 107-118.
- BETTS, A.: Respiratory Diseases of Pigs. V. Some clinical and Epidemiological Aspects of Virus Pneumonia of Pigs. *Vet. Rec.* **64** (1952) 283-288.
- BETTS, A. and W. I. B. BEVERIDGE: Virus Pneumonia of Pigs. The effect of the Disease upon Growth and Efficiency of Food Utilisation. *Vet. Rec.* **65** (1953) 515-521.
- BETTS, A.: *Ascaris lumbricoides* as a cause of pneumonia in pigs. *Vet. Rec.* **66** (1954) 749.
- BETTS, A., P. WHITTLESTONE and W. I. B. BEVERIDGE: Investigations on the Control of Virus Pneumonia in Pigs (V.P.P.) in the Field. *Vet. Rec.* **67** (1955) 685-690.
- BETTS, A., P. WHITTLESTONE, W. BEVERIDGE, J. M. TAYLOR and R. C. CAMPBELL: Virus Pneumonia in Pigs: Further Investigations on the Effect of the Disease upon the Growth-Rate and Efficiency of Food Utilisation. *Vet. Rec.* **67** (1955a) 661-667.
- BEVERIDGE, W. I. B.: Infectious Pneumonia of Pigs. *Bull. Off. Int. Epiz.* **58** (1962) 251.
- BOND, T., C. KELLY and H. HEITMAN: Effect of Diurnal Temperature on Heat Loss and Well Being of Swine. *Transactions of the ASAE*, (1963) 132-135.
- BOND, T., H. HEITMAN and C. KELLY: Effects of Increased Air Velocities on Heat and Moisture Loss and Growth of Swine. *Transaction Am. Soc. of Agricultural Engineers* **8** (1965) 167-169, 174.
- BOSCH, J. and P. MATZKE: Vorkommen, Schadwirkung und Bekämpfung parasitischer Würmer bei Schweinen. *Berl. Münch. Tierärztl. Wschr.* **71** (1958) 168-172.
- BOYD, E., M. MACLACHLAN and W. PERRY: Experimental Ammonia Gas Poisoning in Rabbits and Cats. *J. Industr. Hyg. Toxicol.* **26** (1944) 29-34.
- BRASSINNE, M., A. DEWAELE et J. BROUWERS: Influence de l'étendue des lésions pulmonaires sur la croissance et l'homogénéité des porcs à l'engrais. *Ann. Méd. Vét.* **115** (1971) 157-174.
- BRAUDE, R. D.: A lungful of Trouble. *Pig Farming* **20**, no. 6 (1972) 134.
- BRUS, D. H. J., W. T. TRUIJEN en M. J. M. TIELEN: Cijfermatige benadering van de gezondheidstoestand op varkensbedrijven I. *Tijdschr. Diergeneesk.* **97** (1972) 1483-1487.
- C.B.S.: Jaarverslagen 1966 t/m 1973 van het Centraal Bureau voor Slachtveeverzekeringen.
- COMBERG, G. und PECHERT: Stallklima in Schweineställen. *Mitt. Dtsch. Landwirtschaft. - Ges.* **77** (1962) 1247-1249.
- COMBERG, G. und H. F. WOLFERMANN: Weitere Untersuchungen zur Frage schädlicher Gasgehalte in der Stallluft von Schweineställen mit Spaltenboden. *Bauen auf dem Lande* **17**, no. 2 (1966) 46-49.
- DEDIÉ, K.: Das Stallklima in Schweinemastställen. *Mhft Vet. Med.* **12** (1957) 148-154.
- DEWAELE, A., A. MORGADO, M. BRASSINNE, M. PECHEUR and J. BROUWERS: Experimental reproduction of *Ascaris suum* pneumonia in piglets. *Ann. Méd. Vét.* **116**, no. 2 (1972) 105-112.

