

bioKennis 

de natuurlijke kennisbron



Mineralenbelasting van de kippenuitloop

*Kippenuitloop
Gezond en Groen*

*G.J. van der Burgt,
M. Bestman*

LOUIS BOLK
I N S T I T U U T

In Nederland vindt het meeste onderzoek voor biologische landbouw en voeding plaats in voornamelijk door het ministerie van LNV gefinancierde onderzoeksprogramma's. Aansturing hiervan gebeurt door Bioconnect, het kennisnetwerk voor de Biologische Landbouw en Voeding in Nederland (www.bioconnect.nl). Hoofduitvoerders van het onderzoek zijn de instituten van Wageningen UR en het Louis Bolk Instituut. Zij werken in de cluster Biologische Landbouw (LNV gefinancierde onderzoeksprogramma's) nauw samen. Dit rapport is binnen deze context tot stand gekomen.

De resultaten van de onderzoeksprogramma's vindt u op de website www.biokennis.nl. Vragen en/of opmerkingen over het onderzoek aan biologische landbouw en voeding kunt u mailen naar: info@biokennis.nl.

© [2009] Louis Bolk Instituut
Mineralenbelasting van de kippenuitloop;
Kippenuitloop Gezond en Groen. G.J. van der
Burgt en M. Bestman, 30 pagina's.
Zoekwoorden: kippen, uitloop,
mineralenbelasting, bodem, fosfaat, zware
metalen. Dit rapport kan gedownload worden
vanaf www.biokennis.nl en www.louisbolk.nl.
LBI Publicatienummer LV76

Voorwoord

Dit rapport bevat gegevens die verkregen zijn in de periode 2006 – 2008 in het project Uitloop Gezond en Groen. Dit project werd uitgevoerd door de Biologische Pluimveehouders Vereniging, Agro Eco, Louis Bolk Instituut en RING-advies. Het project werd gefinancierd door het ministerie van Landbouw, Natuur en voedselkwaliteit, Stuurgroep LIB, provincie Groningen, provincie Drenthe en provincie Gelderland.

Als product van het project is eerder de brochure 'Kippenuitloop Gezond en Groen – Inspiratie en ideeën voor ontwerp en uitvoering' uitgebracht (Bestman et al., 2008). Daarin worden inspirerende voorbeelden en praktische tips gegeven hoe de uitloop ingericht kan worden om aan de verschillende verwachtingen of eisen te kunnen voldoen.

Dieren die buiten lopen laten daar ook hun mest vallen. Gezien de hoge dichtheid aan kippen in de uitloop roept dat vragen op over de mineralenbelasting van de uitloop. Aarnink et al. (2005) hebben daar gedetailleerd onderzoek naar gedaan, en de uitkomsten wijzen op hoge belastingen met name nabij de stallen. In dit project is dit vraagstuk in hoofdlijnen op twee manieren benaderd: door metingen in de bodem en door mineralenbalansen op bedrijfsniveau op te stellen. Daarvan wordt hier verslag gedaan.

Inhoud

Voorwoord	3
Inhoud	5
Samenvatting	7
Summary	9
1 Inleiding	11
2 Werkwijze	13
3 Resultaten	15
3.1 Jaarlijkse bodemmetingen	15
3.2 Zware metalen	17
3.3 Nitraat in de bodem	20
3.4 Mestopvang in stro	20
3.5 Fosfaatbalansen	22
4 Bespreking van de resultaten	23
5 Conclusies en aanbevelingen	27
Literatuur	29
Bijlage 1: Metingen bodem 2006 – 2007 - 2008	31

Samenvatting

Een ongewenst hoge aanvoer van mineralen zou een nadeel kunnen zijn van buiten lopende kippen. Als onderdeel van het project 'Uitloop Gezond en Groen' , van 2006 tot 2008 uitgevoerd door de Biologische Pluimveehouders Vereniging, Agro Eco, Louis Bolk Instituut en Ringadvies, zijn in de uitloop van vier bedrijven bodemmetingen gedaan aan met name fosfaat, stikstof en zware metalen. Daarnaast is gekeken naar de opvang van mineralen met strooisel in de uitloop en zijn fosfaatbalansen van twee bedrijven opgesteld.

Er is sprake van aanvoer van mineralen: nabij de stallen worden hogere gehalten aan fosfaat en zware metalen gevonden dan verder weg. In de loop van de twee jaar kon echter geen toename in fosfaatgehalte van de grond gemeten worden waar dat uit berekeningen wel verwacht mocht worden. Waarschijnlijk is een combinatie van factoren daarvoor verantwoordelijk: de aanvoer kan iets overschat zijn, er is er sprake van een retourstroom richting stal door grond aan de poten en opgegeten grond, en er kan een structurele bemonsteringsfout in het geding zijn.

Strooisel kan goed mest opvangen, maar er kleven diverse andere bezwaren aan.

Afvoer van grond is effectief maar juist strijdig met permanente inrichting van de uitloop met groen.

De opgestelde fosfaatbalansen zijn onbetrouwbaar doordat met name de berekeningen van fosfaat in de mest onbetrouwbaar zijn. Dat komt door een combinatie van bemonsterings- en meetfouten.

Summary

A high input of minerals could be a undesired effect of the chickens' outdoor run. As part of the project 'Uitloop Gezond en Groen' (Outdoor run Healthy and Green), realized in 2006 – 2008, the soil of the outdoor run of four organic poultry farms was analysed on phosphorus, nitrogen and heavy metals. Beside this, absorption of minerals by means of straw in the outdoor run was monitored and the phosphorus balances of two farms were calculated.

There indeed is a net input of minerals: close to the stables higher concentrations of phosphorus and heavy metals are found, compared to parts at more distance. Within these two years no increase of phosphorus concentration was measured although it could be expected according to calculations. This will be caused by a combination of factors: the input may be overestimated, soil and minerals might return to the stable sticking to the paws or in the intestines of the chickens, and a structural bias in the sampling may have occurred.

Straw could be used to reduce mineral accumulation close to the stable, but several disadvantages are connected to this way of working. Removal of soil is effective, but in conflict with permanent 'green cover' .

The farm phosphorus balances are unreliable due to unreliable phosphorus calculations of the dung. Both sampling and analysis are source of faults.

