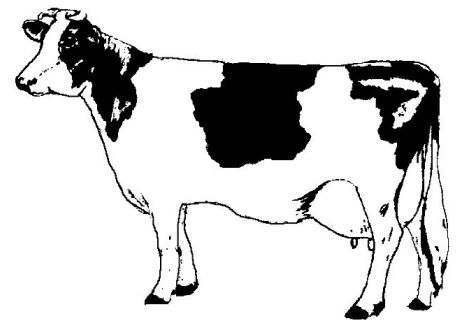
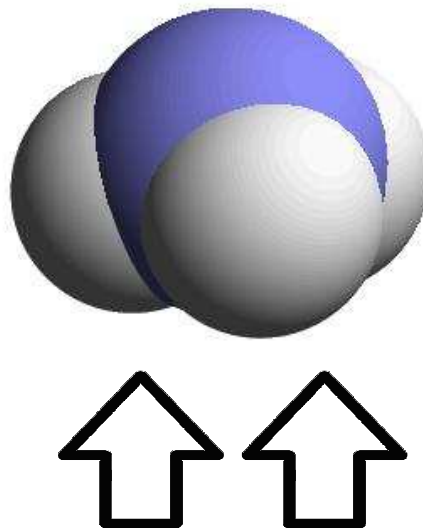


Scriptie bachelorafsluiting agrotechnologie (FTE-80812)

Urinetransport van drie verschillende vloeren in een koeienstal.

R.H. de Jong

23-11-2010



WAGENINGEN UNIVERSITEIT
WAGENINGEN **UR**

Urinetransport van drie verschillende vloeren in een koeienstal.

Naam vak	:	Bachelorafsluiting agrotechnologie
Nummer	:	FTE-80812
Omvang	:	12 credits
Periode	:	juli-november 2010
Student	:	R.H. de Jong
Registratienummer	:	88-11-22-405-020
Opleiding	:	BSc Agrotechnologie
Begeleider(s)	:	J.W. Snoek MSc.
Examinator	:	Prof. Dr. ir. P.W.G. Groot Koerkamp
Leerstoelgroep	:	Agrarische bedrijfstechnologie Bornse weilanden 9 6708 WG Wageningen Tel: (0317) 48 29 80

Disclaimer

Dit verslag het eindproduct van een bachelorafsluiting van de opleiding Agrotechnologie aan Wageningen Universiteit.

De hoofddoelstelling van het vak is dat studenten laten zien door middel van o.a. dit rapport dat ze de competenties van het bachelorprogramma beheersen.

De student werkt gedurende een beperkte tijd (netto acht weken) aan een eigen opdracht, begeleid door een van de docenten. De beperkte tijd brengt ook beperkingen mee ten aanzien van de uitvoering van het onderzoek.

De aard van het studieonderdeel brengt met zich mee dat het naar buiten brengen van resultaten en verder verspreiden van het rapport alleen kan geschieden in overleg met de verantwoordelijke docent(en).

Wageningen Universiteit is nimmer aansprakelijk voor de gevolgen die voortvloeien uit het gebruiken van de informatie uit dit rapport.

Het is niet toegestaan gegevens of resultaten uit dit onderzoeksverslag te kopiëren, te publiceren of anderszins naar buiten te brengen zonder toestemming van:

Leerstoelgroep Agrarische bedrijfstechnologie

Wageningen Universiteit

Bornse Weilanden 9

6708 WG Wageningen

Tel: (0317) 482980

Voorwoord

Augustus 2009 is er onderzoek gedaan naar het transport van urine door verschillende vloerontwerpen (Snoek, 2009). De uitkomsten waren niet zeer nauwkeurig omdat er onder andere gewerkt werd met een te grote meetfout. In 2010 is er een vervolgonderzoek gedaan (Haesen, 2010). Mijn onderzoek is hierop een vervolg. Een aantal aanbevelingen van de voorgaande onderzoeken heb ik hierbij in acht genomen. Ik hoop met mijn onderzoek opnieuw een kleine stap te zetten in de richting van het bovenliggende doel: het ontwerpen van een emissiearme stal.

Als eerste wou ik mijn begeleider Dennis Snoek bedanken, hij heeft mij geholpen het onderzoek te verrichten. Tevens is het onderzoek een vervolg op zijn eerder verrichte onderzoek. Ook wou ik Bastiaan Vroegindewij bedanken omdat hij mij geholpen heeft het meetprogramma kloppend te maken en ten slotte Sam Blauw voor het besturen van de heftruck en het transporteren van de verschillende vloerstukken.

Samenvatting

Ongeveer de helft van de emissie van ammoniak door melk- en jongvee in Nederland komt door de stal en opslag (Luesink, 2008). Te veel ammoniak in het milieu heeft als gevolg dat er verzuring optreedt. De verzuring tast het grondwater ook aan. Dit vormt een bedreiging voor de volksgezondheid omdat twee-derde van het Nederlandse drinkwater uit de grond komt (Vries, 2008). Ammoniak ontstaat bij omzetting van ureum (urine) en organisch gebonden stikstof (feces). Door het scheiden van urine en feces kan dit proces sterk verminderd worden.

Snoek (2009) en Haesen (2010) hebben onderzoek gedaan naar het afvoeren van urine door verschillende vloerontwerpen. Dit is gedaan aan de hand van een experimentele opstelling waarbij de urinerig van een koe gesimuleerd werd. Snoek (2009) is begonnen met het onderzoek en op basis van zijn aanbevelingen heeft Haesen (2010) vervolgens de opstelling op enkele punten verbeterd. Uit laatstgenoemde onderzoek kwam de vraag naar voren wat de invloed is van spetters en druppelvorming onderaan de vloer op het resultaat van de experimentele meetopstelling. Spetters ontstaan wanneer het water op de vloer valt, een onbekende hoeveelheid hiervan spettert tot buiten de meetopstelling. Tevens is het onbekend wat de invloed van de totale meettijd is op het urinetransport van de verschillende vloeren. In dit onderzoek is de opstelling wederom op enkele punten aangepast om op deze vragen een antwoord op te krijgen.

Er zijn experimenten verricht met 3 verschillende typen stalvloeren; de roostervloer, de gatenvloer en de sleuenvloer. Bij de vloeren zijn zijstrippen en kitranden aangebracht om te voorkomen dat het water op de zij- of onderkant van de vloeren komt. Tevens is er een buis in de opstelling aangebracht welke voorkomt dat spetters buiten de opvangbak belanden.

Resultaten van huidig onderzoek en voorgaand onderzoek Haesen (2010). Van huidig onderzoek: gemiddeld verschil in gewicht opvangbak na 2 en 10 minuten meten van de drie vloeren.

	Gatenvloer (Kg)	Roostervloer (Kg)	Sleuenvloer (Kg)
Haesen 2010, gewicht na 2 min	3.125	2.938	3.216
Huidig onderzoek, gewicht na 2 min	3.195	2.925	3.243
Huidig onderzoek - Haesen 2010	0.070	-0.013	0.027
Huidig onderzoek:			
Gewicht na 10 min	3.255	3.238	3.328
Vershil 2-10 min	0.059	0.313	0.085
% verschil van totaal	1.8	9.7	2.6

Bovenstaande tabel toont de gemiddelde resultaten van de drie vloeren. De gemiddelde resultaten van Haesen (2010) zijn bij de roostervloer, gatenvloer en sleuenvloer 2.938 kg, 3.125 kg en 3.216 kg respectievelijk. Bij de verkregen resultaten uit onderstaand onderzoek vallen bij de sleuenvloer en gatenvloer significant hoger uit vergeleken met Haesen (2010) (p -waarde $0.00 < \alpha$, $\alpha = 0.05$). Spetter- en druppelvorming hebben hierbij dus invloed op het resultaat. Bij de roostervloer is dit niet het geval. Doordat de roostervloer een relatief klein betonnen onder- en zijoppervlak heeft, het verschil tussen oppervlak beton in boven- en onderzijde is 48.8 %, heeft het voorkomen van spetters- en druppelvorming op de zij- en onderkant weinig invloed op de resultaten.

In bovenstaande tabel is per vloer het gewicht van het water in de opvangbak na 2 minuten en het gewicht na 10 minuten meten weergegeven. Bij de sleuenvloer en de gatenvloer is het verschil in de laatste 8 minuten slechts 2.6% en 1.8% respectievelijk terwijl dit verschil bij de roostervloer 9.7% is. De gewichtstoename in de tijd verloopt bij de roostervloer langzamer dan bij de andere vloeren. Een dergelijk verschil heeft invloed op de ammoniakemissie van de vloer, aangezien de ammoniakemissie het eerste uur exponentieel toeneemt.

Inhoudsopgave

Voorwoord	IV
Samenvatting	V
Inhoudsopgave	VI
1 Inleiding	1
1.1 Huidige stand van zaken en wetgeving.....	1
1.2 De vorming van ammoniak (NH_3)	1
1.3 Achtergrond van het onderzoek.....	3
1.4 Huidige situatie	4
1.5 Gewenste situatie	4
1.6 Doel onderzoek.....	4
1.7 Onderzoeksvragen	5
2 Literatuur	6
2.1 Urineringspatroon van de koe	6
2.2 Ammoniakemissie uit een verse plas.....	8
3 Materialen en methoden.....	11
3.1 De opstelling	11
3.2 Vloerelementen	13
3.3 Aanpassingen vloerelementen en opstelling.....	14
Zijstrippen en kitrand	14
Buis tegen wegspattend water	15
3.4 Data analyse.....	15
3.5 Metingen.....	15
LabVIEW	16
Meetplan.....	16
4 Resultaten	18
4.1 Urinetransport	18
4.2 Spetters en druppels.....	19
4.3 Invloed meettijd.....	21
5 Discussie.....	24
6 Conclusie	26
Aanbevelingen.....	27
Literatuurlijst.....	28
Bijlagen	30

1 Inleiding

1.1 Huidige stand van zaken en wetgeving

Het milieu krijgt de afgelopen decennia steeds meer aandacht. Duurzaam produceren staat hoog in het vaandel en de markt wordt steeds meer gedwongen zich hier aan te houden.

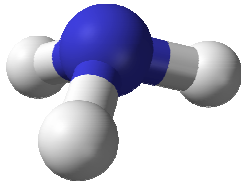
Op 1 april 2008 is het Besluit ammoniakemissie huisvesting veehouderij in werking getreden. Het besluit geeft invulling aan het algemene emissiebeleid voor heel Nederland en zegt onder andere dat als er emissiearme huisvestingssystemen beschikbaar zijn, deze op den duur ook toegepast moeten worden. Ook bevat het besluit maximale emissiewaarden. In de toekomst mogen er alleen nog huisvestingssystemen komen waarvan de emissiefactor lager is dan de maximale emissiewaarde van het besluit. Voor Melk- en kalfkoeien ouder dan 2 jaar mag de emissie van ammoniak niet meer dan 9.5 kg per dierplaats per jaar bedragen (Staatsblad 2005).

De minister van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer Cramer (VROM) heeft eind 2009 een Actieplan ammoniak veehouderij naar de Kamer gestuurd waarin staat dat de melkveehouderij vanaf 2012 de verplichting krijgt om emissiearme stalsystemen te gebruiken. Dit geldt dan alleen voor nieuw te bouwen stallen op bedrijven die de koeien het gehele jaar binnen houden. Er is eerder al geprobeerd om de emissie van ammoniak te verlagen door het ureumgetal in de melk te verlagen. Omdat dit niet goed gelukt is wil de minister stalmaatregelen voor de melkveehouderij treffen (Severt, 2009).

Te veel ammoniak in het milieu heeft als gevolg dat er verzuring optreedt. Verzurende stoffen zoals ammoniak komen via de lucht of het regenwater in de grond terecht. De verzurende stoffen dringen via bladeren en wortels binnen in planten en bomen waardoor deze vatbaarder worden voor ziekten. De verzuring tast het grondwater ook aan. Dit vormt een bedreiging voor de volksgezondheid omdat twee derde van het Nederlandse drinkwater uit de grond komt (Vries, 2008). De bodem bevat stoffen die zuren neutraliseren. Deze stoffen worden samen de buffercapaciteit van de bodem genoemd. Als er teveel zuren in de bodem komen en de buffercapaciteit opgebruikt is, verzuurt de bodem. Dan komen er onder andere giftige metalen en nitraat vrij die samen met belangrijke voedingsstoffen voor de gewassen uitspoelen naar het grond- en oppervlaktewater. Wanneer zuren en gasvormige verbindingen neerslaan op bomen en planten blijven huidmondjes langer openstaan. Hierdoor raakt de waterhuishouding van de planten in de war en spoelen voedingsstoffen weg (Vrom, 2010).

1.2 De vorming van ammoniak (NH_3)

Ammoniak bestaat uit een chemische verbinding van waterstof en stikstof. De samenstelling is NH_3 met de stikstof in het midden. Bij kamertemperatuur is ammoniak (figuur 1.2.1) een giftig en brandbaar gas en wordt waargenomen als een sterk prikkelende geur (Shakhashiri, 2008).



Figuur 1.2.1, ammoniakmolecuul (wikipedia.nl)

In de periode van 1997 tot 2003 is de ammoniakemissie uit de landbouw met zo'n 35% gedaald tot een niveau van 115-120 miljoen kg, voornamelijk doordat er minder dieren kwamen en door het verminderde gebruik van kunstmest. De emissie uit de stallen en opslag is in dezelfde periode slechts met 27% gedaald. Dit komt onder andere doordat melkvee in de zomerperiode steeds vaker binnen wordt gehouden. Bijna de helft van de totale emissie van ammoniak door melk- en jongvee in Nederland komt uit de stal en opslag (Luesink, 2008). Om die reden is er behoefte aan een emissiearme vloer in de stal.

Ammoniak ontstaat bij de afbraak van ureum uit urine. Het enzym urease werkt hierbij als katalysator. Het algemene proces is afgebeeld in formule 1 (Monteny et al, 1998). In de mest (feces) zijn bacteriën die urease produceren. Het proces wordt dus versneld wanneer urine en mest gemengd worden en wordt er meer en sneller ammoniak gevormd. Dit is op de stalvloer het geval.



Ureum ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$) en water (H_2O) worden met behulp van urease omgezet naar ammoniak (NH_3) en koolstofdioxide (CO_2). De ammoniakproductie hangt af van de ureumconcentratie in de urine en de maximale snelheid van de enzymatische ureum hydrolyse bij hoge ureum concentraties (de 'urease-activiteit') (Monteny et al, 1998).

Ook de veevoeding heeft een grote invloed op de hoeveelheid ammoniak die gevormd wordt. Met name op het omzetten van eiwit in de darmen waarbij ureum geproduceerd wordt.

Volgens Monteny et al (1998), ziet de ammoniak massabalans voor een urineplas op de vloer er als volgt uit, de symbolen zijn geïllustreerd in figuur 1.2.2.