- DEWAELE, A. et M. BRASSINNE: Problèmes Respiratoires chez le porc en 1973. Studiedag IWONL, Comité Studie varkensvoeding en ziekte, Gent (1973) mei 25.
- DOIG, P. A. and R. A. WILLOUGHBY: Response of Swine to atmospheric ammonia and organic Dust. *J.A.V.M.A.* **159** (1971) 1353-1362.
- EDWARDS, M. J., R. M. PENNY and R. MULLEY: Enzootic Pneumonia of Pigs. The incidence of pneumonic lesions seen in an abattoir in New South Wales. *Austr. Vet. J.* **47** (1971) 477-480.
- EERNSTMAN, T.: De invloed van het micro- en het macroklimaat en van isoleringsmaatregelen op het optreden van enzoötische of viruspneumonie bij varkens. Een kritisch literatuur-overzicht. II. *Tijdschr. Diergeneesk.* **87** (1962) 1188-1204.
- EERNSTMAN, T.: De invloed van het micro- en het macroklimaat en van isoleringsmaatregelen op het optreden van enzoötische of viruspneumonie bij varkens. Een kritisch literatuur-overzicht. III. *Tijdschr. Diergeneesk.* **88** (1963) 1344-1365.
- EIKMEIER, H. und K. AGDE: Trockene Stallluft als Krankheitsursache bei Schweinen. *Dtsch. Tierärztl. Wschr.* **72** (1965) 385-386.
- EIKMEIER, H. und H. MAYER: Zur Frage der wirtschaftlichen Bedeutung der Enzootische Pneumonie der Schweine. *Berl. Münch. Tierärztl. Wschr.* **23** (1965) 449-450.
- ENGLERT, H. und W. EISENACK: Untersuchungen über die Entwicklung von mit enzoötischer Pneumonie befallener Mastschweinen. *Dtsch. Tierärztl. Wschr.* **71** (1964) 119-123.
- FALASCHINI, A.: Climatic condition and pig production. European Association for Animal Production Commission on Animal Management and Health, Helsinki, (1969) June 23-26, 1-11.
- FONTAINE, M., P. GORET, A. BRION, CH. PILET, M. GIRARD et P. ALLOUI: Nouvelles recherches expérimentales sur la pneumonie à virus du porc. *Bull. Acad. Vét.* **32** (1959) 675.
- FRANĚK, B., J. KNAP und KEŠNER, B.: Uprave stojového prostředí. *SZN, Praha* (1966).
- GEBAUER, H.: Relative Luftfeuchtigkeit und Bronchopneumonien im Schweinestall. *Tierärztl. Umsch.* **3** (1969) 115-119.
- GLAWISCHNIG, E., H. KÖHLER, R. SWOBODA, H. SCHLECHT und R. KAUN: Vakzinierungsversuche gegen die sogenannte enzoötische Pneumonie des Schweines mit einer SEP-Formolvakzine. *Dtsch. Tierärztl. Wschr.* **80** (1973) 245-249 und 271-274.
- GOODWIN, R. F. W.: The economic effect of enzootic pneumonia in a large herd of pigs. *Brit. Vet. J.* **119** (1963) 298-307.
- GOODWIN, R. F. W.: The Economics of Enzootic Pneumonia. *Vet. Rec.* **89** (1971) 77-81.
- GORDON, W. A. M.: Environmental Studies in Pig Housing. V. The effects of housing on the degree and incidence of pneumonia in bacon pigs. *Br. Vet. J.* **119** (1963) 307-315.
- HALAMA, A.: Wachstum und Entwicklung von mit Piperazin-Chlorhydrat entwürmten Absetzferkel. *Tierärztl. Umsch.* **13** (1958) 371-373.
- HALLQUIST, C.: Den latentia svininfluensans betydelse för gödningsresultaten. *Sv. Vet. Tidsskr.* **49** (1944) 101-111.
- HEATHER, V.: A study of the effect of different ventilation rates on the ammonia concentrations in the atmosphere of broiler houses. *Br. Poultry Sci.* **5** (1964) 149-159.
- HEITMAN, H. and S. HUGHES: The effects of air temperature and relative humidity on the physiological wellbeing of swine. *J. Anim. Sci.* **8** (1949) 171-181.
- HEITMAN, H., C. F. KELLY and T. BOND: Ambient air temperature and weight gain in swine. *J. Anim. Sci.* **17** (1958) 62-67.
- HJÄRRE, A.: Über die enzoötische Viruspneumonie beim Schwein. *Mhft Vet. Med.* **12** (1957) 503-508.
- HOFFMANN, H., Über die Zusammenhänge zwischen der einzelnen Klimafaktoren in Schweineställen. *Mhft Vet. Med.* **21** (1966) 572-578.
- HOJOVEC, J. und A. FIŠER: Bioklimatologische Studie der Schweinemast. *Acta Universitatis Agricultrae, BRNO, Ročník XIV*, 717, Oslo, **3** (1966) 309-319.
- HOOVER, W. H., M. S. SAWYER and W. P. APGAR: Ovine nutritional responses to elevated ambient carbon dioxide. *J. Nutr.* **101** (1971) 1595-1600.
- HUHN, R. G.: Enzootic pneumonia of pigs: A Review of the literature. *Vet. Bull.* **40** (1970) 249-257.