1 *Inleiding*

Met de uitloop wordt de kippen een leefruimte geboden waar ze zich soorteigen kunnen gedragen. Dan moet die uitloop daar wel geschikt voor zijn. Daar was het project 'Uitloop Gezond en Groen' op gericht.

Aan de uitloop kunnen echter ook bezwaren kleven, zoals de mineralenbelasting van de uitloop. Dit aspect is daarom meegenomen in het project. Bij aanvang van het project zijn zes bedrijven bemonsterd. In de loop van de ruim twee jaar zijn twee bedrijven om verschillende redenen niet meer bemonsterd; van vier bedrijven is dus een meetreeks van drie bodemmetingen beschikbaar. Uitsluitend deze bedrijven zijn in dit verslag opgenomen.

Aangezien het om een demonstratie- en ontwikkelingsproject ging, kon geen basaal onderzoek plaatsvinden. Lang niet alle vragen konden beantwoord worden. Niettemin komt het beeld naar voren dat er sprake is van een mineralenbelasting, maar die lijkt vooralsnog minder groot dan eerder aangenomen. Daar staat tegenover dat de in gesprekken uitgewisselde kennis van en ervaring met manieren om de mineralenbelasting van de uitloop te verminderen niet direct leiden tot een hanteerbaar antwoord. Bovendien zal de verbeterde inrichting van de uitloop – doel van het project – als het goed is meer kippen langer naar buiten laten gaan, waardoor de mestlast toeneemt.

Dit rapport volgt de gebruikelijke vorm van werkwijze, resultaten, bespreking en conclusies. Gezien de diversiteit van de slechts vier bedrijven kon geen statistische analyse plaatsvinden. Niettemin denken we dat deze vier bedrijven een goed beeld geven van de feitelijke situatie, waarbij blijkt dat het lastig is de grootte van de netto aanvoer van fosfaat en andere mineralen vast te stellen.

2 Werkwijze

Jaarlijkse bodemmetingen

Van 2006 tot 2008 zijn ieder jaar eind november - begin december de bodems van de uitlopen bemonsterd. Daarbij werd een zonering in acht genomen. Afhankelijk van de inrichting van de uitloop waren dat drie, vier of vijf zones, in oplopende afstand tot de stal of stallen. In 2006 zijn monsters gestoken van 0 – 10 cm en van 0 – 30 cm ; in de andere twee jaren is alleen 0 – 30 bemonsterd. De monsters zijn geanalyseerd door BLGG Oosterbeek in hun standaard analyseprocedures. De volgende metingen vonden plaats:

- P totaal. Hierbij wordt de totale voorraad fosfaat in de grond bepaald. Iedere grond bevat van nature fosfaat; klei meer dan zand. Fosfaat spoelt relatief weinig uit en hoopt dus makkelijk op. Kippenuitwerpselen bevatten veel fosfaat. Dat komt weer door het dieet: veel zaden (granen), en zaden bevatten veel fosfaat.
- P-AI. In deze analyse wordt een deel van de totale fosfaatvoorraad bepaald, namelijk dat deel dat voor plantengroei beschikbaar is. Deze maat wordt vooral bij grasland toegepast.
- K- HCl. Dit is de voor plantengroei beschikbare kalium.
- pH. De zuurgraad van de grond. Deze wordt door bemesting beïnvloed.
- N totaal. De totale hoeveelheid stikstof die in de grond gevonden wordt. Een zeer groot deel daarvan is in organische vorm gebonden en pas na afbraak door het bodemleven beschikbaar voor plantengroei. Mest bevat veel stikstof, afhankelijk van de mestsoort meer of minder in organische vorm.
- Organische stof. Zowel planten (wortels, bladresten) als mest voegen organische stof toe aan de grond. Door het bodemleven wordt het als voedselbron gebruikt. Afhankelijk van aanvoer en afbraak kan er sprake zijn van een stabiel gehalte organische stof of van aanwas of netto afbraak.

Zware metalen

De bodem is, uitsluitend in 2006, geanalyseerd op zware metalen Cadmium, Koper en Zink. In dat jaar zijn ook eenmalig monsters genomen van het kippenvoer en geanalyseerd op Koper en Zink.

Nitraat in de bodem

Fosfaat is in de bodem relatief stabiel. Stikstof daarentegen is zeer mobiel en veranderlijk. Uitspoeling van nitraat, met name nabij de stal, is niet onwaarschijnlijk als er veel mest valt en geen begroeiing aanwezig is voor opname. In het kader van dit project kon geen detailonderzoek plaats vinden naar de stikstofdynamiek. Op één van de bedrijven is gedurende 2007 (vijf keer) en 2008 (vier keer) nitraat in de bodem 0 – 30 cm gemeten. Hiervoor werd de zelfde zonering aangehouden als bij de algemene bodemmonsters.

Mestopvang in stro

Een van de mogelijke oplossingsrichtingen voor een vermindering van de mineralenbelasting van de uitloop is het instrooien van de zone direct naast de stal met bijvoorbeeld stro, en dat stro na verloop van tijd weer afvoeren. Er zijn op één bedrijf enkele losse metingen verricht aan vers stro en stro in de uitloop, en er is op dat zelfde bedrijf in een tijdreeks van vier metingen getracht een beeld te krijgen van de snelheid waarmee mineralen zich in het stro ophopen.

Fosfaatbalansen

Van twee van de vier bedrijven is een fosfaatbalans opgesteld. Daarbij is gebruik gemaakt van de bedrijfsgegevens wat betreft aan- en afvoer van kippen (aantal), aanvoer van voeders (kg), afvoer van eieren (aantal) en afvoer van mest (kg). Het gewicht van de kippen bij binnenkomst en bij afvoer werd forfaitair gesteld evenals het gewicht van de eieren. Daarnaast werden forfaitaire waarden aangehouden voor de fosfaatgehaltes van het pluimvee, de eieren en het voer, en gemeten gehalten in de afgevoerde mest. Dit is uiteindelijk teruggerekend naar het tijdvak 'jaar' en de uitloopoppervlakte 'hectare'.

