Innovatie in het voerspoor voor ammoniakreductie

Mestkwaliteit als spiegel van je bedrijf

Van: TOPMEST en ondergetekenden

Voor: Adviseurs, beleidsmakers, wetenschappers en andere professionals in de landbouw en veehouderij in Nederland en Vlaanderen

Datum: 21 oktober 2026

Inleiding: waarom mestkwaliteit het verschil maakt

Deze brochure is bedoeld voor adviseurs, beleidsmakers, wetenschappers en andere professionals in de landbouw en veehouderij. **Wat bepaalt mestkwaliteit, hoe meet je het, wat zegt de wetenschap, en welke knoppen heeft een veehouder in handen?**

De kernboodschap is eenvoudig. Drijfmest is niet op ieder bedrijf hetzelfde. Het ammoniak-emissiepotentieel (AEP) van rundveedrijfmest verschilt tussen bedrijven met een factor 3,5; met digestaat en bewerkte mest erbij loopt dat op tot een factor 6 of meer. Die verschillen zijn geen toeval: ze zijn de resultante van het rantsoen, de kuil, het strooisel, het water en de bodem van het voorafgaande seizoen, kortom het vakmanschap van de veehouder. Mest is in die zin een spiegel van de hele bedrijfskringloop – en dus ook een uitstekend instrument om een bedrijf te diagnosticeren en bij te sturen.

Voor adviseurs en beleidsmakers is dat relevant op twee manieren:

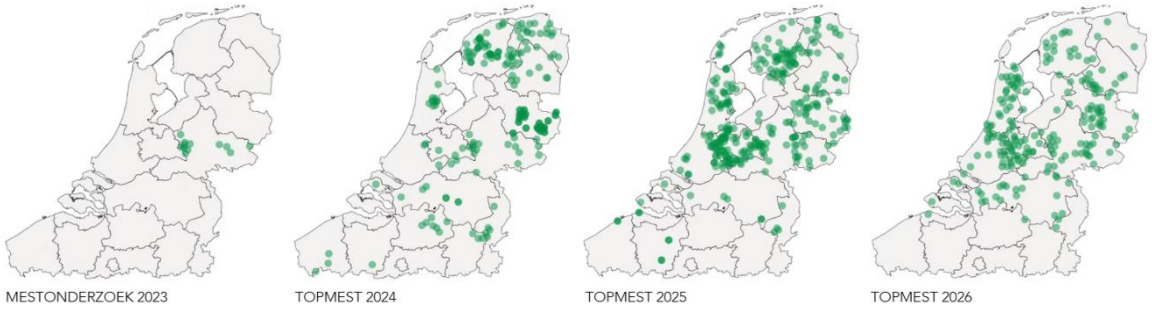
- Het maakt duidelijk welke gegevens nodig zijn om een beleid op gemeten resultaat mogelijk te maken
- Het zet boeren in de kracht om met vakmanschap in het kader van doelsturing aan de ammoniaknormen te voldoen, met het rantsoen als basis.

TOPMEST: een beweging rond *mestkwaliteit*

TOPMEST is een beweging van melkveehouders, boerenorganisaties, provincies, agrarische collectieven en adviseurs die op vrijwillige basis samenwerken aan een gemeenschappelijk doel: een goed functionerend bedrijfssysteem, waarin bodem, gewas, dier en mest elkaar versterken. De nadruk ligt op het oplossen van oorzaken – een onevenwichtig rantsoen, een slechte kuil, een verdichte bodem, rottende mest – in plaats van op het bestrijden van symptomen. Elke partner draagt op zijn eigen manier bij: boeren met hun mest en gegevens, adviseurs met bemonstering en begeleiding, collectieven met hun netwerk, ketenpartners en provincies met kennis en ondersteuning.

TOPMEST wordt gedragen door een kernteam van Peter Vanhoof (initiatiefnemer), Rochus Kingmans (coördinatie), Johannes Bakker (CO2L Farming, Upfarming), Luc Meeuwissen (Napagro, AgroSymbio vzw) en Christina Vanhoof (administratie), ondersteund door data- en adviesexperts Harm Rijneveld (Terug naar de basis advies) en Joost van der Kroon en een praktijkgericht veldteam van monsternemers en adviseurs.

In de afgelopen drie jaar werkten onder meer AgroSymbio, Agrarisch Laboratorium Noord-Nederland, Wij.land, DAW, LTO Noord, C-Cycle, Cono Kaasmakers, CO2L Farming, Platforn Natuurinclusieve landbouw Gelderland, FrieslandCampina, Lely, Mulderagro, Urgenda, provincies Utrecht en Zuid-Holland, Regio Foodvalley, diverse agrarische collectieven en adviesorganisaties met TOPMEST samen. Deze brede coalitie van zuivelindustrie, machinebouw, overheden, milieu-organisaties en agrarische partijen onderstreept het brede draagvlak voor mestkwaliteit in de melkveehouderij.



Figuur 1: Deelnemende bedrijven aan het mestonderzoek van 2023 en de TOPMEST-edities 2024–2026.

Sinds de eerste editie in 2023 groeide TOPMEST uit tot het grootste onderzoek naar drijfmestkwaliteit in Nederland en Vlaanderen: ruim 630 mestmonsters, aangevuld met metadata over rantsoen, melkproductie en melkureum, ruwvoerkwaliteit, strooisel, bemesting en stal.