- HUSSEL, L.: Lehrbuch der Veterinärhygiene. (1963) S. Hirzel Verlag, Leipzig.
- I.L.B. - Wageningen: All in - All out systeem bij mestvarkens. Boer en Tuinder (1972) okt., 9.
- JERICHO, K. W. F.: Pathogenesis of Pneumonia in Pigs. *Vet. Rec.* **82** (1968) 507-520.
- KALICH, J.: Futterersparniss durch richtiges Stallklima. *Feld und Wald* **38** (1961) 7-8.
- KALICH, J.: Untersuchungen über die Beziehungen zwischen enzootischer Pneumonie und Umwelt. *Berl. Münch. Tierärztl. Wschr.* **83** (1970) 15-16.
- KESSEL, G. VAN, M. J. M. TIELEN en W. T. TRUIJEN: De invloed van stalklimaat en hygiëne op de produktieresultaten en op het optreden van ademhalings- en darmstoornissen in de varkensfokkerij. *Tijdschr. Diergeneesk.* **98** (1973) 758-770.
- KONNO, S., A. OKANIWA and H. FUJIWARA: Occurrence of Swine Enzootic Pneumonia in Japan. *Nat. Inst. Anim. Hlth. Quart.* **3** (1963) 217-223.
- KOOPMAN, J. J.: Viruspneumonie bij varkens. *Tijdschr. Diergeneesk.* **86** (1961) 399-413.
- KOOPMAN, J. J.: Invloed van het klimaat op viruspneumonie. *Tijdschr. Diergeneesk.* **87** (1962) 1291-1304.
- KOSZTOLICH, O.: Umweltklima und Enzootische Pneumonie- mit besonderer Berücksichtigung von Klimamessungen. *Wien. Tierärztl. Mschr.* **53** (1966) 678-693.
- KOVÁCS, F., A. NAGY und J. SALLAI: Egyes környezeti tényezők hatása a sertis termelésére es egészségére. II. Adatok a zárt rendszerű sertésistállók levegőjének por - esőjősira - tartalmához, valamint kemiai szennyeződéséhez. *Magyar Állatorvosok Lapja* **22** (1967) 496-505.
- LABADY, I. und A. MRÁZ: Veterinárná starostlivost vo velkochovoch HD, ošipanych a hydiny. *Podohospodárské vydavateľstvo, Bratislava* (1958).
- LAMBRECHT, W.: Thermisches anemometer. *Wilh. Lambrecht K.G., Göttingen* (1968) okt., Blatt 1.
- LAMBRECHT, W.: Korrektionskurven für Thermisches Anemometer. Nr. 641N, *Wilh. Lambrecht K.G., Göttingen* (1969) jan.
- LAMONT, H.: The problem of the Practitioner in Connection with the Differential Diagnosis and Treatment of Diseases of Young Pigs. *Vet. Rec.* **50** (1938) 1378-1400.
- LEHMEYER, B.: Untersuchungen über den Kohlensäure- und Wasserdampfgehalt der Stall-Luft. *Dissertation München, Zeitschrift Infekt. Krankh. der Haustiere* **31** (1927) 36-57.
- LEICHNITZ, K.: Prüfröhrchen Taschenbuch. (1973) mai, 2e edition, Sonderdruck 2340, Drägerwerk - AG - Lübeck.
- LEKKAS, S.: Swine pneumonias. *Scientific Yearbook of the Aristotelian Univ. of Thessaloniki* **10** (1971) 218-366.
- LINDQUIST, W. D., S. E. LELAND and R. K. RIDLEY: Field experiment on levamisole against certain helminths in pigs, with emphasis on test of activity against lungworms. *Am. J. Vet. Res.* **32** (1971) 1301-1304.
- MANDRUP, M. und K. BARFOD: Slagteriernes Forskningsinstitut. Roskilde (1965) Rapport no. 011.39.
- MANDRUP, M.: Enzootisk pneumoni (lungesyge) hos svin. Udbredelse og økonomiske forhold. *Medlemsbl. danske Dyrlaegeforen* **50** (1967) 611-615.
- MARSCHANG, F.: Ammoniak, Verluste und Leistung in groszen Tierställen (Sammelreferat). *Dtsch. Tierärztl. Wschr.* **80** (1973) 88-91.
- MARSCHANG, F.: Ammoniak, Verluste und Leistung in groszen Tierställen (Sammelreferat). *Dtsch. Tierärztl. Wschr.* **80** (1973) 112-114.
- MICKWITZ, G. VON: Magenulcura und Schwanzbeissen - Haltungsschäden im Mastbetrieb. *Praktische Tierarzt* **13** (1970) 589-590.
- NICKEL, E. A.: Untersuchungen über den Askaridenbefall bei Schweinen einer Mastprüfungsanstalt und seine Auswirkungen auf die Gewichtszunahme der Tiere. *Berl. Münch. Tierärztl. Wschr.* **72** (1959) 7-11.
- NIEBERLE, K. und P. COHRS: Lehrbuch der speziellen pathologischen Anatomie der Haustiere. *Fischer, Stuttgart* (1962) 4. Aufl., 541-542.
- NUSSHAG, W.: Die Hygiene der Tierunterkünfte (Teil I). *Mhft Vet. Med.* **7** (1952) 428-438.
- O'GRADY, J. F., P. J. TUIITE, J. J. O'BRIEN and E. A. ATWOOD: Which House for Baconers?

