



Proefbedrijf voor de Veehouderij

Poel 77 - 2440 Geel - tel.: 014 56 28 70 - fax: 014 56 28 71 - e-mail: info@proefbedrijf.provant.be



Bodemkundige Dienst van België v.z.w.

W.de Crovlaan 48 - 3001 Heverlee - tel.: 016 31 09 22 - fax: 016 22 42 06 - e-mail: info@bdb.be

“EVALUEREN VAN DE MESTUITSCHIEDINGS- EN MESTSAMENSTELLINGSCIJFERS VOOR PLUIMVEE”

DEEL I : LITERATUURSTUDIE



studie in opdracht van de Vlaamse Landmaatschappij

INHOUDSOPGAVE

Inhoudsopgave ii

Hoofdstuk 1 : Inleiding	1
1.1 Geschiedenis van de mestwetgeving	1
1.2 Situering van de onderzoeksopdracht	1
1.3 De pluimveesector	2
1.3.1 Bedrijfskolommen	2
1.3.2 Hedendaagse huisvestingssystemen	4
Hoofdstuk 2 : Nutriënten in de pluimveehouderij	7
2.1 Inleiding	7
2.2 Stikstof in de pluimveehouderij	7
2.2.1 De stikstofcyclus op pluimveebedrijven	7
2.2.2 Stikstofverliezen op pluimveebedrijven	8
2.3 Fosfor in de pluimveehouderij	10
2.3.1 P-cyclus	10
2.3.2 Fosforverliezen op pluimveebedrijven	12
2.4 Kalium	12
2.4.1 De kaliumcyclus	13
Hoofdstuk 3 : Management- en voedersystemen	14
3.1 Inleiding	14
3.2 Voedersamenstelling	14
3.2.1 Fasevoeding	15
3.2.2 Fosforarm voeder: fytase en nieuwe fosforbronnen	16
3.2.3 Eiwitarme voeders	20
3.2.4 Aanvullende voeders & supplementatie	22
3.2.5 Andere oplossingen	24
3.3 Managementsystemen	25
3.3.1 Efficiënt voedergebruik in de pluimveehouderij	25
3.3.2 Verlichting	25
3.3.3 Huisvesting	25
Hoofdstuk 4 : Mestsamenstelling	27
4.1 Variaties in mestsameinstelling	27
4.1.1 Slachtkuikenmest	27

4.1.2	Leghennenmest.....	29
4.2	Strooisel.....	31
4.2.1	Droger strooisel via aangepaste stalinrichting.....	31
4.2.2	Alternatieve strooiselmaterialen	31
4.3	Voedermanagement	32
4.3.1	Fytase en alternatieve fosforbronnen.....	32
4.3.2	Voederadditieven	32
4.3.3	Water.....	33
4.4	Huisvesting	34
4.5	Ammoniakemissie	35
4.5.1	Ammoniakemissie en huisvesting	36
4.5.2	Management	39
4.5.3	Invloed op andere factoren.....	40
Hoofdstuk 5 : Mestuitscheiding.....		41
5.1	Mestproductie	41
5.2	Huidige berekeningsmethoden mestproductie voor pluimveehouders.....	42
5.2.1	Forfaitaire uitscheidingscijfers	43
5.2.2	Mestuitscheidingsbalans subtype “veevoederconvenant”	43
5.2.3	Mestuitscheidingsbalans subtype “regressierechte”	44
5.2.4	Mestuitscheidingsbalans subtype “andere voeder- en/of exploitatietechniek”	44
5.2.5	Overzicht van de verschillende berekening van de mestuitscheidingscijfers.....	45
5.3	Huidige uitgangssituatie mestuitscheidingscijfers	48
5.3.1	De cijfers	48
5.3.2	Opmerkingen.....	48
Hoofdstuk 6 : Nutriëntenbalans.....		50
6.1	Inleiding	50
6.2	Definitie van de nutriëntenbalans	50
6.3	Toepassingsmogelijkheden van de nutriëntenbalans.....	51
6.3.1	Advies-instrument.....	51
6.3.2	Controle-instrument.....	51
6.4	De nutriëntenbalans in de praktijk	51
6.4.1	Voorgaande onderzoeksprojecten	52
6.5	Knelpunten	53
6.5.1	Verskil factuur en analyse voeder	54
6.5.2	Karkassamenstelling	54
6.5.3	Variatie in mestsamenstelling.....	55
6.5.4	Problemen i.v.m. analyse	56

Hoofdstuk 7 : Bemonstering van pluimveemest	59
7.1 Bemonstering van een mesthoop / loods	59
7.2 Grondhuisvesting.....	61
7.2.1 Bemonstering in de stal vóór het leeghalen	61
7.2.2 Bemonstering in de stal tijdens het leeghalen.....	64
7.3 Kooihuisvesting	66
Lijst van figuren 67	
Lijst van tabellen	68
Referenties	69

HOOFDSTUK 1 : INLEIDING

1.1 Geschiedenis van de mestwetgeving

De overtollige aanwezigheid van belastende nutriënten in het milieu afkomstig van land- en tuinbouw is al meer dan een decennium lang onderwerp van steeds nieuwere en meer uitgebreide wetgevingen en reglementeringen in Europa, België en Vlaanderen.

De mestwetgeving ging van start in 1991 met het mestdecreet. De doelstelling was om tegen 2003 te voldoen aan de Europese Nitraatrichtlijn die de eutrofiëring van het oppervlaktewater wil tegengaan.

Deze aanpak bleek echter ontoereikend waardoor er een algemeen mestactieplan, MAP, werd ontwikkeld in 1996. Hier werd vertrokken vanuit 3 basisprincipes zijnde een gebiedsgerichte aanpak in functie van de mestdruk, een stand-still principe en ten slotte een positieve discriminatie van het gezinsveeteeltbedrijf.

Dit MAP werd echter door allerlei praktische gegevens steeds minder en minder toepasbaar en toereikend om de reële situatie te kunnen blijven weergeven. Als gevolg kwam er in 1998 het mestactieplan, MAP II bis. Dit plan steunt op een driesporenbeleid om de problematiek van de mestoverschotten aan te pakken, namelijk een aanpak aan de bron, toepassen van een oordeelkundige bemesting en als derde luik mestverwerking.

De voorlopig laatste ontwikkeling van de mestwetgeving werd officieel tegen eind 2006. In het Belgisch Staatsblad van 29 december 2006 verscheen immers het "Decreet van 22/12/2006 houdende de bescherming van water tegen verontreiniging door nitraten uit agrarische bronnen". Dit nieuwe mestdecreet steunt wederom op de Europese Nitraatrichtlijn. De concrete invulling van dit nieuwe decreet is op het moment van schrijven nog onzeker. Hiervoor is het immers wachten op de verschillende uitvoeringsbesluiten. Voor wat betreft pluimvee is er in het decreet wel een aanpassing gebeurd met betrekking tot de forfaitaire uitscheidingsnormen.

1.2 Situering van de onderzoeksopdracht

Het mestdecreet MAP II bis steunt zoals gezegd op een driesporenbeleid, namelijk aanpak aan de bron, oordeelkundige bemesting en mestverwerking. Als eerste punt tracht men dus de productie van dierlijke mest te verminderen via de aanpak aan de bron. Hiertoe werd, naast de nutriëntenhalte en een strikt vergunningenbeleid, ook de mestuitscheidingsbalans ingevoerd.

Voor de berekening van de mestproductie kunnen de landbouwers nu naast het forfaitaire systeem kiezen voor een mestuitscheidingsbalans waarbij er gewerkt kan worden met de reële uitscheidingscijfers op de bedrijven. Bij het in de praktijk brengen van de balansberekeningen zijn er dan nog drie mogelijkheden, namelijk het veevoederconvenant (bij gebruik fosforarm voeder), regressierechte en als laatste andere voeder- en/of exploitatietechnieken. Deze drie methoden om de mestuitscheidingsbalans van een bedrijf te bepalen werden ingevoerd om die landbouwers te belonen die trachten de nutriëntenproductie te verlagen in vergelijking met de vroegere voedertechnieken en de eraan gekoppelde forfaitaire uitscheiding. De mestuitscheidingsbalans dient de landbouwer inzicht te verschaffen in hoe hij een zo optimale en zo efficiënt mogelijke exploitatie- en/of voedertechniek kan bereiken en hoe hij de nutriëntenproductie op zijn bedrijf zo laag mogelijk kan houden.

Bij het opmaken van nutriëntenbalansen op pluimveebedrijven bleken een aantal factoren in de balans niet of onvoldoende bekend te zijn, waardoor de balans niet sluitend kon gemaakt

worden. Mogelijke oorzaken van deze onbalans kunnen onder andere zijn: het niet actueel zijn van de uitscheidingscijfers TWUN (Technische Werkgroep Uitscheidingscijfers) (MAPII), afwijkende mestsameinstellingen en het niet kunnen begroten van de exacte verliezen van nutriënten (bv. NH₃-vervluchtiging).

De mestuitscheidingscijfers per diercategorie, die in het kader van de evaluatie van het mestbeleid in 1997 werden vastgesteld door de 'Technische Werkgroep Uitscheidingscijfers' (TWUN) op basis van de op dat moment beschikbare gegevens en die gebruikt werden bij de wijzigingen van MAPII, zijn aan een evaluatie toe. De voederfabrikanten en landbouwers trachten immers voortdurend de voedersameinstelling en voedertechnieken bij te sturen teneinde de uitscheiding van nutriënten in de mest te verkleinen. Het verbod op het gebruik van diermeel in het mengvoeder (ten gevolge van de BSE-crisis) heeft duidelijke gevolgen op de sameinstelling van de voeders en zo ook op de uitscheiding van de dieren. Er is dan ook nood aan meer inzicht in de huidige mestuitscheidingscijfers en mestsameinstellingscijfers bij pluimvee. Niet enkel de gemiddelde waarden van deze cijfers dienen bepaald en geëvalueerd te worden maar ook de kennis van de spreiding rond deze cijfers is van groot belang.

1.3 De pluimveesector

In wat volgt wordt de pluimveesector van naderbij bekeken. De pluimveesector is op te delen in twee activiteiten: eiproductie enerzijds en vleesproductie anderzijds. In beide pluimveetakken of bedrijfskolommen zijn een aantal verschillende types van bedrijven te onderscheiden, vaak met een specifieke huisvesting van het pluimvee.

1.3.1 Bedrijfskolommen

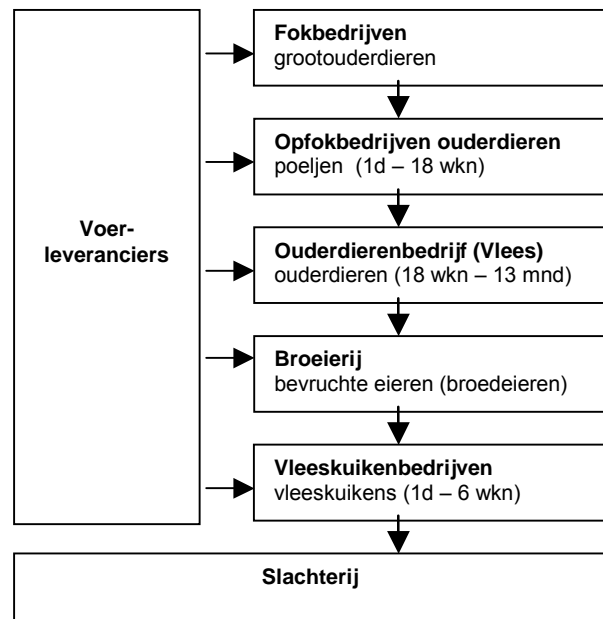
Zoals weergegeven in figuren 1.1 en 1.2 maken de pluimveebedrijven deel uit van hele bedrijfskolommen. Voor elke van beide activiteiten, eieren en slachtkuikens, bestaat de bedrijfskolom uit een keten van een aantal bedrijven. De pluimveesector wordt dan ook gekenmerkt door een verregaande integratie, met samenwerkingsverbanden tussen mengvoedersector, broeierij, slachterij en eierpakstations enerzijds en de fok-, legkippen- en slachtkuikenbedrijven anderzijds.

1.3.1.1 Bedrijfskolom intensieve slachtkuikenproductie (braadkippen)

Een overzicht van de bedrijfskolom intensieve slachtkuikenproductie wordt gegeven in figuur 1.1. Dit overzicht wil de nadruk leggen op de verschillende types pluimveebedrijven binnen de kolom en beperkt zich daarom dan ook tot de pluimveebedrijven zelf en de directe leveranciers en afnemers (voederleveranciers en slachterij).

In deze figuur 1.1 staan de types bedrijven in het vet weergegeven met daaronder het type dier dat op deze bedrijven aanwezig is. Hierbij dient wel opgemerkt te worden dat er tussen de fok-bedrijven en de opfokbedrijven ouderdieren vanzelfsprekend een broeierij staat, maar deze bedrijven met grootouderdieren en broeierijen zijn meestal eigendom van de grote, internationaal vertakte fokorganisaties en zijn bijgevolg eerder klein in aantal en zijn vanwege hun grote commerciële belang en geheimhouding vrij sterk afgesloten t.o.v. de rest van de bedrijfskolom.

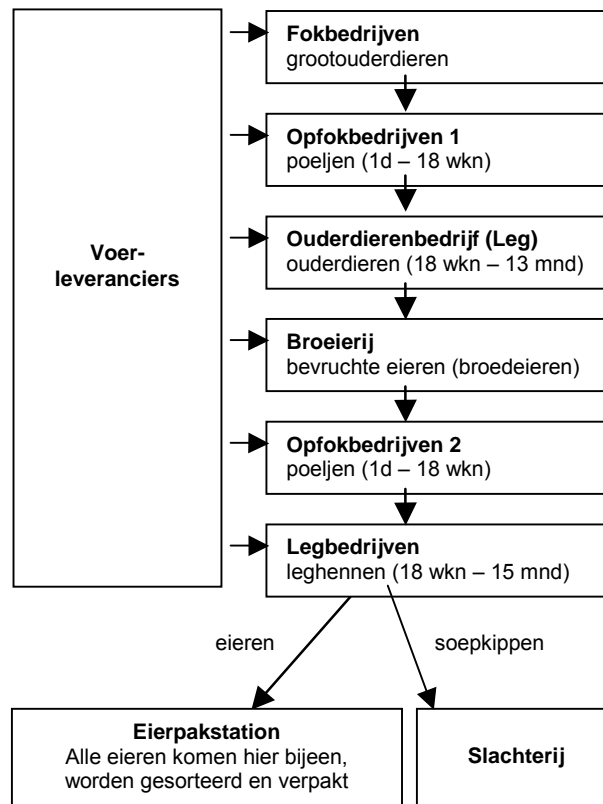
Op al de bedrijven in deze kolom worden de dieren gehouden in grote groepen. In de stallen worden vooral twee types van stalsystemen gebruikt namelijk scharrelstallen met rooster of scharrelstallen zonder rooster. De verschillende types van stalrichting die in de praktijk van toepassing zijn worden meer gedetailleerd besproken onder 1.3.2.



Figuur 1.1 : Bedrijfskolom intensieve slachtkuikenproductie (braadkippen)

1.3.1.2 Bedrijfskolom intensieve eiproduktie (legghennen)

De bedrijfskolom voor intensieve eiproduktie is weergegeven in figuur 1.2. De nadruk ligt hier eveneens op de pluimveebedrijven en de rechtstreekse leveranciers (voeder) en afnemers (eierpakstations en slachterijen), waardoor andere bedrijven van de bedrijfskolom (mesthandelaren, destructiebedrijven, constructiebedrijven, ...) niet in de figuur werden opgenomen.



Figuur 1.2 : Bedrijfskolom intensieve eiproduktie (legghennen)

Het type van bedrijf is wederom vetgedrukt weergegeven met daaronder het type dier dat in het betreffende bedrijfstype wordt gehouden. In verband met de broeierij tussen de fokbedrijven en de opfokbedrijven 1 gelden hier dezelfde opmerkingen als bij deze bedrijven in de kolom van de slachtkuikenproductie (1.3.1.1).

In de hedendaagse leghennenhouderij in Vlaanderen zijn op legbedrijven een viertal grote klassen van huisvestingsystemen in gebruik, zijnde de legbatterij, de verrijkte kooi, de volière en de scharrelhuisvesting. Deze groepen van systemen komen in grote lijnen ook terug in de opfokbedrijven 2 die aan de legbedrijven voorafgaan. Wat deze systemen concreet inhouden en welke varianten hier eventueel nog mogelijk zijn wordt verduidelijkt in punt 1.3.2.

1.3.2 Hedendaagse huisvestingsystemen

1.3.2.1 Huisvestingssystemen in de braadkippenkolom

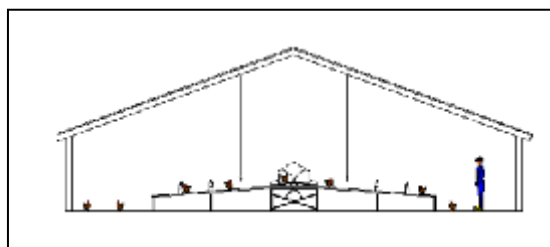
In de pluimveebedrijven van de braadkippenkolom (*cf.* figuur 1.1) worden er drie sub-categorieën van dieren gehouden, namelijk opfokpoeljen van slachtkuikenouderdieren, slachtkuikenouderdieren en tenslotte slachtkuikens. Al deze dieren worden uitsluitend gehouden in grondhuisvesting, maar er zijn toch een aantal verschillen waar te nemen.

1.3.2.1.1 Grondhuisvesting: opfokpoeljen van slachtkuikenouderdieren

Een standaardstal is een grote, rechthoekige, open ruimte. Voeder wordt verstrekt via een aantal lijnen met voederpannen terwijl de drinkwatervoorziening gebeurt via waterlijnen met watertorens of met cups. De stalvloer wordt bij het begin van de ronde meestal bedekt met een strooiselmateriaal (houtkrullen, stro, vlasleem, ...). De bezettingsgraad is meestal rond de 10 dieren per m². De dieren vormen dus één grote groep in de stal. Hanen en hennen zitten gezamenlijk in de stal (ongeveer 10% hanen).

1.3.2.1.2 Grondhuisvesting: slachtkuikenouderdieren

Slachtkuikenouderdieren worden gehouden in grote groepen. De stal is, zoals afgebeeld in figuur 1.3, een grote open ruimte met in het midden roosters boven een mestput en aan de zijkanten een scharrelruimte.



Figuur 1.3 : Schema grondhuisvesting slachtkuikenouderdieren
(bron: leghennenhouden.nl)

Deze scharrelruimte wordt in het begin van de ronde bedekt met een laag strooiselmateriaal. De mestput kan ook gedeeltelijk ingegraven worden in de grond (niet het geval in figuur 1.3) en wordt bedekt door houten of plastic roosters. Daarnaast kunnen nog zitstokken zijn aangebracht op verschillende plaatsen in de stal. De mest onder de roosters en in de scharrelruimte wordt dan op het einde van elke ronde verwijderd. Het niveau van deze roosters is altijd hoger dan dat van de scharrelruimte. De roosters zijn meestal iets oplopend van de zijkanten naar het midden. In het midden van de aan weerszijden oplopende roosters bevinden zich dan de legnesten. Onder deze legnesten bevindt zich een eierband die de broedeieren automatisch zal afvoeren richting het eierlokaal. Voeder wordt verstrekt via een aantal lijnen met

voederpannen terwijl de drinkwatervoorziening gebeurt via waterlijnen met watertorens of met cups. Hanen (+/- 10%) en hennen zitten gezamenlijk in de stallen maar hebben wel aparte voederlijnen. Bij sommige stallen zal er onder de rooster geen mestput aanwezig zijn, maar zal de mest afgevoerd worden via een mestband. Zoals gezegd wordt na elke ronde de mest uit de scharrelruimte en de mestputten weggehaald en wordt de stal volledig gereinigd, ontsmet en klaargemaakt om een nieuwe groep dieren te ontvangen.

1.3.2.1.3 Grondhuisvesting slachtkuikens

Een standaard slachtkuikenstal bestaat uit een grote rechthoekige ruimte met voeder- en drinklijnen in de lengterichting. Bij het begin van de ronde wordt in de hele ruimte strooisel-materiaal verspreid. Voeder- en drinklijnen zijn aanwezig in de lengterichting van de stallen. De slachtkuikens vormen dus één grote groep, met zowel hanen als hennen.

1.3.2.2 Huisvestingsystemen in de leghennenkolom

In de leghennenkolom komt een grote verscheidenheid aan huisvestingssystemen voor. Niet alleen vanwege de verschillende diercategorieën (opfokpoeljen, ouderdieren en leghennen) maar ook en vooral vanwege de verschillende opvattingen omtrent huisvesting. Deze verschillen hebben vooral te maken met een verschillend inzicht in het dierenwelzijn. Er zijn de traditionele batterijstallen en daartegenover staan de scharrelstallen met grondhuisvesting. Vanwege een verbod op batterijstallen vanaf 2012 (Richtlijn 1999/74/EG) zijn er recent ook tussenliggende vormen van huisvesting gekomen zoals de volièrehuisvesting en de verrijkte kooi. Al deze systemen worden kort even toegelicht. Deze systemen zouden eveneens nog verder kunnen onderverdeeld worden in twee categorieën zijnde kooisystemen en niet-kooisystemen.

1.3.2.2.1 Legbatterijen

De legbatterij met mestband is het meest gebruikte kooihuisvestingsstelsel in Vlaanderen en Europa. Dit type kooien wordt gebruikt zowel voor leghennen als voor opfokpoeljen voor leghennen (die in batterijsystemen terechtkomen). De batterijkooien staan meestal opgesteld in lange stellingen met tot een 8-tal verdiepingen waarbij de mestband zich bevindt onder elke etage. Deze mestband kan eventueel belucht worden door middel van een beluchtingsbuis, waardoor de mest sneller tot een hoger droge stofgehalte (45 à 50% droge stof) ingedroogd wordt. Dit om geurhinder, ammoniakemissie en vliegenoverlast te verminderen ten opzichte van niet beluchte mest die gedurende eenzelfde tijd op de mestband zou blijven liggen. Deze drogere mest biedt daarnaast ook betere mestafzetmogelijkheden. De geproduceerde mest wordt dan op regelmatige basis afgedraaid naar een opslagplaats (container en loods, eventueel via nadroogstelsel). De frequentie waarmee afgedraaid wordt is onder andere afhankelijk van de leeftijd, bij opfokpoeljen zullen ééndagskuikens minder mest produceren dan dieren van latere leeftijd. De dieren zitten gehuisvest met een dichtheid die kan oplopen tot 30 à 40 dieren per vierkante meter. Een typische kooi is ongeveer 45 x 45 x 46 cm en herbergt 3 tot 6 leghennen. De kooien bestaan meestal enkel uit metalen roosters en bevatten drink- en voedersystemen.

1.3.2.2.2 Verrijkte kooien

Door het nakende verbod op batterijkooien vanaf 2012 zoals gedicteerd door de Europese richtlijn 1999/74/EG, die in België pas in 2006 tot wet werd omgezet, werd op zoek gegaan naar alternatieve huisvestingsystemen binnen de commerciële eiproduktie. Een van de systemen die werden ontwikkeld om te voldoen aan deze nieuwe richtlijn is de verrijkte kooi. Deze "verrijkte kooi" is eigenlijk een vergrootte versie van de gewone batterijkooi waarin de

dieren meer plaats hebben. De bezettingsnorm geeft een minimum aan van 750 cm² kooioppervlakte per dier, wat overeenkomt met maximum 13 à 14 dieren per m². Maar de verrijkte kooi is ook veel meer. Aan dit nieuwe huisvestingssysteem werden bovendien een aantal zaken toegevoegd om het dierenwelzijn drastisch te verhogen. Zo bevat een verrijkte kooi onder meer een legnest, scharrelplaats en zitstokken, waardoor de kippen een meer natuurlijk gedrag kunnen tentoonspreiden. De precieze uitrusting, vorm en aantal dieren hangen echter af van de fabrikant, maar gemiddeld biedt één verrijkte kooi onderdak aan 40 dieren. De opstelling in de stal gebeurt op dezelfde manier als bij de klassieke legbatterij, namelijk lange rijen met verschillende etages kooien en onder elke rij kooien een mestband met bandbeluchting.

Door de onzekerheid in verband met het feit of de verrijkte kooi in België na 2012 al dan niet wettelijk zal toegelaten worden als huisvestingssysteem, heeft deze huisvestingsvorm slechts in zeer beperkte mate de weg naar de praktijk gevonden.

1.3.2.2.3 Scharrelstal

De scharrelhuisvesting voor leghennen en ouderdieren van leghennen is analoog met deze van de slachtkuikenouderdieren zoals weergegeven onder 1.3.2.1.2. Bij de scharrelstallen voor leghennen zijn er natuurlijk geen extra voorzieningen voor hanen aangebracht aangezien er geen hanen aanwezig zijn.

De opfokpoeljen van hennen die in dergelijk systeem zullen terechtkomen worden eveneens grootgebracht in gelijkaardige huisvestingsvormen.

1.3.2.2.4 Volièrestal

Het volièresysteem is een huisvestingsvorm die er gekomen is als antwoord op de toenemende vraag naar meer diervriendelijke huisvesting. Deze “alternatieve” huisvestingsvorm is, samen met de verrijkte kooi, één van de mogelijke alternatieven om het verbod op batterijkooien in de legsector vanaf 2012 op te vangen.

Qua systeem is de volière eigenlijk gesitueerd tussen de legbatterijen en de scharrelstallen. Er zijn immers zowel stellingen met roostervloeren en zitstokken aanwezig als vrije scharrelruimten op de grond. Doordat er verschillende niveaus aanwezig zijn is een hogere bezetting mogelijk, maar de hennen kunnen niettemin vrij doorheen heel de stal bewegen. Er zijn ook verschillende functionele zones te onderscheiden: voeder en water, slapen en rusten, scharrelruimte en legnesten. Onder elke etage op de stellingen, waar zich de voeder- en waterlijnen en legnesten bevinden, zijn eveneens mestbanden aanwezig waarlangs op regelmatige tijdstippen de mest uit de stal wordt afgevoerd.

In de praktijk kan een volièrestal eveneens gecombineerd worden met een vrije uitloop naar buiten. De dieren kunnen dan een deel van de tijd in de vrije buitenlucht rondlopen. Hierdoor komt hun natuurlijke scharrelgedrag meer tot uiting. De toepassing van vrije uitloop is in Vlaanderen op dit moment echter uiterst miniem.

De opfok van leghennen voor volièresystemen vereist ietwat aangepaste systemen. De reden hiervoor is dat vanwege de hoogteverschillen die er zijn in een volièresysteem de leghennen moeten kunnen “springen” of vliegen. Dit springen of vliegen, en dan vooral het landen, moeten de hennen dus tijdens hun opfokperiode aangeleerd hebben en dit is in traditionele kooi- en scharrelstallen niet mogelijk. Één van de huidige opfoksystemen voor volières maakt zo dan ook gebruik van verstelbare plateaus die hoger kunnen gezet worden naarmate de poeljen groter worden en dus hoger kunnen springen.

HOOFDSTUK 2 : NUTRIËNTEN IN DE PLUIMVEEHOUDERIJ

2.1 Inleiding

De term “nutriënten” duidt in het algemeen op voedingsstoffen. Met betrekking tot landbouw gaat het dus over voedingsstoffen voor mens, plant en dier. Net als op elk ander type van landbouwbedrijf worden op pluimveebedrijven continu nutriënten aan- en afgevoerd. Zo zijn er nutriënten aanwezig in voeders, strooiselmateriaal, eieren, dieren en mest. De bedoeling is dat de aangevoerde nutriënten worden omgezet in economisch waardevolle eindproducten. Deze productieprocessen zijn echter nooit perfecte nuloperaties waardoor er dus uiteindelijk overschotten van deze voedingsstoffen of nutriënten zullen voorkomen. Nutriëntenoverschotten zijn dus eigenlijk perfect normaal, maar dienen niettemin wel zo klein mogelijk gehouden te worden.

Als de dieren of planten meer nutriënten krijgen aangeboden dan ze eigenlijk nodig hebben, zullen deze overschotten immers verloren gaan in de natuur waar ze verschillende vormen van milieuverontreiniging veroorzaken (bodemverzuring, eutrofiëring, uitspoeling, vorming broeikasgassen, ...). Er moet bijgevolg op een verantwoorde wijze worden omgegaan met de nutriënten en er moet getracht worden om de verliezen zo veel mogelijk te beperken. Het toepassen van maatregelen om het nutriëntenoverschot zo ver mogelijk terug te dringen is dus essentieel geworden in de hedendaagse landbouw. Een aantal mogelijke manieren om het nutriëntenoverschot te beperken worden besproken in volgende hoofdstukken.

In de praktijk wordt er in het kader van dit onderwerp bijna steeds gerefereerd naar de drie belangrijkste nutriënten, zijnde stikstof (N), fosfaat (P) en in mindere mate kalium (K). Dit project spitst zich op dit gebied dan ook enkel toe op deze drie nutriënten. Zoals reeds aangehaald hangen deze nutriënten voor de veeteeltsector nauw samen met de mest. In 2003 bedroeg de dierlijke productie van mest in Vlaanderen alleen 63 miljoen kg P_2O_5 en 165 miljoen N (140 als men rekening houdt met de wettelijk bepaalde stikstofemissies uit de stallen). Wat betreft de pluimveesector komt dit neer op een productie van 17,8 miljoen kg N en 8,3 miljoen kg P_2O_5 in het jaar 2003 (Mestbank, 2004).

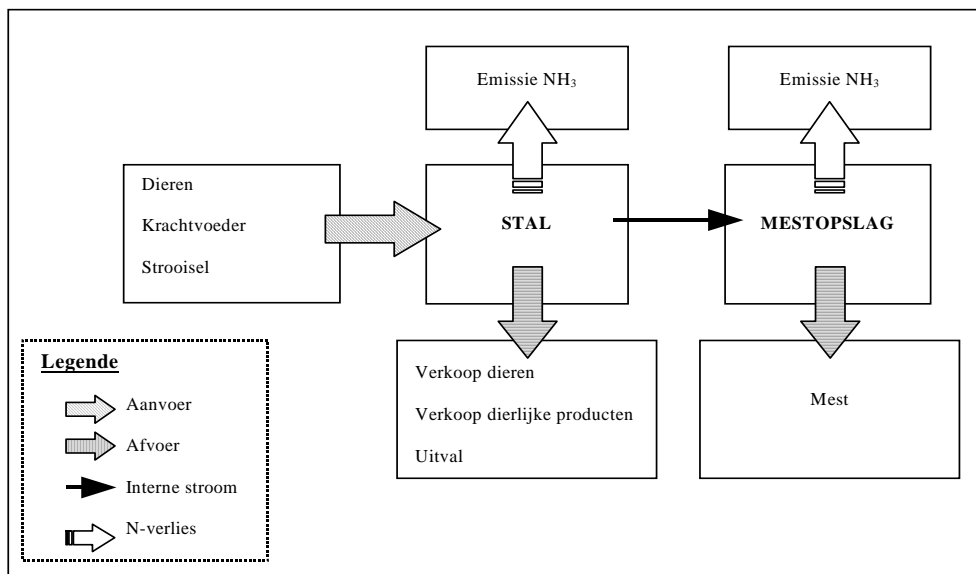
Verder in dit hoofdstuk worden op deze 3 nutriënten verder ingegaan wat betreft hun relevantie tot de pluimveehouderij. Verdere informatie in verband met nutriëntenoverschotten, nutriëntenbalansen, nutriëntgehalten in mest en aanverwante thema's worden in volgende hoofdstukken meer in detail weergegeven. Ook worden er een aantal mogelijke oplossingen of deeloplossingen aangekaart.

