

DE RELATIE TUSSEN HET MELKUREUM EN DE AMMONIAKEMISSIE OP MELKVEEBEDRIJVEN

Advies ten behoeve van gebruik van het melkureum als geborgde methode en indicator voor de ammoniakemissie van melkveebedrijven in de provincie Utrecht.

Geschreven in opdracht van de Utrechtse Monitor Duurzame Landbouw
(Gezamenlijk project van melkveehouders en de collectieven in de provincie Utrecht)

Auteurs:

Wim van de Geest

K & G Advies

Harm Rijneveld

Terug naar de basis

Inleiding

Landelijk, maar ook binnen de provincie Utrecht wordt gezocht naar een voor melkveebedrijven praktisch toepasbare en geborgde methode om reductie van de ammoniakemissie op melkveebedrijven te behalen. Sinds de invoering van stelsel van gebruiksnormen in 2006 is het melkureum in mg ureum per 100 gram melk het leidende getal samen met de melkproductie om de bruto excretie van de Nederlandse melkkoe te bepalen. Via een berekening van landelijk gevoerde rantsoenen worden vervolgens de verliezen bepaald die, na aftrek van de bruto excretie, de netto excretie per koe per jaar weergeven in tabel 6a voor drijfmest en tabel 6b voor vaste mest. Sinds 2006 mogen veehouders die scherper voeren dan de gemiddelde excretienormen hun voordeel in kilogrammen stikstof en fosfaat ten opzichte van de forfaitaire normen meenemen door gebruik van de bedrijfsspecifieke excretie, genaamd BEX. Daarvoor dienen de deelnemende boeren de 'Handreiking bedrijfsspecifieke excretie melkvee' aan te houden en de daarvoor bedoelde software in te vullen. Tabel 6, de landelijke forfaitaire excretietabel wordt berekend door de WUM (Werkgroep Uniformering Meststoffen) en is tegenwoordig onderdeel van het CDM (Commissie Deskundigen Meststoffen) van de Wageningen Universiteit.

Door 20 jaar gebruik van het stelsel van gebruiksnormen is het ureum in mg ureum per 100 gram melk een herkenbaar kengetal voor melkveehouders. Het melkureum wordt elke keer dat de melk opgehaald wordt (elke 3 dagen) bepaald. Dat betekent dat er ongeveer 120 ureum metingen per jaar per bedrijf bekend zijn. De afgelopen jaren is door sturing het ureumgetal sinds 1999 gedaald van 30 mg (Van der Ham, 2010) naar 19,5 mg in 2025. (Qlip, 2026). Met name vanaf 2018 is het ureum met gemiddeld 3,5 mg gedaald (Qlip, 2026).

Binnen de UMDL (Utrechtse Monitor Duurzame Landbouw) is de vraag ontstaan of het melkureumgetal bruikbaar en borgbaar is voor inschatting van de stikstofbenutting en stikstofverliezen naar het milieu. Daarbij zijn subvragen ontstaan over de relatie tussen ureum en het voeren van zout en de vraag of de TAN en de berekende ammoniakemissie uit de KringloopWijzer beter bruikbaar zijn als sturingsmechanisme voor het reduceren van de ammoniakemissie.

Hoofdvraag

Is het melkureum in milligrammen stikstof bruikbaar als geborgde methode en indicator voor de ammoniakemissie van melkveebedrijven in de provincie Utrecht.

Subvragen om het bovenstaande vraag goed te kunnen beantwoorden zijn:

- Is het ureumgetal een internationaal geaccepteerde, bruikbare en borgbare methode voor indicatie van de stikstofverliezen in de vorm van ammoniak naar het milieu?
- Wat is het effect van zout voeren op het ureumgetal in de melk?
- Is de TAN als getal een betere inschatting van de ammoniakemissie?
- Wat is het verband tussen ureum in de melk gemeten en de berekende ammoniakemissie in de KringloopWijzer?

Samenvatting en advies

Het melkureum in milligrammen per 100 gram melk is een goede parameter voor inschatting van de potentiële verliezen in de vorm van ammoniak richting het milieu. Uit internationaal onderzoek blijkt een sterke relatie te bestaan tussen ureum en stikstofverliezen via de urine van melkkoeien (TAN) met een groot potentieel tot omzetting naar ammoniak en verlies richting milieu. Daarnaast is het ureumgehalte, in combinatie met de kg melk per koe, al 20 jaar een geborgde en wettelijk voorgeschreven methode om de excretie en daarvan afgeleide ammoniakemissie te bepalen.

De beïnvloeding van het ureum met zout speelt geen rol, omdat het overmatig verhogen van het zoutgehalte in het rantsoen een groot negatief effect heeft op gezondheid en melkproductie van dieren. De hoeveelheid gevoerd zout moet onrealistisch hoog zijn om een klein effect te verkrijgen op het melkureumgehalte. Een overmaat met factor 15x van de behoefte aan zout geeft een afwijking van ruim een punt melkureum. Tabel 6 werkt ook met een volle punt als schaal tussen de excretiebepalingen. Zout speelt dus nauwelijks een rol in de beïnvloeding van het ureumgehalte door melkveehouders om gunstiger uit te komen met emissies.

Uit het onderzoek met 25 KringloopWijzer bestanden is geen verband te zien tussen het melkureum in milligrammen ureum per 100 gram melk en de ammoniakemissie per GVE voortvloeiend uit de uitkomsten bij gebruik van de KringloopWijzer.

Daarentegen geeft de hoeveelheid meetmelk per koe x het ureumgetal (in mg per 100 gram melk) wel een verband met de berekende ammoniakemissie per GVE. Een koe met hogere productie neemt meer voer op, met in totaliteit een hogere stikstofopname. Dat leidt op basis van de KringloopWijzer berekening tot een hogere TAN en hoger berekende ammoniakemissie (Meer stikstof opgenomen = meer Ruw eiwit opgenomen = meer TAN met eenzelfde TAN% = een hoger berekende ammoniakemissie per GVE. In de KringloopWijzer is het verband tussen ureum en ammoniakemissie per GVE niet aanwezig, omdat het (tank)melkureum in mg per 100 gram geen verband heeft met de totale voeropname van de veestapel. Meer opgenomen voer kan tot een hogere melkproductie leiden met eenzelfde, hoger of lager gemeten tankmelkureum .

Gebruik van de TAN als getal om te sturen is niet bruikbaar in de boerenpraktijk. De data in de KringloopWijzer is niet voldoende geborgd om de TAN te gebruiken voor de bepaling van de emissies. Daarnaast zijn er een aantal aannames die van sterke invloed kunnen zijn op de berekening van de TAN. Dat betreft met name de berekening van het ruw eiwitgehalte in het verse gras, de vaste standaardwaarden van het VEM gehalte in het verse gras, de manier waarop het VEM gat berekend wordt, de beïnvloeding van de weide uren, de beïnvloeding van de voorraden in de kuilen, het niet verplicht zijn om mee te doen aan bemonstering van alle aanwezige kuilen en het feit dat er geen controle op de ingevoerde data in de KringloopWijzer en het uiteindelijke rapport is.

De KringloopWijzer is zeer geschikt als managementtool, maar wordt te veel overschat als borgbare berekening voor de ammoniakemissie op bedrijfs- en gebiedsniveau. De berekende TAN als borgbaar kengetal is daarnaast niet geschikt omdat de KringloopWijzer geen rekening houdt met werkelijke eiwitbenutting vanuit het gevoerde ruw eiwit. De TAN rekent niet met mechanismen die veel preciezer ingaan op de potentiële urine ureum productie, namelijk de OEB/DVE verhouding in het rantsoen en de totaal gevoerde DVE op darmniveau.

Teveel OEB in rantsoen		Correlatie (P=0,001)
kg ureum per koe per jaa	→ NH4	0,48
NH4	→ %Norg/Ntot	-0,58
%Norg/Ntot	→ C/N	0,53
C/N	→ pH	-0,55
pH	→ Nh3	0,69
pH	→ AEP	0,8

Beide getallen, DVE en OEB, zijn belangrijk omdat ze aangeven in hoeverre er een overschot aan onbestendig penseiwit of een overmaat aan opgenomen aminozuren vanuit de dunne darm ontstaat. In de boerenpraktijk stuurt iedere boer wel op deze kengetallen met als spiegel, het melkureumgetal om te kijken hoe het rantsoeneiwit benut wordt en of op pensniveau voldoende energie beschikbaar is voor de microben om microbieel eiwit te maken en een overmaat aan ammoniak te voorkomen.

Doordat de KringloopWijzer niet werkt met een werkelijk rantsoen voor de melkkoeien in een specifieke periode zegt de berekende TAN op jaarniveau niets over de werkelijke emissies in de boerenpraktijk dan wel een zomer of winterrantsoen.

Advies

Gebruik het Melkureum in mg per 100 gram melk x de kilogrammen melk per koe per jaar om een streeftabel te maken voor maximale ureumproductie per koe per jaar op het bedrijf. De tabel loopt op om recht te doen aan verschillen in productie en veel/weinig weidegang en of veel/weinig mogelijkheden in aankoop bijproducten en krachtvoer.

Hoe lager de productie en het ureumgehalte, hoe lager de totale hoeveelheid gemeten ureum via de tankmelk, hoe lager de excretie van ureum via de urine (lineaire lijn uit onderzoek). Sturing van de emissies via aantal dieren, kilogrammen melk en ureumgehalte per 100 gram melk zijn in huidige regeling ook maatgevend voor reductie van de emissie. Denk bijvoorbeeld aan de Extensiveringsregeling waarbij deze factoren bepalen of een veehouder voldoet aan de voorwaarden van de regeling en zo via een extensievere bedrijfsvoering emissies reduceert.

Hieronder een indicatief voorstel om de excretie en ammoniakemissie te reduceren, maar toch recht te doen aan de diversiteit van bedrijven in de provincie. Deze tabel kan gecombineerd worden met de tabel van adviesbureau Boerenverstand. Daarbij worden weidegang en tankmelkureum gekoppeld aan de verwachte ammoniakemissie per GVE. De toevoeging die deze tabel bevat is de relatie met de kilogrammen melk.

De onderstaande indicatieve tabel laat het toelaatbare ureum zien met bijbehorende veebezetting op basis van een bepaalde productie per koe. Hoe hoger de productie, hoe meer mogelijkheden de veehouder heeft voor verlaging van het melkureum. De hogere productie geeft meer totale ureumproductie per koe per jaar vanwege een hogere opname en hogere (urine ureum) excretie. Het ureum moet en kan bij hogere productie per koe verlaagd worden. Het ureum bij extensieve bedrijven met nauwelijks bijvoeding en lagere productie mag hoger zijn door lagere totale excretie en minder mogelijkheden tot sturing in ureum. Daarnaast wordt bij deze bedrijven veel meer geweid wat tot minder ammoniakemissie leidt door scheiding van urine en feces. Ondanks een hoger toelaatbaar ureum bij lagere productie zijn de totaal toelaatbare grammen ureum per koe per jaar bij lagere productie wel fors lager.