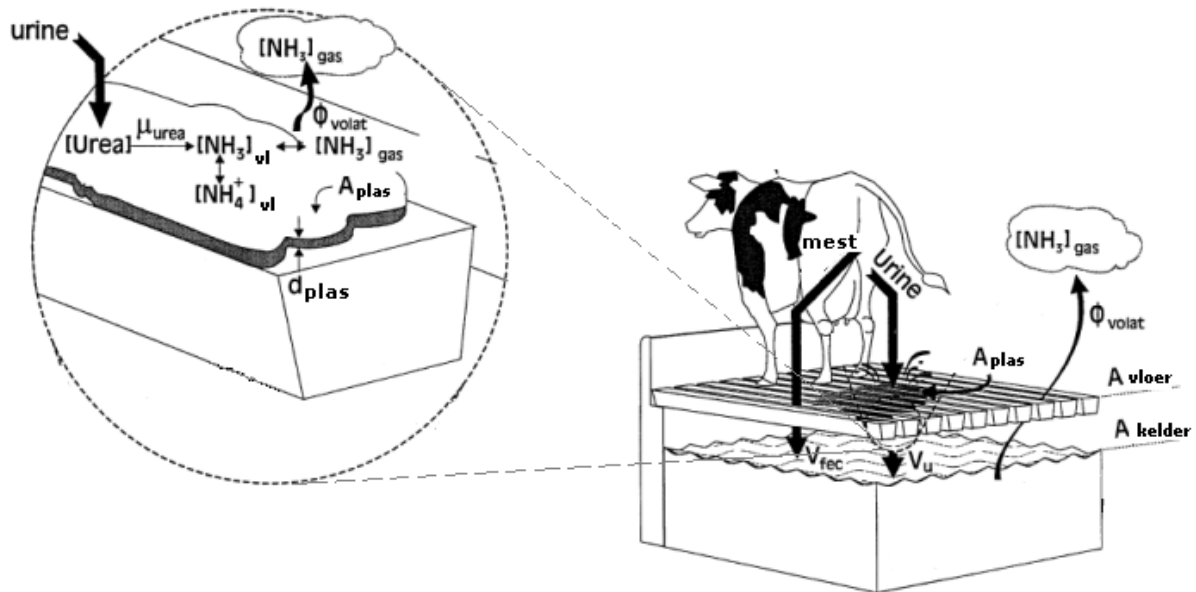
$$V_{\text{plas}} * q_{\text{TAN}} = V_{\text{plas}} * \mu_{\text{urea}} - A_{\text{plas}} * \Phi_{\text{volat}} \quad [2]$$

Waarin:

- V_{plas} = volume van de urineplas (m^3)
- q_{TAN} = percentage accumulatie TAN per volume-eenheid ($\text{kg s}^{-1} \text{m}^{-3}$)
- A_{plas} = oppervlak ondergrond urineplas (m^2)
- Φ_{volat} = NH_3 -N massaflux als gevolg van vervluchting ($\text{kg s}^{-1} \text{m}^{-2}$)
- μ_{urea} = NH_3 -N productie door enzymomzetting van ureum ($\text{kg s}^{-1} \text{m}^{-3}$)

TAN is de som van ammoniak en ammonium in de urineplas. Wat opvalt aan de massabalans is dat de ammoniakvorming sterk afhankelijk is van de V_{plas} en de A_{plas} oftewel het volume en oppervlak van de urineplas. Een kleinere waarde voor V_{plas} zorgt voor minder ammoniakvorming. Het is dus van

belang om de urine op de vloer zo snel mogelijk af te voeren en te scheiden van de mest dat ook op de vloer ligt (Monteny et al, 1998).



Figuur 1.2.2, illustratie ammoniakvorming uit urineplas (Monteny et al, 1998)

In het verleden zijn er meer onderzoeken geweest naar de ammoniakemissie van stalvloeren. Zo is de invloed van de vloerhelling, de schuifrequentie, het aantal giergoten en het afdichten van de mestkelder onderzocht van een dichte betonvloer en een roostervloer (Braam et al, 1996). Hieruit bleek dat een verhoogde schuifrequentie slechts 5% ammoniakemissiereductie opleverde, terwijl een 3% hellende vloer ruim 20% reductie opleverde. Een tweezijdig 3% hellende dichte vloer met centrale giergoot en geen luchtbeweging onder de vloer leverde zelfs een ammoniakemissiereductie van 50% op (Braam et al, 1996).

1.3 Achtergrond van het onderzoek

Snoek (2009) heeft onderzoek gedaan naar de effecten van het vloerontwerp in een koeienstal op de ammoniakemissie. Tijdens zijn onderzoek heeft hij een simulatie gemaakt van een koe die op de vloer urineert. Dit heeft hij gedaan door een testopstelling te maken waarin hij verschillende vloertypen test op het urinetransport onder gecontroleerde omstandigheden.

Uit het experiment bleek dat het ontwerp van de vloer grote invloed heeft op het urinetransport van de vloer. De Swaans W1 vloer behaalde de beste resultaten voor het afvoeren van het water, maar deze vloer had ook een andere dimensie dan de andere vloeren. De hoeveelheid water dat achter bleef op de vloer was -0.035 kg. De waarde is negatief door de relatief grote meetfout van de stortbak welke gebruikt werd als waterreservoir. Het gebruik van de mestschuif had grote invloed op de achterblijvende hoeveelheid water. Het grootste verschil hierbij was 0.307 kg water bij de roostervloer. Bij de veelvoorkomende roostervloer is de ammoniak emissie, zonder het gebruik van een mestschuif, 61 maal hoger dan bij de HCI W2 HE vloer. De HCI W2 HE vloer bestaat uit rechthoekige blokjes met daartussen gleuven die aflopen naar de zijkant van het blok.

Haesen (2010) heeft als vervolg op Snoek (2009) de meetopstelling op 3 punten verbeterd en vervolgens opnieuw metingen uitgevoerd. Haesen heeft tijdens zijn onderzoek de stortbak in de

opstelling aangepast. Hij maakt gebruik van een overloop zodat de stortbak nauwkeurige hoeveelheden water met een relatief kleine meetfout bevat. Ook heeft hij rubberschermen rond de vloerstukken gemaakt om het opspattende water binnen de opstelling te houden. Als derde heeft hij een luchtpijp toegebracht om de vloeren gelijkmatig droog te blazen na iedere meting. Haesen heeft net als Snoek (2009) bij ieder experiment na 2 minuten meten een puntmeting aan het gewicht van de opvangbak verricht. Daarnaast heeft hij van iedere vloer eenmalig een continuumeting verricht om zo het verloop van het gewicht in de opvangbak in beeld brengen.

Naderhand is vastgesteld dat de meetresultaten nog niet voldoende nauwkeurig waren om een goede uitspraak over de prestaties van de verschillende vloeren te doen. Bij het lozen van het water kwamen er spetters buiten de opstelling, tegen het zeil en verderop op het vloerstuk. Deze beïnvloedden de resultaten van het afvoeren van het water van de verschillende vloeren omdat het water niet bij iedere vloer evenveel spetterde. Ook vormde zich bij het lozen onderaan de vloer een rand met aanhangend water. Deze rand breidt zich gedurende de metingen verder uit en dus variabel. Dit beïnvloedde de resultaten negatief. Tot slot varieerde het watertransport van de vloeren. Omdat de meettijd slechts twee minuten bedroeg was het effect hiervan op de resultaten niet duidelijk. In dit onderzoek is er getracht de opstelling te verbeteren door de bovenstaande aanbevelingen (wegspattend/aanhangend water, meettijd) in acht te nemen.

1.4 Huidige situatie

In de huidige situatie zijn er met behulp van een opstelling experimenten gedaan met verschillende vloerstukken waarbij er gekeken is naar het transport van water op de vloerstukken en hoeveel water er op de vloerenstukken achter bleef. Er is onderzoek gedaan met een vaste beginhoeveelheid water en gekeken hoe de verschillende vloerstukken deze hoeveelheid water afvoerden. Er is geen rekeningen gehouden met water dat onder de vloer blijft hangen. Tevens is er geen rekeningen gehouden met water dat wegspat en elders op of naast de vloer terechtkomt. Ook is de meettijd tijdens de experimenten relatief kort gehouden waardoor wellicht op het einde van de meting nog niet al het water weggevoerd was.

1.5 Gewenste situatie

De opstelling is aangepast waarbij oplossingen bedacht zijn voor opspattend water en druppelvorming aan de onderzijde van de vloeren. Deze nieuwe methoden zijn getest en geanalyseerd. Uiteindelijk is het beter mogelijk de prestaties en effecten van vloeren te bepalen. Om de dynamiek te bepalen zijn er continu metingen uitgevoerd met een langere meettijd. Er is gebruik gemaakt van drie verschillende vloeren, de roostervloer, de gatenvloer en de sleuvenvloer. Er is een statistische analyse uitgevoerd met de verkregen resultaten en de resultaten zijn vergeleken met voorgaand onderzoek.

1.6 Doel onderzoek

Het uiteindelijke doel van het overkoepelende onderzoek is de ontwikkeling van een emissiearme koeienstal, welke voldoet aan de eisen van de koe, de boer en het milieu.

Snoek (2009) en Haesen (2010) hebben als onderdeel daarvan onderzoek gedaan naar het urineverloop van verschillende vloertypen omdat het tijdig scheiden van urine en mest invloed heeft op de ammoniakproductie. Dit onderzoek is een vervolgonderzoek met als doel de meetopstelling te verbeteren.

1.7 Onderzoeksvragen

Hoofdvraag

Wat is de invloed van een koe urinatie, de spetter- en druppelvorming en de transporttijd van urine op het resultaat van de experimentele meetopstelling.

Deelvragen

1. Wat is de invloed van het urineringspatroon van een koe op de plasvorming op de stalvloer.
2. Hoe snel emitteert ammoniak uit een verse plas urine op de stalvloer.
3. Hoe verloopt het transport van urine op verschillende stalvloeren.
4. Wat is de invloed van spetters en druppels, aan de zij- en onderkant, op het urinetransport van de verschillende stalvloeren.
5. Wat is de invloed van de totale meettijd op het meetresultaat van het urinetransport door de verschillende stalvloeren.

Afbakening

Om tot antwoord te komen op de deelvragen zal gebruik worden gemaakt van literatuurstudie en het uitvoeren van een experiment met dezelfde opstelling waar Snoek (2009) en Haesen (2010) ook aan gewerkt hebben. Deelvragen 1 en 2 zullen beantwoord worden aan de hand van literatuurstudie om inzicht te krijgen in het ontstaan van ammoniak. Met de deelvragen 3, 4 en 5 wordt getracht meer inzicht te krijgen in het proces op vloerniveau aan de hand van een experimentele opstelling en literatuurstudie.

In zijn onderzoek gebruikt Snoek (2009) water voor het simuleren van de urine van de koe. De eigenschappen van water komen in veel opzichten overeen met die van urine. Uit onderzoek is gebleken dat de viscositeit van urine van een mens gemiddeld 1,2 keer hoger is dan dat van gedestilleerd water van 37 °C (Burton-Opitz, 1918). Echter voor het onderzoek is water geschikt bevonden als vervanger van urine, omdat er gemakkelijk mee te werken is.

2 Literatuur

2.1 Urineringspatroon van de koe

Volgens het onderzoek van Bannink et al (1999) hangt de urineproductie van de koe voornamelijk af van de minerale belasting van het voer. Koeien die eiwitrijk voedsel binnenkrijgen drinken meer water en produceren daardoor meer urine. Het rantsoen is dus zeer belangrijk voor het urinelozingspatroon. Omdat de correlatie tussen de inname en uitscheiding van natrium (Na), kalium (K) en stikstof (N) laag is kunnen deze als onafhankelijke verklarende variabelen gebruikt worden. Er is een sterke relatie tussen de hoeveelheid Na, K en N uitgescheiden in de urine en het volume van water in de urine. Als de inname van Na, K en N als onafhankelijke variabelen gebruikt worden is de relatie minder sterk. Op basis daarvan is er door Bannink et al (1999) een formule voor de urine uitscheiding opgesteld.

$$U_{vol} = 0.1153(0.0098) * I_{Na} + 0.0577(0.0021) * I_K \quad [3]$$

$r^2 = 0.848$
 $SE = 5.16$
 $n = 67$

waarbij:

U_{vol} = hoeveelheid water in uitgescheiden urine (kg/d)

I = inname van Na, K en N (g/d)

De getallen tussen haakjes zijn standaardafwijkingen van de coëfficiënt schattingen.

Volgens de formule veroorzaakt het Natrium per kg inname in het rantsoen ongeveer twee keer zo veel urineproductie als het Kalium.

Bij een onderzoek naar de invloeden van de urinelozingsfrequentie op de ammoniakemissie van Gunnink et al (1996) zijn er metingen verricht naar de urinelozingen van de koeien. Tevens werden de effecten van de rantsoenen op de urinesamenstelling, de geschatte urineproductie, de aantallen lozingen en hun verdeling in de tijd bestudeerd.

Tijdens het onderzoek is de emissie van 3 verschillende rantsoenen A, B en C bekeken. Rantsoen B was het referentierantsoen en bestond op droge stof basis uit 30% kuilgras, 30% maïskuil, 10% perspulp en 30% krachtvoerspecial. Rantsoen C was hetzelfde als rantsoen B, alleen was er in rantsoen C zout toegevoegd. In rantsoen A werd zo'n 160 gram meer N gevoerd vergeleken met rantsoen B. Ook werd er extra zout aan rantsoen A toegevoegd.

Uit de meetresultaten (tabel 2.1.1) bleek dat bij rantsoen A het aantal urinelozingen 47% groter was dan bij rantsoen B. De ureumconcentratie verschilde hierbij niet significant.

De extra zouttoevoeging aan rantsoen C leidde tot een groter geschat urinevolume, een grotere wateropname, een groter aantal urinelozingen en een lagere kaliumconcentratie in de urine bij een gelijke kaliumopname.

Tabel 2.1.1, samenvatting van urineparameters en ammoniakemissie per rantsoen. Rantsoen B: referentierantsoen, rantsoen A: 160 g meer N toegevoegd en rantsoen C: extra zout toegevoegd (Gunnink et al, 1996).

	A	B	C
UCU-N (g/l)	4.9	4.7	3.3
N (g/l)	6.3	7.1	4.6
geschatte N-uitscheiding (g/dag)	248	158	152
geschat urine-volume (l/dag)	40	21	35
urinelozingen per koe			
(n/dag+nacht)	12.6	8.6	-
(n/overdag)	5.5	4.1	5.2
NH ₃ -emissie (%)	126	100	95

De geschatte urinevolumes in tabel 2.1.1 komen overeen met de vastgestelde urinevolumes uit eerdere onderzoeken. Het berekende, gemiddelde volume per lozing was bij rantsoen A ongeveer 3.25 L, bij rantsoen B 2.4 L en bij rantsoen C 3.0 L. Het 2x grotere totale urinevolume bij rantsoen A werd dus uitgescheiden door zowel het volume per lozing als het aantal lozingen te vergroten. Het volume per lozing ging factor 1.3 omhoog en het aantal lozingen met factor 1.5. Bij rantsoen C was het volume een factor 1.25 groter vergeleken met rantsoen B en het aantal lozingen een factor 1.25 groter (Gunnink et al, 1996).