2.2 Stikstof in de pluimveehouderij

2.2.1 De stikstofcyclus op pluimveebedrijven

Op niet-grondgebonden landbouwbedrijven, zoals de pluimveebedrijven meestal zijn, is het opstellen van een stikstofcyclus vrij eenvoudig. Het bedrijf vormt als het ware een eiland waarbij de verschillende aan- en afvoerposten goed gekend zijn. De N-input geschiedt vooral via de aanvoer van dieren, voeders en eventueel strooisel. Daartegenover staat dat de afvoer van het N gebeurt via de verkoop van dieren en/of dierlijke producten en via de afvoer van de geproduceerde mest. Deze N-verschuivingen kunnen relatief eenvoudig in beeld gebracht worden door middel van het N-gehalte van elk van deze aan- of afvoerposten. In het geval van de aanvoerpost voeders wordt echter vaak gesproken over het “ruw eiwitgehalte” in plaats van over het stikstofgehalte op zich. De ene uitdrukkingwijze kan echter op eenvoudige wijze worden via een constante omgerekend naar de andere. Zo is ruw eiwit (RE) = stikstof (N) x 6,25.

Daarnaast zullen er echter ook verliezen van N-componenten optreden die minder eenvoudig te bepalen zijn. Er treden op pluimveebedrijven immers (belangrijke) verliezen op in de vorm van ammoniakemissies uit de pluimveestallen en de mestopslagplaatsen. In figuur 2.1 wordt deze stikstofcyclus grafisch voorgesteld.

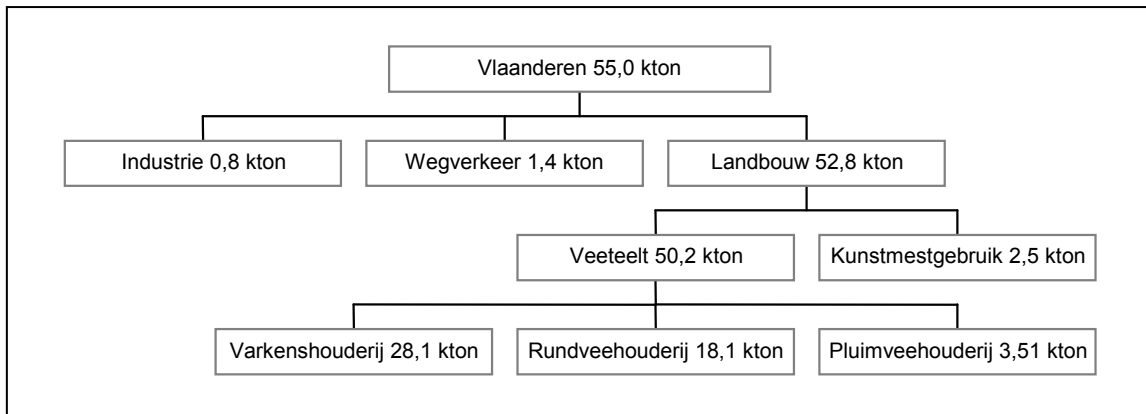


Figuur 2.1 : De N-cyclus op (niet-grondgebonden) pluimveebedrijven

2.2.2 Stikstofverliezen op pluimveebedrijven

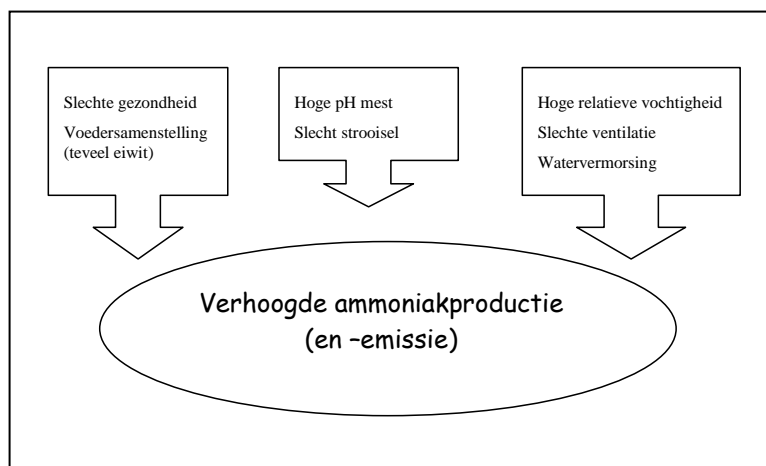
In het algemeen zullen stikstofverliezen in de landbouw voorkomen onder hoofdvormen, zijnde ammoniakvervluchtiging, nitraatuitloging en N₂O, NO of N₂ verliezen. Voor pluimveebedrijven is vooral de eerste vorm, ammoniakvervluchtiging, van belang in deze problematiek en dit wordt hieronder dan ook verder toegelicht.

De landbouwsector is verantwoordelijk voor 96% van de totale NH₃- emissie in Vlaanderen. Hiervan is het overgrote deel afkomstig van de veeteelt (95%) en de overige 5% van de landbouwgerelateerde emissie wordt veroorzaakt door het gebruik van kunstmeststoffen (Mestbank, 2004). Hierbij moet echter wel opgemerkt worden dat de veeteeltemissie vrij ruim genomen wordt en dat hieronder zowel stal, opslag, aanwending en weide wordt verstaan. De overblijvende uitstoot van ammoniak (4%) is afkomstig van de industrie en het verkeer (figuur 2.2). De totale NH₃ emissie afkomstig uit de landbouw is tussen 1990 en 2002 echter wel gedaald van 74,2 kton tot 50,2 kton. Deze afname is een effect van het mestbeleid van de laatste jaren en is vooral te wijten aan de emissiearme toediening van mest aan de grond en een verbeterde voederefficiëntie voor zowel varkens, runderen als pluimvee (Sanders, 2004).



Figuur 2.2 : Schematische voorstelling van de emissies van NH₃ in Vlaanderen per sector

Ammoniak wordt echter niet rechtstreeks door het pluimvee zelf aangemaakt en komt dan ook niet of nauwelijks voor in de (verse) excretie van pluimvee. Deze vluchtige stikstofverbinding wordt door microbiologische afbraak gevormd uit urinezuur en onverteerde eiwitten in de faeces. Deze omzetting van urinezuur naar ammoniak gebeurt aëroob, in een vochtige omgeving en met behulp van het enzym uricase. De zuurtegraad speelt in deze omzetting eveneens een belangrijke rol. De verschillende factoren die de vorming van ammoniak zullen versnellen (rechtstreeks en onrechtstreeks) staan nogmaals weergegeven in figuur 2.3.



Figuur 2.3 : Factoren die (mede) aan de basis liggen van ammoniakvorming

De bestrijding van de ammoniakemissie door landbouw in Vlaanderen is gebaseerd op een algemene aanpak op 6 verschillende vlakken: een afbouw van de veestapel, emissie-arme aanwending, emissiearme stallen, verminderen van N-excretie, mestverwerking en als laatste een aanpak via mengvoeders. Wat dit laatste punt betreft levert de mengvoeder meer en meer inspanningen op het gebied van eiwitarme voeders. Hiervan zullen in de nabije toekomst dan ook resultaten geboekt worden. In punt 4.5 worden deze maatregelen verder in detail besproken wat betreft de pluimveehouderij.

De microbiële afbraak van eiwitten en urinezuur tot ureum en vervolgens ammoniak (zie ook verder in 4.5) is één van de belangrijkste processen, maar er kunnen ook nog andere stikstofverbindingen ontstaan uit de microbiële afbraak. Zo kan er nitriet (NO₂⁻), nitraat (NO₃⁻), lachgas (N₂O), stikstofmonoxide (NO), stikstofgas (N₂) en microbiële eiwit worden gevormd. Tot slot dient nog opgemerkt te worden dat het terugdringen van (te grote) ammoniakemissies niet enkel vanuit milieustandpunt nodig is, maar dat dit eveneens van belang is voor het dierenwelzijn.

Hoge ammoniakconcentraties worden immers in verband gebracht met een verhoogde incidentie van poot- en hakproblemen en borstblaren bij slachtkuikens. Ook het ademhalingsstelsel wordt aangetast door een teveel aan NH_3 in de stallucht, hetgeen de dieren meer kwetsbaar maakt voor andere, bacteriële infecties zoals *E. coli* (Estevez, 2002).

2.3 Fosfor in de pluimveehouderij

Fosfor kreeg traditioneel reeds heel wat aandacht als essentieel element voor plantenvoeding. Fosfaten, al dan niet kunstmatige, worden in de akkerbouw reeds lang gebruikt als meststoffen. De laatste decennia zijn er, vanuit milieustandpunt, echter meer en meer problemen met het overmatig gebruik van fosforverbindingen. Deze overschotten aan fosfor dringen immers door tot in de oppervlaktewaters waar zij door eutrofiëring een wildgroei aan ongewenste flora veroorzaken, hetgeen desastreuze gevolgen heeft voor de leefbaarheid van deze waters. Doordat bemesting, o.a. met pluimveemest, een belangrijke bron is van deze fosforverbindingen probeert men dan ook deze aanvoer van fosfaten in verhouding te brengen met de vereiste hoeveelheid. In MAP II bis werd dan ook, via de nutriëntenhalte, een maximale afvoer van fosfor via de mest opgelegd.

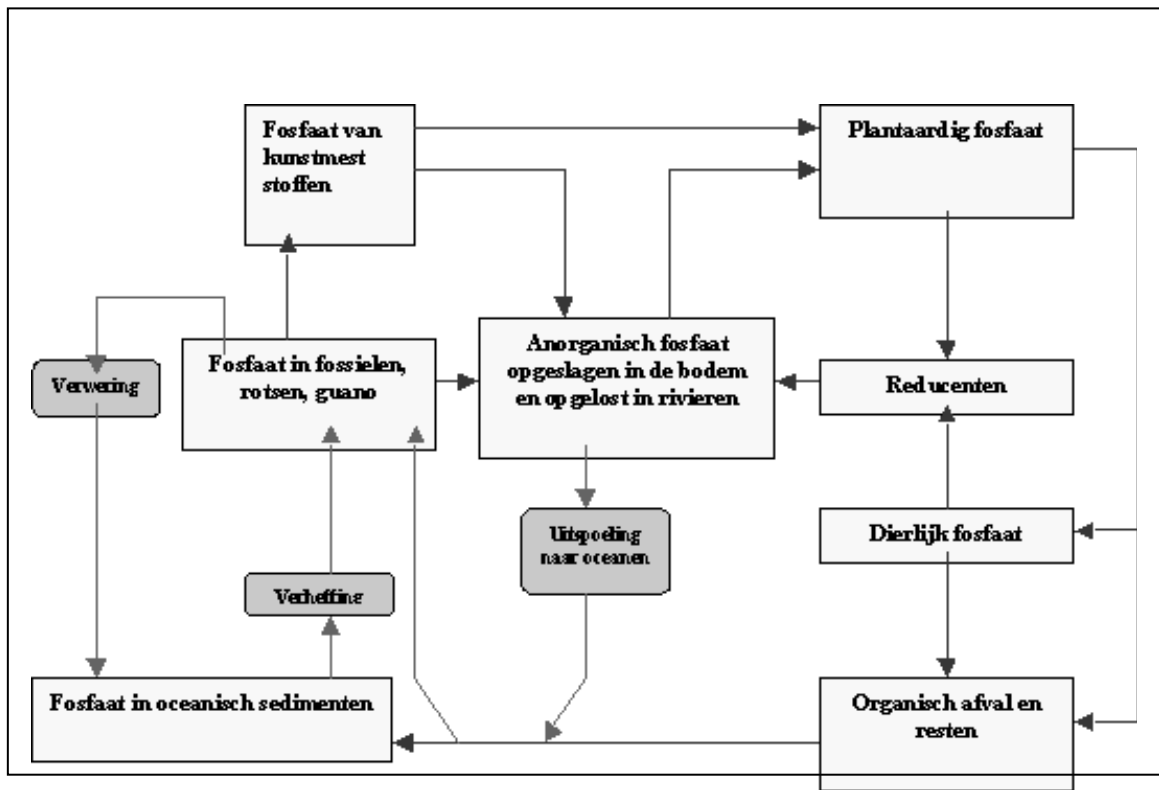
Fosfor heeft de laatste jaren in de pluimveevoeders een nieuwe dimensie gekregen. De fosforgehaltes werden bijgesteld met als doel de excretie van fosfor te minimaliseren. Hieraan zijn echter wel grenzen. Fosfor heeft immers een aantal essentiële functies binnen het metabolisme van pluimvee, net als bij alle andere organismen trouwens. Fosfor is immers een onmisbaar bestanddeel van beenderen, nucleïnezuren (DNA en RNA), hoogenergetische verbindingen, enzymen en co-enzymen, ... Er dient dus voldoende fosfor in het voeder aanwezig te zijn om aan de behoeften te kunnen voldoen.

Sinds het verbod op het gebruik van diermeel in mengvoeder ten gevolge van de BSE-crisis is fosfor in pluimveevoeders hoofdzakelijk afkomstig van plantaardige bronnen of van anorganische voederfosfaten. Een belangrijk knelpunt echter is dat in planten ongeveer 70% van de fosfor aanwezig is in de vorm van fytaatfosfor. Deze fosfor is voor éénmagigen, zoals pluimvee, echter niet beschikbaar vanwege een onvoldoende endogene enzymactiviteit in het maagdarmsstelsel.

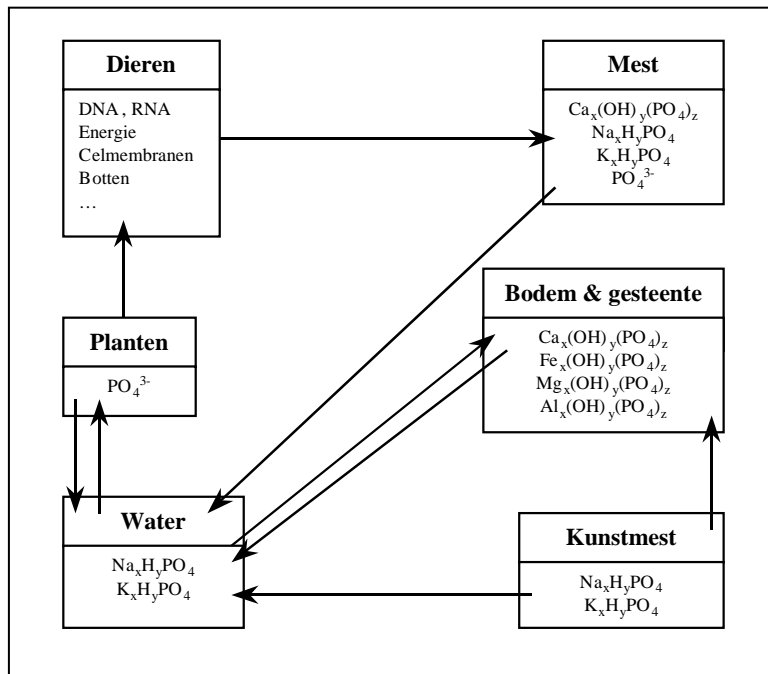
Overigens wordt in de plantaardige sectoren (akkerbouw en groenteteelt) gesproken over fosfaat (P_2O_5) in plaats van fosfor (P). Boeren praten bij een gift over 'zoveel kilogram fosfaat' in plaats van 'zoveel kilogram fosfor'. P_2O_5 staat hier dan voor difosforpentoxide; dit is echter louter een schrijfwijze en dus niet de chemische vorm waarin fosfor in de bodem, meststof of plant voorkomt. Deze schrijfwijze is een overblijfsel van een oude methode om via gravimetrie na verbranding het P-gehalte te bepalen. Wat de plant echter daadwerkelijk opneemt zijn de zouten H_2PO_4^- , HPO_4^{2-} en PO_4^{3-} . Dit zijn de echte fosfaten. Wanneer in de rest van dit onderdeel wordt gepraat over fosfaat, wordt P_2O_5 bedoeld, omdat dit algemeen gebruikt wordt in de akkerbouw, vollegrondsgroenteteelt en ook in de wetgeving omtrent het nutriëntgebruik in de landbouw. De omrekening van P naar P_2O_5 , of omgekeerd, gebeurt via de volgende verhouding op basis van de molecuulgewichten: 1 kg fosfor (P) komt overeen met 2,29 kg fosfaat (P_2O_5).

2.3.1 P-cyclus

De fosforcyclus is eigenlijk vrij eenvoudig vanwege het beperkt aantal verbindingen waarin fosfor voorkomt in de natuur. Fosfor komt in de natuur immers bijna enkel voor als fosfaat. Deze fosfaten bevinden zich, als zouten of in andere verbindingen, ofwel opgelost in water, in dieren en planten ofwel in de bodem en gesteenten. Fosfor is dan ook niet in gasvormige verbindingen in de atmosfeer aanwezig. Een overzicht van de algemene fosforcyclus op aarde wordt weergegeven in figuur 2.4. Een meer specifieke maar eenvoudige kijk op de fosforcyclus met nadruk op de landbouw, wordt gegeven in figuur 2.5.



Figuur 2.4 : De algemene fosforcyclus (Bron: Lenntech)



Figuur 2.5 : De fosforcyclus in de landbouw

Gebaseerd op figuur 2.5 kan dan ook de fosforcyclus op niet-grondgebonden landbouwbedrijven, zoals de pluimveehouderij, opgesteld worden. De aanvoer van fosfor op deze

bedrijven wordt gerealiseerd door dieren, voeders en eventueel strooisel. De afvoer omvat dieren, dierlijke producten en dierlijke mest.

2.3.2 Fosforverliezen op pluimveebedrijven

In theorie zou de fosforcyclus, zoals in figuur 2.5 beschreven, sluitend dienen te zijn, en zouden op niet-grondgebonden bedrijven al de aan- en afvoerposten moeten kunnen gekwantificeerd worden. Er treedt hier immers geen vervluchtiging op zoals dat bij de stikstofcyclus (*cf.* 2.2.) wel het geval is. De gegevens uit de praktijk wijzen echter uit dat een deel van de P toch niet kan aangetoond worden en dus eigenlijk “verloren” gaat. Dit fenomeen wordt soms ook wel het “fosforgat” genoemd. De verklaring hiervoor is (nog) niet bekend. Er is echter wel onderzoek dat uitwijst dat P gebonden aan stofdeeltjes de cyclus kan verlaten via de ventilatie, dat P kan uitgespoeld worden uit niet overdekte mestopslagplaatsen en dat er P zou kunnen verloren gaan via het spoelwater bij het reinigen van de stal, maar of deze stromen een afdoende en voldoende verklaring vormen voor de op dit moment aanwezige discrepanties is echter niet geweten.

Tot slot kan er dus gesteld worden dat, vanuit milieukundig oogpunt, een te grote uitscheiding van fosfor via de mest van het pluimvee dient vermeden te worden. Hoe dit momenteel in de pluimveehouderij gerealiseerd wordt en wat eventueel nog mogelijkheden zijn voor de toekomst wordt meer in detail besproken onder punt 3.2.

2.4 Kalium

Hoewel kalium het achtste meest voorkomende element op aarde is en ongeveer 2,1% van de aardkorst uit kalium bestaat, is het toch nog vrij onbekend. De aandacht voor dit element neemt echter toe, ook vanuit milieustandpunt. Daarom even een inleiding tot dit voor zowel bodem, plant als dier essentiële element.

Kalium is, samen met N en P, een onmisbaar nutriënt voor plant en dier. In planten zal het nodig zijn bij het vasthouden van de osmotische druk, fotosynthese, wateropname, ... Een overmaat aan kalium bij planten, door bijvoorbeeld overbemesting, kan de opname van andere stoffen, die op ongeveer dezelfde manier opgenomen worden, zoals magnesium, borium, kobalt, koper enz. verdringen. Een teveel aan kalium kan daardoor magnesiumgebrek veroorzaken, waardoor chlorose (geelverkleuring van de bladeren) kan ontstaan. Bij dieren is kalium nodig voor onder meer het vasthouden van vocht in de cellen, de zenuwgeleiding, de samentrekking van de spieren en de elektrolytenbalans.

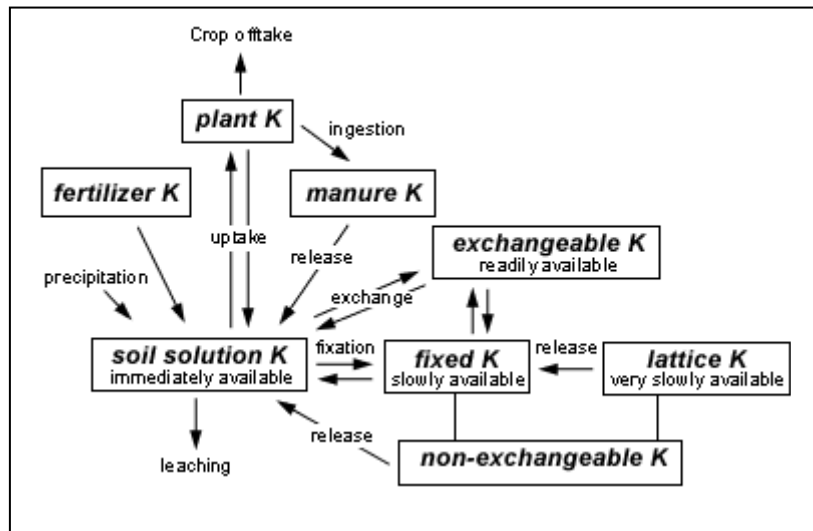
De aandacht voor kalium is heden ten dage nog vrij beperkt, zeker als we de vergelijking maken met de andere nutriënten, stikstof en fosfor. Hiervoor zijn een aantal verklaringen aan te geven. Zo is het effect van K op planten veel minder uitgesproken dan dat van N en wordt K door de meeste mensen nog altijd beschouwd als zijnde niet gevaarlijk voor het milieu.

Het belang van K op landbouwvlak situeert zich echter niet enkel op vlak van het metabolisme van plant en dier, zoals reeds werd aangegeven, maar ook in de interactie met andere nutriënten. Zo heeft onderzoek uitgewezen dat er bij een voldoende K-gehalte in de mest, er een efficiëntere N-opname, van 25% tot 51% meer opname, zal zijn door de plant uit de bodem (Krauss, 2002). Dit heeft logischerwijze eveneens positieve gevolgen voor het milieu. Voldoende K zal ook een hoger proteïnegehalte in tarwe en soja tot gevolg hebben en zal de planten beter beschermen tegen schimmels, bacteriën en insecten.

Net zoals bij fosfor wordt in de praktijk meestal verwezen naar K_2O en niet naar K op zich om het kaliumgehalte weer te geven. De omrekening tussen beide gebeurt als volgt: kalium (K) = kaliumoxide (K_2O) x 0,830.

2.4.1 De kaliumcyclus

Zoals bij stikstof en fosfor kan voor kalium eveneens een cyclus worden opgesteld die het voorkomen en circuleren van het element aanschouwelijk maakt wat betreft landbouw (figuur 2.6).



Figuur 2.6 : De Kaliumcyclus in het grond-plant-dier-systeem (bron: Syers 1998)

Kalium is een zeer reactief element en komt daarom nooit vrij in de natuur voor. Kalium kan worden gewonnen uit de mineralen sylviet (KCl), carnalliet ($\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$), langbeiniet ($\text{K}_2\text{Mg}_2(\text{SO}_4)_3$) en polyhaliet ($\text{K}_2\text{Ca}_2\text{Mg}(\text{SO}_4)_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). Deze mineralen komen veel voor in oude zeeën en meren. Kaliumhydroxide, een andere belangrijke kalium bron, kan worden verkregen uit mijnen.

Kalium komt dus voor in vele verbindingen. De belangrijkste K-verbindingen met betrekking tot de landbouw zijn kaliumchloride (KCl), de meest voorkomende kaliumverbinding en kaliumnitraat (KNO_3), ook bekend als salpeter. Beide verbindingen worden gebruikt in kunstmeststoffen.

HOOFDSTUK 3 : MANAGEMENT- EN VOEDERSYSTEMEN

3.1 Inleiding

De hoeveelheid nutriënten (o.a. N, P, K) die door het pluimvee wordt uitgestoten naar het leefmilieu toe moet volgens de huidige mestwetgevingen zoveel mogelijk beperkt worden. Hiertoe ijvert men door het ontwikkelen van brongerichte maatregelen op vlak van het aan het pluimvee verstrekte voeder. Door het ontwikkelen van verscheidene nutritionele strategieën probeert men in de pluimveehouderij tot de gewenste efficiëntieverbeteringen te komen. De uiteindelijke implementatie hiervan is echter afhankelijk van de kost en van de biologische en fysiologische beperkingen.

Men probeert de productie van de overtollige nutriënten zoveel mogelijk weg te werken. Enerzijds door een verlaagd gehalte aan nutriënten in het voeder en anderzijds door productiviteitsverbeteringen, wat neerkomt op een betere voederconversie.

Wat betreft de reductie van de nutriëntenverliezen via voeder en management is het grote aandachtspunt het vermijden van de situatie waar er een teveel aan nutriënten, vooral dan deze die het milieu belasten, wordt gevoederd aan de dieren. Om dit overvoederen te voorkomen worden er op dit moment een aantal pistes van naderbij bestudeerd en soms ook reeds toegepast door de mengvoederindustrie. Daarnaast worden er ook manieren onderzocht om de uiteindelijke benutting van de nutriënten door de dieren zoveel mogelijk te verbeteren. De strategieën om de nutriëntenverliezen te minimaliseren zijn:

1. Via voeder het nutriëntengebruik door het dier proberen te optimaliseren.
2. Zo dicht mogelijk bij de behoeften van de dieren voederen door het aantal voederfasen zoveel mogelijk op te drijven.
3. Het ideale aminozurenpatroon zoveel mogelijk proberen te benaderen om zo de N-uitscheiding terug te brengen. Dit patroon kan eventueel zoveel mogelijk benaderd worden door het toevoegen van synthetische aminozuren. Dit zal vooral voor de meest limiterende aminozuren (methionine, lysine en threonine) het geval zijn (Corzo, 2004).
4. Voedingrediënten gebruiken met een hoge verteerbaarheid en een goede beschikbaarheid van de benodigde nutriënten.
5. Voeders formuleren op basis van de beschikbaarheid van de nutriënten in plaats van op basis van het totale nutriëntengehalte.

In wat volgt worden deze mogelijkheden verder beschreven en verder uitgediept, waarbij ook zal worden aangegeven of deze strategieën qua kostprijs en fysiologische beperkingen al dan niet effectief maar ook efficiënt toepasbaar zijn. Puur voedertechisch kunnen immers belangrijke verminderingen in nutriëntenuitscheidingen bekomen worden, maar biologisch en economisch zijn er toch een aantal beperkingen.

Deze nutritionele strategieën dienen dan zo veel mogelijk toegepast te worden samen met de juiste managementsystemen om tot een maximale reductie van het nutriëntenoverschot te komen.

3.2 Voedersamenstelling

Een efficiënte voeding voor pluimvee is gericht op het ter beschikking stellen van de vereiste hoeveelheden netto energie, essentiële aminozuren, mineralen, sporenelementen en vitamines aan de dieren voor groei, gewichtstoename, productie of voortplanting. In het verleden was de samenstelling van de pluimveevoeders er dan ook uitsluitend gericht om een maximale prestatie te bekomen en dit tegen een minimale voederkost. Recent is er echter nog een aandachtspunt bijgekomen. Door de toenemende aandacht voor het leefmilieu moet bij de voedersamenstelling meer en meer aandacht besteed worden om het nutriëntenoverschot

zoveel mogelijk terug te dringen zonder echter teveel in te boeten op het vlak van de goede prestaties en een lage voederkost.

In de praktijk is het voor de veehouder vaak zeer moeilijk om een exacte samenstelling te verkrijgen van het door hem gebruikte voeder. Hierin zal echter verandering komen. Volgens de Europese richtlijn 2002/2/EG, omgezet door het koninklijk besluit van 10 april 2003, moet op het etiket van mengvoerders voor andere dieren dan huisdieren, een opsomming gebeuren van de voedermiddelen, in afnemende volgorde van de gewichtspercentages. In de praktijk werd de uitvoering hiervan vanwege hevig protest van de mengvoederfabrikanten omwille van het recht op de intellectuele eigendom en know-how eigen aan het bedrijf gedeeltelijk opgeschort. Hierdoor worden momenteel de exacte gewichtspercentages niet gegeven op de etiketten. De voedermiddelen worden wel op het etiket vermeld in dalende volgorde van gewichtspercentage, zonder de cijfers expliciet op te geven. Op deze gewichtspercentages geldt een bepaalde toegelaten marge, wegens de oncontroleerbaarheid van het exacte percentage in labo-omstandigheden. Wel moet de vermelding "het exacte gewichtspercentage van de voedermiddelen voor diervoeder waaruit dit voeder is samengesteld, kan verkregen worden bij de fabrikant" wel degelijk voorkomen op het etiket (FAVV, 2004). Van dit recht heeft volgens BEMEF tot nu toe echter nauwelijks veehouders gebruik gemaakt in België.

3.2.1 Fasevoeding

Een eerste strategie ter beperking van de nutriëntenoverschotten via voeder(samenstelling) die meer en meer zijn intrede maakt in de pluimveehouderij is deze van de fasevoeding. Deze methode die vooral in de sector van de slachtkuikenbedrijven al veelvuldig toegepast wordt, maakt eigenlijk gebruik van het principe van precisievoeding. De voeders worden zodanig geformuleerd dat ze de nutritionele behoeften van de dieren zo dicht mogelijk benaderen. Deze behoeften kunnen afgeleid worden ofwel uit de groeicurve voor poeljen en slachtkuikens, ofwel uit de curve die de evolutie van de eiproducten weergeeft in functie van de leeftijd voor leghennen en moederdieren. Hierdoor zal de hoeveelheid stikstof en fosfor die niet verteerd en/of omgezet werd, teruggebracht worden.

Zoals gezegd wordt fasevoeding reeds een zekere tijd toegepast. Voor de verschillende categorieën is het volgende aantal fasen het meest voorkomend:

- Leghennen : 2 fasen (eerste fase tot aan de leg, tweede fase tijdens de legperiode)
- Slachtkuikens : 3 fasen (starter, groeimeel, afmestmeel)
- Opfokpoeljen : 3 fasen (starter, opfokvoeder 1 en opfokvoeder 2)

Doordat de fosforbehoeften bijvoorbeeld samenhangen met de ontwikkeling van het skelet, waardoor de behoefte aan dieetfosfor vrij sterk zal afnemen naarmate de dieren minder groeien (Roland, 1994), is er door het toepassen van fasevoeding een significante reductie van de fosforemissie bij slachtkuikens, opfokpoeljen en leghennen. De reductie van de overmaat aan fosfor ten opzichte van het vroegere één fase voeder is des te sterker naarmate de dieren ouder zijn. Fasevoeding kan ook het ruweiwitgehalte van het voeder verminderen en is eveneens toe te passen bij leghennen, hoewel daar de verbeteringen minder uitgesproken zijn vergeleken met de situatie van de slachtkuikens.

De overgang van 2 naar 3 fasen bij opfokpoeljen heeft ook hier gunstige gevolgen voor de vermindering van de emissie van overtollige proteïnestikstof dewelke toch een zware belasting vormen voor het leefmilieu. Vanwege de extra fase benadert het ruw eiwitgehalte van het voeder immers meer de werkelijke behoefte van de opfokpoeljen van ouderdieren (van der Haar 1996).

Bij het invoeren en toepassen van fasevoeding dient men zich evenwel te realiseren dat het werken dicht bij de grens van de behoeften risico's met zich meebrengt. Er dient voldoende verteerbare fosfor aanwezig te zijn in de gebruikte voeders en de aminozuursamenstelling van het voeder dient goed uitgebalanceerd te zijn, zodat de eiwitvoorziening wordt gegarandeerd. Daarnaast betekent de overgang van de ene fase naar de andere toch steeds een stressmoment voor de dieren vanwege de andere samenstelling van het voeder. Door het invoeren van meer fasen zullen deze overgangen evenwel minder drastisch zijn, zodat de kans op verteringsproblemen, die mogelijk een (gedeeltelijke) oorzaak kunnen vormen van nattere mest (en nat strooisel), afneemt (Gerben, 2004).