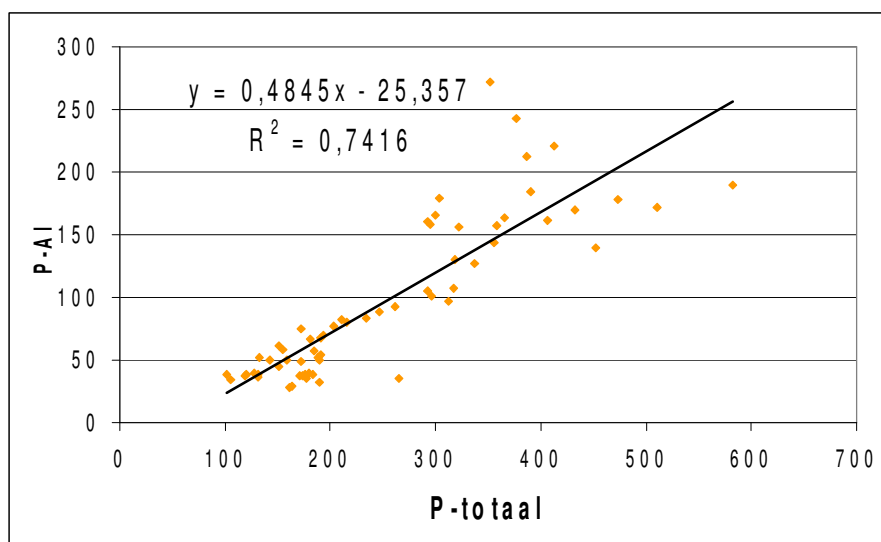
3 Resultaten

3.1 Jaarlijkse bodemmetingen

Alle metingen staan in tabelvorm in bijlage 1. Stikstof, organische stof, kalium en pH zijn veel dynamischer dan fosfaat. Weersomstandigheden en bodemleven hebben er directe invloed op. Bij fosfaatmetingen is dat veel minder het geval en is de verwachting dat er een duidelijke relatie zal bestaan met de aan- en afvoer ervan. Hier worden daarom alleen de resultaten van fosfaat besproken. Daarbij zijn drie aspecten van belang

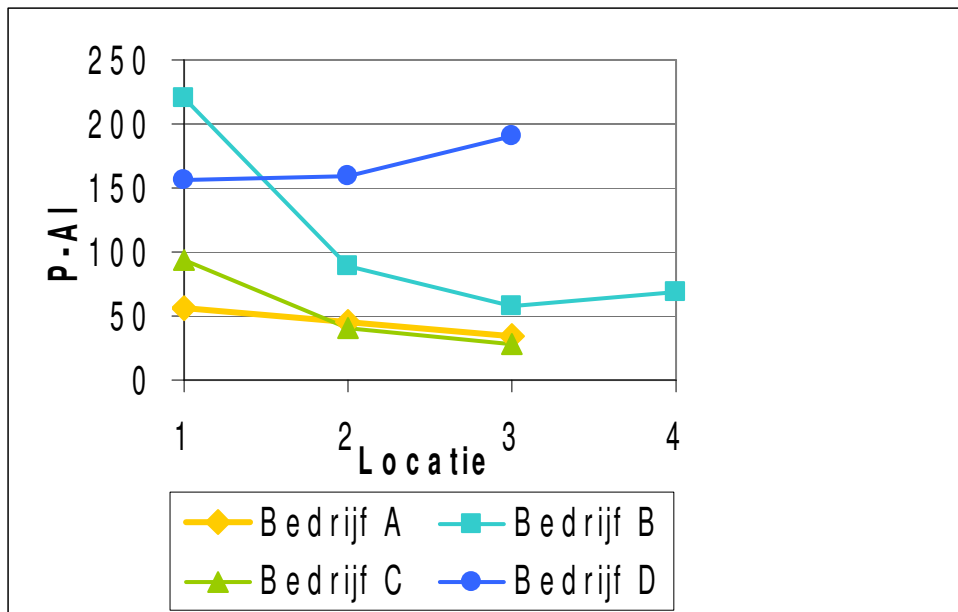
- Zijn er grote afwijkingen tussen P-totaal en P-AI?
- Is de fosfaatlast nabij de stal hoger dan verder weg?
- Neemt het fosfaatgehalte van de grond toe gedurende twee jaar?

In Figuur 3-1 is het verband weergegeven tussen P-totaal en P-AI, de voor planten opneembare fosfaat. Er blijkt een goed verband te bestaan. Dat betekent dat er in dit geval geen sprake is van bodemprocessen die fosfaat vastleggen en voor plantengroei onbeschikbaar maken. Bij hogere waarden neemt de spreiding relatief toe. De verwachting is dat als de hogere P-totaal veroorzaakt is door veel kippenmest, de P-AI relatief hoger wordt (fosfaat meer plant-beschikbaar, relatief minder bodemgebonden). Die tendens is een klein beetje zichtbaar maar niet overtuigend.



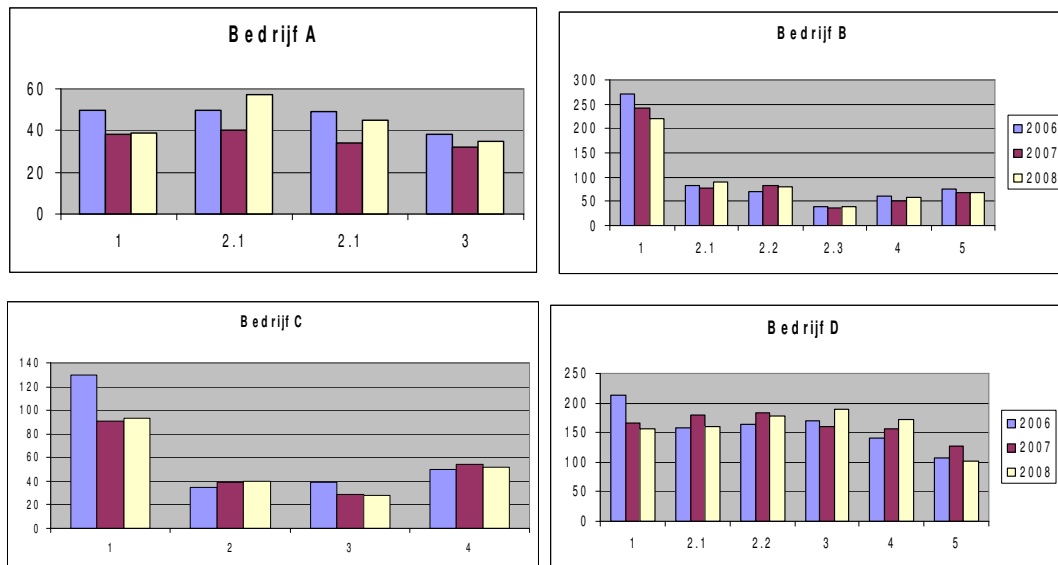
Figuur 3-1 Relatie tussen P-totaal en P-AI, alle metingen vier bedrijven.