In maart 2003 is er een praktijkrapport rundvee geschreven met als titel 'Relatie tussen voeding en ammoniakemissie vanuit de melkveestal' door André et al (2003). Tijdens dit onderzoek is er gedurende twee jaar onderzoek uitgevoerd met een veestapel van 55 tot 57 Holstein-Friesian melkkoeien in een natuurlijk geventileerde ligboxenstal met roostervloer. De dieren kregen gedurende het onderzoek verschillende rantsoenen toegediend. De koeien zijn constant in de stal gehouden. De onderzochte voedingsfactoren waren de Onbestendig EiwitBalans (OEB) van het rantsoen en het aandeel snijmaïs in de ruwvoercomponent van het rantsoen. De OEB werd toegediend met de niveaus 0, 500 en 1000 g/dier/dag. Het aandeel snijmaïs werd met de niveaus 0, 50 en 100% van de droge stof van het ruwvoer toegediend. Tijdens de experimenten werd telkens de ammoniakemissie gemeten waarna de relaties tussen emissie, de OEB en het aandeel snijmaïs in het rantsoen bepaald kon worden.

Met behulp van formule 3 is het geproduceerde urinevolume (Bannink, 1998) berekend als functie van de berekende overmaat van Kalium, natrium en stikstof (tabel 2.1.2).

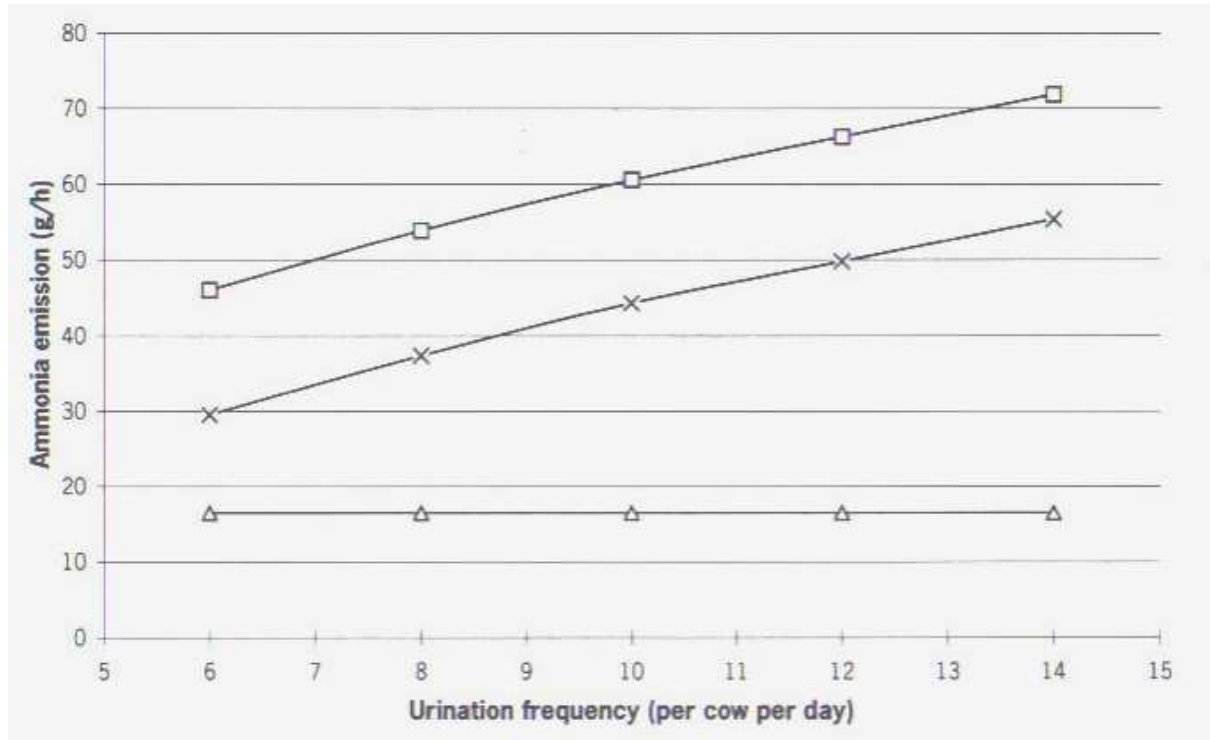
Tabel 2.1.2, regressieschattingen volgens Bannink et al. (1998) van de urineproductie voor lacterende dieren en droogstaande dieren. Ter vergelijking zijn ook schattingen van urineproducties weergegeven die gebaseerd zijn op de berekende kaliumovermaat in het rantsoen en het steekproefsgewijs bepaalde kaliumgehalte in de urine, zoals eerder toegepast door Smits et al (1996). G=100% gras, M=100% mais, GM= 50% gras 50% mais, 0-500-1000= niveaus OEB, (André et al, 2003).

Schattingwijze	G0	G500	G1000	GM0	GM500	GM1000	M0	M500	M1000
Bannink et al:									
Lacterend (l/d)	30	34	37	30	30	32	20	21	21
droogstaand (l/d)	20	25	25	19	19	20	11	12	11
Smits et al:									
Lacterend (l/d)	25	32	37	26	26	30	18	20	23
droogstaand (l/d)	17	24	25	16	17	20	10	11	13

Uit tabel 2.1.2 blijkt dat de urineproductie van de koeien bij verschillende rantsoenen varieert tussen een maximale en minimale waarde van 37 en 11 liter per dag. Dit is een verschil van 26 liter per dag.

De hoeveelheid urine, urinesamenstelling, de mestschuiffrequentie en het ontwerp van de vloer hebben allen invloed op de ammoniakemissie van de vloer. Tijdens huidig onderzoek wordt er

geëxperimenteerd met een beginhoeveelheid van 3.37 kg water. Volgens Monteny et al (1998) is het verband tussen de ammoniakemissie en de urineerfrequentie bij benadering lineair. Wanneer de urineerfrequentie hoger wordt, wordt ook het contactoppervlak groter waardoor de ammoniakemissie toeneemt. In de grafiek (grafiek 2.1.1) hieronder is de ammoniakemissie op de vloer weergegeven door de x-lijn.

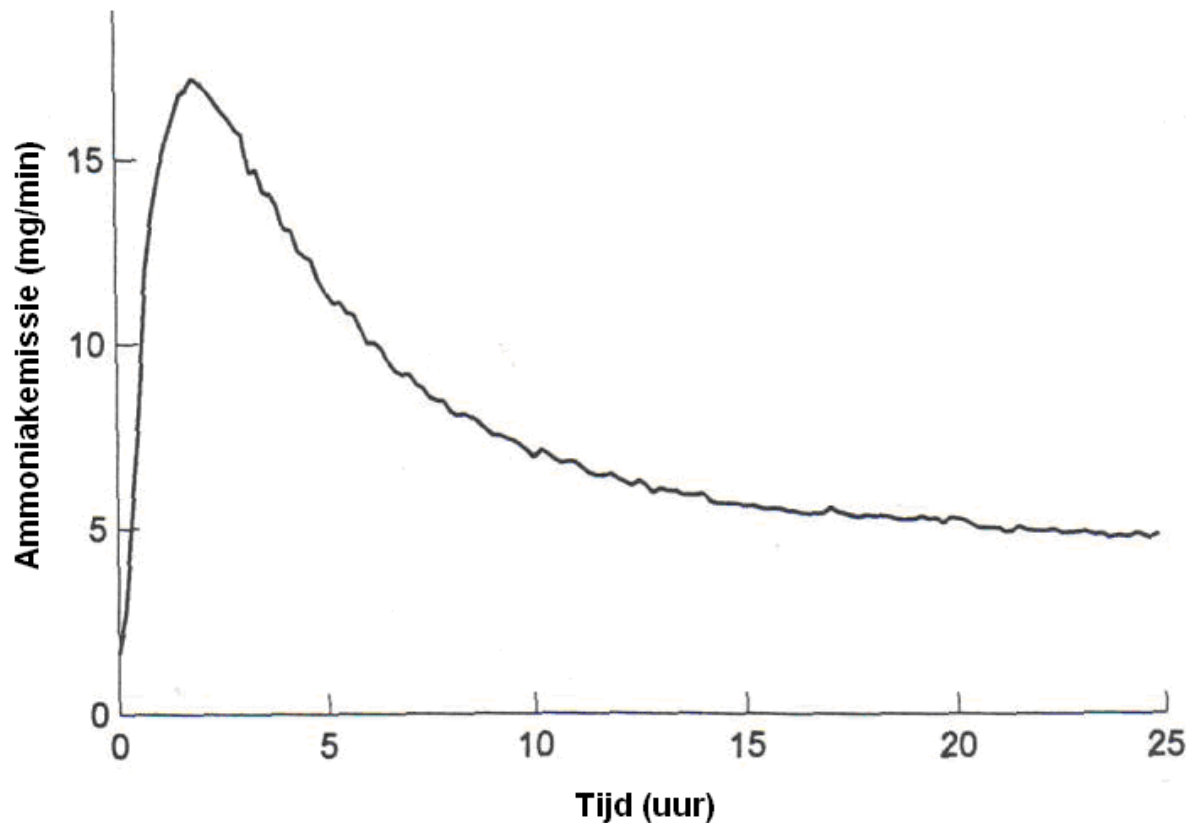


Figuur 2.1.1, de x-lijn geeft de berekende ammoniakemissie als functie van de urineerfrequentie op de stalvloer weer. De Δ-lijn de gierkelder en de □-lijn de koeienstal (Monteny et al, 1998).

2.2 Ammoniakemissie uit een verse plas

Figuur 2.2.1 laat het verloop van de emissie van ammoniak op een roostervloer zien (Elzing et al, 1997). Hierbij is de roostervloer acht dagen achtereenvolgens bevuild met een mengsel van 2 kg urine en 3 kg mest. Deze samenstelling komt overeen met gemiddelde productie van mest en urine van een koe (Morse et al, 1994). Voordat er een nieuwe laag mest op de roostervloer werd gebracht, werd de oude eerst verwijderd. In de grafiek is te zien dat de emissie van ammoniak begint bij 2 mg per minuut en vervolgens binnen 2 uren een piek bereikt van 17 mg per minuut. In de uren die volgen neemt de emissie van ammoniak weer geleidelijk af.

Zoals de grafiek laat zien neemt de ammoniakemissie de eerste twee uren sterk toe. Dit bevestigt het vermoeden dat een snelle scheiding van mest en urine en het afvoeren van urine van groot belang is voor het reduceren van de ammoniakemissie.



Figuur 2.2.1, ammoniakemissie op roostervloer, na acht dagen achtereenvolgens bevuild met een mengsel van 2 kg urine en 3 kg mest (Elzing et al, 1997).

Naast het volume en het contactoppervlak van urine en mest hebben ook de urease activiteit, de temperatuur, de pH en de luchtsnelheid invloed op de vorming van ammoniak zoals hierna toegelicht.

Het verband tussen de ammoniakemissie en de luchttemperatuur is bij benadering lineair. Bij een hogere temperatuur neemt de ammoniakemissie geleidelijk toe (Monteny et al, 1998).

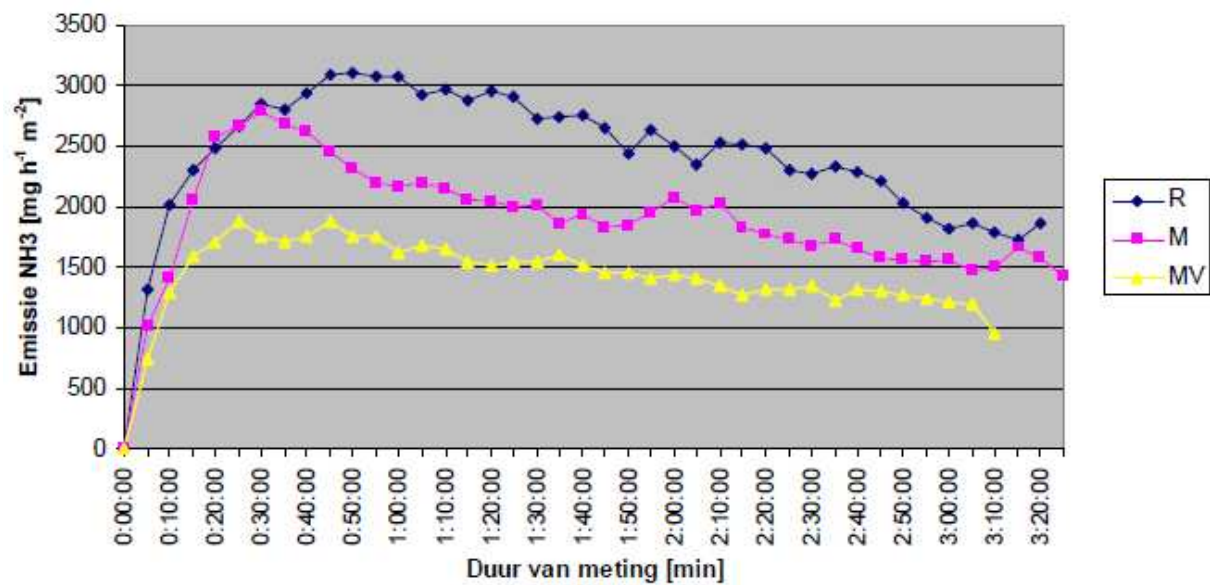
De luchtsnelheid en ammoniakemissie kennen geen lineair verband. Wanneer de luchtsnelheid toeneemt, neemt de emissie afnemend toe tot een maximale waarde is bereikt.

De urease activiteit heeft bij zeer lage waarden invloed op de ammoniakemissie. Bij hogere waarden is deze invloed gering.

De pH heeft zeer grote invloed op de emissie. Wanneer de pH van 8.6 naar 7.1 verlaagd wordt neemt de ammoniakemissie met 90% af (Monteny et al, 1998). De pH van drijfmest van de koe varieert onder gemiddelde omstandigheden tussen 7.0 en 8.5. (Ishler, 2004). Uit (Jones et al, 1974) blijkt de pH van rundvee-drijfmest te variëren tussen 5.9 en 8.7 met een gemiddelde van 7.6.

Door Dooren et al (2009) werd het verloop van de ammoniakemissie op drie verschillende vloeren gemeten. Te weten 1) een betonrooster, 2) een betonrooster met bolstaande rubberen mat en 3) een betonrooster met bolstaande rubberen mat en flappen in de roosterspleten.

De flappen in de roosterspleten sluiten de roosterspleten luchtdicht af. Wanneer er mest en urine op de flappen valt worden deze door het gewicht opgedrukt zodat het er doorheen valt. Vervolgens wordt de gierkelder weer luchtdicht afgesloten. In figuur 2.2.2 is het verloop van de ammoniakemissie van de verschillende vloeren te zien. De behandeling van de vloeren bestond uit het schoonschuiven van de vloer en het vervolgens opnieuw besprenkelen van de vloer met 2 liter urine.