Kg Melk per koe	Kg melk per hectare	GVE per hectare	Max toelaatbaar Ureum per 100 gram melk	Grammen ureum per koe per jaar maximaal	Excretie per koe	Excretie inclusief jongvee per hectare
>12000	14282	1,4	15	1800	123	170
10000	12289	1,4	16	1600	118,5	170
9000	11474	1,5	18	1600	113,5	170
8000	10597	1,5	20	1600	108,5	170
7000	9648	1,6	22	1540	103,5	170
6000	8843	1,7	23	1380	95,5	170
5000	7434	1,7	24	1200	94,5	170
<5000	7338	1,7	25	1000	96	170

Figuur 1: indicatieve tabel relatie melkproductie en ureum

Laat de KringloopWijzer als managementtool naast het ureum x melkproductie per koe analyseren en kijk waar maatregelen/draaiknoppen werken om tot reductie van emissies te komen. Deze beide tools kunnen elkaar goed aanvullen en kunnen onafhankelijk van elkaar de reductie van ammoniak borgen. Gebruik de data met betrekking tot melk, dieren, weideganguren en ureum vanuit de zuivelindustrie aangevuld met informatie uit de Gecombineerde Opgave (RVO) om sturing en reductie van ammoniak te kunnen borgen.

Gebruik de TAN niet als indicator voor de ammoniakemissie. De TAN is niet bekend in de praktijk, is vooral een theoretische benadering, kent geen correlatie met gemeten emissies in mestpotten vanuit het project Topmest. Daarnaast is de Tan berekent uit de KringloopWijzer foutgevoelig door onzekerheden bij invoer en geeft het geen goed beeld van de werkelijke emissies door vaste emissiefactoren waar de veehouder geen invloed op heeft.

Het is daarom van belang oog te hebben voor deze 'blinde vlekken' in de kringloopWijzer en de uitkomsten van de ammoniakemissie in dit model niet te overschatten op representativiteit van de werkelijkheid.

Bunschoten-Spakenburg, Nieuwendijk

Wim van de Geest en Harm Rijneveld

4 maart 2026

De relatie tussen ureum en ammoniak in de literatuur.

De relatie tussen ureum en ammoniak wordt door veel onderzoeken onderschreven. Voor zover bekend geven alle onderzoeken een positieve relatie tussen een stijgend ureum in de melk (in mg per 100 gram melk) en een hogere excretie van stikstof met de urine in de vorm van ureum.

Ureum gemeten in de melk is een spiegel van het ureum gehalte in het bloedplasma. Het ureum gemeten in de melk schommelt over de dag heen en wordt bepaald door de overmaat aan onbestendig eiwit in de pens ten opzichte van de aangeboden onbestendige energie fractie uit het rantsoen (FOS). In de praktijk wordt een positieve balans tussen onbestendig eiwit en onbestendige energie benoemd met de term "OEB", de Onbestendige Eiwit Balans. Bij een overschot aan onbestendig eiwit kunnen de pensmicroben niet al het eiwit omzetten in microbieel eiwit, omdat ze energie tekort komen. Andersom betekent een negatieve OEB een tekort aan onbestendig eiwit en een overmaat aan energie. De microben kunnen dan niet optimaal groeien. In extremen komt de penswerking dan stil te liggen. In de praktijk wordt op rantsoenniveau gestuurd op een licht positieve OEB door producten met een positieve OEB te combineren met energierijke onbestendige grondstoffen met een negatieve OEB (mais, granen, pulp, voorjaarsgras).

Onbestendig eiwit in overschot wordt in de pens vrij snel omgezet in ammoniak. Ammoniak verlaat bij overmaat de pens via de diffuse penswand en wordt via de bloedbaan naar de lever getransporteerd waar het omgezet wordt in ureum. Vervolgens komt het ureum in de nier. De nier kan het ureum recirculeren en via speeksel als ureum of via de penswand terug sturen om weer als ammoniak voor groei van de microben te dienen. Dit speelt vooral bij laag eiwit rantsoenen. Bij hoog eiwit rantsoenen is er weinig tot geen recirculatie en wordt het ureum via de nier afgevoerd met de urine. Eenmaal geloosd wordt ureum vrij snel gehydrolyseerd tot ammonium, waarbij het onder bepaalde omstandigheden (hoge pH mest, hoge temperatuur, contact met feces en omzetting door in feces aanwezig enzym urease) snel omgezet kan worden in ammoniak.

Ook op darmniveau leidt een overmaat aan DVE, met name uit het DVBE (Darm verteerbare bestendige voereiwit) tot vorming van ureumovermaat met hogere ammoniakemissie tot gevolg. Opgenomen overtollige aminozuren worden door de koe opgenomen en gedeamineerd in de lever tot ammoniak. Ammoniak in het bloed is giftig voor de koe en wordt omgezet in ureum. Na verwijdering van de stikstof uit de aminozuurketen blijft koolstof over die omgezet wordt in glucose voor de energievoorziening van de koe. Dit proces kost 4x meer energie dan een energiebron uit het voer direct afbreken tot opneembare glucose.

Van Duinkerken et al. (2003) geven dan ook aan dat er een sterk verband is tussen het voeren van DVE en OEB en het ureum en een negatief verband tussen het voeren van energie en het ureum. Zij concludeerden: *"De stikstofexcretie en ammoniakemissie zijn beide positief gecorreleerd aan het melkureumgehalte. Hierdoor kan het melkureumgehalte gebruikt worden voor zowel de schatting van de stikstofexcretie als voor de ammoniakemissie"*

Uit de data van Topmest 2024 bleek dat grammen ureum per koe per jaar (kg melk per koe x melkureum in mg per 100 gram melk) een verband geeft met meer TAN in de mest (NH₄). Meer TAN betekent dat de mest een lager aandeel organisch gebonden stikstof en daarmee een hoger emissiepotentiaal heeft. Alle waarden zijn significant, de R weergegeven in de laatste kolom.

Teveel OEB in rantsoen			Correlatie (P=0,001)
kg ureum per koe per jaa	→	NH4	0,48
NH4	→	%Norg/Ntot	-0,58
%Norg/Ntot	→	C/N	0,53
C/N	→	pH	-0,55
pH	→	Nh3	0,69
pH	→	AEP	0,8

(figuur 2 relatie OEB en afgeleide parameters. Bron: Topmest 2024, praktijkdata KLW, rantsoen, MPR, Tankmelk en gemeten mestpot via ALNN van 197 melkveebedrijven in Nederland en Vlaanderen).

Ureum en relatie uitscheiding urine stikstof

Voor het zoeken naar verband tussen het ureumgehalte en de ammoniakemissie wordt in de literatuur gekeken naar de verhouding MUN:PUN:UUN. Waarbij MUN voor het melkureum staat, PUN voor het ureum gemeten in het bloedplasma, UUN voor het ureum in de uitgescheiden urine van de koe. Uit literatuuronderzoek van Spek et al. (2012) blijkt dat verschillende factoren invloed kunnen hebben op de relatie tussen melkureum en uitscheiding van ureum met de urine. Denk hierbij bijvoorbeeld aan factoren als rantsoen, diersoort en wateropname zoals getoond in onderstaande tabel.

Table 1. Overview of differences in ratios between urine nitrogen excretion (g N/day) and MUN (mg/l), between UUN excretion (g N/day) and MUN, between UN and PUN (mg/l), and between UUN and PUN in bovines at treatment contrasts from various studies

Reference	Contrast	Type of ratio	Ratio values	
			Treatment A	Treatment B
Kauffman & St-Pierre (2001)	Holstein v. Jersey	UN : MUN	1.18 for Jersey	1.76 for Holstein
Broderick & Clayton (1997)	Daytime v. Nighttime	UN : MUN	0.46 at daytime	0.78 at night time
Hristov et al. (2005)	NDF v. starch-rich diet	UN : MUN	1.51 for NDF-rich diet	1.64 for starch rich diet
Beckman & Weiss (2005)	NDF : Starch ratio	UN : MUN	1.21 for NDF : starch ratio of 1.27	1.26 for NDF : starch ratio of 0.74
Broderick (2003)	High-NDF (360 g kg/DM) v. low-NDF (280 g kg/DM) diet	UN : MUN	1.50 for high-NDF diet	1.57 for low-NDF diet
De Campeneere et al. (2006)	Grass silage v. maize silage diet	UUN : MUN	1.36 for high-NDF diet	1.37 for low-NDF diet
Olmos Colmenero & Broderick (2006)	Low-protein (156 g kg/DM) v. high-protein (176 g kg/DM) diet	UN : MUN	1.11 for maize silage diet	1.39 for grass silage diet
Broderick (2003)	Low-protein (151 g kg/DM) v. high-protein (184 g kg/DM) diet	UN : MUN	1.46 for low-protein diet	1.65 for high-protein diet
Broderick (2003)	Low-protein (151 g kg/DM) v. high-protein (184 g kg/DM) diet	UUN : MUN	0.82 for low-protein diet	1.33 for high-protein diet
Borucki Castro et al. (2008)	Low-protein (162 g kg/DM) v. high-protein (201 g kg/DM) diet	UN : MUN	1.52 for low-protein diet	1.48 for high-protein diet
Borucki Castro et al. (2008)	Low-protein (162 g kg/DM) v. high-protein (201 g kg/DM) diet	UUN : MUN	1.37 for low-protein diet	1.54 for high-protein diet
Haig et al. (2002)	Low NPN concentration of dietary CP (33 g CP/kg DM) v. high NPN concentration of dietary CP (117 g CP/kg DM). NPN increase from urea	UN : MUN	1.02 for low-protein diet	1.35 for high-protein diet
Haig et al. (2002)	Low NPN concentration of dietary CP (33 g CP/kg DM) v. high NPN concentration of dietary CP (117 g CP/kg DM). NPN increase from urea	UUN : MUN	1.45 for low-NPN concentration	1.83 for high-NPN concentration
Broderick & Reynal (2009)	High proportion of RDP* originating from urea (0.35) v. low percentage of RDP originating from urea (0.00)	UN : MUN	1.09 for low-NPN concentration	1.41 for high-NPN concentration
Broderick & Reynal (2009)	High proportion of RDP* originating from urea (0.35) v. low percentage of RDP originating from urea (0.00)	UUN : MUN	2.23 for high proportion of RDP originating from urea	2.82 for low proportion of RDP originating from urea
Utley et al. (1970) [†]	0.6 × <i>ad libitum</i> water intake v. 1.0 × <i>ad libitum</i> water intake	UN : PUN [§]	1.65 for high percentage of RDP originating from urea	2.01 for low percentage of RDP originating from urea
Utley et al. (1970) [†]	0.6 × <i>ad libitum</i> water intake v. 1.0 × <i>ad libitum</i> water intake	UUN : PUN [§]	0.31 for 0.6 × <i>ad libitum</i> water intake	0.44 for 1.0 × <i>ad libitum</i> water intake
Weeth & Lesperance (1965) [‡]	1.5 × <i>ad libitum</i> water intake v. 1.0 × <i>ad libitum</i> water intake	UUN : PUN [§]	0.19 for 0.6 × <i>ad libitum</i> water intake	0.23 for 1.0 × <i>ad libitum</i> water intake
Weeth & Lesperance (1965) [‡]	1.5 × <i>ad libitum</i> water intake v. 1.0 × <i>ad libitum</i> water intake	UUN : PUN [§]	0.34 for 1.0 × <i>ad libitum</i> water intake	0.38 for 1.5 × <i>ad libitum</i> water intake