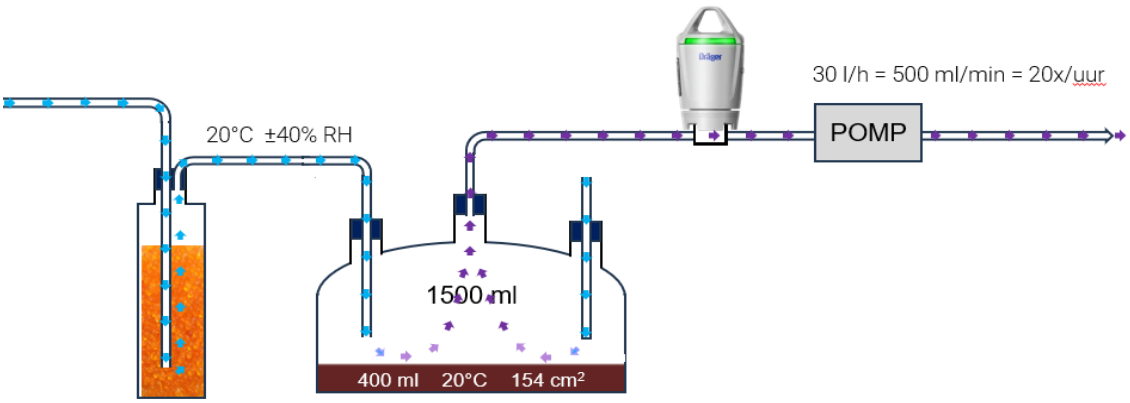
Monstername en analyse

De mestmonsters worden jaarlijks aan het einde van de winter genomen, kort vóór het uitrijden van de mest. Voorafgaand aan de monstername wordt de mestkelder minimaal drie dagen van tevoren gemixt. Vervolgens wordt in een representatieve kelder met mest van het melkgevende vee een mengmonster samengesteld op basis van minimaal 10 monsternamepunten in de stal. Nog op dezelfde dag van monstername wordt het monster naar het laboratorium van Agrarisch Laboratorium Noord Nederland (ALNN) in Friesland verzonden voor analyse van biologische en chemische parameters. In het laboratorium werden onder andere de pH, elektrische geleid-baarheid (EC) en ammoniak emissiepotentieel (AEP) gemeten.

De mestparameter: *AEP*

Het ammoniakemissiepotentieel (AEP) is een maat voor de potentiële ammoniakemissie uit mest en geeft inzicht in de mate waarin mest ammoniak (NH_3) kan uitstoten. De meetmethode is ontwikkeld door de Duitse *Interessengemeinschaft Gesunde Gülle* en wordt beschreven in het rapport van het Louis Bolk Instituut (De Jong et al., 2025).

Voor de meting wordt een vers mestmonster op 20°C gebracht en in een afgesloten meetkamer geplaatst. Met een pomp wordt een constante luchtstroom over het mestoppervlak geleid, waarna de NH_3-concentratie in de afgezogen lucht wordt gemeten. Doordat temperatuur, luchtstroom en mestoppervlak gestandaardiseerd zijn, geeft de gemeten NH_3-concentratie (in ppm) inzicht in de emissie-eigenschappen van de mest zelf.



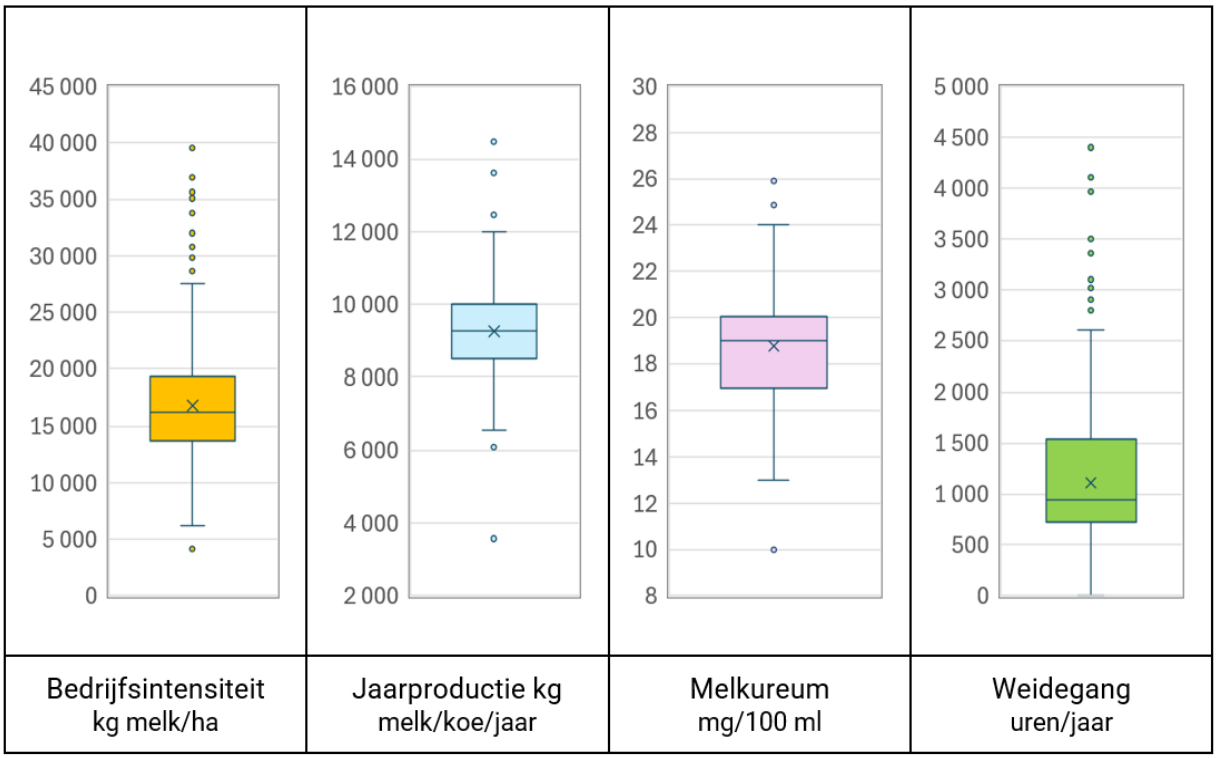
Figuur 2: Proefopstelling voor de AEP-meting.

De AEP-meting geeft niet de werkelijke ammoniakemissie uit de stal weer. Die is namelijk ook afhankelijk van andere factoren, zoals het met mest besmeurde vloeroppervlak, de ventilatie en de stal- en managementomstandigheden. De AEP is daarmee vooral een indicator voor het emissiepotentieel van de mest onder gestandaardiseerde meetomstandigheden, zo kunnen mestmonsters onderling goed vergeleken worden.

Resultaten – Zeg nooit zomaar drijfmest tegen drijfmest!

In de afgelopen 3 jaar werden 630 representatieve mestmonsters genomen op 507 bedrijven. Sommige bedrijven hebben meerdere jaren meegedaan aan het onderzoek.

Met onderstaande boxplots wordt de diversiteit in bedrijven getoond in de onderzochte dataset. Als voorbeeld is de variatie weergegeven in bedrijfsintensiteit, weidegang, melkproductie en ureum.