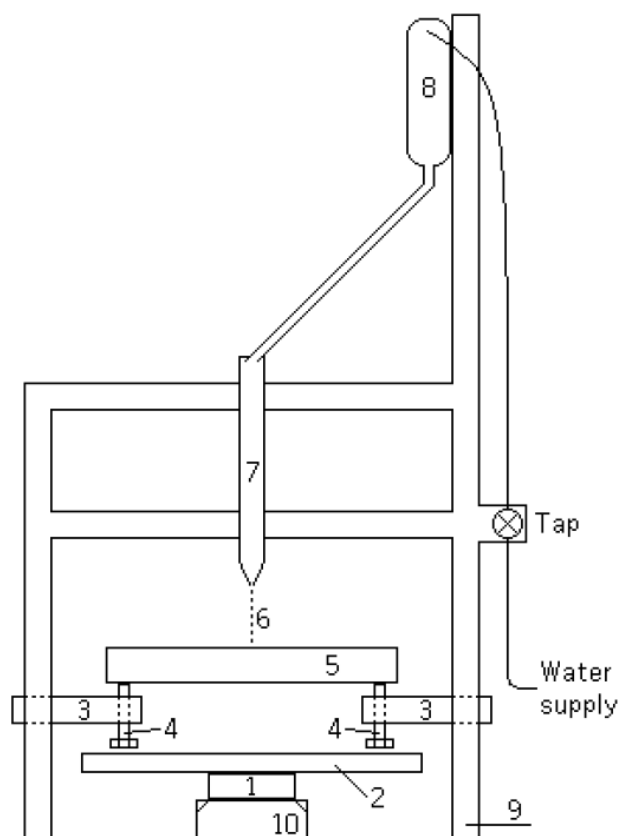
Figuur 2.2.2, resultaat Dooren et al (2009), ruit = betonrooster, vierkant = betonrooster + rubberen mat, driehoek = betonrooster + rubberen mat + roosterspleetkleppen. De blauwe lijn is vloer 1, de paarse lijn is vloer 2 en de gele lijn is vloer 3.

Uit het onderzoek blijkt dat het toepassen van een rubberen mat op de roostervloer een reductie van 20-40% teweeg brengt. Het toepassen van een rubberen mat en roosterspleetkleppen zorgt voor een emissieverlaging van 40-50%.

3 Materialen en methoden

Het doel van het experiment was het meten van het watertransport door de verschillende vloeren. Een vaste hoeveelheid water (m^3) werd op het vloerontwerp geloosd. Onder het vloerelement was een opvangbak met daaronder een weegschaal bevestigd. Met de weegschaal werd het gewicht van het water in de bak in kg bepaald. Doordat de weegschaal continu metingen verrichtte kon ook het verloop van het water in de opvangbak bepaald worden. Dit gebeurde met behulp van LabVIEW. Door iedere 2-4 seconden het gewicht van de opvangbak te bepalen kan het uitvloeien van het water op het vloerontwerp in beeld gebracht worden.

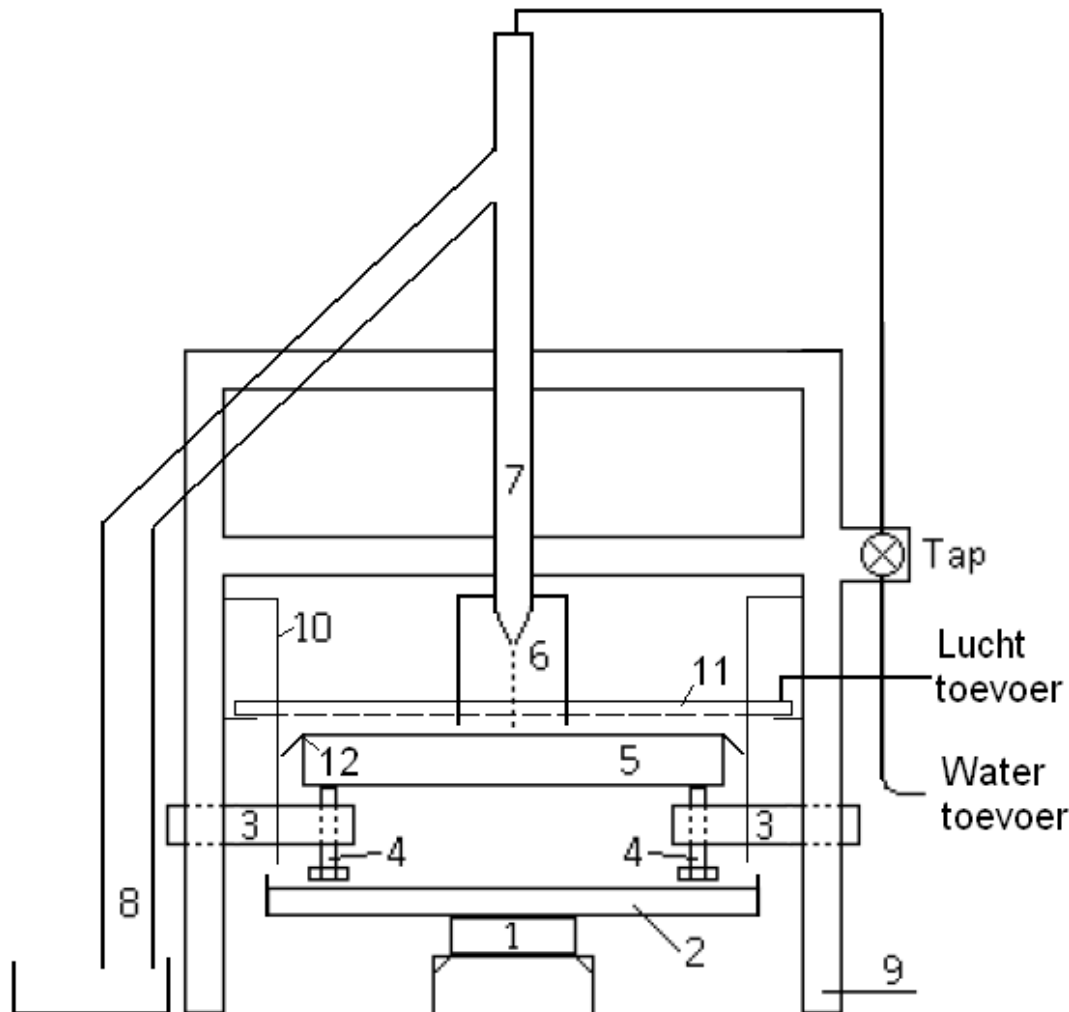
3.1 De opstelling



Figuur 3.2.1, schematische afbeelding van de opstelling in onderzoek Snoek (2009). 1) weegschaal, 2) opvangbak, 3) dragers vloerelement, 4) schroeven om vloerelement vlak te zetten, 5) vloerelement, 6) trechter voor simulatie koe, 7) afvoerpijp waterreservoir, 8) waterreservoir, 9) steunbalken, 10) drager weegschaal.

De opstelling zoals Snoek (2009) gebouwd heeft (figuur 3.2.1) bestond uit een stortbak (8) boven de opstelling waaruit het water door een trechter (7) op het vloerstuk (5) viel. Onder het vloerstuk was een opvangbak (2) gemonteerd. Deze werd gewogen door een weegschaal (1) met een nauwkeurigheid van 0.001 kg. De weegschaal werd gelezen door een softwareprogramma gemaakt met National Instruments LabVIEW. Voor zijn experiment heeft Snoek tien traditionele recent ontwikkelde vloertypen gebruikt waarvan de meeste een omtrek hadden van 1.00 bij 1.20m. De stortbak stond ingesteld op een hoeveelheid van 3.2 kg water. Vervolgens zijn er per vloerstuk 20

metingen uitgevoerd. Tien met de simulatie van een mestschuif en tien zonder. In totaal zijn er 200 metingen uitgevoerd.



Figuur 3.2.2, schematische afbeelding van opstelling. 1) weegschaal, 2) opvangbak, 3) dragers vloerelement, 4) schroeven om vloerelement vlak te zetten, 5) vloerelement, 6) buis om wegspattend water tegen te gaan, 7) waterreservoir, 8) overloop waterreservoir, 9) steunbalken, 10) spatwanden tegen wegspattend water, 11) luchtbuis voor het droogblazen van het vloerelement, 12) strippen.

De opstelling is na het experiment van Snoek (2009) door Haesen (2010) als volgt aangepast (figuur 3.2.2). Tijdens het experiment zorgt de overloop (8) er voor dat er een exacte beginhoeveelheid water in de buis zit. De spatwanden (10) voorkomen dat het water tot buiten de opstelling kan spatten. Door het vloerelement na iedere meting droog te blazen (11) is het vloerelement bij iedere meting gelijk bevochtigd.

Bij voorgaande experimenten werden de resultaten beïnvloed doordat er water aan de zij- en onderkant van het vloerelement bleef hangen. Deze oppervlakte werd bij iedere volgende meting groter hetgeen voor ongelijke omstandigheden zorgde. Om dit te voorkomen werd er met behulp van kit zijstrippen op alle zijranden van de vloerelementen geplaatst welke ervoor zorgen dat er geen water aan de zij- en onderkant van het element kon blijven hangen (12).

De roostervloer en gatenvloer bevatten openingen over het gehele vloerelement, de sleuenvloer bevat enkel openingen aan de zijkant van het vloerelement. Bij de sleuenvloer konden de zij- en onderkant afgeschermd worden door het plaatsen van zijstrippen, bij roostervloer en gatenvloer kon

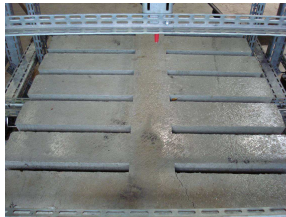
het water ook door de gaten en spleten vallen. Om te voorkomen dat er water aan de onderzijde van de roostervloer en gatenvloer bleef hangen werd er onderaan de openingen een kitrand geplaatst.

Niet alleen het water dat onder het element gaat hangen had invloed op de resultaten, maar ook het wegsplattend water. Het wegsplatten van het water verliep bij ieder vloerontwerp en iedere betonsamenstelling anders. Hierdoor waren de omstandigheden bij de verschillende experimenten niet gelijk en konden er geen heldere conclusies worden getrokken uit de verkregen resultaten. Om de omstandigheden voor de verschillende experimenten gelijk te houden werd er een buis rond de trechter bevestigd welke enkele centimeters boven het element hing (6). Hierdoor werd wegsplattend water tegengehouden en weer aan de waterstroom op het element toegevoegd. In bijlage 6 is een foto van de opstelling weergegeven.

3.2 Vloerelementen

Tijdens het experiment is er gebruik gemaakt worden van drie verschillende vloerontwerpen. De eigenschappen van de vloeren zijn samengevat weergegeven in tabel 3.3.1.

De roostervloer, HCI S



(Snoek, 2009)

De standaard roostervloer heeft een oppervlakte van $1.00 \times 1.20 = 1.20 \text{ m}^2$. Aan de bovenzijde bedekt het beton een oppervlakte van 0.983 m^2 uit beton, dit is 81,9% van het oppervlak. Aan de onderzijde bedekt het beton een oppervlak van 0.503 m^2 , dit is 41.9% van het totale oppervlak. De totale omtrek van het beton (inclusief inhammen) bedraagt 14.54 m.

De gatenvloer, HCI W3 HE



(Snoek, 2009)

De gatenvloer is een rechthoekige blokkenvloer en wordt in dit verslag 'gatenvloer' genoemd. Vanaf het midden en de zijkant van holt de vloer af naar de gaten met een hellingshoek van 2.5%. De rechthoekjes zijn 0.08m bij 0.03m. In het midden zijn de groeven 3 mm diep, bij de gaten 12mm. De oppervlakte is $1.00 \times 1.20 = 1.20 \text{ m}^2$. Aan de bovenzijde bedekt het beton een oppervlakte (rechthoeken + gleuven) van 1.187 m^2 , dit is 98.6% van het oppervlak. Aan de onderzijde bedekt het beton hetzelfde oppervlak. De totale omtrek van het beton bedraagt 4.40 m.

De sleuenvloer, Holcim G



(Snoek, 2009)

De sleuenvloer is volledig vlak en de groeven hebben geen helling. De groeven zijn 30 mm diep. De oppervlakte is $1.00 \times 1.10 = 1.10 \text{ m}^2$. Aan de bovenzijde bedekt het beton een oppervlakte (loopvlak + gleuven) van 1.094 m^2 , dit is 99.5% van het oppervlak. Aan de onderzijde bedekt het beton een oppervlak van 1.080 m^2 , dit is 98,2% van het totale oppervlak. De totale omtrek van het beton (inclusief inhammen) bedraagt 4.70 m.

Tabel 3.3.1, eigenschappen van de verschillende vloeren

	Lengte (m)	Breedte (m)	Hoogte (m)	Omtrek (m)	Oppervlak (m ²)	% beton bovenzijde	% beton onderzijde	verschil boven-
RoosterVoer	1.00	1.20	0.16	14.54	1.20	91.8	41.9	48.8
GatenVoer	1.00	1.20	0.10	4.40	1.20	98.6	98.6	0
Sleuenvoer	1.00	1.10	0.16	4.70	1.10	99.5	98.2	1.28

3.3 Aanpassingen vloerelementen en opstelling

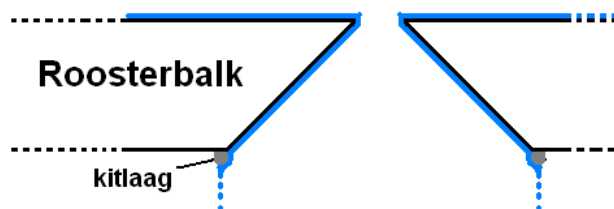
Zijstrippen en kitrand

Met behulp van kit zijn er zijstrippen (figuur 3.2.3) op alle zijranden van de vloerelementen geplaatst welke ervoor zorgen dat er geen water aan de zij- en onderkant van het element kon blijven hangen.



Figuur 3.2.3, illustratie waterverloop bij vloerelement, linkerzijds zonder zijstrippen (situatie Haesen, 2010), rechterzijds met zijstrippen.

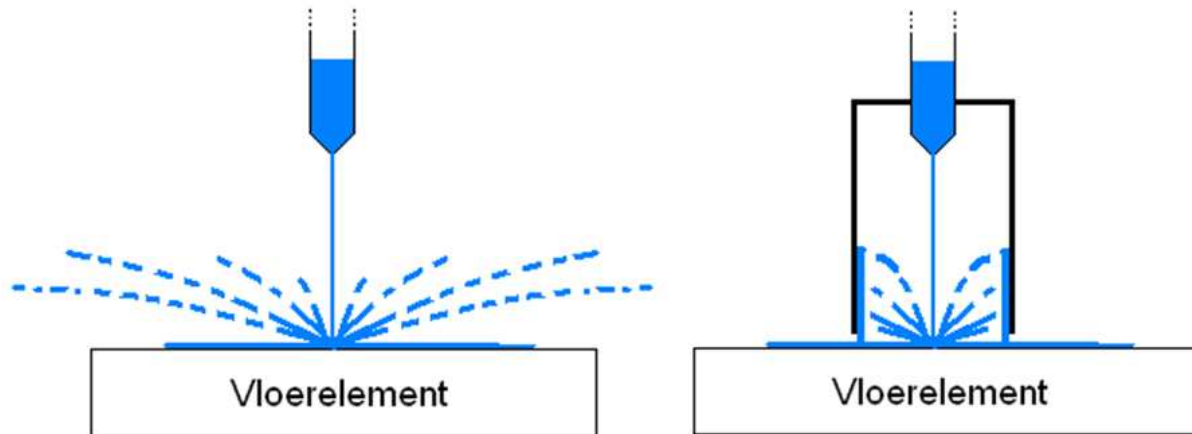
Om te voorkomen dat er water aan de onderzijde van de roostervloer en gatenvloer blijft hangen is er onderaan de openingen een kitrand geplaatst (figuur 3.2.4).