Uit Figuur 3-2 blijkt dat in 2008 op drie van de vier bedrijven de P-AI nabij de stal het hoogst is en afneemt met toenemende afstand. Dat is in overeenstemming met de verwachting: kippen verblijven mogelijk iets langer dicht bij de stal dan ver van de stal, en hoe verder weg, hoe minder kippen per m² omdat (in geval van een denkbeeldige cirkelvormige uitloop) de oppervlakte kwadratisch met de afstand toeneemt. In praktijk zal de toename wat kleiner zijn en dus de dichtheid aan kippen wat hoger.



Figuur 3-2 Relatie tussen P-AI en afstand tot de stal, 2008. X-as: locatie op bedrijf. 1 = 0-20 meter vanaf de stal; 2, 3 en 4 per bedrijf verschillend maar in oplopende afstand tot de stal.

De afname van P-AI met de afstand tot de stal is op hoofdlijnen ook te zien in Figuur 3-3, bedrijf B en D. In bedrijf C behoort de vierde locatie nog niet tot de uitloop maar is nog akkerland. De P-AI is daar nu dus al hoger dan in de nu nog buitenste zone van de uitloop (zone 3). De verwachte toename in de tijd is echter niet gevonden: er is zeker geen sprake van een gemeten toename in de tijd, en de resultaten laten geen enkel ander patroon zien.



Figuur 3-3 P-AI van vier bedrijven, metingen 2006 – 2007 – 2008. X-as: locatie op bedrijf. 1 = 0-20 meter vanaf de stal; 2, 3, 4 en 5 per bedrijf verschillend maar in oplopende afstand tot de stal

3.2 Zware metalen

Alle bodemmetingen staan in tabelvorm in bijlage 1.

Naast accumulatie van fosfaat zou er sprake kunnen zijn van ophoping van zware metalen. Dit zou op de zelfde manier tot stand komen: via aanvoer van mest en het ontbreken van afvoer. Het zware metalen gehalte van de mest is niet bepaald, wel dat van enkele partijen voer. De verhouding tussen aanvoer van fosfaat enerzijds en zware metalen anderzijds kan dan berekend worden. Als aangenomen wordt dat de accumulatie in de uitloop van fosfaat en zware metalen evenredig verloopt kan ook de toename van zware metalen in de uitloop berekend worden, zij het met het nodige voorbehoud. Waarschijnlijk is de opname door kippen van zware metalen lager dan de opname van fosfaat, dus is verhoudingsgewijs de uitscheiding in mest van zware metalen hoger.

Uit de eigen gegevens en uit het verslag van Aarnink et al. (2005) is een P-aanvoer van 200 kg P₂O₅, dus 87 kg P ha⁻¹ jaar⁻¹ afgeleid. Nabij de stal zal dat in werkelijkheid waarschijnlijk hoger zijn, en ver van de stal lager. Met een gemiddelde verhouding tussen P, Zn en CU zoals die uit de metingen (Tabel 3-1) is gebleken, kan de aanvoer van Zn en Cu worden berekend en worden afgezet tegen het huidige gehalte van de grond en de maximale norm voor schone grond. Dat staat vermeld in Tabel 3-2 .

Tabel 3-1 Metingen van fosfor, zink en koper in voer, 2006

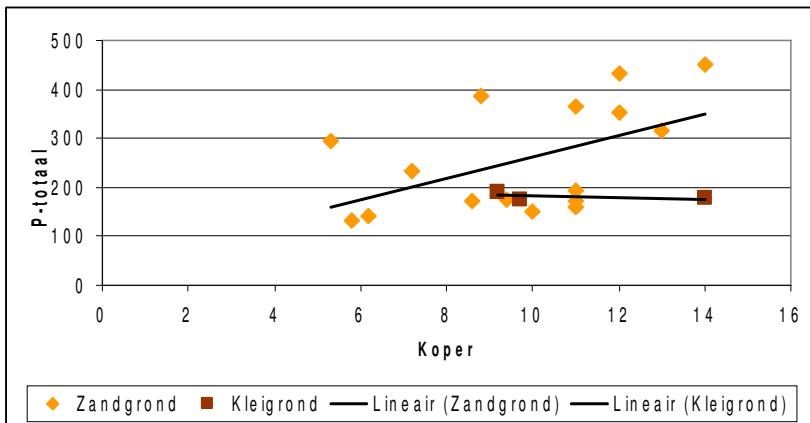
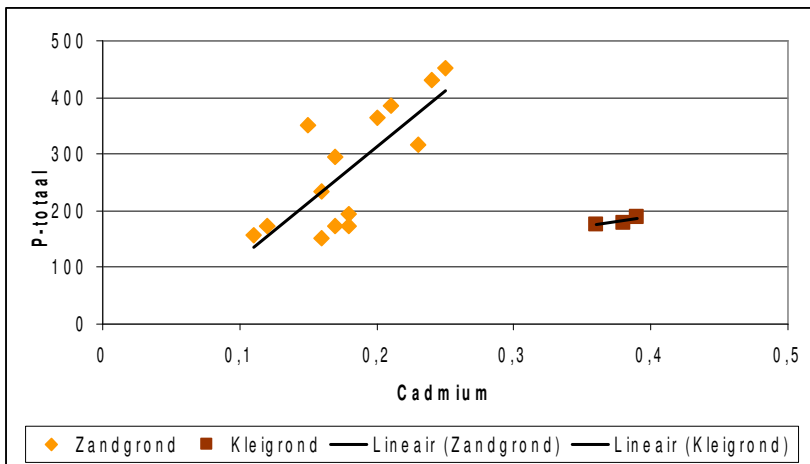
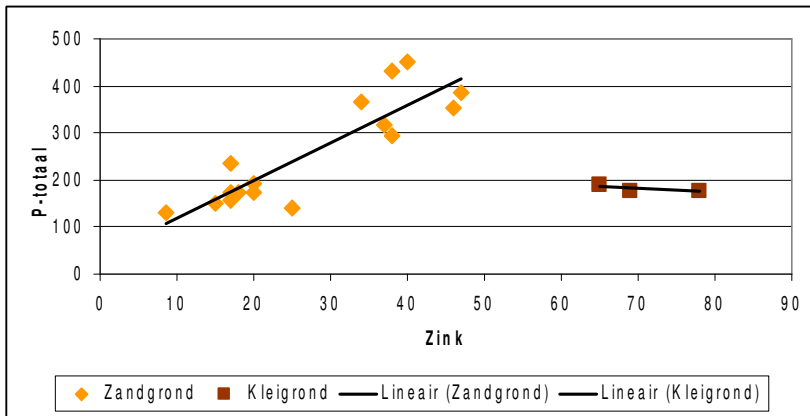
Bedrijf	A	B	C	D
Fosfor (g/ kg)	5,9	6,2	5,7	8,2
Zink (mg / kg)	73	94	74	103
Koper (mg / kg)	17,6	32,2	16,7	24,5