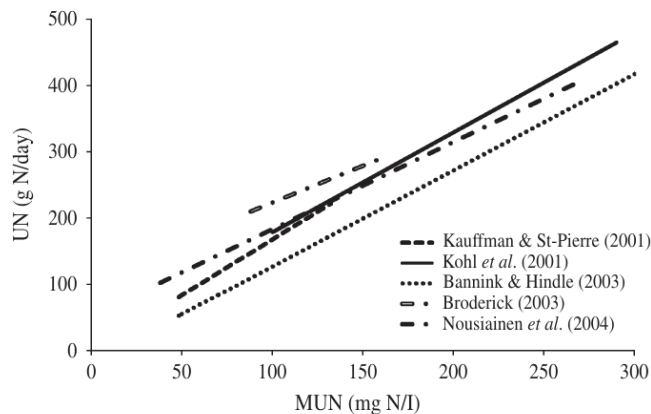
* Rumen degradable protein.

† Experiment was carried out with Aberdeen Angus steers (c. 250 kg live weight).

‡ Experiment was carried out with yearling Hereford heifers (live weight unknown).

§ Owing to the close relationship between PUN and MUN, observed differences in UN : PUN and UUN : PUN ratios are expected to yield similar differences in UN : MUN and UUN : MUN ratios as well.

In hetzelfde onderzoek van Spek et al. (2012) wordt geconcludeerd dat rekening houdend met dier en omgevingsfactoren een goede voorspelling tussen MUN en UN te maken is. Een grafiek getoond in het onderzoek laat het verband zien tussen een hoger melkureum en een hogere ureum excretie met de urine (in grammen stikstof per dag) op basis van verschillende vergelijkbare (internationale) onderzoeken die gedaan zijn om de relatie tussen MUN en UN te onderzoeken.



Dat melkureum een sterke relatie heeft met bloed en urine ureum is ook onderzocht door Meijer et al. (1996). Zij beschreven de relatie tussen ureum, bloed, plasma en urine als volgt:

“Onderling waren de ureumgehalten in de verschillende lichaamsvloeistoffen zoals verwacht zeer sterk gecorreleerd. De correlatie tussen ureumgehalte in melk en in bloed was 0,96; tussen ureumgehalte in bloed en in urine (gecorrigeerd voor verschillen in urineproductie) 0,88 en tussen ureumgehalte in melk en in urine (gecorrigeerd voor verschillen in urineproductie) 0,77. Ook tussen de OEB en het ureumgehalte in de verschillende lichaamsvloeistoffen waren sterke correlaties aanwezig. De correlatie tussen OEB en ureumgehalte in bloed en ureumgehalte in de melk waren beide 0,86. De correlatie tussen OEB en de verhouding ureum/creatinine in de urine was 0,83. Gezien deze hoge correlaties geeft het ureumgehalte dus een goede afspiegeling van de OEB in het rantsoen.”

Uit onderzoek van Burgos et al. (2010) werd een sterk verband gevonden tussen urine ureum, stikstof per koe per dag en de ammoniakemissie in grammen stikstof per koe per dag.

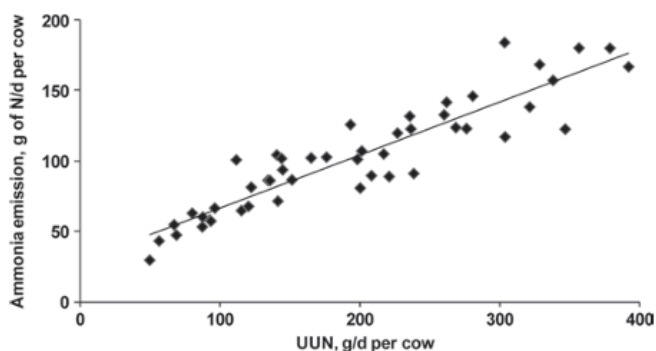


Figure 3. Ammonia emission (g of N/d per cow) versus urinary urea N (UUN) excretion (g/d per cow). The P -values of all predicted estimates are <0.0005 and the standard errors are in parentheses. The solid line represents the regression equation [ammonia emission = $28.8 (\pm 5.20) + 0.377 (\pm 0.024) \times UUN$; $R^2 = 0.88$].

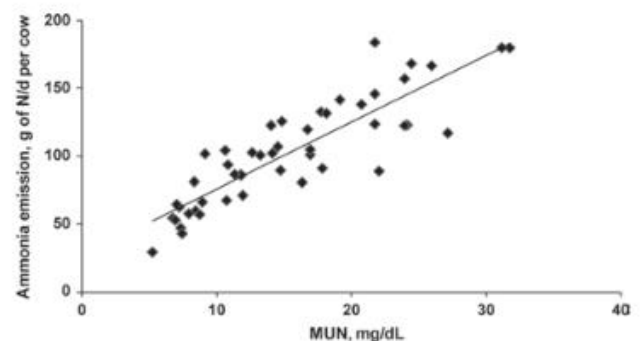


Figure 4. Ammonia emission (g of N/d per cow) versus MUN (mg/dL). The P -values of all predicted estimates are <0.0005 and the standard errors are in parentheses. The solid line represents the regression equation [ammonia emission = $25.0 (\pm 6.72) + 5.034 (\pm 0.3729) \times MUN$; $R^2 = 0.85$].

Ook onderzoek van Kauffman & ST-Pierre uit 2001 geeft aan dat er een sterk verband is tussen MUN en UN per koe per dag of per kg gewicht per dag van het dier.

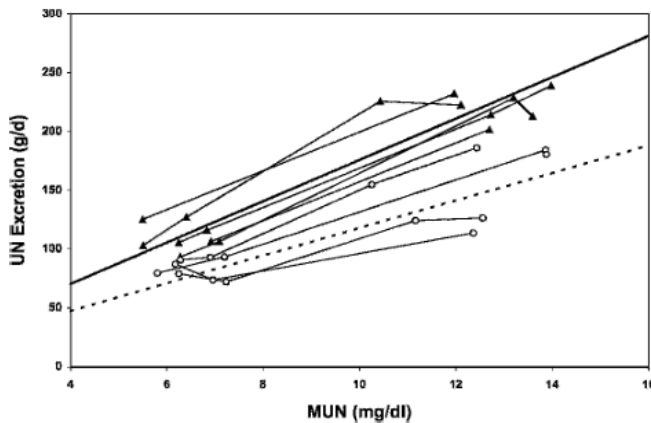


Figure 4. Relationship of urinary N excretion (UN) to milk urea N (MUN) concentration for Holstein (\blacktriangle) and Jersey (\circ) cows. The solid line represents the regression equation for Holstein cows ($UN = 17.6 (\pm 0.56) MUN$); the dashed line represents the regression equation for Jersey cows ($UN = 11.8 (\pm 0.62) MUN$). Each solid, thin line connects observations common to a cow.

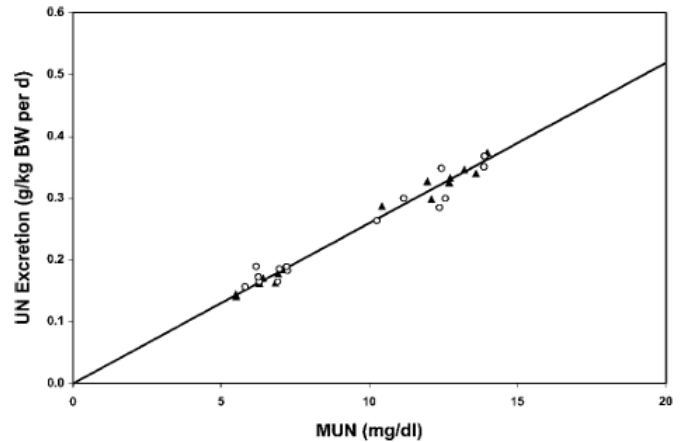


Figure 5. Urinary N (UN) excretion per unit of BW as a function of milk urea N (MUN) for Holstein (\blacktriangle) and Jersey (\circ) cows. The solid line represents the regression equation $UN/BW = 0.0259 (\pm 0.0006) MUN$.

Om te sturen op vakmanschap is ureum, gemeten in milligrammen in de melk een voor boeren algemeen bekende maatregel. De maatregel is in de sector algemeen geaccepteerd. Ook via nog lopende regelingen zoals de Extensiveringsregeling en de subsidie Managementmaatregelen van de provincie Gelderland wordt het ureumgehalte gebruikt (naast het aantal dieren en de productie per koe).

Van der Ham (2010) beschrijft het belang van het ureumgehalte als volgt: "Om de vinger aan de pols te kunnen houden, zijn snel, goedkoop te meten en vaak beschikbaar komende signaleringsinstrumenten nodig. Het melkureumgehalte kan die rol voor stikstof vervullen".

In een recent rapport van Bruinenberg et al. (2025) wordt eenzelfde aanbeveling gegeven: *"Uit de analyses in dit rapport bleek het melkureumgehalte één van de meest significante dier- en voedingsparameters te zijn om de ammoniakemissie. Het melkureumgehalte is een uiting van de ureum bloedspiegel in het dier en is als dusdanig een indicator van het eiwitniveau van het rantsoen en geen maatregel. Echter, omdat het elke drie dagen gemeten wordt bij het ophalen van de melk, kan het wel degelijk gebruikt worden om het eiwitniveau van het rantsoen te sturen, bijvoorbeeld door sojaschroot uit het rantsoen te vervangen door energierijke en eiwitarme voedermiddelen zoals granen of hullen. Ureum zou dan ook gebruikt moeten worden als indicator om rantsoenmaatregelen te nemen/ RE te corrigeren".*

Het meten van het ureum wordt geborgd via het 3x in de week ophalen en bemonsteren van de melk door de zuivelfabriek. Via Zuivel NL is afgelopen jaar al ingestoken op een regionaal ureumdashboard, zodat bedrijven hun eigen cijfers kunnen vergelijken met andere bedrijven.

