Ir. P.L.M. van Horne

Onderzoekverslag 63

GEVOLGEN VAN BEPERKING VAN AMMONIAKEMISSIE VOOR PLUIMVEEBEDRIJVEN

LANDBOUW-ECONOMISCH INSTITUUT DEN HAAG BIBLIOTHEEK
SIGN: L28-63
EX. NO: C - expl.
MLV:

Maart 1990

Landbouw-Economisch Instituut
Afdeling Landbouw

REFERAAT

GEVOLGEN VAN BEPERKING VAN AMMONIAKEMISSIE VOOR PLUIMVEEBEDRIJVEN
Horne, Ir. P.L.M. van
Den Haag, Landbouw-Economisch Instituut, 1990
Onderzoekverslag 63
ISBN 90-5242-063-7
67 p., tab., bijl.

In deze studie zijn eerst de mogelijkheden geïnventariseerd om de ammoniakemissie in de pluimveehouderij te beperken. Maatregelen kunnen genomen worden op het terrein van de voeding, huisvesting, mestopslag en bij aanwending van de mest (inclusief mestverwerking). Vervolgens is aangegeven met welke pakketten van maatregelen een bepaalde reductie in ammoniakemissie bereikt kan worden in het jaar 2000 ten opzichte van de situatie in 1986. Naast de reductieniveaus zijn de kosten voor de pluimveehouder bij toepassing weergegeven. Uit de berekeningen met eenvoudige rekenmodellen blijkt dat voor de leghennenhouderij (batterijsysteem) door autonome ontwikkelingen en aanpassingen op het terrein van de voeding en aanwending van de mest in het jaar 2000 een reductie tot 70% mogelijk is. Voor de leghennenhouderij (volièresysteem) en de slachtkuikenhouderij lijkt een halvering van de ammoniakemissie haalbaar. Voor het volièresysteem en de slachtkuikenhouderij is verdergaand onderzoek naar aanpassingen van de bedrijfsgebouwen, zowel naar technische als economische haalbaarheid, gewenst.

Pluimveehouderij/Ammoniakemissie/Mest/Maatregelen/Kosten

CIP-GEGEVENS KONINKLIJKE BIBLIOTHEEK

Horne, P.L.M. van

Gevolgen van beperking van ammoniakemissie voor pluimveebedrijven / P.L.M. van Horne. - Den Haag : Landbouw-Economisch Instituut. - Tab. - (Onderzoekverslag / Landbouw-Economisch Instituut ; 63)
ISBN 90-5242-063-7
SISO 634.5 UDC (504.064:631.86):636.5 NUGI 835
Trefw.: pluimveeteelt / ammoniakemissie.

Overname van de inhoud toegestaan, mits met duidelijke bronvermelding.

Inhoud

	Blz.
WOORD VOORAF	5
SAMENVATTING	7
1. INLEIDING EN PROBLEEMSTELLING	12
1.1 Inleiding	12
1.2 Doel van het onderzoek	14
1.3 Rapportage	14
1.4 Afbakening onderzoeksterrein pluimveehouderij	15
2. INVENTARISATIE VAN DE MOGELIJKHEDEN TOT BEPERKING VAN DE AMMONIAKEMISSIE	17
2.1 Inleiding	17
2.2 Voeding	17
2.2.1 Voeding van slachtkuikens	17
2.2.2 Voeding van leghennen	18
2.3 Huisvesting (en mestopslag op het bedrijf)	19
2.3.1 Huisvesting van slachtkuikens	19
2.3.2 Huisvesting van leghennen	20
2.4 Mestopslag buiten het pluimveebedrijf	22
2.5 Aanwending van pluimveemest	22
3. UITGANGSPUNTEN EN REKENMETHODE	24
3.1 Inleiding	24
3.2 Voeding van slachtkuikens	24
3.2.1 Fasenvoedering	24
3.2.2 Gescheiden mesten en voeren van hanen en hennen	25
3.2.3 Aangepast voer	26
3.2.4 Verbetering technisch resultaat	26
3.3 Voeding van leghennen	27
3.3.1 Fasenvoedering	28
3.3.2 Aangepast voer	29
3.3.3 Verbetering technisch resultaat	29
3.4 Huisvesting van slachtkuikens	29
3.4.1 Vloerisolatie	29
3.4.2 Vloerverwarming	31
3.4.3 Luchtreiniging	32
3.4.4 Toepassing drinkcups en -nippels	33
3.5 Huisvesting van leghennen	33
3.5.1 Vervanging batterijsystemen	33
3.5.1.1 Financiële consequenties van droging van mest op bedrijfsniveau	36
3.5.1.2 Autonome ontwikkeling vervanging batterijen	37

INHOUD (vervolg)

Blz.

3.5.1.3 Beperking ammoniakemissie: aanvullende maatregelen 38
3.5.2 Luchtreiniging 40
3.6 Opslag buiten het pluimveebedrijf 40
3.7 Aanwending op bouwland 41
3.8 Mestverwerking 42
3.9 Rekenmethode 43

4. RESULTATEN 44
4.1 Inleiding 44
4.2 Slachtkuikenhouderij 44
4.2.1 Ammoniakemissie in de uitgangssituatie 1986 en 2000 44
4.2.2 Kosten en ammoniakemissiereductie bij verschillende pakketten van maatregelen 46
4.3 Leghennenhouderij 47
4.3.1 Ammoniakemissie in de uitgangssituatie 1986 en 2000 47
4.3.2 Kosten en ammoniakemissiereductie bij verschillende pakketten van maatregelen 50

5. DISCUSSIE 55

LITERATUUR 58

Bijlage 1 : Gescheiden mesten en voeren van hanen en hennen in de slachtkuikenhouderij 62
Bijlage 2 : Verbetering technisch resultaat slachtkuikens 63
Bijlage 3 : Drie-fasenvoedering leghennen 64
Bijlage 4 : Verbetering technisch resultaat leghennen 65
Bijlage 5 : Investering en jaarkosten luchtwassers 66
Bijlage 6 : Vergelijking jaarkosten batterijsystemen 67

Woord vooraf

De zure regenproblematiek krijgt de laatste jaren veel aandacht. Ammoniak uit dierlijke mest is een van de bronnen van zure regen. De overheid heeft daarom reeds aangekondigd dat vanuit de veehouderij de emissie van ammoniak gereduceerd dient te worden. Het technisch onderzoek naar maatregelen waarmee de ammoniakemissie kan worden teruggedrongen is in volle gang. In dit onderzoekverslag wordt de huidige stand van zaken weergegeven en tevens wordt berekend wat de financiële consequenties zullen zijn om in de pluimveehouderij de ammoniakemissie te reduceren.

Het onderzoek is mede tot stand gekomen dankzij de financiële middelen die de overheid en het bedrijfsleven (Financierings Overleg Mest- en Ammoniakonderzoek) beschikbaar hebben gesteld.

De uitgangspunten en de resultaten van het onderzoek zijn besproken in een begeleidingscommissie bestaande uit de volgende personen:

Ir. J.H. Voorburg	(IMAG, voorzitter)
Ir. J.H.M. Wijnands	(LEI, secretaris)
Ir. H.G. van der Meer	(CABO)
Ir. G.J. Monteny	(DLO)
Ir. A.T.J. van Scheppingen	(PR)
Ir. L.C. Smits	(Ministerie LNV, directie LAVO)
Ir. A. van Straaten	(Ministerie LNV, directie VZ)
Ir. M.C. Vonk	(Landbouwschap)
Ir. C.J.A. van Dam	(Landbouwschap)
Drs. H. van der Wal	(Ministerie VROM, directie Lucht)
Ir. K. Wieringa	(RIVM)
Ir. H.G. van Faassen	(IB)
Ir. Y.S. Rijpkema	(IVVO)
Ir. W.H.M. Baltussen	(LEI)

Voor het verkrijgen van informatie over de mogelijkheden tot beperking van de ammoniakemissie is gebruik gemaakt van kennis en inzichten van vele personen werkzaam in het onderzoek en in de voorlichting. Met name het IMAG, COVP, CAD-P en CAD-BV dienen in dit kader genoemd te worden.

De auteur van dit rapport, ir. P.L.M. van Horne van de afdeling Landbouw, is door het LEI gedetacheerd bij het Centrum voor Onderzoek en Voorlichting voor de Pluimveehouderij te Beekbergen.

De directeur,

Den Haag, maart 1990

J. de Veer

Samenvatting

1. Achtergrond en doel van het onderzoek

De luchtverontreiniging staat momenteel volop in de belangstelling. Een van de aspecten daarin is de "zure regen". Naast zwaveloxiden en stikstofoxiden is ammoniak uit dierlijke mest een van de veroorzakers. Van de bijdrage die de veehouderij levert komt circa 11% voor rekening van de pluimveehouderij. In het licht van het streven van de overheid om de ammoniakemissie terug te brengen, worden in dit rapport allereerst de mogelijkheden daartoe geïnventariseerd. Uiteindelijk doel was om aan te geven met welk pakket van maatregelen een gegeven minimale reductie bereikt kan worden. De financiële consequenties voor de pluimveebedrijven zijn daarbij per pakket berekend. Hoewel de pluimveehouderij vele diergroepen en soorten kent, heeft deze studie zich gericht op de twee hoofdgroepen, die samen 80% van de mest en de stikstof produceren, namelijk de slachtkuiken- en de leghennenhouderij.

Er loopt momenteel veel onderzoek op het gebied van de ammoniakemissie. In dit onderzoek is gewerkt met de gegevens die nu voor handen zijn, met alle onzekerheden die daarbij horen. De resultaten dienen als zodanig geïnterpreteerd te worden.

2. Inventarisatie en uitgangspunten van mogelijke maatregelen

In eerste instantie is een ruime inventarisatie gemaakt van mogelijkheden die eventueel kunnen leiden tot reductie van de ammoniakemissie. Een aantal maatregelen is daarbij later niet meegenomen bij de berekeningen, om diverse redenen: op basis van summiere of ontbrekende onderzoekresultaten is geen effect te verwachten op het niveau van emissie (bijvoorbeeld vloerisolatie en gescheiden mesten en voeren van slachtkuikens) of omdat deskundigen aangeven dat er op fysiologische gronden geen basis is om te verwachten dat de stikstofuitscheiding in de mest, en dus de ammoniakemissie, afneemt bij toepassing (fasenvoedering bij leghennen) of omdat onderzoek nog gestart moet worden (slachtkuikenstal met tussentijdse ontmesting).

De maatregelen zijn beschreven volgens de indeling:

- voeding;
- stal en opslag van mest op het pluimveebedrijf;
- opslag van mest buiten het pluimveebedrijf;
- aanwending van de mest (inclusief mestverwerking).

Door aanpassing van de voeding wordt getracht de eiwit- c.q. stikstofopname van de dieren te verminderen, waardoor ook minder stikstof in de mest terecht komt. Dit kan bereikt worden door ge-

richt te voeren naar de behoefte van dieren (fasenvoedering) of door bij de samenstelling rekening te houden met de verteerbaarheid van het eiwit in de grondstoffen en door gebruik te maken van synthetische aminozuren (aangepast voer). In de slachtkuikenhouderij kan door toepassing van drie-fasenvoedering en aanpassing van het voer, waarbij de relatieve afname in eiwitpercentage 5% is, de stikstofuitscheiding met 18% afnemen. Hiervoor hoeven geen aanvullende investeringen gedaan te worden; wel zal het voer duurder worden. De kosten hiervan zijn geschat op 20 cent per slachtkuikenplaats per jaar. In de leghennenhouderij kan aanpassing van het voer door een relatieve afname van het eiwitniveau met 5% de stikstofuitscheiding met 6% reduceren. De kosten hiervan zijn geschat op 22 cent per leghen per jaar. Naast bovengenoemde maatregelen zal verlaging van de voerconversie leiden tot vermindering van de stikstofuitscheiding. Deze autonome ontwikkeling tot het jaar 2000 zal zonder kosten in de slachtkuikenhouderij de stikstofuitscheiding met 7% doen afnemen en in de leghennenhouderij met 10%.

Het aantal maatregelen om de ammoniakemissie tijdens de stalperiode te reduceren is in de slachtkuikenhouderij beperkt. Mede afhankelijk van de grondwaterstand kan toepassing van vloerverwarming leiden tot droger strooisel en verlaging van de emissie. De autonome ontwikkeling naar nieuwe drinkwatersystemen, waarbij de strooiselkwaliteit verbeterd wordt, kan eveneens de emissie tijdens de stalperiode verlagen. In de leghennenhouderij verschillen de emissie-coëfficiënten voor de diverse batterijsystemen sterk. Bij vervanging van de batterij kan derhalve gekozen worden voor een emissie-arm systeem. Indien wordt uitgegaan van batterijen met mestbanden (natte mest) dient de mest snel afgevoerd te worden naar een gesloten put. Bij mestbanden met beluchting (droge mest) kan de mest tijdens de stalperiode snel gedroogd worden. De ammoniakemissie tijdens de stalperiode wordt daardoor beperkt. Aanvullende verwarming van de lucht die over de mestbanden geleid wordt geeft tegen relatief geringe kosten een verdere verlaging van de emissie tijdens de stalperiode, opslag en aanwending van de mest.

De ammoniakemissie tijdens de stalperiode in scharrel- en zogenaamde volière-stallen is duidelijk hoger dan in de batterijsystemen met mestbanden. Er zijn nog geen concrete maatregelen onderzocht om de ammoniakemissie bij deze houderijsystemen terug te dringen.

Voor alle systemen met leghennen en slachtkuikens kan luchtreiniging de ammoniakemissie tijdens de stalperiode terug brengen.

Opslag van mest buiten het pluimveebedrijf komt met name voor bij droge pluimveemest. Vooral leghennenmest van circa 40 tot 50% droge stof geeft, ten gevolge van broeiprocessen in de mest, veel emissie. Verhoging van het drogestofpercentage in de mest die van de bedrijven afgevoerd wordt kan deze emissie verminderen.

In de berekeningen is verondersteld dat aanwending van pluimveemest plaats vindt op bouwland. Door de mest binnen 24 uur of in één werkgang onder te werken kan respectievelijk 30 en 90% van de ammoniakemissie na aanwending voorkomen worden. In de uitgangssituatie 1986 wordt pluimveemest niet binnen 24 uur ondergewerkt. Een tweede mogelijkheid om de emissie na aanwending te minimaliseren geeft centrale mestverwerking. Verwerking van droge pluimveemest kan volgens LEI-berekeningen kostendekkend plaats vinden.

3. Maatregelenpakketten

Voor zowel de slachtkuiken- als de leghennenhouderij zijn combinaties van maatregelen berekend om aan te geven wat uiteindelijk het niveau van ammoniakemissie, de hoeveelheid stikstof beschikbaar voor de bodem en de financiële gevolgen zijn. Hierbij stond de stikstofkringloop centraal. Rekening is gehouden met het feit dat beperking van de ammoniakemissie bij de ene bron (bijvoorbeeld voeding) gevolgen heeft voor de emissie bij de volgende bron (stal en aanwending). De situatie in 1986 is als basis genomen. Met de verschillende maatregelenpakketten wordt aangegeven hoe hoog de reductie in ammoniakemissie zal zijn in het jaar 2000 en tegen welke kosten dit gerealiseerd kan worden.

Tabel 1 Maatregelenpakketten in de slachtkuikenhouderij met de reductie in ammoniakemissie in het jaar 2000 ten opzichte van de uitgangssituatie in 1986 en de verhoging van de kosten (in gld. per slachtkuikenplaats per jaar)

Pakket	Samenstelling maatregelenpakket						
	onderwerken		voeding		vloer verwarming 1)	lucht reiniging	emissie reductie in % van 1986	kosten in gld.
	24u	direct	3-fase	aangepast				
Autonoom							12	-
1	*						23	p.m.
2		*					46	0,05
3		*	*				52	0,05
4		*	*	*			56	0,25
5		*	*	*	N		59	0,33
6		*	*	*	B		63	0,55
7		*	*	*	B	*	79	4,13

1) Toepassing bij nieuwbouw; (N) of ook in bestaande stallen (B).

In de slachtkuikenhouderij kan ten gevolge van de autonome ontwikkeling (verlaging van de voederconversie en toepassing nieuwe drinkwatersystemen) de ammoniakemissie in het jaar 2000 met 12% teruggebracht zijn. Door de mest direct onder te werken wordt de reductie 46%. Indien aanvullend hierop wordt overgegaan tot drie-fasenvoedering en aangepast voer wordt verstrekt kan het niveau van reductie stijgen tot 56%. Met name deze laatste stap brengt kosten met zich mee. Aanpassingen in de stal zoals vloerverwarming brengen, vooral bij bestaande stallen, aanzienlijke kosten met zich mee terwijl de aanvullende reductie in ammoniakemissie beperkt is. Door toepassing van luchtreiniging wordt de stalemissie geminimaliseerd, maar de kosten zijn zeer hoog. Tabel 1 geeft een overzicht van reductieniveaus en de kosten.

Indien de kosten worden afgezet tegen de arbeidsopbrengst blijkt dat een geringe toename van de kosten grote gevolgen heeft voor het inkomen van de boer. De gemiddelde arbeidsopbrengst in de tachtiger jaren was *f* 0,83 per slachtkuikenplaats per jaar. Verhoging van de kosten met bijvoorbeeld *f* 0,33 (pakket 5 uit tabel 1) zal de arbeidsopbrengst met 40% verminderen.

In de leghennenhouderij zal de voederconversie verder dalen; enerzijds door ontwikkeling op het gebied van de fokkerij, anderzijds door verdergaande automatisering waardoor op voer bespaard kan worden.

Tabel 2 Maatregelenpakketten in de leghennenhouderij met de reductie in ammoniakemissie in het jaar 2000 ten opzichte van de uitgangssituatie in 1986 en de verhoging van de kosten (in gld. per leghen per jaar bij batterijhuisvesting)

Pakket	Samenstelling maatregelenpakket							
	Onderwerken		Mest-verw. droge mest	extra droging tijdens stalperiode	aangepast voer	lucht reiniging	emissie reductie in % van 1986	kosten in gld.
	24u	direct						
Autonoom							33	-
1	*						45	p.m
2		*					67	0,15
3		*	*				81	0,03
4		*		*			72	0,22
5		*			*		70	0,37
6		*		*	*		74	0,44
7		*		*		*	86	3,80

Daarnaast is het te verwachten dat er gezien de mestwetgeving een verschuiving zal optreden naar batterijsystemen waar droge mest geproduceerd wordt. De verwachting is dat in het jaar 2000 nog 20% van de hennen gehuisvest is op batterijen waar natte mest geproduceerd wordt; 10% van de hennen wordt gehouden met grondhuisvesting, terwijl de resterende 70% wordt gehouden op batterijen met mestbanden met beluchting. Deze autonome ontwikkelingen reduceren de emissie met 33% ten opzichte van 1986. Tabel 2 geeft een overzicht van reductieniveaus en kosten.

Indien de mest bij aanwending direct ondergewerkt wordt is de reductie van de ammoniakemissie 67%. Door het hoge stikstofniveau in de mest kunnen de kosten van het direct onderwerken geheel of gedeeltelijk gecompenseerd worden door de besparing op kunstmest.

Door centrale mestverwerking van de droge mest kan, uitgaande van een emissie-vrij transport en een verwerkingsprocedé waarbij geen ammoniak vrij komt, de emissie worden teruggebracht met 81%. Door extra droging van de mest tijdens de stalperiode tot minimaal 60% drogestof (pakket 4) en aanpassing van de voeding (pakket 5) kan de reductie in ammoniakemissie ook minimaal 70% bedragen. Evenals bij slachtkuikens zijn de kosten van luchtreiniging zeer hoog.