Figuur 3: Diversiteit in de TOPMEST dataset op bedrijfsintensiteit, gemiddelde jaarproductie, ureum en weidegang

Fermenterende en rottende mest

Er is een wezenlijk verschil tussen fermenterende en rottende drijfmest. Bij fermenterende mest spelen melkzuurbacteriën en andere gunstige micro-organismen een belangrijke rol. Zij zetten organische stoffen om, waarbij de mest doorgaans stabieler blijft en minder snel sterk onaangename rottingsgeuren ontwikkelt. Bij rottende mest overheersen andere afbraakprocessen, waaronder de afbraak van eiwitten en zetmeel. Hierbij kunnen ammoniak, waterstofsulfide en andere geurstoffen ontstaan.

Binnen het TOPMEST-onderzoek zijn verschillen in mest kenmerken waargenomen die passen bij deze twee typen mest. Fermenterende mest kenmerkt zich in de dataset doorgaans door een lagere pH, een lagere elektrische geleidbaarheid (EC) en een hogere C/N-verhouding. Ook het ammoniak-emissiepotentieel (AEP) ligt gemiddeld lager. Bij rottende mest worden vaker hogere pH- en EC-waarden, een lagere C/N-verhouding en een hoger AEP gevonden (zie tabel 1).

Ook zijn er verschillen waargenomen in relatie tot het rantsoen en de mestconsistentie. Deze verbanden zijn gebaseerd op waarnemingen binnen de TOPMEST-dataset en tonen associaties, geen bewezen oorzakelijke verbanden.

Kenmerk	Fermenterende (goede) mest	Rottende mest
pH	< 7,15	> 7,3
EC	≤ 17 mS/cm	>18
C/N	> 10 (9 nog aanvaardbaar)	<9
AEP	streefzone 30 – 50 ppm	70 - 100 ppm (digestaat ± 210 ppm)
Bij uitrijden	kleeft niet, infiltreert in de bodem	kleverig, blijft op het gewas, stinkt
Typisch rantsoen	gras, klaver, kruiden, luzerne, hooi	meer soja en maïs

Tabel 1: Kenmerken van fermenterende en rottende mest, gebaseerd op de TOPMEST-data. De weergegeven waarden zijn indicatieve richtwaarden uit de TOPMEST-dataset. De samenhang met het rantsoen betreft een waargenomen associatie en bewijst geen oorzakelijk verband.

Van de 630 monsters die in drie jaar TOPMEST zijn onderzocht hadden 121 bedrijven drijfmest met een pH onder 7,15, een TAN-gehalte onder 1,65 kg NH_4-N per ton en minstens 50% organisch gebonden stikstof. Hun gemiddeld AEP lag 36% lager dan het gemiddelde van alle bedrijven (zie tabel 2).

	pH	EC	% N-org	TAN (kg/t)	C/N	AEP (ppm)
Gemiddelde 632 monsters ***Gehele dataset***	7,22 (0,22)	17,4 (2,6)	54,4 (7,28)	1,65 (0,34)	8,0 (1,3)	65,3 (26,0)
Gemiddelde 121 monsters ***Selectie pH, TAN & %Norg***	6,98 (0,12)	16,0 (2,53)	59,4 (6,22)	1,36 (0,24)	8,9 (1,12)	42,7 (12,4)
Verschil	0,27	-8%	+9%	-18%	+11%	-34%

Tabel 2: 121 monsters met goede mest vergeleken met het gemiddelde (TOPMEST).

De resultaten in tabel 3 laten zien dat er aanzienlijke verschillen bestaan tussen bedrijven. In de praktijk wordt regelmatig verondersteld dat een lage ammoniakemissiepotentie (AEP) van mest vooral haalbaar is op bedrijven met een lager productieniveau. Om deze veronderstelling nader te onderzoeken, is een aanvullende selectie gemaakt van bedrijven met een bovengemiddelde melkproductie, van meer dan 10.000 kg meetmelk per koe per jaar. Deze selectie omvat 232 monsters, overeenkomend met **37% van de totale dataset**.

Tabel 3 vergelijkt de 30% bedrijven met de laagste gemeten mest-pH met de 30% bedrijven met de hoogste gemeten mest-pH binnen de groep van 232 melkveebedrijven met een melkproductie van meer dan 10.000 kg FPCM per jaar. Voor beide groepen zijn de gemiddelde waarden van diverse bedrijfs- en mestkenmerken weergegeven. Hiermee wordt inzichtelijk gemaakt in hoeverre de mest-kenmerken variëren tussen bedrijven met een relatief lage en een relatief hoge pH, binnen de groep met een hoog productieniveau.

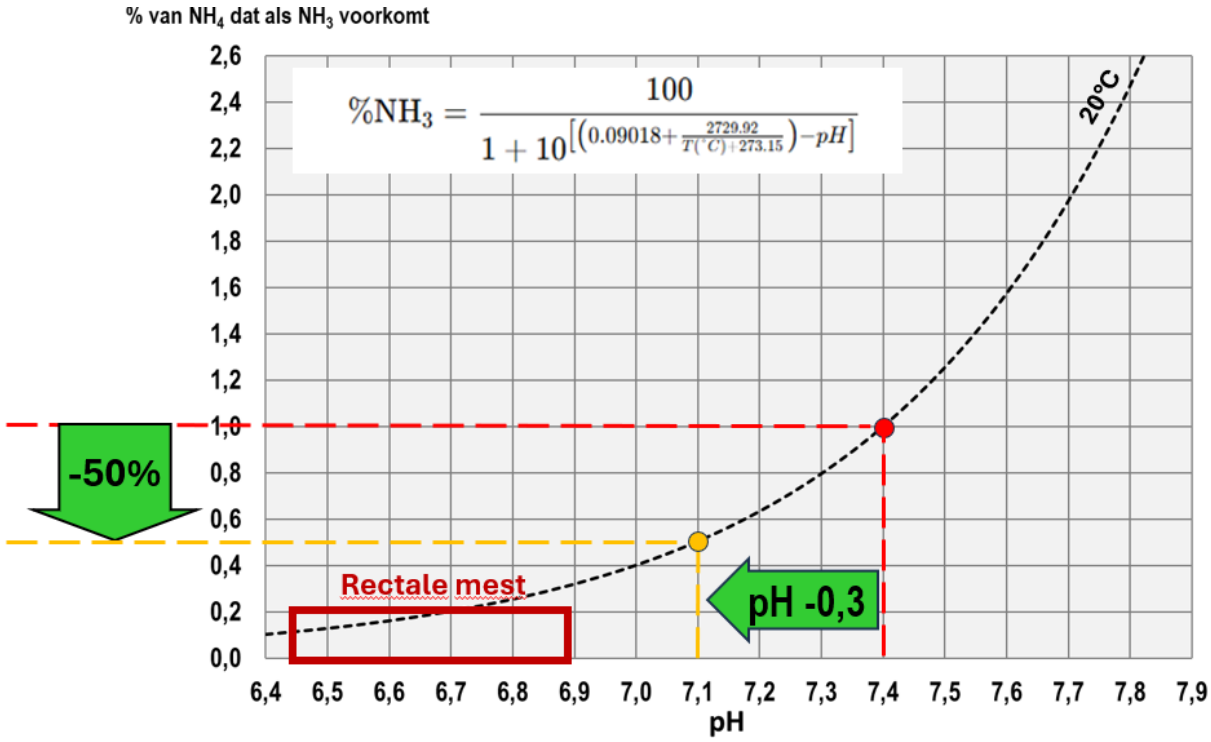
232 bedrijven >10 000 kg FPCM	Laagste pH groep <7,18	Hoogste pH groep >7,37	Verschil hoogste tov laagste pH groep
aantal monsters	**83**	**88**	
pH	7,02 (0,13)	7,50 (0,11)	+0,48
Ntot	3,75 (0,45)	3,87 (0,53)	+0,12
N org	2,05 (0,38)	2,04 (0,42)	-0,01
TAN	1,69 (0,30)	1,83 (0,32)	+0,14
C/N	8,2 (0,97)	6,9 (0,93)	-1,3
AEP	50,3 (14,2)	101,8 (23,9)	+51,5
kg FPCM (meetmelk)	10807 (810)	11001 (705)	-194
ureum	18,5 (2,3)	19,2 (2,6)	+0,7