Via ureumverlaging kan goed gestuurd worden op emissieverlaging zonder hoge kosten voor boer en maatschappij. Via vakmanschap kan de boer zelf aan de slag en hoeft er ook niet geïnvesteerd te worden in technieken die het probleem verleggen naar de bodem en het dier. Denk hierbij bijvoorbeeld aan de kaliumovermaat bij bedrijven die ammoniakemissie reduceren met een stikstofstripper en zo een stikstof en kaliumrijk eindproduct "Renure" overhouden. Hetzelfde geldt voor bedrijven met extreme zwavelovermaat in het systeem door het gebruik van zwavelzuur in stikstofstrippers om ammoniak te laten neerslaan tot ammoniumsulfaat. Werkelijke reductie van emissies zonder het probleem te verleggen, kan alleen als minder eiwit

(of stikstof in de vorm van kunstmest) aankopen en voeren als draaiknop wordt gebruikt. Wat er niet in komt, gaat er ook niet uit. Verlaging van emissies via het tankmelkureum betekent ook een verlaging van de landelijke importstromen van voer en kunstmest stikstof.

Zout als beïnvloeding van het ureumgehalte in de melk.

De mate van urineproductie wordt bepaald door verschillende factoren. Een ervan is de hoeveelheid zout die gevoerd wordt aan de melkkoeien. Verhoogde inname van zout leidt tot meer drinken en meer urinelozingen door koeien. Dit wordt dan ook vaak aangedragen als van invloed zijnde op het verband tussen het melkureumgehalte (in onderzoek MUN genoemd) en het geloosde urine ureum (In onderzoek UUN genoemd).

Echter uit onderzoek van Spek et al. (2013) leidde een verhoging van de hoeveelheid NaCl van 3,1 gram per kg ds naar 13,5 gram per kg ds tot een daling van het melkureumgehalte van 1,74 punt. Het CVB (2005) geeft voor een koe van 20 liter een advies van 20 gram natrium bij oplopend tot 33 gram natrium per koe per dag bij 40 kg melk per koe per dag. Als dieren uit het onderzoek van Spek et al. (2013), 3,1 gram natrium per kg ds gevoerd kregen en 22 kg ds opnamen dan betekent dat bijna 68 gram aangeboden natrium per koe per dag. Bij de 13,5 gram zout krijgen de koeien 297 gram zout aangeboden per dag. Bij 20 kg melk betekent dat factor 20x overschrijding van de behoefte. Bij 40 kg melk betekent dat factor 7x overschrijding van de behoefte.

Overmatig zout voeren aan koeien om het ureum te laten dalen is daarnaast een irreële maatregel, omdat dit leidt tot een drukkend effect op productie en opname van voer door melkkoeien. Daarnaast wordt overmatig zout voeren in de literatuur onder andere door Hungate, (1966) beschreven als remmend op de microbiële samenstelling in het dier met alle gevolgen van dien voor de omzetting van het voer.

In een ander onderzoek van Dijkstra et al. (2013), leidde het voeren van 1000 gram extra zout per koe per dag boven de zoutvoeding aan de controlegroep tot een daling van het melkureum van 2,6 punt. 1000 gram extra is factor 50x meer dan de behoefte van het dier en zal niet toegepast worden door de boer.

Bij een relatief lagere zoutinname van 350 gram boven de zoutinname van de controlegroep was het verschil 1,3 punt ureum. 350 gram is 15x a 16x meer dan de behoefte van de dieren. 1,3 punt is net iets meer dan de staffel van 1 punt waar de geborgde tabel 6a en 6b in het stelsel van gebruiksnormen mee rekent.

Zout voeren als beïnvloeding van het melkureumgehalte speelt dus geen rol van betekenis in de melkveehouderij.

Table 2 Effect of NaCl intake on N intake and excretion of N in milk (dairy cattle only) and urine, and on urine volume, urine N concentration and MUN (dairy cattle) or PUN (heifers)

	Weeth and Lesperance (1965)		Van Vuuren and Smits (1997)				Spek et al. (2012)			
			Low RPS		High RPS					
NaCl level above control (kg/day)	0	0.27	0	0.38	0	0.38	0	0.35	0.68	1.01
N flows (g/day)										
Intake	nd	nd	553	549	742	719	526	532	518	526
Milk	na	na	156	157	161	153	148	144	141	143
Urine	57	71	169	168	308	320	189	185	203	205
Urine volume (kg/day)	8	14	23	42	40	60	18	31	47	68
Urine N concentration (g/kg)	6.8	5.1	7.4	3.9	7.6	5.2	10.4	6.1	4.4	3.0
MUN or PUN (mg/dl)	12.4	11.8	nd	nd	nd	nd	12.5	11.2	10.8	9.9

NaCl = salt; N = nitrogen; MUN = milk urea N; PUN = plasma urea N; RPS = rumen protein surplus (low, 0.1 kg RPS/day; high, 1.0 kg RPS/day); nd = not determined; na = not applicable.

Heifers: Weeth and Lesperance (1965); lactating dairy cattle: Van Vuuren and Smits (1997) and Spek et al. (2012).

Beschrijving en analyse van de KringloopWijzer

Van 25 bedrijven in Midden Nederland, voornamelijk deelnemend aan de UMDL is vrijwillig de KringloopWijzer geanalyseerd om verband tussen ureum en berekende ammoniakemissie te analyseren.

Van 25 bedrijven zijn de bedrijfsgegevens over het jaar 2024 ontvangen. Deze inputfiles zijn door de standaloneversie van 2024 gehaald om stalvloertype en methode van uitrijden gelijk te zetten. De stalvloeren zijn op openroostervloer (HA1.100) gezet en de uitrijmethode op 100% zode bemesten.

Deze standaardisatie is toegepast omdat de emissiefactoren op basis van de stalvloer en de uitrijmethode een vaste waarde hebben ongeacht voerregime/diersoort/wateropname/zouten voeren etc. Daarnaast zijn de stalvloeren in rechterlijke uitspraken bij nieuwe aanvragen meerdere malen niet functioneel bevonden voor reductie van de ammoniakemissie.

De Wageningen Universiteit rekent zelf ook niet meer met de stalvloeren in NEMA. Daarbij heeft ze alle vloersystemen op de HA1.100 vloer doorgerekend (uitgezonderd de grupstal). Standaardisatie van de vloer en uitrijmethode maakt het mogelijk de gevolgen en verbanden tussen rantsoen, ureum en ammoniakemissie in kaart te brengen.

Het melkureum wordt in de KringloopWijzer alleen gebruikt om het verschil tussen de forfaitaire excretie en de bedrijfsspecifieke excretie te berekenen. Het melkureum is daarbij meer een gegeven. De ammoniakemissie in de KringloopWijzer wordt niet berekend vanuit het gemiddelde melkureum, maar wordt doorgerekend op basis gestandaardiseerde formules met betrekking tot emissies die ontstaan over een bepaalde hoeveelheid TAN afkomstig uit stal, uitrijden van mest, weiden en gebruik van meststoffen.

Door standaardisatie van de stalvloer en uitrijmethode blijven alleen de managementfactoren over die een mogelijk verband tussen melkureum en ammoniakemissie kunnen weergeven.

Draaiknoppen vanuit de KringloopWijzer/boerenpraktijk	Effect van factor op TAN/ NH3 emissie in de KringloopWijzer.	Effect op melkureum in de boerenpraktijk
RE-gehalte van het rantsoen. RE/KVEM van het rantsoen.	Lineaire lijn in formule TAN. Hoger RE bij vaststaande VCRE betekent meer TAN = Meer Urine N (UN) = meer berekende NH3 emissie.	RE gehalte belangrijk, maar OEB/DVE verhouding leidend naast gevoerde energie op pensniveau. Hogere OEB betekent een hogere NH3 emissie.
Melkproductie	Hoe hoger de productie, hoe hoger de voeropname en daardoor de kilogrammen geproduceerde TAN. Het percentage TAN kan gelijk blijven. Meer kilogrammen TAN x vergelijkbaar percentage TAN betekent een hoger totale kilogrammen TAN per koe per dag.	Hogere productie betekent een verandering van metabolisme. Daarbij vaak een iets lager melkureumgehalte per 100 gram melk. Door de hogere productie vooral een hogere totale ureumproductie, een hogere totale excretie en daardoor een hogere potentiële ammoniakemissie per koe.

<p>Uren weidegang van alle diergroepen (uitgezonderd droogstaande koeien).</p>	<p>Elk uur weidegang betekent minder ammoniakemissie uit de mest in de weide, maar een toename van emissie uit de stal. (Achterblijvende mest). Netto effect betekent een reductie van ammoniakemissie bij meer uren en dagen weidegang. In de KLV betekent elk uur weiden een verlaging van 2,61% van de emissie uit de stal (14,3% NH3 van de TAN). Naar Ogink et al. (2014).</p> <p>RE/KVEM in het rantsoen kan door veel beweiding hoger uitvallen met een hogere berekende ammoniakemissie tot gevolg als de aangelegde kuilen een hoog RE gehalte hebben en/of een lage VEM waarde. Op extensieve bedrijven kans op extreme overschatting van ruw eiwit in de weideperiode met hoge berekende ammoniakemissie die er in werkelijkheid niet is. (Zie voorbeeld casus).</p>	<p>Meer uren weidegang betekent minder emissie door scheiding urine en feces, maar minder sturing in graseiwit aanbod en kwaliteit. Via bemesting te sturen op laag ureum in de weideperiode.</p>
<p>Jongvee per 10 melkkoeien</p>	<p>Hoe hoger hoe meer excretie, hoe meer ammoniakemissie. Dit kan leiden tot een lager verband tussen ureum en ammoniakemissie per GVE, omdat melkkoeien wel scherp gevoerd worden en het ureum daardoor laag is, maar toch veel emissie ontstaat vanuit overige diergroepen.</p>	<p>Ureumgehalte in de melk alleen sturing voor melkkoeien. Voor jongvee vaste forfaitaire waarden. Combinatie van ureum en BEX-voordeel kan inzicht geven in totale excretie koppel en doelstelling tot reductie.</p>
<p>Hectares</p>	<p>Bij berekening ammoniakemissie per hectare verdunnen de totale hectares de emissie van de stal, de veldemissies schommelen minder tenzij bemesting onder de maximale norm van 170 kg N blijft. %TAN en uitrijmethode, beweiding en kunstmestgebruik spelen dan nog een rol in de verschillen bij de veldemissie. Ammoniak per hectare zegt relatief het minst over werkelijke emissies omdat de hectares de effecten van vakmanschap, m.b.t. voeren en beweiden sterk beïnvloeden .</p>	<p>170 kg stikstof per hectare is leidend. Melkproductie per koe x het melkureumgehalte in mg per 100 gram melk bepalen de excretie, naast de overige excretie van het jongvee. Minder excretie is meer ruimte om vee te houden zonder de 170 kg stikstof te overschrijden (of 150/100 kg N per ha binnen de extensiveringsregeling).</p>