Tabel 3-2 Cumulatie van zink en koper

	Zink	Koper	
zand	30	10	Gemeten gemiddelde, mg kg ⁻¹ grond
klei	70	12	Gemeten gemiddelde, mg kg ⁻¹ grond
	0,79	0,19	Berekende verhoging, mg kg ⁻¹ grond
	140	36	Maximum norm voor schone grond, mg kg ⁻¹ grond
			Jaar tot maximum norm zou worden bereikt
zand	138	136	
			Jaar tot maximum zou worden bereikt
klei	88	125	

Uit de metingen en berekeningen blijkt dat er geen sprake is van een problematiek wat betreft zware metalen. Vermindering van het fosfaatoverschot zou kunnen leiden tot vermindering van het zware metalenoverschot zonder specifieke maatregelen rondom zware metalen.

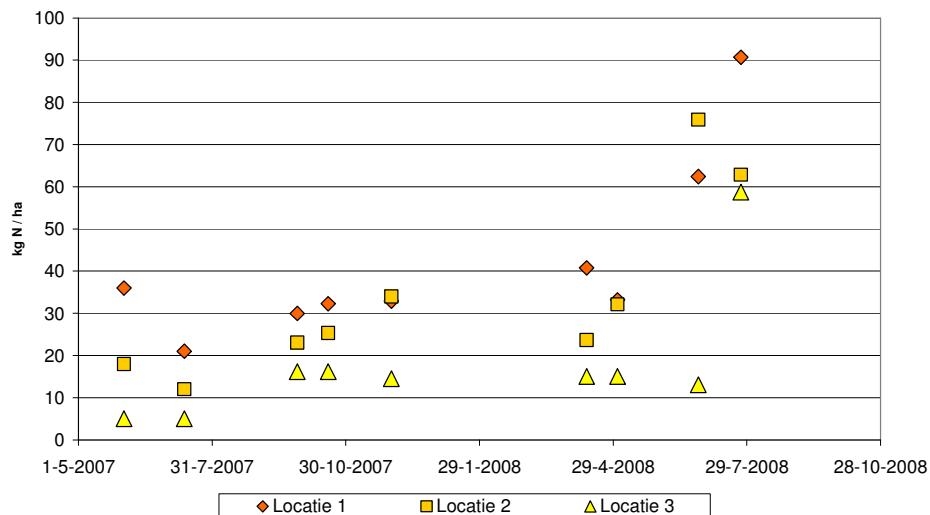
Bij de zware metalen is bij zink en Cadmium (Figuur 3-4) sprake van een grondsoortverschil, voor koper niet. Een met fosfor evenredige toename van de gehalten zware metalen is op zandgrond de beste verklaring voor de gevonden waarden. Op de kleigrond gaat dat niet op, maar het gaat dan om maar één bedrijf. Daar is de trendlijn vrijwel horizontaal of zelfs aflopend. Voor Zink en Koper zijn de gehalten op dat bedrijf afnemend met de afstand tot de stal terwijl dat bij de P-totaal veel minder of niet het geval is (data niet afzonderlijk getoond). Cadmium geeft dat beeld niet.



Figuur 3-4 Bodem 0-30 cm 2006, verhouding P-totaal (y-as) tot Zink (bovenste grafiek), Cadmium (middelste grafiek) en Koper (onderste grafiek). Zware metalen in mg kg^{-1} droge grond, P-totaal in $\text{mg } 100\text{g}^{-1}$ droge grond.

3.3 Nitraat in de bodem

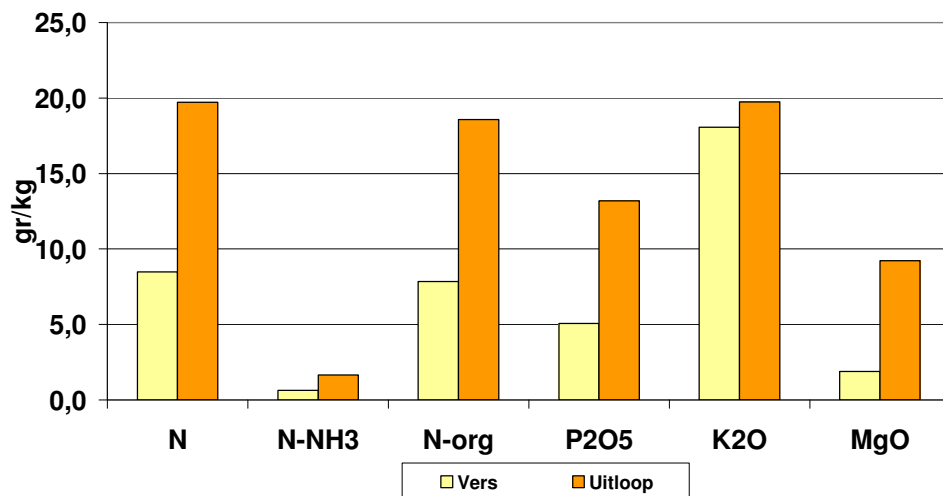
In Figuur 3-5 zijn de metingen op bedrijf C van nitraat weergegeven. De laatste twee metingen van 2008 zijn aanzienlijk hoger dan de overige metingen. Op vrijwel alle momenten zijn de metingen op locatie 1 (nabij de stal) het hoogst en die op locatie 3 (verst weg) het laagst.