Momenteel gebeurt er onderzoek naar een verdere uitwerking van het systeem van de fasevoeding. Hierbij worden de mogelijkheden en beperkingen geëvalueerd van een dagelijkse aanpassing van de voedersamenstelling aan de behoeften van de dieren. Dit zou een nog grotere reductie van de nutriëntenoverschotten en ammoniakemissie opleveren dan het geval is bij de huidige veelgebruikte twee- of driefasensystemen.

3.2.2 Fosforarm voeder: fytase en nieuwe fosforbronnen

De aanwezigheid van fosfor in het voeder is essentieel. Fosfor komt immers tussen in tal van levensnoodzakelijke processen bij alle levende organismen, en dus ook bij pluimvee. Fosfortekorten zullen bijgevolg ook een aantal gebreken veroorzaken bij pluimvee zoals beenderafwijkingen, slechte groei, verminderd eigewicht en eigrootte, enz (Anselme, 2003).

De laatste jaren is de aanwezigheid van fosfor in het voeder echter in een ander daglicht komen te staan. Het gaat dan hierbij in het bijzonder over het teveel aan fosfor in de voeders dat terug wordt uitgescheiden en aldus verantwoordelijk is voor een vervuiling van het leefmilieu. Daarom wordt de laatste jaren meer en meer geprobeerd om het fosforgehalte in het voeder zo ver mogelijk terug te dringen. Hierbij is het natuurlijk essentieel dat de hoeveelheid beschikbaar fosfor in het voeder wel steeds voldoende is om aan de vereisten van het pluimvee te kunnen voldoen. Indien er onvoldoende fosfor beschikbaar kan gemaakt worden zal dit gevolgen hebben voor het pluimvee zoals reeds eerder werd vermeld. Bij het formuleren van de voeders kunnen in de praktijk twee strategieën gevolgd worden om een voldoende hoeveelheid beschikbaar fosfor te garanderen. Een eerste methode is het beter beschikbaar maken van het voederfosfaat door middel van toevoeging van het enzym fytase. De tweede manier is het toevoegen van hoogverteerbare anorganische fosforbronnen.

Tabel 3.1 : Indicatie van het totale fosforgehalte voor pluimveevoeders volgens BBT en volgens TWUN

Diertype	Fase	Totaal fosforgehalte pluimveevoeder BBT ⁽¹⁾ (%)	Totaal fosforgehalte pluimveevoeder TWUN ⁽²⁾ (%)
Slachtkippen	Starter	0,65 – 0,75	0,75
	Groei	0,60 – 0,70	0,70
	Einde	0,57 – 0,67	0,70
Leghennen	18-40 weken	0,45 – 0,55	0,63
	> 40 weken	0,41 – 0,51	0,63

(1) bron: Europese Commissie (2003)

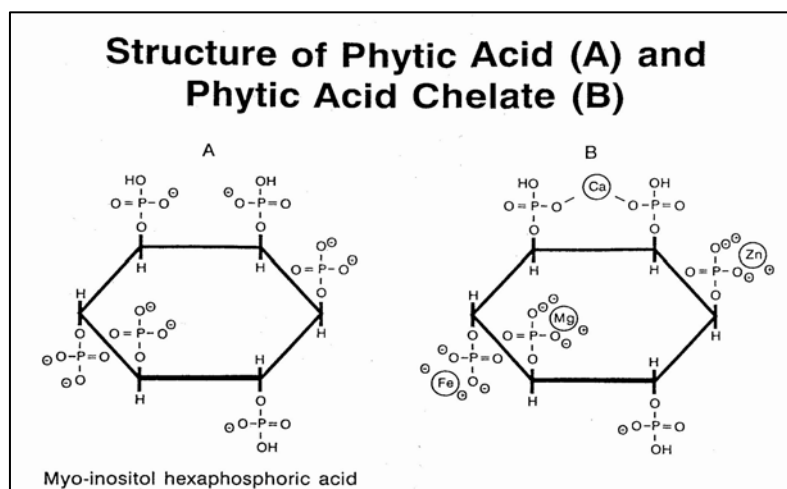
(2) bron: TWUN (1997)

Bij het bepalen van het benodigde fosforgehalte van het voeder moet uiteindelijk rekening gehouden worden met diverse aspecten. Onder andere het ras, type grondstoffen en de eventueel gebruikte goed verteerbare anorganische voederfosfaten en fytases (zie verder). Dit kan volgens het referentiedocument omtrent best beschikbare technieken (BBT) van de Europese Commissie (2003) leiden tot een interval van het benodigde fosforgehalte zoals in tabel 3.1 weergegeven wordt. Hierbij dient wel de opmerking gemaakt te worden dat deze cijfers gelden bij aanwezigheid van voldoende verteerbare fosfor. Dit kan bijvoorbeeld zijn door gebruik te maken van zeer goed verteerbare anorganische voederfosfaten en / of het enzym fytase. Wanneer deze cijfers vergeleken worden met het fosforgehalte dat door TWUN in 1997 als normaal bestempeld werd zien we toch enige verschillen. Volgens het BBT-referentiedocument zou pluimveevoeder theoretisch tot 30% minder fosfor kunnen bevatten dan hetgeen ten tijde van TWUN gangbaar was. Deze vermindering zal natuurlijk ook een weerslag hebben op de meststoffenstellings- en mestuitscheidingscijfers.

De toepassing van dit fosforarme voeder past in het kader van de mestuitscheidingsbalans van het type veevoederconvenant. Het toedienen van dit type voeder, afkomstig van een erkende voederleverancier, is onder deze maatregel immers verplicht en moet aangetoond kunnen worden. Verdere informatie over dit type mestuitscheidingsbalans is terug te vinden in punt 5.2.2 van deze literatuurstudie. In tabel 5.4 staan ook de voorwaarden weergegeven waaraan de voeders voor leghennen en slachtkuikens moeten voldoen om als fosforarm mengvoeder gecatalogeerd te kunnen worden.

3.2.2.1 Fytaatfosfor en fytase

De grondstoffen van pluimveevoeder zijn vooral van plantaardige origine. In plantaardige materialen is echter 2/3 van de aanwezige fosfor gebonden in fytaatmoleculen (figuur 3.1). Aangezien pluimvee niet over endogene enzymen beschikt die dit fytaat kunnen afbreken is dus deze fytaatfosfor niet beschikbaar voor hen. Dit probleem werd vroeger omzeild door het toevoegen van extra anorganisch fosfaat, maar door de toenemende milieuproblemen gerelateerd aan fosfor werd gezocht naar andere oplossingen, zoals het formuleren van fosforarme voeders en het toevoegen van fytase-enzymen. Fytases worden reeds bestudeerd vanaf de jaren 1960 maar het is pas vanaf de jaren 1990 dat het economisch haalbaar werd om deze enzymen toe te passen in het formuleren van fosforarme (pluimvee)voeders.



Figuur 3.1 : Structuur van fytaat (A) en van fytaat-chelaat (B)

Het formuleren van fosforarme voeders houdt in dat het exogene enzyme fytase wordt toegevoegd aan het voeder. Daardoor verhoogt de beschikbaarheid van fosfor in het plantaardig materiaal en waardoor het gebruik van anorganische voederfosfaten verminderd kan worden. Het fytase-enzyme is immers in staat om de organische verbindingen in het fytaatmolecule door te knippen en aldus een groter deel van de fosfor in plantaardige materialen ter beschikking te stellen van het pluimvee. Door deze betere verteerbaarheid en beschikbaarheid van fosfor zal dus eveneens het initiële totale fosforgehalte van het voeder omlaag gebracht kunnen worden zonder de technische resultaten in het gedrang te brengen. Door deze mogelijkheid tot vermindering van het fosforgehalte in de voeders is er vanzelfsprekend eveneens een verminderde excretie van fosfor in de mest (Knowlton (2004); van Niekerk (1995) en Um (1999)). Dit laatste aspect wordt verder in deze literatuurstudie meer uitgebreid aangehaald.

Het gebruik van fytase verbetert niet alleen de beschikbaarheid van fosfor voor het pluimvee, maar heeft ook een positieve invloed op de biologische beschikbaarheid van proteïnen en aminozuren. De fytaatmoleculen maken immers niet enkel het erin gebonden fosfor onbereikbaar voor de natuurlijke verteringsenzymen van pluimvee, maar vormt ook complexen met andere moleculen zoals aminozuren, lipiden en zetmeel via chelaatvorming (figuur 3.1). Deze complexen kunnen door het fytase-enzyme eveneens afgebroken worden zodat de componenten vrijkomen voor vertering. Een overzicht van het onderzoek in verband hiermee staat weergegeven in het werk van Ravindran (2000). Door deze verbeterde beschikbaarheid van aminozuren, kan bij toevoegen van fytase aan pluimveevoeder dus niet enkel het gehalte aan fosfor, maar ook aan ruw eiwit verminderd worden in het pluimveevoeder. Dit heeft vanzelfsprekend eveneens een gunstige invloed op de vermindering van de uitscheiding van de voor het milieu belastende fosfaten en stikstofcomponenten. Deze betere verteerbaarheid van eiwitten door toevoeging van fytase aan het pluimveevoeder wordt eveneens bevestigd door Kies (2005) die een verbetering van de aminozuurverteerbaarheid aangeeft van 3 tot 4 procenteenheden. Hij concludeert dat fytase helpt om eiwit-fytaatcomplexen af te breken waardoor de eiwitvertering bij pluimvee verbetert.

3.2.2.2 Hoogverteerbare anorganische voederfosfaten

De anorganische voederfosfaten leveren de combinatie van een hoog totaal fosforgehalte met een zeer goede verteerbaarheid en worden daarom veelgebruikt als voeder-supplement voor fosfor.

Hoewel de meeste anorganische voederfosfaten hoogverteerbaar zijn, is uit onderzoek toch gebleken dat de biologische beschikbaarheid van fosfor voor het pluimvee toch afhankelijk is van het type voederfosfaat. Monocalciumfosfaat heeft een hogere biologische beschikbaarheid dan dicalciumfosfaat. Dit wordt in tabel 3.2 verder verduidelijkt. Uit die gegevens blijkt dat de verteerbaarheid van de fosfaten kan variëren van 55 tot 92%. Deze verschillen zijn niet enkel veroorzaakt door de chemische vorm waarin de voederfosfaten voorkomen, maar ook vanwege verschillen in productietechnieken en in grondstoffen (Anselme, 2003). Om de excretie van onverteerde anorganische voederfosfaten zo veel mogelijk te kunnen beperken, dient er aandacht besteed te worden aan de effectieve verteerbaarheid van de gebruikte fosfaten. Dit vermijdt zowel over- als onderdosering van fosfor in het voeder wat respectievelijk zeer belangrijk is voor het milieu en de technische resultaten.

Tabel 3.2 : Verteerbaarheid van fosfor in anorganische voederfosfaten, gemeten bij 21 dagen oude slachtkuikens (van der Klis en Versteegh, 1996)

Fosforbron	Totaal fosforgehalte (g/kg)	Verteerbaar fosfor (% van totaal)
Calciumnatriumfosfaat	180	59
Dicalciumfosfaat	181 – 197	55 – 77
Mono-dicalciumfosfaat	213	79
Mono-calciumfosfaat	226	84
Mono-natriumfosfaat	224 - 240	92

3.2.2.3 Valstrikken bij gebruik voederfosfaten en fytase

Het toevoegen van hoogverteerbare voederfosfaten en fytase aan het pluimveevoeder met als bedoeling de emissie van overtollig fosfor tegen te gaan, lijkt vrij eenvoudig en rechtlijnig te zijn. In de praktijk echter dient men constant op de hoede te zijn voor een aantal zaken die ernstige gevolgen kunnen hebben op de technische resultaten van de dieren.

- Ten eerste dient er, zoals reeds eerder vermeld, steeds voldoende beschikbaar fosfor in het voeder aanwezig zijn om te voorzien in de behoeften van het groeiende of producerende pluimvee. Daarom moet men bij het toevoegen van het synthetische fytase rekening houden met eventuele omstandigheden die de werking van het enzyme verminderen, met als gevolg dat er op zijn beurt een overschatting van de hoeveelheid beschikbaar fosfor gebeurt. De activiteit van het enzyme zal immers variëren afhankelijk van de voedersamenstelling. Zo zal een groter gebruik van granen in het voeder via een veranderende viscositeit een rol spelen in de fosforbeschikbaarheid. Volgens Van der Klis en Versteegh (1996) zal de fosforabsorptie met 12% dalen indien hoog viskeuze tarwe wordt gebruikt in het voeder in plaats van laag viskeuze tarwe.
- Daarnaast is er een evolutie waar te nemen in de fytases zelf. Oorspronkelijk waren de enzymen afkomstig van schimmels terwijl er recent fytases geproduceerd worden met behulp van *E. coli*-stammen. Door deze verschillen in afkomst zijn er eveneens verschillen in werking van de enzymen merkbaar, namelijk een verbeterde prestatie, beendermineralisatie en fosforbenutting (Remus, 2005). Daarnaast zijn er ook verschillen in pH- en temperatuursgebieden waarin het fytase optimaal functioneert.
- Ten derde dient rekening gehouden te worden met het feit dat er gewerkt wordt met biologische populaties met hun inherente variaties. In de hedendaagse intensieve veehouderij wordt er gewerkt met vrij grote groepen die allemaal hetzelfde voeder krijgen voorgeschoteld, die zijn berekend op basis van een bepaalde dagelijkse voederopname. Binnen deze natuurlijke populaties kan, als gevolg van natuurlijke variatie, de dagelijkse voederopname ongeveer 20% verschillen (Roland, 1994). Om de prestaties te kunnen onderhouden dienen de dieren een voldoende dagelijkse opname te hebben van de verschillende nutriënten. Bij de samenstelling van de voeders dient dus aandacht besteed te worden aan de dieren die een (te) lage voederopname hebben zodat deze dieren niet al te zeer benadeeld worden. Naast de verschillen tussen de dieren van eenzelfde categorie is er eveneens een verschil tussen de behoeften van hanen en hennen, wat in de praktijk vooral bij de slachtkuikens van belang is. Hier zitten immers hanen en hennen gemengd en zij krijgen allen hetzelfde voeder.
- Tenslotte moet, zoals reeds in 3.2.2.2 aangegeven werd, bij het bepalen van de voedersamenstelling rekening gehouden worden met het feit dat de biologische beschikbaarheid van de anorganische voederfosfaten kan variëren afhankelijk van de aard van het fosfaat en de gebruikte grondstof.

3.2.3 Eiwitarmede voeders

De uitgebreide stikstofemissies veroorzaakt door de intensieve veehouderij vormen in Vlaanderen een milieukundig probleem omdat zij onder meer de kwaliteit van grond- en oppervlaktewaters aantasten. Ammoniakemissie zal immers aanleiding geven tot onder andere zure regen en depositie, terwijl de uitspoeling van stikstof afkomstig van bemesting problemen kan geven met nitraten en nitrieten. Dit is één van de redenen waarom deze emissies van stikstofcomponenten dienen gereduceerd te worden.

3.2.3.1 Principe

In de praktijk dient het verschil tussen de via het voeder aangevoerde stikstof en de door de dieren vereiste hoeveelheid stikstof zo klein mogelijk gemaakt te worden. Het teveel aan eiwitten, en dus ook stikstof, in het voeder zal via de uitwerpselen (en het urinezuur) in de mest terecht komen of daaruit vervluchtigen. Er dient wel opgemerkt te worden dat vanwege endogene verliezen de uitscheiding van het pluimvee nooit tot nul kan gereduceerd worden. Deze endogene verliezen aan stikstofcomponenten zijn afkomstig van de metabolische processen. Meer concreet zijn het onder meer de verteringsenzymen en endogene proteïnes die niet meer geresorbeerd kunnen worden en afgeschraapte cellen van maag- en darmwand. Deze stikstofverbindingen worden dus eveneens door de dieren uitgescheiden maar zijn niet afkomstig van het voeder.

Het formuleren van voeders met verlaagde gehalten aan (ruw) eiwit is de belangrijkste stap in het terugdringen van de overtollige excretie van stikstofcomponenten in de intensieve pluimveehouderij. Daarnaast kan vanuit voederteknisch standpunt de uitstoot eveneens verminderd worden door een betere proteïne stikstofverteerbaarheid, betere aminozuurbeschikbaarheid en een uitgebalanceerde aminozurenbalans.

3.2.3.2 Aminozuurbehoeften

Bij het verlagen van het gehalte aan ruw eiwit wordt getracht om het voeder zo dicht mogelijk bij de aminozuurbehoefte van het pluimvee te formuleren. Zoals in 3.2.1 reeds werd aangehaald is het gebruik van fasevoeding een zeer belangrijke stap in het terugdringen van het stikstofoverschot in de mest. Bij het terugbrengen van het ruw eiwitgehalte van het voeder moet men rekening houden met het aminozuurpatroon en een voldoende aanwezigheid van beschikbare aminozuren kunnen garanderen.

In theorie betekent dit dat het gehalte aan essentiële en niet-essentiële aminozuren in het voeder juist overeenkomt met de behoefte van het dier zodat er geen uitscheiding is van overtollig aminozuurstikstof. Dit is in de praktijk natuurlijk niet haalbaar en daarom zouden synthetische aminozuren kunnen toegevoegd worden om de behoeften aan methionine, cystine, lysine en threonine, zijnde de meest limiterende aminozuren, te vervullen. Deze hoeveelheden kunnen bepaald worden via het ideaal aminozuurprofiel. Dit ideaal aminozurenprofiel wordt uitgedrukt als een percentage van de behoefte aan lysine, het referentieaminozuur (Ferket, *et al.*, 2002). Lysine is een goede referentie omdat behoeftes aan andere aminozuren meestal niet voorhanden zijn, maar van lysine vrij goed gekend zijn. Door dit patroon kan dan de vereiste hoeveelheid van elk aminozuur bepaald worden zonder dat de behoefte van elk aminozuur gekend dient te zijn. Bij de voederformulering dient zoals reeds aangehaald speciaal aandacht besteed te worden aan de voor pluimvee limiterende aminozuren.

Volgens recent onderzoek kan het terugbrengen van het ruw eiwitgehalte in combinatie met het behoud van de 3 meest limiterende aminozuren (methionine, cystine en threonine) gebeuren met weinig tot geen invloed op de zoötechnische resultaten van slachtkuikens. Dit kan

gerealiseerd worden door, indien nodig, toevoegen van synthetische aminozuren (valine, isoleucine en arginine) tot op behoefteniveau (Huyghebaert, 2002 en 2004). Een Amerikaans onderzoek kwam tot de conclusie dat een eiwit- en fosforarm dieet voor leghennen, met voldoende toevoeging van al de limiterende aminozuren en van fytase, de N- en P-excreties kan terugdringen met respectievelijk 45 en 48% (Keshavarz, 2004). De technische resultaten van de leghennen bij dit eiwit- en fosforarme dieet waren vergelijkbaar met de resultaten die bekomen werden met een standaardvoeder.

3.2.3.3 Aandachtspunten

Een eerste punt van aandacht is dat de behoefte aan aminozuren niet voor elk type pluimvee identiek is. Zo zijn er verschillen tussen de aminozuurbehoeftes van leghennen en slachtkuikens onderzocht (Morris, 2004) en is ook het ideaal aminozuurpatroon bepaald voor slachtkuikens van 42 tot 56 dagen oud (Corzo, 2004). Volgens Corzo echter zullen de vereiste hoeveelheden van de verschillende aminozuren eveneens afhankelijk zijn van het doel dat men wil bereiken: minimale voederconversie of maximale groei.

Bij het terugdringen van de uitscheiding van de voor het milieu schadelijke stikstofcomponenten door middel van het terugdringen van het eiwitgehalte in het voeder, dient ook aandacht besteed te worden aan de mogelijke negatieve effecten die hierbij kunnen optreden. Bij slachtkuikens kan het lage ruw eiwitgehalte immers aanleiding geven tot verminderde prestaties vanwege een gereduceerd K-gehalte, een veranderde ionenbalans, een tekort aan niet-essentiële aminozuren en een onbalans tussen de aminozuren (Sutton, et al., 2004).

3.2.3.4 Praktische haalbaarheid

Ten slotte is de praktische en financiële haalbaarheid van dit soort voeders een belangrijk aandachtspunt. Door het gebruik van aminozuursupplementen gaat de kostprijs van het voeder sterk de hoogte in. In het onderzoek van Keshavarz (2004) is er sprake van een kostprijs van de aangepaste voeders die meer dan dubbel zo hoog ligt dan het gebruikte standaard referentievoeder. Hoewel dergelijke voeders wel goedkoper zullen worden indien zij op grote schaal kunnen worden geproduceerd zal er waarschijnlijk altijd een meerkost aan verbonden blijven vanwege het gebruik van toegevoegde aminozuren. De evolutie van deze kostprijs ten opzichte van de baten die ermee gepaard gaan (minder nutriënten af te voeren) zal bepalend zijn voor de invoering in de praktijk van deze verdere verfijning van de voederstrategie.

Volgens Kim *et al.* (2006) kan het gebruik van supplementen van aminozuren of hun analogen, waarvan een aantal reeds economisch beschikbaar zijn, wel degelijk leiden tot het terugdringen van overtollig eiwit in het voeder. Hiervoor zijn volgens hen echter wel nog een aantal randvoorwaarden die moeten vervuld worden alvorens deze nieuwe voederstrategieën effectief en efficiënt kunnen toegepast worden in de praktijk. Hierbij doelen zij op het realiseren van een goed uitgebalanceerde voederformulering en het ontwikkelen van een nauwkeurige, maar ook precieze manier om snel de biologisch beschikbare zwavelhoudende aminozuren te kwantificeren in voeders.

In het referentiedocument van de Europese Commissie (2003) worden een aantal referenties opgegeven voor wat betreft het ruw eiwitgehalte van pluimveevoeders onder de voorwaarden van de best beschikbare technieken (BBT). Deze cijfers staan in tabel 3.3 weergegeven. Hierbij moet wel de opmerking gemaakt worden dat het exacte gehalte aan ruw eiwit in het voeder afhangt van het energiegehalte van het voeder. Dit moet immers voldoende overeenkomen met de noden van de kippen in hun verschillende levens- en productiefasen. Naast het energiegehalte moet ook het aminozuurgehalte van het voeder optimaal zijn. Dit kan bekomen worden door de juiste mix van grondstoffen, door toevoeging van industriële aminozuren of een combinatie van beide methodes. In deze tabel 3.3 is eveneens de vergelijking gemaakt van deze BBT-gehalten voor ruw eiwit ten opzichte van de gehalten die door de TWUN in 1997 als "normaal" beschouwd werden voor pluimveevoeder. Wanneer deze cijfers van naderbij bekeken

worden kan opgemerkt worden dat, afhankelijk van diertype en voederfase, de voeders veel minder ruw eiwit kunnen bevatten in vergelijking met de standaardvoeders uit het verleden. Deze afname kan oplopen tot 18%, zoals uit tabel 3.3 blijkt. Deze verminderde aanvoer van stikstof heeft logischerwijze ook een daling van de afvoer van stikstofcomponenten, via mest, voeder of dierlijke producten tot gevolg.

Tabel 3.3 : Indicatie van het ruw eiwitgehalte in pluimvee voeders

Diertype	Fase	Ruw eiwitgehalte BBT ⁽¹⁾ (%)	Ruw eiwitgehalte TWUN ⁽²⁾ (%)	Verhouding BBT / TWUN
Slachtkippen	Starter	20 - 22	23	87,0%
	Groei	19 - 21	22	86,4%
	Einde	18 - 20	22	81,8%
Leghennen	18-40 weken	15,5 – 16,5	16,5	93,9%
	> 40 weken	14,5 – 15,5	16,5	87,9%

(1) Ruw eiwitgehalte in BBT-voeders voor pluimvee (Europese Commissie, 2003)

(2) Ruw eiwitgehalte dat als normaal werd aanvaard door TWUN (1997)

3.2.3.5 Convenant laagewitvoeders

Naar analogie met de laagfosforvoeders (cf. 3.2.2) werd in juni van 2006 een convenant afgesloten tussen minister Kris Peeters, BEMEFa en de Vereniging van zelfmengers met als doel het gehalte aan ruw eiwit in mengvoeders te beperken. Door deze ingreep bij varkens- en pluimveevoeders wil men de uitscheiding van stikstof door deze dieren doen dalen. Dit convenant was geldig voor de periode van 1 juli tot en met 31 december 2006 en had als doelstelling de uitscheiding van stikstof met 4 miljoen kg te doen dalen (Mestbank, 2006). In deze overeenkomst werden ook de maximale gehalten aan ruw eiwit gedefinieerd die de voeders mogen bevatten. De gehalten worden in tabel 3.4 weergegeven. Het is de bedoeling om dit convenant in de toekomst jaarlijks te verlengen, waardoor de mengvoedersector een vermindering van de stikstofuitstoot vooropstelt van 8 miljoen kg stikstof per jaar.

Tabel 3.4 : Maximaal gehalte aan ruw eiwit (RE) in de verschillende types volledig diervoeder (bron: Convenant betreffende “laageiwitvoeders” en de reductie van stikstof in dierlijke mest

Type volledig diervoeder	Diercategorie mestdecreet	Maximaal % RE
Legkippen 17 tot 30 weken	Legkippen inclusief (groot)ouderdieren-legkippen	17
Legkippen > 30 weken	Legkippen inclusief (groot)ouderdieren-legkippen	16
Braadkippen tot 2 weken	Slachtkuikens	23
Braadkippen vanaf 2 weken	Slachtkuikens	21,5

3.2.4 Aanvullende voeders & supplementatie

Aan voeders kunnen eventueel een heel aantal supplementen worden toegevoegd en dit om diverse redenen. Van deze mogelijke supplementen worden er hieronder een aantal vermeld en wordt de reden van hun (mogelijke) toepassing aangegeven.

3.2.4.1 *Synthetische aminozuren*

Het toepassingsgebied en het nut van de supplementatie van pluimveevoeder met synthetische aminozuren om tot een betere eiwit-stikstof-conversie te komen werd reeds eerder aangegeven onder 3.2.3.

3.2.4.2 *Diermeel*

Sinds de studie van de Technische Werkgroep Uitscheidings-Normen (TWUN) in 1997 is er een verbod ingetreden op het gebruik van diermeel en andere dierlijke eiwitten in mengvoeders, onder andere voor pluimvee (KB 14 december 2000). Zo is ook het gebruik van vismeel verboden voor pluimveebedrijven waar eveneens herkauwers worden gehouden. Bovendien stipuleert de distributiesector in de praktijk bijna altijd in haar lastenboeken dat het gebruik van dier- en vismeel ontoelaatbaar is bij de productie van vlees en/of eieren dat door hen zal afgenomen worden. Hierdoor heeft het voeder zowel qua samenstelling als qua eigenschappen een hele verandering ondergaan. Dit heeft mogelijk een verschil teweeg gebracht tussen de mestsameinstelling en de mestuitscheiding van vóór 1997 (TWUN) en de huidige toestand.

3.2.4.3 *Andere voederadditieven*

In de literatuur zijn heel wat referenties te vinden over onderzoek naar voedersupplementen voor pluimvee. Deze supplementen kunnen echter om tal van redenen toegevoegd worden.

Zo kunnen er bijvoorbeeld supplementen worden toegevoegd aan het drinkwater. Onderzoek heeft aangetoond dat een verdere reductie van de fosforemissie mogelijk was bij het toevoegen van mineralen aan het drinkwater in plaats van aan het voeder (Versteegh, 1996). In het voeder zijn de nutriënten vaak in verbindingen aanwezig die slecht verteerbaar zijn door het pluimvee, terwijl mineralen in het drinkwater reeds opgelost zijn en dus makkelijker opneembaar.

Additieven kunnen eveneens positieve effecten hebben op de vertering van de voeders door het pluimvee. Voorbeelden van dergelijke supplementen zijn onder andere enzymen, organische zuren, probiotica en prebiotica. Zo kan bijvoorbeeld het enzyme xylanase de verteerbaarheid van tarwe gevoelig verbeteren bij slachtkuikens (Van der Klis, 1993).

Daarnaast kunnen ook de mestsameinstelling en de emissie van vluchtige componenten worden beïnvloed door gebruik te maken van de juiste additieven. Zo kunnen bijvoorbeeld de zaadjes van de johannesbroodboom aan het voeder worden toegevoegd om de problemen van nat strooisel bij slachtkuikens en scharrelhennen te verminderen (Veldman, 2004). Daarnaast wordt nog melding gemaakt van de voordelen van het gebruik van clinoptiloliet, een kleimineraal dat ammoniak kan binden en hierdoor ammoniakvervluchtiging kan beperken, en van zuurteregelaars die op hun beurt de urine zuurder maken en zo de omzetting naar het vluchtige ammoniak verminderen (Janssens, 2004).

3.2.4.4 *Opmerkingen in verband met toepassing additieven*

Bij het formuleren van de voeders en de dosering van de additieven dient rekening gehouden te worden met de eventuele natuurlijke aanwezigheid van vitaminen, mineralen, enz. Zoniet zou dit kunnen leiden tot een overformulering van een aantal stoffen, waardoor een eventuele positieve invloed op de reductie van nutriëntenemissies wordt teniet gedaan.

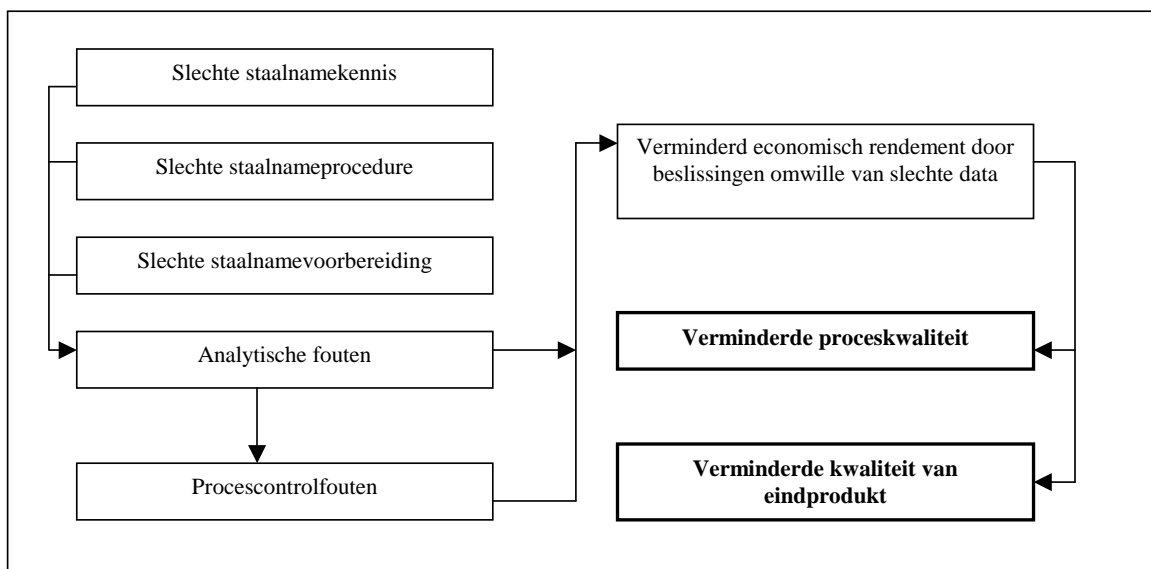
3.2.5 Andere oplossingen

3.2.5.1 Speciaal hanenvoeder

In de praktijk worden hanen in de vermeerderingssector gescheiden gevoerd van de hennen, maar uit praktische overwegingen krijgen zij wel voeder met een identieke samenstelling. Dit foktoomvoeder is echter afgesteld op de behoeften van de eierproducerende hennen met als gevolg dat het een hoog percentage aan eiwit en calcium bevat. Wanneer het voeder aangepast zou worden aan de specifieke noden van de hanen, zou er een vermindering van het ruw eiwitgehalte kunnen bereikt worden van 11 tot 16%, afhankelijk van de fase, zonder dat de prestaties van de hanen zouden verminderen (van Emous, 2004b).