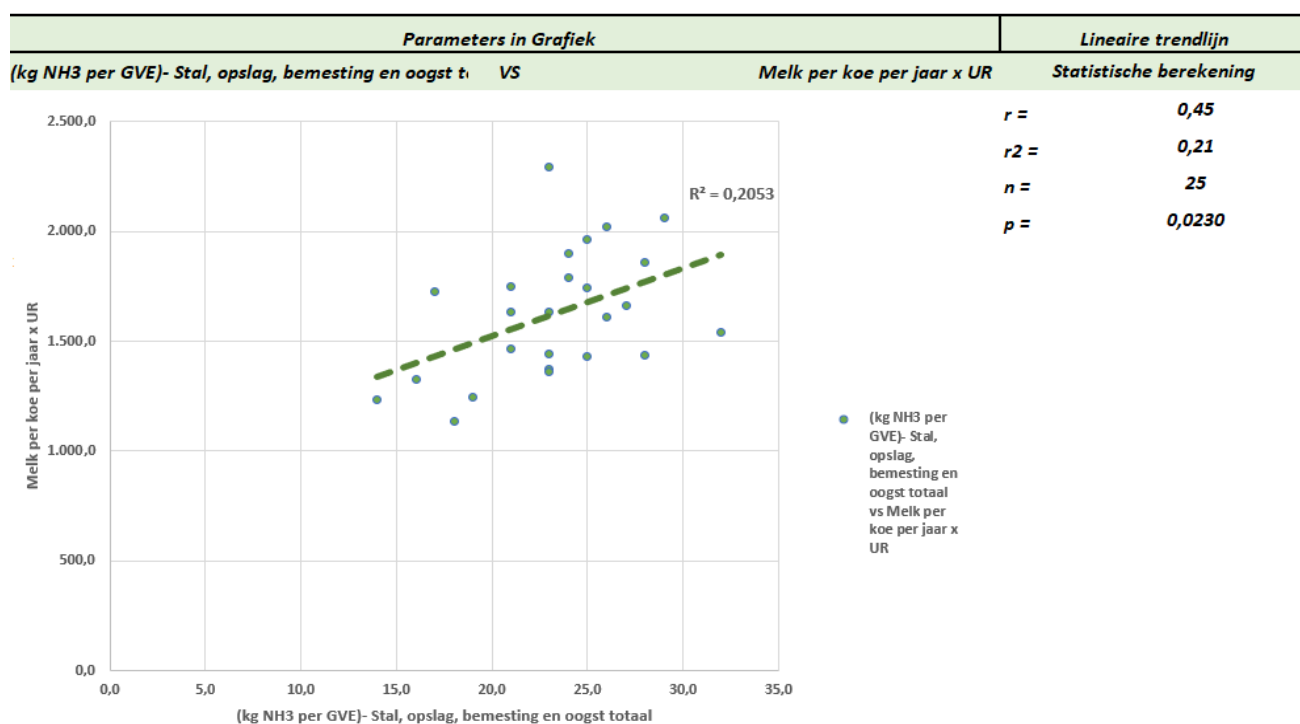
Analyse:

De onderstaande analyse laat per grafiek zien of er een verband is tussen ureum per koe per dag (KG melk x UR) en ammoniak emissie (Kg NH₃). Daarnaast is gezocht naar andere verbanden zoals ureum in milligrammen per 100 gram melk, uren weidegang, RE per kg ds en RE/KVEM per kg ds op rantsoenniveau in de KringloopWijzer.

Onder elke grafiek wordt een korte toelichting gegeven.

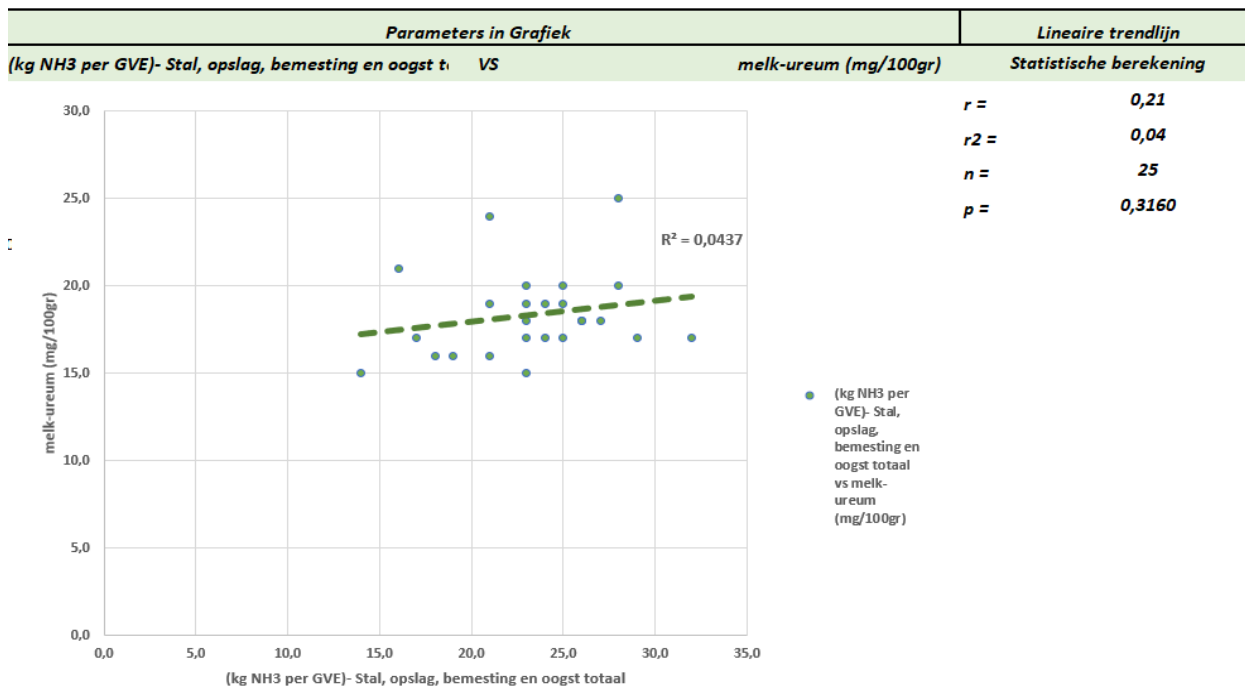
De set bestaat uit 25 bedrijven. Dit zijn bedrijven uit alle intensiteitsklassen en van alle grondsoorten in midden Nederland. Er is niet gekeken naar diversiteit in bedrijven. Dit kan van invloed zijn op de uitkomst van de beschreven verbanden.

Figuur 3



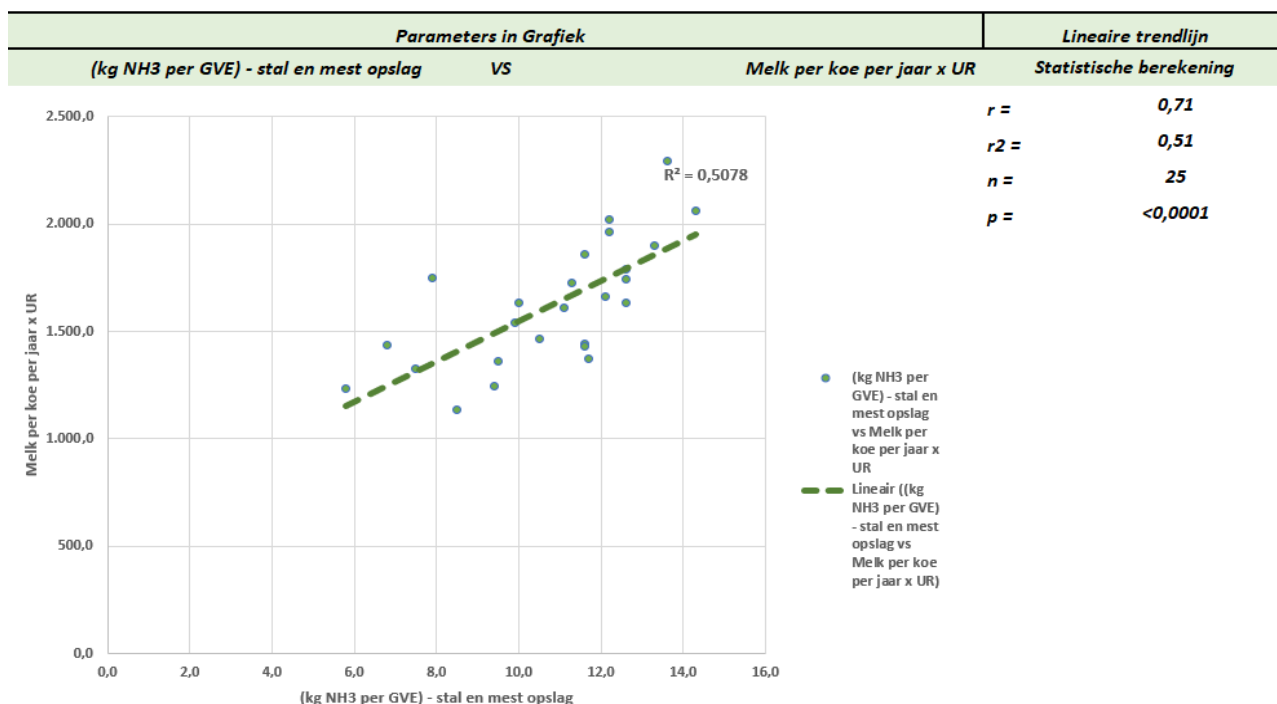
Zwak/matig verband. Meer kg melk geeft: een hogere voeropname, een hogere excretie, een hogere TAN productie, een hogere excretie ten opzichte van het jongvee (lager effect jv/10 mk) en uiteindelijk een hogere berekende ammoniakemissie per GVE op het bedrijf. Totaal effect op basis van HA1.100 stalvloer (13 kg NH₃ per melkkoe) daardoor voor ieder bedrijf al een gestandaardiseerde uitstoot opgeplust met effect van weiden, voeren, melken en mest uitrijden.