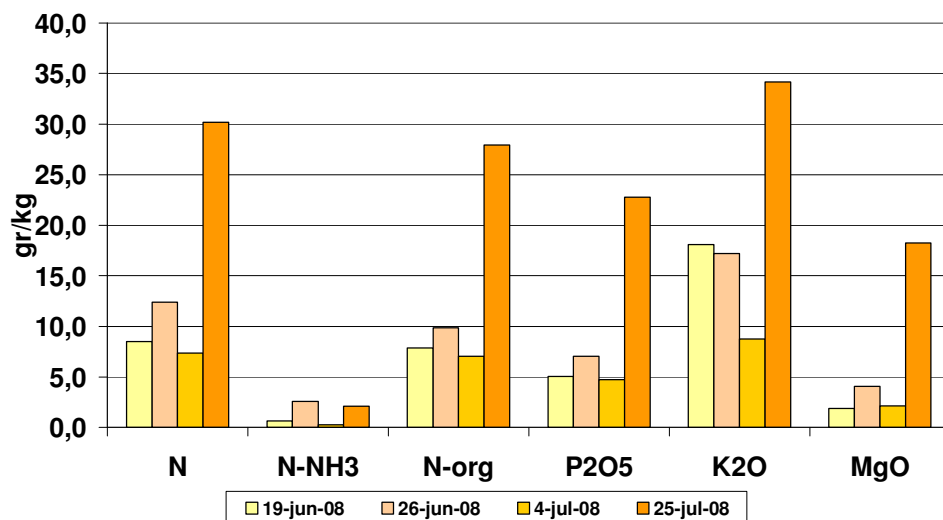
Figuur 3-5 Bodem nitraatmetingen 0 – 30 cm op bedrijf C.

3.4 Mestopvang in stro

In Figuur 3-6 en Figuur 3-7 is te zien in welke mate stro in staat is mest op te vangen. De minst mobiele en daardoor meest betrouwbare maatstaf is fosfaat. Afgezien van N-NH₃ kunnen de gehalten flink oplopen, wat duidt op het vasthouden in het stro van de toegevoerde kippenmest. De data van Figuur 3-6 en Figuur 3-7 zijn onafhankelijk van elkaar gemeten. Nadat een éénmalige meting (Figuur 3-6) goede resultaten had gegeven is tot een vervolgmeting besloten, maar nu met meerdere metingen verspreid over een tijdvak (Figuur 3-7).



Figuur 3-6 Gehaltes van vers stro vergeleken met stro dat een aantal weken in de uitloop heeft gelegen.



Figuur 3-7 Gehaltes van vers stro en van stro in de uitloop in een tijdreeks

3.5 Fosfaatbalansen

De fosfaatbalansen van bedrijf A en B staan in Tabel 3-3. Bedrijf A lijkt op basis van deze berekening een negatieve fosfaatbalans te hebben, dus er zou netto op bedrijfsniveau fosfaat afgevoerd worden. Dat kan niet kloppen.

Tabel 3-3 Fosfaatbalansen ($\text{kg ha}^{-1} \text{ jaar}^{-1}$) van bedrijf A en B

Bedrijf	A		B	
	In	Uit	In	Uit
Voer	1257		1656	
Luzerne	24			
Stro	3		4	
Kippen		22		21
Eieren		175		238
Mest		1134		1238
Totaal	1284	1331	1660	1497
Overschot		-47		163

4 *Bespreking van de resultaten*

Kern van de vraag was of er sprake is van een ongewenst grote aanvoer van mineralen naar de uitloop van kippen. Er is inderdaad sprake van aanvoer, maar de grootteorde daarvan is niet makkelijk vast te stellen. Uit de metingen komt een wisselend beeld naar voren. De delen van de uitloop nabij de stal hebben meestal duidelijk hogere gehalten aan fosfaat en zware metalen dan de verder weg gelegen delen. Dat kan rechtstreeks verklaard worden uit de relatief intensieve aanwezigheid van kippen in die zone en bevestigt de verwachting. Daar staat tegenover dat van jaar tot jaar bezien er een meetbare toename in P-AI en P-totaal verwacht mag worden gezien de uit eerder onderzoek verwachte overschotten aan fosfaat. Deze verwachte toename wordt niet in de metingen bevestigd. Enige uitspoeling van fosfaat zou plaats kunnen vinden, maar niet in de mate dat het de verwachte aanvoer geheel compenseert. Incidentele meetfouten worden gecompenseerd door het grote aantal metingen. Structurele bemonsteringsverschillen of analysefouten van jaar tot jaar zijn niet waarschijnlijk. De mogelijkheid dat de netto fosfaataanvoer naar de uitloop lager is dan door Aarnink et al. (2005) wordt berekend, kan niet worden uitgesloten. Twee mechanismen komen daarvoor in aanmerking: netto transport van grond naar de stal via de poten, en opeten van grond en weer uitscheiden in de stal. Mest uit de stal van één van de deelnemers wordt verbrand, en deze mest bleek bij analyse meermaals een aanzienlijk hogere zandfractie te bevatten dan mest uit andere, intensieve kippenhouderijen zonder uitloop (mondelijke mededeling van betreffende deelnemer). Hiernaar zou verder onderzoek plaats kunnen vinden.

Naast fosfaat speelt ook aanvoer van zware metalen een mogelijk negatieve rol. De bij de resultaten getoonde berekening over ophoping zijn zeer voorlopig maar zijn niet verontrustend. De accumulatie lijkt niet meer dan evenredig met de fosfaataccumulatie te verlopen. Maatregelen die de netto fosfaataanvoer zouden verlagen zouden waarschijnlijk ook de netto aanvoer van zware metalen verlagen zonder dat daar specifieke maatregelen voor genomen hoeven te worden. Niettemin is er sprake van een, weliswaar lage, netto aanvoer. Bij ongewijzigd beleid zou dat leiden tot het overschrijden van de norm voor schone grond na 100 jaar. Als de fosfaataanvoer lager blijkt te zijn dan aangenomen zou echter ook de zware metalen aanvoer lager uit kunnen vallen dan nu berekend is.