Figuur 3.2.4, illustratie waterverloop tussen de balken van de roostervloer met aangebrachte kitlaag.

Buis tegen wegspattend water

Er is een buis rond de trechter bevestigd welke enkele centimeters boven het element hing (figuur 3.2.5). Hierdoor wordt wegspattend water tegengehouden en weer aan de waterstroom op het element toegevoegd.



Figuur 3.2.5, illustratie waterverloop bij vloerelement, linkzijdig zonder buis (situatie Haesen, 2010), rechterzijdig met buis.

3.4 Data analyse

Om de verschillende resultaten met elkaar te vergelijken (deelvraag 4) is er gebruik gemaakt van de Levene's test. Hierbij wordt de aanname dat voor elke vloer de variantie in de afhankelijke variabele (kg opgevangen water) hetzelfde is getoetst. Wanneer de uitkomst groter is dan 0.05 is aangetoond dat resultaten gelijke variantie hebben.

Op basis van de uitkomst van Levene's test is gekozen voor de Tukey HSD (Honestly Significant Difference) test om te toetsen of de gemiddelde waarden significant van elkaar verschillen (deelvraag 5). Bij iedere test is gekozen voor een 95% betrouwbaarheidsinterval.

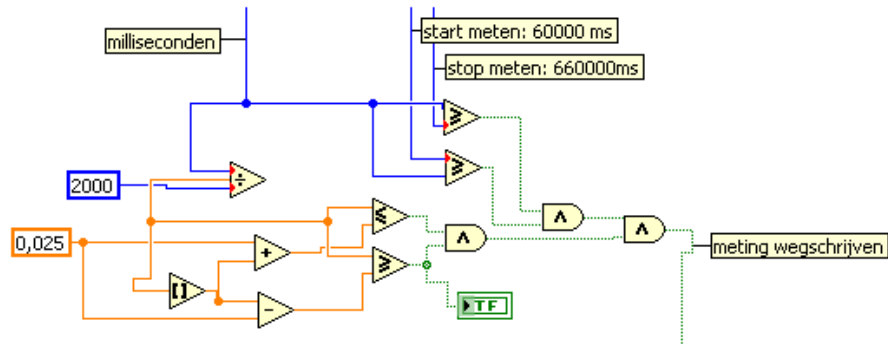
3.5 Metingen

Als derde aanpassing aan de experimenten is er naar de dynamiek gekeken en het uitvloeien van het water op de vloerelementen. Tijdens de voorgaande onderzoeken was de totale meettijd per experiment 2 minuten. Om de dynamiek van het afvoeren van het water door de vloerelementen beter in kaart te brengen werd de meettijd per experiment verhoogd naar 10 minuten.

Tijdens de experimenten werd gebruikt gemaakt van het programma LabVIEW van National Instruments. Tijdens de voorgaande onderzoeken is er een VI (virtual instrument) opgesteld waarin het meetplan is verwerkt. Het VI is zo geprogrammeerd dat het tijdens het experiment continu de waarde van de weegschaal leest en opslaat in een bestand. Omdat de weegschaal ongeveer 7 waarden per seconde doorgeeft zou dit zeer veel data opleveren wanneer er 10 minuten gemeten wordt. Omdat een dergelijke hoeveelheid niet noodzakelijk is werd het programma aangepast zodat er enkel nog iedere 2 à 4 seconden een waarde wordt opgeslagen.

LabVIEW

In het al bestaande meetprogramma is de volgende wijziging toegebracht (figuur 3.2.6). Het aantal milliseconden wordt constant gedeeld door 2000. De uitkomst hiervan wordt afgerond naar een integer getal. Van deze uitkomst wordt een range gemaakt met de uitkomst ± 0.025 . Wanneer het aantal milliseconden binnen deze range valt, wordt de meting op dat moment weggeschreven en opgeslagen. Doordat de weegschaal slechts 15 keer per seconde een waarde doorgeeft is er telkens maar een meetwaarde dat binnen de aangegeven range valt. Op deze wijze wordt er dus iedere 2 seconden (2000 milliseconden) een meting weggeschreven.



Figuur 3.2.6, onderdeel van het meetprogramma in LabVIEW.

Meetplan

Voordat de metingen begonnen werden de vloeren geheel nat gemaakt en vervolgens weer droog geblazen. Dit om de omstandigheden voor iedere meting hetzelfde te houden. Tevens werd er voor ieder experiment eerst een proefronde gedraaid zodat alle onderdelen nat zijn.

Aan de start van het experiment wordt de klep onderaan het waterreservoir opgezet zodat het water op het vloerelement valt. Vervolgens werd dan gedurende 10 minuten het gewicht van de opvangbak gemeten.

Elk experiment werd 11 keer herhaald, dus dit geeft een totaal van 33 experimenten. Omdat het eerste experiment telkens veel afwijkt van de volgende 10 (Snoek 2009, Haesen 2010) zal deze niet meegenomen worden in de verwerking.

Door de uitkomsten van Haesen (2010) te vergelijken met de verkregen resultaten kon er een uitspraak gedaan worden over de invloed van de nieuwe aanpassingen en de langere meettijd op de prestaties van de vloerontwerpen.

Een experiment bestond uit de volgende stappen:

1. Vloerelement in opstelling plaatsen en waterpas zetten
2. Vloerelement geheel bevochtigen
3. Watertoevoer openzetten totdat waterreservoir overloopt daarna watertoevoer sluiten
4. Kraan openen zodat waterreservoir leegloopt op het vloerelement
5. Buis verwijderen, vloerelement droogblazen en buis terugplaatsen
6. Watertoevoer openzetten totdat waterreservoir overloopt daarna watertoevoer sluiten
7. De registratie met LabVIEW starten
8. Kraan openen zodat waterreservoir leegloopt op het vloerelement
9. Na 10 minuten de registratie stopzetten en opslaan

10. Wanneer de opvangbak vol is, deze legen en leeg terugplaatsen
11. Vloerelement verwijderen uit opstelling

De stappen 5 t/m 9 werden bij ieder vloerelement na het uitvoeren van een proefronde 11 keer herhaald.

4 Resultaten

4.1 Urinetransport

Tabel 4.1.1 bevat statistieken van de resultaten van de experimenten. De hoeveelheid water die opgevangen werd in de opvangbak bij de roostervloer, gatenvloer en sleuenvloer is respectievelijk 3.24 kg, 3.25 kg en 3.32 kg. De standaardafwijking is 0.012 kg, 0.015 kg en 0.010 kg respectievelijk voor de roostervloer, gatenvloer en sleuenvloer. Bij de roostervloer is het waterreservoir tijdens een meting niet voldoende gevuld. Deze meting is vervolgens niet meegenomen in de resultaten. Bij de gatenvloer is een extra meting verricht omdat hiervoor binnen de reeks van metingen nog ruimte was in de opvangbak (maximale belasting van de opvangbak was 60 kg).

Tabel 4.1.1, Gemiddelde opgevangen hoeveelheid water met standaardafwijking na 10 minuten meten.

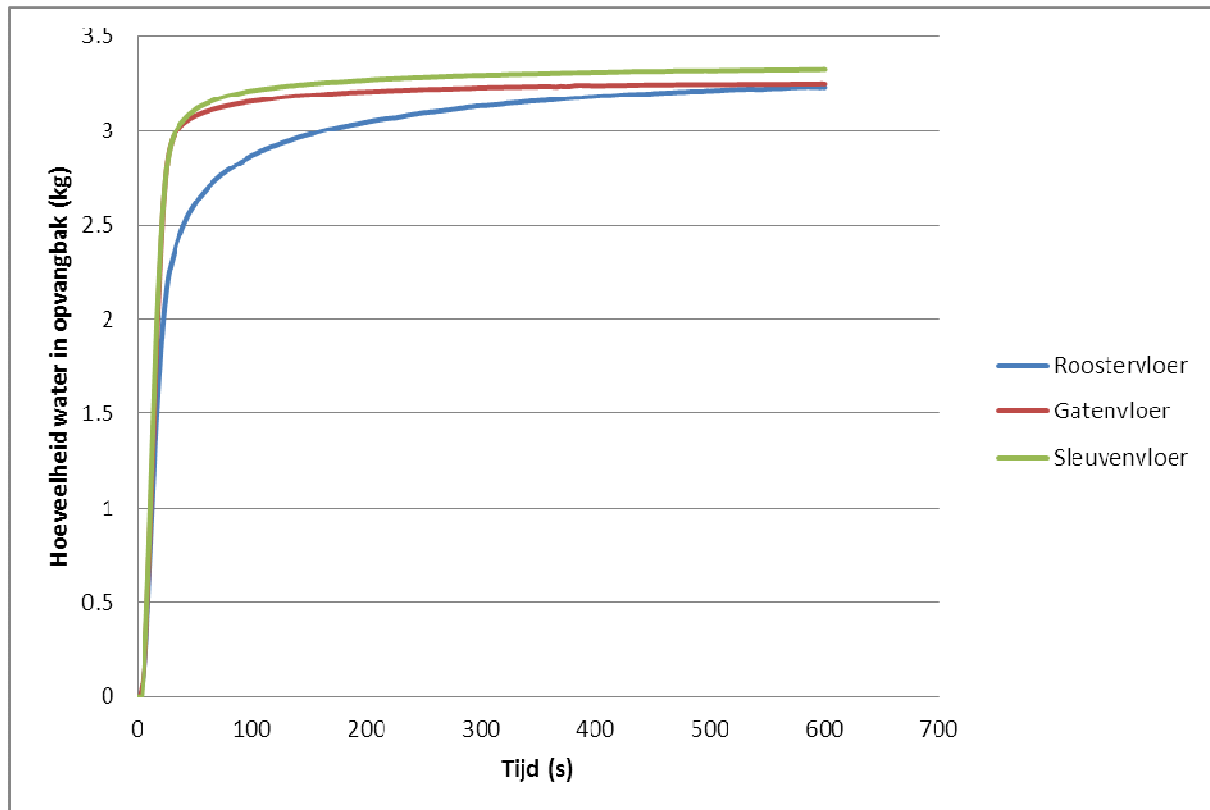
	n	Gem. na 30 sec (kg)	Gem. na 1 min (kg)	Gem. na 10 min (kg)	Standaardafwijking (kg)
Roostervloer	9	2.35	2.71	3.24	0.0122
Gatenvloer	11	3.02	3.14	3.25	0.0149
Sleuenvloer	10	2.99	3.16	3.33	0.0097

In de bijlagen 1, 2 en 3 staan de resultaten van de verschillende vloeren uitgezet in een grafiek. Hierin is het verloop en de hoeveelheid van het water in de opvangbak goed te zien. Om het verschil in de prestaties van de vloeren beter in beeld te brengen staan in grafiek 4.1.1 de verschillende vloeren samen uitgebeeld.

In de grafiek is te zien dat het gewicht van het water in de opvangbak bij de gatenvloer al na 30 seconden een waarde boven de 3 kg bereikt en na 1 minuut een waarde boven de 3.2 kg. Vanaf 1 minuut stijgt het waterniveau nog zeer gering.

Ook bij de sleuenvloer is gewicht van het water in de opvangbak bij 30 seconden al boven de 3 kg. In de minuten daarna stijgt het waterniveau nog langzaam door tot een hogere eindwaarde bij 10 minuten van 3.3 kg. Op de sleuenvloer blijft uiteindelijk minder water liggen vergeleken met de gatenvloer en de roostervloer. Dit verschil is iets minder dan 0.1 kg.

Op de roostervloer verloopt het watertransport duidelijk minder snel dan bij de andere vloeren. Vanaf 30 seconden loopt het gewicht van het water in de opvangbak geleidelijk op van 2.3 kg naar een eindwaarde na 10 minuten van 3.2 kg.

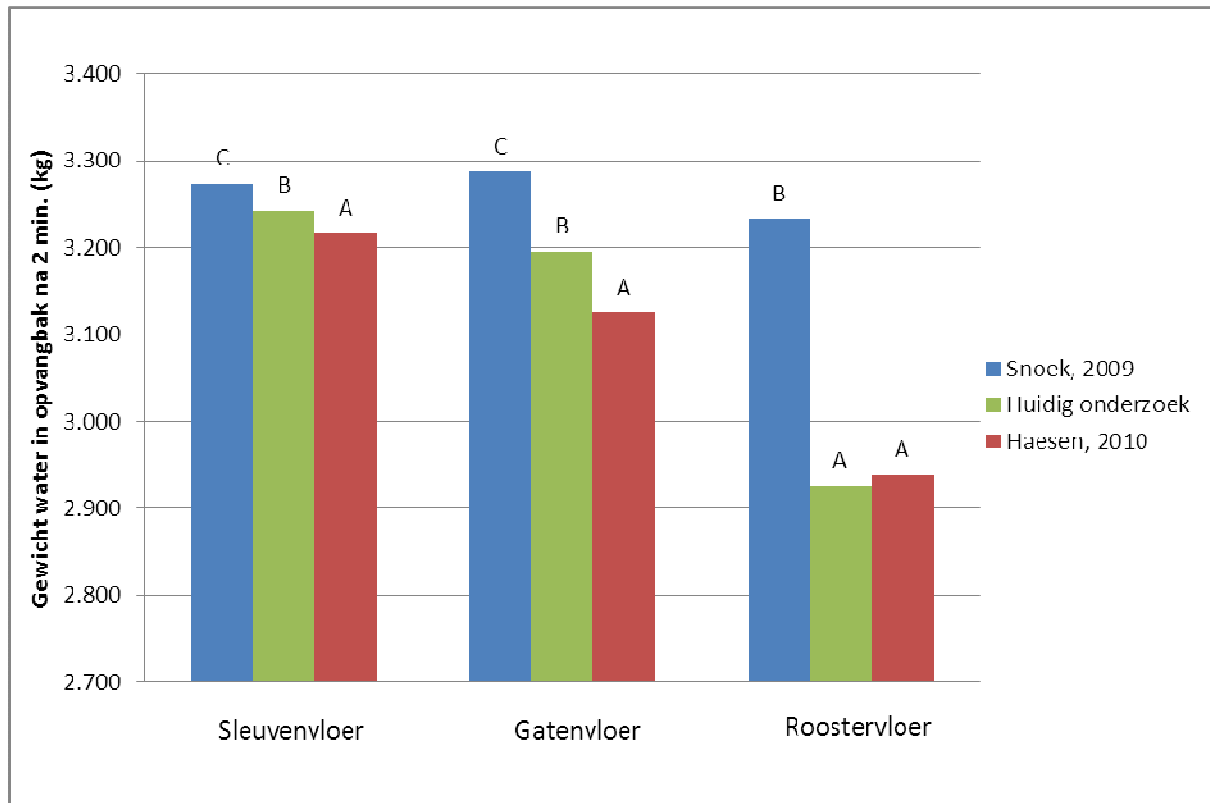


Grafiek 4.1.1, het verloop van de hoeveelheid water in de opvangbak voor de standaard roostervloer, de gatenvloer en de sleuenvloer.