Indien voor het jaar 2000 wordt uitgegaan van volièrehuisvesting is het niveau van reductie bij dezelfde maatregelenpakketten circa 20% tot 25% lager. Zo is bij direct onderwerken van de mest in combinatie met aangepast voer de reductie 44%, terwijl bij huisvesting op de batterij dit percentage 70 bedroeg. Het hogere niveau van ammoniakemissie bij volièresystemen wordt veroorzaakt door de hoge ammoniakemissie tijdens de stalperiode. Alleen door toepassing van zeer dure luchtreiniging kan de totale emissiereductie boven de 70% uitkomen. Het bovenstaande geldt bij de voor deze studie gekozen uitgangspunten, waarbij vermeld kan worden dat het onderzoek naar het volièresysteem in het verleden niet gericht was op reductie van de ammoniakemissie.

De arbeidsopbrengst in de leghennenhouderij was in de tachtiger jaren gemiddeld *f* 1,25 per leghen per jaar. Uitgaande van batterijhuisvesting zal een toename van de kosten per leghen per jaar met *f* 0,37 (pakket 5 in schema 2) de arbeidsopbrengst met 29% doen afnemen. In dit kader dient duidelijk vermeld te worden dat in dit rapport de ammoniakemissie centraal stond. Met name de leghennenhouderij heeft echter te maken met kosten met betrekking tot mestwetgeving en regelgeving op het gebied van welzijn van dieren. Deze kosten kunnen veelal niet doorberekend worden in de opbrengstprijzen en zullen zodoende de arbeidsopbrengst verlagen.

1. Inleiding en probleemstelling

1.1 Inleiding

De luchtverontreiniging in Nederland en in overige Europese landen krijgt de laatste jaren veel aandacht. Een van de aspecten is de "zure regen". De effecten van "zure regen" zijn onder andere verzuring van de bodem, aantasting van de vegetatie (onder andere bossen), aantasting van het oppervlaktewater en waterorganismen en aantasting van materialen (onder andere gebouwen). De voornaamste stoffen, die "zure regen" veroorzaken zijn zwaveloxiden (SOx), stikstofoxiden (NOx), en ammoniak (NH_3). Het aandeel van deze stoffen in de verzuring van Nederland, bedroeg in 1986 respectievelijk ongeveer 40, 32 en 28% (VROM, 1987). De SOx uitstoot vindt voor het grootste deel plaats door elektriciteitscentrales en raffinaderijen. Motorvoertuigen zorgen in belangrijke mate voor de uitstoot van NOx. Voor de ammoniakemissie is de landbouw vrijwel volledig verantwoordelijk.

Door de uitstoot (=emissie) van verzurende stoffen te beperken zal de schade door de neerslag van verzurende stoffen afnemen. In Nederland en ook in omringende landen is een begin gemaakt met de beperking van de uitstoot. Voor Nederland is, in het IMP-lucht 1985-1989 (VROM, 1984), vastgelegd dat de emissie in 2000 van SOx, NOx en NH_3 moet zijn verminderd tot respectievelijk 30, 67 en 50% ten opzichte van de uitstoot in 1980.

In het *Plan van Aanpak Beperking Ammoniakemissie van de Landbouw* (VROM, 1989) wordt aangegeven dat alle inspanningen erop gericht zijn om in 2000 een 70% reductie van de ammoniakemissie technisch en economisch haalbaar te doen zijn. In het Nationaal

Tabel 1.1 De ammoniakemissie in 1986 naar bron van emissie en naar diertype (in miljoen kg NH_3)

Bron	Stal en opslag	Beweiding	Aanwending	Totaal	%
Rundvee	42	25	73	140	58
Vleeskalveren	1		3	4	2
Vleesvarkens	14		31	45	19
Zeugen	12		12	24	10
Leghennen	9		9	18	7
Slachtkuikens	8		2	10	4
Totaal	86	25	130	241	-
%	36	10	54	-	100

Milieubeleids Plan is aangekondigd dat met het NH3-reductiebeleid in 1994 een NH3-reductie van 30% ten opzichte van 1980 moet zijn gerealiseerd.

Dit onderzoek betreft uitsluitend de mogelijkheden van reductie van ammoniakemissie in de landbouw. Uit modelberekeningen van het LEI (Oudendag en Wijnands, 1989) blijkt dat de ammoniakemissie uit de landbouw in 1986 voor 58% uit rundveemest en voor 29% uit varkensmest afkomstig is. De pluimveehouderij veroorzaakt circa 11% van de ammoniakemissie (zie tabel 1.1). Als uitgangspunt voor de ammoniakemissie is bij deze berekeningen gekozen voor de ammoniakemissiefactoren, zoals die gebruikt worden in de richtlijn "Ammoniak en Veehouderij" (ecologische richtlijn) (De Winkel, 1988). De belangrijkste bronnen van emissie voor de veehouderij zijn de aanwending van mest (ruim 50%), de mest op stal en de opslag van mest (ruim 35%).

Naast emissie van ammoniak uit de mest wordt het milieu in Nederland door andere componenten van de mest belast. Te noemen zijn onder andere:

- de accumulatie van fosfaat en metalen in de bodem;
- uitspoeling en afspoeling van fosfaat en nitraat naar grond en oppervlaktewater;
- overlast door geuremissies.

Door de overheid zijn reeds maatregelen genomen om de milieubelasting van verschillende stoffen terug te dringen. Voorbeelden zijn de Wet Bodembescherming, de Meststoffenwet en de Hinderwet. Door de Meststoffenwet en de Wet Bodembescherming wordt de accumulatie van fosfaat (en nitraat) in de bodem en de af- en uitspoeling van fosfaat en nitraat naar oppervlakte- en grondwater tegengegaan. Door de Hinderwet wordt de overlast van geuremissie beperkt en via de ecologische richtlijn wordt getracht de uitstoot van ammoniak niet te vergroten.

In het Plan van Aanpak beperking ammoniakemissie van de landbouw zijn de maatregelen(pakketten) aangegeven waarmee de emissie van ammoniak in het jaar 2000 met 50 tot 70% gereduceerd dient te worden. De nadruk ligt binnen dit plan op de periode tot 1994 waarin de ammoniakemissie ten opzichte van 1980 met minimaal 30% gereduceerd dient te worden.

Bij het onderzoek naar beperking van de ammoniakemissie spelen enkele complicerende factoren een rol.

De eerste complicerende factor van de ammoniakemissie in Nederland hangt nauw samen met het mestprobleem. Door transport, bewerking of verwerking van mest kan de hoeveelheid en plaats van ammoniakemissie beïnvloed worden.

De tweede complicerende factor is dat beperking van ammoniakemissie bij aanwending van mest kan leiden tot een grotere uitspoeling van nitraat naar het grondwater.

De derde complicerende factor bij de reductie van ammoniakemissie is het gevaar van afwenteling op een andere verzurende stof. Bijvoorbeeld door het drogen van mest kan een aanzienlijke reductie van ammoniak plaatsvinden. Dit drogingsproces zal ge-

paard gaan met een groter gebruik van fossiele brandstoffen. Dit heeft tot gevolg dat de uitstoot van SOx en/of NOx zal toenemen.

De vierde complicerende factor bij de ammoniakemissie is dat maatregelen van ammoniakemissiebeperking bij de ene bron (bijvoorbeeld opslag) gepaard moet gaan met ammoniakemissiebeperking bij de daaropvolgende bronnen (bijvoorbeeld aanwending). Wordt de ammoniakemissie uit de mest in de stal en opslag tegengegaan en wordt de mest vervolgens oppervlakkig aangewend, dan zal de totale reductie klein zijn. Anderzijds betekent dit dat de potentiële ammoniakemissie afhankelijk is van de maatregelen die in eerdere stadia genomen zijn en dus van de samenstelling van de mest.

1.2 Doel van het onderzoek

Het doel van het onderzoek is:

a. het inventariseren van de mogelijke bedrijfsaanpassingen ter beperking van de ammoniakemissie;
b. het bepalen van de optimale bedrijfsaanpassingen gegeven een minimale reductie van de ammoniakemissie;
c. het bepalen van de financiële gevolgen van de ammoniakemissie voor groepen veehouderijbedrijven (rentabiliteit, liquiditeit, solvabiliteit en continuïteit).

Parallel aan dit onderzoek naar de mogelijkheden en kosten van beperking van ammoniakemissie op boerderijniveau vindt op het LEI een onderzoek plaats naar de regionale en landbouwstructurele aspecten van de beperking van ammoniak in de Nederlandse veehouderij. Binnen dit onderzoek worden op sectorniveau de regionale gevolgen van ammoniakemissiebeperking onderzocht. Hierbij wordt op basis van het mesttransportmodel (Luesink en Van der Veen, 1989) rekening gehouden met regionale verschuivingen in ammoniakemissie. Daarnaast vindt onderzoek plaats naar de totale emissie en reductie van emissie op landelijk en regionaal niveau. De totale kosten van emissiebeperking voor de veehouderij worden hierbij berekend.

De resultaten van dit regionale onderzoek worden gekoppeld aan het depositiemodel dat ontwikkeld is door het RIVM. Hierdoor is het mogelijk om het effect van de reductie van de ammoniakemissie op de depositie van ammoniak na te gaan.

1.3 Rapportage

Het totale onderzoek op bedrijfsniveau is in vijf rapporten beschreven. Drie rapporten bevatten de inventarisatie en optimalisatie van de bedrijfsaanpassingen voor respectievelijk rundvee (inclusief vleesvee en vleeskalveren), varkens en pluimvee. De resultaten in deze drie rapporten zijn ook nog samengevat in een vierde rapport (Baltussen et al., 1990) waardoor vergelijking

over de veehouderijsectoren mogelijk is. Het vijfde rapport zal de resultaten van de analyse van de financiële gevolgen van ammoniakemissiebeperking voor groepen veehouderijbedrijven bevatten en zal later verschijnen. Dit rapport bevat de resultaten van het onderzoek naar de mogelijkheden en consequenties van emissiebeperking voor de pluimveehouderij.

In hoofdstuk 2 is per diergroep (leghennen en slachtkuikens) en per aangrijpingspunt (voeding, stal, opslag en aanwending) een inventarisatie gegeven van de mogelijkheden om tot beperking van de ammoniakemissie te komen. In hoofdstuk 3 zijn vervolgens per aanpassingsmogelijkheid de uitgangspunten beschreven. In paragraaf 3.9 is aangegeven volgens welke methodiek de berekeningen zijn uitgevoerd voor het bepalen van het optimale maatregelenpakket, gegeven een bepaalde te behalen reductie van de ammoniakemissie voor een pluimveebedrijf. Hierbij is gebruik gemaakt van modellen, daar er nog geen gegevens zijn van praktijkbedrijven. Een bedrijfsvergelijkend onderzoek is dan niet mogelijk; mede omdat vele mogelijke aanpassingen nog niet worden toegepast op praktijkbedrijven. Vervolgens zijn in hoofdstuk 4 de resultaten van de berekeningen weergegeven. Aangegeven wordt met welk maatregelenpakket een bepaalde reductie bereikt kan worden en wat de bijbehorende kosten zijn voor de pluimveehouder. Het rapport wordt afgesloten met het hoofdstuk discussie, waarin onder andere is aangegeven hoe de resultaten geïnterpreteerd dienen te worden.

1.4 Afbakening onderzoeksterrein pluimveehouderij

De pluimveehouderij kent vele diergroepen en -soorten. We kunnen de volgende hoofdgroepen onderscheiden: slachtkuikens, leghennen, ouderdieren, opfok van leghennen, opfok van ouderdieren en kalkoenen. Tabel 1.2 geeft per groep het totale voerverbruik, produktie van verse mest en de hoeveelheid stikstof.

Uit tabel 1.2 blijkt dat de slachtkuikens en leghennen bijna 80% van de mest en de N produceren. Dit onderzoek richt zich dan ook op deze twee hoofdgroepen.

Tabel 1.2 Voerverbruik en produktie van verse mest en stikstof (in tonnen) in de pluimveehouderij 1988 (W. Janssen, 1987, W. Janssen et al., 1989

Soort pluimvee	Voerverbruik	Verse Mest	N	%
1. Slachtkuikens	1.016.000	1.392.000	20.700	35
2. Leghennen	1.386.000	2.104.000	25.900	44
3. Ouderdieren	233.400	372.000	5.100	7
4. Opfok leghennen	173.000	282.000	4.000	9
5. Opfok ouderdieren	53.900	87.900	1.200	2
6. Kalkoenen	77.200	116.600	1.700	3

De bedrijfsstructuur in de pluimveehouderij is zodanig dat bijna alle bedrijven te maken hebben met een mestoverschot. In de legpluimveehouderij heeft van alle bedrijven met meer dan 5.000 leghennen 74% minder dan 10 hectare grond. 98% van de bedrijven heeft een mestoverschot. In de slachtkuikenhouderij heeft 69% van de bedrijven met meer dan 10.000 slachtkuikens minder dan 10 hectare grond. In deze bedrijfstak heeft zelfs 99,5% van de bedrijven een mestoverschot (Zaalmink, 1987a). Dit betekent dat aanwending van mest veelal niet op het pluimveebedrijf plaatsvindt. Toch kan een studie naar de mogelijkheden van reductie van ammoniakemissie niet beperkt blijven tot de terreinen voeding, huisvesting en mestopslag op het pluimveebedrijf. Ook mestopslag buiten het pluimveebedrijf en aanwending van de pluimveemest zijn meegenomen om het geheel te completeren.

2. Inventarisatie van de mogelijkheden tot beperking van de ammoniakemissie

2.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt een ruime inventarisatie gegeven van mogelijke maatregelen die eventueel kunnen leiden tot reductie van de ammoniakemissie in de pluimveehouderij. Achtereenvolgens betreft het maatregelen op het terrein van de voeding, stal, opslag van mest op het pluimveebedrijf, opslag van mest buiten het pluimveebedrijf en de aanwending van de mest. Het beschrijven van de diverse maatregelen betekent niet dat toepassing hiervan direct zal leiden tot ammoniakreductie. Voor bijna alle genoemde mogelijkheden zijn berekeningen uitgevoerd. In hoofdstuk 3 en 4 zijn daarvan de uitgangspunten en de resultaten weergegeven. Hieruit zal blijken dat voor een aantal maatregelen momenteel geen uitspraak gedaan kan worden, omdat er geen onderzoekresultaten zijn of deze onduidelijk of tegenstrijdig zijn. Daarnaast zal blijken dat van een aantal maatregelen de kosten hoog zijn.

2.2 Voeding

Al het commercieel gehouden pluimvee in Nederland wordt gevoerd met industrieel geproduceerd mengvoer. Dit geeft de mogelijkheid om de voeders op industrieniveau aan te passen. In grote lijnen zijn er twee mogelijkheden om het eiwitniveau in het voer te verlagen. Enerzijds door gericht te voeren op de behoefte van de dieren (fasevoedering, onderscheid naar sexe) en anderzijds door bij de voedersamenstelling (extra) rekening te houden met de verteerbaarheid van ruw eiwit in de verschillende grondstoffen. Tevens kan gebruik gemaakt worden van synthetische aminozuren die toegevoegd kunnen worden. Een aantal van deze aminozuren is in synthetische vorm commercieel beschikbaar, zodat door gerichte toevoeging het eiwitpercentage in het voer verder verlaagd kan worden.

2.2.1 Voeding van slachtkuikens

- *Fasenvoedering*

Afhankelijk van de leeftijd van de slachtkuikens kan het eiwitniveau in het voer aangepast worden. Hierbij kan gedacht worden aan fasenvoedering. Bij drie-fasenvoedering krijgen de kuikens de eerste twee tot drie weken, de periode daarna tot vijf dagen voor het afleveren, en de laatste vijf dagen voer met aangepaste eiwitniveaus. Drie-fasenvoedering wordt nu reeds toegepast. Het accent ligt daarbij momenteel op aanpassing van het energieniveau en het wel of niet toevoegen van coccidiostatica.

- *Gescheiden mesten en voeren van hanen en hennen*

Het gemiddelde eindgewicht van het Nederlandse slachtkuiken neemt gestaag toe. Ten gevolge van deze ontwikkeling is het te verwachten dat het gescheiden mesten in toenemende mate in de praktijk toegepast gaat worden. Bij dit bedrijfssysteem worden de hennen voortijdig uitgeladen waarna de hanen vervolgens tot hogere eindgewichten worden aangehouden. Toepassing kan zowel voor slachtkuikenhouder als slachterij voordelen bieden (Van Horne, 1988).

Het gescheiden mesten geeft de mogelijkheid om de hennen en de hanen apart te voeren. De behoefte aan eiwit voor de hennen is lager dan voor de hanen. Verlaging van het eiwitniveau in het voer verstrekt aan de hennen zou kunnen leiden tot een lagere totale N uitscheiding.

- *Aangepast voer*

Het percentage eiwit in de verschillende voeders kan verlaagd worden door bij de voedersamenstelling rekening te houden met de verteerbaarheid van de belangrijkste aminozuren in de verschillende grondstoffen. Verlaging van het eiwitgehalte is daarnaast mogelijk door gerichte toevoeging van de limiterende aminozuren in synthetische vorm.

- *Verbetering technisch resultaat*

Naast bovengenoemde mogelijkheden om tot aanpassing van de voeders te komen zijn er ook autonome ontwikkelingen te verwachten waardoor bijvoorbeeld ten gevolge van verbetering van de genetische aanleg van het uitgangsmateriaal de voederomzetting efficiënter zal worden. De verwachting is dat tot het jaar 2000 de voederconversie met 10% zal afnemen. Uitgaande van een gelijk aantal dierplaatsen zal er dan minder voer verbruikt worden. Deze verlaging zal ten dele gecompenseerd worden door het afmesten op hogere eindgewichten.

2.2.2 Voeding van leghennen

- *Fasenvoedering*

Analoog aan de toepassing van fasenvoedering bij slachtkuikens zou eventueel het percentage ruw eiwit in het voer van leghennen kunnen afnemen naarmate de legperiode vordert. De legperiode kan daartoe bijvoorbeeld in drie perioden van 20 weken ingedeeld worden. Hieromtrent zijn geen onderzoeksgegevens beschikbaar. Vooralsnog wordt ingeschat dat verlaging van de eiwitniveaus consequenties zal hebben voor eigewicht, voerverbruik en leggpercentage.

- *Aangepast voer*

Via een betere afstemming van het eiwitgehalte in het voeder op de behoefte voor onderhoud en produktie kan het eiwitgehalte in het voer verlaagd worden. Het aminozurenpatroon van het voer

en de verteerbaarheid van de afzonderlijke aminozuren bepalen of het eiwitgehalte omlaag kan. Verlaging van het eiwitniveau kan daarbij mogelijk gemaakt worden door de toevoeging van synthetische aminozuren.

- *Verbetering technisch resultaat*

Ten gevolge van verbetering van management, maar met name ontwikkelingen op het terrein van de fokkerij wordt verwacht dat de voederconversie de komende jaren verder zal dalen. Enerzijds zal het voerverbruik per dier dalen, anderzijds zal de eiproduktie naar verwachting verder toenemen. De N uitscheiding per dierplaats zal hierdoor afnemen.

Door verdergaande automatisering in pluimveestallen wordt het mogelijk meer gericht te voeren naar de behoefte van de leghennen op kooiniveau. Voedering per kooi kan daarbij bijvoorbeeld aangepast worden naar aantal dieren (correctie voor uitval) en temperatuur. Het resultaat hiervan is besparing van voer. Ook ten gevolge van deze ontwikkeling zal de voederconversie en daardoor de hoeveelheid mest en de N uitscheiding in de toekomst dalen.