3.2.5.2 Nauwkeurige voedersamenstelling

Om tot zo goed mogelijk geformuleerde voedersamenstellingen te komen is het belangrijk om de gegevens van de grondstoffen zo goed mogelijk te kennen. Hierbij is vooral een goede kennis van het beschikbaar nutriëntengehalte nodig om zo scherp mogelijk te kunnen formuleren. Indien enkel de algemene gehalten gekend zijn zonder biologische beschikbaarheid voor de dieren, zal er vanwege het in acht nemen van veiligheidsmarges steeds een onnauwkeurig samengesteld voeder worden afgeleverd wat dan op zijn beurt negatieve gevolgen zal hebben op de emissiewaarden (Ferket, 2002). Een eerste belangrijke voorwaarde hierbij is een goede kennis van de samenstelling van de gebruikte grondstoffen. Dat hierbij het belang van de staalnames en de bijbehorende analyses om een goede uitgangspositie te bekomen niet mag onderschat worden is evident (Mann, 2004). Dit wordt schematisch weergegeven in figuur 3.2.



Figuur 3.2 : Gevolgen van slechte staalnameprocedures (Mann, 2004)

Dit schema is natuurlijk niet enkel van toepassing bij het analyseren van de voor het voeder gebruikte grondstoffen, maar kan eveneens gebruikt worden bij het bepalen van de uiteindelijke effectieve samenstelling van het mengvoeder zelf. Bovendien zal men in de praktijk moeten rekening houden met de invloed van transport en opslag van het voeder op de werkelijke samenstelling, denken we hier bijvoorbeeld aan de mogelijke ontmenging van een aantal voedercomponenten die kan optreden.

3.3 Managementsystemen

3.3.1 Efficiënt voedergebruik in de pluimveehouderij

Een niet onbelangrijke manier om de overtollige uitscheiding van nutriënten tegen te gaan is het onder controle houden van de hoeveelheid voeder die door vermorsing in het mest terecht komt. Algemeen zal immers het stikstof- en fosforgehalte van de mest met 1,5% toenemen voor elke 1% dat de vermorsing van het voeder door het pluimvee toeneemt (Ferket, 2002). De belangrijkste oorzaken van dit vermorsen zijn de voedersystemen met een slecht ontwerp of een slechte plaatsing en daarnaast de voederstructuur (Beyer, 2001). Wanneer de voedersystemen slecht ontworpen, slecht afgesteld of te vol zijn zullen er immers dieren in kunnen scharrelen waardoor er een gedeelte van het voeder uit het systeem geduwd wordt en in de mest kan terecht komen. Daarnaast zal ook de structuur van het voeder van belang zijn omdat bepaalde gedragingen en anatomische kenmerken van pluimvee de vermorsing kunnen beïnvloeden. Bij het oppikken van voeder bestaande uit korrels van verschillende afmetingen zal immers het fijnere voeder makkelijker uit de bek van het dier vallen dan wanneer alle voederpartikels een gelijkaardige afmeting hebben. Bij de kleinere korrels zullen de dieren ook langer moeten rechtstaan en dus meer energie verbruiken dan bij grotere pellets, wat de voederconversie doet stijgen. Daardoor wordt er meer voeder verbruikt waardoor er dus ook van meer voeder de overschotten aan nutriënten via de mest gaan afgevoerd worden.

3.3.2 Verlichting

In de pluimveesector wordt traditioneel gewerkt met lichtschema's, zowel bij slachtkippen als bij leghennen. De bedoeling van het invoeren van dergelijke schema's is bij beide types pluimvee wel verschillend. Bij slachtkuikens wordt de verlichting aangepast om tot een zekere groeisturing en teruggedringing van metabole ziektes te komen. De groeisturing leidt tot een zekere voederbesparing en bijgevolg tot vermindering van de nutriëntenoverschotten. Bij leghennen worden lichtschema's gebruikt om enerzijds de activiteit van de hennen te verminderen, wat een verminderd voederverbruik met zich meebrengt, en anderzijds om de eiproductie te beïnvloeden. De fysiologische stimulus voor de leg is immers het licht.

Het toepassen van lichtschema's wordt meer en meer gereguleerd vanuit het standpunt van dierenwelzijn. Op dit moment zijn er reeds beperkingen opgelegd bij leghennen, waar er per 24 uur een periode van minimaal 8 uur continu donker moet voorzien zijn. Door deze recente beperkingen zijn er nog onvoldoende onderzoeksgegevens om een vergelijking te maken tussen verschillende lichtpatronen. Bij slachtkuikens zijn op dit moment nog geen beperkingen op gebied van licht- en donkerperiodes van kracht. Hier werd waargenomen dat patronen met toenemende daglengte (van 8u licht tot 23u licht vanaf dag 5 of dag 3) betere resultaten geven met betrekking tot voederverbruik en voederconversie dan (bijna) continu licht (23u/dag) of intermitterend lichtschema's (De Baere, 1999). De korte donkere periode van 1 u dient slechts om de kuikens te gewennen aan duisternis teneinde paniek te vermijden bij een toevallige stroomonderbreking.

3.3.3 Huisvesting

In een vorig hoofdstuk werden de huisvestingssystemen die heden ten dage in de Vlaamse commerciële pluimveehouderij gebruikt worden reeds kort toegelicht (cf. 1.3.2). Zoals elke tak van de commerciële veehouderij is ook deze huisvesting aan voortdurende veranderingen en verbeteringen onderworpen. De recente evoluties wat betreft de immer toenemende aandacht voor het dierenwelzijn en voor milieuaspecten nopen de fabrikanten en de pluimveehouders immers tot deze aanpassingen.

Concreet betekent dit onder meer dat er de laatste decennia meer en meer aandacht is uitgegaan naar droging van de mest. Zo is de bandbeluchting bij batterijstallen, volières en verrijkte kooien reeds goed ingeburgerd en vanzelfsprekend. Deze bandbeluchting laat een snellere droging toe van de mest zodat de ammoniakemissie drastisch kan beperkt worden. Gelijkaardige systemen zullen waarschijnlijk ook hun intrede doen in scharrelstallen. In het kader van de reductie van de ammoniakemissies zal in dit staltype de mestput onder de roosters (cf. 1.3.2) in de toekomst naar alle waarschijnlijkheid meer en meer vervangen worden door een systeem met mestbanden en mestbandbeluchting.

Een andere mogelijke evolutie die weliswaar een minder directe weerslag heeft op de huisvesting maar er toch sterk is aan gerelateerd, is een vermindering van de bezettingsgraad bij slachtkuikens. Deze verminderde bezettingsgraad zal mogelijk worden opgelegd door een Europese regelgeving in het kader van een toenemende aandacht naar het welzijn van slachtkuikens.

Naast de traditionele commerciële pluimveehouderij is er de laatste jaren ook sprake van een commerciële biologische pluimveehouderij. Deze sector is heden ten dage echter nog vrij marginaal ten opzichte van de gangbare, intensieve pluimveehouderij. Door bepaalde trends in de maatschappij is het mogelijk dat deze biologische tak in de komende jaren meer van belang gaat worden. Wat betreft huisvesting wordt er in deze biologische benadering gebruik gemaakt van een aantal afwijkende systemen. Zo komen scharrel- en volièrestallen wel voor, maar ze zullen bijna altijd gecombineerd zijn met een wintergarden en/of vrije uitloop. Een wintergarden is een buitenuitloop die overdekt is en afgeschermd wordt door een windgaas. Bij vrije uitloop hebben de kippen toegang tot een stuk weide of grasland zodat zij een deel van hun tijd doorbrengen in de open lucht. In het buitenland wordt deze vrije uitloop soms nog gecombineerd met verplaatsbare stallen. Bij deze biologische systemen wordt de pluimveehouderij dus meer grondgebonden, in tegenstelling tot de traditionele, intensieve en niet-grondgebonden stalsystemen waarbij de mest van het bedrijf dient afgevoerd te worden. Dit heeft vanzelfsprekend invloed op de nutriëntenbalans.

HOOFDSTUK 4 : MESTSAMENSTELLING

De samenstelling van de door pluimvee vers uitgescheiden mest kan vrij sterk variëren (*cf. 4.1*) en wordt beïnvloed door de samenstelling van het voeder en de gezondheid van het dier (verteringsproblemen). Toepassen van voedermanagement (*cf. Hoofdstuk 3*) kan deze samenstelling en de efficiëntie van de vertering veranderen. Dit aangepast nutriëntengebruik en andere voedertechische ingrepen hebben vanzelfsprekend gevolgen voor de uiteindelijke samenstelling van de pluimveemest. Deze aanpak aan de bron is dan ook één van de drie steunpilaren van het huidige MAP met als doel overtollige en dus milieubelastende nutriëntenuitscheidingen tegen te gaan. Naast voedertechieken kunnen management-technieken ook hun steentje bijdragen aan het terugdringen van overtollige emissies en uitscheidingen en aldus hun invloed hebben op de mestsameinstelling.

4.1 Variaties in mestsameinstelling

In tabel 4.1 worden de richtwaarden voor de samenstelling van kippenmest weergegeven, zoals ze gehanteerd worden in het MAP2bis. Er wordt een onderscheid gemaakt tussen slachtkuikens en de groep bestaande uit legkippen, ouderdieren en opfokpoeljen.

Tabel 4.1 : Richtwaarden voor de samenstelling van kippenmest (MAP2bis)

Afkomst van de dierlijke mest	Vorm van de dierlijke mest	Richtwaarde n N-inhoud (kg/ton)	Richtwaarde n P₂O₅-inhoud (kg/ton)
Legkippen incl. ouderdieren en opfokpoeljen	Vast vochtig (geforceerde bandbeluchting)	20.10	15.60
	Vast droog (geforceerde bandbeluchting + nadroging)	29.80	26.20
	Vaste mest	28.50	18.50
Slachtkuikens	Vaste mest	29.50	18.30

De samenstelling van dierlijke mest in het algemeen is aan grote variatie onderhevig. Ook pluimveemest ontsnapt hier niet aan. In tabel 4.2 wordt de gemiddelde samenstelling samen met de standaarddeviatie van slachtkuikensmest weergegeven voor de verschillende parameters (steeds in kg/ton). Het betreft stalen die door de Bodemkundige Dienst van België ontleed werden in de periode van 1 januari 2000 tot 30 april 2003. Er werd een opsplitsing gemaakt volgens het type strooisel. In figuur 4.1 en 4.2 wordt het totale stikstofgehalte, respectievelijk het fosforgehalte in functie van de droge stof weergegeven. Dezelfde tabel en grafieken werden voor leghennenmest uitgewerkt (tabel 4.3 en figuren 4.3 en 4.4)

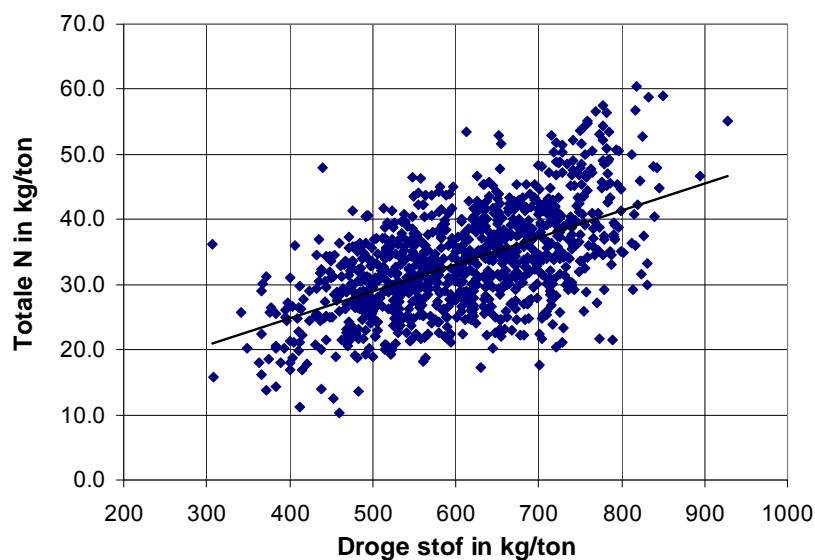
4.1.1 Slachtkuikensmest

In onderstaande tabel wordt een opdeling gemaakt volgens het type strooisel dat in de stal aanwezig was. Tevens wordt het aantal stalen vermeld waarop het gemiddelde berekend werd. Achteraan de tabel 4.2 wordt het gemiddelde over de verschillende types van strooisel heen weergegeven, samen met de standaardafwijking (tussen haakjes).

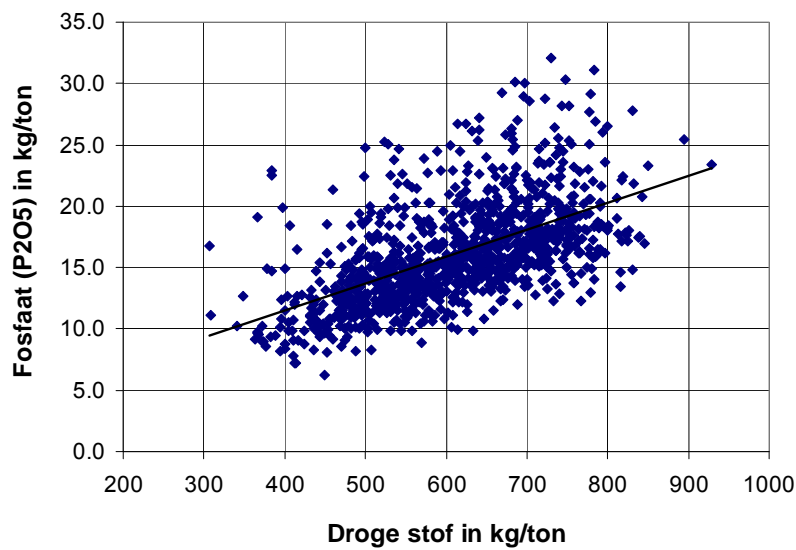
Tabel 4.2 : Gemiddelde samenstelling van slachtkuikmest in kg/ton (stalen genomen in de periode 1/01/2000 tot 30/04/2003). Tussen haakjes is de standaardafwijking vermeld (bron: Bodemkundige Dienst van België)

strooisel	stro	houtkrullen	zagemeel	onbekend	totaal
aantal stalen	312	268	35	426	1041
Droge stof	612,1 (105,8)	607,0 (102,9)	578,3 (111,7)	608,0 (112)	608,0 (107,9)
Organische stof	501,2 (94,3)	503,5 (92,4)	471,1 (100,7)	503,1 (100)	501,6 (96,5)
Totale N	33,8 (8,1)	33,1 (6,7)	30,4 (8,2)	33,6 (8,3)	33,4 (7,9)
Minerale N	5,6 (1,8)	5,6 (2,2)	5,6 (1,7)	5,4 (1,6)	5,5 (1,8)
P ₂ O ₅	16,9 (4,3)	15,3 (3,6)	15,4 (3,7)	16,0 (4,2)	16,1 (4,1)
K ₂ O	21,7 (4,3)	20,6 (4,0)	20,2 (3,7)	20,1 (4,0)	20,7 (4,1)
MgO	8,3 (2,8)	8,3 (2,8)	8,2 (2,2)	8,1 (2,8)	8,3 (2,8)
CaO	18,4 (5,6)	17,1 (5,6)	18,7 (5,2)	18,2 (6,6)	18,0 (6,0)
Na ₂ O	3,7 (1,5)	3,3 (1,1)	3,5 (1,3)	3,2 (1,3)	3,4 (1,3)

In figuur 4.1 en 4.2 wordt de totale N, respectievelijk de fosfor in functie van de droge stof bij slachtkuikmest grafisch weergegeven. In beide grafieken is een stijgende trend af te leiden, weliswaar is er een ruime spreiding zichtbaar.



Figuur 4.1 : Totale N in functie van de droge stof bij slachtkuikmest (stalen genomen in de periode 1/01/2000 tot 30/04/2003) (bron: Bodemkundige Dienst van België)



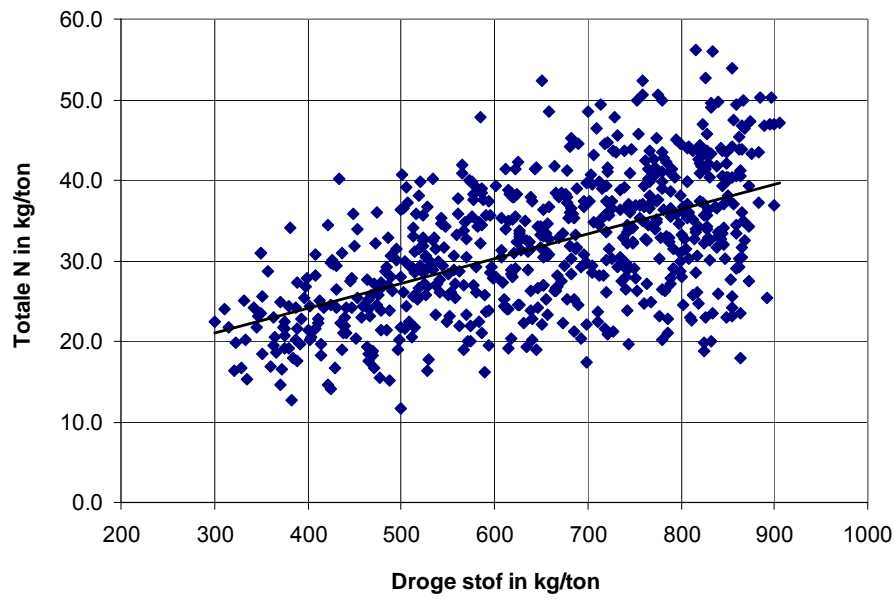
Figuur 4.2 : Fosfor in functie van de droge stof bij slachtkuikenmest (stalen genomen in de periode 1/01/2000 tot 30/04/2003) (bron: Bodemkundige Dienst van België)

4.1.2 Leghennenmest

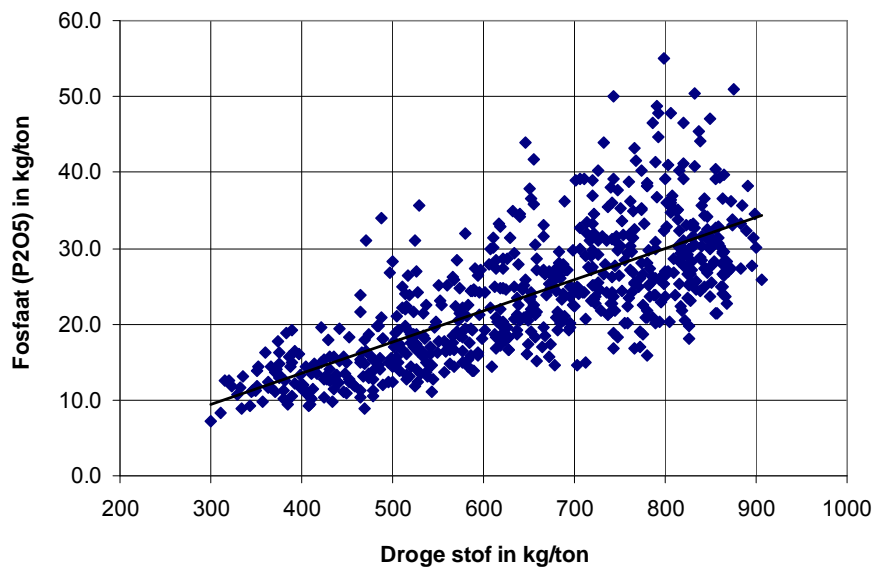
Hetzelfde is weergegeven voor leghennenmest.

Tabel 4.3 : Gemiddelde samenstelling van leghennenmest in kg/ton (stalen genomen in de periode 1/01/2000 tot 30/04/2003) opgedeeld in 3 klassen voor droge stof. Tussen haakjes is de standaardafwijking vermeld (bron: Bodemkundige Dienst van België)

droge stof %	< 50%	50-70%	≥ 70%	totaal
aantal stalen	127	244	280	651
Droge stof	420,1 (51,6)	601,2 (58,9)	795,0 (51,8)	649,2 (152,4)
Organische stof	299,7 (56,8)	433,7 (62,6)	579,2 (63,9)	470,1 (123,0)
Totale N	23,7 (5,2)	31,0 (6,6)	36,2 (7,8)	31,8 (8,3)
Minerale N	5,3 (2,4)	5,4 (1,8)	4,5 (1,8)	5,0 (2,0)
P ₂ O ₅	14,0 (4,0)	21,8 (5,8)	30,0 (7,1)	23,8 (8,6)
K ₂ O	13,0 (3,4)	18,9 (4,1)	24,3 (4,2)	20,1 (5,8)
MgO	5,1 (1,5)	7,7 (2,5)	10,1 (2,8)	8,2 (3,1)
CaO	36,2 (15,3)	50,7 (20,7)	67,6 (19,7)	55,1 (22,7)
Na ₂ O	1,8 (0,9)	2,8 (1,6)	3,7 (1,7)	3,0 (1,6)



Figuur 4.3 : Totale N in functie van de droge stof bij leghennenmest (stalen genomen in de periode 1/01/2000 tot 30/04/2003) (bron: Bodemkundige Dienst van België)



Figuur 4.4 : Fosfor in functie van de droge stof bij slachtkuikenmest (stalen genomen in de periode 1/01/2000 tot 30/04/2003) (bron: Bodemkundige Dienst van België)

4.2 Strooisel

Vooraf het nat worden van het strooisel blijkt in de praktijk een groot probleem bij bedrijven in de pluimveehouderij met grondhuisvesting. Naast grotere ammoniakemissies kan een hogere vochtigheid van de mest leiden tot minder goede technische resultaten (o.a. door hogere ziektedruk en verteringsproblemen), tot kwaliteitsdaling van de producten (meer vuile eieren, borstblaren, ...) en tot welzijnsproblemen (o.a. voetzool- en hakirritaties en borstblaren). Het probleem van het natte strooisel is het grootst rond de voeder- en drinkplaatsen. Dat de oplossing niet onmiddellijk voor de hand ligt, blijkt uit de literatuur omtrent dit thema. Er is een overvloed aan onderzoek om via management, voeder, stalinrichting, ... tot droger strooisel te komen, maar een definitieve oplossing werd nog niet gevonden. Het nat worden van strooisel is immers het resultaat van een combinatie van factoren en zal dus enkel op te lossen zijn door een geïntegreerde toepassing van een aantal maatregelen op gebied van bezettingsgraad, ventilatie, diergezondheid, voederkwaliteit, ... (De Baere, 2003).

4.2.1 Droger strooisel via aangepaste stalinrichting

Door middel van het installeren van een strooiselbeluchting kan een reductie van de ammoniakvervluchtiging bekomen worden doordat het strooisel veel droger gehouden wordt. Bij moederdieren kan zo in vergelijking met traditionele huisvesting zonder strooisel-beluchting een ammoniakreductie tot 30% verkregen worden (van der Haar, 2000). Dit heeft natuurlijk ook zijn invloed op het uiteindelijke totale stikstofgehalte van de afgevoerde mest. Het gehalte zal bij stallen met strooiselbeluchting logischerwijs hoger liggen dan bij de traditionele huisvestingssystemen waar geen extra strooiselbeluchting toegepast wordt.

4.2.2 Alternatieve strooiselmaterialen

Traditioneel is houtkrullen het meest gebruikte strooiselmateriaal in de pluimvee-industrie. Om onder andere te komen tot lagere ammoniakemissies gebeurt er heden ten dage heel wat onderzoek naar alternatieve strooiselmaterialen of toevoegingen aan strooisel met de bedoeling om tot een hoger droge stofgehalte te komen. Zo gebeurt op het Proefbedrijf voor de Veehouderij van de Provincie Antwerpen onderzoek naar het gebruik van een aantal strooiselmaterialen zoals tarwestro, turf, vlasleem en een mengsel van vlasleem en houtkrullen. Dit onderzoek is echter nog lopende zodat hier op dit moment nog geen resultaten kunnen weergegeven worden. Ook het toevoegen van zeoliet aan het strooisel met als doel het strooisel zo droog mogelijk te houden wordt onderzocht.

Clinoptilolieten (Zeolieten) zijn alluminosilicaten met een poreuze structuur die van nature uit negatief geladen is (Orffa, 2002). Door de kationuitwisselingscapaciteit (CEC) kunnen kationen zoals Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ en Na^+ die zich in de holtes van het clinoptiloliet bevinden vervangen worden door ammoniumionen (NH_4^+). Deze kleimineralen hebben verder nog als eigenschap dat ze veel vocht absorberen. Het strooisel zal bijgevolg op het einde van de ronde een goede organische mest zijn met een hoger nutriëntengehalte en betere CEC dan strooisel zonder dit clinoptiloliet. Bij de uitspreiding op het land wordt de omvorming tot nitraten eveneens afgeremd wat ten goede komt aan het milieu en dan vooral het oppervlakte- en grondwater (He, 2002). Toevoeging van kleimineralen aan het strooiselmateriaal kan de ammoniakemissie uit pluimveestallen verlagen wat bijdraagt tot betere omstandigheden voor mens en dier en ook de technische resultaten ten goede komt.

4.3 Voedermanagement

De hoeveelheid aan nutriënten die door de dieren wordt uitgescheiden wordt hoofdzakelijk beïnvloed door de volgende drie factoren: (1) het nutriëntengehalte van het voeder, (2) de efficiëntie waarmee de dieren deze nutriënten omzetten in groei, producten en andere functies en (3) de grootte van de endogene verliezen eigen aan het dier (FASS, 2001). Kort samengevat kan de hoeveelheid uitgescheiden nutriënten dus uitgedrukt worden als volgt:

Nutriëntenuitscheiding = nutriëntenopname – gebruikte nutriënten + nutriënten van endogene oorsprong

Aan de endogene verliezen kan weinig veranderd worden en deze nutriënten zullen dus altijd in de mest terug te vinden zijn. Om de overschotten aan nutriënten in de mest zo veel mogelijk te beperken zal dus de opgenomen hoeveelheid van de verschillende nutriënten zoveel mogelijk de benodigde hoeveelheid dienen te benaderen.

Vanzelfsprekend is het voeder de belangrijkste factor die de mestsameinstelling zal beïnvloeden. Zowel de hoeveelheid voeder en de sameinstelling van het voeder kunnen veranderingen teweegbrengen. Op de manieren waarop het voeder de mestsameinstelling kan beïnvloeden werd in een vorig hoofdstuk reeds uitvoerig ingegaan (*cf.* 3.2 en 3.3). Hieronder worden een aantal gevallen verder uitgewerkt en worden meer gedetailleerde cijfergegevens met betrekking tot dit onderwerp weergegeven.

4.3.1 Fytase en alternatieve fosforbronnen

Het gebruik van fytase en alternatieve fosforbronnen in een aangepast voedermanagement werd reeds uitvoerig in hoofdstuk 3.2.2. besproken.

4.3.2 Voederadditieven

4.3.2.1 Clinoptiloliet / zeoliet

Een veelbelovend voederadditief met betrekking tot het reduceren van de ammoniakemissies is clinoptiloliet (zeoliet). Dit kleimineraal kan niet alleen aan het strooiselmateriaal worden toegevoegd (*cf.* 4.2.1.2), maar kan ook in het pluimveevoeder vermengd worden. Als voederadditief zijn er bovenop het reduceren van ammoniakemissie door het binden van de ammoniumionen via kationuitwisseling nog een aantal bijkomende voordelen aan het gebruik van clinoptiloliet. Door het verminderde NH_4^+ -gehalte in de ingewanden van het pluimvee zal de aanwezige intestinale microflora positief beïnvloed worden waardoor er een beter nutriëntengebruik en minder endogene verliezen zullen zijn (Orffa, 2002). Toevoegingen van clinoptiloliet aan leghennenvoeder wees op een lagere voederomzetting (2,57 bij clinoptiloliet t.o.v. 2,51 bij controle) maar een hoger drogestofgehalte (30,2 t.o.v. 25,2). Een betere eikwaliteit werd bereikt bij toevoeging van 2% clinoptiloliet aan het voeder (Orffa, 2002 en Yannakopoulos, 1998). Bij slachtkuikens leidde het toevoegen van dit kleimineraal aan het voeder tot een beter stikstofgebruik, een hoger drogestofgehalte en gemiddeld bekeken, een vermindering van de ammoniakemissie (*cf.* tabel 4.4).

In het werk van Çabuk (2004) werd een gelijkaardige, significante positieve invloed op ammoniakemissie en drogestofgehalte van de uitwerpselen van de kuikens waargenomen bij het toevoegen van natuurlijk zeoliet aan slachtkuikenvoeder.

Het gebruik van deze of gelijkaardige kleimineralen heeft bijgevolg via de hoger genoemde effecten ook een invloed op de mestsameinstelling. Door het verhogen van het drogestofgehalte zal, indien uitgedrukt in hoeveelheid vers materiaal ook de hoeveelheid mest verlaagd worden. De drogere mest zorgt naast een verlaging van de ammoniakemissie (*cf.* 4.5) ook op het niveau van het welzijn van de dieren in grondstallen een positief effect. Dit door een vermindering van het optreden van onder meer pootletsels en borstblaren.

Tabel 4.4 : Effect van 1,5% clinoptiloliet (zeoliet) in slachtkuikenvoeder (Orffa, 2002)

Leeftijd (Dagen)	Stikstofgehalte mest		Vochtigheid strooisel		Ammoniakemissie		Gewicht	
	(% droge stof)		(%)		(ppm NH ₃)		(kg)	
	Test	Controle	Test	Controle	Test	Controle	Test	Controle
13	2,1	2,7	16,8	16,5	1,5	4,5		
21	3,8	4,3	22,8	21,6	24,5	28,0	0,94	0,89
28	4,1	5,0	23,3	23,0	33,5	30,0	1,60	1,42
35	4,1	4,3	20,2	26,8	26,5	36,5	2,13	1,99
42	4,0	4,6	23,7	32,6	20,0	23,5	2,67	2,36

4.3.2.2 Zink

Een andere manier om de emissie van ammoniak uit de mest tegen te gaan is het toevoegen van zink (Zn) aan het pluimveevoeder. Zoals wordt aangegeven onder 4.5 is het overgrote deel van de stikstof in pluimveemest aanwezig in de vorm van urinezuur. Dit urinezuur wordt omgezet naar ammoniak door tussenkomst van het microbiële enzyme uricase. De werking van dit enzyme wordt geïnhibeerd door de aanwezigheid van zink. Zink zal logischerwijze dan ook de ammoniakemissie sterk terugdringen. Onderzoek door Kim (2004) heeft dan ook bij slachtkuikens de invloed van toevoeging aan het voeder van zink, in de vorm van ZnSO₄ en ZnO, onderzocht. Hij besteedde zowel aandacht aan de prestaties van de dieren als aan de ammoniakemissie uit de mest. Hij concludeerde dat bij toevoeging van zinkoxide (ZnO) aan het voeder de emissie van ammoniak uit de mest aanzienlijk daalde en dat de technische prestaties van de dieren gelijkaardig waren aan deze van dieren met een dieet zonder zinksupplementen. Net als bij andere ammoniakemissie verlagende maatregelen geeft de toevoeging van zinkoxide aan het voeder aanleiding tot een hoger stikstofgehalte van de mest.

4.3.3 Water

4.3.3.1 Watervoorziening

Een goed beheer en gebruik van de watervoorzieningen in de stallen heeft vanzelfsprekend een grote invloed op de mestsameinstelling, en dan vooral op het drogestofgehalte. Door verspilling zal het strooisel immers natter worden waardoor er meer mest zal zijn om af te voeren en waardoor er een grotere ammoniakemissie vanuit de pluimveemest zal plaatsvinden (*cf.* 4.5).

Bij pluimvee worden in principe vier drinksystemen voor water gebruikt: lage capaciteit drinknippels, drinkcup-systemen met hoge capaciteit, drinkgoten en ronde drinkers. Om de verspilling bij elk van deze systemen zo veel mogelijk te beperken moeten deze systemen regelmatig nagekeken en gekalibreerd worden zodat de druk niet te hoog of te laag is en moeten lekken zo snel mogelijk opgespoord en gerepareerd worden.