Tabel 3: 232 monsters van hoogproductieve bedrijven. Een vergelijking van een derde op basis van de pH. Tussen haakjes de standaardafwijking.

Uit bovenstaande tabel blijkt dat ook bedrijven met een bovengemiddelde productie goede mest kunnen maken met een laag ammoniak emissiepotentieel (AEP).

pH, TAN en temperatuur bepalen het AEP

Welk deel van de TAN als vluchtig NH_3 aanwezig is, volgt uit het zuur-base-evenwicht $NH_4^+ \rightleftharpoons NH_3 + H^+$. De pH van de mest is daarmee bepalend voor het deel van de TAN dat als NH_3 kan emitteren. Dit wordt berekend op basis van het ammoniak-dissociatie-evenwicht (Henderson-Hasselbalch) met de pKa-correctie van Emerson. Het komt erop neer dat bij een stijging met 0,3 pH-eenheden het vluchtige deel ammoniak verdubbelt, bij 20°C. Hetzelfde geldt ook bij andere temperaturen.



Grafiek 1: Effect van pH op het ammoniak emissie potentieel (AEP)

Belangrijk voor de interpretatie: de mest-pH is een gevolg van de processen in dier en mest. Wij zetten in op het sturen van die processen, zodat de pH voldoende laag is. Wie de processen niet aanstuurt kan met een 'end of pipe oplossing' de mest chemisch of biologisch aanzuren.

Berekend potentiële ammoniakemissie uit pH en ureum vracht

Het emissiepotentieel van mest (AEP) is een belangrijke indicator voor de verwachte ammoniakemissie. Het routinematig meten van AEP op grote schaal is echter kostbaar en praktisch lastig uitvoerbaar. Daarom is binnen TOPMEST onderzocht of met eenvoudiger beschikbare bedrijfsgegevens gebruikt kunnen worden om het emissiepotentieel van mest te voorspellen. Uit de analyse blijkt dat de combinatie van mest-pH en de ureumvracht op bedrijfsniveau een goede voorspeller is van de gemeten AEP.

Omdat zowel ureum als melkproductie bekend zijn via de melklevering, is dit schaalbaarder dan de berekening vanuit de TAN. De afgeleide rekenregel is hieronder weergegeven:

$$X = L \times U \times 10/1000 \times 0{,}4665 \times pH$$

Daarbij is:

X = berekende hoeveelheid NH_3 uit ureum per koe per jaar (g NH_3/koe/jaar)

L = jaarlijkse melkproductie (liter melk/koe/jaar)

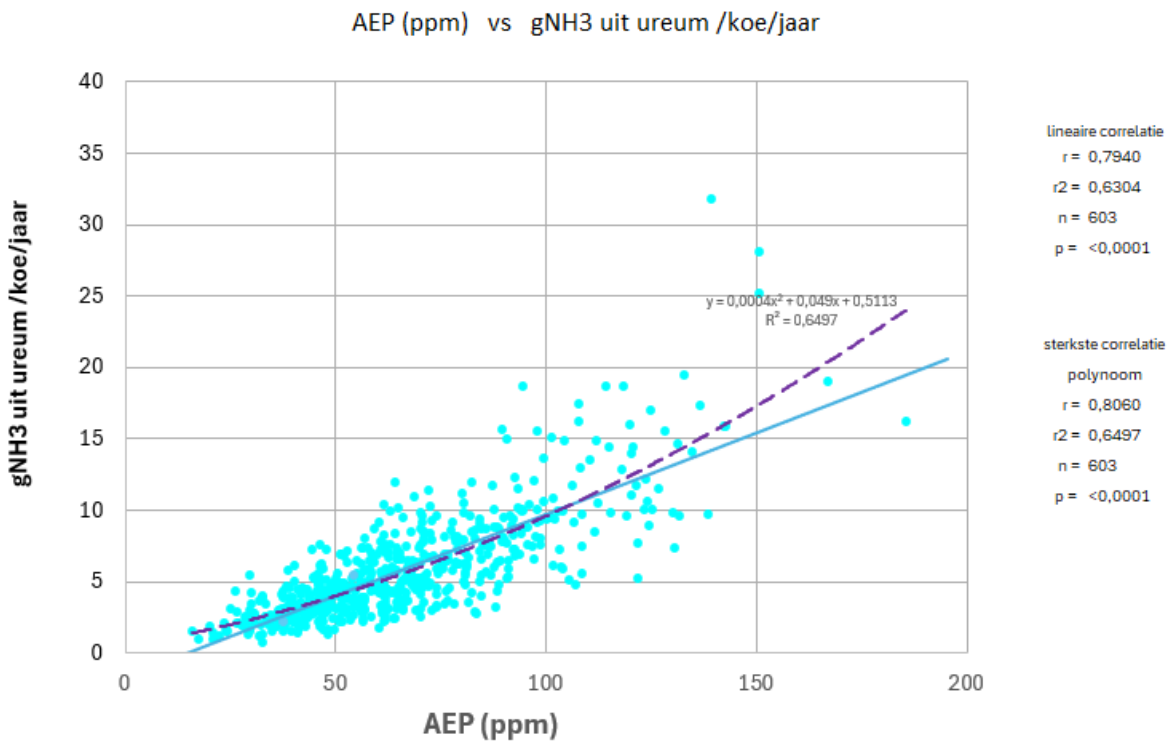
U = gemiddeld melkureumgehalte (mg/100 ml)