2.3 Huisvesting (en mestopslag op het bedrijf)

2.3.1 Huisvesting van slachtkuikens

Slachtkuikens worden in Nederland gehouden in strooiselstallen. De conditie van het strooisel is van groot belang voor het te behalen technisch resultaat. Met name in de tweede helft van de mestperiode wordt in de praktijk vochtig strooisel geconstateerd. Uit onderzoek is gebleken dat het ammoniakgehalte van de lucht in stallen met vochtig strooisel hoger is dan in stallen met droog strooisel. Om het strooisel droog te houden kan overwogen worden vloerisolatie en/of vloerverwarming toe te passen. Andere mogelijkheden tot beperking van de ammoniakemissie uit stallen zijn het tussentijds verwijderen van mest uit de stallen en toepassing van luchtreinigers.

- *Vloerisolatie*

Door toepassing van vloerisolatie blijft, in theorie, de temperatuur van de vloer op een hoger niveau, waardoor minder (of geen) condensatie optreedt. In de praktijk heeft waarschijnlijk de grondwaterstand een doorslaggevende rol of het strooisel inderdaad droger wordt door vloerisolatie. Droger strooisel geeft vervolgens een lagere ammoniakemissie in de stal.

- *Vloerverwarming*

Vloerverwarming gaat altijd gepaard met vloerisolatie. Door gerichte verwarming vanuit de vloer wordt condensatie van vocht in het strooisel voorkomen. In sterkere mate dan bij vloerisolatie wordt hierdoor droger strooisel verkregen, met name tijdens

de tweede helft van de mestperiode wordt hierdoor de ammoniakemissie beperkt. Evenals bij vloerisolatie speelt hierbij de grondwaterstand een belangrijke rol.

- *Nieuw ontwerp slachtkuikenstal met tussentijdse ontmesting*
  Op het Centrum voor Onderzoek en Voorlichting in de Pluimveehouderij (COVP) "Het Spelderholt" bestaan vergevorderde plannen om voor de slachtkuikenhouderij drie bedrijfssystemen te vergelijken: volledig strooisel, gedeeltelijk rooster en volledig rooster. Door het periodiek afvoeren van mest in de stallen met roosters kan accumulatie van mest in het strooisel voorkomen worden. De verwachting is dat de ammoniakemissie zal afnemen. Aangezien ten tijde van het opstellen van dit rapport nog geen concrete gegevens beschikbaar waren over de te volgen opzet, wordt hier slechts volstaan met het vermelden van deze ontwikkeling.

- *Luchtreinigers*
  Onder de noemer luchtreinigers worden biobedden, biologische luchtwassers en chemische luchtwassers samengevat. Biobedden en luchtwassers zijn oorspronkelijk ontworpen om met behulp van biologische processen stankoverlast vanuit de intensieve veehouderij te bestrijden. Als zodanig worden ze in de praktijk toegepast (met name op stallen in de nabijheid van woonkernen). Via hetzelfde principe kan echter ook ammoniak uit de lucht gebonden worden. In biologische luchtwassers en biobedden wordt de lucht met behulp van bacteriën gezuiverd. In een luchtwasser wordt verneveld water geleid over een oppervlakte vergrotend contactmedium, dat tevens dient als aanhechtingsplaats voor bacteriën. Een ventilator zuigt de stallucht door het contactmedium waardoor ammoniak wordt opgenomen door de bacteriën.
  Een biobed is een grote bak, buiten de stal, met een mengsel van heide/vezelturf of boomschors/compost, waarin de bacteriën zitten die de lucht zuiveren. Hierdoor heen wordt de stallucht geleid. Gezien de grote oppervlakte nodig bij gebruik van biobedden wordt ingeval van toepassing bij pluimveestallen in eerste instantie gedacht aan luchtwassers. Daarbij komt dat het hoge stofgehalte in de stallucht uit pluimveestallen de werking van biobedden negatief beïnvloedt.

- *Toepassing van drinkcups en -nippels*
  In toenemende mate worden in de slachtkuikenhouderij, om meerdere redenen, nieuwe drinkwatersystemen toegepast. Door installatie van drinknippels en -cups treedt minder water vermorsing op. Hierdoor zal het strooisel droger en de ammoniakemissie lager worden.

2.3.2 Huisvesting van leghennen

In tegenstelling tot de snelle vervluchtiging van ammoniak uit ureum in gier van rundvee en varkens verloopt de vorming van

ammoniak uit urinezuur in kippemest langzaam. Bij geregelde afvoer van mest uit pluimveestallen zal ten gevolge van de trage omzetting van urinezuur in de stal weinig ammoniak vrij komen. Bij dunne mestverwerking wordt de mest met water verdund. Bij opslag van deze mest in gesloten kelders ontstaat een evenwicht tussen ammoniak en ammonium. Dit evenwicht kan verstoord worden door luchtverversing waarbij ammoniak uit de oplossing zal vervluchtigen. Opslag in gesloten kelders of afgedekte silo's zal om deze reden de ammoniakemissie beperken. Bij gedroogde pluimveemest met circa 45% drogestof treden fermentatieprocessen op die van grote invloed zijn op de emissie. Deze broeiprocessen zijn te vertragen door de mest snel te drogen tot bijvoorbeeld 60% drogestof. Hierdoor wordt de ammoniakemissie verder terug gedrongen.

Bijna alle leghennen in Nederland zijn gehuisvest in batterijen. De dieren komen daarbij niet in contact met de mest. Tussen de verschillende batterijsystemen zijn, afhankelijk van het bijbehorende mestopslagsysteem, grote verschillen in emissie gemeten. Vervanging van batterijen vindt plaats na tien tot vijftien jaar. Hierdoor zijn er voor deze diercategorie mogelijkheden om via een gerichte batterijkeuze de emissie te reduceren. Daarnaast wordt in deze paragraaf de mogelijkheid voor toepassing van luchtreiniging aangestipt.

- *Vervanging batterijsysteem*

In de legpluimveehouderij zijn vele huisvestingssystemen in gebruik die duidelijk van elkaar verschillen. Allereerst is een opsplitsing te maken naar grond- versus batterijhuisvesting. Binnen de systemen met huisvesting op batterijen kan onderscheid gemaakt worden naar het drogestofgehalte van de op het bedrijf aanwezige mest: natte dan wel droge mest (meer dan 45% droge stof). De emissie-coëfficiënten zijn per bedrijfssysteem sterk verschillend waardoor er mogelijkheden zijn om bij gerichte vervanging van batterijen de emissie sterk te verminderen.

Momenteel wordt circa 5 tot 6% van de hennen op de grond gehouden. Het merendeel van de hennen wordt zodanig gehouden dat de eieren als scharrelei kunnen worden afgezet. De produktiewijze van de scharreleieren is nauwkeurig beschreven en geeft weinig ruimte tot aanpassing van het bedrijfssysteem. De ammoniakemissie kan eventueel beperkt worden door via mestbanden een gedeelte van de mest tijdens de legperiode af te voeren.

Op het COVP is het zogenaamde etagesysteem in ontwikkeling. Bij dit systeem kan 70% van de mest tussentijds uit de stal verwijderd worden. Bij zowel scharrelkippen als bij het etagesysteem is de ammoniakemissie hoger dan bij de bandbatterij.

Om het effect van emissiereducerende maatregelen na te gaan is het van belang te weten in welke verhouding de verschillende systemen nu en in het jaar 2000 voorkomen. Autonome ontwikkelingen spelen hierbij een rol. Zo is het bijvoorbeeld te verwachten dat de uitbreiding naar systemen waarbij droge mest van het pluimveebedrijf wordt afgevoerd zich voortzet. Daarnaast speelt

het welzijn van de dieren in toenemende mate een rol. Enerzijds komt dit naar voren door het aandeel grondhuisvesting, bepaald door de markt naar scharreleieren. Anderzijds kan de overheid beperkende maatregelen opleggen om bepaalde huisvestingsvormen te verbieden. Dit betekent dat zowel de mestproblematiek als het welzijnsvraagstuk duidelijke consequenties hebben voor het niveau van de totale ammoniakemissie uit de stallen, opslag en na aanwending van de mest.

- *Luchtreinigers*

In paragraaf 2.3.1 is in het kort de werking beschreven van luchtreinigers. Toepassing kan plaatsvinden in zowel slachtkuiken- als leghennenstallen. Een bijkomende factor is echter dat in de leghennenhouderij nog veel natuurlijke ventilatie wordt toegepast. In 1983 werd in 30% van de stallen mechanisch geventileerd (CBS, 1984).

2.4 Mestopslag buiten het pluimveebedrijf

Natte mest wordt op het pluimveebedrijf opgeslagen tot het moment van aanwending. Droge, stapelbare mest dient daarentegen op het merendeel van de bedrijven afgevoerd te worden op momenten dat aanwending niet direct mogelijk is. Er vindt dan opslag plaats op akkerbouwbedrijven of bij de mesthandel. Met name de mest met een drogestofgehalte van 30 tot 60% geeft bij opslag door broei ammoniakemissie. Afvoeren naar een centrale mestverwerkingseenheid die continue in produktie is kan tijdelijke opslag voorkomen. Een andere mogelijkheid om deze emissie te verminderen is snelle droging van de mest tot minimaal 60% droge stof. Dit kan op bedrijfsniveau in de stal (mestdroging boven de batterij), in een tunneldroger buiten de stal of door het verwarmen van de lucht die over de mest geleid wordt. In hoofdstuk 3 is dit nader uitgewerkt.

2.5 Aanwending van pluimveemest

In grote lijnen kan pluimveemest op vier manieren worden afgezet, te weten:

1) export naar het buitenland;
2) compostbereiding ten behoeve van de champignonteelt;
3) centrale mestverwerking;
4) bouwland en grasland in het binnenland.

De export van droge pluimveemest is de laatste jaren duidelijk toegenomen. Met name de STEP (Stichting Export Pluimveemest) is op dit terrein actief door promoting van het gebruik van stapelbare mest in onder andere Noord Frankrijk. In 1988 werd 30.000 tot 40.000 ton droge mest van met name slachtkuiken- en slachtkuikenouderdieren geëxporteerd. De STEP schat dat er ruimte is

voor 100.000 ton pluimveemest (Stuurgroep Mestproblematiek Noord-Brabant, 1989).

In 1988 werd door de CNC (Coöperatieve Nederlandse Champignonkwekerijvereniging) te Milsbeek circa 70.000 ton droge pluimveemest verwerkt. De CNC ziet voorlopig geen toename in de te verwerken hoeveelheden pluimveemest. Na gebruik van de compost in champignonkwekerijen dient deze alsnog afgezet te worden in de land- en tuinbouw.

Er werd in 1988 dus circa 100.000 ton droge mest afgezet in het buitenland en via compostbereiding. Dit betekent dat 15% van de droge mest wordt afgezet buiten het traditionele afzetkanaal waarbij pluimveemest wordt aangewend op grasland en bouwland. Daarnaast zijn er meerdere projecten in 1989 opgestart of uitgebreid, waarbij droge pluimveemest verwerkt wordt. Een voorbeeld hiervan is de verwerking van slachtkuikenmest voor toepassing in veevoer in het Brabantse Zeeland.

Rekening houdend met het bovenstaande wordt er in deze studie uitgegaan van de vereenvoudigde situatie dat in 1986 alle pluimveemest werd aangewend op akkerbouwbedrijven. In het jaar 2000 wordt naast aanwending op bouwland eventueel een gedeelte van de mest verwerkt in centrale mestverwerkingsfabrieken. De ammoniakemissie bij aanwending kan beperkt worden door de mest snel onder te werken. Ingeval van mestverwerking wordt er vanuit gegaan dat de ammoniakemissie nihil is.

3. Uitgangspunten en rekenmethode

3.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden per maatregel de uitgangspunten voor de berekeningen opgesomd. Per maatregel zijn de kosten, eventuele opbrengsten, de geschatte emissiebeperking en mogelijke neveneffecten vermeld. Het zal duidelijk zijn dat niet van alle maatregelen voldoende onderzoeksmateriaal beschikbaar was om uitspraken te doen over bijvoorbeeld de te verwachten emissiereductie. In goed overleg met deskundigen is getracht tot een verantwoorde schatting te komen. Indien dat niet mogelijk was zijn de betreffende maatregelen niet meegenomen in de berekeningen. In paragraaf 3.9 is de methode beschreven die een berekening maakt van het effect van een maatregel of een pakket maatregelen op de totale ammoniakemissie van een bedrijf.

3.2 Voeding van slachtkuikens

Voor het opstellen van berekeningen dient uitgegaan te worden van basisuitgangspunten die de situatie in 1986 weergeven. Voor de slachtkuikenhouderij is daartoe het aflevergewicht op 1700 gram gesteld. Dit gewicht wordt bereikt in gemiddeld 44 dagen waarbij de dieren in totaal 3,315 kg voer opnemen. De voederconversie, kilogrammen voer per kilogram eindgewicht, is 1,95.

Bij verstrekking van één basisvoeder met 21,5% eiwit is de N uitscheiding per afgeleverd kuiken als volgt:

voer	3315 gr voer * 21,5% eiwit * 16% N =	114 gram N
groei	1700 gewicht * 17,5% eiwit * 16% N =	48 gram N

N uitscheiding		66 gram

Het eiwitgehalte in het karkas van het kuiken is 17,5% (Janssen et al., 1989), hetgeen neerkomt op 48 gram N vastlegging per kuiken. Bij voedering gedurende de gehele periode met voer met 21,5% eiwit wordt in totaal 713 gram eiwit, oftewel 114 gram N opgenomen, waarvan 48 gram N wordt vastgelegd in het kuiken. Het verschil, zijnde 66 gram N wordt uitgescheiden. Uitgaande van een gelijkblijvende vastlegging van N in het dier is de verhouding tussen de procentuele N reductie in het voer en de procentuele N reductie in de mest derhalve circa 1:2.

3.2.1 Fasenvoedering

In de verschillende leeftijdstadia van slachtkuikens kan een aangepast voeder verstrekt worden waarbij het eiwitniveau af-

neemt. Het voerverbruik en eiwitniveau in het voer per periode is hieronder aangegeven.

Controle	: gehele mestperiode	3,315 kg	met 21,5% eiwit
3 fasen	: 0-2 weken startkorrel	0,4 kg	met 22% eiwit
	tot 5 dagen voor afleveren	2,215 kg	met 20% eiwit
	laatste 5 dagen	0,7 kg	met 20% eiwit

Verondersteld is dat de technische resultaten bij toepassing van fasenvoedering gelijk zijn aan de controle groep.

Bij toepassing van fasenvoedering volgens bovenstaand schema zal de N uitscheiding ten opzichte van de uitgangssituatie afnemen van 66 gram tot 59 gram per kuiken. Dit is een afname van 11%.

Momenteel wordt in de praktijk reeds drie-fasenvoedering toegepast. Hierbij wordt echter het voeder met name naar energieniveau en het wel of niet toevoegen van een coccidiostaticum aangepast. Uitgaande van een situatie waarin in 1986 geen fasenvoedering werd toegepast en een situatie in het jaar 2000 met driefasenvoedering, ingevoerd op alle bedrijven is een reductie in N uitscheiding te behalen van 11%.

Per stal zijn dieren aanwezig van dezelfde leeftijd, zodat voor fasenvoedering geen aanvullende investeringen (bijvoorbeeld silo's) nodig zijn op bedrijfsniveau. Afhankelijk van de prijzen van eiwit kan door fasenvoedering het totale voerpakket goedkoper worden. Indien wordt uitgegaan van een startvoeder (22% eiwit) van ƒ 68,- per kg, kan de prijs van mestkorrel (20% eiwit) gesteld worden op ƒ 66,50. Deze prijsverhouding is mede afhankelijk van de prijs van eiwitrijke grondstoffen. Vooralsnog wordt er vanuit gegaan dat fasenvoedering geen kosten met zich meebrengt.

Een lager eiwitniveau geeft in het algemeen vettere kuikens (Holsheimer et al., 1989). Gezien het streven naar hogere kwaliteit zal verdere verlaging van het eiwitniveau, bijvoorbeeld door toepassing van nog meer fasen, moeilijk realiseerbaar zijn.

3.2.2 Gescheiden mesten en voeren van hanen en hennen

Uitgaande van een situatie waarbij hanen en hennen gescheiden gemest worden kan overwogen worden over te gaan tot apart voeren per sexe. Het eiwitniveau in het voer voor de hennen kan daartoe verlaagd worden zonder gevolgen voor de technische resultaten. Verhoging van het eiwitniveau in het hanenvoer geeft een verbetering van de voederconversie. In bijlage 1 is dit nader uitgewerkt. De totale eiwitopname neemt bij gescheiden voeren af met 0,5%. De reductie in N uitscheiding zal minimaal zijn.

Met name ten gevolge van de verbetering van de voederconversie van de hanen zijn de totale voerkosten 1,5 cent per opgezet kuiken lager. Hiertegenover staan aanvullende investeringen. In dezelfde stal dienen namelijk twee voercircuits aanwezig te zijn. De extra kosten voor silo, vijzel en voerbak worden geschat op 2 cent per kuiken.

Uit deze berekening blijkt dat gescheiden voeren, uitgaande van de situatie dat gescheiden mesten reeds wordt toegepast, economisch geen voordelen biedt. De daling in voerkosten weegt niet op tegen de extra jaarkosten voor de investering. De N uitscheiding neemt met een verwaarloosbaar percentage af.

De ontwikkeling naar gescheiden mesten wordt bepaald door de slachterijen en indirect door de afzetmarkt. De verwachting is, dat analoog aan de situatie in de Verenigde Staten, Engeland en Italië, in de nabije toekomst een deel van de Nederlandse bedrijven zal overschakelen naar dit bedrijfssysteem. De ontwikkeling naar hogere eindgewichten, die het gebruik van het bedrijfssysteem gescheiden mesten zal stimuleren, leidt tot hogere voederconversies waardoor de verlaging van de N-uitscheiding per dierplaats teniet gedaan wordt.

Gezien het geringe effect van gescheiden voeren op de stikstofuitscheiding is in hoofdstuk 4 bij de berekeningen deze maatregel niet meegenomen als mogelijkheid om de ammoniakemissie te reduceren.

3.2.3 Aangepast voer

Via een gerichte grondstoffenkeuze en toevoeging van synthetische aminozuren kan het eiwitgehalte in het voer aangepast worden zonder dat de technische resultaten minder worden. Via lineaire programmering is berekend hoeveel duurder het voer wordt met lagere eiwitpercentages. Zowel door het LEI (met het LEI-mengvoedermodel) als door het COVP werden hiertoe berekeningen uitgevoerd. Hierbij werd uitgegaan van een relatieve verlaging van het eiwitgehalte met 5%. De prijs van het voer zou daardoor met 1,5% stijgen. Het zal duidelijk zijn dat de prijzen van de diverse grondstoffen en de synthetische aminozuren de hoogte van de prijsstijging beïnvloeden. Indien de slachtkuikenkorrel per 100 kg *f* 68,- kost leidt de genoemde prijsstijging tot een verhoging van de voerkosten met 3,4 cent per afgeleverd kuiken. Per slachtkuikenplaats per jaar zijn de kosten 20 cent.

Volgens onderzoekers is het medio 2000 mogelijk dat de relatieve afname in eiwitpercentage 10% bedraagt. Uit onderzoek dienen dan de behoefte aan de aminozuren bekend te zijn, terwijl de industrie de betreffende aminozuren in synthetische vorm tegen concurrerende prijzen moet kunnen produceren. Het is momenteel niet in te schatten tegen welke prijs deze voeders beschikbaar kunnen komen.