De bodem nitraat metingen bevestigen het beeld van een intensievere mestlast nabij de stal: in de eerste zone is het nitraatniveau vrijwel altijd het hoogst, in de derde zone het laagst. Er zijn echter te veel verschillende factoren in het spel om een sluitend verhaal over de stikstofdynamiek te kunnen opstellen. Dat blijkt onder andere uit de metingen op bedrijf C, waar najaar 2008 opeens hoge gehalten aan nitraat gemeten worden. In 2007 zijn er verschillende perioden van ophokplicht geweest, en neerslag heeft grote invloed op eventuele nitraatuitspoeling. Vast staat dat in de zone nabij de stal geen opname van stikstof plaatsvindt door planten, dus daar zal minerale stikstof in de bodem voor een deel denitrificeren en voor een deel uitspoelen. Hoeveel er uit zou kunnen spoelen valt op basis van deze gegevens niet te zeggen.

Stro is in staat meststoffen op te vangen en te absorberen. Het opvangen van mest door de zone nabij de stal in te strooien met stro en dat om de zoveel tijd weg te halen en te vernieuwen is technisch gezien een goede mogelijkheid. Op basis van de getoonde data over mineralengehaltes van stro in de uitloop kan nog een optimale hoeveelheid en vervangingsfrequentie berekend worden. De eindgehalten in de tijdreeks (Figuur 3-7) liggen hoger dan bij de eerste meting (Figuur 3-6) maar de onderlinge verhoudingen komen goed overeen. De tijdreeks laat echter geen gelijkmatige toename zien van het mineralengehalte. Praktisch en financieel gezien zijn er nog wel veel vragen aan verbonden. Het is een kostenpost, een arbeidspost, het is misschien strijdig met de gewenste inrichting van de uitloop en het levert een extra hoeveelheid strooisel op die afgevoerd moet worden. Naast instrooien en afvoer van het strooisel zou ook de bovenste grondlaag nabij de stal afgegraven, afgevoerd en vervangen kunnen worden. Dat is een effectieve maatregel, maar ook hier kleven veel bezwaren aan vast, niet in de laatste plaats de (gewenste groene) inrichting van de uitloop. Deze mogelijkheid van P-afvoer is niet onderzocht.

Het opstellen van een betrouwbare fosfaatbalans blijkt niet eenvoudig te zijn. De balans van bedrijf B is op hoofdlijnen goed in overeenstemming te brengen met de resultaten van Aarnink et al (2005). Die van bedrijf A levert een absurd beeld op: netto afvoer van fosfaat. Dat is redelijkerwijs niet te verklaren. De balans wordt grotendeels bepaald door de twee grootste posten, te weten voeraankoop en afvoer van mest. Bij de voeraankoop zullen de gehalten geen grote bron van fouten zijn. Bij de mestafvoer is dat wél het geval: een beetje door meetfouten in afgevoerd gewicht (geschatte meetfout 2%), maar vooral door bemonsteringsfouten (15%) en analysefouten (>9% voor fosfaat in vaste mest) (Hoeksma en van Riel, 2008). Indien meer dan tien

vrachten per jaar worden afgevoerd (en bemonsterd) kunnen de fouten elkaar deels compenseren, maar bij een gering aantal bemonsteringsmomenten is dat niet het geval.

Gegeven deze informatie zijn de gepresenteerde balansen op bedrijfsniveau beide onbetrouwbaar. Dat één van de twee er redelijk uitziet kan net zo goed toeval zijn als dat de andere volstrekt onaannemelijk is.

5 Conclusies en aanbevelingen

Conclusies

- Er is sprake van een netto aanvoer van mineralen naar de uitloop, maar de grootte ervan kon niet vastgesteld worden binnen dit onderzoek. Nabij de stal zijn de gehalten aan fosfaat en zware metalen hoger dan op afstand, maar in twee jaar tijd kon geen toename van het fosfaatgehalte worden gemeten terwijl dat op basis van berekeningen met een zekere aangenomen hoeveelheid fosfaataanvoer wel verwacht mag worden.
- Voor stikstof geldt een vergelijkbare conclusie, maar stikstof gedraagt zich veel wispelturiger dan fosfaat. Uit dit onderzoek kunnen geen kwantitatieve conclusies over stikstof worden getrokken.
- Aanvoer van zware metalen lijkt geen primair probleem voor de uitloop: het verloopt niet meer dan evenredig met de fosfaataanvoer en de maximum waarden voor schone grond worden bij ongewijzigd beleid op zijn vroegst na 100 jaar overschreden.
- Nitraatmetingen bevestigen de hypothese dat meer mest nabij de stal terecht komt dan verder weg. Uitspraken over de stikstofdynamiek en stikstofuitspoeling zijn niet mogelijk, maar gezien het ontbreken van begroeiing en dus N-opname nabij de stal zal uit die zone zonder twijfel nitraat uitspoelen.
- Bedekken van de grond nabij de stal met strooisel en het later afvoeren daarvan is technisch een bruikbaar middel om de mineralenbelasting nabij de stal te verminderen. Er zijn echter veel andere redenen om dit niet toe te passen. Dat geldt ook voor afvoer van de bovenste grondlaag.
- Een fosfaatbalans op bedrijfsniveau opstellen heeft alleen zin als de afvoer met de mest aanzienlijk nauwkeuriger in beeld wordt gebracht dan momenteel in de praktijk het geval is.
- Er kan sprake zijn van grondverplaatsing van de uitloop naar de stal door opgegeten grond en door grond die aan de poten kleeft. Dit zou in vervolgonderzoek gekwantificeerd kunnen worden, met mogelijke gevolgen voor de fosfaatbalans.

Aanbevelingen

Binnen het project zijn diverse wegen geopperd waarop de mineralenbelasting van de kippenuitloop verlaagd zou kunnen worden. De effectiviteit, kosteneffectiviteit en

praktische haalbaarheid daarvan kunnen zeer uiteenlopen. Dat kan in vervolgonderzoek opgepakt worden. Als oplossingsrichting zijn genoemd:

- Minder fosfaat in het voer; gebruik van fytase
- Instrooien en afvoeren van het strooisel
- Afvoeren en opnieuw instrooien van de bovenste grondlaag
- Vergroting van de oppervlakte van de uitloop
- Betere spreiding van de kippen over de uitloop (verlaging van de piekbelasting nabij de stal)
- Omweiden en afvoer van het gewas uit het niet-beweide deel
- Afvoer van (houtig) gewas uit de uitloop
- Mobiele kippenhokken

Literatuur

Aarnink, A.J.A., Hol, J.M.G., Beurskens, A.G.C. en Wagemans, M.J.M. (2005).

