

# Vrijloopstallen met composterende houtsnipperbedding Laag stikstofverlies kan

Op de vloer van een vrijloopstal ligt meestal een organische bedding. Deze moet aan een aantal voorwaarden voldoen om geschikt te zijn voor gebruik in de vrijloopstal. Een belangrijke voorwaarde is dat de vervluchtiging van stikstof (N) uit de bedding, en daarmee uit de hele stal, beperkt blijft. Een laag N-verlies is mogelijk, en bij uitrijden van 'compost' op het land is er nauwelijks emissie.

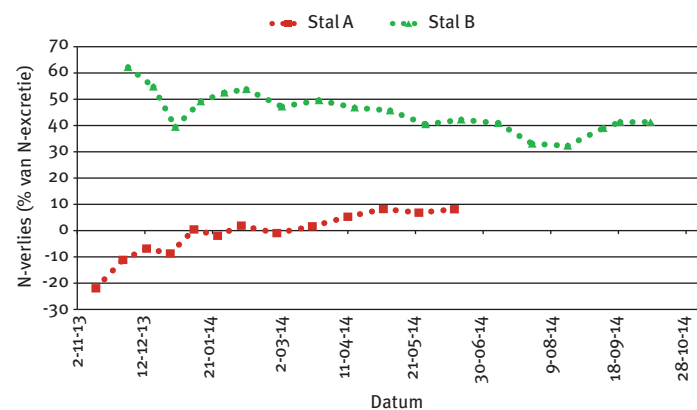
Herman de Boer  
Paul Galama  
Wageningen UR Livestock Research

**N** vervluchtigt uit de ligboxen-stal voor het overgrote deel in de vorm van ammoniak ( $\text{NH}_3$ ), maar door andere omstandigheden in de organische bedding, vergeleken met de combinatie roostervloer en drijfmestkelder, kan er uit de vrijloopstal ook relatief veel N verloren gaan als lachgas ( $\text{N}_2\text{O}$ ) en stikstofgas ( $\text{N}_2$ ) (zie routekaart mineralen). De vorm waarin N vervluchtigt, heeft effect op de milieukwaliteit. Naast de vorm is echter ook de hoeveelheid van belang. Hoe meer N er vervluchtigt uit de stal, des te minder er overblijft in de N-kringloop op het bedrijf.

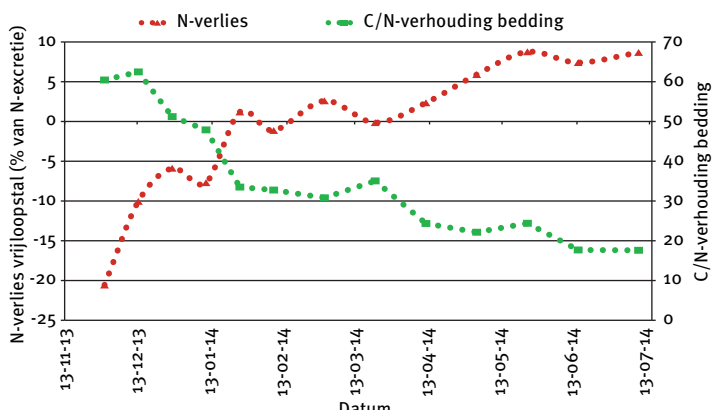
**Onderzoek N-verlies uit vrijloopstal**  
Melkveehouders met vrijloopstallen gebruiken verschillende soorten strooisel voor de bedding in combinatie met verschillend beddingmanagement. Binnen het onderzoeksproject Vrijloopstallen is de laatste jaren