3.2.4 Verbetering technisch resultaat

Het is te verwachten dat de ontwikkeling naar lagere voederconversies, zoals die zich de laatste jaren heeft voorgedaan, zich zal voortzetten. Verlaging van de voederconversie wordt bereikt door een hogere groei. Het eindgewicht zal daardoor in een kortere mestperiode bereikt zijn. Een ontwikkeling waarbij de

voederconversie 10% lager wordt en het eindgewicht gelijk blijft geeft, ondanks verhoging van de roulatie snelheid, 10% minder N uitscheiding per m2 staloppervlakte.

Het is echter te verwachten dat het eindgewicht van de kuikens in het jaar 2000 duidelijk zal zijn toegenomen. Hierdoor kan in dezelfde mestperiode een hoger eindgewicht worden bereikt met, naar verwachting, een 5% lagere voederconversie. Hierdoor zal de N uitscheiding per m2 met circa 7% afnemen. Met andere woorden: een ontwikkeling naar hogere eindgewichten zal de reductie in N uitscheiding te verwachten ten gevolge van verbetering van de voederconversie afremmen. De uitgangspunten en de berekende N uitscheiding staan in tabel 3.1.

*Tabel 3.1 Uitgangspunten en N uitscheiding bij de te verwachten ontwikkeling van eindgewicht en voederconversie in het jaar 2000 *)*

Jaar	Eindgewicht kuiken	Voeder-conversie	Bezetting per m2	N-uitscheiding per dierplaats '86 per jaar
1986	1.700	1,95	22	401
2000	2.000	1,85	19	372

*) De berekeningen waarop de cijfers gebaseerd zijn, staan vermeld in bijlage 2.

3.3 Voeding van leghennen

Voor de situatie in 1986 is uitgegaan van een leghen die in 420 dagen 19,8 kg eieren produceert. Het voerverbruik per opgehokte hen is 46,2 kg en de voederconversie is derhalve 2,33. Bij verstrekking van één voeder met 16,5% eiwit is de N uitscheiding als volgt:

voer	: 46,2 kg * 16,5% eiwit * 16% N	=	1.220 gram N
Ei	: 19,8 kg * 12% eiwit * 16% N	=	380 gram N
Groei	: 0,5 kg	=	15 gram N
N uitscheiding per legperiode per hen			825 gram

Het eiwitgehalte in een ei is 12%, oftewel 380 gram N per hen. De vastlegging via groei is 15 gram N. In totaal wordt dus 395 gram N vastgelegd. Uitgaande van een eiwitpercentage van 16,5% in het voer krijgt de hen 1.220 gram N verstrekt. De verhouding tussen de procentuele N reductie in het voer en de procentuele N reductie in de mest is bij leghennen dus circa 1:1,5. Dit in tegenstelling tot de slachtkuikenhouderij waar ten gevolge

van een grotere vastlegging in groei deze verhouding 1:2 bedraagt.

3.3.1 Fasenvoedering

Voor leghennen wordt momenteel door voedingsdeskundigen geen ontwikkeling verwacht naar fasenvoedering met aanpassing van de eiwitniveaus. Er zijn geen fysiologische gronden om aan te nemen dat de eiwitbehoefte afneemt in de loop van de legperiode (Janssen, 1989). Toch is op basis van zeer ruwe inschattingen een berekening gemaakt, waarbij de legperiode in drie fasen verdeeld is en het eiwitpercentage in het voer afneemt van 16,5 tot 14,5%. In de tweede en derde fase zijn ten gevolge van verlaging van het eiwitniveau veranderingen te verwachten voor voerverbruik, eigewicht en legpercentage. Omdat het hier zeer globale berekeningen betreft en de onderzoekers twijfelen aan de praktische haalbaarheid zijn de berekeningen weergegeven in bijlage 3. Hieruit is af te leiden dat de N uitscheiding met 9% teruggebracht kan worden door toepassing van fasenvoedering. Hiertegenover staat een duidelijke toename in de kosten. Voor witte leghennen is de voerwinst bij fasenvoedering *f* 0,80 per opgehokte hen lager dan bij gebruik van één voeder. Bij bruine leghennen kunnen, afhankelijk van merk en management, ten gevolge van fasevoedering meer eieren in de meer courante gewichtsklassen vallen, waardoor de opbrengstprijs per kilogram hoger wordt. Het verschil in voerwinst ten nadele van fasenvoedering zou daardoor voor de bruine hennen uitkomen op *f* 0,75 per opgehokte hen.

Afhankelijk van de prijzen voor eiwitrijke grondstoffen zal legmeel met een lager eiwitpercentage goedkoper zijn. Het voer voor fase 2 en 3 zou respectievelijk 1,4 en 4,0 cent per kilogram goedkoper moeten zijn om het effect op legpercentage, voerverbruik en eigewicht te compenseren. Berekeningen op basis van lineaire programmeringen, uitgaande van de situatie voorjaar 1989, gaven aan dat de voeders met 15,5% eiwit (fase 2) en 14,5% (fase 3) respectievelijk 0,7 en 1,1 cent goedkoper zijn per kilogram. Dit betekent dat bij fasenvoedering het netto resultaat per opgehokte hen daalt met 45 tot 50 cent.

Fasenvoedering geeft de mogelijkheid om met andere aspecten rekening te houden. Zo kan in de laatste fase van de legperiode het voer aangepast worden om de schaalkwaliteit te verbeteren of om het eigewicht te beïnvloeden. Aangezien in de praktijk veelal hennen van dezelfde leeftijd in de stal aanwezig zijn hoeven geen aanvullende investeringen in de vorm van bijvoorbeeld silo's gepleegd te worden.

Gezien de uitspraken van voedingsdeskundigen en de uitkomsten van de berekeningen, waaruit blijkt dat de kosten van fasenvoedering hoog zijn, is drie-fasenvoedering in hoofdstuk 4 niet meegenomen als mogelijke maatregel om de ammoniakemissie terug te dringen.

3.3.2 Aangepast voer

Met de momenteel beschikbare informatie kan het effect van verlaging van het eiwitgehalte op de prijs van de voeders berekend worden. Deze berekeningen zijn uitgevoerd door het LEI (met het LEI mengvoedermodel) en door het COVP. Een verlaging van het eiwitniveau met 5% leidt volgens deze berekeningen tot een prijsstijging van 1%. Deze berekeningen zijn zo uitgevoerd dat de hoeveelheden essentiële aminozuren die beschikbaar komen voor het dier, ondanks verlaging van het eiwitniveau in het voer, gelijk blijven. De prijzen van de diverse grondstoffen en van de synthetische aminozuren hebben invloed op deze prijsstijging. Uitgaande van een voerprijs per 100 kg van ƒ 55,- zijn de extra voerkosten per leghen per jaar 22 cent.

Een verdergaande relatieve verlaging van het eiwitniveau met bijvoorbeeld 10% tot 15% behoort medio 2000 tot de mogelijkheden. Uit onderzoek dient dan de specifieke aminozuren behoefte bekend te zijn en de industrie zal de betreffende aminozuren in synthetische vorm tegen concurrerende prijzen dienen te produceren. Momenteel is het niet mogelijk schattingen te maken tegen welke prijs de genoemde verlaging te realiseren is.

3.3.3 Verbetering technisch resultaat

Ten gevolge van ontwikkelingen op het terrein van de fokkerij wordt verwacht dat de voederconversie de komende jaren verder zal dalen. Daarnaast zal door verdergaande automatisering nauwkeuriger voer verstrekt kunnen worden aansluitend op de behoefte van de dieren. Zo kan bijvoorbeeld via voedering op kooiniveau de hoeveelheid voer gecorrigeerd worden naar uitval en temperatuur in de betreffende kooi. Een ontwikkeling waarbij de gemiddelde voederconversie in Nederland van 2,33 verlaagd wordt tot 2,10 zal leiden tot een reductie in N uitscheiding van 10%. Hierbij is uitgegaan van een gelijkblijvend aantal leghennen plaatsen. De totale eiproduktie zal echter toenemen. In bijlage 4 is dit met een rekenvoorbeeld toegelicht.

Gezien de grote spreiding in voederconversie in de praktijk, zal de N uitscheiding in grote mate verschillen tussen de bedrijven.

3.4 Huisvesting van slachtkuikens

3.4.1 Vloerisolatie

Ingeval vloerisolatie wordt aangebracht bij nieuwbouw blijven de meerkosten beperkt tot materiaal en arbeidskosten. Deze worden geschat op ƒ 30,- per m2. Het aanbrengen van vloerisolatie in bestaande stallen kost ƒ 55,- per m2. De afschrijvingstermijn is gesteld op respectievelijk 20 en 10 jaar bij nieuwbouw danwel

bestaande stallen. De jaarkosten voor afschrijving, rente en onderhoud bedragen bij nieuwbouw ƒ 2,55 en voor bestaande stallen ƒ 7,40 per m2 staloppervlakte.

Ten gevolge van vloerisolatie hoeft de slachtkuikenhouder minder te ventileren waardoor (met name in de winterperiode) de verwarmingskosten verlaagd worden. De besparing op verwarmingskosten ten gevolge van vloerisolatie wordt door Evers (1988) geschat op 1,8 cent per kuiken. Hij is hierbij uitgegaan van afwezigheid van een isolerende werking van de ondergrond. De besparing op de verwarmingskosten bedraagt per m2 per jaar ƒ 2,40. De hoogte van dit bedrag zal echter afhangen van de grondsoort, de temperatuur van het grondwater en de hoogte van het grondwater. Voor de verschillende regio's varieert deze grondwaterstand. Waarschijnlijk heeft de grondwaterstand enerzijds invloed op het niveau van besparing aan verwarmingskosten en anderzijds invloed op de emissiereductie van ammoniak te bereiken met vloerisolatie (v.d. Weerdhof, 1989). In het meest gunstige geval, in regio's met een hoge grondwaterstand, kunnen ingeval van nieuwbouw de kosten van vloerisolatie gecompenseerd worden door de lagere verwarmingskosten.

Onderzoek naar het effect van vloerisolatie op de ammoniakemissie heeft tot dusver geen eenduidige resultaten opgeleverd. In een tweetal proeven op het COVP te Beekbergen (met een lage grondwaterstand) werd geen verschil gevonden in droge stof percentage tussen een afdeling met vloerisolatie en de overige afdelingen met een ongeïsoleerde vloer. De gemeten ammoniakemissie was bij de geïsoleerde vloer niet lager (Ehlhardt, 1988). In een praktijkproef in Nieuw Balinge (Drenthe) werd in één van de drie identieke stallen de vloer geïsoleerd. Het droge-stofpercentage van het strooisel in deze stal was op het einde van de afleverperiode, afhankelijk van het seizoen, 10 tot 15% hoger. In dit droge strooisel trad nagenoeg geen broei op, waardoor de ammoniakemissie beperkt werd (Ouwerkerk en Voermans, 1985). Vermeld dient te worden dat in deze proef de isolatie niet was uitgevoerd zoals momenteel in de praktijk geadviseerd wordt.

Het bovenstaande betekent dat vloerisolatie op basis van nieuwbouw in bepaalde gebieden met een hoge grondwaterstand de ammoniakemissie kan beperken, zonder noemenswaardige extra kosten. Waarschijnlijk zal hiermee tevens de ammoniakemissie verminderen. Aangezien het merendeel van de slachtkuikenbedrijven gesitueerd is op de zandgronden zullen voor veel bedrijven aan vloerisolatie netto-kosten verbonden zijn. Gezien deze situering van de slachtkuikenbedrijven wordt er vooralsnog vanuit gegaan dat toepassing van vloerisolatie niet zal leiden tot een reductie in ammoniakemissie. In de berekeningen in hoofdstuk 4 is voor zowel de ongeïsoleerde als de geïsoleerde vloer een ammoniakemissie van 46 gram per dierplaats per jaar aangehouden.

3.4.2 Vloerverwarming

De investering voor vloerverwarming wordt bij nieuwbouw gesteld op *f* 55,-/m2 (Evers, 1988). Dit zijn extra kosten omdat, in verband met de beperkte regelbaarheid een tweede verwarmingssysteem (bijvoorbeeld heaters) nodig blijft. De investering voor vloerverwarming in een bestaande stal is geschat op *f* 80,-/m2. Indien de afschrijvingstermijn voor een nieuwe stal twintig jaar en voor een bestaande stal tien jaar is, zijn de jaarkosten voor afschrijving, rente en onderhoud respectievelijk *f* 5,80 en *f* 11,60 per m2 staloppervlakte.

Bij vloerverwarming komt weinig tot geen open vuur in de stal. Hierdoor kan beperkt worden op ventilatie. Deze besparing wordt geschat op 0,5 cent per kuiken (Evers, 1988). Daarnaast is de besparing op verwarmingskosten ten gevolge van vloerisolatie circa 1,8 cent per kuiken (zie paragraaf 3.4.1). Via besparing op verwarmingskosten (2,3 cent per kuiken) kan circa *f* 3,- per m2 worden terugverdiend. De netto-kosten zijn derhalve ingeval van nieuwbouw *f* 2,80 en bij bestaande stallen *f* 8,60 per m2. Hierbij is echter uitgegaan van afwezigheid van een isolerende werking van de ondergrond. Aangezien veel slachtkuikenbedrijven gesitueerd zijn op de zandgronden, waar veelal de grondwaterstand laag is zullen voor het merendeel van de bedrijven de netto-kosten hoger uitkomen. De netto-kosten per slachtkuikenplaats per jaar zijn in geval van nieuwbouw *f* 0,13 tot 0,20. Aanpassing van een bestaande stal leidt tot een verhoging van de kosten van *f* 0,39 tot *f* 0,46 per slachtkuikenplaats per jaar.

Bij vloerverwarming (in combinatie met isolatie) is aangetoond dat het strooisel droger is en dat de ammoniakemissie vermindert. In een proef op het Centrum voor Onderzoek en Voorlichting (COVP) met vier mestronden was het drogestofpercentage in de stal met de geïsoleerde en verwarmde vloer 10% hoger. De ammoniakemissie, door het IMAG gemeten in de ventilatiekokers, nam af met 23% (Ehlhardt, 1988). Dit cijfer is gebruikt om, uitgaande van 46 gram ammoniakemissie per dierplaats per jaar bij een ongeisoleerde vloer, voor een stal met vloerverwarming te rekenen met 35 gram ammoniak per dierplaats per jaar.

Het is moeilijk om de invloed van het droge-stofpercentage van het strooisel en de ammoniakconcentratie op de kwaliteit van de dieren te kwantificeren. Nat en vettig strooisel leidt tot hogere percentages dieren die brandplekken en mestvlekken vertonen (Ehlhardt, 1989). In toenemende mate zullen slachterijen kortingen toepassen op koppels die deze afwijkingen vertonen. Daarnaast kunnen hoge concentraties ammoniak de groei en voederconversie, alsook de algemene diergezondheid negatief beïnvloeden.

Evenals bij vloerisolatie dient nader onderzoek naar de invloed van de grondwaterstand aan te geven of toepassing van vloerverwarming een verantwoorde methode kan zijn om de emissie terug te dringen.

3.4.3 Luchtreiniging

Het merendeel van de slachtkuikenstallen wordt mechanisch geventileerd, zodat toepassing van luchtreiniging bijna overal mogelijk is. Er worden momenteel door meer firma's luchtwassers aangeboden. Met betrekking tot de beheersbaarheid van het proces en het rendement dienen de apparatuur nog verder geperfectioneerd te worden. In overleg met het CAD-BV is de volgende schatting gemaakt met betrekking tot de kosten van een luchtwasser. Hierbij zijn geen kosten ingerekend voor eventueel benodigde stoffilters. Wel zijn kosten voor opslag en uitrijden van het spuiwater meegenomen.

Een luchtwasser passend bij een ventilator met een maximale capaciteit van 8.000 m3/uur vraagt een investering inclusief installatie en BTW van *f* 13.035,-. De exploitatiekosten zijn in tabel 3.2 vermeld. In bijlage 5 is een volledige uitwerking gegeven van de investering en jaarkosten.

Tabel 3.2 Jaarkosten van een luchtwasser (met een ventilatiecapaciteit van 8000 m3/uur) voor een pluimveebedrijf (CAD-BV)

Afschrijving	1.300
Rente	520
Onderhoud	520
Elektra	1.500
Waterverbruik	90
Opslag en afvoer spuiwater	450
Totaal	*f* 4.380,-

De jaarkosten zijn *f* 0,55 per m3 maximale ventilatiecapaciteit. Per slachtkuikenplaats zijn de jaarkosten, bij een maximale ventilatiecapaciteit van 6,5 m3/uur per kuikenplaats, derhalve *f* 3,58. Per opgezet kuiken is dit 60 cent.

Toepassing van luchtwassing zou eventueel beperkt kunnen blijven tot de tweede helft van de mestperiode. Gezien het aandeel van de variabele kosten voor elektra, water en afvoer spuiwater blijft de besparing beperkt. De vaste kosten bedragen namelijk 55% van de totale kosten.

Het ammoniakverwijderingsrendement is onder andere afhankelijk van de verblijftijd van de lucht in de luchtwasser. Vele andere factoren hebben invloed op het rendement. Onderzoek zal moeten aangeven hoe het proces beheerst kan worden om gedurende de gehele werkingsperiode het rendement op een voldoende peil te houden. Vooralsnog wordt gerekend met een ammoniakverwijderingsrendement van gemiddeld 80%.

3.4.4 Toepassing drinkcups en -nippels

Slachtkuikenhouders gebruiken steeds vaker drinkcups of -nippels in plaats van de traditionele drinkgoten of de ronde drinkbakken. Het is te verwachten dat in de komende jaren op alle bedrijven de traditionele drinkwatersystemen zullen verdwijnen. Bij de drinknippels en in mindere mate bij de drinkcups is het strooisel droger. In proeven van de Pluimveeteeltproefbedrijven kwam dit naar voren door een lager verbruik aan strooisel, doordat minder vaak bijgestrooid hoeft te worden (Rooyackers, 1989). Gezien de betere strooiselkwaliteit bij drinkcups en -nippels mag worden aangenomen dat de ammoniakemissie lager zal zijn dan bij de traditionele systemen. Bij de berekeningen wordt uitgegaan van toepassing van drinkcups en -nippels op alle bedrijven met slachtkuikens in het jaar 2000. Aangenomen wordt dat ten gevolge van deze autonome ontwikkeling de ammoniakemissie tijdens de stalperiode ten opzichte van 1986 met 10% zal afnemen.

3.5 Huisvesting van leghennen

3.5.1 Vervanging batterijsystemen

De emissie-coëfficiënten voor de diverse batterijsystemen zijn sterk verschillend. Om de diverse mogelijkheden te inventariseren kan uitgegaan worden van de indeling, zoals opgesteld in 1987 door een werkgroep van het Ministerie van Landbouw en Visserij en VROM. Ten behoeve van invulling van de Hinderwet richtlijn "Ammoniak en Veehouderij" is voor elk van de systemen een emis-

Tabel 3.3 Indeling houderijsystemen in de legsector en de bijbehorende emissiefactoren (v.d. Hoek, 1989)

Categorie	Emissie in gram ammoniak per dierplaats per jaar	Equivalent gram N per dierplaats per jaar
1. Open mestopslag onder de batterij	83	68
2. Mestbandbatterij met afvoer naar gesloten put	35	29
3. Kanalen- en deeppitstal	386	317
4. Mestbandbatterij met geforceerde droging (directe afvoer v.d. mest)	35	29
5. Zie 4 + open opslagloods	85	70
6. Grondhuisvesting	178	147

siefactor opgesteld (Ministerie van Landbouw en Visserij, 1988). Inmiddels is uit aanvullend onderzoek (Kroodsma et al., 1990) gebleken dat voor een aantal systemen de emissiefactor bijgesteld dient te worden. Als vervolg daarop zijn door het Consulentschap in Algemene dienst voor Bodem, Water en Bemestingszaken in de Veehouderij de betreffende emissiefactoren geëvalueerd. In tabel 3.3 wordt voor de verschillende houderijsystemen deze nieuwe, op onderzoek gebaseerde, emissiefactoren weergegeven. In deze studie is hiermee gerekend.