10/1000 = omrekening van mg/100 ml naar g/liter

$0{,}4665$ = omrekeningsfactor van ureum naar stikstof in ureum (N)

pH = % van NH4 dat voorkomt als NH_3 bij 20 °C en de pH van de mestput, berekend met de Henderson- Hasselbalch vergelijking.

Deze berekening is toegepast op de TOPMEST dataset en vervolgens vergeleken met de gemeten AEP, zie grafiek 2.



Grafiek 2: Gemeten AEP tegenover het berekende emissiepotentieel vanuit de pH en de ureumvracht (TOPMEST, n = 603).

Uit de grafiek blijkt een sterke correlatie (R=0,79) tussen de berekende potentiële ammoniakemissie uit de pH en de ureumvracht en de gemeten AEP. Op voorwaarde dat de pH gemonitord wordt maakt dit een borging van goed management op mestkwaliteit mogelijk.

Van mestkwaliteit naar bedrijfssturing

De TOPMEST-resultaten laten zien dat de verschillen in pH, TAN, C/N-verhouding en ammoniak-emissiepotentieel te groot zijn om drijfmest als één uniforme meststof te beschouwen. Daarmee verschuift de vraag '*Welke techniek moet worden toegepast?'* naar '*Hoe ontstaat mest van goede kwaliteit?'.*

De samenstelling van het rantsoen, de vertering in de pens, de kwaliteit van het ruwvoer, de gezondheid van de bodem en het functioneren van het bodem-plant-diersysteem werken door tot in de mestput. Goede mest ontstaat daarom niet aan het einde van de productieketen, maar begint bij de basis.

Wanneer mestkwaliteit het doel wordt, ontstaat een andere benadering van innovatie. Niet de techniek rondom de mest staat centraal, maar het biologische systeem dat de mest voortbrengt. De uitdaging voor beleid en praktijk is daarom niet alleen het reduceren van emissies, maar het stimuleren van de omstandigheden waaronder kwalitatief hoogwaardige mest kan ontstaan.

Literatuurstudie - Belang van goede mestkwaliteit

De mest als voeding van de bodem: waar stikstof en koolstof samenkomen

Alle koolstof in het bodemleven en in de humus begint bij de fotosynthese. Christine Jones beschrijft twee bruggen: de fotosynthetische brug in het blad en de microbiële brug, waarlangs koolstof via wortelexudaten – "Liquid Carbon" – naar bacteriën en schimmels stroomt. Hoe langer er een levend, groeiend gewas staat, hoe meer koolstof de bodem in kan.

Modern onderzoek bevestigt dat stabiele organische stof voor een belangrijk deel door het bodemleven zelf wordt gemaakt: micro-organismen zetten plantaardige koolstof om in biomassa, en hun afgestorven resten (necromassa) binden zich aan klei (Kallenbach et al., 2016). In een langjarige vergelijking bouwde een organisch beheerd systeem meer bodemkoolstof op ondanks een lagere koolstofaanvoer, met een 50% hogere microbiële koolstofgebruiksefficiëntie (Kallenbach et al., 2015). Koolstof die via levende wortels wordt uitgescheiden, wordt veel efficiënter omgezet in stabiele organische stof (46%) dan bovengrondse plantenresten (7%) (Villarino et al., 2021).

Hoe het bodemleven stikstof levert uit de bodemvoorraad

Ongeveer 90% van de stikstof in de bouwvoor zit in organische vorm, minder dan 5% is rechtstreeks beschikbaar (Grzyb et al., 2021). Vrijwel alle stikstof die een gewas opneemt, is dus eerst door het bodemleven omgezet. De belangrijkste schakels:

- **Mineralisatie en immobilisatie:** bodemleven breekt eiwit af tot ammonium, en legt stikstof tijdelijk vast in eigen biomassa. Immobilisatie is geen verlies: het vertraagt uitspoeling en vervluchtiging.
- **Rhizofagie**: planten nemen micro-organismen op in de worteltop, onttrekken er stikstof en mineralen aan, en geven de overlevenden via de wortelharen terug aan de bodem (White et al., 2018). Planten kunnen ook aminozuren en eiwitten opnemen (Näsholm et al., 2009).
- **Het bodemvoedselweb**: bacteriën hebben een C/N van 3:1 tot 10:1, protozoa "10:1 of veel meer". Wanneer protozoa en nematoden bacteriën eten, geven ze het stikstofoverschot af als ammonium – meestal vlak bij de wortels (Ingham, Soil Biology Primer).
- **Mycorrhizaschimmels** verlengen het wortelstelsel en voeren fosfaat, stikstof en water aan, maar zijn volledig afhankelijk van suikers uit de plant. Ze zijn gevoelig voor kale grond, stress en hoge giften minerale stikstof en fosfaat.
- **Biologische stikstofbinding**: vrijlevende binders zoals de azotobacter leveren 30–50 kg N/ha per jaar, klaver 100–200 kg N/ha – maar het enzym nitrogenase wordt geremd door hoge minerale stikstofgehaltes.

- **Nitrificatie, denitrificatie en uitspoeling**: nitrificatie verzuurt de bodem; denitrificatie in natte, verdichte omstandigheden (bijvoorbeeld een sleuf met geconcentreerde mest) geeft lachgas.

Voor de adviseur: een bemestingsstrategie die het bodemleven voedt, levert stikstof die beter samenvalt met de opname door het gewas. Langdurig hoge kunstmestgiften verzuren de bodem, verminderen bodemleven en organische stof (Treseder, 2008).