- Pig Farming **14** (1966) jan., 28-31.
- PATTISON, I. H.: A Histological Study of a Transmissible Pneumonia of Pigs characterised by Extensive Lymphoid Hyperplasia. *Vet. Rec.* **68** (1956) 490-494.
- PETERSEN, A.: *Ascaris lumbricoides* L. *Maanedsskr. Dyrlaeg.* **53** (1941) 189-230.
- PFEIFFER, H.: Einfluss des Stallklimas auf das Leistungsvermögen des Schweines. *Dtsche Landwirtschaft* **11** (1964) 565-566.
- PLONAIT, H.: Die Bedeutung von Erkrankungen der Atmungsorgane in der intensiven Schweinehaltung. *Schweinezucht und Schweinemast* **18** (1970) no. 9, 282-284.
- PROVINCIALE GEZONDHEIDSDIENST VOOR DIEREN IN NOORD-BRABANT: Resultaten Integratie-bedrijven (1970).
- PROVINCIALE GEZONDHEIDSDIENST VOOR DIEREN IN NOORD-HOLLAND: Jaarverslag (1959-1960).
- PULLAR, E. M.: Infectious Pneumonia in Pigs. I. *Austr. Vet. J.* **24** (1948) 320-330.
- PULLAR, E. M.: Infectious Pneumonia in Pigs. II. *Austr. Vet. J.* **25** (1949) 53.
- REES, H. G.: Virus pneumonia of Pigs. *New Zealand Vet. J.* **12** (1964) 91.
- RIDDLE, D. C. and D. J. FORRESTER: Prevalence and Distribution of Helminths of Swine in South Carolina. *Proc. of the Helminthologic. Soc. of Washington* **39** (1972) 55.
- RONEUS, O.: Lungenveränderungen beim Schwein bei Migration von Larven von *Ascaris suum*, *Toxocara cati* und *Toxocara canis* - ein Seitenstück zum Löfflerschen Syndrom beim Menschen. *Wien. Tierärztl. Mschr. Festschr. für Michalka* **51** (1964) 245-259.
- RONEUS, O.: Studies on the aetiology and pathogenesis of white spots in the liver of pigs. *Acta Vet. Scand.* **7** (1966) suppl. 16.
- SCHMEY, M.: Ueber Eosinophilie bei den Haustieren, insbesondere über lokale Eosinophilie in der Leber bei Schweinen. *Arch. f. Wiss. prakt. Tierheilk.* **37** (1911) 591-601.
- SCHULZE, W., H. RUNDFELDT und U. FERIM: Untersuchungen über den Einfluss hoher Lufttemperatur und hoher Luftfeuchtigkeit auf die Körpertemperatur Atem- und Herzfrequenz beim Schwein. *Wien. Tierärztl. Mschr.* **52** (1965) 436-455.
- SCHUMM und SCHOLZ: Vorschläge und Forderungen der Viehwirtschaft an Technologie und Stallbau. *Dtsche Landwirtschaft* **15** (1964) no. 3, 143-146.
- SHANKS, P. L.: The Housing of Pigs. *Vet. Rec.* **54** (1942) 233-235.
- SOFRENOVIC, D. R.: Zirrhatische Leberveränderungen der Ferkel. *Acta Vet. Beogr.* **2** (1952) 161-173.
- SRÉDOVITCH, S.: Le microclimat et les maladies des jeunes animaux. *Schweiz. Arch. Tierheilk.* **98** (1956) no. 12, 461-465.
- STEGENGA, TH.: Klimaatsinvloeden bij landbouw-huisdieren. *Veeteelt- en Zuivelberichten* **5** (1962) 103.
- STEGENGA, TH.: Klimaatsinvloeden bij landbouw-huisdieren. College-dictaat voor Gezondheidsleer, (1965) nov., Lab. v. Veeteeltwetensch. Landbouwhogeschool, Wageningen.
- STOLPE, J.: Stallklima und Tiergesundheit unter den Bedingungen der modernen Schweinehaltung. *Tierzucht.* **24** (1970) 346-347.
- STOMBAUGH, D. P., H. S. TEAGUE and W. L. ROLLER: Effects of Atmospheric Ammonia on the Pig. *Am. Sci.* **28** (1969) 844-847.
- SYBESMA, W. en L. ZUIDAM: Longontstekingen bij varkens en de gevolgen daarvan voor de vleeskwiteit. *Tijdschr. Diergeneesk.* **91** (1966) 1727-1735.
- TACKEN, P. H. W.: Viruspneumonie en/of varkensgriep. *Tijdschr. Diergeneesk.* **84** (1959) 278-286.
- TERPSTRA, J. I.: Invloed van het stalklimaat op ziekte en gezondheid bij varkens. *Tijdschr. Diergeneesk.* **83** (1958) 1024-1033.
- TRUIJEN, W. T. en F. H. J. JAARTSVELD: Een onderzoek naar de betekenis van een infectie met *Ascaris lumbricoides* bij het varken. *Tijdschr. Diergeneesk.* **86** (1961) 1400-1417.
- TRUIJEN, W. T.: Enige zoötechnische aspecten van enzoötische pneumonie bij varkens. *Proefschr. Rijksuniv. Utrecht* (1967).
- UNDERDAHL, N. R. and G. W. KELLEY: The enhancement of virus pneumonia of pigs by the migration of *Ascaris suum* larvae. *J.A.V.M.A.* **130** (1957) 173-176.
- VARENIKA, D., S. FRANKOVIČ and L. J. SAVIČ: The effect of high CO₂ concentrations in the air