Uit tabel 3.3 blijkt, uitgaande van huisvesting in batterijen, dat de mestbandbatterij met mestafvoer naar een gesloten put of geforceerde droging van de mest op de band de laagste emissie geven. Kanalen- en deeppitstallen en opslag in een open loods geven een hoge emissie. Nagegaan dient te worden hoe in de legpluimveehouderij met deze emissiefactoren rekening gehouden kan worden om de emissie terug te dringen en welke kosten hieraan verbonden zijn. Hierbij dient echter niet alleen rekening gehouden te worden met de ammoniakemissie tijdens de stalperiode en de opslag op het pluimveebedrijf. Tijdens de mestopslag elders en de aanwending kan, afhankelijk van de mestsoort, in verschillende mate emissie optreden. Tabel 3.4 geeft daarom in aanvulling op tabel 3.3 voor dezelfde bedrijfssystemen een overzicht van de drogestofpercentages in de mest, de opslagcapaciteit op het pluimveebedrijf en de opslag daarbuiten.

Tabel 3.4 Mestsoort en opslagcapaciteit op het pluimveebedrijf en daarbuiten van verschillende houderijsystemen in de leghennenhouderij

Systeem	Mestsoort (% d.s.)	Opslag op pluimveebedrijf	Opslag elders
1. Open opslag	nat (15%)	5 à 6 maanden	-
2. Mestband, gesloten put	nat (15%)	5 à 6 maanden	-
3. Kanalen	droog (60%)	> 5 maanden	-
deeppit	droog (60%)	> 1 jaar	
4. Mestband met droging, directe afvoer	droog (45%)	wekelijkse afvoer in containers	akkerbouw/ handel
5. Mestband met droging en loods	droog (60%)	2 maanden	akkerbouw/ handel
6. Grondhuisvesting	droog (45%)	geen *)	akkerbouw/ handel

*) Hoewel de mest circa 9 maanden in de stal "opgeslagen" is, is er geen mogelijkheid om na het ruimen van de dieren de mest op te slaan tot het moment van aanwending. Deze mogelijkheid is wel aanwezig bij bijvoorbeeld een deeppitstal.

Per bedrijfssysteem is in het navolgende aangegeven wat de knelpunten zijn, welke autonome ontwikkelingen te verwachten zijn en welke oplossingsrichtingen voorhanden zijn om de emissie te reduceren.

1) *Open mestopslag onder de batterij.*
Dit bedrijfssysteem komt veelal voor in combinatie met flatdeck- en trapbatterijen. Deze batterijtypen worden om diverse redenen (onder andere verbetering van het stalklimaat en verhoging van de stalbezetting per m2) vervangen door compact- of bandbatterijen. Bij vervanging zal de pluimveehouder kiezen voor de compactbatterij of de mestband zonder of met geforceerde droging. Het laatste systeem geeft als resultaat droge mest. In bijlage 6 worden deze drie systemen nader met elkaar vergeleken voor wat betreft de investeringen en jaarkosten. Hieruit blijkt dat de mestbandbatterij geen hogere jaarkosten met zich meebrengt. Pluimveehouders kunnen derhalve, afhankelijk van de afzetmogelijkheden voor mest in de regio, kiezen voor een systeem met mestbanden al of niet met geforceerde beluchting.

2) *Mestbandbatterij met afvoer naar een gesloten put.*
Via dit systeem wordt natte mest geproduceerd. Het niveau van de emissie is in vergelijking met de andere systemen laag. De mogelijkheid bestaat om de natte mest van de mestbanden te drogen in een tunneldroger. Daarnaast is er recent een systeem ontwikkeld waarbij de mest op mestbanden boven de batterij gedroogd wordt. In paragraaf 3.5.1.3 worden hiervan de kosten weergegeven. Door beide systemen wordt de mest snel gedroogd tot circa 60% droge stof. Deze mest geeft bij opslag en aanwending minder ammoniakemissie. Onduidelijk is nog hoeveel ammoniak vrijkomt tijdens het proces in de tunneldroger.

3) *Kanalen- en deeppitstallen.*
De emissie bij deze systemen is erg hoog. Deze staltypen werden gebouwd in de periode tussen 1975 en het begin van de 80-er jaren. Hoge kosten voor huisvesting per henplaats en problemen met onder andere insektenoverlast en geuremissie (ammoniak) waren er de oorzaak van dat deze staltypen inmiddels niet meer geadviseerd worden. Bij vervanging van de batterij kan binnen de bestaande gebouwen overgeschakeld worden op mestbandbatterijen al dan niet met droging.

4) *Mestbandbatterij met geforceerde droging en directe afvoer van de droge mest.*
De emissie tijdens de stalperiode is bij dit systeem laag. De mest dient echter wekelijks van het bedrijf afgevoerd te worden. Gezien het drogestofpercentage van deze mest zal er tijdens de opslag elders ammoniakemissie optreden. Momenteel

zijn er geen methoden voor handen om deze emissie te verminderen. Het verdient de voorkeur de mest snel te drogen tot minimaal 60% droge stof. Dit kan plaats vinden in centrale mestverwerkingseenheden. Verdere droging kan ook plaats vinden op bedrijfsniveau door de lucht die via buizen over de mestbanden geleid wordt, met name in de winterperiode, te verwarmen. Een andere mogelijkheid is de toepassing van een tunneldroger. De voorgedroogde mest wordt dan in de tunneldroger snel verder gedroogd tot 60-80%. In paragraaf 3.5.1.3 worden de financiële consequenties van deze alternatieven aangegeven.

5) *Mestbandbatterij met geforceerde droging in combinatie met opslag in een open loods.*
Dit is een relatief goedkope manier om de mest verder te drogen, maar gaat gepaard met een hoge ammoniakemissie. De oplossingsrichting is gelijk aan wat hierboven is vermeld, namelijk het snel drogen van de mest, al of niet op bedrijfsniveau, tot minimaal 60% droge stof. Hierdoor kan opslag in een open loods achterwege blijven.

3.5.1.1 Financiële consequenties van droging van mest op bedrijfsniveau

Uit het bovenstaande blijkt dus dat omschakeling naar bandbatterijen in vergelijking met compactbatterijen geen extra kosten met zich meebrengt. In deze paragraaf wordt dan ook uitgegaan van een batterijsysteem met mestbanden. Bij omschakeling van natte mest naar droge mest speelt de mestproblematiek een rol. Daarom wordt dit aspect nader toegelicht met enkele berekeningen voor de volgende systemen:

Tabel 3.5 Overzicht van de jaarkosten in guldens (per 25.000 hennen) voor de verschillende bedrijfssystemen (Van Horne, 1989)

	Systeem		
	A	B	C
d.s. % in de mest	15	45	60
Ton mestproduktie	1.500	500	300
Overschotheffing	6.250	1.875	1.875
Opslagkosten	9.750	3.900	4.500
Extra investering	-	12.500	12.500
Elektra	p.m.	6.250	6.250
Totaal	16.000	24.525	25.125

A) Produktie van natte mest (bijvoorbeeld mestbanden zonder beluchting).
B) Droge mest: mestband met geforceerde beluchting.
C) Extra droge mest: als B) met nadroging een open loods.

De volgende kostenposten zijn meegenomen om te komen tot een vergelijking: overschotheffing, opslagkosten, extra investeringen, elektra en verwarming. Tabel 3.5 geeft een overzicht.

Onder kolom A en B wordt aangegeven hoe hoog de jaarkosten zijn voor de beide systemen, waarbij respectievelijk natte en droge mest wordt geproduceerd. Indien de afzetkosten van natte mest 6 gulden per ton bedragen en de opbrengsten van droge mest nihil zijn, zijn de jaarkosten inclusief mestafzetkosten gelijk. Afhankelijk van de prijsverhoudingen tussen natte en droge mest is, ingeval van vervanging van afgeschreven batterijen, omschakeling naar een mestband met geforceerde droging te overwegen.

Onder C is in tabel 3.5 weergegeven wat de totale kosten zijn op basis van nadroging in een open loods. Hieruit blijkt dat zonder veel extra kosten de mest nagedroogd kan worden. Deze trage nadroging gaat echter gepaard met een aanzienlijke ammoniakemissie.

3.5.1.2 Autonome ontwikkeling vervanging batterijen

De kosten voor huisvesting van de leghennen hoeven niet te stijgen indien bestaande, reeds afgeschreven batterijen worden vervangen door bandbatterijen. De keuze tussen bandbatterijen met afvoer van natte mest naar een gesloten put dan wel mestbanden met geforceerde droging wordt sterk bepaald door de afzetmogelijkheden van de mest. Gezien de fasering in de mestwetgeving zullen de mogelijkheden voor mestafzet afnemen, waarbij de droge mest waarschijnlijk goedkoper afgezet kan worden. In overleg met

Tabel 3.6 Procentuele verdeling van de hennen over de verschillende batterijsystemen in 1986 en 2000

Categorie	Jaar	
	1986	2000
1. Open mestopslag onder de batterij	25	0
2. Mestbandbatterij met afvoer naar gesloten put	47	20
3. Kanalen- en deeppitstal	10	0
4. Mestbandbatterij met geforceerde droging	6	61
5. Zie 4. + opslagloods	9	9
6. Grondhuisvesting	3	10
Totaal	100	100

het COVP, CAD-BV en CADP heeft het LEI geschat welke percentages hennen op de verschillende systemen zijn gehuisvest. Deze verdeling is gemaakt voor 1986 en 2000. Hierbij is uitgegaan van een situatie, waarbij de pluimveehouders bij vervanging van de batterij inspelen op de te verwachten afzetmogelijkheden van de mest.

Het aantal bedrijven met opslag van droge mest in een open loods is voor het jaar 1986 en 2000 gelijk gehouden. Hoewel deze vorm van opslag goedkoop is, zijn er momenteel al allerlei beperkingen op gemeentelijk niveau om op deze wijze mest op te slaan. Te verwachten marktontwikkelingen kunnen het aandeel grondhuisvesting doen toenemen tot 10% van de hennen. In paragraaf 4.2.1 wordt de uitgangssituatie voor het jaar 2000 ten gevolge van de diverse autonome ontwikkelingen weergegeven.

3.5.1.3 Beperking ammoniakemissie: aanvullende maatregelen

In aanvulling op de te verwachten autonome ontwikkeling kunnen aanvullende maatregelen genomen worden om de ammoniakemissie te beperken. Momenteel wordt daartoe door verschillende instellingen onderzoek verricht. Met name de snelle droging van de mest tot 60% droge stof staat daarbij centraal. De ammoniakemissie tijdens opslag, al of niet op het pluimveebedrijf, kan dan beperkt worden. De berekening van de kosten is analoog van opzet als weergegeven in tabel 3.5. De volgende alternatieven zijn doorgerekend:

D) In een tunneldroger wordt de verse pluimveemest gedroogd tot circa 60% droge stof.

E) Als D) met extra droging tot 80% door middel van aanvullende verwarming van de lucht in de tunneldroger.

Tabel 3.7 Overzicht van de jaarkosten (per 25.000 hennen) voor de verschillende bedrijfssystemen

	Systeem				
	D	E	F	G	H
d.s % in de mest	60	80	70	60	70
Ton mestproduktie	375	280	330	300	330
Overschotheffing	1.875	1.875	1.875	1.875	1.875
Opslagkosten	3.900	3.900	3.900	3.900	3.900
Extra investering *)	23.500	23.500	8.500	12.500	28.900
Elektra	7.250	7.250	7.250	6.250	7.250
Verwarming		3.500		2.500	
Totaal	36.525	40.025	21.500	27.025	42.000

*) Ten opzichte van natte mest (variant A in tabel 3.5).

F) Op mestbanden boven batterij wordt de verse mest gedroogd tot circa 70% droge stof. De extra investering wordt geschat op ƒ 2,- per hen (van de Weerdhof, 1988).

G) Op de mestbanden met geforceerde beluchting wordt de lucht die over de mest wordt geleid verwarmd. Met name in de winterperiode kan hierdoor het drogestofpercentage verhoogd worden. Aangezien hierover nog weinig onderzoeksgegevens beschikbaar zijn, moet worden volstaan met een zeer voorlopige schatting van de verwarmingskosten: ƒ 0,10 per hen per jaar.

H) In een tunneldroger wordt de reeds voorgedroogde mest (45% d.s) verder gedroogd tot 70% d.s.

Bij bedrijfssysteem D, E en F wordt uitgegaan van mestbanden zonder beluchting (natte mest), terwijl bij G en H uitgegaan wordt van mestbanden met beluchting (gedroogde mest 45%). Tabel 3.7 geeft een overzicht van de kosten per bedrijfssysteem.

De tunneldroger (variant D) geeft hetzelfde drogestofpercentage, maar is op jaarbasis duidelijk duurder dan droging in een open loods (variant C, tabel 3.5). In de tunneldroger (eventueel met extra droging met verwarmde lucht) wordt de mest snel gedroogd, zodat het te verwachten is dat de emissie van ammoniak lager zal zijn in vergelijking met het systeem met opslag in een open loods. De verwerkingskosten voor droging tot 80% droge stof op bedrijfsniveau in een tunneldroger bedragen ƒ 13,- per ton.

Toepassing van een tunneldroger waarin reeds voorgedroogde mest wordt ingevoerd (variant H) is de duurste oplossing. In dat geval heeft variant B de voorkeur. Droging van de mest op mestbanden boven de batterij geeft (variant F), bij de gekozen uitgangspunten, de mogelijkheid tegen beperkte extra kosten de mest te drogen. Op bedrijven met mestbanden met beluchting is droging van de mest mogelijk door aanvullende verwarming van de lucht (variant G). De varianten F en G dienen op onderzoeks- en praktijkschaal nog uitvoerig getest te worden. Gesteld kan echter worden dat op basis van batterijen met mestbanden er mogelijkheden zijn om de mest snel te drogen tot minimaal 60%. Bij variant G zijn de extra kosten ƒ 0,10 per leghen per jaar. Deze variant zal in de berekeningen in hoofdstuk 4 meegenomen worden om aan te geven hoe in de toekomst de pluimveemest tijdens de stalperiode snel gedroogd kan worden tot minimaal 60% droge stof.

- *Scharrelhennen*

Om tegemoet te komen aan consumentenwensen heeft de scharrelhennenhouderij zich ontwikkeld. Momenteel produceert deze sector 400 miljoen scharreleieren, dit is ongeveer 4% van de totale Nederlandse produktie. Volgens tabel 3.3 is de ammoniakemissie in de scharrelhennenhouderij 178 gram ammoniak per dierplaats per jaar. Dit is vijf tot zes maal hoger dan bij de mestbandbatterij.

De mogelijkheden om binnen de huidige scharrelkippenhouderij de emissie te beperken zijn beperkt, omdat de houderijwijze nauwkeurig beschreven is. Tussentijds uithalen van de mest onder de roosters met behulp van mestbanden zou de emissie kunnen beperken. Onduidelijk is hoe groot de reductie dan kan zijn.

- *Volièresystemen*

Momenteel wordt door het COVP het etagesysteem ontwikkeld. Binnen dit systeem bestaat de mogelijkheid circa 70% van de mest via banden tussentijds uit de stal te verwijderen. Uit deze mest komt ammoniak vrij tijdens de periode van opslag in de stal. De resterende 30% van de mest komt in het strooisel terecht. Zeer globale voorlopige berekeningen van het COVP resulteren in een ammoniakemissie van 125 gram per dierplaats per jaar. Dit betekent dat de emissie toch duidelijk hoger uitkomt dan bij de mestbandbatterij, maar lager dan bij grondhuisvesting. Bij de ontwikkeling van het etagesysteem is tot nu toe weinig aandacht besteed aan het ammoniakemissie aspect. De mogelijkheden om de ammoniakemissie uit het etagesysteem te verminderen dienen de komende jaren nader onderzocht te worden. Toepassing van het etagesysteem in de praktijk zal alleen plaatsvinden bij een wettelijk verbod op huisvesting van hennen op batterijen. Het is nog onduidelijk in hoeverre een extra toeslag in de markt te behalen is om de hogere kostprijs van circa 0,8 cent per ei (Zaalmink, 1987b) te compenseren.

In paragraaf 4.3.1 is voor het jaar 2000 de uitgangssituatie weergegeven (zonder aanvullende maatregelen tot ammoniakemissiereductie), waarbij is uitgegaan van een verbod op huisvesting van leghennen in batterijen. Alle hennen worden dan gehouden in volièresystemen.

3.5.2 Luchtreiniging

Toepassing van luchtwassers is alleen mogelijk bij mechanische ventilatie. Zoals reeds aangegeven wordt op veel bedrijven met leghennen gewerkt met natuurlijke ventilatie.

De jaarkosten van luchtwassers zijn in paragraaf 3.4.3 berekend op *f* 0,55 per m3 maximale ventilatiecapaciteit. Uitgaande van een benodigde maximale ventilatiecapaciteit van 6,5 m3 per hen per uur zijn de jaarkosten per hen per jaar *f* 3,58. Op veel bedrijven zal aanvullend geïnvesteerd moeten worden om over te schakelen naar mechanische ventilatie.

3.6 Opslag buiten het pluimveebedrijf

Voor de verschillende bedrijfssystemen in de legpluimveehouderij (zie tabel 3.4) is de mestsoort en het tijdstip waarop deze afgevoerd wordt verschillend. Natte pluimveemest wordt direct vanuit de put in het voor- of najaar aangewend op bouwland. Bij batterijen met mestbandbeluchting wordt de droge mest (45% droge stof) wekelijks in containers van het bedrijf afgevoerd. Deze mest is stapelbaar en wordt op kopakkers of door de mesthandel tijdelijk opgeslagen. Mede ten gevolge van broei zal tijdens deze opslag ammoniak vrijkomen. De emissie wordt geschat op 50 gram NH_3 per dierplaats per jaar analoog aan de emissie die optreedt

bij opslag in een open loods op het pluimveebedrijf (zie tabel 3.3). De op het pluimveebedrijf in een open loods verder gedroogde mest (60% droge stof) en de mest geproduceerd bij grondhuisvesting wordt tijdelijk opgeslagen op kopakkers of bij de mesthandel. Aangezien het drogestofpercentage van deze mest hoger is, wordt de emissie lager geschat namelijk op 25 gram NH_3 per dierplaats per jaar (LEI-aanname).

Voor wat betreft de slachtkuikenhouderij wordt de ammoniakemissie tijdens opslag gesteld op 20 gram per dierplaats per jaar (Kroodsma et al., 1989).