4.3.3.2 Waterverbruik

Een groter waterverbruik door het pluimvee leidt vanzelfsprekend bijna altijd tot een vochtiger mest en bijgevolg tot een veranderde mestsameinstelling. Het waterverbruik wordt beïnvloed door de voedersameinstelling. Zo zal een voeder met een hoog ruw eiwitgehalte aanleiding

geven tot een groter waterverbruik en dus ook tot iets nattere mest dan bij normaal voeder, onafhankelijk van de omgevingstemperatuur. Er dient echter eveneens belang gehecht te worden aan de afkomst van de gebruikte proteïnen. Zo zal het gebruik van sojameel aanleiding geven tot een hogere wateropname door het pluimvee dan bij dierlijke eiwitten. Dit is vanwege het feit dat sojameel een aantal bestanddelen bevat die verantwoordelijk kunnen zijn voor de verhoogde vochtigheid van de mest zoals vezels, fermenteerbare suikers en kalium (Francesch, 2004). Door de aanwezigheid van niet of moeilijk verteerbare vezels zal immers de viscositeit van de darm- en maaginhoud toenemen waardoor de waterabsorptie bemoeilijkt wordt met als gevolg dat er meer water via de uitwerpselen zal uitgescheiden worden.

Niet enkel de proteïnesamenstelling en –afkomst van het voeder zal het waterverbruik, en dus onrechtreeks het vochtgehalte van de mest, bepalen maar ook de elektrolytenbalans. Normalerwijze wordt de zuur-base verhouding bij pluimvee hoofdzakelijk bepaald door natrium, kalium en chloride in het dieet (DEB, dieet elektrolytenbalans = $\text{Na}^+ + \text{K}^+ - \text{Cl}^-$). Recent onderzoek wees uit dat bij moderne slachtkuikens een optimale DEB voor startvoeder lag tussen 246 en 315 mEq/kg en voor groeivoeder tussen 249 en 257 mEq/kg (Oviedo-Rondón, 2001 en Murakami, 2001). Bovendien werd vastgesteld dat wateropname lineair toeneemt met een toename van DEB en dat deze toename in waterverbruik zichtbaar was in een toenemende stijging van het vochtgehalte van de mest (Francesch, 2004). Het is vooral een overmaat van Na^+ en K^+ die een toename veroorzaken van de vochtigheid van de mest terwijl een overmaat aan Cl^- -ionen geen verband schijnt te hebben met het mestvochtgehalte (Oviedo-Rondón, 2001).

4.4 Huisvesting

Een goede en aangepaste huisvesting is essentieel in de moderne pluimveehouderij. Niet alleen met het oog op een rendabele productie, maar ook uit overwegingen met betrekking tot de mestproblematiek. Het houden van de dieren in oncomfortabele, niet-thermoneutrale omstandigheden zal de voederconsumptie en –benutting immers doen verslechteren en bijgevolg de mestsameinstelling en de nutriëntenexcretie beïnvloeden.

In een vorige paragraaf (1.3.2) werd reeds aangegeven dat er heden ten dage diverse huisvestingssystemen bestaan in de Vlaamse pluimveehouderij. Deze verschillen in huisvesting kunnen in sommige gevallen ook verschillen veroorzaken in mestsameinstellingscijfers. Dit werd in tabel 4.1 reeds aangetoond. Vanwege het toenemende belang van onderwerpen als onder meer ammoniakemissie, dierenwelzijn en de fijn stof-problematiek, worden deze huisvestingssystemen dan ook voortdurend verder ontwikkeld.

Het merendeel van de innovaties in de huisvesting die verband houden met mestsameinstelling, zijn gericht op een terugdringen van de ammoniakemissie uit de pluimveemest en –stal. Op dit aspect zal in 4.5.1 dieper ingegaan worden.

Ook door aangepaste voedersystemen kan de mestsameinstelling beïnvloed worden. Recent werd door Ridder aandrijfsystemen de Scanfeeder voorgesteld, een nieuw type voeder- en drinkstelsel voor slachtkuikens waarbij de voederbakken en drinkers opgehangen worden aan een frame dat door de stal beweegt (Huiden, 2004). Hierdoor zullen de problemen met nat strooisel door een teveel aan mest rond de voedersystemen minder geconcentreerd en dus minder ernstig zijn. Het voeder en water bereikt zo ook bijna elke plek, en in principe dus ook bijna elk kuiken, in de stal waardoor er een grotere uniformiteit zal zijn binnen de toom wat op zich weer zijn voordelen heeft (cf. 3.2.2.3).

Naast voedersystemen hebben natuurlijk ook de watervoorzieningen als deel van de huisvesting mogelijk een invloed op de mestsameinstelling. Dit werd reeds behandeld in 4.3.3.

4.5 Ammoniakemissie

Vanwege de toenemende aandacht voor de beperking van de ammoniakemissie uit pluimveestallen en mestopslagplaatsen wordt hieraan deze aparte paragraaf gewijd. Op diverse andere plaatsen in de tekst werden reeds een aantal oorzaken en remedies omtrent deze emissie aangegeven. Deze handelden echter meer over algemene voedertechische ingrepen om de hoeveelheid uit te scheiden stikstof (en bijgevolg ook ammoniakvrijzetting) te beperken. In deze paragraaf zullen echter een aantal strategieën besproken worden die gebruikt kunnen worden om te verhinderen dat de stikstof die in de mest terecht komt onder de vorm van ammoniak zal vervluchtigen naar de omgeving toe. Dit enerzijds door inspanningen op gebied van huisvesting en anderzijds door managementaanpassingen.

Vooraleer de methodes ter bestrijding of vermindering van de ammoniakemissies besproken worden, eerst een woordje over de vorming van ammoniak. Deze stikstofverbinding komt immers niet of slechts in zeer geringe mate voor in de excretie van pluimvee. De totale hoeveelheid stikstof in de uitwerpselen bestaat voor circa 30 en 70 procent uit respectievelijk onverteerde eiwitten en urinezuur. In pluimveemest kan het vluchtige ammoniak dan door microbiële organismen gevormd worden, vertrekkende vanuit dit urinezuur en de onverteerde eiwitten:

- $\text{Urinezuur} + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{ureum}$
- $\text{Ureum} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO}_2 + \text{NH}_3$ (onder invloed van urease-enzyme)
- $\text{Onverteerd eiwit} \rightarrow \text{NH}_3$

De uiteindelijke emissie zelf zal meer concreet afhangen van het evenwicht in volgende reacties:

- $\text{NH}_4^+ (\text{v}) + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 (\text{v}) + \text{H}_3\text{O}^+$
- $\text{NH}_3 (\text{v}) \rightleftharpoons \text{NH}_3 (\text{g})$
- $\text{NH}_3 (\text{g, mest}) \rightleftharpoons \text{NH}_3 (\text{g, lucht})$

Bij deze omzettingen is de aanwezigheid van micro-organismen van groot belang. Daarnaast zal de omzetting van het urinezuur en onverteerd eiwit naar ammoniak versnellen door hoge temperaturen, toenemende pH en toenemend vochtgehalte van het strooisel.

De kwantificering van deze stikstofverliezen via vervluchtiging is een moeilijke zaak. Hiervoor kunnen twee verschillende invalshoeken gekozen worden. Enerzijds kan deze stikstofemissie berekend worden door gebruik te maken van absolute emissiefactoren. Hierbij wordt er, naar analogie van de mestuitscheidingscijfers, een schatting gemaakt van hoeveel kg NH_3 er per dier(plaats) en per jaar kan verloren gaan in de verschillende omstandigheden (stal, opslag, toediening, ...). Om de totale emissie te bekomen dienen deze factoren vervolgens vermenigvuldigd te worden met het aantal aanwezige dieren. Het bepalen van deze absolute emissiefactoren om tot een eenduidig resultaat te komen is echter niet zo eenvoudig in de praktijk. Er zijn immers een heleboel externe factoren (*cf. infra*) die deze emissie kunnen beïnvloeden en die niet in deze absolute emissiefactoren kunnen opgenomen worden.

De andere invalshoek is het gebruik van relatieve emissiefactoren. Bij deze methode wordt een schatting van de emissie weergegeven uitgedrukt in procent van de aanwezige stikstof in de mest. Hierdoor kunnen wel factoren als voedertypes, zoötechnische karakteristieken, huisvestingssystemen, ... worden ingecalculereerd. Hierdoor zijn er wel grote verschillen mogelijk tussen de verschillende praktijksituaties. In een vorig onderzoeksproject (VLM, 2001) is er sprake van een model waarmee de ammoniakemissie van veeteeltinrichtingen kan berekend worden. Voor pluimvee varieerden de relatieve emissiefactoren die op die manier berekend werden van 9 tot 34 procent.

Indien er maatregelen getroffen worden met als doel een vermindering van de ammoniakvervluchtiging te bekomen zal dit natuurlijk ook gevolgen hebben voor de mestsameinstellingscijfers voor pluimvee. Ten eerste omdat men de emissie wil terugdringen door het

totale stikstofgehalte van de uitwerpselen te doen dalen waardoor de mestsameinstelling vanzelfsprekend anders zal zijn dan vóór het invoeren van zulke maatregelen het geval was. Ten tweede wil men ook de hoeveelheid NH₃ die nog effectief uit de mest gaat vervluchtigen verminderen. Voor de mestuitscheidingscijfers heeft dit tweede punt tot gevolg dat de hoeveelheid stikstof (inclusief ammoniak) die uiteindelijk achterblijft in de mest zal toenemen. Doordat deze vormen in de praktijk makkelijker en beter analyseerbaar en dus beter kwantificeerbaar zijn dan de vluchtige ammoniakemissies zal de nauwkeurigheid van de mestuitscheidingscijfers verhogen en zullen de hoeveelheden die vroeger geëmitteerd, maar nu in de mest vastgelegd blijven, correcter berekend worden dan tot nu toe het geval was, wat misschien invloed kan hebben op de sameinstellingcijfers.

Daarnaast is er ook meer en meer aandacht voor het gebruik van luchtwassers. Deze remediërende maatregel zal de ammoniak die reeds gevormd werd uit de stallucht “wassen” wanneer deze “ammoniaklucht” de stal verlaat. Dit wassen van de lucht kan op twee verschillende manieren gebeuren (Zoons, 2004):

- Chemisch : $2 \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2 \text{NH}_4^+ + \text{SO}_4^{2-}$
- Biologisch : $\text{NH}_3 \rightarrow \text{NO}_2^-$ en/of NO_3^-

4.5.1 Ammoniakemissie en huisvesting

Dat in de pluimveehouderij de mate van ammoniakemissie gerelateerd is aan het type van huisvesting is reeds langer bekend. Dit was in het verleden dan ook het onderwerp van een project van de administratie Wetenschap en Innovatie van het Departement Wetenschap, Innovatie en Media van het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap. Zo werden in 1996 in een gezamenlijk project van de Bodemkundige Dienst van België, het laboratorium voor Bos, Natuur en Landschap van de K.U.Leuven en het Laboratorium voor Agrarische Bouwkunde van de K.U.Leuven een aantal stalconcepten voorgesteld die tot een vermindering van de ammoniakemissie kunnen leiden. In deze “Bijdrage tot de uitbouw van beleidsmaatregelen voor de reductie van de ammoniakuitstoot door de landbouw in Vlaanderen” worden een aantal Groen Label stalconcepten voorgesteld en wordt de bijhorende ammoniakemissie gespecificeerd. In deze concepten kunnen twee methodes onderscheiden worden om tot deze reductie te komen. Enerzijds wordt de eiwit/ammoniak-omzetting vertraagd door het drogen van de mest of het verlagen van de temperatuur van de mest en anderzijds kan de ammoniakvrijzetting vertraagd worden door het snel verwijderen van de mest uit de stal naar een afgesloten ruimte.

4.5.1.1 Lijst van stalsystemen voor ammoniakemissiereductie

Onder andere de onderzoeksresultaten uit het hierboven vermelde project hebben uiteindelijk geleid tot een officieel standpunt betreffende de huisvesting van pluimvee met betrekking tot de ammoniakemissie. Denken we hierbij aan het Koninklijk Besluit (KB 14/10/2004) omtrent de “lijst van stalsystemen voor ammoniakemissiereductie”, waarbij men een daling verwacht van stalemissies tot 40 à 50%.

In dit Koninklijk Besluit worden een reeks van systemen voorgesteld die de emissie van ammoniak uit stallen dienen terug te dringen. Een overzicht van deze lijst, samen met de desbetreffende emissiefactoren en het gebruik van de systemen in de praktijk wordt in tabel 4.5 weergegeven. Deze systemen moeten verplicht opgenomen worden in nieuwbouw en verbouwingen van stallen. Concreet voor pluimvee zijn er reeds emissiearme stallen voor de huisvesting van opfokpoeljen voor leghennen, leghennen, (groot)ouderdieren voor leghennen en slachtkuikenouderdieren. Voor slachtkuikens en opfokpoeljen voor slachtkuikenouderdieren zijn er op dit moment nog geen emissiearme stalsystemen gedefinieerd in deze wetgeving.

Tabel 4.5 : Lijst van stalsystemen voor ammoniakemissiereductie (Bron: Belgisch Staatsblad, 2004)

Categorie	Maximale emissiecijfer kg NH ₃ / jaar x plaats	Huisvestingssysteem	Emissie- cijfer kg NH ₃ / jaar x plaats	Voorkomen in de praktijk
Opfokpoeljen van legkippen - kooi- of batterij-systemen	0,023	Mestbandbatterij voor natte mest met afvoer naar een gesloten opslag	0,020	Weinig
		Compactbatterij met afvoer naar een gesloten mestopslag (twee maal per dag afvoer)	0,011	Weinig
		Mestbandbatterij voor droge mest met geforceerde mestdroging	0,020	Veel
		Mestbandbatterij met geforceerde mestdroging, belucht met 0,4 m ³ lucht per opfokken per uur; mestafdraaien per vijf dagen, de mest heeft dan een drogestofgehalte van minimaal 55%	0,006	Veel
		Mestbandbatterij met geforceerde mestdroging in combinatie met een droogtunnel en/of droogvloer	0,010 ⁽¹⁾	Niet gespecificeerd
Opfokpoeljen van legkippen - niet-kooisystemen	0,085	Volièreopfokhuisvesting, minimaal 50% van de leefruimte is rooster, met daaronder een mestband. Mestbanden minimaal eenmaal per week afdraaien. Roosters minimaal in twee etages	0,050	Weinig
Legkippen incl. (groot)ouderdieren van legrassen - kooi- of batterijsystemen	0,050	Kooi (indien voor leghennen: verrijkte kooi) voor natte mest met afvoer naar een gesloten mestopslag	0,035 ⁽¹⁾	Niet gespecificeerd
		Kooi (indien voor leghennen: verrijkte kooi) waarvan de natte mest 2 maal daags door middel van mestschuiven en een centrale mestband afgevoerd wordt naar een gesloten opslag	0,020 ⁽¹⁾	Niet gespecificeerd
		Kooi (indien voor leghennen: verrijkte kooi) voor droge mest met geforceerde mestdroging	0,035 ⁽¹⁾	Niet gespecificeerd
		Kooi (indien voor leghennen: verrijkte kooi) met geforceerde mestdroging, belucht met 0,7 m ³ lucht per dier per uur. Mest afdraaien per vijf dagen; de mest heeft dan een droge stofgehalte van minimaal 55%	0,010 ⁽¹⁾	Niet gespecificeerd
		Kooi (indien voor leghennen: verrijkte kooi) met mestbandbeluchting en droogtunnel	0,015 ⁽¹⁾	Niet gespecificeerd
Legkippen incl. (groot)ouderdieren van legrassen - niet-kooisystemen	0,158	Grondhuisvesting met beluchting onder gedeeltelijk verhoogde roostervloer (perfosysteem)	0,110	Nauwelijks
		Grondhuisvesting met mestbeluchting via buizen onder de roosters	0,125	Niet gespecificeerd
		Volièrehuisvesting, minimaal 50% van de leefruimte is rooster met daaronder een mestband. Mestbanden minimaal eenmaal per week afdraaien. Roosters minimaal in twee etages (voor nageschakelde technieken)	0,090	Steeds meer
Slachtkuiken-ouderdieren	0,290	Groepskooi voorzien van mestband en geforceerde mestdroging	0,080	Gunstig
		Volièrehuisvesting met mestbeluchting	0,170	Gunstig
		Volièrehuisvesting met geforceerde mest- en strooiseldroging	0,130	Gunstig
		Grondhuisvesting met mestbeluchting van bovenaf	0,250	Niet gespecificeerd
Opfokpoeljen van slachtkuiken-ouderdieren	-	Nog geen emissiearm systeem vastgelegd	-	-
Slachtkuikens	-	Nog geen emissiearm systeem vastgelegd	-	-

(1) indicatief, nog verder te bepalen

4.5.1.2 Innovaties

Vanwege de toenemende belangstelling voor het terugdringen van de ammoniakemissie uit pluimveestallen wordt steeds verder onderzoek gedaan naar nieuwe stalsystemen. Een veelbelovend project op dit terrein is die van het gebruik van mestbanden onder de roosters bij stallen voor (slachtkuiken)ouderdieren. De meeste slachtkuikenouderdieren worden nu immers gehouden in traditioneel ingerichte scharrelstallen met strooisel en rooster. Voor deze systemen geldt een emissiewaarde voor ammoniak van 580 gram per dierplaats en per jaar. Bij het aanbrengen van mestbanden onder de roosters kon men de emissie beperken tot 263 gram per dierplaats per jaar indien men tweemaal per week de mest afdraaide (van Emous, 2004a). De mest op de mestbanden wordt hierbij niet belucht.

In Nederland werd, onder meer in opdracht van ministerie van LNV, in dit kader onderzoek verricht naar de ammoniakuitstoot bij slachtkuikens die in het Vencomatic Broiler System (VBS) werden ondergebracht. Hier worden de slachtkuikens niet in één grote groep op de grond gehuisvest maar wel op verschillende stellingen met meerdere etages. Elke etage vormt hierbij een aparte ruimte met voeder- en watervoorzieningen. De kuikens zitten rechtstreeks op een transportband die bedekt is met strooisel. Deze band wordt op het einde van de ronde gebruikt om én de kuikens (mechanisch vangen) én de mest van de stelling af te draaien. De etages kunnen door hun beperkte breedte beter en met minder lucht kunnen worden geventileerd dan dit in traditionele stallen het geval is doordat in deze laatste de afstand tussen ingaande en af te voeren lucht veel groter is. In het onderzoek was de uitstoot van ammoniak uit dit systeem met 75% gereduceerd ten opzichte van de norm van 80 gram NH₃ die in de Regeling Ammoniak en Veehouderij werd opgenomen in Nederland voor het traditioneel stalsysteem (Hol, 2005).

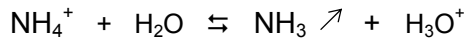
4.5.1.3 Kostprijs

Om de pluimveestallen te laten voldoen aan de nieuwste wetgevingen in verband met de ammoniakemissie zijn extra huisvestingskosten vereist, hetgeen vanzelfsprekend een belangrijke factor is in de haalbaarheid van bepaalde maatregelen. Een Nederlands onderzoek heeft uitgewezen dat deze extra kosten kunnen variëren van een lichte kostenbesparing tot een verhoging van de kost met 100% (Animal Sciences Group, 2005). Deze kosten zijn afhankelijk van de betreffende diercategorie, het gebruikte huisvestingssysteem en de huidige marktprijzen voor de verschillende systemen. De kosten op gebied van huisvestingsystemen in stallen met kooihuisvesting voor leghennen stijgen met 5 tot 50% afhankelijk of er gekozen wordt voor alleen beluchten of voor gebruik van een chemische luchtwasser. Voor leghennen in alternatieve huisvesting, zoals een scharrel- of volièrestal, zijn de extra jaarlijkse kosten voor het reduceren van de ammoniakemissie zeer verschillend. Volièrehuisvesting geeft ten opzichte van traditionele scharrel zelfs lagere kosten, van 6 tot 12%, afhankelijk van wel of niet beluchten van de mestbanden. In een scharrelstal zorgen de emissie beperkende maatregelen voor een kostenstijging van 5 tot 37%. In stallen voor slachtkuikenouderdieren stijgen de extra jaarlijkse kosten ten opzichte van de standaardstal met bijna 22% tot meer dan 100%, afhankelijk van strooiselstal, volièrehuisvesting, wel of niet beluchten van het strooisel of verrijkte kooien. Bij slachtkuikens is de stijging ruim 19% tot bijna 100% ten opzichte van een traditionele stal.

4.5.2 Management

4.5.2.1 Verzuring van de mest

Ammoniakvervluchtiging uit de mest gebeurt via het evenwicht met ammoniumionen:



Door de mest te verzuren zal de pH dalen en zullen er meer H⁺-ionen aanwezig zijn. Hierdoor zal bovenstaand evenwicht verschuiven naar links en zal bijgevolg ook de NH₃-vervluchtiging afnemen. Hiervoor kan onder meer aluminiumsulfaat gebruikt worden. Indien opgelost in de mest zal het sulfaat immers binden met de ammoniumionen waardoor een wateroplosbare meststof ontstaat. Het aluminium zal binden met fosfaat uit de mest en zo een nieuwe fosfaatverbinding vormen die slecht wateroplosbaar is en dus ook de fosfaatuitloop beperken. Naast aluminiumsulfaat bestaan ook nog een aantal andere substanties die men bij slachtkuikens aan de mest of het strooisel kan toevoegen met als doel om de ammoniakvervluchtiging tegen te gaan. Het gaat hier onder meer om aluminiumchloride en ijzersulfaat, dewelke de ammoniakconcentratie (ppm) in de stal na 42 dagen met respectievelijk 97,2% en 90,77% terugdrongen in vergelijking met de controle (Choi, 2004). Daarnaast zullen deze stoffen eveneens de fosforoplosbaarheid terugdringen, waardoor bij bemesting er minder fosfaatuitspoeling zal voorkomen.

4.5.2.2 Vochtgehalte van de mest

De vrijstelling van ammoniak wordt bevorderd bij toenemend vochtgehalte van de mest of het strooisel. Water is immers onmisbaar bij de hydrolyse van urinezuur tot ureum en verder tot ammoniak (cf.4.5). Vooral bij vochtgehaltes tussen 40 en 60% is er een grote omzetting naar ammoniak en bijgevolg eveneens een grotere ammoniakemissie. Het is dan ook nodig dat het vochtgehalte van de mest en het strooisel zo laag mogelijk wordt gehouden. Met het oog op een minimale ammoniakemissie wordt in de praktijk dan ook getracht om de mest zo snel mogelijk te drogen door onder andere gebruik te maken van een goede beluchting van het strooisel of door een gerichte mestdroging.

4.5.2.3 Temperatuur

De emissie van ammoniak neemt toe bij stijgende temperaturen. Dit vanwege een toenemende biologische en enzymatische activiteit. Bovendien zal de diffusie van ammoniak uit dieper gelegen zones in de mestopslag naar de oppervlakte eveneens verbeteren. Deze temperatuursafhankelijkheid is ook (deels) de oorzaak tussen de verschillende emissies en mestsameinstellingen die worden waargenomen in de zomer en in de winter. En dan vooral bij mestopslagplaatsen in open lucht.

4.5.2.4 Afremmen microbiële afbraakprocessen

Deze micro-organismen kunnen in hun activiteit geremd worden, enerzijds door een snelle droging van de mest waardoor water wordt onttrokken aan het reactiemiddel of anderzijds door de beschikbaarheid van zuurstof te beperken. Deze beperking kan enerzijds gebeuren door ervoor te zorgen dat er bij mestopslag een zo klein mogelijk emitterend oppervlakte is. Anderzijds door de mest af te dekken (met stro, ...) tijdens opslag (Kephart, 2004).

4.5.3 Invloed op andere factoren

Naast de emissie van ammoniak zijn er ook nog andere gasvormige verliezen uit (dierlijke) mest mogelijk. Meer concreet gaat het dan vooral om N_2O (lachgas) en CH_4 (methaan) welke beide broeikasgassen zijn. Afhankelijk van de manier waarop de reductie van ammoniakvervluchtiging wordt gerealiseerd zullen de gevolgen voor lachgas- en methaanvervluchtiging verschillen. Zo zal de invoering van eiwitarme, en dus ook N-arme, voeders (cf. 3.2.3) de algehele N-excretie door de dieren verlagen en bijgevolg ook die van N_2O . De mate van de potentiële reductie van NH_3 - en N_2O -emissie wordt geschat op ongeveer 10 à 20%, afhankelijk van het diertype (Brink *et al.*, 2001). Door de verschillende mechanismen van vorming van ammoniak en lachgas is de afname van beide emissievormen ten gevolge van het voeder met verminderd eiwitgehalte niet noodzakelijk even groot. Zoals in 4.5.1 reeds werd aangegeven kunnen de gasvormige emissies worden teruggedrongen via bepaalde aanpassingen aan de huisvesting van het pluimvee. Wanneer het terugdringen van de ammoniakemissie gebeurt via verwarmde beluchting of droging van de mest zal de emissie van lachgas echter toenemen met een factor 10 (Brink *et al.*, 2001). Daarnaast zal er ook een toename zijn van de lachgasvervluchtiging omdat door een verminderde ammoniakemissie de mest simpelweg een hoger N-gehalte heeft. Verder onderzoek is hierin echter gewenst vooraleer er definitieve conclusies kunnen getrokken worden over dit onderwerp.

HOOFDSTUK 5 : MESTUITSCHEIDING

5.1 Mestproductie

Om de problematiek in verband met mestproductie te schetsen wordt in tabel 5.1 per diercategorie een overzicht gegeven van het aantal dieren en de dierlijke productie in 2001 tot en met 2006 voor pluimvee. Globaal is er een dalende trend waar te nemen in elk van de verschillende diercategorieën. Deze daling is het sterkst bij de slachtkuikens, waar er in 2006 16,3 % minder dieren waren in vergelijking met 2001. Bij de legkippen en de opfokpoeljen ervan was de daling respectievelijk 13,3 en 15,6%. Bij de slachtkuikenouderdieren en hun opfokpoeljen was de daling met respectievelijk 6,21 en 6% minder uitgesproken. De cijfers met betrekking tot de productie van stikstof en fosfaat door deze dieren kennen vanzelfsprekend eenzelfde verloop.

Tabel 5.1 : Vergelijking van de netto dierlijke productie in productie jaren 2001 t.e.m. 2005 in Vlaanderen (bron Mestbank 2002, 2003 en 2004 en Voortgangsrapport 2006).

Diercategorie		2001	2002	2003	2004	2005
Legkip incl. (groot)ouderdieren	aantal dieren	8.826.983	8.493.923	8.189.150	7.963.409	7.649.789
	kg N	6.044.829	5.834.420	5.588.336	5.418.873	5.161.011
	kg P ₂ O ₅	3.962.213	3.732.099	3.594.226	3.501.893	3.305.758
Opfokpoeljen legkip	aantal dieren	2.826.840	3.027.013	2.697.517	2.476.710	2.384.857
	kg N	1.018.349	1.091.040	966.610	894.066	851.203
	kg P ₂ O ₅	590.205	632.061	561.190	513.779	486.918
Slachtkuikens	aantal dieren	17.612.459	17.340.472	15.301.139	15.415.299	14.740.420
	kg N	10.311.836	10.223.146	8.827.415	9.050.518	8.634.013
	kg P ₂ O ₅	3.468.074	3.308.190	2.820.698	2.922.725	2.775.789
Slachtkuiken- ouderdieren	aantal dieren	1.366.186	1.369.079	1.316.274	1.316.899	1.281.357
	kg N	1.607.138	1.599.827	1.537.151	1.517.756	1.479.192
	kg P ₂ O ₅	940.642	933.697	892.129	886.869	863.773
Opfokpoeljen slachtkuiken- ouderdieren	aantal dieren	630.052	601.113	657.924	575.601	591.778
	kg N	285.256	275.499	300.855	266.526	269.129
	kg P ₂ O ₅	160.605	154.647	167.861	148.156	148.418

In tabel 5.2 werd een vergelijking gemaakt van de opeenvolgende productie jaren. Er is algemeen een daling in productie merkbaar, zeker voor het productiejaar 2003. De sterke daling voor dat jaar is echter deels te wijten aan de crisis rond de aviaire influenza in de eerste helft van 2003. De verwachting voor het jaar 2004 was om terug een kleine stijging ten opzichte van 2003 te zien van het aantal dieren. In de realiteit kwam deze stijging er echter niet. De dalende trend in het aantal dieren werd immers ook in 2004 en daarna verder gezet, zij het minder uitgesproken dan in 2003.

Tabel 5.2 : Evolutie netto dierlijke productie 2002 t.o.v. 2001 en 2003 t.o.v. 2002 uitgedrukt in %. (bron: Voortgangsrapport Mestbank 2004 en 2006)

Diercategorie	evolutie 2002 t.o.v. 2001			evolutie 2003 t.o.v. 2002			evolutie 2005 t.o.v. 2004		
	aantal dieren	kg N	kg P ₂ O ₅	aantal dieren	kg N	kg P ₂ O ₅	aantal dieren	kg N	kg P ₂ O ₅
Legkip incl. (gr)ouderd.	-3,7	-3,5	-5,7	-3,6	-4,2	-3,8	-3,94	-4,76	-5,6
Opfokpoeljen legkip	4,8	4,8	4,8	-8,9	-9,5	-9,2	-3,71	-4,79	-5,23
Slachtkuikens	-1,2	-0,5	-4,1	-12,1	-14,0	-15,2	-4,38	-4,6	-5,03
Slachtkuiken-ouderdieren	0,2	-0,5	-0,7	-3,9	-3,9	-4,5	-2,70	-2,54	-2,6
Opfokpoeljen slk.ouderd.	-2,9	-1,6	-1,9	7,5	7,2	6,5	2,81	0,98	0,18
Totaal Pluimvee	-1,3	-1,1	-3,8	-8,7	-9,6	-8,4	-4,15	-4,84	-5,37

5.2 Huidige berekeningsmethoden mestproductie voor pluimveehouders

Sinds 2000 bestaan er (onder andere) voor de pluimveehouders vier manieren om aan de mestaangifte te voldoen. Ten eerste de traditionele manier via het toepassen van forfaitaire uitscheidingscijfers per diercategorie zodat door het aantal dieren hiermee te vermenigvuldigen de totale nutriëntenproductie direct gekend is. Er kan daarnaast ook afgeweken worden van de forfaitaire uitscheidingscijfers door de reële uitscheidingscijfers te berekenen door middel van het toepassen van een mestuitscheidingsbalans.

In tabel 5.3 wordt een overzicht gegeven van het gebruik in de praktijk van de verschillende mogelijkheden die beschikbaar zijn om de mestproductie voor pluimvee te berekenen. Uit deze tabel kan ook de evolutie van het gebruik van de verschillende methodes afgeleid worden. Hierin komen een aantal zaken naar voor. Zo zijn er tussen 2000 en 2004 veel leghennenbedrijven overgeschakeld van de forfaitaire regeling naar de convent, waarbij nu ongeveer 80% van de bedrijven (met 50% van de dieren) volgens deze laatste methode werkzaam is. Daarnaast is er ook een stijging waar te nemen in het aantal entiteiten dat met regressie werkt, waarbij uit het aantal dieren kan afgeleid worden dat het vooral grotere bedrijven zijn die deze overstap gemaakt hebben. Opvallend was ook de afname van het aantal leghennen- en opfokbedrijven (leg min 24%, opfok min 32%) waarbij ook het aantal dieren in beide categorieën afnam met ongeveer 20% tussen 2000 en 2004. Het blijken dus vooral de kleinere bedrijven te zijn die verdwenen zijn.

Wat betreft de slachtkuikens zijn er ook een aantal verschuivingen waar te nemen. Zo schommelt de situatie tussen de verschillende periodes nogal wat betreft de bedrijven met een forfaitaire aangifte. Wat betreft 2004 kan opgemerkt worden dat de aangiftes van de grote bedrijven verschuiven van het convent naar de forfaitaire methodes in vergelijking met 2002, hoewel de regressiemethode toch nog steeds de meest gebruikte balansmethode blijft voor de slachtkuikenbedrijven. Over deze periode zijn zowel het aantal gehouden kuikens als het aantal entiteiten met ongeveer 20 procent afgenomen.