Figuur 4



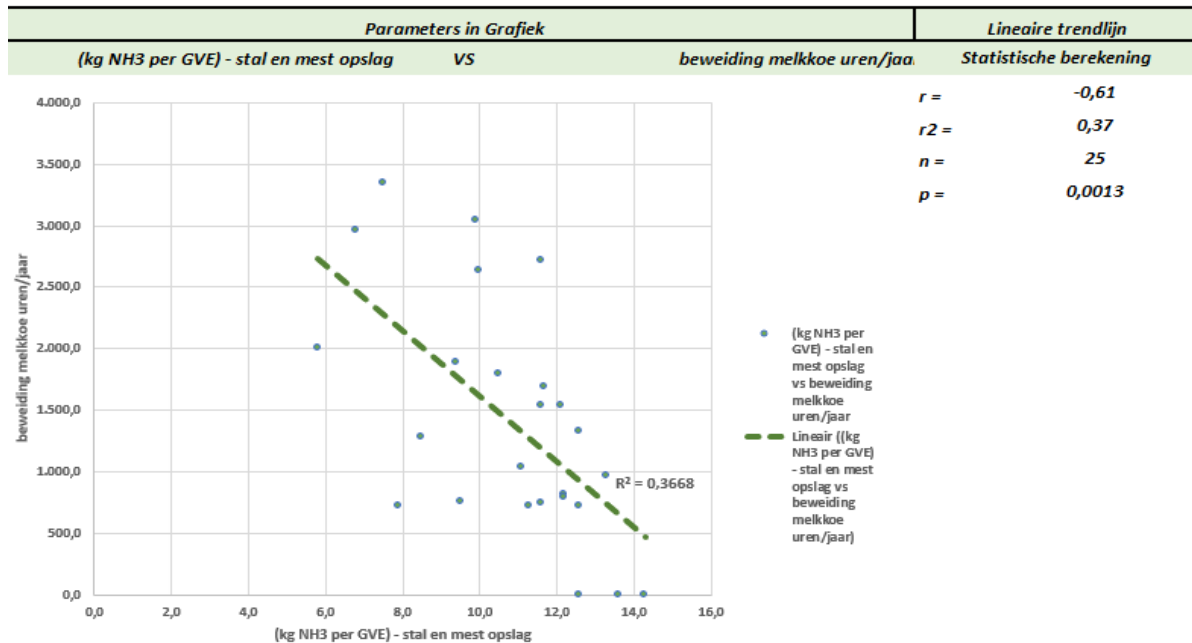
Geen verband tussen ureum in milligrammen per 100 gram melk en de kg ammoniak per GVE totaal. De min en max zijn 15 en 25 ureum. De berekende ammoniakemissie min en max zijn 14 en 32. De effecten van veel weidegang met berekende emissie op basis van stal en weide en de verhoging van het RE gehalte in het rantsoen leiden tot vertroebeling van het effect.

Figuur 5



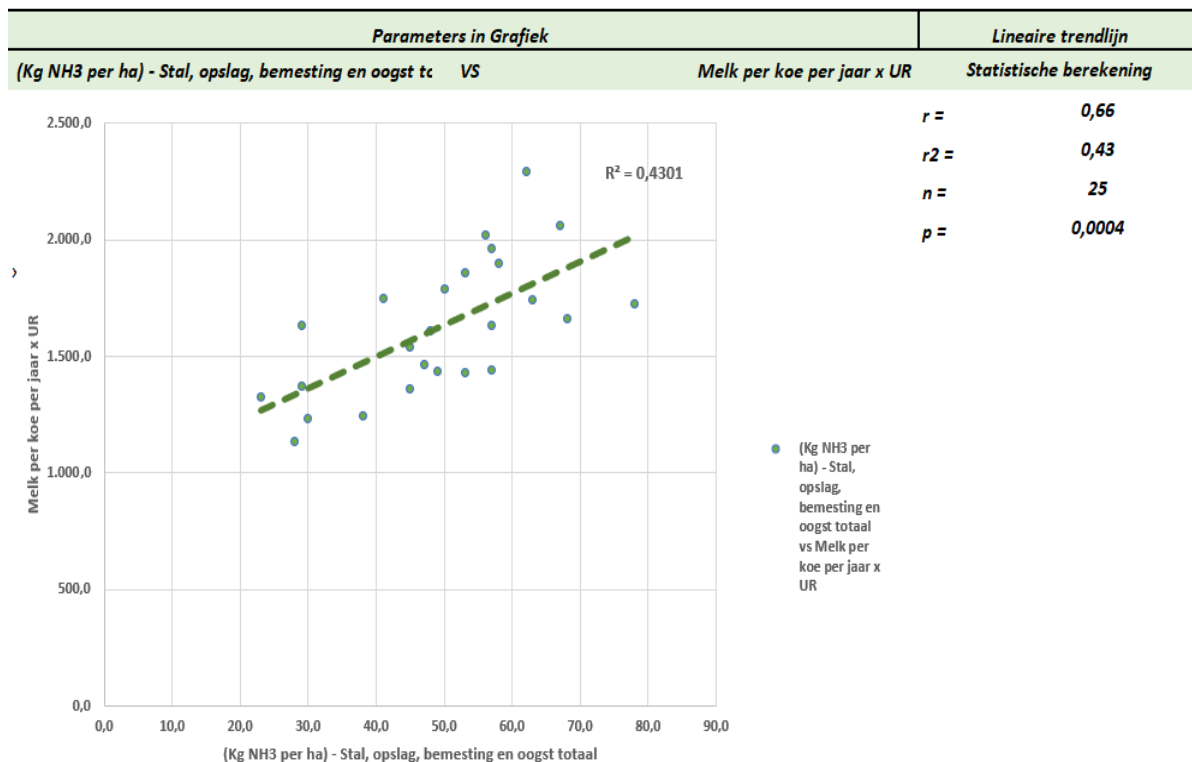
Directe relatie met % Tan en totale Tan productie. Hoge productie met bepaald ureum betekent een hoger TAN% en meer kg TAN totaal. Geen relatie met ureum per 100 gram melk zonder rekening te houden met melkproductie

Figuur 6



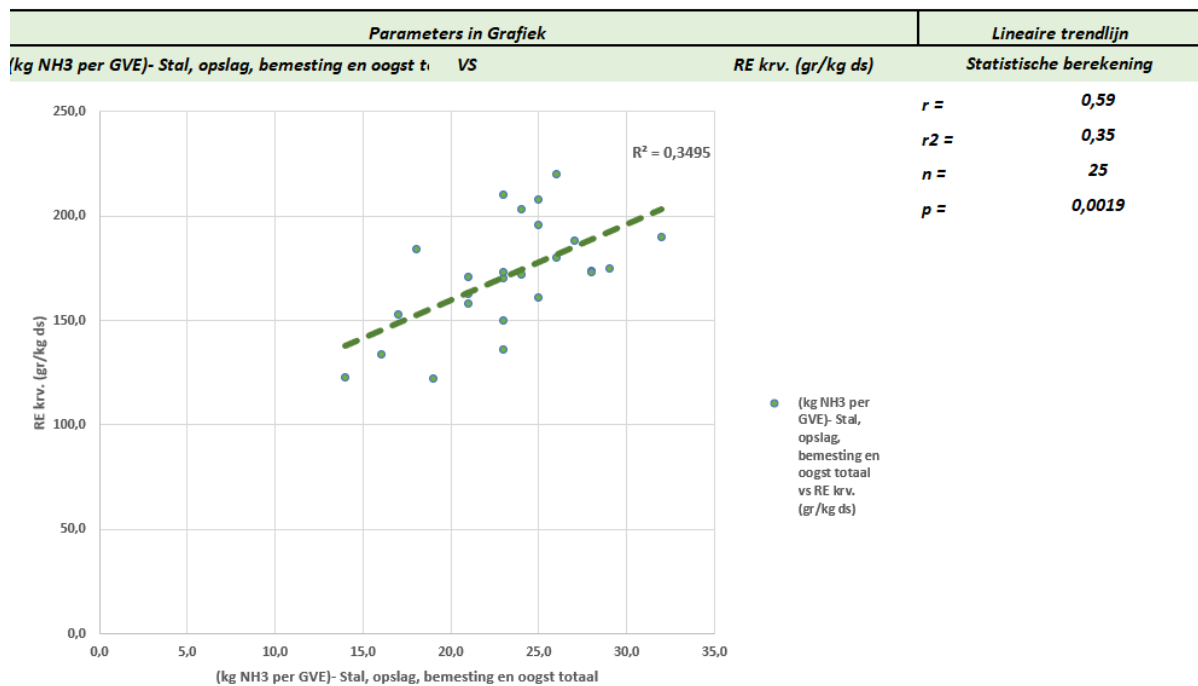
Directe relatie door afname stalemissie bij meer weiden volgens formule van Ogink et al. (2014), die ook gebruikt wordt in de KringloopWijzer. Geen verband met Nh3 per GVE totaal. Het is dus meer een verschuiving van emissie van stal naar weide.

Figuur 7



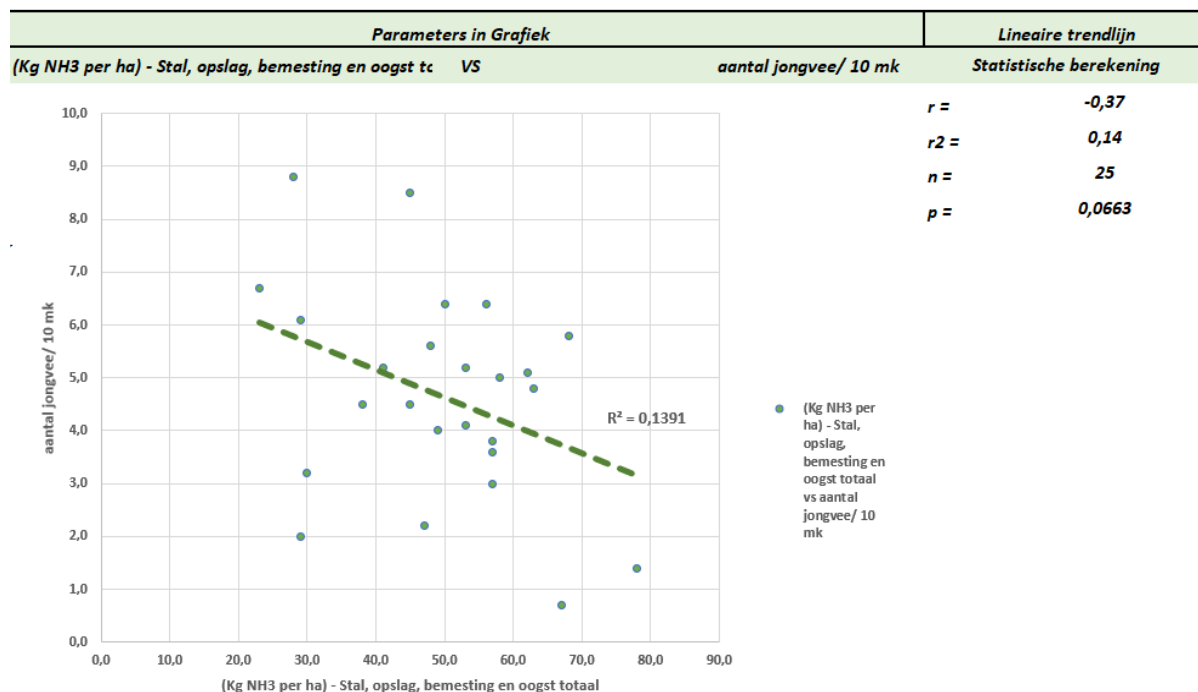
Effect van intensiteit in kg melk per hectare. Stalemissies hoger door meer koeien in stal, verdeeld over minder eigen hectares. Bij uitrijden geen effect tenzij bedrijven onder de 170 kg N norm bemesten (dat speelt bij extensief nog wel eens). Daarbij gaat deze analyse over de KringloopWijzers uit 2024 en moet het effect van de derogatie afloop in 2026 nog verrekend worden met de werkelijke afname van de ammoniakemissie in het veld.