Ammoniakemissie en mineralenbelasting op de uitloop van leghennen.

Arotechnology & Food Innovations B.V. rapport 337, Wageningen U.R.

Bestman, M., Loefs, R., Vries, H. de, en Burgt, G.J. van der (2008). **Kippenuitloop gezond en groen. Inspiratie en ideeën voor ontwerp en uitvoering.** Louis Bolk Instituut, publicatienummer LV74.

Hoeksma, P. en Riel, J. van (2008). **Bepaling van de nauwkeurigheid van mineralenafvoer op veehouderijbedrijven.** Animal Sciences Group rapport 112, Wageningen UR.

Bijlage 1: Metingen bodem 2006 – 2007 - 2008

Het nummer in de kolom 'locatie' geeft per bedrijf globaal de afstand tot de stal weer. 1 = 0 – 20 meter ; 2 = 20 – 40 meter ; 3, 4 en 5 zijn variabel maar altijd met oplopende afstand tot de stal.

2006		mg P2O5 / 100 gr	mg P2O5 / 100 gr	mg K2O / 100 gr		mg N / kg	%
Bedr	Locatie	P-Al	P-totaal	Kali	pH-KCl	N- totaal	Org stof
A	1	50	142	18	5,8	1772	6,9
A	2.1	50	158	14	5	2433	8,8
A	2.2	49	172	21	5,4	2745	9,3
A	3	38	174	6	4,8	3860	11,2
B	1	272	352	31	6,6	2081	6,6
B	2.1	83	234	11	4,6	1047	4,6
B	2.2	70	193	15	4,9	1220	4,9
B	2.3	39	131	15	3,6	2241	3,6
B	3	61	151	13	4,8	1088	3,4
B	4	75	172	14	4,6	1239	3,4
C	1.1	130	319	81	6,7	2402	6
C	1.2	35	177	26	6,4	2257	5,8
C	2	39	176	27	6,8	1939	5,1
C	3	50	189	22	6,7	1646	4,6
D	1	212	386	21	6,6	1404	5,4
D	2.1	158	295	15	6,3	906	2,7
D	2.2	164	365	15	5,5	1655	4,7
D	3	170	432	16	5,6	1809	5,4
D	4	140	452	18	5,6	2142	5,1
D	5	107	317	22	5,2	2104	6,4

2007		mg P2O5 / 100 gr	mg P2O5 / 100 gr	mg K2O / 100 gr		mg N/kg	%
Bedr	Locatie	P-Al	P-totaal	Kali	pH-KCl	N- totaal	Org stof
A	1	38	119	15	6,2	1632	5,5
A	2.1	40	127	14	5,2	2039	7,8
A	2.2	34	105	25	5,5	1939	8,1
A	3	32	189	8	4,8	5305	13,1
B	1	243	377	48	7	1592	4,1
B	2.1	77	203	10	4,6	916	3,2
B	2.2	82	210	18	4,9	1119	3,4
B	2.3	36	131	12	3,3	3218	8,5
B	3	52	132	12	4,7	926	2,7
B	4	67	181	12	4,6	1028	3
C	1.1	144	356	62	7,1	2261	5,9
C	1.2	38	171	24	6,9	2470	6,4
C	2	39	183	27	6,7	2370	6,2
C	3	29	163	22	7,1	1859	5,4
C	4	54	191	23	7,2	1542	4,6
D	1	166	300	26	6,8	1410	3,8
D	2.1	179	304	17	6,3	1098	3,3
D	2.2	184	390	21	5,8	1618	4,4
D	3	161	406	27	5,6	1781	4,5
D	4	157	358	24	5,7	1823	4,8
D	5.1	127	337	32	5,6	1827	4,8
D	5.2	105	293	25	5,3	1743	5,2

2008		mg P2O5 / 100 gr	mg P2O5 / 100 gr	mg K2O / 100 gr		mg N/kg	%
Bedr	Locatie	P-Al	P-totaal	Kali	pH-KCl	N- totaal	Org stof
A	1	39	102	14	5,8	1790	5,6
A	2.1	57	185	15	4,9	3470	10,4
A	2.2	45	151	23	5,5	3580	9,1
A	3	35	265	10	4,6	6620	14,9
B	1	221	412	78	6,3	3290	7,7
B	2.1	89	247	16	4,6	1260	4
B	2.2	80	215	25	5,3	1220	3,5
B	2.3	39	120	18	3,6	2140	6
B	3	58	155	14	4,8	1070	3,1
B	4	68	191	16	4,6	1310	3,6
C	1	93	261	52	7	2240	6,4
C	2	40	180	31	6,7	2160	5,8
C	3	28	161	24	7	1780	5,3
C	4	52	188	21	7,1	1440	4,5
D	1	156	322	27	6,3	1480	3,8
D	2.1	160	292	17	5,9	1130	2,8
D	2.2	178	473	20	5,5	1890	4,8
D	3	190	582	23	5,5	2210	5,7
D	4	172	511	35	5,9	2140	5,1
D	5.1	101	296	28	5,5	2020	5,1
D	5.2	97	312	20	5,3	2170	5,4

2006		mg / kg ds	mg / kg ds	mg / kg ds
Bedr	Locatie	Cadmium	Koper	Zink
A	1	< 0,11	6,2	25
A	2.1	0,11	11	17
A	2.2	0,12	11	20
A	3	0,17	9,4	17
B	1	0,15	12	46
B	2.1	0,16	7,2	17
B	2.2	0,18	11	20
B	2.3	< 0,11	5,8	8,5
B	3	0,16	10	15
B	4	0,18	8,6	18
C	1.1	0,38	14	78
C	1.2			
C	2	0,36	9,7	69
C	3	0,39	9,2	65
D	1	0,21	8,8	47
D	2.1	0,17	5,3	38
D	2.2	0,2	11	34
D	3	0,24	12	38
D	4	0,25	14	40
D	5	0,23	13	37