Ca/Mg en bodemstructuur

In de praktijk zien we dat de verhouding calcium/magnesium aan het klei-humuscomplex samenhangt met de bodemstructuur (Albrecht & Kinsey): calcium bevordert een kruimelige, luchtige structuur, een relatief hoog aandeel magnesium en natrium gaat samen met dichtslaande bodems. Een "ideale" kationenverhouding is in de wetenschappelijke literatuur omstreden (Kopittke & Menzies, 2007); het structuurvormende effect van calcium tegenover het dispergerende effect van natrium is wel aanvaard. Bij omschakeling raden wij aan eerst de kalkhuishouding op orde te brengen.

Omschakelen en de kunstmest afbouwen

Een bedrijf dat kunstmest afbouwt en meer op bodembiologie gaat steunen, heeft 2 tot 6 jaar nodig. De juiste volgorde: eerst de calcium- en magnesiumhuishouding herstellen, tegelijk de mestkwaliteit verbeteren en de stikstofkunstmest stapsgewijs afbouwen – bijvoorbeeld 25–30% per jaar, of zoals Christine Jones voorstelt naar 80%, 50% en 20% in drie jaar – met zoveel mogelijk levende bodembedekking. Wie abrupt stopt met kunstmest, meet een opbrengstdip die niets zegt over het eindsysteem.

Bodemvoedende meststoffen – vaste mest, potstalmest, ruige mest, compost en bokashi – bevatten weinig TAN en veel koolstof. In de langjarige proef Mest als Kans gaven strategieën die bodem én plant voeden over twintig jaar ongeveer 20% meer opbrengst; het bodem-OS-gehalte steeg na 17 jaar met 31% met vaste mest en 41% met natuurcompost, tegenover 1,6% met kunstmest of drijfmest alleen. Let wel op verliezen tijdens opslag en compostering, en op fosfaat.

Een goed rantsoen als basis

Monteny et al. (2002) berekenden dat de stalemissie met 80% kan dalen – van 16,3 naar 3,3 kg NH_3 per dierplaats per stalperiode van 190 dagen – door over te stappen van een maïsrijk rantsoen met hoge OEB naar een grasrijk rantsoen met een OEB rond nul. Ook kruidenrijk grasland helpt: Nieuw-Zeelands onderzoek vond 20–50% minder stikstof in de urine bij gelijke of hogere melkproductie (Woodward et al., 2013).

Literatuuronderzoek - Mestaanwending en stikstofefficientie

Aanwenden: techniek, timing en mestkwaliteit

Hoeveel ammoniak bij het uitrijden vervluchtigt, wordt uitgedrukt als percentage van de TAN. Wie mest met weinig TAN en een lage pH uitrijdt, heeft dus van nature een lager risico.

De belangrijkste bevindingen uit recent wetenschappelijk onderzoek:

- Rapport 3525 (Velthof et al., 2026): meer lachgas en een slechtere bodemstructuur onder zodenbemesting, geen verschil in nitraatuitspoeling; bovengronds bemeste percelen hadden een betere structuur en beworteling. Bedrijven die bovengronds uitrijden, hebben gemiddeld mest met minder stikstof en ammonium.
- Het bedrijf Spruit (Sonneveld & Bouma, 2005): bij uitrijden op het moment dat de boer koos (donker, vochtig, regen op komst) vervluchtigde 18–20% van de TAN, gelijk aan de sleepvoet; bij zonnig, warm en winderig weer 68%. Het weer bepaalt mee het resultaat.
- DNA-onderzoek Noord-Nederland (Keuning & Knigge, 2024): bij bovengronds uitrijden meer plantengroeibevorderende bacteriën, mycorrhiza, stikstofbinders en rode regenwormen; zodenbemesting gaf schommelingen in mycorrhiza.
- Nitraat (De Boer et al., 2024): bij gelijke werkzame stikstof 35–44% minder nitraat onder drijfmest dan onder kunstmest.
- In windtunnelmetingen verloor mest met een AEP van 91 ppm 28% van haar TAN, tegenover 20% voor mest met 76 ppm – bij identieke toediening (De Jong et. al., 2025).

Praktische richtlijnen vanuit empirisch onderzoek

- Kleine giften: 10-15 m³/ha (of 30–50 kg N/ha) per keer, gelijkmatig verdeeld, eventueel verdund.
- Uitrijden bij koel, bewolkt of vochtig weer, bij voorkeur vlak voor regen; niet bij hitte, felle zon of sterke wind.
- Start van de voorjaarsbemesting afstemmen op het begin van de grasgroei (vuistregel T-som 200). Een grote gift in februari op koude zandgrond houdt een nitraatrisico in de weken erna in.
- Lichte machines en grote werkbreedtes beperken verdichting.

Let op: in Nederland en Vlaanderen is bovengronds aanwenden van drijfmest op grasland vandaag in principe niet toegestaan. TOPMEST pleit ervoor dat dit voor aantoonbaar goede mest onder voorwaarden – eerst in een gemonitorde pilot – terug mogelijk wordt.

Stikstofefficiëntie: de sprint en de marathon

De werkingscoëfficiënten van dierlijke mest steunen grotendeels op proeven die de stikstofbenutting uitdrukken als Apparent Nitrogen Recovery (ANR): de extra stikstof in het geoogste gras ten opzichte van onbemest, gedeeld door de toegediende stikstof, over één seizoen. Alles wat in wortels, bodemleven en organische stof terechtkomt en pas later vrijkomt, telt als "niet benut". Kunstmest wint die sprint; organische mest loopt de marathon.

In de vijfjarige mestsoortenproef Feangreide scoorde kunstmest het hoogst op ANR, maar ondergemiddeld op álle andere gemeten bodemparameters; de bodem verzuurde onder kunstmest en zonder bemesting. Dikke fractie had de meeste regenwormen en schimmels, de hoogste organische stof en de beste waterinfiltratie. Combineer je de gemeten bodemfuncties in een eenvoudige systeemscore, dan zakt kunstmest van de eerste naar de laatste plaats van de bemeste behandelingen.

Voor de adviseur: gebruik werkingscoëfficiënten voor wat ze zijn – ANR is een maat voor de kortetermijnrespons – en beoordeel een bemestingssysteem op meerdere jaren, op bodemorganische stof, bodemleven en structuur, en op de werkelijke verliezen.

Mestbewerking: let op het emissiepotentieel

Mestscheiding en vergisting worden vaak als oplossing gepresenteerd. Kijk je naar het emissiepotentieel, dan is voorzichtigheid geboden.