onderzoek gedaan naar het totale N-verlies door vervluchtiging uit de vrijloopstal bij gebruik van verschillend strooisel en toepassing van verschillend management. Uit dit onderzoek bleek dat bij een composterende bedding met houtsnippers het N-verlies relatief laag was vergeleken met andere combinaties. Om beter te begrijpen hoe het N-verlies ontstaat, en op basis daarvan maatregelen te ontwikkelen om dit verlies verder te verlagen, is er verdiepend onderzoek uitgevoerd. Bij twee vrijloopstallen met compostering van houtsnippers is tijdens de levensduur van de bedding de ontwikkeling van het N-verlies gemeten. Gekozen werd voor twee praktijkstallen met een duidelijk verschil in composteringmethode: intensief composteren bij een relatief hoge temperatuur rond  $50^\circ\text{C}$  (stal A) en meer extensief composteren bij een relatief lage temperatuur van  $30$  tot  $40^\circ\text{C}$  (stal B). Bij beide stallen werd de bedding regelmatig mechanisch belucht door

**Figuur 1**  
Cumulatief N-verlies door vervluchtiging uit stal A en stal B.



**Figuur 2**  
Verloop van het cumulatieve N-verlies uit de vrijloopstal en de C/N-verhouding van de bedding tijdens de meetperiode van stal A.



lucht door de bedding heen te blazen (stal A) of te zuigen (stal B). Stal A had  $14\text{ m}^2$  bedding per koe en stal B  $15\text{ m}^2$ .

### Metten N-verlies uit stal

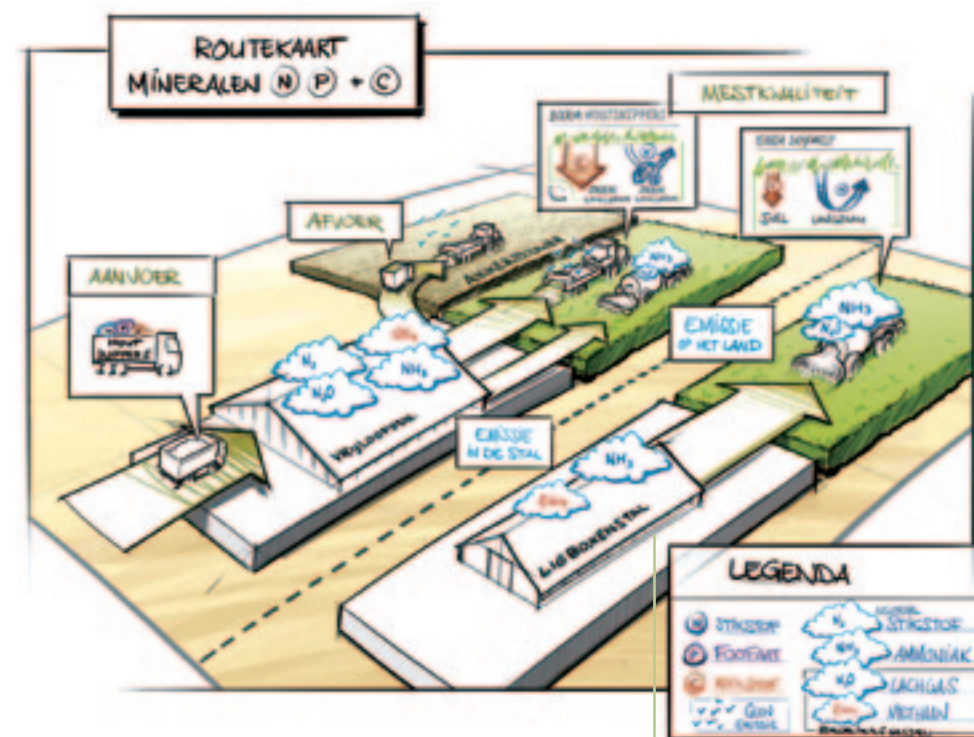
De ontwikkeling van het N-verlies over de tijd werd gevolgd door iedere twee tot drie weken de bedrijven te bezoeken en per bezoekmoment een N-balans voor de stal op te stellen over de voorgaande periode, een oplopende (cumulatieve) balans. Deze cumulatieve N-balans werd berekend door van de N-aanvoer in de stal de N-vastlegging af te trekken; het verschil tussen aanvoer en vastlegging is het N-verlies door vervluchtiging. N werd in de stallen aangevoerd met houtsnippers, ruwvoer en krachtvoer, en vastgelegd in drijfmest, gecomposteerde bedding, melk en dieren. De aangevoerde partijen houtsnippers en gevoerde rantsoenen werden gewogen en bemonsterd op gehalten. Bij ieder bedrijfsbezoek werd gemeten hoeveel drijfmest en bedding in de stal aanwezig of afgevoerd was en werd deze bemonsterd. De melkproductie werd overgenomen van de leveringsoverzichten van de melkfabriek en de vastlegging in dieren werd geschat. Op basis van hoeveelheden en gehalten werden vervolgens de balansposten berekend. De cumulatieve N-balans en het N-verlies werden berekend per twee tot drie weken voor een periode van 8 maanden (stal A) en 11 maanden (stal B). De koeien bleven tijdens de meetperiode op stal. Hierdoor konden de balansen makkelijker en betrouwbaar berekend worden.