- of air conditioned chambers of the weight gain and health of broilers. *Vet. Sarajevo*. 19 (1970) 202-209.
- VERDIJK, A. TH. M.: Oorzaken van afwijkende vleeskwiteit bij stressgevoelige slachtvarkens. Proefschr. Rijksuniv. Utrecht (1974).
- VERSTEGEN, M. W. A.: Influence of environmental temperature on energymetabolism of growing pigs housed individually and in groups. Proefschrift Landb.Hogesch. Wageningen. Mededelingen Landbouwhogesch. Wageningen, (1971) 71-2.
- WÖHLBIER, W., M. KIRCHGESSNER und W. SCHNEIDER: Bedeutung von Lufttemperatur und Luftfeuchtigkeit in der Schweinemast. *Mitt. Dtsch. Landwirtschaft - Ges.* 73 (1958) 809-811.
- WOLL, E., W. SENG, K. M. AUGUST und G. SCHRÖDER: Ergebnisse und Schlussfolgerungen aus Klima-untersuchungen in Schweinemastställen. *Stallklima und Tiergesundheit - Schwein*. VEB, Gustav Fischer Verlag, Jena (1972) 9-128.
- YOUNG, G. A. and N. R. UNDERDAHL: An Evaluation of Influenza in Midwestern Swine. *Am. J. Vet. Res.* 16 (1955) 545-552.
- YOUNG, G. A., J. D. CALDWELL and N. R. UNDERDAHL: Relationship of Atrophic Rhinitis and Virus Pig Pneumonia to Growth Rate in Swine. *J.A.V.M.A.* 134 (1959) 231-233.
- ZEMAN, J.: The effect of outdoor weather on the microclimate in stables. *Acta Univ. Agr. Ročník XV*, 753 (1967) 167-178.
- ZENDULKA, M.: Durch migration der Larven *Ascaris suum* Goeze hervorgerufene Veränderungen im Organismus der Ferkel. *Vědecké Práce Vyzkumného Ustavu Vet. CSAZV, Brně*, (1960) no. 1, 227-273.
- ZIMMERMAN, D. R., V. C. SPEER, W. ZIMMERMANN und W. P. SWITZER: Effect of pyrantel salts on *Ascaris suum* infection in growing pigs. *J. Anim. Sci.* 32 (1971) 874-878.