3.7 Aanwending op bouwland

Natte en droge pluimveemest kunnen in het voorjaar dan wel in het najaar aangewend worden. Het gedeelte van de stikstof dat bij aanwending in de vorm van ammoniak vervluchtigt wordt uitgedrukt als percentage van de hoeveelheid minerale stikstof. Het percentage minerale stikstof van de totale hoeveelheid stikstof is bij natte pluimveemest 55% en bij droge mest 45% (De Winkel, 1988). Bij oppervlakkige aanwending van natte mest emmiteert 50% van de minerale stikstof in de vorm van ammoniak (De Winkel, 1988). Het percentage van de minerale stikstof dat als ammoniak vervluchtigd is voor droge pluimveemest duidelijk lager in vergelijking met drijfmest (Pain en Klarenbeek, 1988). In de berekeningen is vooralsnog aangenomen dat 25% van de minerale stikstof vervluchtigt bij oppervlakkige aanwending van droge pluimveemest (LEI-aanname).

Tabel 3.8 Uitgangspunten bij verschillende aanwendingsmethoden van natte pluimveemest op bouwland

Aanwendingsmethode	Ten opzichte van oppervl. aanw.			Ammoniakemissie (in % N-mineraal)
	extra kosten (gld/ton)	baten kunstmestbesparing (gld/ton)	netto extra kosten (gld/ton	
Oppervlakkig	-	-	-	50
Onderwerken binnen één dag	1,00	1,00	p.m.	35
Gelijktijdig onderwerken *)	3,00	3,00	p.m.	5

*) De kosten voor gelijktijdig onderwerken zijn ingeschat aan de hand van het hectaretarief voor loonwerk à *f* 97,50.

Om de ammoniakemissie bij aanwending te reduceren dient de mest snel ondergewerkt te worden. Er is gerekend met drie alternatieven: oppervlakkig aanwenden, onderwerken binnen één dag en gelijktijdig onderwerken. In tabel 3.8 staan de kosten, de baten aan kunstmestbesparing en de ammoniakemissie vermeld.

Ten gevolge van het direct onderwerken zal meer stikstof in de grond terecht komen. Gezien de hoge gehaltes aan stikstof in pluimveemest kan de akkerbouwer, vooral bij aanwending in het voorjaar, de extra kosten compenseren met de besparing op kunstmest. Indien de stikstofgift echter reeds toereikend was is de waarde van de extra stikstof nul. Het gevolg kan zijn dat, in afwijking van tabel 3.8, er wel kosten verbonden zijn aan het onderwerken van de pluimveemest. Indien bijvoorbeeld de helft van de extra stikstofgift van het direct onderwerken geen waarde heeft, zijn de kosten toegerekend aan de pluimveehouder *f* 0,10 per leghen per jaar.

Tabel 3.8 is opgesteld voor natte pluimveemest. Bij aanwending van droge pluimveemest is enerzijds de hoeveelheid mest per hectare lager maar anderzijds is de N inhoud per ton mest hoger. Indien de helft van de extra stikstofgift geen waarde heeft, zijn de kosten van direct onderwerken toegerekend aan de leghennenhouder *f* 0,15 per leghen per jaar. Voor slachtkuikenmest zijn in dat geval de kosten *f* 0,05 per slachtkuikenplaats per jaar.

3.8 Mestverwerking

In de berekeningen wordt de mogelijkheid meegenomen dat mest van leghennen verwerkt wordt in centrale verwerkingsfabrieken. Indien de pluimveemest in gesloten containers wordt afgevoerd naar mestverwerkingsfabrieken zal de ammoniakemissie minimaal zijn. Gezien de stand van de technische kennis en het feit dat slechts schattingen op basis van proeffabrieken bekend zijn, is slechts een globale raming van de kosten mogelijk. Aan de hand van het rapport "Droging van 150.000 ton kippemest per jaar met behulp van de Amerwarmte" (v.d. Bosch e.a., 1986) kan worden berekend dat de bruto-verwerkingskosten van pluimveemest met 45% droge stof uitkomen op *f* 34,- per ton ingaande mest. De opbrengst van het eindprodukt zal de uiteindelijke kosten of opbrengsten voor de pluimveehouder bepalen. Indien de mestkorrels de berekende bemestingswaarde opbrengen van *f* 150,- per ton is er ruimte om de leverancier van de mest hiervoor te betalen (Luesink en Van der Veen, 1989). In deze studie wordt in hoofdstuk 4 gerekend met de variant dat in het jaar 2000 de pluimveehouders zonder kosten de droge pluimveemest kunnen aanbieden aan een verwerkingsfabriek. Door de continue verwerking van mest in de verwerkingsfabrieken zijn geen aanvullende investeringen nodig voor opslag van mest. Er is verondersteld dat de ammoniakemissie tijdens de verwerking en verspreiding van de mestkorrel minimaal is.

3.9 Rekenmethode

Voor de bepaling van de reductie in ammoniakemissie en de bijbehorende kosten is vanwege het beperkt aantal maatregelen geen gebruik gemaakt van lineaire programmering maar van de volgende methodieken:

- Berekening van de extra kosten (gecorrigeerd voor een eventuele verandering in opbrengsten) per maatregel. De kosten zijn berekend per jaar per dierplaats. Bij de uitgangspunten (hoofdstuk 3) is reeds per maatregel aangegeven hoe de jaarkosten berekend zijn.
- Berekening van het effect van een maatregel of een pakket maatregelen op de totale ammoniakemissie. Hierbij is gebruik gemaakt van eenvoudige rekenmodellen waarin de stikstofkringloop centraal staat. De modellen berekenen de effecten van maatregelen op de stikstofbalans en de ammoniakemissie van een bedrijf. De ammoniakemissie is hierbij uitgedrukt in grammen stikstof per dierplaats per jaar. Voor omrekening naar grammen ammoniak dient de factor 17/14 gebruikt te worden. Voor de berekening van de ammoniakemissie per dierplaats per jaar zijn in de modellen de volgende rekenregels gebruikt:
  * Stikstof uitscheiding= stikstof opname via het voer - de stikstofvastlegging in vlees en/of eieren.
  * Ammoniakemissie in de stal= stalemissiecoëfficiënt * stikstof uitscheiding in de stal * aandeel staltype.
  * Ammoniakemissie uit de opslag buiten de stal = (stikstof uitscheiding in de stal minus de emissie in de stal) * opslagemissiecoëfficiënt * het deel van de mest dat buiten de stal wordt opgeslagen.
  * Stikstof in aan te wenden mest= stikstof uitscheiding in de stal - ammoniakemissie tijdens de stalperiode en bij opslag buiten de stal.
  * Ammoniakemissie na aanwending= aanwendingscoëfficiënt * stikstof in de aan te wenden mest * aandeel mestsoort (nat danwel droog).
  * De totale ammoniakemissie is gelijk aan de som van de emissie tijdens de stalperiode, opslag en na aanwending van de mest.

Maatregelen te nemen via de verschillende aangrijpingspunten (voeding, stal, opslag of aanwending) beïnvloeden elkaar. Deze interactie komt in bovenstaande rekenregels naar voren. Zo zal het effect van beperking van de ammoniakemissie tijdens de stalperiode gedeeltelijk verloren gaan indien bij aanwending van de mest geen maatregelen genomen worden.

4. Resultaten

4.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden de resultaten van de modelberekeningen voor de slachtkuikenhouderij en vervolgens voor de leghennenhouderij gegeven. Hierbij is de ammoniakemissie per dierplaats per jaar geschat voor het uitgangsjaar 1986. Daarnaast wordt de berekende reductie van de ammoniakemissie aangegeven voor het jaar 2000 bij respectievelijk autonome ontwikkeling en diverse pakketten van maatregelen.

Bij de presentatie van de resultaten is steeds aangegeven met welk pakket van maatregelen een bepaald reductieniveau bereikt kan worden met de bijbehorende kosten.

De in dit hoofdstuk gepresenteerde tabellen zijn voor een deel computermatig berekend. Doordat de computer rekent met niet afgeronde getallen kan het zijn dat de totalen kleine afwijkingen geven van de totalen die de lezer kan berekenen met de gegeven waarden.

4.2 Slachtkuikenhouderij

4.2.1 Ammoniakemissie in de uitgangssituatie 1986 en 2000

Naast maatregelen ter beperking van de ammoniakemissie zijn er tot 2000 autonome ontwikkelingen te verwachten, waardoor de emissie zal afnemen. Voor de periode 1986-2000 wordt de ontwikkelingen als volgt ingeschat:

a) De voederconversie zal naar verwachting met 10% afnemen tot het jaar 2000. Deze daling zal voor een deel gecompenseerd worden door een verhoging van de eindgewichten, waardoor de uiteindelijke daling in voederconversie 5% bedraagt. De gekozen uitgangspunten zijn weergegeven in paragraaf 3.2.4.

b) Door toepassing van nieuwe drinkwatersystemen zal het drogestofpercentage in het strooisel toenemen. Hierdoor zal de emissie van ammoniak afnemen. Vooralsnog wordt ervan uitgegaan dat op deze wijze de emissie tijdens de stalperiode met 10% wordt teruggebracht.

c) De droge slachtkuikenmest wordt door de akkerbouwers oppervlakkig aangewend. De kosten voor het onderwerken van mest kunnen gelijk zijn aan de baten van de kunstmestbesparing. Afhankelijk van de totale stikstofgift in de vorm van slachtkuikenmest zal een deel van de extra stikstof die ten gevolge van onderwerken in de bodem komt overbodig zijn en derhalve geen waarde vertegenwoordigen. Er wordt vanuit gegaan dat akkerbouwers, zonder aanvullende regelgeving, niet zullen overgaan tot het direct onderwerken van de mest.

d) De droge slachtkuikenmest wordt direct van de bedrijven afgevoerd en (droog) opgeslagen bij handelaren of op de kopakkers van de percelen waar de mest aangewend zal worden.

In tabel 4.1 wordt een overzicht gegeven van de stikstofkringloop in 1986 en 2000 voor de slachtkuikenhouderij.

Uit tabel 4.1 blijkt dat ten gevolge van de autonome ontwikkelingen de emissie van ammoniak met 12% zal afnemen. Dit wordt met name veroorzaakt door de lagere N-uitscheiding ten gevolge van een betere voederconversie. Een lagere uitscheiding leidt vervolgens tot een lagere emissie tijdens de stalperiode, opslag en na aanwending. De stalemissie wordt daarbij ook nog verminderd door droger strooisel door toepassing van nieuwe drinkwatersystemen. De hoeveelheid N beschikbaar voor de bodem is als "restpost" weergegeven. Er wordt niet aangegeven wat er in de bodem met deze stikstof gebeurt (zoals bijvoorbeeld uitspoelen, denitrificeren of vastleggging in de bodem).

*Tabel 4.1 Stikstofkringloop (in gram N per slachtkuikenplaats *) per jaar) in de uitgangssituatie in 1986 en 2000*

	1986	2000
Uitscheiding	401	372
Emissie tijdens stalperiode **)	38	32
Emissie tijdens opslag	17	15
N in de mest na opslag	347	325
Emissie van ammoniak na aanwending	39	37
N beschikbaar voor de bodem	308	288
Totale ammoniakemissie	94	83
Reductie ten opzichte van 1986 (%)		12

*) Per dierplaats 1986. Zoals in bijlage 2 is aangegeven zal ten gevolge van hogere eindgewichten in 2000 de bezetting per m2 staloppervlakte lager zijn. Bij een gelijk aantal m2 staloppervlakte zijn er in het jaar 2000 dus minder dierplaatsen.

**) Berekend als percentage van de N uitscheiding. De ammoniakemissie in de uitgangssituatie is 46 gram, oftewel 38 gram stikstof. Dit was in 1986 9,4% van de N uitscheiding. Dit percentage is ook genomen voor de situatie in het jaar 2000. Aanvullend hierop wordt voor het jaar 2000 gecorrigeerd voor toepassing van nieuwe drinkwatersystemen.

4.2.2 Kosten en ammoniakemissiereductie bij verschillende pakketten van maatregelen

Uitgaande van de uitgangssituatie voor het jaar 2000, zoals in de vorige paragraaf beschreven kunnen aanvullende maatregelen genomen worden om de ammoniakemissie te beperken. In tabel 4.2 zijn de mogelijkheden genoemd met de daarbijbehorende kosten.

De volgende pakketten met maatregelen zijn doorgerekend:

pakket 0 : geen maatregelen (autonome ontwikkeling tot 2000);
pakket 1 : binnen 24 uur de mest onderwerken bij aanwending;
pakket 2 : direct onderwerken bij aanwending op bouwland;
pakket 3 : pakket 2 + toepassing drie-fasenvoedering;
pakket 4 : pakket 3 + aangepast voer;
pakket 5 : pakket 4 + toepassing vloerverwarming bij nieuwbouw (50% van de stallen tot het jaar 2000);
pakket 6 : pakket 4 + toepassing vloerverwarming in alle stallen;
pakket 7 : pakket 6 + luchtreiniging.

Tabel 4.2 Maatregelen om de ammoniakemissie te reduceren en de bijbehorende kosten per slachtkuikenplaats per jaar

Maatregel	Kosten per sl.k. plaats per jaar
1. Binnen 24 uur mest onderwerken bij aanwending	p.m.
2. Direct onderwerken v.d. mest bij aanwending	ƒ 0,05
3. Toepassing driefasen voeding	geen
4. Aangepast voer (relatieve eiwit afname 5%)	ƒ 0,20
5. Toepassing vloerverwarming bij nieuwbouw	ƒ 0,13-ƒ 0,20
6. Toepassing vloerverwarming in bestaande stallen	ƒ 0,39-ƒ 0,46
7. Luchtreiniging	ƒ 3,58

Tabel 4.3 geeft de resultaten bij de verschillende pakketten. De volgorde van de pakketten is zodanig gekozen dat de kosten per procent reductie in ammoniakemissie toenemen. De slachtkuikenhouderij kan ten gevolge van autonome ontwikkelingen 12% terug in ammoniakemissie ten opzichte van de uitgangssituatie in 1986. Tegen lage kosten kan de ammoniakemissie teruggebracht worden met 46% door de mest bij aanwending direct onder te werken. Gevolg is wel dat meer stikstof in de bodem terecht komt. Door toepassing van drie-fasenvoedering, waarbij de eiwitniveaus verlaagd worden, kan het reductieniveau stijgen tot 52% (pakket 3). Door tevens gebruik te maken van aangepast voer (pakket 4) wordt de emissie met 56% verlaagd. De laatste stap brengt aanzienlijk hogere kosten met zich mee, namelijk ƒ 0,20 per slachtkuikenplaats per jaar. Naast verlaging van de ammoniakemissie wordt

Tabel 4.3 Gevolgen van ammoniakemissie beperkende maatregelen in de slachtkuikenhouderij voor lucht, bodem en portemonnaie

Pakket nr.	Ammoniakemissie tijdens (gram N per dierplaats/jaar)				Reductie (%)	Stikstof beschikb. voor de bodem (gram)	Kosten sl.k. per jaar (gld)
	stal	opslag	aanwending	totaal			
1986	38	17	39	94	-	308	-
0	32	15	37	83	12	288	-
1	32	15	25	72	23	299	p.m.
2	32	15	4	51	46	321	0,05
3	28	14	3	45	52	288	0,05
4	26	12	3	41	56	261	0,25
5	23	12	3	38	59	264	0,33 *)
6	20	12	3	35	63	267	0,55
7	4	12	3	19	79	267 **)	4,13

*) Op 50% van de bedrijven wordt vloerverwarming toegepast. De kosten per Nederlandse slachtkuikenplaats per jaar zijn *f* 0,08.

**) Exclusief N in spuiwater van luchtreiniging.

door verlaging van het eiwit in de voeders de stikstofhoeveelheid die beschikbaar komt voor de bodem ook verlaagd. Naast maatregelen op het terrein van de aanwending en voeding kunnen ook maatregelen genomen worden op het gebied van de huisvesting. Vloerverwarming kan hierbij een rol spelen. Hoewel er rondom de effecten van vloerverwarming nog veel onduidelijk is, kan toch worden aangenomen dat de emissie bij toepassing zal afnemen. Uit tabel 4.3 blijkt dat toepassing bij nieuwbouw de ammoniakemissie, in combinatie met de andere maatregelen, met 59% reduceert. Bij toepassing in alle stallen komt de totale reductie uit op 63%. Met name het aanbrengen van vloerverwarming in bestaande stallen is een dure aanpassing, die slechts een geringe additionele verlaging van de emissie met zich meebrengt. Alleen door luchtreiniging (pakket 7) kan de stalemissie duidelijk teruggebracht worden. De kosten van luchtreiniging zijn echter zeer hoog.

4.3 Leghennenhouderij

4.3.1 Ammoniakemissie in de uitgangssituatie 1986 en 2000

In de leghennenhouderij zullen gerichte maatregelen moeten worden uitgevoerd om de ammoniakemissie te beperken. Daarnaast

zijn er autonome ontwikkelingen die de emissie zullen verminderen. Daarom wordt allereerst geschat wat het niveau van de ammoniakemissie was in 1986 en ten gevolge van de autonome ontwikkeling waarschijnlijk zal zijn in het jaar 2000. Daarbij wordt voor het jaar 2000 uitgegaan van twee scenario's. In het eerste scenario wordt ervan uitgegaan dat huisvesting in batterijen blijft toegestaan. Het aandeel grondhuisvesting wordt door de vraag naar scharreleieren bepaald. In scenario 2 wordt rekening gehouden met een verbod op huisvesting van leghennen in batterijen. Na een bepaalde overgangstermijn zullen dan alle hennen gehuisvest zijn in volièresystemen. Gemakshalve wordt gesteld dat deze situatie reeds in het jaar 2000 bereikt zal zijn. De volgende ontwikkelingen zijn ingeschat voor de periode 1986-2000:

a) De hoeveelheid voer nodig voor de produktie van een kilogram eieren zal dalen van gemiddeld 2,33 in 1986 tot 2,10 kilogram in het jaar 2000. Met name ontwikkelingen op fokkerijgebied zullen deze ontwikkeling mogelijk maken. Daarnaast zal via verdergaande automatisering op voer bespaard kunnen worden. De kosten van investeringen worden daarbij gecompenseerd door de besparing aan voerkosten.

b) In scenario 1 zal ten gevolge van de mestwetgeving en de fasering daarin de afzet van droge mest minder problemen geven dan de afzet van natte mest. Prijsverschillen in natte en droge mest zullen hierbij corrigerend optreden. Het is te verwachten dat tot het jaar 2000 veel pluimveehouders bij vervanging van de batterijen zullen omschakelen naar systemen waarbij droge mest van het bedrijf afgevoerd kan worden. Naar verwachting zal in het jaar 2000 nog twintig procent van de hennen, met name in het Noorden van het land, gehuisvest zijn in systemen waarbij natte mest geproduceerd wordt. De mest wordt daarbij opgeslagen in een gesloten put. Zeventig procent van de hennen is gehuisvest in batterijen met mestbanden en geforceerde beluchting. Tien procent van de hennen wordt als scharrelhen gehouden. Aangezien nadroging van de droge mest in een open loods de goedkoopste manier is om pluimveemest te drogen is verondersteld dat de pluimveehouders die in 1986 op deze manier de mest op bedrijfsniveau bewerkten dit blijven doen. Uitbreiding van dit systeem zal, gezien de huidige regelgeving, niet plaatsvinden. Kanalen- en deeppitstallen zullen om diverse redenen omgebouwd worden tot stallen waarin batterijen met mestbanden geplaatst worden. In tabel 3.6 is een compleet overzicht gegeven van de verdeling over de verschillende batterijsystemen.
In scenario 2 zullen alle batterijen in een overgangstermijn vervangen worden door volièresystemen. Hierbij wordt uitgegaan van mestbanden met geforceerde beluchting, waarbij als eindprodukt droge mest van het bedrijf wordt afgevoerd.

c) De mest wordt zowel in 1986 als in 2000 op bouwland oppervlakkig aangewend. Indien alle stikstof die ten gevolge van onderwerken in de bodem terecht komt wordt gewaardeerd tegen

de kunstmestprijs dan zijn voor de akkerbouw de kosten voor het snel onderwerken gelijk aan de baten van de kunstmestbesparing. Toch is het niet te verwachten dat akkerbouwers om kunstmest te besparen de mest, zonder aanvullende maatregelen, sneller zullen onderwerken. Afhankelijk van de totale stikstofgift kan een deel van de extra stikstof die ten gevolge van onderwerken in de bodem komt niet ten goede komen aan het gewas en derhalve geen waarde vertegenwoordigen.