### Groot verschil in/extensief composteren

De resultaten laten een groot verschil zien tussen beide stallen. Allereerst was er een groot verschil in het niveau van N-verlies over de hele meetperiode; bij stal B was dit aanzienlijk hoger dan bij stal A (Figuur 1). Daarnaast was er een duidelijk verschil in de ontwikkeling van het N-verlies over de tijd. Stal A startte met een negatief N-verlies dat opliep over de meetperiode. Stal B startte meteen met een hoog niveau van N-verlies dat tijdens de meetperiode terugliep.

### Bacteriegroei kan N-verlies verlagen

Een mogelijke verklaring voor het negatieve N-verlies bij stal A is vastlegging van N uit de omgevingslucht als gevolg van de compostering. Bij compostering breken microflora, onder andere bacteriën en schimmels, de houtsnippers af en groeien ze op de energie die daarbij vrijkomt. Om biomassa te vormen hebben de bacteriën, net als de koe, niet alleen



### ROUTEKAART MINERALEN

De route die C, P en N afleggen op het bedrijf, van aanvoer tot en met afvoer.

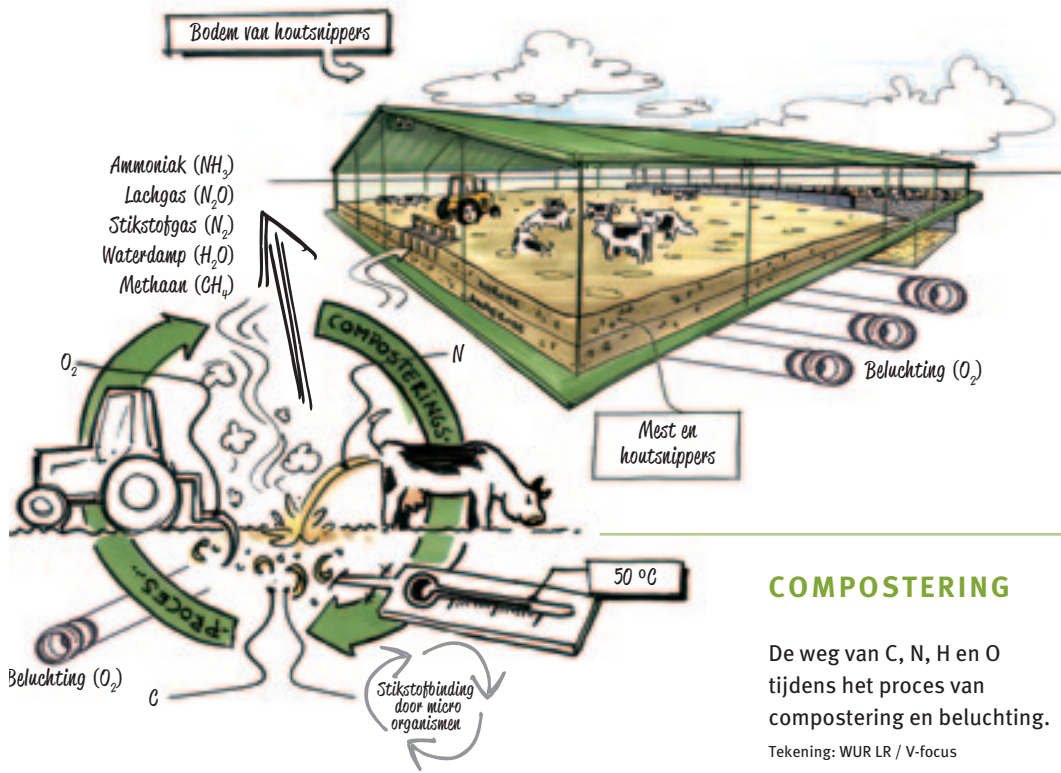
Tekening: WUR LR

energie maar ook nutriënten nodig, waaronder N. Deze N wordt uit de directe omgeving opgenomen. Zodra deze N in de biomassa is ingebouwd, en daarin blijft, kan deze niet verloren gaan door vervluchtiging. Een doelstelling van compostering in de vrijloopstal is dat de bacteriën tijdens hun groei de N opnemen uit de mest (feces en urine) die de koeien op de bedding uitscheiden, en daarmee de N-vervluchtiging uit de stal verlagen. Een (grote) maat voor de verhouding tussen potentieel beschikbare energie en N is de C/N-verhouding van de bedding. In het begin van de compostering was de C/N-verhouding van de bedding zo hoog dat de bacteriën onvoldoende N uit de bedding konden halen. Deze N werd blijkbaar uit de omgevingslucht gehaald. Mogelijk ging het hier om binding van  $\text{N}_2$  door vrijlevende N-fixerende bacteriën, een fenomeen dat vaker door onderzoekers bij compostering is gemeten.