BIJLAGEN

BIJLAGE 1: De frekwentie van de longaanvoeningen per maand en per geslacht.

Maand van inleg	Borgen						Gelten					
	aant. dieren	Longaanvoening (%)				long-aant. graad	aant. dieren	Longaanvoening (%)				long-aant. graad
		0	1	2	3			0	1	2	3	
Januari	158	40	45	12	3	0.78	172	45	40	12	3	0.74
Februari	160	45	38	14	3	0.76	169	44	42	11	3	0.74
Maart	179	37	44	15	4	0.85	144	44	43	11	2	0.70
April	110	38	44	15	3	0.84	99	48	41	10	1	0.63
Mei	188	44	44	8	4	0.73	198	63	31	5	1	0.45
Juni	303	45	44	8	3	0.71	318	57	35	5	3	0.53
Juli	454	48	42	8	2	0.65	390	63	31	4	2	0.44
Augustus	223	53	35	8	4	0.64	208	66	26	7	1	0.44
September	262	49	38	10	3	0.66	243	65	30	4	1	0.43
Oktober	204	44	44	10	2	0.71	188	57	33	8	2	0.54
November	83	47	37	12	4	0.72	70	51	37	9	3	0.63
December	140	30	52	9	9	0.96	177	40	44	13	3	0.79
Totaal	2464	44	42	10	4	0.73	2376	56	35	7	2	0.56

BIJLAGE 2. De frekwentie van de leveraanvoeningen per maand van inleg en per geslacht.

Maand van inleg	Borgen						Gelten					
	aant. dieren	Leveraanvoening (%)				Lever-aant. graad	aant. dieren	Leveraanvoening (%)				Lever-aant. graad
		0	1	2	3			0	1	2	3	
Januari	158	50	35	9	6	0.70	172	48	40	9	3	0.69
Februari	160	41	43	7	9	0.84	169	48	36	11	5	0.74
Maart	178	45	38	11	6	0.79	143	40	42	8	10	0.88
April	110	32	47	11	10	0.99	99	28	50	14	8	1.02
Mei	189	26	53	8	13	1.07	198	28	56	4	12	1.01
Juni	303	26	55	9	10	1.02	318	26	59	6	9	0.99
Juli	454	29	54	6	11	0.98	390	28	63	4	5	0.87
Augustus	224	32	57	7	4	0.83	208	24	61	8	7	0.99
September	262	28	57	8	7	0.94	241	30	61	4	5	0.83
Oktober	203	30	51	11	8	0.96	188	35	52	10	3	0.81
November	83	42	46	10	2	0.72	70	44	44	6	6	0.73
December	140	37	42	11	10	0.95	177	37	40	12	11	0.97
Totaal	2464	34	50	8	8	0.92	2373	34	52	7	7	0.89

BILAGE 3. De frekwenties van de long- en leveraandoeningen in de 17 meststallen, die bij het onderzoek naar de invloed van een aantal milieufactoren werden betrokken (1-10-1969 tot 1-10-1970).