4.2 Spetters en druppels

In grafiek 4.2.1 en tabel 4.2.1 zijn de gemiddelde resultaten na 2 minuten meten van de verschillende onderzoeken naast elkaar gezet.

De resultaten van het huidig onderzoek kunnen vergeleken worden met de resultaten van Haesen, 2010. Hierbij waren de hoeveelheid water in het reservoir en de standaardafwijking daarvan gelijk (respectievelijk 3.37 kg, 0.005). Het onderzoek Snoek (2009) had een lagere beginhoeveelheid en hogere standaardafwijking (respectievelijk 3.292, 0.066).

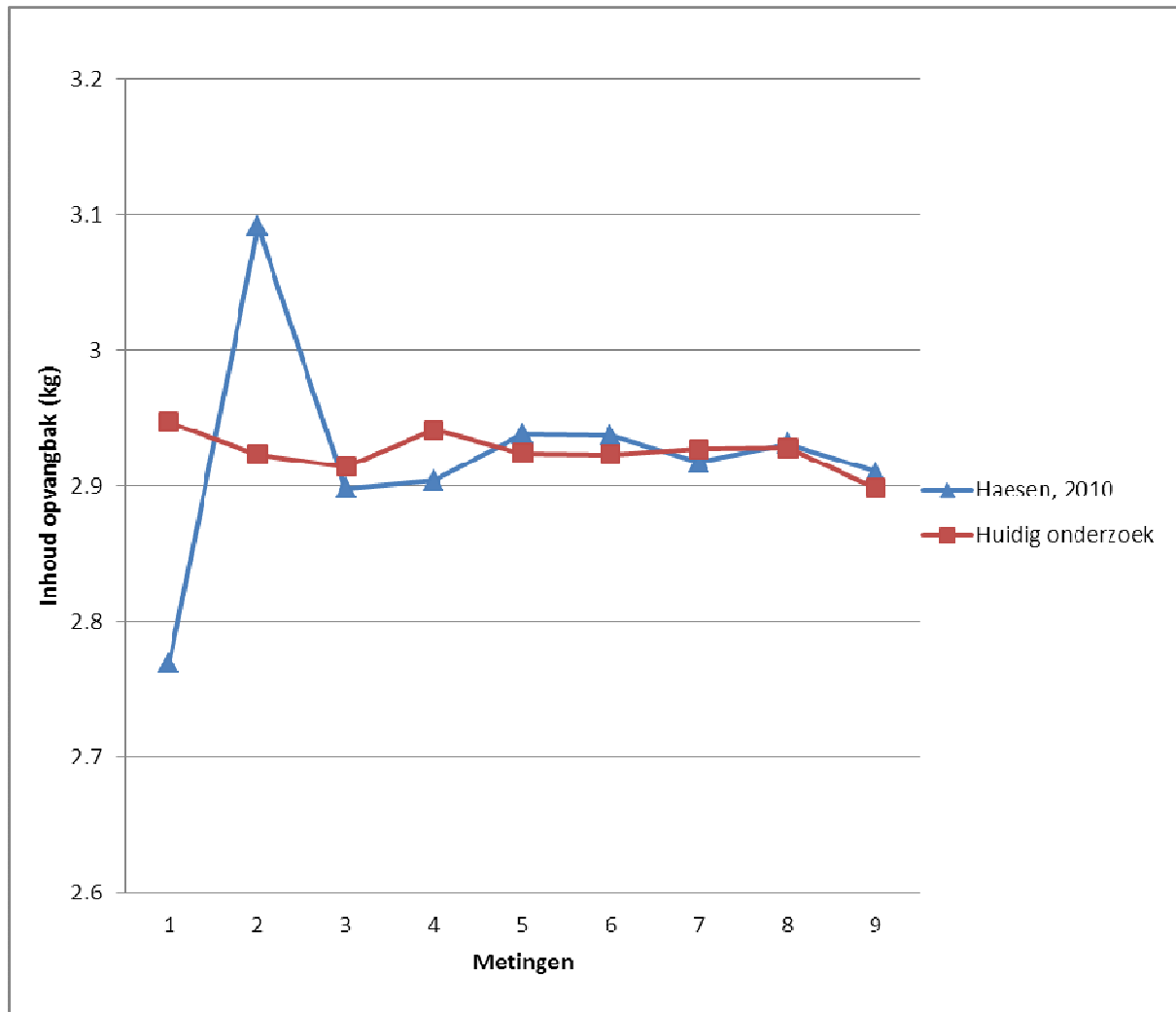


Grafiek 4.2.1, de gemiddelde resultaten van huidig en voorgaande onderzoeken na 2 minuten meten. ABC letters: verschillende letter betekent significant verschillende resultaten tussen de onderzoeken.

Tabel 4.2.1, de resultaten van huidig en voorgaande onderzoeken, het gemiddelde gewicht van het water in opvangbak na 2 minuten meten.

	Sleuenvloer (kg)	Gatenvloer (kg)	Roostervloer (kg)
Snoek, 2009	3.273	3.287	3.233
Haesen, 2010	3.216	3.125	2.938
Huidig onderzoek	3.243	3.195	2.925
Abs verschil Haesen, huidig	0.027	0.070	0.013
% verschil Haesen, huidig	0.8	2.2	0.4

Het valt op dat de resultaten van het huidig onderzoek hoger uitvallen bij de sleuenvloer en de gatenvloer vergeleken met Haesen (2010). Echter bij de roostervloer zijn de resultaten lager. Als de resultaten van de roostervloer van beide onderzoeken in een grafiek gezet worden (grafiek 4.2.2) blijkt dat de resultaten per lozing door elkaar lopen (tabel 4.2.1), waar bij de andere vloeren een duidelijk verschil tussen de resultaten waarneembaar is. Deze grafieken staan in bijlage 4 en 5. Wanneer deze verschillen getoetst worden middels een independent sample t-test (tabel 4.2.2) blijkt dat de resultaten van de gatenvloer en sleuenvloer inderdaad significant verschillen. De resultaten van de roostervloer verschillen niet significant (roostervloer: $0.422 > 0.05$, sleuenvloer: $0.00 < 0.05$, gatenvloer: $0.00 < 0.05$). De significant verschillende resultaten zijn in grafiek 4.2.1 aangegeven met verschillende letters boven de staven. Omdat de uitkomsten van Levene's test bij alle vloeren groter zijn dan 0.05 mag aangenomen worden dat de resultaten gelijke varianties hebben. Aan de hand daarvan is gekozen voor de Tukey HSD test.



Grafiek 4.2.2, vergelijking van de experimenten huidig onderzoek en Haesen (2010) van de roostervloer.

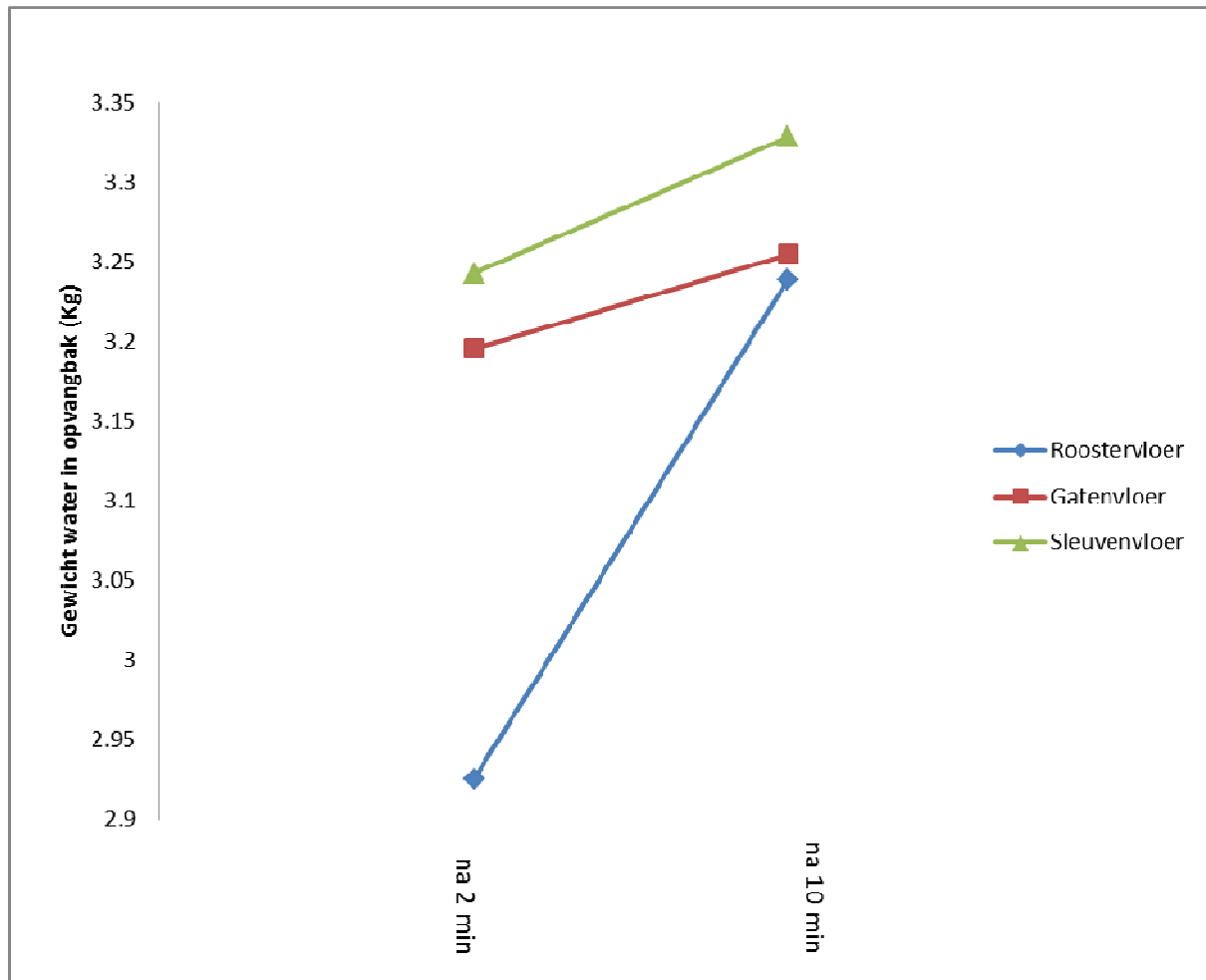
Tabel 4.2.2, uitkomsten Levene's test en independent sample t-test van vergelijking resultaten huidig onderzoek en Haesen (2010) na 2 minuten meten.

	N	gemiddelde	Standaard-afwijking	Levene's test (Sig.)	Indepent sample t-test (Sig. 2-zijdig)
RoosterMoer huidig	9	2.93	0.014	0.126	0.422
RoosterMoer Haesen	9	2.94	0.059		
SleuvenMoer huidig	10	3.33	0.010	0.063	0.000
SleuvenMoer Haesen	10	3.22	0.015		
GatenMoer huidig	11	3.25	0.015	0.780	0.000
GatenMoer Haesen	11	3.12	0.022		

4.3 Invloed meettijd

In grafiek 4.3.1 en tabel 4.3.1 zijn de verschillen tussen de hoeveelheid water in de opvangbak na 2 minuten en na 10 minuten weergegeven voor de verschillende vloeren.

Het valt op dat bij de sleuvenvloer en de gatenvloer de verschillen redelijk overeen komen, respectievelijk 2.6% en 1.8%. Echter bij de roostervloer is een veel groter verschil aanwezig, 9.7%.



Grafiek 4.3.1, verschil in gewicht van water in de opvangbak na 2 en 10 minuten meten van de verschillende vloeren.

Tabel 4.3.1, gemiddeld verschil in gewicht water opvangbak na 2 en 10 minuten meten van de verschillende vloeren.

	Sleuenvloer (kg)	Gatenvloer (kg)	Roostervloer (kg)
Gewicht na 10 min	3.328	3.255	3.238
Gewicht na 2 min	3.243	3.195	2.925
Vershil 2-10 min	0.085	0.059	0.313
% verschil van totaal	2.6	1.8	9.7

Na 10 minuten wordt er aanzienlijk meer water opgevangen bij de sleuenvloer vergeleken met de andere vloeren zoals te zien is in grafiek 4.3.1. Het verschil met de gatenvloer bedraagt 0.074 kg, dit is 3.3%. Levene's test toont aan dat de resultaten van de vloeren gelijke varianties hebben ($0.225 > 0.05$). Als in tabel 4.3.2 de eindresultaten van de verschillende vloeren met elkaar vergeleken worden middels een Tukey HSD test blijkt dat de resultaten van de alle drie de vloeren significant met elkaar verschillen ($0.00 < 0.05$ en $0.028 < 0.050$).

Tabel 4.3.2, uitkomst Levene's test en vergelijking resultaten na 10 minuten meten van verschillende vloeren middels een Tukey HSD test.

iden (I)	iden (J)	gemiddelde verschil I-J	Tukey HSD Sig.
Roostervloer	Sleuvenvloer	-0.090	0.000
	Gatenvloer	-0.015	0.028
Sleuvenvloer	Roostervloer	0.090	0.000
	Gatenvloer	0.074	0.000
Gatenvloer	Roostervloer	0.015	0.028
	Sleuvenvloer	-0.074	0.000
Levene's test (Sig.)		0.225	

5 Discussie

De vloeren hebben direct contact met de steunpunten, daardoor kan er op de plek van de steunpunten met behulp van kit niet voorkomen worden dat er water aan de onderkant van de vloer komt. Tijdens de metingen werd er een hoeveelheid water via de steunpunten afgevoerd. De invloed hiervan op de afvoer van het water door de vloeren is niet bekend.

Tijdens de voorgaande onderzoeken hebben de vloerstukken, voordat er mee geëxperimenteerd werd, tweemaal een week in een waterbak gelegen. Hiermee werd voorkomen dat de betonstukken water opnamen tijdens de metingen. Het is niet bekend of de betonstukken (die nieuw waren bij Snoek (2009)) ook daadwerkelijk een dusdanige hoeveelheid water opnemen tijdens de metingen dat dit van invloed is op de prestaties van de vloerstukken. Tijdens dit onderzoek zijn de vloeren niet in een waterbak gelegd, maar zijn ze wel voor het experiment geheel nat gemaakt en is er een proefronde mee gedraaid.