### N-verlies stuurbaar met bedding

Als de koeien langer op de bedding lopen, wordt er steeds meer N met mest uitgescheiden en wordt de mix van houtsnippers en mest steeds verder afgebroken. Hierdoor daalt de C/N-verhouding van de bedding. Op het moment dat er meer N aanwezig is dan de bacteriën nodig hebben, wordt deze N niet meer opgenomen en ingebouwd en kan die vervluchtigen. Dit kan in de vorm van  $\text{NH}_3$  of, na het proces van nitrificatie/denitrificatie, als  $\text{N}_2\text{O}$  of  $\text{N}_2$  (zie tekening pag. 30). Bij een verdere daling van de C/N-verhouding kan het N-verlies verder toenemen. Bij stal A was deze relatie tussen

C/N-verhouding en het N-verlies duidelijk aanwezig (Figuur 2, Figuur 3). Deze relatie suggereert ook dat zolang de C/N-verhouding op een voldoende niveau gehouden wordt, het N-verlies laag blijft. De C/N-verhouding kan op niveau gehouden worden door regelmatig verse houtsnippers bij te strooien. Dit gebeurde in stal A vooral tijdens de eerste maanden, de periode waarin het N-verlies laag bleef. Nadat op 12 maart de laatste partij houtsnippers werd bijgestrooid, nam het N-verlies snel toe. Een belangrijke waarneming bij stal A is dat het N-verlies stuurbaar lijkt, en blijkbaar laag gehouden kan worden door het regelmatig bijstrooien van voldoende verse houtsnippers. Dit betekent dan ook dat het gemeten N-verlies over de hele meetperiode niet meer dan een momentopname was; als er langer was doorgegaan met bijstrooien had het N-verlies lager kunnen zijn. Langer bijstrooien geeft overigens wel een hogere C/N-verhouding van de compost, en de vraag is welke gevolgen dit heeft voor de mestkwaliteit en bruikbaarheid.



## COMPOSTERING

De weg van C, N, H en O tijdens het proces van compostering en beluchting.