Nr. mest-stal	aantal dieren	Longaandoeningen (%)				aantal dieren	Leveraandoeningen (%)			
		0	1	2	3		0	1	2	3
5-1	78	67	31	2	0	78	37	49	8	6
5-2	179	65	29	6	0	179	29	33	9	29
16-1	97	59	33	6	2	97	40	48	8	4
4-1	187	56	40	4	0	187	28	49	11	12
11-1	244	55	38	4	3	245	30	58	6	6
4-4	83	55	27	10	8	83	27	37	26	10
4-3	237	51	41	8	0	237	36	49	8	7
6-3	226	51	33	14	2	226	68	26	2	4
6-1	233	47	39	12	2	234	48	42	6	4
7-1	201	47	38	11	4	202	40	51	6	3
11-1	131	46	46	6	2	131	45	45	6	5
17-1	342	44	44	11	1	343	33	52	9	6
3-2	277	40	35	15	10	277	26	57	7	10
13-1	414	36	43	14	7	415	31	54	9	6
3-1	206	34	41	14	11	206	29	54	11	6
18-1*	210	31	35	22	12	210	79	18	2	1
11-2	90	28	60	10	2	90	33	55	9	3

* Periode 1-8-1970 tot 1-10-1971.

BILAGE 4. De frekwenties van de longaandoeningen per mestbedrijf in twee perioden.

Nr. mest-bedrijf	Periode 1/10-1969-1/10-1970					Steekproef in periode 1/1-71-1/4-72				
	aantal dieren	Longaandoening (%)				aantal dieren	Longaandoening (%)			
		0	1	2	3		0	1	2	3
3	490	37	37	15	11	58	28	29	24	19
4	470	51	41	7	1	83	54	36	7	3
5	257	66	29	5	0	166	65	22	13	0
6	547	49	36	13	2	250	61	27	7	4
10	244	55	38	4	3	42	26	55	17	2
11	221	38	52	8	2	24	75	13	8	4
13	461	36	43	13	8	130	44	37	6	4
16	97	59	33	6	2	27	78	18	4	0
17	342	43	44	11	2	82	54	36	6	4
18*	210*	31	35	21	12	210*	31	35	21	12
Totaal	3339	45	39	11	5	1072	51	31	12	6

* periode: 1/8-1970 tot 1/10-1971.

Opmerking bij bijlage 4 en 6.

De frekwenties in de twee perioden zijn niet vergelijkbaar omdat:

- Het aantal dieren in de steekproef op een aantal bedrijven te klein is.
- Bij de bedrijven met meer dan een meststal de verhouding in aantal dieren per meststal niet in beide perioden gelijk is.
- Het longonderzoek per mestbedrijf tijdens de steekproef niet regelmatig over de periode verdeeld is. Het is daardoor mogelijk, dat maandeffecten de frekwenties per mestbedrijf verschillend beïnvloeden.

BIJLAGE 5. De frekwenties der longaandoeningen en de gemiddelden der stalklimaatfactoren per meststal.

Longaandoening				Gemiddelden der stalklimaatfactoren*							
0	1	2	3	Tbi	RVbi	GLU	CO ₂	NH ₃	K-rood	K-zilver	TSG
28	60	10	2	17.0	75	15	13	9	7.6	7.9	0.56
31	35	21	12	17.0	65	20	16	10	7.3	7.3	0.40
34	41	14	11	17.7	67	16	13	8	7.2	7.2	1.00
36	43	13	8	17.6	77	20	15	6	7.7	7.4	0.83
40	35	15	10	19.2	67	20	13	10	7.2	7.2	0.89
44	44	11	1	17.7	71	23	13	10	8.8	8.5	1.00
46	46	6	2	16.1	73	17	13	5	7.8	7.7	0.69
47	38	11	4	17.8	75	18	17	7	7.7	7.7	1.00
47	39	12	2	20.2	71	13	16	18	10.0	10.7	0.29
51	33	14	2	18.7	70	19	14	7	6.8	6.9	0.57
51	41	8	0	18.7	71	19	17	11	6.6	6.7	0.20
55	28	10	7	19.7	70	14	17	16	6.2	6.3	0.20
55	38	4	3	17.4	74	11	16	16	7.9	7.8	0.50
56	40	4	0	14.9	79	20	12	14	8.9	8.5	0.70
59	33	6	2	17.6	71	19	13	7	7.8	7.6	0.56
65	29	6	0	16.9	72	17	17	7	8.9	8.7	0.29
67	31	2	0	18.2	63	18	9	4	7.3	7.5	0.43
45	39	11	5	17.8	72	18	14	9	7.6	7.6	0.60

* Voor de gebruikte afkortingen zie tabel 4.26.