De metingen aan de opstelling vonden in een gesloten binnenruimte plaats, maar de vloerontwerpen zijn in de buitenlucht op stapels geplaatst. De metingen met de verschillende vloeren vinden niet tegelijkertijd plaats, maar met tussenpozen van enkele weken. Het weer in Nederland en de omstandigheden buiten zijn variabel. De metingen zijn in de zomer verricht terwijl Haesen (2010) zijn metingen in de winter heeft verricht. Het is niet duidelijk of de verschillende weersomstandigheden invloed hebben op de prestaties van de vloeren en of de meetdagen achter elkaar dienen te zijn of niet.

De buis die het wegsplattend water tegenhoudt moet bij ieder experiment verwijderd en teruggeplaatst worden in verband met het droogblazen van de vloer. Hierdoor is er tussen de experimenten mogelijk een afwijking in de locatie van de buis.

De vloerstukken hebben niet allen dezelfde dikte. De gatenvloer heeft een dikte van 0.10 m waar de roostervloer en de gleuvenvloer een dikte hebben van 0.16 m. Hierdoor is de buis bij de gatenvloer lager geplaatst in de opstelling, zodat de afstand van de buis tot het vloerstuk gelijk bleef. Middels waarnemingen is vastgesteld dat het water bij de gatenvloer tot boven de buis opspatte waarna het aan de opstelling bleef hangen. Omdat er een proefronde is gedraaid is het onbekend of dit invloed had op de resultaten.

Bij het plaatsen van de zijstrippen is gebruikt gemaakt van kit. Omdat kit een andere samenstelling heeft dan beton kan het invloed uitoefenen op de stroming en de afvoer van het water.

Tijdens de experimenten waren de vloerstukken schoon. In de praktijk zijn de vloeren niet schoon. Er ligt dan onder andere vuil en mest op de vloer wat het wegvloeien van de urine beïnvloedt.

Tijdens de experimenten viel het water telkens exact in het midden van het vloerstuk. In de praktijk zal ook urine neervallen boven de spleten en gaten in de vloeren. Haesen (2010) heeft gekeken naar andere locaties van urineren op de vloer, dit resulteerde (bij gleuven/gaten) in veel opspattend water.

Na 10 minuten wordt er meer water opgevangen bij de sleuvenvloer vergeleken met de andere vloeren. Een verklaring hiervoor is dat de sleuvenvloer diepe sleuven heeft waardoor het water zich minder over de vloer verspreidt, zodat er in totaal minder water op de vloer blijft liggen.

Het watertransport verloopt bij de roostervloer langzamer dan bij de andere vloeren. Na 10 minuten wordt er bij de roostervloer nog steeds water afgevoerd, dus mogelijk is 10 minuten toch nog te kort om een eindwaarde te bepalen.

Uit de resultaten blijkt dat de roostervloer ca 10% van de totale hoeveelheid water in de laatste acht minuten transporteert. Gezien de ammoniakemissie curve die nagenoeg exponentieel verloopt is het interessant om te onderzoeken en vergelijken hoe de verschillende vloeren presteren op het gebied van ammoniakemissie. De ammoniakemissie op de stalvloer is echter afhankelijk van vele factoren (pH, luchtsnelheid, temperatuur, urease activiteit etc).

6 Conclusie

Het rantsoen bepaalt het urineringspatroon van de koe. Er bestaat een sterke relatie tussen de hoeveelheid Na, K en N uitgescheiden in de urine en het volume van water in de urine. Bij verschillende rantsoenen kan het verschil in urineproductie bij de koe oplopen tot 26 liter per dag. Bij de ammoniakemissie op de vloer uit een urineplas bepalen het volume en het oppervlak in grote mate de ammoniakemissie. De emissie uit een plas bereikt binnen 2 uren een piek waarna het weer geleidelijk afneemt tot ongeveer 5 mg per minuut. Omdat tussen het urineringspatroon en de ammoniakemissie op de vloer een nagenoeg lineair verband zit, kan de emissie gereduceerd worden door het rantsoen aan te passen.

Bij de gatenvloer bereikt het water in de opvangbak al na 30 seconden een waarde boven de 3 kg en na 1 minuut een waarde boven de 3.2 kg. Vanaf 1 minuut stijgt het waterniveau nog zeer gering. Ook bij de sleuenvloer is het gewicht van het water in de opvangbak bij 30 seconden al boven de 3 kg. In de minuten daarna stijgt het waterniveau nog langzaam door tot een hogere eindwaarde bij 10 minuten van 3.3 kg. Op de sleuenvloer blijft uiteindelijk minder water liggen vergeleken met de gatenvloer en de roostervloer, dit verschil is iets minder dan 0.1 kg. De resultaten van alle drie de vloeren zijn echter wel significant verschillend van elkaar.

Op de roostervloer verloopt het watertransport duidelijk minder snel dan bij de andere vloeren. Vanaf 30 seconden loopt het gewicht van het water in de opvangbak geleidelijk op van 2.3 kg naar een eindwaarde na 10 minuten van 3.2 kg.

Spetters en druppels aan de zij- en onderkant van de vloer hebben bij de sleuenvloer en gatenvloer invloed op het urinetransport op de vloer (respectievelijk 0.8% en 2.5% verschil). Bij deze vloeren zijn de resultaten bij 2 minuten meten significant verschillend van de resultaten van Haesen (2010). Het verschil in betonoppervlak tussen boven- en onderzijde van de roostervloer 48.8%, terwijl dit percentage bij de andere vloeren 0.0% en 1.28% is. Tevens is de omtrek van het beton (inclusief inhammen) bij de roostervloer meer dan drie keer zo hoog vergeleken met de andere vloeren. Dit houdt in dat de roostervloer veel contactoppervlak binnenin de vloer (aflopende wanden) en relatief weinig onderkant heeft. De vergelijking van de resultaten met Haesen (2010) voor deze vloer laat geen significant verschil zien. Dit betekent dat de druppels aan de zij- en onderkant weinig invloed hebben op het urinetransport hebben.

Wanneer de verschillen tussen de hoeveelheid water in de opvangbak na 2 minuten en na 10 minuten worden weergegeven voor de verschillende vloeren blijkt dat de sleuenvloer en de gatenvloer redelijk overeen komen, respectievelijk 2.6% en 1.8% meer water. Echter bij de roostervloer is een veel groter verschil aanwezig, namelijk 9.7%.

Bij de roostervloer loopt dus tijdens de laatste 8 minuten tijd bijna 10% van het totaal opgevangen water van de vloer af. Gezien het verloop van de ammoniakemissie curve zal dit de ammoniakemissie van de roostervloer aanzienlijk doen verhogen.

Aanbevelingen

In de discussie kwam naar voren dat de buis die het wegspattende water tegenhoudt bij ieder experiment verwijderd en teruggeplaatst moest worden in verband met het droogblazen van de vloer. Hierdoor is er tussen de experimenten mogelijk een afwijking in de locatie van de buis. De invloed hiervan op het resultaat is niet bekend. Een oplossing zou het gebruik van een stabiele buishouder kunnen zijn.

De vloerstukken hebben niet allen dezelfde dikte. De gatenvloer heeft een dikte van 0.10 m waar de roostervloer en de gleuvenvloer een dikte hebben van 0.16 m. Hierdoor is de buis bij de gatenvloer lager geplaatst in de opstelling, zodat de afstand van de buis tot het vloerstuk gelijk bleef. Middels waarnemingen is vastgesteld dat het water bij de gatenvloer tot boven de buis opspatte. De invloed hiervan op de resultaten is niet bekend. Een oplossing is bij ieder experiment het gelijk houden van de afstand van de trechter tot de vloer. Hiervoor zal de trechter (samen met het reservoir) omlaag of de vloer omhoog geplaatst moeten worden.

Tijdens de experimenten waren de vloerstukken schoon. In de praktijk ligt onder andere vuil en mest op de vloer wat het wegvloeien van de urine beïnvloedt. Door mest en vuil te simuleren kan de invloed hiervan op het urinetransport onderzocht worden.

Tijdens het onderzoek is een meettijd gekozen van 10 minuten. Bij de roostervloer vindt na 10 minuten nog altijd watertransport plaats. Het volledige watertransport van de roostervloer kan aangetoond worden door een langere meettijd te nemen.

Tijdens het onderzoek is geëxperimenteerd met 3 verschillende vloeren. In een vervolgonderzoek kunnen meerdere vloeren onderzocht worden.

Tijdens het onderzoek was de beginhoeveelheid water in het reservoir niet variabel. Een eventueel vervolgonderzoek zou de invloed van een variabele beginhoeveelheid op het urinetransport kunnen bekijken.

Literatuurlijst

André, G., Blanken, K., Duinkerken, G. van, Monteny, G.J., Sebek, L.B.J., Smits, M.C.J. en Wagemans, M.J.M. (2003), 'Relatie tussen voeding en ammoniakemissie vanuit de melkveestal', Praktijkonderzoek Veehouderij, Wageningen UR.

Bannink, A., Valk, H. en Vuuren, A.M. van (1999), 'Intake and Excretion of Sodium, Potassium, and Nitrogen and the Effects on Urine Production by Lactating Dairy Cows', Journal of Dairy Science, 82(5).

Bokma, S. en Dooren, H.J. van (2009), 'NH₃-emissie uit melkveestallen, processen en reductieopties' (presentatie), Animal Sciences Group Wageningen UR.

Braam, C.R. en Hoorn, C.J. van den (1996), 'Ammoniakemissie-arme betonnen stalvloeren', Instituut voor Milieu- en Agritechniek, IMAG-DLO rapport 96-12:207

Burton-Opitz, R. en Dinegar, R. (1918), 'The viscosity of urine', Physiological Laboratory of Columbia University, New York.

'Besluit ammoniakemissie huisvesting veehouderij' (2010), www.infomil.nl.

'Convenant Stikstof en Natura2000: bestuurlijke samenvatting' (2009), 's-Hertogenbosch.

Dooren, H.J.C., Blanken, K. en Gunnink, H. (2009), 'Oriënterende emissiemetingen aan de Comfort Slat Mats voor melkvee', Rapport 225, Animal Sciences Group Wageningen UR, Lelystad.

Dooren, H.J.C. en Smits, M.C.J. (2007), 'Reductieopties voor ammoniak en methaanemissie uit huisvesting voor melkvee', Rapport 80, Animal Sciences Group van Wageningen UR.

Elzing, A. en Monteny, G.J. (1997), 'Ammonia emission in a scale model of a Dairy-cow house', Transactions of the ASAE 40:713-720.

Gunnink, H., Smits, M.C.J. en Vuuren, A.M. van (1996), 'Beperking ammoniakemissie uit een melkveestal door veevoedingsmaatregelen: effecten van N-excretie in urine en urinelozingsfrequentie', Instituut voor Milieu- en Agritechniek, Wageningen, rapport 96-06.

Haesen, G. (2010), Vervolgonderzoek ammoniakemissie door stalvloeren, MSc. thesis, ongepubliceerd werk.

Ishler, V. (2004), 'Nitrogen, Ammonia Emissions and the Dairy Cow', Mid-Atlantic CSREES Regional Water Quality Project, Extension Associate, Pennsylvania State University.

Jones, P.W. en Matthews, R.J. (1974), 'Examination of slurry from cattle for pathogenic bacteria', Agricultural Research Council, Institute for Research on Animal Diseases, Compton, Newbury, Berkshire, 74:57-64.

Luesink, H., LEI, (2008) 'Ammoniakemissie uit de landbouw tussen 1997 en 2007', AgriMonitor, LEI Wageningen UR.

Monteny, G.J. en Erisman, J.W. (1998) 'Ammonia emission from dairy cow buildings: a review of measurement techniques, influencing factors and possibilities for reduction', *Netherlands Journal of Agricultural Science*, 46:225-247.

Monteny, G.J., Schulte, D.D., Elzing, A. en Lamker, E.J.J. (1998), 'A conceptual mechanistic model for the ammonia emissions from free stall cubible dairy cow houses', *American Society of Agricultural Engineers*, 41(1):193-201

Morse, D., Nordstedt, R.A., Head, H.H. en Van Horn, H.H. (1994), 'Productions and characteristics of manure from lactating dairy cows in Florida', *Transactions of the ASAE*, 37:275-279.

Severt, S. (2009), 'Emissiearme stallen melkveehouderij in 2012 verplicht', *Agrarisch Dagblad*.

Shakhashiri, Prof., (2008), 'AMMONIA, NH₃', *Chemical of the week*, General Chemistry, www.scifun.org

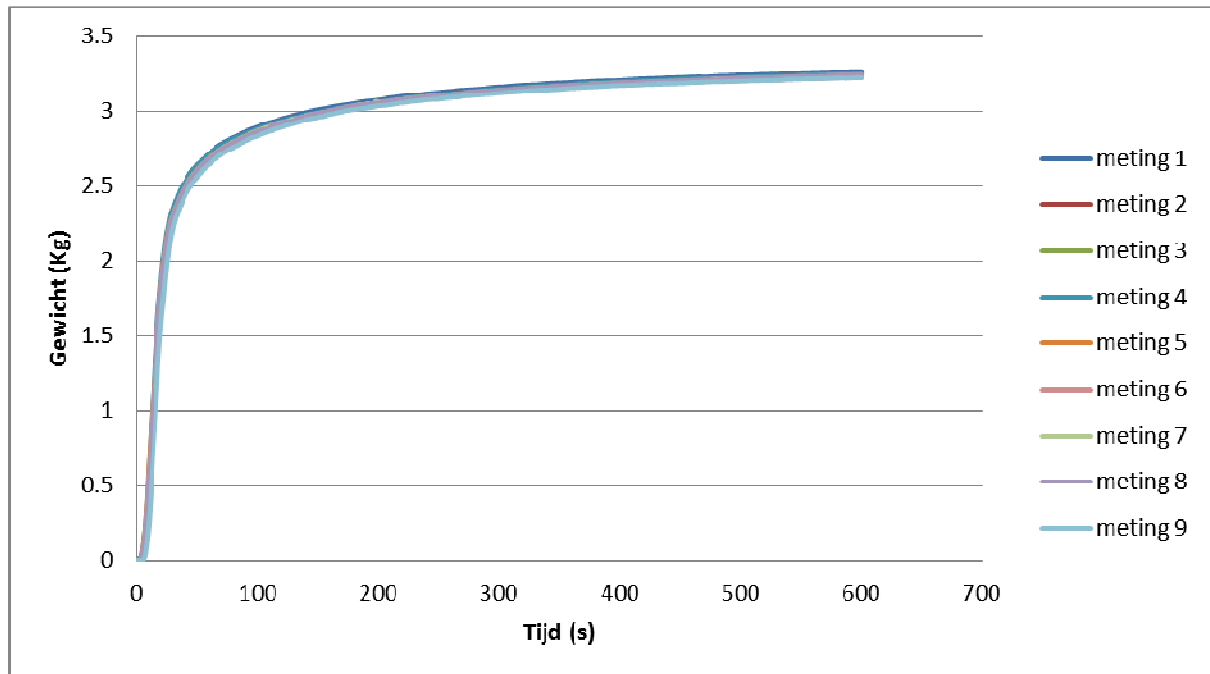
Snoek, J.W. (2009), 'Effect of floor design for a dairy cow house on ammonia emission', MSc. thesis, Farm Technology, Wageningen UR.