In tabel 4.4 wordt een overzicht gegeven van de stikstofkringloop in 1986 en 2000 zonder gerichte maatregelen die de ammoniakemissie dienen te beperken.

Uit tabel 4.4 blijkt dat de verbetering van de voederconversie en het grotere aandeel droge mest de emissie in het jaar 2000 met 33% terugbrengt ten opzichte van de situatie in 1986. De verlaging van de voederconversie leidt tot een lagere N-excretie per dier. De ontwikkeling naar systemen waarbij droge mest geproduceerd wordt verlaagd de stalemissie. De emissie tijdens opslag buiten het pluimveebedrijf zal daarentegen toenemen. Dit wordt

Tabel 4.4 Stikstofkringloop (in gram N per leghen per jaar) in 1986 en 2000 zonder maatregelen bij batterij en volière huisvesting

	1986	2000	
		batterij	volière
Uitscheiding	717	647	653
Emissie:			
Stal en opslag op bedrijf *)	75	40	94
Opslag buiten het bedrijf *)	5	26	38
N in de mest	637	581	522
Emissie van ammoniak na aanwending:			
Droge mest	20	52	59
Natte mest	126	32	0
N beschikbaar voor de bodem	491	497	463
Totale ammoniakemissie in gram N	226	151	190
Reductie ten opzichte van 1986 (%)		33	16

*) Berekend als percentage van N uitscheiding. Het percentage is daarbij bepaald op basis van de huidige inschatting voor de ammoniakemissie per bedrijfssysteem en gewogen naar het aandeel van een bepaald bedrijfssysteem.

met name veroorzaakt door de emissie die ontstaat tijdens de broeiprocessen die optreden in de droge mest die van de mestbandsystemen komt. Het grotere aandeel droge mest leidt bij oppervlakkige aanwending tot een duidelijke verlaging van de totale emissie na mestaanwending.

Indien wordt uitgegaan van het scenario met volièrehuisvesting, zal de N-uitscheiding van de leghennen, ten gevolge van een hoger voerverbruik iets hoger zijn ten opzichte van het batterijscenario. De emissie tijdens de stalperiode en ook tijdens de opslag buiten het pluimveebedrijf neemt ten opzichte van het batterijscenario toe. De beperking van de emissie na aanwending door volledige omschakeling naar droge mest kan deze emissietoename tijdens de stalperiode en opslag slechts gedeeltelijk compenseren. De totale emissie zal in het jaar 2000 circa 16% lager zijn in vergelijking met de situatie in 1986. In tabel 4.4 is de hoeveelheid N beschikbaar voor de bodem als "restpost" weergegeven. Er wordt niet aangegeven wat er in de bodem met deze stikstof gebeurt (zoals bijvoorbeeld uitspoelen, denitrificeren of vastlegging in de bodem).

4.3.2 Kosten en ammoniakemissiereductie bij verschillende pakketten van maatregelen

Uitgaande van de situatie zoals in paragraaf 4.3.1 beschreven voor het jaar 2000 kunnen de effecten van aanvullende maatre-

Tabel 4.5 Maatregelen om de ammoniakemissie te reduceren met de bijbehorende kosten per leghenplaats per jaar

Maatregel	Kosten per hen per jaar
1. Binnen 24 uur mest onderwerken bij aanwending	p.m.
2. Direct onderwerken v.d. mest bij aanwending	ƒ 0,15
3. Aangepast voer (relatieve afname eiwit 5%)	ƒ 0,22
4. Extra mestdroging tijdens de stalperiode (> 60% d.s)	ƒ 0,10
5. Droge mest afvoeren naar centrale mestverwerking	p.m.
6. Luchtreiniging	ƒ 3,58

Voor beide scenario's zijn de volgende pakketten doorgerekend:
Pakket 0 : geen maatregelen.
Pakket 1 : binnen 24 uur de mest onderwerken bij aanwending.
Pakket 2 : direct onderwerken bij aanwending op bouwland.
Pakket 3 : pakket 2 + mestverwerking alle *droge* mest.
Pakket 4 : pakket 2 + extra mestdroging tijdens de stalperiode.
Pakket 5 : pakket 2 + aangepast voer.
Pakket 6 : pakket 5 + extra mestdroging tijdens de stalperiode.
Pakket 7 : pakket 4 + luchtreiniging.

gelen om de emissie te beperken doorgerekend worden. Hierbij is de keuze uit de in tabel 4.5 gegeven maatregelen.

Tabel 4.6 geeft de resultaten voor de verschillende pakketten maatregelen bij scenario 1 (batterijhuisvesting). De volgorde van de pakketten is zodanig gekozen dat de kosten per procent reductie in ammoniakemissie toenemen. Op deze regel is echter één uitzondering gemaakt: mestverwerking is, gezien alle onzekerheden hieromtrent, geplaatst na direct onderwerken bij aanwending.

Ten gevolge van de autonome ontwikkelingen is het te verwachten dat de ammoniakemissie in het jaar 2000 met 33% verminderd is. In de uitgangssituatie voor het jaar 2000 komt de ammoniakemissie voor ruim de helft vrij na de aanwending van de mest. Het ligt derhalve voor de hand hier maatregelen te nemen om de emissie te reduceren. In pakket 1 en pakket 2 wordt de mest respectievelijk binnen 1 dag of direct ondergewerkt. Door het hoge stikstofniveau in de pluimveemest kunnen de kosten van het onderwerken geheel of gedeeltelijk gecompenseerd worden door de op-

Tabel 4.6 Gevolgen van emissie beperkende maatregelen in de leghennenhouderij voor lucht, bodem en portemonnaie bij scenario 1 (batterijsysteem)

Pakket	Ammoniakemissie tijden (in gram N leghen per jaar)				Reductie (%)	Stikst. besch. voor de bodem (gram)	Kosten/hen/jaar ***) (gld)
	stal	opslag	aanwending	totaal			
1986	75	5	146	226	-	491	-
0	40	26	84	151	33	497	-
1	40	26	59	125	45	522	p.m.
2	40	26	8	75	67	573	0,15
3	40	0	3	43	81	604 *)	0,03
4	40	15	9	63	72	584	0,22
5	37	24	8	69	70	528	0,37
6	37	14	8	59	74	538	0,44
7	8	15	9	31	86	584 **)	3,80

*) Bij gebruik van de mestkorrels in Nederland.
**) Exclusief N in spuiwater van luchtreiniging.
***) Kosten per Nederlandse leghen. Indien toepassing geldt voor een deel van de leghennenstapel zijn de kosten hiervan verdeeld over alle leghennen.

brengsten aan besparing van kunstmest. Middels pakket 2 kan de emissie ten opzichte van 1986 met 67% dalen. Hiertegenover staat dat de hoeveelheid stikstof die beschikbaar komt voor de bodem evenredig toeneemt.

Om de emissie verder terug te brengen kan alle droge mest verwerkt worden in centrale mestverwerkingsfabrieken. In het jaar 2000 is 80% van de leghennen gehuisvest in batterijen met mestdroging. Op de overige hennenplaatsen wordt natte mest van het bedrijf afgevoerd, die bij aanwending direct ondergewerkt wordt. De reductie in ammoniakemissie is, uitgaande van een emissie vrij transport in gesloten containers en een verwerkingsprocédé waarbij geen ammoniak vrijkomt, 81%. Zoals in paragraaf 3.8 is aangegeven zijn hieraan voor de pluimveehouder, volgens de huidige inschattingen, geen kosten verbonden. De in tabel 4.6 weergegeven ƒ 0,03 per leghen per jaar heeft betrekking op de kosten van onderwerken van de natte mest (geproduceerd door 20% van de leghennen). Gezien de onzekerheid met betrekking tot mestverwerking is in pakket 4 aangegeven wat de resultaten zijn bij extra mestdroging bij het mestbandsysteem met beluchting tot minimaal 60% droge stof. Hierdoor kan met name de ammoniakemissie tijdens de opslag van mest gereduceerd worden. De kosten hiervan blijven beperkt tot ƒ 0,10 per hen per jaar. Aangezien in het jaar 2000 70% van de hennen gehuisvest zijn op batterijen met mestdroging zijn de kosten per Nederlandse henplaats ƒ 0,07. De emissiereductie bedraagt 72%. In pakket 5 is aangegeven hoe door verlaging van het eiwit in het voer de emissie gereduceerd kan worden. In aanvulling op het direct onderwerken van de mest is de extra reductie beperkt. Wel is er een duidelijke reductie van de hoeveelheid stikstof die beschikbaar komt voor de bodem. Vooralsnog lijkt aanpassing van het voer een dure maatregel.

Indien het voer aangepast wordt in combinatie met extra mestdroging (pakket 6) is de totale emissiereductie 74%, terwijl de hoeveelheid stikstof die beschikbaar komt voor de bodem ook beperkt wordt.

Om aan te geven dat een bijna volledige reductie van ammoniakuitstoot bereikt kan worden is pakket 7 doorgerekend. Door toepassing van luchtreiniging, in aanvulling op het direct onderwerken van de mest en extra mestdroging op de mestband, kan namelijk een reductie van 86% bereikt worden. De extra reductie ten opzichte van pakket 4 is beperkt, de kosten nemen echter sterk toe.

Tabel 4.7 geeft de resultaten voor de verschillende pakkettenmaatregelen voor scenario 2 (volière-systeem). Hierbij is dezelfde volgorde aangehouden als in tabel 4.6.

Wordt de situatie in het jaar 2000 (pakket 0) vergeleken met 1986 dan valt het op dat de emissie tijdens de stalperiode toeneemt. Omdat er vanuit wordt gegaan dat alle volièrestallen zijn uitgerust met mestbanden met beluchting heeft alle geproduceerde mest 40-50% droge stof. Hierdoor ontstaat tijdens de opslag buiten het pluimveebedrijf veel ammoniak. Het verschil ten opzichte van de situatie in 1986 is extra groot omdat een gedeelte van de emissie die in 2000 buiten het pluimveebedrijf plaatsvindt in 1986 werd toegerekend aan de stalperiode. Doordat alle geproduceerde mest in 2000 droog wordt afgevoerd, wordt de emissie bij

Tabel 4.7 Gevolgen van emissie beperkende maatregelen in de leghennenhouderij voor lucht, bodem en portemonnaie bij scenario 2 (volièresysteem)

Pakket nr.	Ammoniakemissie tijdens (in gram N leghen per jaar)				Reductie (%)	Stikst. besch. voor de bodem (gram)	Kosten/hen/jaar ***) (gld)
	stal	opslag	aanwending	totaal			
1986	75	2	147	224	-	492	-
0	94	38	59	190	16	463	-
1	94	38	41	172	24	522	p.m.
2	94	38	6	137	39	516	0,15
3	94	0	0	94	59	559 *)	p.m.
4	94	19	6	119	48	535	0,25
5	87	35	5	127	44	476	0,37
6	87	17	6	109	52	493	0,47
7	19	19	6	44	81	535 **)	3,83

*), **) en ***) Zie tabel 4.6.

oppervlakkige aanwending drastisch verminderd. Het totaal resultaat is 16% reductie van de emissie in het jaar 2000.

De reductie voor de totale ammoniakemissie door tijdens de aanwending dezelfde dag (pakket 1) of direct (pakket 2) de mest onder te werken is respectievelijk 24 en 39%. Centrale mestverwerking van alle mest minimaliseert de emissie tijdens opslag en "aanwending". De reductie bij pakket 3 is in totaal 59%. Waarschijnlijk blijven de kosten voor de pluimveehouder minimaal. In pakket 4 wordt ervan uitgegaan dat alle pluimveehouders aanvullend de mest drogen op de mestbanden tot minimaal 60%. De extra reductie wordt veroorzaakt door vermindering van de emissie tijdens de opslag van de mest. De reductie van 48% is in werkelijkheid waarschijnlijk hoger, omdat verwacht kan worden dat ook de stalemissie door de snelle droging van de mest op de mestbanden zal afnemen. In pakket 5 is aansluitend op het direct onderwerken van de mest het effect van verlaging van het eiwitgehalte in het voer doorgerekend. De reductie van de ammoniakemissie is 44%. Deze variant geeft echter een duidelijk lagere hoeveelheid stikstof die beschikbaar komt voor de bodem. In pakket 6 is het effect van eiwitverlaging in het voer gecombineerd met extra droging van de mest tijdens de stalperiode, de reductie bedraagt 52%. De kosten bedragen *f* 0,47 per leghen per jaar.

Omdat de emissie tijdens de stalperiode in vergelijking met batterijhuisvesting hoog is, heeft luchtreiniging een groter reducerend effect op de emissie dan bij toepassing in stallen met de batterijen. In pakket 7 is luchtreiniging toegepast in combi-

natie met extra droging van de mest tijdens de stalperiode. De reductie in emissie is hierbij 81%. Dit pakket gaf in scenario 1 een reductie van 86%. Door toepassing van luchtreiniging nemen de kosten voor beperking van de ammoniakemissie zeer sterk toe.

Voor volièrehuisvesting geldt in het algemeen dat tegen dezelfde kosten als bij batterijhuisvesting de reductie in ammoniakemissie 20 tot 25% minder is. Met andere woorden; met een bepaald maatregelenpakket kan bij batterijhuisvesting de reductie bijvoorbeeld 70% zijn, bij volièrehuisvesting zal de reductie dan beperkt blijven tot 50%. Het bovenstaande geldt bij de in deze studie gekozen uitgangspunten.

5. Discussie

Dit rapport is opgesteld in een periode waarin de ammoniakemissie volop in de belangstelling staat. Op velerlei terrein loopt er momenteel onderzoek om meer duidelijkheid te geven over aspecten van dit probleem. Zo is op het terrein van de pluimveevoeding veel onderzoek gaande naar eiwit- c.q. aminozurenbehoefte van de dieren. Daarnaast zoekt men binnen het huisvestingsonderzoek naar wegen om de ammoniakemissie tijdens de stalperiode te beperken. Tenslotte wordt op het gebied van de aanwending verder gewerkt aan technieken om de mest snel en efficiënt onder te werken. Hiermee is al aangegeven dat in dit rapport op allerlei terreinen aannames gedaan moesten worden terwijl onderzoek lopende is. Voor zover mogelijk is steeds in overleg met de betrokken onderzoekers getracht verantwoorde cijfers in te vullen. Dit neemt niet weg dat gezien de vele onzekerheden de resultaten van deze studie met gepaste voorzichtigheid geïnterpreteerd dienen te worden.

De ammoniakproblematiek is een onderdeel van een groter geheel waarin "zure regen" of, nog algemener gesteld, luchtverontreiniging centraal staat. Bij ammoniakemissie staat het mineraal stikstof centraal. Een overmaat aan stikstof in de bodem is ongewenst, doordat uitspoeling de kwaliteit van het grondwater verslechtert. Met andere woorden: binnen de ammoniakproblematiek dient naast "lucht" ook "bodem" meegenomen te worden. Daarom is in dit rapport zijdeling de hoeveelheid stikstof die voor de bodem beschikbaar komt berekend. Een voorbeeld van bovengenoemde verschuiving is het onderwerken van mest. Hierdoor wordt de ammoniakemissie beperkt, maar de hoeveelheid stikstof beschikbaar voor de bodem verhoogd. Ten gevolge daarvan dient de overige mestgift per hectare aangepast te worden. Dit kan weer gevolgen hebben voor de afzetmogelijkheden van mest. Een ander voorbeeld waarbij een verschuiving van het probleem kan optreden is toepassing van luchtreinigers. De beperking van de ammoniakemissie gaat hierbij gepaard met een hoog electriciteitsverbruik. De stroomproduktie zal elders leiden tot verbranding van fossiele brandstoffen en uitstoot van verzurende stoffen. Hoewel in deze studie de ammoniakemissie centraal stond, dienen aspecten zoals hierboven beschreven bij het beoordelen van de resultaten een rol te spelen.

Het is momenteel technisch mogelijk de ammoniakemissie in de leghennenhouderij in het jaar 2000 ten opzichte van 1986 met 70% te verlagen. Indien uitgegaan wordt van huisvesting op batterijen kunnen de kosten hiervan, afhankelijk van het pakket maatregelen, beperkt blijven tot ƒ 0,03 tot ƒ 0,37 per henplaats per jaar. Een groot deel van de reductie wordt bereikt door autonome ontwikke-

lingen: verlaging van de voederconversie en een ontwikkeling naar systemen waarbij droge mest van het bedrijf wordt afgevoerd. Deze laatste ontwikkeling wordt ingegeven door de mestwetgeving. De mestwetgeving en de fasering daarin geeft de verwachting dat nu en in de toekomst de afzet van droge mest minder problemen zal geven dan natte mest. De prijsstelling van beide soorten mest zal hierbij regulerend optreden. Hoewel het voor de pluimveehouder economisch verantwoord kan zijn om over te schakelen naar een systeem met droge mest, wordt hij toch geconfronteerd met een verhoging van de kosten ten opzichte van de situatie van voor de mestwetgeving en met het buitenland.

Naast de mestwetgeving wordt de leghennenhouderij de laatste jaren geconfronteerd met regelgeving met betrekking tot het welzijn van dieren. Hierbij zijn door de EG minimumeisen gesteld aan de kooioppervlakte per hen. Momenteel staat echter de huisvesting van leghennen op batterijen ter discussie. Daarom is in dit rapport ook een scenario doorgerekend, waarbij is uitgegaan van huisvesting in zogenaamde volièresystemen. Uit de berekeningen blijkt dat de reductie in ammoniakemissie bij dezelfde maatregelen en bij vergelijkbare kosten duidelijk lager is dan bij batterijhuisvesting. Bij volièresysteem kan voor zover thans bekend een reductie van 70% alleen bereikt worden door toepassing van luchtreiniging. De kosten daarvan zijn echter zeer hoog. Uitgedrukt per ei zou de kostprijs met ruim 1 cent toenemen. Deze verhoging komt bovenop de reeds bestaande kostenverhoging die volièresystemen met zich meebrengen in vergelijking met huisvesting op batterijen. Een grondige afweging van alle aspecten van volièrehuisvesting ten aanzien van onder andere welzijn van dieren, milieu, draagkracht van de bedrijven en de internationale concurrentiepositie dient plaats te vinden.

De kosten, nodig om tot 70% reductie te komen van de ammoniakemissie zijn, uitgaande van batterijhuisvesting voor het maatregelenpakket waarbij de mest in de stal tot minstens 60% gedroogd wordt en de mest direct ondergewerkt wordt, *f* 0,37 per henplaats per jaar. Afgezet tegen de totale kosten van bijvoorbeeld *f* 35,- is de toename van de kosten gering. De marges in de pluimveehouderij zijn echter gering. De arbeidsopbrengst, wat resteert voor de ingebrachte arbeid van de ondernemer en zijn gezin, was in de tachtiger jaren gemiddeld *f* 1,25 per hen per jaar (LEI, 1989). Een verhoging van de kosten met *f* 0,37, die niet gecompenseerd wordt door hogere opbrengsten, zal de arbeidsopbrengst met 29% verlagen. In de slachtkuikenhouderij is een reductie van de emissie met 59% mogelijk, de kosten daarvan zijn *f* 0,33 per dierplaats per jaar. De gemiddelde arbeidsopbrengst in de jaren tachtig was *f* 0,83 (LEI, 1989). Dit betekent dat de arbeidsopbrengst met 40% verlaagd wordt. Mede gezien de grote spreiding in bedrijfsresultaat tussen de bedrijven kan een grote groep bedrijven bij de genoemde kostenverhoging in de problemen komen.