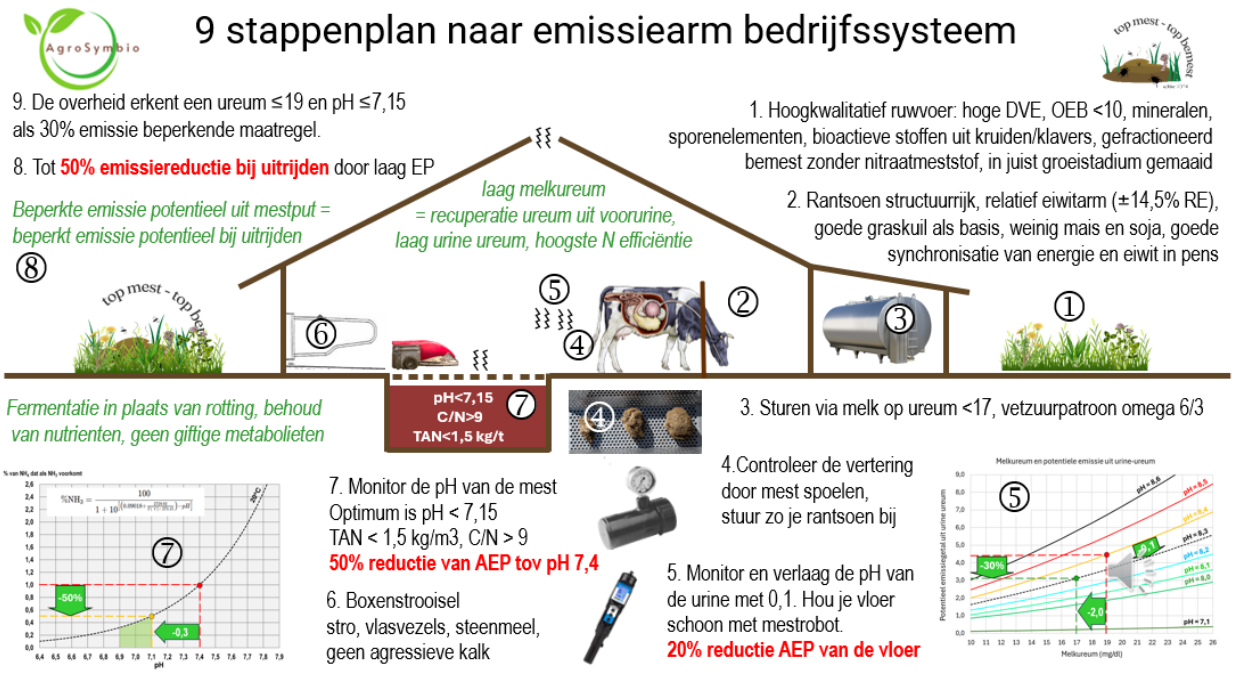
- **Mestscheiding.** Het grootste deel van de TAN komt in de dunne fractie terecht, die bovendien een hogere pH heeft. In een rekenvoorbeeld met typische TOPMEST-waarden (1 ton drijfmest met AEP = 65 ppm, gescheiden in 100 kg dikke fractie met AEP = 36 ppm en 900 kg dunne fractie met AEP = 155 ppm) stijgt het gewogen gemiddelde AEP met een factor 2,2 naar 143 ppm.
- **Vergisting.** Ongeveer de helft van de koolstof gaat naar methaan; de pH van het digestaat stijgt en de buffer verdwijnt. In onze metingen geeft dat minstens 50% meer emissiepotentieel t.o.v. de onbewerkte drijfmest, slecht digestaat zit rond 210 ppm. DNA-onderzoek vond onder digestaat het hoogste aandeel nitrificerende en denitrificerende bacteriën (Keuning & Knigge, 2024). Digestaat lijkt hiermee gevoeliger voor nitraatuitspoeling.

Het *stappenplan* naar een emissiearm bedrijfssysteem

Uit de TOPMEST-resultaten groeide een stappenplan naar een emissiearm bedrijfssysteem. Elke stap is meetbaar, en de mestanalyse aan het einde van de winter toont of het geheel werkt.

Stap	Kern	Meetbare richtwaarde
1. Ruwvoer	kwaliteitsruwvoer telen met beperkte giften goede mest; klaver en kruiden	DVE > 70, OEB < 15; ≥ 3 t ds/ha eerste snede
2. Rantsoen en weidegang	pensgericht voeren: vers gras met klaver en kruiden, gemalen granen, beperkt maïs; goed drinkwater	ruw eiwit rond 14,5%
3. Melkureum	rantsoen bijsturen op melkureum en ureumvracht	bv. 25 liter × 200 mg/l = 5 g ureum/koe/dag
4. Vertering	rectale mest beoordelen door spoelen	onverteerde vezels fijn; geen zetmeel of darmslijm
5. Urine	urine-pH opvolgen; K+Na tegenover S+Cl in balans	urine-pH 8,0–8,1; > 8,3 = te veel K of Na
6. Boxenstrooisel	organisch strooisel (stro, zaagsel, vlasvezel) verbetert de C/N	vermijd EC > 8 mS bij pH > 8,5
7. Meten is weten	pH en EC van de drijfmest het hele jaar opvolgen	pH < 7,15 goed; > 7,25 rotting; EC < 17 mS/cm
8. Uitrijden	kleine, gelijkmatig verdeelde giften	10–15 m³/ha of 30–50 kg N/ha
9. Erkenning	resultaat waarderen in plaats van aannames en modellen	pH < 7,15, TAN<1,65 kg/m3, > 50% organisch gebonden N

Tabel 4: Het TOPMEST-stappenplan (bron: www.topmest.org).



Figuur 4: Het stappenplan in beeld.

Wat dit betekent voor *beleid*

Wij pleiten voor een beleid dat stuurt op gemeten resultaat:

- neem de pH en TAN standaard op als parameters in de mestanalyse. Gebruik deze waardes in combinatie met de ureumvracht om het berekende ammoniakemissiepotentieel te bepalen en via doelsturing gericht te werken aan emissiereductie;
- erkenning voor bedrijven met aantoonbaar goede mest;
- bovengrondse aanwending onder voorwaarden gekoppeld aan gemeten mestkwaliteit
- en één integraal bedrijfsdossier dat alle overheidsdiensten gebruiken.