Staatsblad 675 (2005), 'Besluit ammoniakemissie huisvesting veehouderij', *Staatsblad van het Koninkrijk der Nederlanden*.

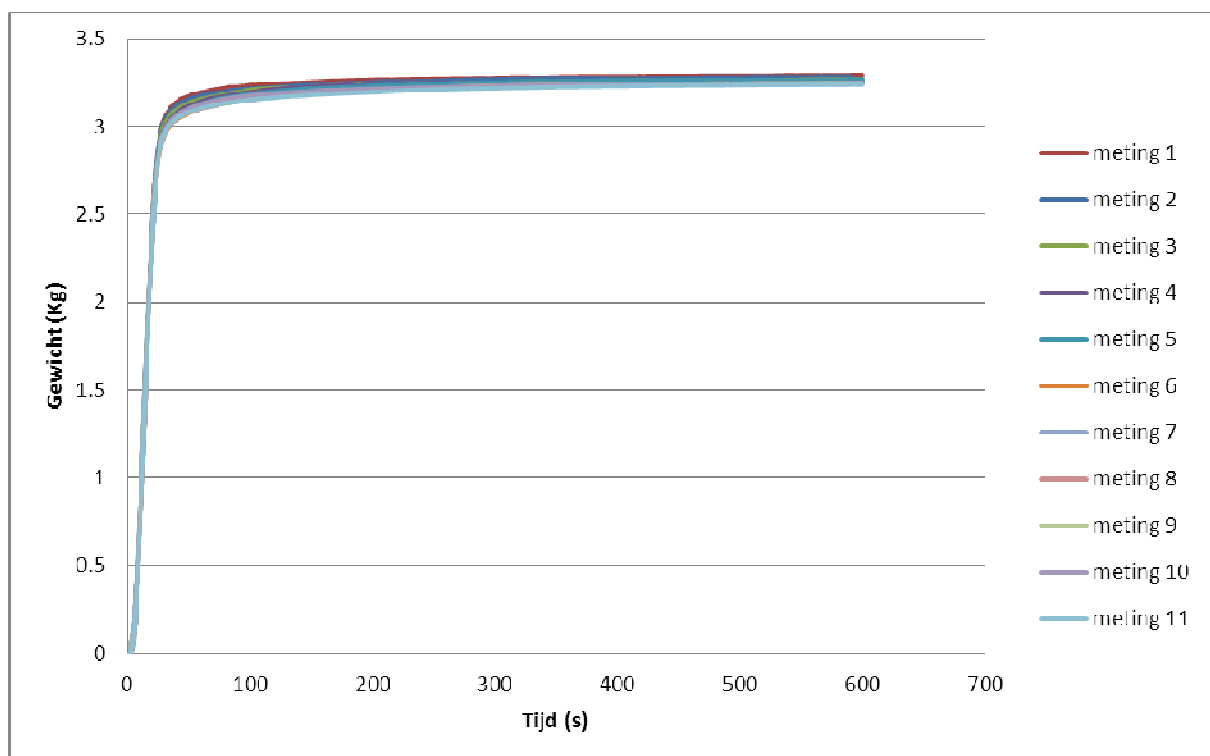
VROM, Ministerie van Volkshuisvesting, ruimtelijke ordening en milieubeheer (2010), 'Verzuring', www.vrom.nl.

Vries, W. de (2008), 'Verzuring: oorzaken, effecten, kritische belastingen en monitoring van de gevolgen van ingezet beleid', Alterra, Wageningen, Alterra-rapport 1699.

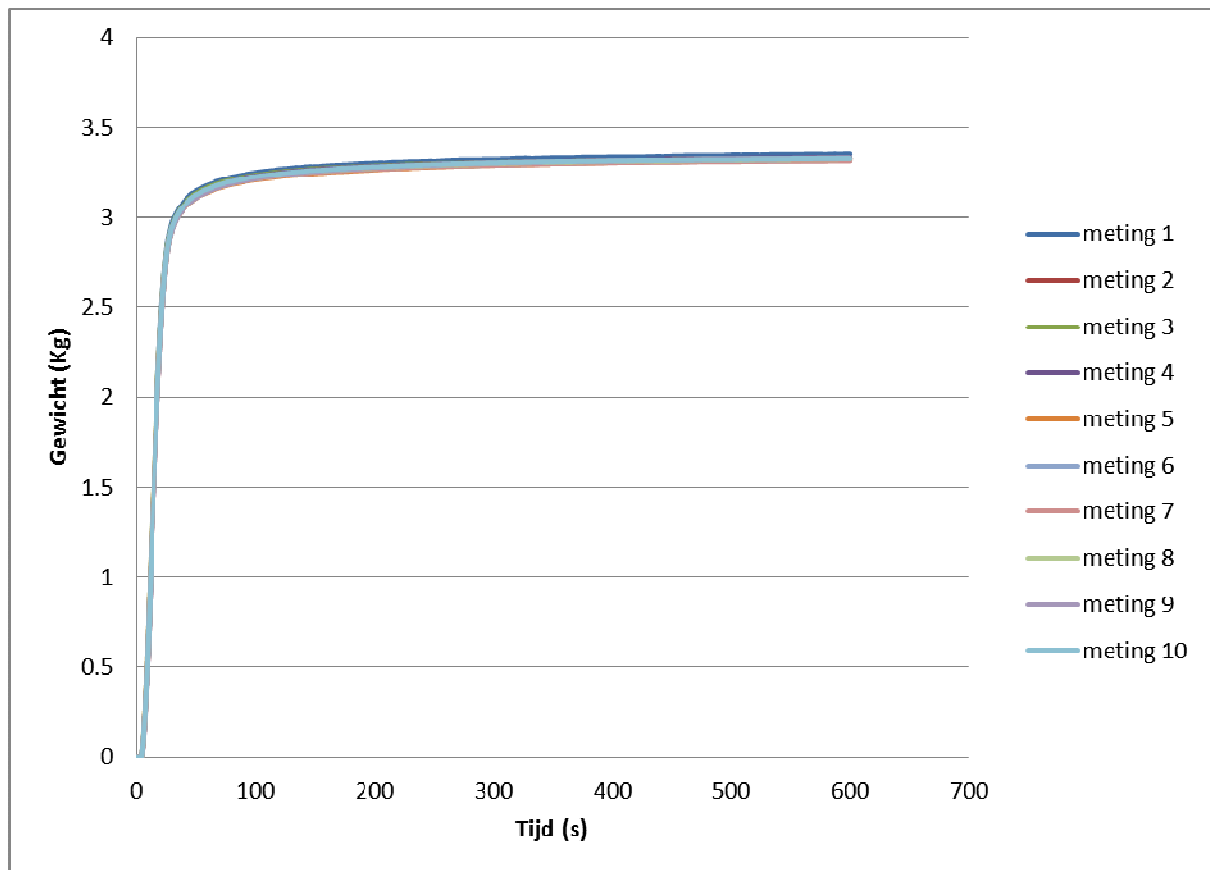
Bijlagen



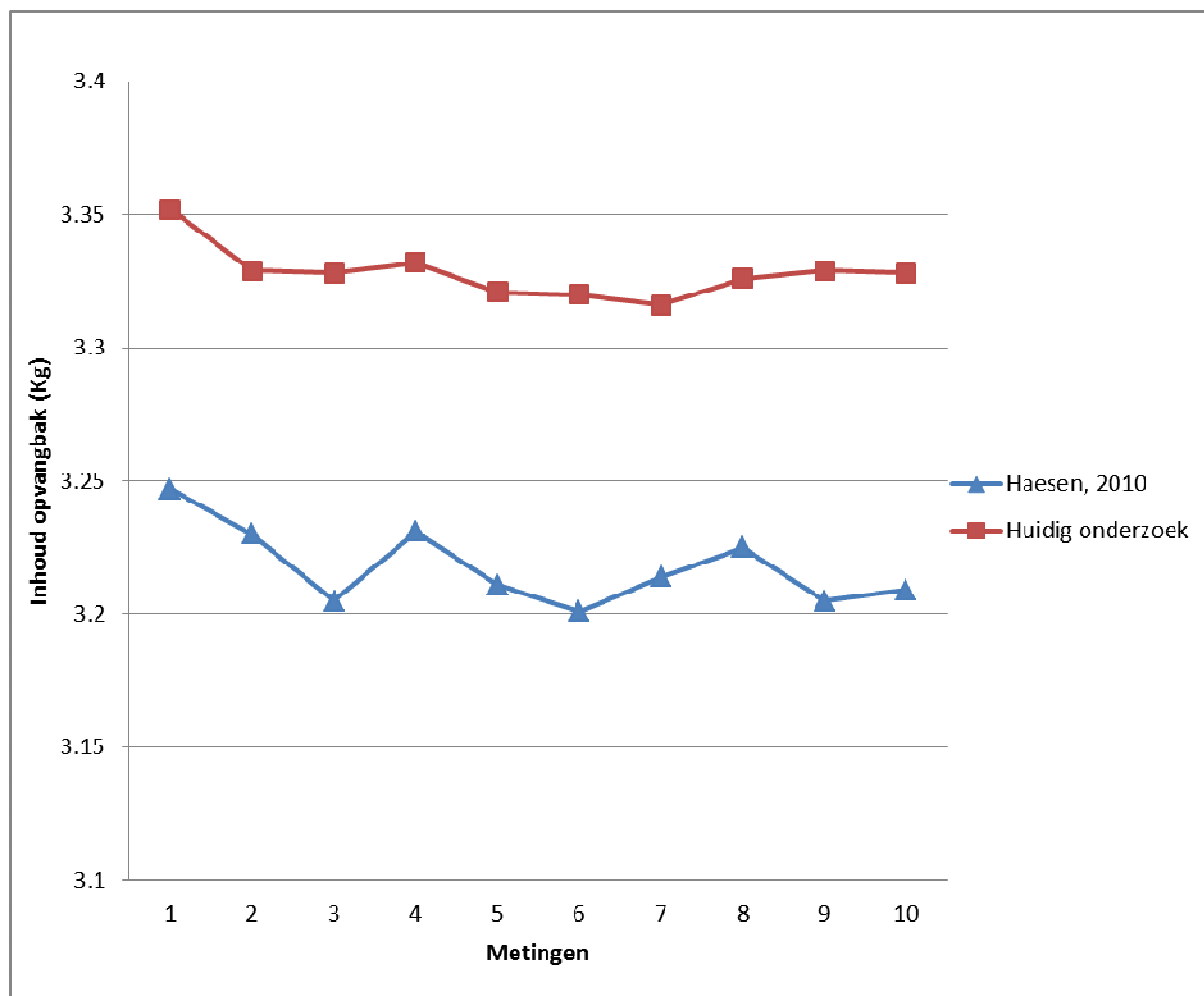
Bijlage 1, resultaten van metingen met roostervloer, gewicht water in opvangbak



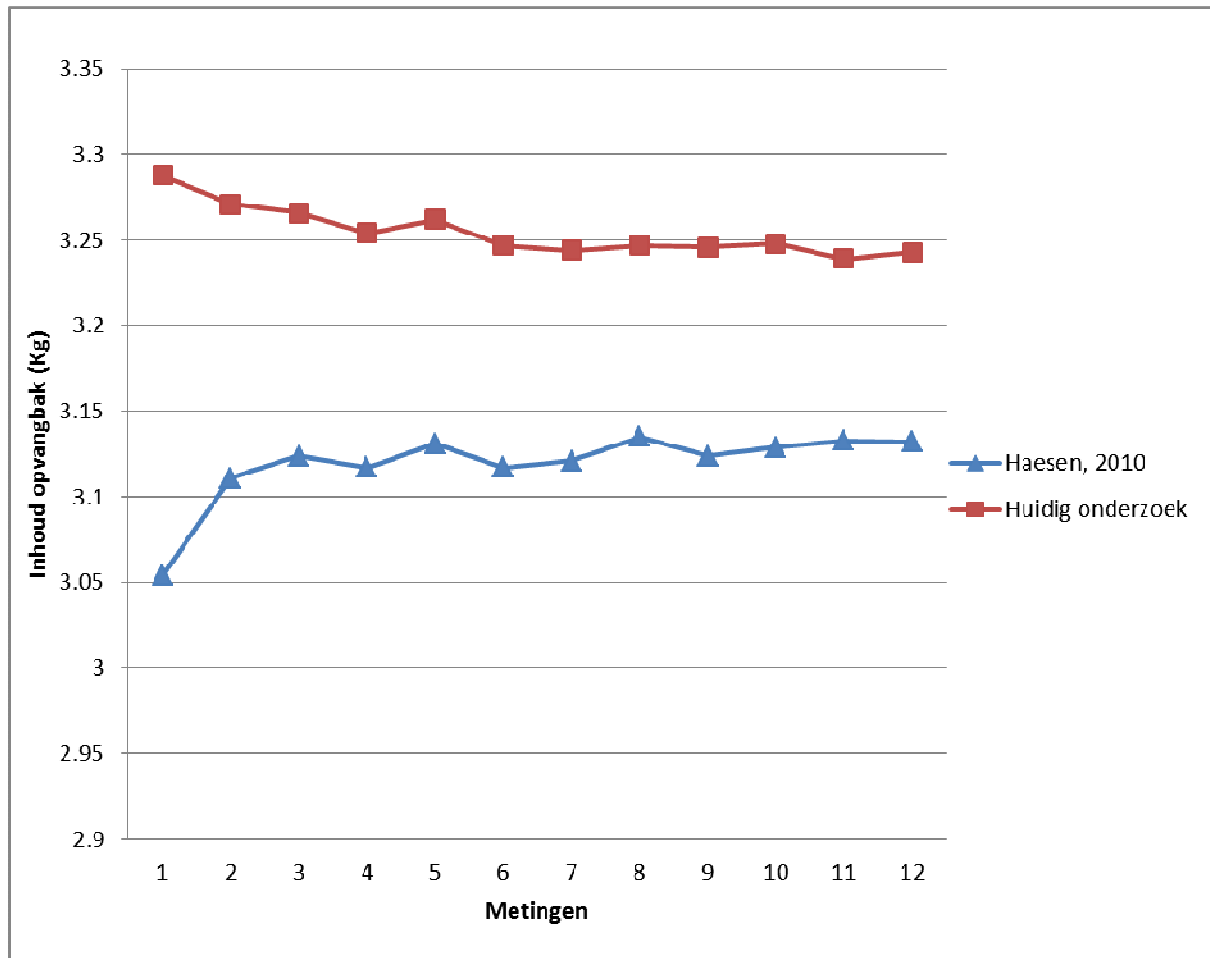
Bijlage 2, resultaten van metingen met gatenvloer, gewicht water in opvangbak



Bijlage 3, resultaten van metingen met sleuvenvloer, gewicht water in opvangbak



Bijlage 4, resultaten metingen huidig onderzoek en Haesen (2010) van de sleuenvloer na 2 min meten



Bijlage 5, resultaten metingen huidig onderzoek en Haesen (2010) van de gatenvloer na 2 min meten



Bijlage 6, foto van de experimentele opstelling