In het geval van de slachtkuikenouderdieren en de opfokpoeljen van deze categorie is er van 2000 tot 2004 een graduele afname van forfaitaire aangiften in het voordeel van de regressiemethode merkbaar. Veruit het grootste deel van de bedrijven, ongeveer 80%, blijft echter de forfaitaire methode gebruiken. Ook bij deze 2 categorieën wordt een afname van het aantal entiteiten vastgesteld met 20%.

Tabel 5.3 : Gebruik van de verschillende uitscheidingsbalansen voor productiejaar 2000, 2002 en 2004 (Mestbank, 2001, 2003 en 2006)

Diercategorie	Balanstype	2000		2002		2004	
		Aantal entiteiten (% per diercategorie)	Aantal dieren (% per diercategorie)	Aantal entiteiten (% per diercategorie)	Aantal dieren (% per diercategorie)	Aantal entiteiten (% per diercategorie)	Aantal dieren (% per diercategorie)
Legkip incl. (gr)ouderdieren	Forfait	85,92	76,68	76,32	58,40	15,23	27,96
	Convenant	12,02	18,45	20,43	33,59	77,55	51,57
	Regressie	2,05	4,87	3,25	8,01	7,23	20,46
Opfokpoeljen legkip	Forfait	99,57	99,12	98,11	97,34	96,30	89,44
	Regressie	0,43	0,88	1,89	2,66	3,70	10,56
Slachtkuikens	Forfait	32,29	19,34	24,73	11,81	38,00	37,94
	Convenant	35,43	37,05	35,97	36,31	22,12	9,50
	Regressie	32,10	43,16	39,10	51,41	39,65	52,05
	Voedertechniek	0,19	0,45	0,20	0,46	0,24	0,51
Slachtkuiken-ouderdieren	Forfait	75,00	77,23	74,83	77,40	69,29	69,67
	Regressie	25,00	22,77	25,17	22,60	30,71	30,33
Opfokpoeljen slk.ouderd.	Forfait	88,61	86,13	84,93	80,35	81,25	73,52
	Regressie	11,39	13,87	15,07	19,65	18,75	26,48

5.2.1 Forfaitaire uitscheidingscijfers

Bij de berekening van de productie van pluimveemest moet bij deze aangiftevorm vertrokken worden vanuit de bij wet vastgelegde forfaitaire uitscheidingshoeveelheden, uitgedrukt in kg difosforpentoxide en kg stikstof per dier per jaar. Deze cijfers dienen vermenigvuldigd te worden met het aantal aanwezige dieren tijdens het betreffende jaar. De concrete cijfers staan vermeld in tabel 5.5 onder hoofdstuk 5.2.5.

Op het einde van 2006 verscheen in het Belgisch Staatsblad het nieuwe mestdecreet. Dit Decreet van 22/12/2006 houdende de bescherming van water tegen verontreiniging door nitraten uit agrarische bronnen, wacht op het moment van dit schrijven nog op een concrete invulling door middel van uitvoeringsbesluiten. Wel werd al een overzicht gegeven van de nieuwe forfaitaire mestuitscheidingscijfers voor, onder meer, pluimvee. Deze werden eveneens in tabel 5.5 opgenomen.

5.2.2 Mestuitscheidingsbalans subtype "veevoederconvenant"

De veevoederconvenant is voor 2003-2004 eigenlijk een nog voorlopige Milieu Beleids Overeenkomst (MBO) met de Vlaamse overheid. Bij dit type mestuitscheidingsbalans mag men enkel en alleen gebruik maken van fosforarm voeder (*cf. tabel 5.4*) dat bovendien werd aangekocht bij een mengvoederfirma die voorkomt op de lijst van de "convenant laagfosforvoeder" voor deze diersoort voor het betreffende jaar. Voor de uiteindelijke berekening van de productie van de pluimveemest op de veeteeltinrichting moet dan (voor alle pluimvee) worden uitgegaan van bepaalde wettelijk vastgelegde reële uitscheidingshoeveelheden, uitgedrukt in kg difosforpentoxide (fosfaat) en kg stikstof per dier en per jaar. Deze concrete uitscheidingscijfers zullen wat betreft fosfor lager zijn dan de forfaitaire cijfers en staan vermeld in tabel 5.5 onder hoofdstuk 5.2.5.

Tabel 5.4 : voedersameinstellingen binnen subtype veevoederconvenant

Beschouwde diersoort (mestdecreet)	Omschrijving in de veevoederconvenant	Voedersameinstelling, geattesteerd door fabrikant (kg totaal P / ton voeder)
Legkippen (incl. (groot)ouderdieren-legkippen)	Legkippen	5
Slachtkuikens	Braadkippen tot 2 weken	6
	vanaf 2 weken	5,5

Uit de gegevens in tabel 5.4 kan besloten worden dat de laagfosforvoeders in Vlaanderen voor slachtkuikens reeds tot 9% onder de BBT-voeders uit tabel 3.1 zitten. Ten opzichte van de voeders die in 1997 door de TWUN als referentie gebruikt werden, lopen deze verschillen zelfs op tot 20%. Het is dan ook vanzelfsprekend dat er hiervoor nieuwe uitscheidingscijfers werden bepaald.

5.2.3 Mestuitscheidingsbalans subtype “regressierechte”

Bij deze manier van berekening van de productie van de pluimveemest wordt gebruik gemaakt van de “reële” uitscheidingsnormen, uitgedrukt in kg difosforpentoxide (fosfaat) en kg stikstof per dier en per jaar, volgens de vastgelegde regressierechten. Hierbij dient de pluimveehouder het verbruik van fosfor (P) en ruw eiwit (RE) per dier en per jaar te kennen. Met andere woorden dienen de gehalten aan P en RE aanwezig in het voeder gekend te zijn samen met de hoeveelheid verbruikt voeder. De regressierechten voor de verschillende pluimveecategorieën staan vermeld in tabel 5.5.

5.2.4 Mestuitscheidingsbalans subtype “andere voeder- en/of exploitatietechniek”

Bij deze manier wordt de reële fosfaat- en stikstofuitscheiding berekend als volgt: aanvoer – afvoer + begintoestand – eindtoestand. Hierbij worden alle termen uitgedrukt in respectievelijk kg fosfaat en kg stikstof. Bij deze berekening gelden volgende definities:

- Aanvoer: hoeveelheden fosfaat en stikstof die via het voeder in de loop van het jaar op het bedrijf zijn verbruikt voor de beschouwde diersoort.
- Afvoer: hoeveelheden fosfaat en stikstof die via dieren en dierproducten in de loop van het jaar van het bedrijf zijn afgevoerd voor de beschouwde diersoort.
- Begintoestand: de hoeveelheden fosfaat en stikstof aanwezig op het bedrijf op 1 januari van het betreffende jaar voor de beschouwde diersoort.
- Eindtoestand: de hoeveelheden fosfaat en stikstof aanwezig op het bedrijf op 31 december van het betreffende jaar voor de beschouwde diersoort.

Deze begrippen worden in het besluit van de Vlaamse Gemeenschap aangaande mestuitscheidingsbalansen nog verder toegelicht.

Indien voor deze manier van mestuitscheidingsbalans wordt gekozen, dient de producent of gebruiker deze balans bovendien op te stellen voor minimaal 3 opeenvolgende jaren.

5.2.5 Overzicht van de verschillende berekening van de mestuitscheidingscijfers

Tabel 5.5 : Mestuitscheidingscijfers per dier voor pluimvee (bij wet vastgelegd)

		Type mestuitscheidingsbepaling			
		Forfaitair		Mestuitscheidingsbalans	
Diercategorie	Aard nutriënten	MAP II	Mestdecreet 2006	Veevoeder-convenant	Regressierechte
Legkippen (incl. (groot)ouderdieren)	Kg P ₂ O ₅ /jaar	0,49	0,35	0,37	$Y_P = 2,03 X_P - 0,115$
	Kg N/jaar	0,69	0,70	0,69	$Y_N = 0,16 X_N - 0,434$
Opfokpoeljen van legkippen	Kg P ₂ O ₅ /jaar	0,21	0,18	/	$Y_P = 2,33 X_P - 0,064$
	Kg N/jaar	0,36	0,35	/	$Y_N = 0,16 X_N - 0,107$
Slachtkuikens	Kg P ₂ O ₅ /jaar	0,29	0,22	0,18	$Y_P = 2,25 X_P - 0,221$
	Kg N/jaar	0,62	0,58	0,62	$Y_N = 0,15 X_N - 0,455$
Slachtkuiken-ouderdieren	Kg P ₂ O ₅ /jaar	0,71	0,61	/	$Y_P = 2,30 X_P - 0,107$
	Kg N/jaar	1,2	1,08	/	$Y_N = 0,16 X_N - 0,352$
Opfokpoeljen van slachtkuiken-ouderdieren	Kg P ₂ O ₅ /jaar	0,27	0,26	/	$Y_P = 2,27 X_P - 0,098$
	Kg N/jaar	0,47	0,47	/	$Y_N = 0,16 X_N - 0,173$

Waarbij:

Y_P = de uitscheiding (in kg) van P₂O₅ per dier en per jaar

Y_N = de uitscheiding (in kg) van N per dier en per jaar

X_P = het verbruik (in kg) van fosfor (P) per dier en per jaar

X_N = het verbruik (in kg) van ruw eiwit (RE) per dier en per jaar

Zoals blijkt uit tabel 5.5 zal het toepassen van andere mestuitscheidingscijfers dan deze van de forfaitaire uitscheidingsbalans, er gemiddeld een verlaging waar te nemen is van de uiteindelijke mestuitscheidingscijfers. De reden hiervoor is dat er aan een aantal van deze andere balansmethoden randvoorwaarden gesteld worden in verband met nutriëntengebruik. Evident is dan ook dat er door toepassing van balansen van het type convenant, regressie en voedertehnik een verandering is van de hoeveelheden fosfaat en stikstof die via de mest in het milieu terecht komen. In tabel 5.6 wordt, voor de productie jaren 2001 en 2002, per pluimveecategorie een overzicht gegeven van deze procentuele wijziging van de verschillende balansen t.o.v. de forfaitaire mestuitscheidingsbalans. Voor 2002 is de globale verandering van de hoeveelheid stikstof en fosfaat in kg die naar het milieu gaan tengevolge van deze verschillende balanssystemen eveneens berekend t.o.v. de forfaitaire mestuitscheidingsbalans. Dit is weergegeven in tabel 5.7.

Tabel 5.6 : Invloed van de verschillende balanstypes op de stikstof- en fosfaatproductie voor de productie jaren 2001 en 2002 (Mestbank, 2002 en 2003)

Diercategorie	Balanstype	2001			2002		
		Aantal dieren	P ₂ O ₅ -wijziging tov forfait (%)	N-wijziging tov forfait (%)	Aantal dieren	P ₂ O ₅ -wijziging tov forfait (%)	N-wijziging tov forfait (%)
Legkip incl. (gr)ouderd.	Forfait	5.910.934	0 %	0 %	4.960.294	0 %	0 %
	Convenant	2.261.914	-24 %	0 %	2.852.937	-24 %	0 %
	Regressie	654.135	-28 %	-10 %	680.692	-27 %	-6 %
Opfokpoeljen legkip	Forfait	2.758.220	0 %	0 %	2.946.616	0 %	0 %
	Regressie	68.620	-26 %	2 %	80.397	-19 %	5 %
Slachtkuikens	Forfait	3.394.046	0 %	0 %	2.048.732	0 %	0 %
	Convenant	6.515.902	-38 %	0 %	6.296.379	-38 %	0 %
	Regressie	7.626.946	-42 %	-13 %	8.915.132	-38 %	-10 %
	Voedertechniek	75.565	-35 %	5 %	80.229	-35 %	5 %
Slachtkuiken-ouderdieren	Forfait	1.072.685	0 %	0 %	1.059.671	0 %	0 %
	Regressie	293.501	-14 %	-9 %	309.408	-17 %	-12 %
Opfokpoeljen slk.ouderd.	Forfait	494.203	0 %	0 %	483.018	0 %	0 %
	Regressie	135.849	-27 %	-16 %	118.095	-22 %	-13 %

Tabel 5.7 : Concrete productie cijfers van pluimvee en invloed balanstypes voor productiejaar 2002 (Mestbank, 2003)

Diercategorie	Balanstype	N-productie (in kg)	N-wijziging tov forfait (in kg)	P ₂ O ₅ -productie (in kg)	P ₂ O ₅ -wijziging tov forfait (in kg)
Legkip incl. (gr)ouderd.	Forfait	3.422.603	-	2.430.544	-
	Convenant	1.968.527	-	1.055.587	-342.352
	Regressie	443.290	-26.387	245.968	-87.571
Opfokpoeljen legkip	Forfait	1.060.782	-	618.789	-
	Regressie	30.258	1.315	13.272	-3.611
Slachtkuikens	Forfait	1.270.214	-	594.132	-
	Convenant	3.903.755	-	1.133.348	-692.601
	Regressie	4.997.684	-529.699	1.565.791	-1.019.596
	Voedertechniek	51.493	1.751	14.919	-8.347
Slachtkuiken-ouderdieren	Forfait	1.271.605	-	752.366	-
	Regressie	328.222	-43.068	181.331	-38.349
Opfokpoeljen slk.ouderd.	Forfait	227.018	-	130.415	-
	Regressie	48.481	-7.024	24.232	-7.654
Totaal		19.023.932	-603.112	8.760.694	-2.200.081

5.3 Huidige uitgangssituatie mestuitscheidingscijfers

5.3.1 De cijfers

De mestuitscheidingscijfers voor pluimvee die op dit moment gelden, werden in 1997 uitgewerkt door de 'Technische Werkgroep Uitscheidingscijfers' (TWUN) als actualisering van de cijfers uit het mestdecreet. In tabel 5.8 worden de voorgestelde minimum en maximum productiecijfers weergegeven, zoals voorgesteld door de TWUN-werkgroep in 1997. In de laatste kolom worden de forfaitaire mestuitscheidingscijfers weergegeven die momenteel geldig zijn.

Tabel 5.8 : Productiecijfers voorgesteld door de TWUN-werkgroep in 1997 en huidige forfaitaire uitscheidingscijfers (MAP2bis en Decreet 2006)

Diercategorie	Voorgestelde cijfers TWUN-werkgroep (1997)				Forfaitaire uitscheidingscijfers (MAP II bis)		Forfaitaire uitscheidingscijfers (Decreet 2006)	
	P ₂ O ₅ (kg/dier/jaar)		N (kg/dier/jaar)		P ₂ O ₅	N	P ₂ O ₅	N
	min	max	min	max	kg/dier/jaar	kg/dier/jaar	kg/dier/jaar	kg/dier/jaar
Legkippen	0,34	0,49	0,5	0,69	0,49	0,69	0,35	0,70
Opfokpoeljen legkippen	0,14	0,18	0,25	0,31	0,21	0,36	0,18	0,35
Slachtkuikens					0,29	0,62	0,22	0,58
Slachtkuikenouderdieren	0,53	0,71	0,96	1,20	0,71	1,2	0,61	1,08
Opfokpoeljen van slachtkuikenouderdieren	0,2	0,25	0,36	0,43	0,27	0,47	0,26	0,47

5.3.2 Opmerkingen

Omtrent deze cijfers en hoe ze tot stand gekomen zijn kunnen een aantal bemerkingen geformuleerd worden.

De forfaitaire productiehoeveelheden voor N en P₂O₅ werden in 1997 door de TWUN berekend als de maximale productiehoeveelheden op basis van de gemiddelde (geschatte) fosfor- en stikstofgehalten van commerciële mengvoeders en van de gemiddelde zoötechnische resultaten in de praktijk. Het gebruik van deze maximale cijfers is verantwoord voor de situatie waarbij geen extra inspanningen worden geleverd om de P- en N-uitstoot te reduceren.

Daarnaast berekende deze werkgroep ook een aantal minimale productiehoeveelheden. Deze minimale cijfers worden bekomen door alle mogelijke voedertechische maatregelen te nemen om de uitscheiding te verlagen. Er is zo bijvoorbeeld sprake van het gebruik van fytase en synthetische aminozuren. Deze lagere, minimale productiehoeveelheden werden in 1997 geschat op basis van wat op dat moment haalbaar werd geacht. Dit zowel op technisch vlak via verlaging van fosfor- en eiwitgehalte in het voeder en via leeftijds- of productiegebonden fasevoeding als op zoötechnisch vlak op gebied van de dierprestaties.

Voor bedrijven die lagere productiehoeveelheden voor P₂O₅ en N hebben dan de forfaitaire tengevolge van cumulatieve voedertechische inspanningen, werkte de TWUN-werkgroep lineaire verbanden (regressierechten) uit versus de P- en N-aanvoer via het voeder. Deze

regressierechten werden berekend op basis van 6 rondes per jaar voor slachtkuikens en rondes die 52 weken duren bij legkippen en slachtkuikenuouderdieren, 18 weken bij opfokpoeljen en 24 weken bij opfokpoeljen van ouderdieren. Dit stemt wat betreft (slachtkuikenuouderdieren en de opfokpoeljen hiervoor echter niet meer helemaal overeen met de huidige, gangbare duur van een ronde. Zo zullen opfokpoeljen van ouderdieren na 17 tot 20 weken het opfokbedrijf verlaten en duurt een productieronde voor ouderdieren vandaag de dag rond de 42 weken. Verder kunnen leghennen en ouderdieren ook geruid worden. Hierbij worden de dieren tegen het einde van de normale productieronde een tijdlang op een dieet met zeer beperkte voederhoeveelheden gezet en wordt tegelijk de donkerperiode verlengd. Dit induceert bij de dieren een kunstmatig wintergevoel waardoor ze gaan stoppen met eieren leggen en een nieuw verenkleed krijgen. Eventueel kan de temperatuur in de stal verlaagd worden, maar dit wordt in de praktijk maar zelden toegepast. Dit wordt enkele weken aangehouden waarna de voedervoorziening terug gradueel wordt opgetrokken. De kippen gaan terug eieren leggen en komen in een nieuwe productieronde terecht. Deze tweede productieronde zal minder lang zijn dan een standaardronde en de uiteindelijke duur hangt onder meer af van de productiecijfers. De beslissing om al dan niet te ruien wordt mede bepaald door de productiecijfers tijdens de ronde en het economische klimaat op dat moment. De invloed hiervan op de mestuitscheidingscijfers is niet direct duidelijk. De invloed van deze wijzigingen in lengte en indeling van de ronde speelt waarschijnlijk voornamelijk op 2 gebieden. Enerzijds de eventuele invloed van het groeiproces op de mestsameinstelling en de mesthoeveelheid bij de kortere opfokrondes indien de dieren na 17 tot 20 weken nog niet helemaal volgroeid zouden zijn in vergelijking met de 24 weken waarvan sprake in de TWUN-rapporten. Anderzijds kan het verlengen van een ronde via ruien bij ouderdieren en leghennen in systemen met grondhuisvesting invloed hebben op de sameinstelling en de hoeveelheid van de mest die uiteindelijk wordt afgevoerd. Bij grondhuisvesting (cf. 1.3.2) kan de mest immers pas afgevoerd worden aan het einde van de ronde. Indien deze ronde dan verlengd wordt zal deze mest langer in de stal blijven liggen wat mogelijk een invloed kan hebben op de stikstofvervluchting en het uiteindelijke stikstofgehalte van de mest.

In een vorig hoofdstuk werd reeds gewezen op de mogelijkheden die er zijn op gebied van voedersameinstelling om tot andere mestuitscheidingscijfers te komen dan deze die in tabel 5.9 vermeld staan. Zo geven tabel 3.1 en 3.3 aan dat er nog mogelijkheden waren om tot een lager fosfor- en ruw eiwitgehalte te komen in pluimveevoeders in vergelijking met de voeders die ten tijde van de TWUN (1997) gangbaar waren. Zo werd in het verleden reeds het convenant over de laagfosforvoeders voor pluimvee ingevoerd, dat in 5.2.2 beschreven staat. Daarnaast is er sinds 2006 ook een convenant opgesteld tussen de overheid en een aantal voederfabrikanten (cf. 3.2.3.5) in verband met de laagewitvoeders.

HOOFDSTUK 6 : NUTRIENTENBALANS

6.1 Inleiding

Zoals in hoofdstuk 5 reeds werd aangegeven is er een opname van voedingsstoffen nodig om groei en productie mogelijk te maken. Deze processen zijn echter nooit perfecte nuloperaties maar onvermijdelijk verliesprocessen, waardoor er uiteindelijk overschotten van deze voedingsstoffen of nutriënten zullen voorkomen. Overschotten zijn perfect normaal, maar dienen echter wel zo klein mogelijk gehouden te worden. Als de dieren (veel) meer nutriënten krijgen aangeboden dan ze eigenlijk nodig hebben, zullen deze overschotten immers verloren gaan in de natuur waar ze verschillende vormen van milieuverontreiniging veroorzaken. Er moet bijgevolg op een verantwoorde wijze worden omgegaan met de nutriënten en er moet geprobeerd worden om de verliezen zo veel mogelijk te beperken.

Deze nutriëntenbalans kan opgesteld worden voor elk type van landbouwbedrijf, maar in wat volgt worden echter enkel pluimveebedrijven in ogenschouw genomen.

6.2 Definitie van de nutriëntenbalans

Op een pluimveebedrijf worden continu nutriënten aan- en afgevoerd via voeders, strooiselmateriaal, eieren, mest, ... Het is dan ook de bedoeling zoveel mogelijk van de (dure) aangevoerde nutriënten om te zetten in nuttige afvoerproducten zoals vlees en eieren en de verliezen zoveel mogelijk te beperken. Dit nutriëntenoverschot kan via de nutriëntenbalans eenvoudig berekend worden.

Bij het gebruik van een nutriëntenbalans wordt het bedrijf beschouwd als een eiland, waar duidelijk wordt bijgehouden hoeveel kilogram nutriënten er wordt aangevoerd en hoeveel kilogram er op hun beurt wordt afgevoerd. Dit gebeurt door van alle aankopen en verkopen het gewicht bij te houden. Als dan dit gewicht wordt vermenigvuldigd met de nutriëntengehaltes van de verschillende aan- of afvoerpost kan de uiteindelijke nutriëntenbalans worden opgesteld. Voor een aantal producten kan gerekend worden met een standaard nutriëntensamenstelling. Voor andere producten kan de nutriëntensamenstelling echter sterk variëren van de gemiddelde waarde en zal een analyse noodzakelijk zijn. Meestal wordt enkel gewerkt met NPK-balansen, aangezien stikstof (N), fosfor (P) en kalium (K) de meest relevante nutriënten zijn met het oog op de belasting van het milieu. Het verschil tussen aan- en afvoer, rekening houdend met voorraadverschillen, is dan het overschot van nutriënten op het bedrijf.

Dat overschot is een maat voor het aandeel nutriënten dat verloren gaat tijdens de productieprocessen. In niet-grondgebonden bedrijven (zoals de meeste pluimveebedrijven) wordt het meeste stikstof verloren onder de vorm van ammoniakvervluchtiging uit stallen en mestopslagplaatsen. Hierbij is het echter wel belangrijk om te weten dat indien er mest wordt gebruikt op eigen grond, deze mest niet als afvoerpost beschouwd wordt en dus als overschot zal opduiken in de nutriëntenbalans, alhoewel het hier dus niet echt om een overschot gaat.

De efficiëntie van het nutriëntengebruik kan eveneens berekend worden door te berekenen hoeveel van de op het pluimveebedrijf aangevoerde nutriënten er uiteindelijk onder de vorm van dieren of eieren worden afgevoerd. Een nutriëntenbalans verschaft bijgevolg inzicht in de nutriëntenstromen in een bedrijf en in de hoeveelheden aan nutriënten die in de verschillende aan- en afvoerposten verscholen zitten. Zo zal bij pluimveebedrijven het mengvoeder de belangrijkste aanvoerpost zijn van stikstof en fosfor, terwijl als afvoerposten enerzijds de mest en anderzijds de eieren (leghennenbedrijven) en de dieren (slachtkuikenbedrijven) het belangrijkste zijn. Hierover wordt in 6.4 meer gedetailleerde informatie weergegeven.

Bovendien kan een nutriëntenbalans dus ook een handig adviesinstrument zijn dat de mogelijkheid biedt om gelijkaardige bedrijven met mekaar te vergelijken. Hierdoor kunnen

aandachtspunten aangereikt worden waarop nog verbetering mogelijk is zodanig dat de pluimveeproductie zo effectief en efficiënt mogelijk zou kunnen gebeuren.

6.3 Toepassingsmogelijkheden van de nutriëntenbalans

Door berekening van de mineralen- of nutriëntenbalans wordt het bedrijfsoverschot duidelijk, met andere woorden, hoeveel van de, in dit geval op een pluimveebedrijf, aangevoerde nutriënten in het milieu verloren gaan. Dit verlies behelst dan zowel het echte verlies via vervluchtiging als het verlies van nutriënten die in de mest zijn terecht gekomen en op die manier van het bedrijf worden afgevoerd. Met behulp van deze informatie krijgt de pluimveehouder een duidelijker beeld van de nutriëntenstroom op zijn bedrijf en van de vlakken waar er door middel van een aangepast mineralenmanagement nog verbetering mogelijk en nodig is. Hiervoor moet de gebruiker natuurlijk over een referentiekader beschikken dat duidelijk maakt hoe de mineralenstromen op het eigen bedrijf zich verhouden tot deze op gelijkaardige bedrijven.

Dit referentiekader is echter afhankelijk van de gewenste toepassing van de nutriëntenbalans, zijnde als advies- of als controle-instrument.

6.3.1 Advies-instrument

Wanneer de nutriëntenbalans van een bedrijf gebruikt wordt om advies te verlenen in verband met de bedrijfsvoering moeten de referentiecijfers waaraan deze balans wordt getoetst de vorm aannemen van richtcijfers voor de verschillende verliesnormen. De pluimveehouder moet dan trachten deze richtnormen zo dicht mogelijk te benaderen op zijn bedrijf via een aantal bijstellingen of accentverleggingen. Deze referentiecijfers worden bekomen volgens de methodes van goede landbouwpraktijk. Het adviesinstrument is voor de pluimveehouder vooral van belang als hulpmiddel om de bedrijfsvoering op technisch en economisch vlak te optimaliseren. Naast deze optimale verliesnormen zou men eveneens de situatie kunnen aangeven op een "gemiddeld Vlaams pluimveebedrijf", rekening houdend met de verschillende diertypes en huisvestingsystemen. Dit maakt het mogelijk voor de pluimveehouder om de concrete situatie op het eigen bedrijf te plaatsen, zowel ten opzichte van een optimale balans als het sectorgemiddelde, zodat er beter kan geëvalueerd worden op welke punten enkel het betreffende bedrijf slechter scoort en op welke punten de hele sector.

6.3.2 Controle-instrument

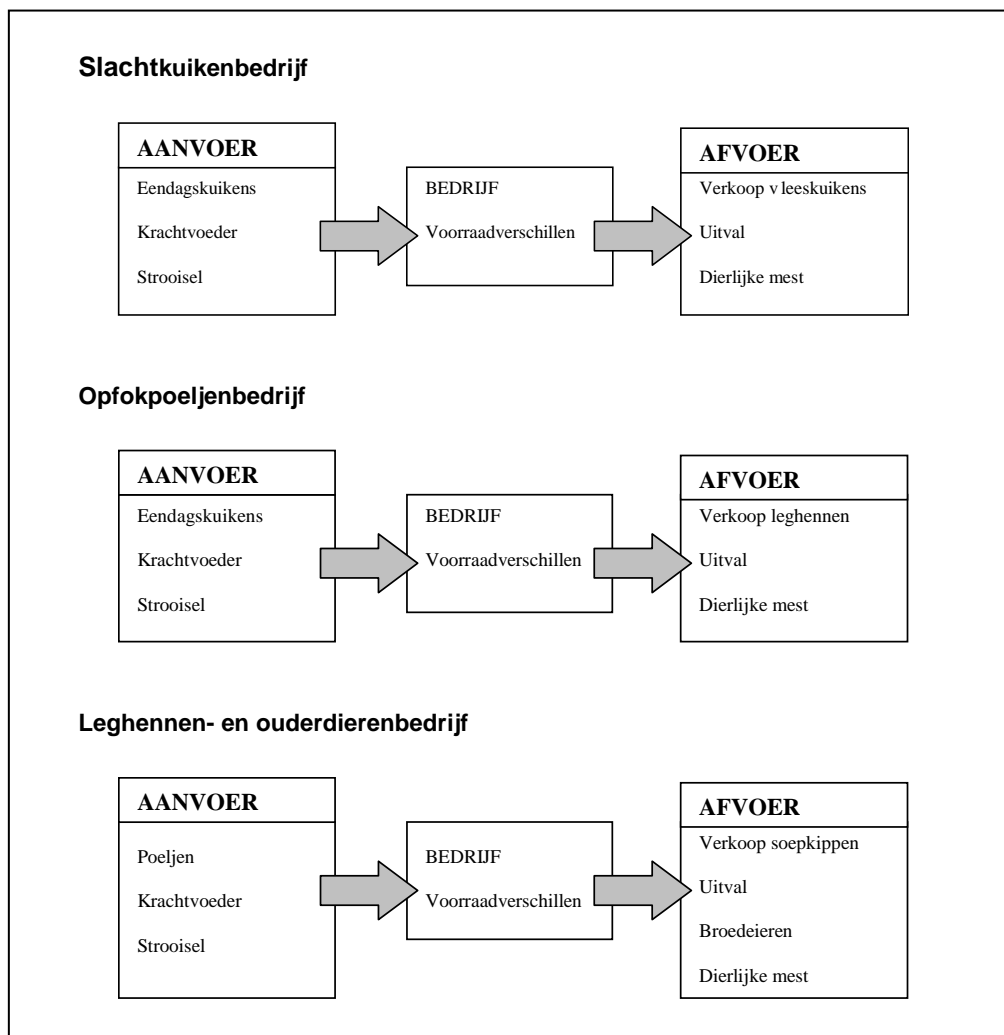
Indien de richtcijfers waarmee de nutriëntenbalans wordt vergeleken de maximaal toegelaten waarden voor elke verliespost die door de pluimveehouder niet overschreden mogen worden. Deze controlenormen, die logischerwijze hoger zullen liggen dan de adviesnormen uit het vorig punt, worden vastgelegd door middel van het niveau van N en P vanaf wanneer er hinder is voor het milieu. Bij (te grote) overschrijding van deze controlenormen kan dan een heffing opgelegd worden aan de overtreder. Het gebruik van de nutriëntenbalans als controle-instrument is vooral van belang om bedrijfsvoering op milieukundig vlak op te volgen, al dan niet door bevoegde instanties. Voor de pluimveehouder kan een uitgewerkte balans ook een beter inzicht geven in de reële situatie op zijn bedrijf ten opzichte van de situatie bij gebruik van forfaitaire normen.

6.4 De nutriëntenbalans in de praktijk

Elke pluimveehouder moet jaarlijks bij de Mestbank een aangifte doen met betrekking tot de mestproductie en het eventueel gebruik van dierlijke, chemische en andere meststoffen op zijn

bedrijf. In de praktijk echter blijkt dat veel bedrijven geen bewijzen kunnen leveren van de verantwoorde verwerking en/of afvoer van de door hun geproduceerde nutriënten. Voor het pluimveebedrijf leidde dit in MAP II bis tot (hoge) heffingen en bij hernieuwing van de milieuvergunning tot herzieningen van de nutriëntenhalte en het aantal vergunde dieren.

Zoals in 6.2 aangegeven, geeft een nutriëntenbalans het verschil weer tussen aan- en afvoer van nutriënten op een pluimveebedrijf. Over welke stromen het concreet gaat wordt weergegeven in figuur 6.1.