Uit de berekeningen blijkt dat door centrale mestverwerking van droge leghennenmest (40 tot 50% droge stof) zonder veel kosten de ammoniakemissie met 81% gereduceerd kan worden. Hierbij is uitgegaan van het feit dat de opbrengst van het gedroogde eindprodukt toereikend is om de kosten van transport en verwerking van de mest te compenseren. Een systeem waarbij de voorgedroogde mest van de leghennen wekelijks van de mestbanden met beluchting naar een gesloten container wordt geleid, waarna de mest centraal zonder ammoniakuitstoot gedroogd wordt behoort tot de mogelijkheden. Verder onderzoek naar de financiële haalbaarheid hiervan dient overwogen te worden. Temeer omdat de mestkorrels geëxporteerd kunnen worden of in Nederland kunstmest zouden kunnen vervangen.

Uit deze studie blijkt dat in de slachtkuikenhouderij de emissie na alle maatregelen op het terrein van voeding, huisvesting en aanwending met circa 60% terug gebracht kan worden. Alleen door toepassing van dure luchtreiniging kan dit percentage verder vehoogd worden. Gezien de draagkracht van de sector is luchtreiniging geen mogelijkheid waarmee op ruime schaal de ammoniakemissie teruggedrongen kan worden. Na het doorvoeren van maatregelen op het terrein van voeding en aanwending blijft de ammoniakemissie tijdens de stalperiode het merendeel van de totale ammoniakemissie veroorzaken. Het onderzoek dient zich dan ook met name te richten op huisvestigingssystemen, waarbij de emissie tijdens de stalperiode verminderd wordt. Nagegaan dient te worden hoe de processen in het strooisel waaruit ammoniak ontstaat geremd kunnen worden. Resultaten van dit onderzoek kunnen waarschijnlijk ook toegepast worden bij de volière- of grondhuisvestings-systemen voor leghennen. Bij de leghennenhouderij dient gestreefd te worden naar snelle droging van de mest in de stal. Hierdoor wordt de ammoniakemissie tijdens de stalperiode, de opslag en bij aanwending teruggebracht.

Literatuur

Baltussen, W.H.M., P. van Horne, J. van Os en H. Altena
Gevolgen van beperking van ammoniakemissie voor veehouderijbedrijven
Den Haag, LEI 1990, Publikatie 3.147

Bosch, G. van den e.a.
Droging van 150.000 ton kippemest per jaar met behulp van amerwarmte
Den Bosch, PNEM/NCB/CHV/CCL, 1986

CBS
Structuurenquête bedrijven met kippen 1982/1983
Voorburg, CBS, 1984

Ehlhardt, D.A.
"Nat stooisel: Duizenden guldens schade per koppel"
Pluimveehouderij 19 (1989) 6 p. 8-9

Ehlhardt, D.A.
"Ammoniakproduktie en -emissie van slachtkuikenstallen"
Beekbergen, COVP, 1988; Uitgave 483, p. 51-59

Evers, E.
Verwarmingssystemen in de slachtkuikenhouderij
Arnhem, CVP, 1988

Hoek, K.W. van der
Evaluatie ecologische richtlijn 1989. Advies met betrekking tot emissiefactoren en toelichting (concept)
Wageningen, CAD-BWB (intern rapport), 1989

Holsheimer, J.P. en C.H. Veerkamp
De invloed van het energieniveau, eiwitgehalte en lysinegehalte op de zoötechnische resultaten en slachtrendementen van 2 merken slachtkuikenhanen en 3 verschillende leeftijden
Beekbergen, COVP, 1989; Uitgave 503

Horne, P. van
Het optimale aflevergewicht in de slachtkuikenhouderij bij gemengde en gescheiden opzet van hanen en hennen
Den Haag, LEI, 1988, Publikatie 3.138

Horne, P. van
"Mestdroging: prijs voor droge mest beslissend voor investering"
Pluimveehouderij 19 (1989) 4 p. 12-13

LITERATUUR (1e vervolg)

Janssen, W.M.M.A.
"Mogelijkheden tot vermindering van de mestproblematiek door middel van voeding"
Beekbergen, COVP, 1987; Uitgave 466

Janssen, W.M.M.A.
Mondelinge mededelingen
Beekbergen, COVP, 1989

Janssen, W.M.M.H. et al.
N-, P- en K uitscheiding door landbouwhuisdieren nu en morgen.
Berekeningen van de uitscheiding van N, P en K door landbouwhuisdieren en de mogelijke vermindering via veevoedkundige maatregelen
Lelystad, IVVO/COVP/PV/ILOB, 1989

Kroodsma, W., A. Scholtens en J.W.H. Huis in 't Veld
Ammoniakemissie uit pluimveestallen en uit opslag van droge mest
Wageningen, IMAG, 1990

Kroodsma, W., W. Brunnekreef en D.A. Ehlhardt
Mogelijkheden voor mestbehandeling en vermindering van de NH_3-emissie op pluimveebedrijven
Themadag mestbehandeling op de boerderij, Ede, 1989

LEI
Van bedrijfsuitkomsten tot financiële positie (BEF)
Den Haag, LEI 1989; PR13-87/88

Luesink, H.H. en M.Q. van der Veen
Twee modellen voor de economische evaluatie van de mestproblematiek
Den Haag, LEI 1989; Onderzoekverslag 47

Ministerie van Landbouw en Visserij
Veehouderij en ammoniakemissie
Informatiebundel voor de voorlichting
Den Haag, Directie Veehouderij en Zuivel, 1988

Oudendag D.A., en J.H.M. Wijnands
Reductie van de ammoniakemissie uit dierlijke mest
Een verkenning van de mogelijkheden en kosten
Den Haag, LEI, 1989

LITERATUUR (2e vervolg)

Ouwerkerk, E.N.J. en J.A.M. Voermans
The effect of insulating broiler house floors on odour emission.
Odour prevention and control of organic sludge and livestock farming.
Eds Nielsen V.C., J.H. Voorburg and P.L. 'Hermite
Elsevier Applied Science publishers, 1985

Pain, B.F. en J.V. Klarenbeek
Anglo-Dutch experiments on odour and ammonia emissions from landspreading livestock wastes
Wageningen, IMAG, 1988; Research Report 88-2

Rooyackers, J.
"Cups en nippels voldoen goed"
Pluimveehouderij 19 (1989) 18, p. 12-13

Stuurgroep Mestproblematiek Noord-Brabant
Eindrapport
Tilburg, NCB, 1989

VROM, Landbouw en Visserij
Indicatief Meerjaren Programma Lucht 1985-1989
Den Haag, 1984

VROM, Landbouw en Visserij, Verkeer en Waterstaat
Tussentijdse evaluatie verzuringsbeleid
Den Haag, 1987

VROM, Landbouw en Visserij
Plan van aanpak beperking ammoniakemissie van de landbouw
Den Haag, 1989

Weerdhof, A. v.d.
"Pluimveemest moet droger"
Oogst 2 (1989) 2

Weerdhof, A. v.d.
"Mestdroging boven de batterij"
Pluimveehouderij 18 (1988) 43, p. 10-11

Winkel, K. de
Ammoniakemissie factoren voor de veehouderij
Leidschendam, 1988; Publikatiereeks Lucht 76

LITERATUUR (3e vervolg)

Zaalmink, W.
"Mogelijkheden tot vermindering van de economische gevolgen van de mestproblematiek"
Beekbergen, COVP, 1987a; Uitgave 466

Zaalmink, W.
Kostprijsberekening van consumptie-eieren bij etagehuisvesting, scharrelhuisvesting en batterijhuisvesting
Beekbergen, COVP, 1987b; Mededeling nr. 459

Bijlagen

Bijlage 1 Gescheiden mesten en voeren van hanen en hennen in de slachtkuikenhouderij

Uitgangspunten		Gemengd		Gescheiden	
		hennen	hanen	hennen	hanen
Eiwit in voer	%	21,5	21,5	20	23
Aflevergewicht	gr.	1.575	1.825	1.575	1.825
Voerverbruik	gr.	3.155	3.475	3.155	3.430
Voederconversie		2,00	1,90	2,00	1,88
Voerprijs/100 kg	f	65,0	65,0	63,9	66,1

Bij gescheiden voeren zullen de hanen ten gevolge van het hogere eiwitniveau een 1% betere voederconversie geven in vergelijking tot de gemengde opzet. Verlaging van het eiwitniveau in het hennenvoer heeft geen consequenties voor de technische resultaten.

		Gemengd	Gescheiden		
			hennen	hanen	gemiddeld
Eiwitopname/kuiken	kg.	0,713	0,631	0,789	0,710
Voerkosten/kuiken	f	2,155	2,016	2,227	2,14

De eiwitopname neemt bij gescheiden mesten af met 0,5%. De reductie in N uitscheiding zal daardoor zeer gering zijn.

De daling in voerkosten bedraagt 1,5 cent per opgezet kuiken. De kosten voor aanvullende investeringen bij gescheiden voeren (onder andere een extra silo) worden geschat op 2 cent per kuiken.

Uit bovenstaande berekening blijkt dat gescheiden voeren, uitgaande van toepassing van gescheiden mesten van hanen en hennen, economisch geen voordeel biedt, terwijl de reductie in stikstof uitscheiding verwaarloosbaar is.

Bijlage 2 Verbetering technisch resultaat slachtkuikens

Naar verwachting zal de ontwikkeling naar lagere voederconversies, zoals die zich de laatste jaren heeft voorgedaan, zich tot het jaar 2000 voortzetten. In dit kader is de verwachting uitgesproken dat de voederconversie in het jaar 2000 10% lager zal zijn. Daarnaast is er een ontwikkeling naar hogere eindgewichten van de kuikens, waardoor de voederconversie ongunstiger beïnvloed wordt. Om het effect van beide ontwikkelingen op de N uitscheiding aan te geven zijn enkele berekeningen uitgevoerd.

Basis) 1,7 kg in 44 dagen, bij een voederconversie van 1,95.
De bezetting is 22 kuikens per m2 hokoppervlakte. Uitval 4%.

Voer	1,7 eindgewicht * 1,95 v.c. * 21,5% eiwit * 16% N	= 114 gram N
Groei	1,7 eindgewicht * 17,5% eiwit * 16% N	= 48 gram N
N uitscheiding per afgeleverd kuiken		= 66 gram N

Op jaarbasis worden per m2 133 kuikens afgeleverd en is de N uitscheiding 8,83 kg. Per slachtkuikenplaats per jaar is dit 401 gram N.

a) Hetzelfde eindgewicht (1,7 kg) wordt in 39 dagen bereikt, bij een voederconversie van 1,75. De bezetting is 22 kuikens per m2. Uitval 4%.

Voer	1,7 eindgewicht * 1,75 v.c. * 21,5% eiwit * 16% N	= 102 gram N
Groei	1,7 eindgewicht * 17,5% eiwit * 16% N	= 48 gram N
N uitscheiding		= 54 gram N

Ten gevolge van de hogere groei kunnen per dierplaats meer ronden per jaar gemest worden. Op jaarbasis per m2 worden 145 kuikens afgeleverd en is de N uitscheiding 7,96 kg.

b) In dezelfde mestperiode (44 dagen) wordt een eindgewicht van 2,0 kg bereikt, bij een voederconversie van 1,85. De bezetting is 19 kuikens per m2. Uitval 4%.

Voer	2,0 eindgewicht * 1,85 v.c. * 21,5% eiwit * 16% N	= 127 gram N
Groei	2,0 eindgewicht * 17,5% eiwit * 16% N	= 56 gram N
N uitscheiding		= 71 gram N

Per jaar per m2 worden 115 kuikens afgeleverd en is de N uitscheiding 8,18 kg. Per slachtkuikenplaats '86 (bezetting 1986) per jaar is dit 372 gram N.

Bijlage 3 Drie-fasenvoedering leghennen

Uitgangspunten (witte leghen)

Fase	Periode (wkn)	Perc. eiwit	Aantal ei per opgehokte hen	Gram voer per opgehokte hen per dag	Eigewicht
1	21-40	16,5	112	105	58
2	41-60	15,5	114	115	63
3	61-80	14,5	94	110	65
			---	---	---
Totaal/gemiddelde			320	110	62

Effect van eiwitverlaging in het voer bij drie-fasenvoedering ten opzichte van controlegroep (16,5% eiwit gedurende de gehele legperiode) (naar W. Janssen, 1989, mondelinge mededeling):

Fase 2 : aantal eieren gelijk
0,3 gram lager eigewicht
2 gram hoger voerverbruik per dier per dag

Fase 3 : 2% minder eieren
1 gram lager eigewicht
3 gram hoger voerverbruik per dier per dag

Berekening van ei-opbrengsten minus voerkosten over de gehele legperiode.

Fase	Controle	Drie-fasen
1	opbr. 112*0,058*EP v.kst 0,105*140*VP	zie controle
2	opbr. 115*0,063*EP v.kst 0,115*140*VP	opbr. 115*(0,063-0,0003)*EP v.kst (0,115+0,002)*140*VP
3	opbr. 94*0,065*EP v.kst 0,110*140*VP	opbr. (94*0,98)*(0,065-0,001)*EP v.kst (0,110+0,003)*140*VP

Bij een voerprijs (VP) van *f* 0,55/kg en een eiprijs (EP) van *f* 1,90/kg is het verschil van ei-opbrengsten en voerkosten over de gehele periode *f* 0,80 per opgehokte hen in het nadeel van drie-fasenvoedering.

Bij bruine hennen kan verlaging van het eigewicht in de periode van 61 tot en met 80 weken een gunstig effect hebben op de gemiddelde eiprijs, doordat meer eieren in de courante gewichtklassen vallen. Indien hierdoor 25% van de eieren een meeropbrengst van 2% geeft is het totaal resultaat per opgehokte hen *f* 0,05 hoger.

Om de vermindering in technische resultaat te compenseren zou het voer in fase 2 en 3 respectievelijk 1,4 en 4,0 cent goedkoper moeten zijn. Berekeningen (ACV, april 1989) geven aan dat een voeder met respectievelijk 15,5 en 14,5% eiwit 0,72 en 1,12 cent per kilogram goedkoper is dan het voer met 16,5% eiwit. Indien deze verlaging van de voerprijs wordt meegenomen resteert voor fasenvoedering een netto-verhoging van de kosten met 0,51 per opgehokte witte leghen.

Bijlage 4 Verbetering technisch resultaat leghennen

In het onderstaande voorbeeld wordt de N uitscheiding berekend bij een voederconversie van 2,10. Deze waarde wordt nu reeds gehaald op een aantal bedrijven. Over tien jaar zouden alle bedrijven gemiddeld deze voederconversie kunnen halen.

Basis) In 420 dagen worden 320 eieren gelegd van gemiddeld 62 gram (19,8 kg). Het totale voerverbruik is 46,2 kg per opgehokte hen. De voederconversie is derhalve 2,33.

Voer	46,2 kg * 16,5% eiwit * 16% N	= 1.220 gram N
Ei	320 ei * 0,062 kg * 12% eiwit * 16% N	= 380 gram N
Groei	0,5 kg	= 15 gram N
Uitscheiding		= 825 gram N

a) In 420 dagen worden 340 eieren gelegd van 62 gram (21,1 kg). Het totale voerverbruik is 44,1 kg per opgehokte hen. De voederconversie is 2,10.

Voer	44,1 * 16,5% eiwit * 16% N	= 1.164 gram N
Ei	340 ei * 0,062 kg * 12% eiwit * 16% N	= 405 gram N
Groei	0,5 kg	= 15 gram N
Uitscheiding		= 744 gram N

Bijlage 5 Investering en jaarkosten van luchtwassers

Onderstaande kostenbegroting is opgesteld door het IMAG en het CAD-BV te Wageningen en gebaseerd op een prijsopgave voor de meest gangbare luchtwasser. De capaciteit bedraagt 8.000 m3 lucht per uur. Bij de kostenberekening zijn de ventilatoren meegenomen. De installatiekosten variëren afhankelijk van de bedrijfssituatie.

Investering:

Apparatuur	7.800
Installatie - bouwkundig en aansluitleiding water en elektra	1.515
- pomp	685
- ventilator	1.000
BTW totaal	2.035
Totaal	13.025

Jaarlijkse kosten:

Afschrijving 10%	1.300
Rente, 8% over gemiddeld vermogen	520
Onderhoud 4%	520
Elektra	1.500
Waterverbruik 90 m3	90
Opslagkosten (mestzak) spuiwater voor 6 maanden; 45 m3 à ƒ 2,50 per m3	110
Uitrijkosten spuiwater à ƒ 3,75/m3	340
Totaal	4.380

Bijlage 6 Vergelijking jaarkosten batterijsystemen

Batterijen worden afgeschreven in tien tot vijftien jaar. Dat betekent dat tussen nu en vijftien jaar alle bestaande batterijen vervangen kunnen zijn door batterijen met een lagere emissie. Centrale vraag daarbij is in hoeverre hieraan extra kosten zijn verbonden. De keuze heeft momenteel betrekking op compactbatterijen en mestbanden met of zonder beluchting. Tabel 1 geeft een overzicht van deze drie systemen en de bijbehorende specificaties.

Tabel 1 Beschrijving systemen

Batterij	Mest	Opslag	Ventilatie
1. Compact	nat	deel onder stal (5 mnd) afgesloten	natuurlijk
2. Band	nat	deel onder stal (5 mnd) afgesloten	natuurlijk
3. Band+beluchting	droog	buiten stal	mechanisch

Per systeem is via het programma AGKIP van IMAG dataservice berekend hoe hoog de investeringen en de jaarkosten zijn. Tabel 2 geeft daarvan een samenvatting.

Tabel 2 Investering en jaarkosten per henplaats (guldens) op basis van een stal voor 25.000 leghennen (IMAG dataservice)

	1. compact		2. band		3. band+beluchting	
	investeringen	jaarkosten	investeringen	jaarkosten	investeringen	jaarkosten
Bouwkundige werken	17,00	1,90	17,00	1,90	12,50	1,40
Inrichtingen	11,40	2,00	10,60	1,80	10,70	1,80
Installaties	1,00	0,10	0,90	0,10	2,90	0,40
Totaal	29,40	4,00	28,50	3,80	26,10	3,60

De compact- en bandbatterij verschillen alleen voor wat betreft de kosten voor inrichtingen (voornamelijk batterijen). De totale jaarkosten zijn bij de batterij iets lager dan voor de compactbatterij.

Bij de bandbatterij met geforceerde beluchting is geen opslagkelder ingecalculeerd, waardoor de kosten voor bouwkundige werken lager uitkomen. De kosten voor installaties (onder andere ventilatiesysteem en elektrische voorzieningen) zijn echter hoger. Hoewel dit systeem de laagste jaarkosten heeft moet meegenomen worden dat:

- er eventueel aanvullende kosten voor opslag van mest zijn;
- er in verband met mechanische ventilatie extra elektra kosten zijn (deze kosten wegen waarschijnlijk op tegen de extra opbrengsten ten gevolge van een beter stalklimaat).

Hiertegenover staat dat voor droge mest normaal gesproken lagere mestafzetkosten gelden.