Figuur 8



Bedrijven die hoog uitkomen met RE/KVEM in het rantsoen hebben vaak als oorzaak een hoog RE in weidegras en/of graskuil, maar vaak ook een te hoog RE in de aankoop van krachtvoer. Dat blijkt ook uit de achterliggende data.

Figuur 9



Matig verband tussen jongvee per 10 mk en kg Nh3 per hectare. Per GVE geen verband. Verband per hectare zit in stalemmissies en grootte van bedrijf ten opzichte van hectares.

Gebruik van de KringloopWijzer en / of de TAN als sturing op ammoniakemissie.

Uit de literatuur blijkt een direct verband met ureumexcretie via de urine en de potentiële ammoniakemissie die hierbij ontstaat. Wanneer de KringloopWijzer rekenformules naast het ureumgehalte in milligrammen per 100 gram melk worden gelegd blijkt er geen verband te bestaan. De oorzaak hiervan ligt grotendeels in het feit dat de KringloopWijzer rekent met een gemiddeld rantsoen, de voederwaarde van vers gras vaak onjuist wordt berekend en in het model geen relatie wordt gelegd met de eiwitkwaliteit en plaats van vertering van het eiwit in de koe. Daarnaast corrigeert de KringloopWijzer de verhouding vers gras, graskuil en snijmais in gelijke mate om het VEM gat uit te rekenen. Hierdoor ontstaan afwijkingen ten opzichte van de werkelijk opgenomen verhoudingen van vers gras, graskuil en snijmais. Als laatste werkt de KringloopWijzer met standaard emissiefactoren op basis van stalvloeren of uitrijmethodiek van de mest. Er wordt hierbij wel rekening gehouden met de TAN, maar de emissiefactor als percentage blijft altijd gelijk, hoe hoog of laag de TAN ook wordt. In de praktijk is de emissiefactor nooit gelijk bij veranderende TAN.

Wel wordt er regelmatig een zwak tot matig verband gevonden tussen de KringloopWijzer rekenformules en de totale ureumproductie in grammen ureum per koe per jaar. De correlatie is niet sterk door afwijkende vers gras, ruw eiwit en VEM gehalten op basis van berekende waarden. Daarbij zijn de stalvloeren en toedieningsmethoden van de mest in deze analyse al vastgezet voor de bedrijven om echt te kijken naar vakmanschap via de KringloopWijzer als managementtool. Het verband zou dus nog zwakker zijn als eenzelfde analyse werd gedaan met de werkelijke stalvloeren en uitrijmethode.

Het ureumgehalte is daarentegen juist een gemeten getal voor de melkkoeien. Enige beperking daarvan is dat de uitstoot van de andere diergroepen op basis van sturing met ureum onbekend is. Een combinatie van ureum en BEX zoals de huidige mestwetgeving aanhoudt kan ook hier volstaan om de excretie van de overige diergroepen in te schatten ten opzichte van tabel 4 uit het Uitvoeringsbesluit Meststoffen.

De invloed van eiwitvoeding aan jongvee en droge koeien op het totale gevoerde eiwit is overigens beperkt. In een situatie met 5 stuks jongvee per 10 melkkoeien (25% vervanging) wordt 18% van het totale ruw eiwit op bedrijfsniveau aan het jongvee (12%) en de droge koeien (6%) gevoerd. De overige 82% van het gevoerde ruw eiwit op bedrijfsniveau gaat naar de melkkoeien waarbij het melkureum elke 3 dagen bepaald wordt.

Casus melkveehouder Utrecht

De hieronder beschreven casus laat zien dat de KringloopWijzer afwijkt in de berekening van de excretie van de koe volgens de forfaitaire normen.

Deze veehouder, ondernemer in de provincie Utrecht, streeft al jaren naar een laag ureum. Door veel weidegang met toch een laag jaarrond ureum heeft deze veehouder de laatste jaren bijgedragen aan de reductie van ammoniakuitstoot. Uit de KringloopWijzer blijkt echter een andere situatie.

De rantsoensituatie in 2025 op basis van de KringloopWijzer:

8527 kg melk met een ureum van 15,5 jaarrond. Door een gemiddelde aanleg in de kuilen van 163 RE per 905 VEM (min aangelegd hooi en aanvoer gras) x vaste factor 1,12 betekent dit een RE/KVEM van 200 in het verse gras. Dat komt enerzijds door lagere VEM van voorgeweid grasland en anderzijds relatief hoog aandeel najaarsgras in aangelegd kuilvoer door veel weide uren in het voorjaar en een lage hoeveelheid kuil in de zomer vanwege de droogte.

De behaalde BEX winst t.o.v. de tabel 6 excretie van 8527 kg melk en een ureum van 15,5 is (min)-2%. Een jaarrond ureum van 15,5 komt niet overeen met een berekend RE/KVEM van 200 in het verse gras. Door het RE/KVEM van 200 wordt er niet scherper gevoerd dan op basis van tabel 6 aangehouden dient te worden en valt het BEX voordeel volledig weg (BEX voordeel dat er wel geweest zou zijn bij accuraat bepaalde RE gehalten in het verse gras). Het bedrijf krijgt een hogere TAN toegerekend en daardoor een hogere ammoniakemissie.

In 2024 werd er gemolken met ongeveer eenzelfde productie en een ureum van 17. Het gevoerde rantsoen was ongeveer gelijk, maar de kuilaanleg ruw eiwit was lager waardoor het verse gras flink lager ingeschat werd met 10% BEX voordeel als gevolg. Dat is een veel lagere excretie dan -2% BEX voordeel met een ureum van 15,5 in 2025.

Hieronder afbeeldingen van de aangelegde kuilen, het rantsoen en het werkelijke ureumverloop van de geleverde melk over 2025.

De aangelegde kuilen:

Voersoort	Natuur (%)	Aanleg (kg ds)	Afvoer (kg ds)	DS (g/kg)	VEM (/kg ds)	RE (g/kg ds)	N (g/kg ds)	P (g/kg ds)	RAS (g/kg ds)	NDF (g/kg ds)
Graskuil	0	11948	0	189	939	191	30,56	4	105	419
Graskuil	0	61143	0	382	920	178	28,48	4,4	110	484
Graskuil	0	22100	0	523	971	153	24,48	4,4	89	455
Aanleg totaal		492291		423	905	163	26,00	3,98		

Het rantsoen:

Voeding melkvee (incl. jongvee)	Opname (kg ds)	Aandeel (%)	DS (g/kg)	VEM (/kg ds)	RE (g/kg ds)	P (g/kg ds)	RE/kVEM (g/kvem)	P/kVEM (g/kvem)	CH4 (g/kg ds)
Vers gras	103584	14,0	160	960	192	4,05	200	4,2	17,70
Grasland oogstproducten	394903	53,2	464	898	153	3,98	171	4,4	20,06
Snijmais oogstproducten	0	0,0	365	0	0	0,00	0	0,0	0,00
Overig ruwvoer	0	0,0	1000	0	0	0,00	0	0,0	0,00
Vochtrijke bijproducten	38747	5,2	274	1081	86	0,90	80	0,8	24,62
Droge krachtvoerders en mineralen	203462	27,4	886	1077	160	3,88	149	3,6	20,62
Melkproducten	1408	0,2	256	1696	240	7,49	142	4,4	22,11
Rantsoen	742103	100,0	386	967	157	3,81	163	3,9	

De geleverde melk met ureumgehalte in milligrammen per 100 gram melk.

Leveranties 2025

Maand	Kg melk L	Ltr melk	Vet%	Eiwit%	Lactose%	Ureum
<u>12-2025</u>	69.219	67.074	4,90	3,81	4,54	14,7
<u>11-2025</u>	66.073	64.026	4,78	3,86	4,54	15,7
<u>10-2025</u>	66.054	64.008	4,55	3,82	4,54	17,1
<u>09-2025</u>	63.399	61.493	4,48	3,78	4,56	17,8
<u>08-2025</u>	64.359	62.364	4,25	3,64	4,57	13,7
<u>07-2025</u>	61.434	59.528	4,36	3,57	4,57	16,2
<u>06-2025</u>	54.582	52.943	4,42	3,67	4,52	18,6
<u>05-2025</u>	62.985	61.032	4,41	3,65	4,54	14,5
<u>04-2025</u>	58.348	56.537	4,60	3,58	4,52	14,5
<u>03-2025</u>	65.121	63.103	4,82	3,70	4,49	14,0
<u>02-2025</u>	56.556	54.800	4,86	3,71	4,50	14,1
<u>01-2025</u>	61.543	59.635	4,82	3,66	4,52	15,4
Totaal/gem	749.673	726.543	4,61	3,71	4,53	15,5

Vanuit het ureumgehalte in de melk is er een zeer lage emissie te verwachten. De KringloopWijzer echter rekent ondanks een ureum van 15,5 met een TAN percentage van 51% en een bruto TAN excretie van 67 kg TAN per GVE per jaar. De ammoniakemissie in de KringloopWijzer komt op 47,7 kg NH3 per hectare per jaar bij 15000 kg melk per hectare in 2025. Los van het scherp voeren, de berekende RE waarden en de vast gezette VEM waarden in het verse gras, spelen hier de vaste emissiefactoren (EF) voor het uitrijden van de mest en de emissie uit stal en mestopslag een rol. De boer moet met een vast forfait van 13 kg NH3 per dierplaats rekenen, waardoor de emissie bij scherp voeren veel hoger uitvalt dan een vergelijkbaar bedrijf met een emissiearme vloer, die mogelijk niet werkt en waarbij het bedrijf misschien veel minder scherp voert.