Figuur 6.1 : Aan- en afvoerposten van nutriënten op pluimveebedrijven

6.4.1 Voorgaande onderzoeksprojecten

Van 1 mei 1999 tot en met 31 mei 2002 liep in het kader van deze problematiek een onderzoeksproject in opdracht van de Vlaamse Landmaatschappij (VLM) dat werd uitgevoerd door de Universiteit Gent (RUG) in samenwerking met het Centrum voor Landbouwkundig onderzoek (CLO). Dit project, met als titel "Emissiepreventie in de landbouw door middel van

nutriëntenbalansen” had als doelstelling om een methodiek uit te werken voor het opstellen van een nutriëntenbalans op bedrijfsniveau. Dit werd gedaan voor verschillende landbouwbedrijven (rundvee, pluimvee en varkens) en voor de elementen stikstof, fosfor en waar mogelijk kalium. Deze balans moest bovendien zowel wetenschappelijk onderbouwd, praktisch uitvoerbaar als controleerbaar zijn.

Hieronder zullen de belangrijkste conclusies van dit onderzoek wat betreft pluimveebedrijven even kort aangehaald worden.

Wat betreft de nutriënten stikstof en fosfaat werd een cyclus opgesteld van de stromen ervan op de verschillende bedrijven. Ook werden de verliesposten van deze nutriënten van naderbij bekeken en werden er maatregelen voorgesteld om deze te reduceren.

Op het vlak van het ontwikkelen van nutriëntenbalansen werden modellen ontworpen om dergelijke balansen in de praktijk te kunnen opstellen. Hiervoor werden de verschillende aan- en afvoerposten gedefinieerd en gebeurde er een kwantificering van de verschillende stromen. Zo geeft dit project aan dat, op pluimveebedrijven, de aanvoer vooral geschiedt via voeders en de afvoer via dieren, eieren en mest. Ook werden een aantal veelvoorkomende foutenbronnen opgelijst. Specifiek werd de wettelijk toegelaten afwijkingen op de mineralengehaltes op factuur van 20% naar boven toe aangehaald. De foute of onnauwkeurige schattingen van mestgewichten en de twijfelachtige representativiteit van de gebruikte methodes om meststalen te nemen werden eveneens in vraag gesteld. Hieraan werd in een vervolgproject dan ook meer aandacht besteed (VLM, 2002).

In het onderzoeksproject werd ook aandacht besteed aan het mogelijke gebruik van de nutriëntenbalans als adviessysteem. Door deze balansen krijgen pluimveehouders immers een beter zicht op de verschillende nutriëntenstromen in het bedrijf. Daarnaast kan de pluimveehouder door vergelijking van zijn balans met deze van andere, soortgelijke praktijkbedrijven en modelbedrijven de toestand van het eigen bedrijf beter kunnen kaderen en indien nodig verbeteren.

In het vervolgproject (VLM, 2002) werden een aantal pluimveebedrijven (10) gedurende de periode van 1999 tot 2001 van naderbij gevolgd en werden de nutriëntenbalansen uitgewerkt. Hieruit kon worden opgemaakt dat door deze balansen als advies- en bewustmakingssysteem te gebruiken er van 2000 naar 2001 een daling merkbaar was in het nutriëntengebruik waarbij de productie op hetzelfde peil bleef. Bij de slachtkuikens noteerde men een relatieve verbetering (stijging) van enerzijds de stikstofefficiëntie met 27% en de fosforefficiëntie met 33%. Bij de gevolgde leghennen- en moederdierenbedrijven bleef de stikstofefficiëntie ongeveer gelijk maar steeg de fosforefficiëntie in 2001 met 24% ten opzichte van het resultaat van 2000. Hierbij werd wel de opmerking gemaakt dat er tussen de resultaten in eenzelfde categorie sterke variaties konden voorkomen. Volgens dit project zou het al een stap in de goede richting zijn op gebied van reductie van nutriëntenverliezen mochten de slechtpresterende bedrijven reeds in de zone komen te liggen van de bedrijven met “normale” nutriëntenbalansen.

6.5 Knelpunten

Wanneer de resultaten vergeleken worden van nutriëntenbalansen die berekend werden met forfaitaire en/of theoretische waarden met de resultaten van balansen opgesteld met behulp van (zoveel mogelijk) reële analyseresultaten, dan zijn er bijna altijd discrepanties waar te nemen (cf. studie *Proefbedrijf voor de Veehouderij*). Deze verschillen tussen de “zuivere balansmethode” en de “analysemethode” ontstaan mogelijk door fouten bij het berekenen van de mineralenbalans, door fouten tijdens het bemonsteren en analyseren van de mest, door onnauwkeurige bepalingen van de hoeveelheid mest en door verliesprocessen waardoor mineralen verdwijnen uit de mest. Een aantal oorzaken van de waargenomen verschillen worden hieronder verder toegelicht.

6.5.1 Verschil factuur en analyse voeder

Met betrekking tot het kwantificeren van de aanvoerpost voeder wordt er uitgegaan van samenstellingen uit tabellen (enkel mogelijk bij enkelvoudige voeders), van de door de fabrikant opgegeven voedersamenstellingen of van resultaten van voederanalyses. Indien deze verschillende bronnen leiden tot verschillen in de nutriëntengehaltes van de gebruikte voeders zullen de uiteindelijke mineralenbalansen logischerwijze eveneens van elkaar verschillen. Op het Proefbedrijf voor de Veehouderij werd tijdens een onderzoek naar de nutriëntenbalans van slachtkuikens opgemerkt dat, indien gerekend werd met de analysegegevens, de aan van stikstof en fosfaat bijna 5% lager was dan wanneer gerekend werd met de P_2O_5 - en N-gehaltes die door de mengvoederfabrikanten worden opgegeven op de factuur (De Baere, 2002). Aangezien bij slachtkuikens de voeders het grootste deel uitmaken van de totale aanvoer van nutriënten (99% van de aanvoer van P_2O_5 gebeurt hier via het voeder) heeft dit vanzelfsprekend ook een duidelijke invloed op de totale balans. Volgens de Werkgroep Uniformering berekening Mestcijfers moet bij de berekening van de mineralengehaltes dan ook rekening gehouden worden met een fout van gemiddeld 5% op de door de fabrikanten aangegeven voersamenstelling. Bijkomend dient opgemerkt te worden dat bij elke analyse, dus zowel bij voederfabrikanten als bij onderzoek, een zekere spreiding normaal is (Werkgroep praktijkcijfers, 1995).

6.5.2 Karkassamenstelling

6.5.2.1 Recente cijfergegevens

In tabel 6.1 staat een overzicht van de cijfergegevens die momenteel beschikbaar zijn in verband met de samenstelling van dieren en dierlijke producten en dan meer bepaald voor wat betreft fosfaat en stikstof. Hierbij dient echter wel opgemerkt te worden dat er eigenlijk geen recente analysegegevens beschikbaar zijn. De meest recente gegevens die vermeld staan in tabel 6.1, zijnde de referenties van Mullier (2001) en Jongbloed en Kemme (2002), zijn immers geen rapporteringen van analysegegevens maar samenvattingen en bewerkingen van de op dat moment beschikbare literatuurgegevens.

Wanneer deze cijfergegevens van naderbij bekeken worden blijkt dat, wat betreft het gehalte aan stikstof in de dieren, er tussen de verschillende geraadpleegde bronnen een vrij grote uniformiteit is. Wanneer de resultaten echter vergeleken worden op gebied van aanwezig fosfaat blijken er wel degelijk verschillen te zijn welke in sommige gevallen vrij aanzienlijk kunnen worden.

Bovendien zijn de meeste van deze gegevens niet echt recent ofwel afkomstig uit een klein aantal studies waardoor de aangegeven gehalten aan stikstof en fosfaat in het pluimvee mogelijk niet betrouwbaar meer zijn. Zowel genetisch en voedertecnisch worden er immers constant veranderingen en verbeteringen doorgevoerd. Zo kan het verbod op het gebruik van diermeel in het pluimveevoeder en het invoeren van fosforarme voeders mogelijk een zekere invloed hebben op de samenstelling van dieren en/of producten. Hieromtrent werden echter weinig of geen literatuurbronnen teruggevonden. Wat betreft het fosforgehalte in beenderen van pluimvee werden een aantal (beperkte) studies teruggevonden. Zo stellen Jamroz *et al.* (2001) dat het toevoegen van verschillende fytases aan het voeder een variatie in het fosfaatgehalte van de beenderen kan veroorzaken bij leghennen. Een ander onderzoek wees uit dat bij slachtkuikens er een significant verschil was in het fosforgehalte van het kuikenskelet wanneer er verschillende anorganische fosfaatbronnen gebruikt worden (Jamroz, 2001).

Tabel 6.1 : Overzicht gehalten aan fosfor en stikstof (g/kg totaal dier) in de verschillende categorieën van pluimvee

	MAP	WUM, 1994	MINAS, 2001	Mullier, 2001	Jongbloed & Kemme, 2002
	P ₂ O ₅ (g/kg)	P ₂ O ₅ (g/kg)	P ₂ O ₅ (g/kg)	P ₂ O ₅ (g/kg)	P ₂ O ₅ (g/kg)
vleeskuikens: 1,8 kg	12,6	10,763	10,8	16	9,847
leghennen: 1,2 kg	14,7	13,969	14,7	14,4	12,595
leghennen: 1,75 kg	12,4	11,679	12,3	7,1	12,824
vleeskuikenouderdieren: 2,0 kg	16	16,03	16	16	11,908
vleeskuikenouderdieren: 4,0 kg	12,6	12,595	12,5	8,9	12,595
eieren			4,8		
	MAP	WUM, 1994	MINAS, 2001	Mullier, 2001	Jongbloed, Kemme, 2002
	N (g/kg)	N (g/kg)	N (g/kg)	N (g/kg)	N (g/kg)
vleeskuikens: 1,8 kg	28	28	28	29,5	27,8
leghennen: 1,2 kg	28	28	28	28	?
leghennen: 1,75 kg	28	28	28	28	?
vleeskuikenouderdieren: 2,0 kg	28	28	28	28	34
vleeskuikenouderdieren: 4,0 kg	28	28	28	28	31,9
eieren			19,2		

6.5.2.2 Beïnvloedende factoren

De gehalten aan diverse bestanddelen in dieren en dierlijke producten zijn geen vaste getallen. Ze zijn afhankelijk van tal van factoren. In wat volgt wordt verder ingegaan op een aantal factoren die aan de basis liggen van deze variabiliteit.

In de literatuur zijn een groot aantal van deze beïnvloedende factoren gekend. Het gehalte aan een bepaald bestanddeel zal variëren met volgende factoren (Georgievskii, 1982):

1. het soort en type dier (ras, fysiologisch stadium, individuele variatie, leeftijd, groeisnelheid, geslacht)
2. het verstrekte rantsoen (hoeveelheid en samenstelling van het verstrekte voeder)
3. het voederregime, zoals het aantal uren vasten voordat het dier afgevoerd wordt van het bedrijf
4. de gevolgde methode van monstervoorbereiding, monsternamen en analytische methode
5. de manier waarop het resultaat wordt uitgedrukt (levend gewicht, leeg gewicht, vetvrij gewicht)

Deze invloedsfactoren gelden voor dieren in het algemeen bijgevolg dus ook voor pluimvee in het bijzonder.

Van de zopas aangegeven factoren heeft de leeftijd een grote invloed op de samenstelling van de dieren. Het asgehalte van dieren zal tijdens het groeien immers toenemen terwijl dit bij het ouder worden weer enigszins zal afnemen door een relatieve toename van het vetgehalte in het dier (Georgievskii, 1982). Om deze reden wordt het stikstof- en asgehalte meestal uitgedrukt in vetvrije massa zodat de resultaten beter onderling vergelijkbaar zijn.

6.5.3 Variatie in mestsameinstelling

Bij het bepalen van een nutriëntenbalans is één van de oorzaken van mogelijke afwijkingen het feit dat mest, een belangrijke factor in de balans, geen homogene samenstelling heeft. Niet alleen de mest afkomstig van verschillende diercategorieën en huisvestingsystemen is divers, maar ook binnen éénzelfde stal kan de mestsameinstelling aanzienlijk variëren. Tijdens de

opslag van mest kunnen er immers allerhande fysische, chemische en biologische processen optreden waardoor de in de mest aanwezige mineralen onder andere kunnen worden omgezet in vluchtige stoffen (*cf. hoofdstuk 2*).

Zo is het inderdaad vrij evident dat mest afkomstig uit een scharrelstal, die bij leghennen en moederdieren gedurende meer dan 8 maanden in de stal blijft, zal verschillen van mest die bij batterijstallen om de paar dagen via de mestbanden wordt afgedraaid. In de scharrelstal op zich is er bovendien ook een vrij groot verschil te noteren tussen de samenstelling en textuur van de mest uit de scharrelruimte en de mest onder de roosters. Ook de aanwezigheid van water- en voerlijnen heeft een weerslag op de mest, onder de waterlijn zal de mest immers vochtiger zijn en dus een lager drogestofgehalte hebben dan elders in de stal. In de buurt van voederlijnen kan het gemorste voeder ook een heel andere mestsameinstelling geven. Ook het moment van stalname heeft een invloed op de uiteindelijke resultaten. Zo gaf in een Nederlands onderzoek het nemen van een stal moederdierenmest enerzijds uit de stal en anderzijds bij afvoer uit de container reeds een duidelijk verschil, zowel naar droge stofgehalte, als naar stikstof-, fosfaat- en kaliumgehalte (Werkgroep praktijkcijfers, 1995).

Om in elk type huisvestingssysteem tot een representatief en homogeen meststaal te komen worden dan ook specifieke stalnameprotocollen gebruikt. Deze worden uitvoerig beschreven in hoofdstuk 7 van deze tekst. Desondanks de uitvoerigheid van deze protocollen kan natuurlijk nooit een 100% homogeen en representatief staal bekomen worden, dit is op praktisch-schaal fysisch immers bijna onmogelijk.

Niet alleen de samenstelling van de mest kan aanleiding geven tot afwijkingen, maar ook de bepaling van de hoeveelheid mest. Aan de weging hiervan is, net als aan alle metingen, een zekere spreiding verbonden. Aangezien de gegevens hiervan bijna altijd "uit het veld" zijn, zal de spreiding rond deze wegingen normaal gezien groter zijn dan bij laboratoriumwerk. Bovendien kan het gebeuren dat het uiteindelijke mestgewicht als een afgerond getal wordt neergeschreven wat eveneens een fout betekent. Indien echter een beetje nauwkeurig en plichtsbewust gewerkt wordt, kan deze fout op de mestweging binnen het aanvaardbare gehouden worden.

6.5.4 Problemen i.v.m. analyse

Zoals blijkt uit het vorige punt, en zal blijken uit hoofdstuk 7, is het nemen van een representatief staal een hele opgave. Zo is er een zekere spreiding tussen de resultaten van analyses van verschillende deelmonsters van hetzelfde homogene mengsel die werden uitgevoerd door verschillende laboratoria. Daarnaast zal er ook een spreiding zijn tussen de resultaten van verschillende deelmonsters die werden geanalyseerd binnen eenzelfde laboratorium. Deze spreidingen kunnen perfect binnen de aanvaardbare afwijkingen vallen maar kunnen soms toch significant zijn.

Naast een goede stalname (*cf. 6.4.3 en hoofdstuk 7*) is ook de correctheid van de analyse van groot belang. De analyse van de stalen (mest, voeder, ...) kan immers een mogelijke oorzaak zijn van eventuele foute resultaten. Vaak wordt daarom de vraag gesteld naar de betrouwbaarheid van de analyseresultaten. Dit zowel in verband met analyses van meerdere stalen binnen één labo als met analyses van eenzelfde staal die door verschillende labo's werden uitgevoerd. In de literatuur werd in verband hiermee een onderzoek teruggevonden waarbij een groot aantal meststalen genomen werden door een stalnemer van een erkend labo. Op elk van deze stalen werden vervolgens twee analyses uitgevoerd. De gemiddelde afwijking tussen de beide analyses op hetzelfde meststaal is 1,16% voor N en 0,95% voor P, dit wijst op een goede reproduceerbaarheid van het analyseresultaat binnen het labo (De Baere, 2002).

Tabel 6.2 : Resultaten van een mestanalyse op éénzelfde mestmonster bij 6 verschillende erkende labo's (staalname: 26/04/'02) (De Baere, 2002)

labo	DS (kg/ton)	totaal N (kg/ton mest)	tot. P ₂ O ₅ (kg/ton mest)	totaal N (kg/ton DS)	tot. P ₂ O ₅ (kg/ton DS)
A	499	26,54	14,36	53,18	28,78
B	510	27,66	15,53	54,24	30,45
C	507	37,14	13,81	73,25	27,24
D	642	32,40	15,80	50,47	24,61
E	520	29,29	15,42	56,33	29,65
F	559	29,00	16,00	51,88	28,62
gem.	539,5	30,34	15,15	56,56	28,23
gem. afw (*)	7,54%	9,74%	4,70%		
gem. afw (**)	2,21%	4,20%	5,80%		

* gem. afwijking tussen de labo's bij kippenmest (staalname : 26/04/02)
 ** gem. afwijking ringtest 99 (bij drijfmest van varkens en runderen)

Nog in verband met deze materie en om een idee te krijgen van de vergelijkbaarheid van de verschillende labo's heeft de VLM een ringtest uitgevoerd (staalname: 26/04/'02). Hierbij werden van een mestmonster van een partij mest 6 deelmonsters genomen die naar 6 erkende labo's werden gestuurd ter analyse. In tabel 6.2 zijn de resultaten van deze analyses weergegeven. Hieruit blijkt dat er verschillen zijn tussen de labo's, bij één labo lag het gemeten droge stof gehalte duidelijk hoger, terwijl bij een ander labo het N-gehalte beduidend hoger en het P₂O₅-gehalte lager was dan het gemiddelde. Vermits het hier telkens maar gaat om de analyse van één meststaal per labo is het mogelijk dat de vastgestelde afwijkingen toeval waren. Om dit na te gaan is van de mest van elke ronde (n=4) een meststaal genomen waarvan telkens twee deelmonsters in 2 verschillende labo's werden geanalyseerd (tabel 6.3). Bij drie van de vier monsters was het analyseresultaat voor stikstof bij het ene labo beduidend hoger dan bij het andere, het labo met het hogere analyseresultaat voor N had ook bij de ringtest van 26/04/'02 reeds het hoogste analyseresultaat.

Tabel 6.3 : Resultaten van de analyse van 4 mestmonsters bij 2 erkende labo's (staalname: 21/06/'02) (De Baere, 2002)

labo	DS (kg/ton)	totaal N (kg/ton mest)	tot. P ₂ O ₅ (kg/ton mest)	totaal N (kg/ton DS)	tot. P ₂ O ₅ (kg/ton DS)
Ronde 1 (november -december 2001)					
A	577,0	27,12	16,28	47,00	28,21
B	537,6	35,74	15,51	66,48	28,85
Ronde 2 (januari - februari 2002)					
A	489,0	25,37	14,49	51,87	29,62
B	499,3	25,46	14,31	50,99	28,66
Ronde 3 (maart - april 2002)					
A	504,0	26,34	15,11	52,26	29,97
B	505,4	33,17	14,08	65,63	27,86
Ronde 4 (mei - juni 2002)					
A	523,0	27,05	12,79	51,72	24,46
B	499,7	30,47	11,96	60,98	23,93

Bij het vergelijken van stalen in duplo dient er evenwel op gewezen te worden dat twee deelmonsters van een mengstaal nooit 100% identiek zijn en dat verschillen in de analyse dus (deels) op deze manier verklaard kunnen worden.

Uit deze gegevens blijkt duidelijk dat de analyses op zich een mogelijke bron zijn van fouten of afwijkingen op de nutriëntenbalans. Hierbij dient wel opgemerkt te worden dat op elke analyse en op elke staalname automatisch een zekere spreiding zit en dat deze spreiding niet automatisch gelijk staat aan een fout resultaat. Analyseresultaten moeten dan ook steeds bekeken worden in het licht van de bijhorende statistische gegevens aangaande gemiddelden en standaardafwijkingen.

HOOFDSTUK 7 : BEMONSTERING VAN PLUIMVEEMEST

Om uit een stal, een hoop of van een mestband een kwalitatief hoogstaand en representatief staal te kunnen nemen is een goede staalnamemethodiek essentieel. Binnen dit onderzoeksproject "Evaluëren van mestuitscheidingscijfers en mestsameinstellingscijfers voor pluimvee" werd de beschikbare literatuur omtrent dit onderwerp doorzocht, om uiteindelijk tot een gestandaardiseerd protocol te komen voor de bemonstering van pluimveemest.

Vanuit de geraadpleegde literatuur blijkt dat een correct uitgevoerde staalname niet vanzelfsprekend is. Hierna wordt een overzicht gegeven van de geraadpleegde literatuur. De literatuur wordt steeds gegroepeerd volgens de plaats van bemonstering, namelijk in de stal of de mesthoop en het tijdstip van staalname (net voor het leeghalen van de stal, of tijdens het leeghalen).

7.1 Bemonstering van een mesthoop / loods

Kippenmest wordt vaak opgeslagen op een betonnen vloer in een overdekte plaats. In dit geval, kan de mestopslag hoog zijn en is aangepast materiaal nodig om een representatief staal te nemen. Mestopslagplaatsen bestaan uit meerdere mestlagen, die telkens worden aangevoerd bij het leegmaken van een stal. Dit laageffect zorgt ervoor dat de verzameling van het staalnamemateriaal en de bemonsteringsprocedure een speciale aanpak vereist. Elke laag zal kleine verschillen hebben, zoals het vochtgehalte, het ammoniakgehalte, ... Bij het toevoegen van nieuwe mest in de opslagplaats wordt het aanwezige materiaal gecompacteerd en wordt de bemonstering bemoeilijkt.

Volgens Jarman (1997) moeten afhankelijk van de grootte van de mesthoop, minstens drie monsters genomen worden, elk bestaande uit 5 tot 10 submonsters van verschillende vrachten.

Goan en Walker (2004) spreken over minstens 10 bemonsteringsplaatsen verspreid over de mesthoop. Aangezien de temperatuur in de mesthoop het hoogste zal zijn na 10 tot 20 dagen, moeten de stalen genomen worden nadat de temperatuur terug daalt en zo dicht mogelijk bij de uitspreidingsdatum. Van de 10 deelstalen, mogen enkel 2 ervan genomen worden binnen de 25 cm van de oppervlakte van de hoop. De overige 8 stalen moeten op een diepte van 45 tot 75 cm genomen worden.

Een gelijkaardige, licht gewijzigde methode wordt beschreven door Smith *et al.* (2000). Het nemen van een representatief staal van een mesthoop vereist een schop, een grote emmer en een plastic zak. 2 tot 5 volle scheppen moeten genomen worden van de mesthoop op een 10 tot 12 goed verspreide plaatsen en het verzamelde materiaal per bemonsteringsplaats in de mesthoop moet op een aparte plaats verzameld worden. Deze mest moet dan telkens goed gemengd worden en 1 schep in de emmer gedaan. Dit moet 10 tot 12 maal herhaald worden en de verzamelde mest in de emmer moet goed worden gemengd en verkruid.

Het is belangrijk om meerdere stalen te nemen tijdens de opslag van mest of gecomposteerd materiaal wanneer de nutriënteninhoud van de mesthoop stabiel is. Het is weinig zinvol om een verse mesthoop of een net gekeerde mesthoop te bemonsteren tenzij men van plan is de mest te gebruiken de eerstvolgende twee dagen. De nutriënteninhoud van een mesthoop stabiliseert ongeveer twee weken na het maken van de mesthoop of het omkeren van de bestaande mesthoop.

Fulhage (2002) raadt aan zelf een beoordeling van de situatie te maken op het moment van staalname en verschillende deelstalen te nemen in functie van de verschillende condities die geobserveerd worden. Deze deelstalen dienen dan gemengd te worden om een mengstaal te vormen dat representatief is voor de vaste mest. Indien de mest opgeslagen is op een hoop, moeten deelmonsters van 10 tot 12 representatieve plaatsen in de hoop genomen worden en goed gemengd om een mengmonster te bekomen.

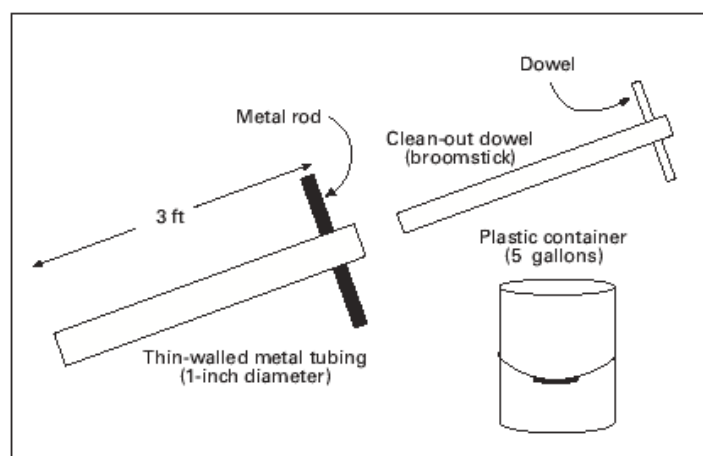
Coffey et al. (2003) vermelden het aspect vochtinhoud van de mest dat in rekening moet worden gebracht bij de staalname. 10 tot 12 verspreide monsters moeten genomen worden van zowel het centrum van de hoop als dicht bij het oppervlak van de mesthoop. Deze staalnamepunten moeten wel representatief zijn voor het gemiddelde vochtgehalte van de mest. Zij raden aan om geen staal te nemen van vers opgestapelde of afgedraaide mest, tenzij de mest kortelings erna op het land zal gespreid worden. De nutriënteninhoud zal ongeveer na 2 weken stabiliseren.

Hochmuth en Jones (2003) beschrijven een verschillende staalnamemethodiek in functie van het bemonsteringsmateriaal.

- Schop: Schep met de schop de buitenste korst van de hoop, graaf inwaarts en schep materiaal op van verschillende dieptes. Elk deelmonster moet minstens 30 cm van de oppervlaktekorst genomen worden.
- Staalnameboor: Steek met de staalnameboor door de hoop heen, door de verschillende gecompacteerdde lagen. Ten opzichte van de schop kunnen met de staalnameboor gemakkelijker diepe stalen in de mesthoop genomen worden. Verwijder steeds de mest aan de oppervlakte en verzamel staalnamemateriaal van tenminste 30 cm onder de oppervlaktekorst.
- Buis: Een derde mogelijkheid is het gebruik van een dunwandige metalen buis met een achttal cm doorsnede, 120 tot 150 cm lang, en gescherpt aan het uiteinde. Deze buis kan in de hoop ingedrukt worden of geklopt, en erna kan met een houten plug of bezemsteel het bemonsteringsmateriaal uit de buis verwijderd worden.

10 tot 12 deelmonsters van de ganse mestopslagplaats moeten verzameld worden, verspreid over verschillende dieptes. Veren in het staalnamemateriaal moeten zoveel mogelijk vermeden worden.

Naast de hiervoor reeds aangehaalde staalnamematerialen, wordt in figuur 7.1 nog een andere mogelijkheid weergegeven (Anonymous, 1999). Figuur 7 toont een apparaat voor bemonstering van vaste mest. Er moeten deelstalen genomen worden van ongeveer acht verschillende zones in de mesthoop met dit bemonsteringsapparaat.



Figuur 7.1 : Apparaat voor bemonstering van vaste kippenmest (Anonymous, 1999)

7.2 Grondhuisvesting

7.2.1 Bemonstering in de stal vóór het leeghalen

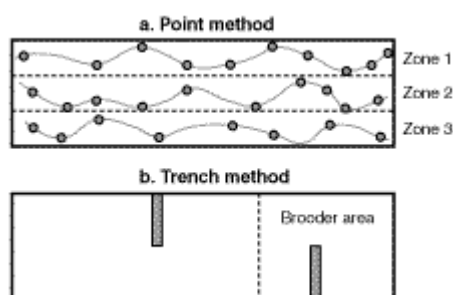
Het is belangrijk dat wanneer een staal in de kippenstal genomen wordt, er speciale aandacht geschonken wordt dat het staal representatief is voor de stal.

Zowel Smith et al. (2000), Lory (2000) en Coffey et al. (2003) beschrijven de punt- en de geulmethode voor de bemonstering in de stal. De geulmethode is echter moeilijk uitvoerbaar terwijl de kippen nog aanwezig zijn in de stal, omdat voeder- en waterlijnen het graven van de geulen en het manoeuvreren met de kruiwagen kan bemoeilijken.

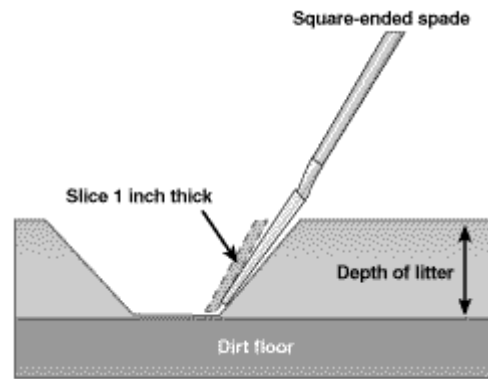
Het doel van beide methoden is te komen tot een representatief staal ten einde de nutriënteninhoud van de mest te bepalen. Het neemt ongeveer 30 minuten tijd in beslag om een stal op deze manier te bemonsteren.

7.2.1.1 Puntmethode

De puntmethode vereist een grote emmer, een smalle spade met een recht steekvlak en een plastic zak. Een bodemstaalnameboor kan eveneens gebruikt worden in plaats van de spade. De stal moet op het zicht in drie zones verdeeld worden. Indien de stal in de oost-west lengte richting ligt, wordt de stal in een noordelijk, midden- en zuidelijk derde (figuur 7.2a) verdeeld. Wandel in één derde zone in de lengterichting in een zigzag patroon en neem met de spade 8 tot 10 submonsters at random tijdens de doorsteek (10 tot 12 punten bij gebruik van een staalnameboor). Onder de voeder- en waterlijnen moeten eveneens submonsters genomen worden (een representatief aantal). Maak op ieder bemonsteringsplaats een smalle geul met de spade door te steken tot op de grond. Schep dan een snede van ongeveer 5 cm op, maar zorg ervoor dat een gelijke hoeveelheid van de mest over de volledige diepte (rechte snede) verzameld wordt (figuur 7.3). Bij gebruik van een staalnameboor: steek deze boor door de volledige diepte van de mest, maar vermijdt de vuile vloer eronder. Een goed staal bekomen met een staalnameboor is moeilijk indien het gaat om droge mest. De procedure moet in ieder van de drie zones herhaald worden; alle submonsters moeten in de emmer verzameld worden.



Figuur 7.2 : De verschillende bemonsteringspatronen voor de punt- en de geulmethode



Figuur 7.3 : Bij de puntmethode wordt eerst een smalle geul met een spade met een recht vlak gegraven, vooraleer het monster opgeschapt wordt. Dit zorgt ervoor dat er steeds gelijke hoeveelheden mest opgeschapt worden over de diepte van de mest heen.

Het kan zijn dat bij het gebruik van de spade er een grote hoeveelheid staalnamemateriaal verzameld is geworden, in dit geval kan het gemakkelijker zijn om op een stuk plastic of triplex of in een kruitwagen de mest te mengen.

7.2.1.2 Geulmethode

De geulmethode vereist een smalle spade met een recht steekvlak, een kruitwagen, een grote emmer en een plastic zak. Graaf in ongeveer het midden van de broedzone in de stal een geul vanaf het midden van de stal tot de zijdelingse stalmuur. (figuur 7.2b). De geul moet rechte zijden hebben en zo breed zijn als het steekvlak van de spade. De geul moet bovendien net tot op de vuile vloer gegraven worden. (figuur 7.4). Schep alle materiaal uit de geul in de kruitwagen. Herhaal het proces op een ander punt in de stal zoals weergegeven in figuur 7.2b.



Figuur 7.4 : De geulmethode: gebruik het vlak van de schoffel om de mest af steken zodat de geul rechte zijden heeft en net boven de stalvloer stopt.