Tekening: WUR LR / V-focus

### N-verlies: type bedding en management

Stal B liet duidelijk andere resultaten zien dan stal A. Het N-verlies over de hele meetperiode was hoog en een vergelijkbare relatie tussen C/N-verhouding en N-verlies als bij stal A was niet aanwezig. Dit kan verklaard worden door de wezenlijke verschillen in de toegepaste composteringmethode: verschillen in het type gebruikte housnippers, de opbouw van de bedding, en het toegepaste management in stal B vergeleken met A. Bij stal A werden verse (loof)housnippers (chips) gebruikt, met een relatief hoge C/N-verhouding. De compostering kwam snel op gang en bleef op gang door de aanvoer van nieuwe verse housnippers en het dagelijks intensief frezen en mengen van een groot deel van de bedding. Bij stal

B werden oudere en grovere houtdelen (geschredderd hout) gebruikt, met een aanzienlijk lagere C/N-verhouding. Hierdoor brak de bedding waarschijnlijk te langzaam af en kwam er te weinig energie vrij voor bacteriegroei en inbouw van N. Stal B had daarnaast een veel dikkere bedding (65 cm) dan stal A (35 cm), waarvan de toplaag weinig intensief gemengd werd (dagelijks alleen spitten) en de onderlaag nauwelijks tot niet. N uit mest die in de nauwelijks of niet gemengde laag terecht kwam, werd nauwelijks ingebouwd in bacteriebiomassa en kon grotendeels vervluchtigen, zeker in combinatie met de regelmatige beluchting.

## N-verlies: vrijloopstal versus ligboxenstal

Een interessante vraag is hoe het N-verlies uit de twee vrijloopstallen zich verhield tot een gangbare ligboxenstal. Het N-verlies werd voor een referentieligboxenstal (met opstallen) berekend op 11% (afgerond) van de N-excretie met mest in de stal. Stal A zat daar iets onder (9%) en stal B daar ruim boven (39%). Het beeld van N-verlies uit de uitgescheiden mest wordt completer door ook de N-vervluchtiging na uitrijden van de mest op het land daarin te betrekken. De vervluchtiging na uitrijden levert een belangrijke bijdrage en kan bij de vrijloopstal lager zijn dan bij de ligboxenstal. Bij de vrijloopstal wordt zowel compost als drijfmest geproduceerd, en na het uitrijden van compost is er nauwelijks emissie. Bij het uitrijden van drijfmest uit de referentieligboxenstal werd de N-vervluchtiging berekend op 8% van de N-excretie met mest in de stal. De totale N-vervluchtiging (stal + land) was daarmee 19% van de N-excretie. Bij stal A werd de totale N-vervluchtiging berekend op 14% van de N-excretie en bij stal B op 44% van de N-excretie. Inclusief N-verlies na mest uitrijden presteerde stal A daarmee beter dan de referentieligboxenstal en stal B minder.

### Vrijloopstal: laag N-verlies haalbaar

Uit het onderzoek tot nu toe kan geconcludeerd worden dat de toegepaste composteringmethode bij stal A perspectief biedt om een laag N-verlies uit de vrijloopstal te realiseren. Een verbetering kan gerealiseerd worden door regelmatigere verse housnippers bij te strooien (bijvoorbeeld iedere week) en hier langer mee door te gaan. De composteringmethode bij stal B lijkt weinig perspectief te bieden om een laag N-verlies uit de vrijloopstal te realiseren. Deze conclusie is mede gebaseerd op eerder berekende N-balansen bij deze methode. Voor een verdere ontwikkeling van de vrijloopstal met een composterende bodem en een laag N-verlies is het gewenst om de methode van stal A te herhalen en daarbij verder te optimaliseren. Omdat housnippers niet altijd ruim voorradig zijn, is het vanuit het oogpunt van flexibiliteit ook wenselijk te onderzoeken of deze composteringmethode met succes toegepast kan worden bij andere soorten strooisel, zoals stro.

**Figuur 3**

Relatie tussen het cumulatieve N-verlies uit de vrijloopstal en C/N-verhouding van de bedding voor stal A (op basis van lineaire regressie)