Hetzelfde geldt voor bovengronds drijfmest uitrijden en vaste mest uitrijden. Scherp voeren en bovengronds drijfmest uitrijden/ vaste mest uitrijden komt zeer nadelig uit vanwege de vaste 68% EF. Ondanks scherp voeren met een laag ureum kan het bedrijf door de wijze waarop de KringloopWijzer rekent op papier slecht uitkomen, terwijl in werkelijkheid de emissies door het lage ureum en veel weiden enorm laag kunnen zijn.

De onderstaande afbeelding toont de uitkomsten van de berekening van de ammoniakemissie op basis van het jaar 2025.

Mestbewerken	Organische mest	Kunstmest	Huisvesting & Energie	Bedrijfsporet	DZH melkvee	DZH bedrijf	Kengetallen	Excretie	Benuttingen	Ammoniak
Emissie ammoniak in kg NH3				Bedrijf	Hectare	Ton melk		GVE	Aandeel	
Emissie totaal, bedrijf				2465	47,7	3,17		22,9		
Emissie totaal, graasdieren				2465	47,7	3,17		22,9	100 %	
Emissie uit stal en mestopslag				1186	22,9	1,53		11,0	48,1 %	
Emissie uit bemesting				1248	24,1	1,60		11,6	50,6 %	
- emissie uit organische mest op grasland				980	19,0	1,26		7,2	39,7 %	
- emissie uit organische mest op bouwland				0	0,0	0,00		0,0	0,0 %	
- emissie uit kunstmest op grasland				224	4,3	0,29		2,1	9,1 %	
- emissie uit kunstmest op bouwland				0	0,0	0,00		0,0	0,0 %	
- emissie uit beweiding grasland				45	0,9	0,06		0,4	1,8 %	
Emissie uit bovengrondse gewasresten				31	0,6	0,04		0,3	1,2 %	
- emissie uit gewasresten en oogstverliezen				31	0,6	0,04		0,3	1,2 %	
- emissie uit gewasresten bij scheuren grasland				0	0,0	0,00		0,0	0,0 %	

De vaste emissiefactoren voor stalvloer en uitrijmethode overrulen de invloed van weiden en vakmanschap, o.a. een laag ureum in de melk, terwijl in de praktijk ook de uitstoot vanuit stallen en uitrijmethode heel variabel kan zijn.

Om het voorbeeld te verduidelijken hieronder twee voorbeelden:

Eerste voorbeeld: Stalvloer aangepast voor een HA1.14 vloer waarvan de werking voor het reduceren van emissies ter discussie staat, maar die in de KringloopWijzer toch tot reductie leidt.

Tweede voorbeeld: Huidige stalvloer met uitrijmethode aangepast naar bovengronds drijfmest uitrijden in plaats van de huidige methode zodebemesten.

Voorbeeld 1: Emissie per GVE daalt door aanvinken ander vloertype terwijl in de werkelijkheid deze stalvloer niet blijkt te werken en dezelfde ammoniakuitstoot of meer kan geven als de open roostervloer. Effect van de vloer is 6 kg (van 13 naar 7 kg per dierplaats). Effect van voermanagement en beweiding is 0,6 kg (van 7 naar 6,4). Totale verschil per GVE door ander vloertype is 4 kg NH₃ per GVE per jaar.

Mestbewerken	Organische mest	Kunstmest	Huisvesting & Energie	Bedrijfsportret	DZH melkvee	DZH bedrijf	Kengetallen	Excretie	Benuttingen	Ammoniak
Emissie ammoniak in kg NH₃				Bedrijf	Hectare	Ton melk		GVE	Aandeel	
Emissie totaal, bedrijf				2037	39,4	2,62		18,9		
Emissie totaal, graasdieren				2037	39,4	2,62		18,9	100 %	
Emissie uit stal en mestopslag				687	13,3	0,88		6,4	33,7 %	
Emissie uit bemesting				1319	25,5	1,70		12,2	64,8 %	
- emissie uit organische mest op grasland				1050	20,3	1,35		9,7	51,6 %	
- emissie uit organische mest op bouwland				0	0,0	0,00		0,0	0,0 %	
- emissie uit kunstmest op grasland				224	4,3	0,29		2,1	11,0 %	
- emissie uit kunstmest op bouwland				0	0,0	0,00		0,0	0,0 %	
- emissie uit beweiding grasland				45	0,9	0,06		0,4	2,2 %	
Emissie uit bovengrondse gewasresten				31	0,6	0,04		0,3	1,5 %	
- emissie uit gewasresten en oogstverliezen				31	0,6	0,04		0,3	1,5 %	
- emissie uit gewasresten bij scheuren grasland				0	0,0	0,00		0,0	0,0 %	

Voorbeeld 2: De ammoniakuitstoot schiet van 22,9 kg NH₃ per GVE naar 44,2 kg NH₃ per GVE. Dat is bijna een verdubbeling alleen door het deel bovengronds uitrijden. Of de emissie daadwerkelijk bij bovengronds uitrijden ontstaat hangt onder andere af van weersinvloeden, pH van de mest, Ec van de mest, temperatuur van de mest, ammoniakale stikstof in de mest, hoeveelheid bemesting per keer, bodem en grasmat en ureum in de tank tijdens de winterperiode (uit te rijden mest).

Mestbewerken	Organische mest	Kunstmest	Huisvesting & Energie	Bedrijfsportret	DZH melkvee	DZH bedrijf	Kengetallen	Excretie	Benuttingen	Ammoniak
Emissie ammoniak in kg NH₃				Bedrijf	Hectare	Ton melk		GVE	Aandeel	
Emissie totaal, bedrijf				4765	92,2	6,13		44,2		
Emissie totaal, graasdieren				4765	92,2	6,13		44,2	100 %	
Emissie uit stal en mestopslag				1186	22,9	1,53		11,0	24,9 %	
Emissie uit bemesting				3548	68,6	4,56		32,9	74,5 %	
- emissie uit organische mest op grasland				3280	63,4	4,22		30,4	68,8 %	
- emissie uit organische mest op bouwland				0	0,0	0,00		0,0	0,0 %	
- emissie uit kunstmest op grasland				224	4,3	0,29		2,1	4,7 %	
- emissie uit kunstmest op bouwland				0	0,0	0,00		0,0	0,0 %	
- emissie uit beweiding grasland				45	0,9	0,06		0,4	0,9 %	
Emissie uit bovengrondse gewasresten				31	0,6	0,04		0,3	0,6 %	
- emissie uit gewasresten en oogstverliezen				31	0,6	0,04		0,3	0,6 %	
- emissie uit gewasresten bij scheuren grasland				0	0,0	0,00		0,0	0,0 %	

De praktijk is niet leidend in deze rekensystematiek. De vaste emissiefactoren (EF) bepalen het overgrote deel van de berekende uitstoot. Invloed van vakmanschap in de berekening is beperkt. Hetzelfde gebeurt bij aanwending van vaste mest en de vaste emissiefactoren uit de potstal (inclusief opslag) en bij uitrijden.

Bronvermelding:

1. Bannink, A., (2012), Diet effects on urine composition of cattle and N₂O emissions, Animal.
2. Bruinenberg, M. Van Walvoort, R. Schep, C. Spek, W. Van Riel, J. (2024). Relatie tussen voerkenmerken en de emissie van ammoniak uit melkveestallen in het Netwerk Praktijkbedrijven. Tussenresultaten van praktijkmetingen op 15 onderzoeksbedrijven van 2021 tot 2024. Wageningen Livestock Research.
3. Burgos, S. A., Embertson, N. M., Zhao, Y., Mitloehner, F. M., Depeters, E. J. & Fadel, J. G. (2010). Prediction of ammonia Emission from dairy cattle manure based on milk urea nitrogen: relation of milk urea nitrogen to ammonia emissions, Journal of Dairy Science 93, 2377–2386.
4. CVB, (2005). *Handleiding mineralen rundvee, schapen en geiten*.
5. Dijkstra, J. Oenema, O. Van Groenigen, J.W. Spek, J.W. Van Vuuren, A.M. en
6. Hungate, R. (1966). *The rumen and its microbes*, Elsevier academic press.
7. Kauffman, A. J. & St-Pierre, N. R. (2001). *The relationship of milk urea nitrogen to urine nitrogen excretion in holstein and jersey cows*. Journal of Dairy Science 84, 2284–2294.
8. Meijer, R.G.M. Remmelink, G.J. Boxem, Tj. (1996). *OEB-niveau in melkveeantsoenen*. Praktijkonderzoek Rundvee, Schapen en Paarden (PR).
9. Ogink, N. W. M. Groenestein, C. M. Mosquera, J. (2014). *Actualisering ammoniakemissiefactoren rundvee: advies voor aanpassing in de Regeling ammoniak en veehouderij*. Wageningen Livestock Research.
10. Qlip. (2026). *Nederlands celgetal in 2025 ruim onder de 200.000 cellen per ml*. Geraadpleegd op 3 maart 2026, van: <https://www.qlip.com/nl/blog/2026/02/03/nederlands-celgetal-in-2025-ruim-onder-de-200-000-cellen-per-ml/>.
11. Spek, J. W., Bannink, A. Gort, G. Hendriks, W.H. Dijkstra J. (2013). *Interaction between dietary content of protein and sodium chloride on milk urea concentration, urinary urea excretion, renal recycling of urea, and urea transfer to the gastrointestinal tract in dairy cows*, American Dairy Science Association.
12. Spek, J. W., Dijkstra J. Van Duinkerken, G. en Bannink, A., (2012). *A review of factors influencing milk urea concentration and its relationship with urinary urea excretion in lactating dairy cattle*, Journal of Agricultural Science.
13. Van der Ham, A. (2010). *Individueel en gericht stimuleren zorgt voor lager melkureumgehalte*. LEI. Wageningen universiteit.
14. Van Duinkerken, G. André, G., Smits, M.C.J., Monteny, G.J. Blanken, K. Wagemans, M.J.M. Šebek, L.B.J. (2003), *Relatie tussen voeding en ammoniakemissie vanuit de melkveestal*. PraktijkRapport Rundvee 25.
15. Van Hoof, P., (2024). *Topmestdata met correlatie en verbanden van 197 melkveebedrijven in Nederland met gemeten ammoniakemissiewaarden*.