Verkruimel en meng zeer goed alle mest die verzameld werd in de twee geulen in de kruitwagen met de spade. (Figuur 7.5).



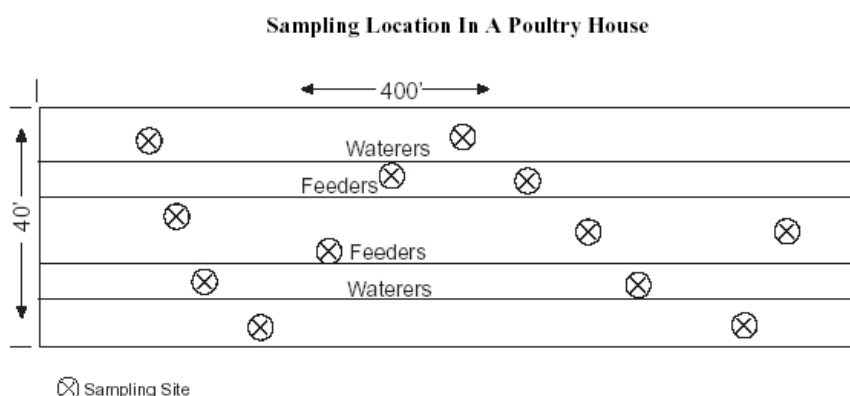
Figuur 7.5 : Zorg ervoor dat u de brokken gekoekte mest goed verkruid en zeer goed mixt vooraleer het mengstaal te nemen.

Het kan zijn dat al het materiaal van de geulen niet volledig in de kruitwagen kan. In dit geval moet, telkens de kruitwagen voor tweederde vol is met materiaal uit de geulen, telkens de op dat moment verzamelde hoeveelheid goed gemengd worden in de kruitwagen. Hierna wordt een volle schep uit de kruitwagen genomen en in een emmer geplaatst. Maak de kruitwagen leeg aan de zijkant van een geul en herhaal de procedure tot beide geulen afgeschept zijn. Op het einde wordt nogmaals het verzamelde materiaal in de emmer goed gemengd en wordt de plastic zak met een schep uit de emmer gevuld.

Hochmuth en Jones (2003) schenken in hun staalnamemethodiek veel aandacht aan de representativiteit van het mengstaal. Zij stellen dat de deelmonsters steeds in dezelfde verhouding moeten genomen worden tot de oppervlakte die ze vertegenwoordigen. Bijvoorbeeld: Indien water-, voederlijnen of kooien 20% van de oppervlakte uitmaken in de stal, dan moeten de deelmonsters eveneens 20% vertegenwoordigen (2 van de 10, of 3 van de 15 deelmonsters moeten dan genomen worden in deze zones).

Als staalnamemateriaal hanteren zij een spade waarmee tenminste 10 deelmonsters van de mest over de ganse diepte van de mestlaag moeten verzameld worden.

Goan en Walker (2004) beschrijven een gelijkaardige techniek, waar de representativiteit van de oppervlakte moet blijken uit de plaats van staalname (figuur 7.6). Op 10 tot 12 plaatsen moet minstens 1 schep mest verzameld worden, waarbij de schep tot op de grond genomen wordt.



Figuur 7.6 : Bemonsteringsplaatsen in een scharrelstal volgens Goan en Walker (2004)

Het is belangrijk om de deelstalen over de volledige diepte van de mestlaag te nemen, maar men moet vermijden om in de vuile vloer te boren (Anonymous, 1999).

Bemonsteringsmethode:

1. Allereerst de totale oppervlakte van de stal bepalen. De lengte en breedte van de stal zijn in de meeste gevallen precies bekend bij de pluimveehouder.
2. Vervolgens wordt het aantal water- en voederlijnen geteld en er wordt een zo goed mogelijke inschatting gemaakt van de oppervlakte van de mest, die door elk van deze lijnen beïnvloed wordt. In Figuur 7.7 zijn deze weergegeven met 1 en 2, welke in totaal respectievelijk 2 en 4 meter van de totale breedte van de stal vertegenwoordigen. In werkelijkheid zijn de grenzen tussen de verschillende kwaliteiten mest minder rechtlijnig. In de figuur stellen de witte gebieden rond de water- en voederlijnen de gemiddelde breedte voor, die door de water- en voederplaatsen beïnvloed wordt.
3. Daarna kan berekend worden in welke verhouding de verschillende kwaliteiten mest in het monster betrokken moeten worden. Deze moet dezelfde zijn als de verhouding waarin de verschillende kwaliteiten in de stal voorkomen. Over het geheel moet het monster uit Figuur 7.7 bestaan uit $4/12^e$ ($1/3$) deel mest van onder de voederlijn, $2/12^e$ ($1/6$) deel van onder de waterlijn en $6/12^e$ ($1/2$) deel uit de rest van de stal.
4. In totaal wordt op ongeveer 20 punten in de stal een submonster genomen, meestal over 3 of 4 diagonalen in de stal. Het precieze aantal diagonalen en monsterpunten is afhankelijk van de verhouding tussen de verschillende mestkwaliteiten waaraan voldaan moet worden. Uitgangspunt is dat er op iedere diagonaal evenveel submonsters genomen worden. In het voorbeeldgeval betekent dit dat er op 18 plaatsen een submonster genomen wordt, waarvan 6 bij de voederlijn, 3 bij de waterlijn en 9 in de rest van de stal. Dit kan het makkelijkst gerealiseerd worden als er gewerkt wordt in 3 diagonalen. De punten in de stal, waarop bemonsterd wordt, staan in Figuur 7.7 aangemerkt met een pijl. De punten zijn zo gekozen, dat alle delen van de stal ongeveer evenveel aan bod komen. De submonsters worden genomen met een door het bedrijf geleverde schep. Hierdoor ontstaat er tussen bedrijven variatie in de grootte van de submonsters. Dit is echter geen bezwaar, omdat niet de totale hoeveelheid mest belangrijk is in een monster, maar de verhouding waarin de verschillende kwaliteiten in het monster worden betrokken. Dit betekent dat ieder submonster binnen een stal eenzelfde oppervlakte moet vertegenwoordigen.
5. De submonsters worden tijdelijk in een schone en droge kruitwagen overgebracht. Dit kan ook in een emmer (soms zitten de kippen nog in de stal.) Als alle submonsters genomen zijn, wordt de inhoud van de kruitwagen op een schone en droge vloer geleegd en met de schep zo goed mogelijk gehomogeniseerd.

Bij dit type monsternamen moet worden aangetekend, dat er van de procedure afgeweken kan worden, als hiertoe aanleiding bestaat. Dit kan bijvoorbeeld voorkomen als er zich in een stal lekkage bij een waterlijn heeft voorgedaan. Als deze lekkage zich bevindt op een monsterpunt en niet representatief is voor de mest onder de waterlijn, wordt er uitgeweken naar een ander punt op dezelfde waterlijn. In het merendeel van de monsternamen kan echter gewoon de hierboven beschreven procedure aangehouden worden.

7.3 Kooihuisvesting

Over staalnametechnieken bij kooihuisvesting is eerder weinig terug te vinden in de literatuur.

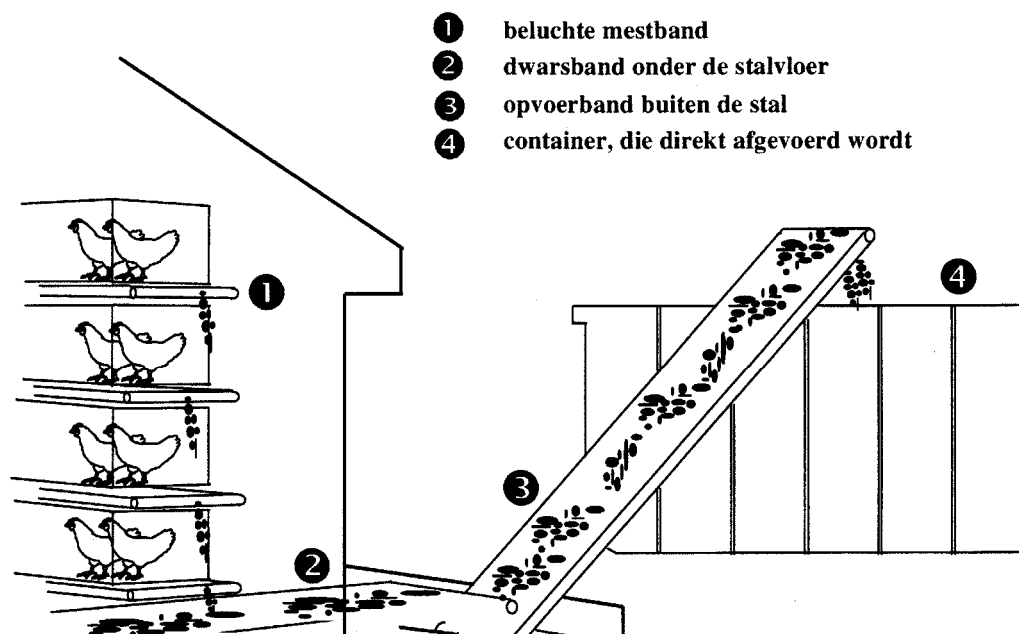
Volgens Hochmuth en Jones (2003) moeten steeds minstens 10 deelmonsters verzameld worden van de mest over de volledige diepte van de mestlaag (op de band of onder de kooien).

Een andere literatuurbron (Anonymous, 1999) vermeldt acht monsters te nemen, verdeeld over de ruimte van de stal.

De werkgroep Praktijkcijfers Mest en Mineralen Pluimveehouderij (1995) beschrijft een soortgelijke staalnamemethodiek. In Figuur 7.8 is de afvoer van mest op leghennenbedrijven als voorbeeld schematisch weergegeven.

Bemonsteringsmethode:

1. De monsternemer neemt buiten de stal plaats bij het uiteinde van de dwarsband. De eerste stof en veren, die zich nog op de dwarsband bevinden, worden niet in het monster betrokken.
2. Als er mest van de dwarsband komt, wordt hier om de 2 minuten een schep onder gehouden. Deze submonsters worden over de hele breedte van de dwarsband genomen. De totale duur van afdraaien varieert per bedrijf, maar ligt meestal rond de 30 minuten, waardoor er gemiddeld 15 submonsters genomen worden. Op deze manier worden dus 15 dwarsdoorsneden uit de stal genomen. De submonsters worden genomen met een schep. Hierdoor ontstaat er tussen bedrijven variatie in de grootte van de submonsters. Dit betekent dat ieder submonster genomen moet worden door de schep even lang onder de dwarsband te houden.



Figuur 7.8 : Schematische weergave van monsternametechniek op leghennenbedrijven

De submonsters worden tijdelijk op een schone en droge kruitwagen gegooid. Als alle submonsters genomen zijn, wordt de inhoud van de kruitwagen op een schone en droge vloer gelegd en met de schep zo goed mogelijk gehomogeniseerd.

LIJST VAN FIGUREN

Figuur 1.1 : Bedrijfskolom intensieve slachtkuikenproductie (braadkippen)	3
Figuur 1.2 : Bedrijfskolom intensieve eiproductie (leghennen)	3
Figuur 1.3 : Schema grondhuisvesting slachtkuikenuouderdieren (bron: leghennenhouden.nl)	4
Figuur 2.1 : De N-cyclus op (niet-grondgebonden) pluimveebedrijven	8
Figuur 2.2 : Schematische voorstelling van de emissies van NH ₃ in Vlaanderen per sector	9
Figuur 2.3 : Factoren die (mede) aan de basis liggen van ammoniakvorming	9
Figuur 2.4 : De algemene fosforcyclus (Bron: Lenntech).....	11
Figuur 2.5 : De fosforcyclus in de landbouw	11
Figuur 2.6 : De Kaliumcyclus in het grond-plant-dier-systeem (bron: Syers 1998).....	13
Figuur 3.1 : Structuur van fytaat (A) en van fytaat-chelaat (B).....	17
Figuur 3.2 : Gevolgen van slechte staalnameprocedures (Mann, 2004)	24
Figuur 4.1 : Totale N in functie van de droge stof bij slachtkuikemest (stalen genomen in de periode 1/01/2000 tot 30/04/2003) (bron: Bodemkundige Dienst van België).....	28
Figuur 4.2 : Fosfor in functie van de droge stof bij slachtkuikemest (stalen genomen in de periode 1/01/2000 tot 30/04/2003) (bron: Bodemkundige Dienst van België).....	29
Figuur 4.3 : Totale N in functie van de droge stof bij leghennenmest (stalen genomen in de periode 1/01/2000 tot 30/04/2003) (bron: Bodemkundige Dienst van België).....	30
Figuur 4.4 : Fosfor in functie van de droge stof bij slachtkuikemest (stalen genomen in de periode 1/01/2000 tot 30/04/2003) (bron: Bodemkundige Dienst van België).....	30
Figuur 6.1 : Aan- en afvoerposten van nutriënten op pluimveebedrijven.....	52
Figuur 7.1 : <i>Apparaat voor bemonstering van vaste kippenmest (Anonymous, 1999)</i>	60
Figuur 7.2 : <i>De verschillende bemonsteringspatronen voor de punt- en de geulmethode</i>	61
Figuur 7.3 : Bij de puntmethode wordt eerst een smalle geul met een spade met een recht vlak gegraven, vooraleer het monster opgeschept wordt. Dit zorgt ervoor dat er steeds gelijke hoeveelheden mest opgeschept worden over de diepte van de mest heen.....	62
Figuur 7.4 : <i>De geulmethode: gebruik het vlak van de schoffel om de mest af steken zodat de geul rechte zijden heeft en net boven de stalvloer stopt.....</i>	62
Figuur 7.5 : Zorg ervoor dat u de brokken gekoekte mest goed verkruimeld en zeer goed mixt vooraleer het mengstaal te nemen.	63
Figuur 7.6 : Bemonsteringsplaatsen in een scharrelstal volgens Goan en Walker (2004)	63
Figuur 7.7 : Schematische weergave van monstername in strooiselstallen op kalkoenen- en slachtkuikenbedrijven.	64
Figuur 7.8 : Schematische weergave van monstername op leghennenbedrijven.	66

LIJST VAN TABELLEN

Tabel 3.1 : Indicatie van het totale fosforgehalte voor pluimveevoeders volgens BBT en volgens TWUN	16
Tabel 3.2 : Verteerbaarheid van fosfor in anorganische voederfosfaten, gemeten bij 21 dagen oude slachtkuikens (van der Klis en Versteegh, 1996).....	19
Tabel 3.3 : Indicatie van het ruw eiwitgehalte in pluimvee voeders	22
Tabel 3.4 : Maximaal gehalte aan ruw eiwit (RE) in de verschillende types volledig diervoeder (bron: Convenant betreffende "laageiwitvoeders" en de reductie van stikstof in dierlijke mest	22
Tabel 4.1 : Richtwaarden voor de samenstelling van kippenmest (MAP2bis)	27
Tabel 4.2 : Gemiddelde samenstelling van slachtkuikensmest in kg/ton (stalen genomen in de periode 1/01/2000 tot 30/04/2003). Tussen haakjes is de standaardafwijking vermeld (bron: Bodemkundige Dienst van België).....	28
Tabel 4.3 : Gemiddelde samenstelling van leghennenmest in kg/ton (stalen genomen in de periode 1/01/2000 tot 30/04/2003) opgedeeld in 3 klassen voor droge stof. Tussen haakjes is de standaardafwijking vermeld (bron: Bodemkundige Dienst van België)	29
Tabel 4.4 : Effect van 1,5% clinoptiloliet (zeoliet) in slachtkuikenvoeder (Orffa, 2002)	33
Tabel 4.5 : Lijst van stalsystemen voor ammoniakemissiereductie (Bron: Belgisch Staatsblad, 2004).....	37
Tabel 5.1 : Vergelijking van de netto dierlijke productie in productie jaren 2001 t.e.m. 2005 in Vlaanderen (bron Mestbank 2002, 2003 en 2004 en Voortgangsrapport 2006).	41
Tabel 5.2 : Evolutie netto dierlijke productie, 2002 tov 2001 en 2003 tov 2002 uitgedrukt in %. (bron: Voortgangsrapport Mestbank 2004 en 2006).....	42
Tabel 5.3 : Gebruik van de verschillende uitscheidingsbalansen voor productie jaren 2000, 2002 en 2004 (Mestbank, 2001, 2003 en 2006).....	43
Tabel 5.4 : voedersamenstellingen binnen subtype veevoederconvenant	44
Tabel 5.5 : Mestuitscheidingscijfers per dier voor pluimvee (bij wet vastgelegd)	45
Tabel 5.6 : Invloed van de verschillende balanstypes op de stikstof- en fosfaatproductie voor de productie jaren 2001 en 2002 (Mestbank, 2002 en 2003)	46
Tabel 5.7 : Concrete productie cijfers van pluimvee en invloed balanstypes voor productie jaar 2002 (Mestbank, 2003).....	46
Tabel 5.8 : Productie cijfers voorgesteld door de TWUN-werkgroep in 1997 en huidige forfaitaire uitscheidingscijfers (MAP2bis en Decreet 2006)	48
Tabel 6.1 : Overzicht gehalten aan fosfor en stikstof (g/kg totaal dier) in de verschillende categorieën van pluimvee	55
Tabel 6.2 : Resultaten van een mestanalyse op éénzelfde mestmonster bij 6 verschillende erkende labo's (staalname: 26/04/'02) (De Baere, 2002).....	57
Tabel 6.3 : Resultaten van de analyse van 4 mestmonsters bij 2 erkende labo's (staalname: 21/06/'02) (De Baere, 2002)	58

REFERENTIES

- Animal Sciences Group (2005). "Kosten ammoniakemissiereducerende systemen in de pluimveehouderij". Praktijkboek 43, Animal Sciences Group, Wageningen UR.
- Anonymous (1999). Uittreksel uit cursus MODULE D Land Application and Nutrient Management.
- Anselme, P. (2003). "Phosphorus in poultry nutrition". Feedmagazine (3) maart 2003 : pp 1-4.
- Belgisch Staatsblad (2004). Lijst van stalssystemen voor ammoniakemissiereductie. Ministerieel besluit van 19/03/2004, Bijlage 1. Verschenen in Belgische Staatsblad op 14/10/2004.
- Brink, C., Kroeze, C. en Klimont, Z. (2001). "Ammonia abatement and its impact on emissions of nitrous oxide and methane in Europe. – Part 1: method". Atmospheric Environment 35(36): 6299-6312. Elsevier Science Ltd.
- Çabuk, M., Alçiçek, A., Bozkurt, M. en Akkan, S. (2004). "Effect of Yucca schidigera and natural zeolite on broiler performance". Int. J. Poult. Sci. 3(10) :651-654, 2004.
- Choi, IH. En Nahm, KH. (2004). "Studies on ammonia production and phosphorus solubility in broiler litter treated with six different chemicals". Poster op WPC 22nd World's Poultry Congress, 8-13 juni 2004, Istanbul, Turkije.
- Coffey R.D., Parker G.R. , Laurent K.M. & Overhults D.G (2003). Sampling Animal Manure. Department of Animal Sciences, Department of Biosystems and Agricultural Engineering, University of Kentucky.
- Corzo, A. (2004). "Lysine need and ideal amino acid profile for broilers from 42 to 56 days of age". Degussa AminoNews (5) 1: 1-10.
- De Baere, K. en Zoons, J. (1999). "Lichtschema's bij vleeskuikens". Provinciale Dienst voor Land- en Tuinbouw: Mededeling nr. 120.
- De Baere, K. en Zoons, J. (2000). "Strooiselkwaliteit bij vleeskuikens: een belangrijk aandachtspunt". Proefbedrijf voor de Veehouderij, Pluimvee nr. 36.
- De Baere, K. (2002). "Nutriëntenbalansen op pluimveebedrijven: zijn deze sluitend te maken?". Proefbedrijf voor de Veehouderij, Mededeling nr.35.
- Estevez, I. (2002). "Ammonia and poultry welfare". University of Maryland, College of Agriculture & Natural resources, Newsletter Poultry Perspectives, 2002 volume 4, issue 1.
- Europese Commissie (2003). "Reference document on best available techniques for intensive rearing of poultry and pigs. Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC)
- F.A.V.V. (2004). "Mededeling: open etikettering van mengvoeders (richtlijn 2002/2/EG).
- FASS (2001). "Effects of diet and feeding management on nutrient contents of manure". FASS communications, Factsheet diet and nutrition, Januari 2001.
- Ferket, P.R., van Heugten, E., van Kempen, T.A. en Angel, R. (2002). "Nutritional Strategies to Reduce Environmental Emissions from Non-Ruminants" in J. Anim. Sci 80 (E. Suppl. 2) : E168 – E182.
- Francesch, M. en Brufau, J. (2004). "Nutritional factors affecting excreta/litter moisture and quality". World's Poultry Science Journal, 60 (maart 2004): 64-75.
- Fulhage C.D. (2002). Laboratory Analysis of Manure. Department of Agricultural Engineering, University of Missouri-Columbia.
- Georgievskii, V.I. (1982). "Mineral composition of bodies and tissues of animals". Mineral nutrition of animals, Butterworths, London, p. 69-78.

- Goan C. & Walker F. (2004). Poultry Litter Sampling and Testing. Agricultural Extension Service, The University of Tennessee, SP563.
- He, ZL, Calvert, DV., Alva AK., Li, YC. en Banks, DJ. (2002). "Clinoptilolite zeolite and cellulose amendments to reduce ammonia volatilization in a calcareous sandy soil". *Plant and Soil* 247 (2):253-260, 2002 Dec.
- Hochmuth G.J. & Jones J.T. (2003). Collecting a Poultry Litter Sample for Analysis. Department of Horticultural Sciences, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida.
- Hofman, G. (2004). "Vierfasen-voerprogramma verhoogt stabiliteit in de darm" in *Pluimveehouderij* (34) 15/05/2004: 18-19.
- Hol, J.M.G., Mosquera, J. en van den Top, M. (2005). "75% minder ammoniakuitstoot". *Pluimveehouderij*, jaargang 35, 4 juni 2005, pp.16-17.
- Huiden, F. (2004) "Voerbak komt naar kuiken toe". *Oogst Landbouw*, 1 oktober 2004.
- Huyghebaert, G. (2002). Abstract van confidencieel rapport van contractonderzoek voor Orffa, Londerzeel (België). *Activiteitenverslag Departement Dierenvoeding en veehouderij*, 2002.
- Huyghebaert, G. (2004). Abstract van confidencieel rapport van contractonderzoek voor Orffa, Londerzeel (België). *Activiteitenverslag Departement Dierenvoeding en veehouderij*, 2004.
- Jamroz, D., Orda, J., Skorupińska, J., Wertelecki, T., Wiliczkiwicz, A. and Żylka, R. (2001). "Bone mineral composition and bone strength parameters in hens fed mixtures supplemented with different kinds of phytase". *Proceedings 13th Eur. Symp. Poult. Nutr.*, Blankenberge, Belgium, oct 2001, pp. 181-182.
- Jamroz, D. and Wertelecki, T. (2001). "Calcium and phosphorus retention and bone strength in chickens fed different phosphates". *Proceedings 13th Eur. Symp. Poult. Nutr.*, Blankenberge, Belgium, oct 2001, pp. 183-184.
- Janssens, G. (2004). "Voederadditieven ook nuttig voor het milieu". *Voordracht tijdens Algemene Vergadering FRANA*.
- Jarman J. (1997). *Manure Sampling and analysis*. US. Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service. Fact Sheet MN-NUTR6.
- Kephart, KB., 2004. "Production and storage strategies for controlling ammonia emissions". *Pennsylvania State University*, 19 Maart 2004.
- Keshavarz, K. en Austic, R.E. (2004). "The use of low-protein, low-phosphorus, amino acid- and phytase-supplemented diets on laying hen performance and nitrogen and phosphorus excretion." *2004 Poultry Science* 83:75-83.
- Kies, A. (2005). "Fytase verbetert eiwitvertering". *De Molenaar*, jaargang 108 nr. 14/15, pp. 40.
- Kim, W.K. (2004). "Effects of dietary zinc supplementation on broiler performance and nitrogen loss from manure". *2004 Poultry Science* 83:34-38.
- Kim, W.K., Froelich, C.A. Jr., Patterson, P.H. en Ricke, S.C. (2006). "The potential to reduce poultry nitrogen emissions with dietary methionine or methionine analogues supplementation". *World's Poultry Science Journal*, Vol. 62, June 2006 : pp 338-349.
- Knowlton, K.F., Radcliffe, J.S., Novak, C.L. en Emmerson, D.A. (2004). "Animal management to reduce phosphorus losses to the environment". *J. Anim. Sci.* 2004. 82(E. suppl.): E173 – E195.
- Krauss, A. (2002). "Potassium, an integral part for sustained soil fertility and efficient crop production". Presented at 2nd international AUP-IPBA-IPI workshop on: current problems of balanced fertilization for efficient sugar beet cultivation.

- Lenntech Watertreatment en Luchtbehandeling. Rotterdamseweg 402 M, 2629 HH Delft, Nederland. <http://www.lenntech.com>
- Lippens, M., Huyghebaert, G., Van Tuyl, O. en De Groote, G. (2003). "Early and temporary qualitative, autonomous feed restriction of broiler chickens. Effects on performance characteristics, mortality, carcass and meat quality". Arch. Gelügelk. 2003, 67 (2) : 49-56.
- Lory J.A. (1999). Sampling Poultry Litter for Nutrient Testing. University of Minnesota, Department of Agronomy.
- Mann, H. (2004). "Benefiting from quality management: sampling procedures for feed ingredients". Degussa AminoNews (5) 1: 19-25.
- Mestbank (2001). Mestbankinfo nr. 11 - oktober 2001.
- Mestbank (2002). Mestbankinfo nr. 16 - oktober 2002.
- Mestbank (2003). Mestbankinfo nr. 20 - oktober 2003.
- Mestbank (2004). Voortgangsrapport Mestbank 2004 betreffende het mestbeleid in Vlaanderen. 176 p. Vlaamse Landmaatschappij.
- Mestbank (2006). Voortgangsrapport Mestbank 2006 betreffende het mestbeleid in Vlaanderen. Vlaamse Landmaatschappij.
- Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Departement Wetenschap, Innovatie en Media, administratie Wetenschap en Innovatie (1996). Bijdrage tot de uitbouw van beleidsmaatregelen voor de reductie van de ammoniakuitstoot door de landbouw in Vlaanderen. Project uitgevoerd door Bodemkundige Dienst van België, Laboratorium voor Bos, Natuur en Landschap van de K.U.Leuven en Laboratorium voor Agrarische Bouwkunde van de K.U.Leuven.
- Morris, T.R. (2004). "Nutrition of chicks and layers". World's Poultry Science Journal 60: 5-18.
- Murakami, A.E., Oviedo-Rondón, E.O., Martins, E.N., Pereira, M.S. en Scapinello, C. (2001). "Sodium and chloride requirements of growing broiler chickens (21 to 42 days of age) fed corn-soybean diets". Poultry Science 58: 1088
- Oviedo-Rondón, E.O., Murakami, A.E., Furlan, A.C., Moreira, I. En Macari, M. (2001). "Sodium and chloride requirements of young broiler chickens fed corn-soybean diets (1 to 21 days of age)". Poultry Science 80: 592-598.
- Orffa, (2002). "Clinoptilolite's role in poultry nutrition". International Poultry Production (10)6:17-18.
- Ravindran, V. (2000). "Effect of Natuphos Phytase on the bioavailability of protein and amino acids – A review". Keeping Current 0006, BASF.
- Remus, J. (2005). "Phytate and interaction with nutrients – Consideration on the use of a matrix when applying phytase to poultry diets". Proceedings of 3rd mid-Atlantic nutrition conference, 23-24 March 2005.
- Roland, D.A. (1994). "Phosphorus recommendations for commercial leghorns". Feed Mix 1994, Special Issue : pp24-26.
- Sanders A., Lenders S., Carlier P.J. en Lauwers L. (2004). "MIRANDA: Modulaire simulatie van mestafzetruimte". Centrum voor Landbouweconomie, Brussel.
- Smith S.C., Britton J.G., Barnes K.C., Enis J.D. & Lusby K.S. (2000). Poultry litter: Forage and Livestock Considerations. Oklahoma Cooperative Extension Service, Division of Agricultural Sciences and Natural Resources.

- Sutton, A., Applegate, T., Hankins, S., Hill, B., Allee, G., Greene, W., Kohn, R., Meyer, D., Powers, W. en van Kempen, T. (2004). "Manipulation of animal diets to affect manure production, composition and odours: state of the science". Publicatie van National Center for Manure and Animal Waste Management.
- Syers, J.K. (1998). "Soil and plant potassium in agriculture". Proceedings No. 411, The International Fertiliser Society York, UK. 32pp.
- Um, J.S. en Paik, I.K. (1999). "Effects of microbial phytase supplementation on egg production, eggshell quality and mineral retention of laying hens fed different levels of phosphorus". 1999 Poultry Science 78:75-79.
- Van Niekerk, Th.G.C.M. en Reuvekamp, B.F.J. (1995). "Toepassing van fytase bij (opfok)leghennen op batterijen". Praktijkonderzoek Pluimveehouderij, uitgave n° 37.
- Van der Haar, J.W., Meijerhof, R. (1996). "Verlaging stikstofaanvoer bij vleeskuikenouderdieren in opfokperiode". Praktijkonderzoek Pluimveehouderij, uitgave n° 43.
- Van der Haar, J.W., Wever, A.C. (2000) "Ammoniakreductie door strooiselbeluchting in twee grondhuisvestingssystemen voor vleeskuikenouderdieren". Praktijkonderzoek Pluimveehouderij 2000/2.
- Van der Klis, J.D. en Versteegh, H.A.J. (1996). Phosphorus Nutrition of Poultry. In: Recent Advances in Animal Nutrition. Nottingham Feed Manufacturers Conference. Eds. P.C. Garnsworthy, J. Wiseman and W. Haresign. Nottingham UK, pp 71-83.
- Van der Klis, J.D. en Reusink, E.W. (1993). "Enzym lyxasan verbetert verteerbaarheid tarwe". Pluimveehouderij (23) 3 september 1993
- Van Emous, R.A., van Harn, J. en Lourens, A. (2004a). "Tweemaal per week afdraaien verlaagt ammoniakemissie". Pluimveehouderij (34) 5/06/2004: pp22-23.
- Van Emous, R.A., van Harn, J. en Lourens, A. (2004b). "Vergeefse verandering van spijs". Pluimveehouderij (34) 7/08/2004: pp16-17.
- Veldman, B. (2004). "Litter quality enhancing properties". International Poultry Production (12) 6 : 11.
- Versteegh, H.A.J. en Van der Klis, J.D (1996). Mineralen via drinkwater. Pluimveehouderij (26) 11 oktober 1996.
- VLM (2001). Emissiepreventie in de landbouw door middel van nutriëntenbalansen". Studie in opdracht van de Vlaamse Landmaatschappij, uitgevoerd door Universiteit Gent en Centrum voor Landbouwkundig Onderzoek (CLO) Gent.
- VLM (2002). Emissiepreventie in de landbouw door middel van nutriëntenbalansen, vervolgproject. Studie in opdracht van de Vlaamse Landmaatschappij, uitgevoerd door Universiteit Gent en Centrum voor Landbouwkundig Onderzoek (CLO) Gent.
- Werkgroep Praktijkcijfers Mest en Mineralen Pluimveehouderij (1995). Praktijkcijfers Mest en Mineralen van Vleeskalkoenen, Leghennen en Vleeskuikens.
- Yannakopoulos AL, Tserveni-Gousi, AS en Christaki, E (1998). "Effect of natural zeolite on yolk:albumen ratio in hen eggs". Br. Poult. Sci. 1998 Sep;39(4):506-510.
- Zoons, J. (2004). Lezing tijdens studiedagen "Ammoniakemissie uit pluimveestallen" van Administratie Beheer en Kwaliteit Landbouwproductie, afdeling voorlichting en Provincie Antwerpen, Proefbedrijf voor Veehouderij. November 2004.