Veehouders met een onvoldoende laag emissie potentieel zouden voor de keuze komen staan:

- of ze kiezen voor een traject waarbij ze door adviseurs begeleid worden naar een emissiearm bedrijfssysteem (zoals het 9 stappenplan van TOPMEST 2025)
- of ze kiezen voor een technologische end-of -pipe oplossing

Een euro voor begeleiding werkt langer door dan een euro voor uitkoop of dure technologie: bedrijven blijven bestaan, de emissie daalt structureel, en bodem, dier en portemonnee varen er wel bij.

Waar extra *validatie* nog nodig is

Wij menen dat de huidige kennis volstaat om het beleid bij te sturen, maar we zijn ook duidelijk over wat nog onderbouwd moet worden:

- AEP tegenover gemeten stalemissie. Hoe goed voorspellen AEP en ureumvracht de continu gemeten emissie uit de stal? Dat wordt onderzocht in het Vlaamse RAMMONIA-project (ILVO, 2025–2030), in stallen met continue pH en temperatuurmetingen in de provincie Utrecht. Ook in het geplande TOPMEST FOCUS-onderzoek met ReGeNL willen we dat gaan doen samen met een wetenschappelijke klankbordgroep met onder meer vertegenwoordigers van WUR, ILVO, REGENL en zelfstandige adviseurs.
- Een gekruiste veldproef als eerste prioriteit: goede en slechte mest, telkens bovengronds en emissiearm aangewend, met rechtstreekse ammoniakmeting bijvoorbeeld via windtunnelproeven.
- Nader onderzoek naar de kwaliteit en samenstelling van meststoffen afkomstig uit mestverwerking en het effect hiervan op de AEP en andere parameters die binnen het TOPMEST-onderzoek.
- Leg de focus op stikstofbenutting doorheen de hele bedrijfskringloop.

Tot slot

Het mestbeleid moet meer gebaseerd zijn op concrete metingen op elk bedrijf. De meetinstrumenten bestaan, ze zijn goedkoop en de boeren willen meedoen zodra hun inspanningen meetellen. Wie de landbouwer als bondgenoot behandelt in plaats van als probleem, haalt meer milieuwinst met meer draagvlak.

We lichten deze resultaten en voorstellen graag toe aan beleidsmakers, administraties en onderzoekers in Nederland en Vlaanderen. U bent ook welkom op het TOPMEST-symposium op 2 december 2026.

Meer informatie: *www.topmest.org.*

Ondergetekenden

Agro Symbio
Agricycling
ALNN
Bionext
biohuis
Bocageland Pays du Bocage
c-cycle
Caring Farmers
CO2L FARMING ADVIES
COLLECTIEF LOPIKERWAARD
collie
DE BOEREN ACADEMIE
GSS GALAMA SUSTAINABLE SOLUTIONS
Groei Balans
De Koolstofkring B.V.
gebiedscoöperatie ZUIDELIJKE IJSSELVALLEI
FBBF
Grânwurk
Joost van der Kroon
Mulder Agro
ORGANIC FOREST
Praktijknetwerk Toekomstgerichte Boeren **Gelderland**
TERUG NAAR DE BASIS
UTRECHTSE MELKVEEHOUDERS BOEREN BETER
UP FARMING
urgenda SAMEN SNELLER DUURZAAM
VBBM Vereniging tot behoud van boer en milieu
VITALAND
VKON
wij-land

Belangrijkste *bronnen*

De Boer, H.C., Van Mullekom, M. & Smolders, A.J.P. (2024). Lower nitrate leaching from dairy cattle slurry compared to synthetic fertilizer calcium ammonium nitrate applied to grassland. Environmental Pollution 344: 123088. edepot.wur.nl/650594

De Jong, L., Deru, J., Vanhoof, P., Hahn, K., Hensen, A. & Erisman, J.W. (2025). Bepaling ammoniakemissie melkveebedrijven. Louis Bolk Instituut, 2025-6665-LbD. pdf

Grzyb, A., Wolna-Maruwka, A. & Niewiadomska, A. (2021). The significance of microbial transformation of nitrogen compounds in the light of integrated crop management. Agronomy 11: 1415. doi

Hoekstra, N.J. & Spierings, L. (2026). Mestsoortenproef Feangreide. Louis Bolk Instituut. louisbolk.nl

Ingham, E.R. (z.d.). Soil Protozoa; Soil Nematodes. In: Soil Biology Primer. USDA-NRCS. pdf

Kallenbach, C.M., Grandy, A.S., Frey, S.D. & Diefendorf, A.F. (2015). Microbial physiology and necromass regulate agricultural soil carbon accumulation. Soil Biology and Biochemistry 91: 279–290. doi

Kallenbach, C.M., Frey, S.D. & Grandy, A.S. (2016). Direct evidence for microbial-derived soil organic matter formation and its ecophysiological controls. Nature Communications 7: 13630. doi

Keuning, E. & Knigge, J. (2024). Project bodemgezondheid in Noord-Nederland. Bioclear earth. pdf

Monteny, G.J., Smits, M.C.J., Van Duinkerken, G., Mollenhorst, H. & De Boer, I.J.M. (2002). Prediction of ammonia emission from dairy barns using feed characteristics. Part II. Journal of Dairy Science 85: 3389–3394. doi

Näsholm, T., Kielland, K. & Ganeteg, U. (2009). Uptake of organic nitrogen by plants. New Phytologist 182: 31–48. doi

Sonneveld, M.P.W. & Bouma, J. (red.) (2005). Nutriënten management op het melkveebedrijf van de familie Spruit. Wageningen UR. edepot.wur.nl/30539

TOPMEST, symposia in 2024 en 2025, alle lezingen op www.topmest.org

Velthof, G.L., Hoekstra, N.J., Bonekamp, G., Ros, M.B.H., Bruinenberg, M. & Van Eekeren, N. (2026). Effect van mesttoedieningstechniek op bodemleven en gasvormige emissies. Rapport 3525. doi

Villarino, S.H., Pinto, P., Jackson, R.B. & Piñeiro, G. (2021). Plant rhizodeposition: a key factor for soil organic matter formation in stable fractions. Science Advances 7: eabd3176. doi

White, J.F., Kingsley, K.L., Verma, S.K. & Kowalski, K.P. (2018). Rhizophagy cycle: an oxidative process in plants for nutrient extraction from symbiotic microbes. Microorganisms 6: 95. doi