BIJLAGE 6. De frekwenties van de leveraandoeningen per meststal in twee perioden.

Nr. mest-bedrijf	Periode 1/10-1969-1/10-1970					Steekproef in periode 1/1-71-1/4-72				
	aantal dieren	Leveraandoening (%)				aantal dieren	Leveraandoening (%)			
		0	1	2	3		0	1	2	3
3	490	27	56	9	8	58	48	40	7	5
4	470	33	49	9	9	83	30	37	22	11
5	257	31	38	9	22	165	65	20	7	8
6	548	59	32	5	4	257	60	28	6	6
10	245	30	54	6	10	41	22	56	17	5
11	221	40	48	7	5	23	39	52	9	0
13	462	29	53	10	8	130	28	46	15	12
16	97	40	48	8	4	27	63	37	0	0
17	343	33	52	9	6	80	40	45	10	5
18*	210*	79	18	2	1	210*	79	18	2	1
Totaal	3343	39	45	8	8	1074	53	31	9	7

* periode 1/8-1970-1/10-1971.

Opmerkingen zie bijlage 4.

BIJLAGE 7. De significante korrelatie- en regressiecoëfficiënten van een aantal produktiefactoren onder

$\frac{r_{xy}}{b_{yx}}$	x	y	Leeftijd bij spenen	Leeftijd bij slachten	Groei fok- bedrijf	Groei mest- bedrijf	Groei to- taal
	Leeftijd bij spenen (dgn)		—	+0.07**	-0.20**	+0.05**	-0.0
	Leeftijd bij slachten (dgn)		+0.02	—	-0.25**	-0.64**	-0.7
	Groei/dag op fokbedrijf (gr)		-0.03	-0.12	—	-0.13**	+0.2
	Groei/dag op mestbedrijf (gr)		+0.004	-0.15	-0.06	—	+0.8
	Groei/dag totaal (gr)		-0.007	-0.28	+0.20	+1.45	—
	<i>Bij slachten:</i>						
	Gewicht (kg)		—	+0.16	+0.40	+7.73	+5.5
	Spekdikte (I, II, III)		—	—	—	—	—
	Type (A, B, C)		—	+1.66	—	-17.4	-10
	T-buiten (°C)		—	—	—	+7.73	+6.6
	RV-buiten (%)		—	—	—	—	—
	pH-vlees (0.0-14.0)		—	-2.05	—	—	—
	Rigor vlees (0-15)		—	+0.18	—	—	—
	Lengte rustperiode op slachterij voor slachten (min.)		—	—	—	—	—

** p < 0.01. * p < 0.05.

= 3584).

Gesl. gewicht	Spek- dikte	Type	T buiten	RV buiten	pH vlees	Rigor vlees	Rust- periode
-	-	-	-	-	-	-	-
+0.05**	-	+0.04*	-0.07**	+0.04**	-0.04*	+0.04*	-
+0.06**	-	-	-	-0.05**	-	-	-
+0.58**	-	-0.10**	+0.04*	-0.04*	-	-	-
+0.63**	+0.04*	-0.10**	+0.05**	-0.06**	-	-	-
-	+0.09**	-0.10**	-	-	-0.08**	+0.08**	-
+1.22	-	+0.15**	-	-	+0.04*	-0.04*	-
-1.24	+0.14	-	-	-	+0.29**	-0.33**	-
-	-	-	-	-0.37**	-	-0.06**	+0.21**
-	-	-	-	-	-	-	-0.06**
-1.29	+0.05	+0.39	-	-	-	-	-
+0.11	-0.01	-0.04	-0.01	-	-0.07	-	-0.05**
-	-	-	-0.01	-0.01	-	-0.01	-

CURRICULUM VITAE

M. J. M. Tielen werd geboren op 22 september 1942 in Horst-Meterik (L). Na het behalen van het HBS-B diploma aan het bisschoppelijk College te Roermond, begon hij in 1961 zijn studie aan de Landbouwhogeschool te Wageningen in de richting veeteelt. Als hoofdvak koos hij de veevoeding en als bijvakken de gezondheid- en ziekteleer der landbouwhuisdieren, de veeteelt en de pluimveeteelt.

Sinds zijn afstuderen in april 1969 is hij als wetenschappelijk medewerker werkzaam bij de Gezondheidsdienst voor Dieren in Noord-Brabant.