

## Samenvatting en conclusies

Mineralen en spoorelementen zijn belangrijk voor gewasgroei en diergezondheid. Elementen als Mg, Na, Zn, Cu, Co en Se zijn niet snel beperkend voor de gewasgroei, maar ze zijn vooral van belang voor de voorziening van het vee met deze nutriënten. In onderzoek en praktijk bestaat er een verschil van inzicht over hoe graasdieren optimaal te voorzien met mineralen en spoorelementen. Moet dit nu via het bodem- en gewasspoor met op maat bemesting voor hogere gewasgehalten of via het voerspoor (krachtvoerders, mineralenmengsels of likstenen)? Het gevolg is dat op veel melkveebedrijven zowel bemesting als een ruime suppletie wordt toegepast. Dit kan nadelig zijn voor de diergezondheid, leidt tot onnodig hoge kosten voor de melkveehouder en kan leiden tot een onnodig hoge belasting van bodem en water. Van belang is dus te komen tot adviezen voor een op maat voorziening van mineralen en sporen voor de diverse praktijksituaties. Eén unieke oplossing voor een optimale voorziening van de veestapel met mineralen en sporen voor de verschillende bedrijfssystemen is namelijk niet direct voorhanden. Zowel de beschikbaarheid van spoorelementen in de bodem, wel of niet beweiden, als de benutting en een gelijkmatige opname van spoorelementen door jongvee, melkvee en droogstaand vee zijn van belang.

In deze door Productschap Zuivel gefinancierde studie is nagegaan wat de voor- en nadelen en de mogelijkheden zijn van het voerspoor en het bodem- en gewasspoor. Er is een literatuurstudie uitgevoerd en er zijn berekeningen gedaan voor diverse bedrijfssituaties. In deze berekeningen zijn de kosten en de mate van milieubelasting meegenomen. Op basis hiervan zijn aanbevelingen opgesteld voor een adequate voorziening van de veestapel in diverse praktijksituaties voor de elementen Mg, Na, Cu, Co, Zn, Se, Mn, Fe en Mo. Deze aanbevelingen zijn besproken met de Commissie Bemesting Grasland en Voedergewassen en de Commissie Onderzoek Minerale Voeding. Daarnaast is er een workshop geweest met vertegenwoordigers uit de mengvoerindustrie en het meststoffenbedrijfsleven.

De studie laat zien dat de behoefte aan mineralen en sporen van jongvee, melkvee en droogstaande dieren sterk verschilt per element. De dekking van de behoefte wordt sterk bepaald door de variatie in samenstelling van de belangrijkste ruwvoerders en krachtvoerders. Voor melkvee is er bij een overwegend grasrantsoen op basis van gemiddelde grassamenstelling geen 100% dekking voor Cu en Se. Zink is overmaat aanwezig. Op basis van gras met de fractie 5% laagste gehalten blijkt dat voor alleen Fe en soms Co de dekking meer dan 100% bedraagt.

Voor een juiste aanvulling via bemesting (bodem- en gewasspoor) of via het voerspoor dient bekend te zijn hoeveel mineralen- en spoorelementen in de bodem beschikbaar zijn voor het gewas. Dit kan sterk variëren. De beschikbaarheid wordt beïnvloed door de pH, redoxpotentiaal, vochtgehalte, temperatuur, interacties met andere elementen, organischestofgehalte en de aanwezigheid van kleimineralen en metaal(hydr)oxiden. Om de beschikbaarheid van mineralen en sporen in de bodem te voorspellen wordt grondonderzoek toegepast. Voor de meeste elementen zijn er methodieken die decennia geleden is ontwikkeld op basis van empirisch onderzoek met sterke zoutoplossingen of zuren. De voorspelling van de beschikbaarheid is belangrijk te verbeteren door het toepassen van de huidige bodemchemische kennis en de ontwikkelingen in meetapparatuur. Spoorelementen zijn zo te meten in één grondextract dat qua zoutsterkte vergelijkbaar is met die van het wortelmilieu (bijv 0,01 M  $\text{CaCl}_2$ ). Er kan rekening worden gehouden met interacties tussen nutriënten (bijv. een hoge kalitoestand remt de opname van Mg door het gewas). Nationaal en internationaal wordt hier aan gewerkt, opdat op termijn een betere voorspelling is te geven van het te verwachten gehalten in ruwvoer op basis van grondonderzoek. De ondernemer kan dan beter op maat sturen bij te lage gehalten in ruwvoer, via aangepaste voeding of via bemesting, om zo op rantsoenniveau het vee van voldoende sporen en mineralen te voorzien.

Opties om het voorzieningsniveau bij te sturen via het voerspoor, met zowel voordelen als beperkingen zijn:

- Mineralen toevoegingen aan krachtvoer. Hiermee is de voorziening van hoogproductief melkvee af te dekken. Weidend jongvee en oudmelkte dieren krijgen echter geen of weinig krachtvoer.
- Losse mineralenmengsels gemengd door of verdeeld over het ruwvoer. Eventuele tekorten zijn bij stalrantsoenen zo op te lossen. Vaak wordt hiermee voor bepaalde mineralen duidelijk boven de behoefte gevoerd. Voor weidend vee is dit geen oplossing.
- Likstenen. Een uniforme opname over de veestapel is hiermee echter niet te garanderen.
- Mineralenoplossingen in het drinkwater. Voldoende opname en een goede benutting van mineralen zijn niet gegarandeerd. Er bestaat ook een risico van overdosering
- Slow release bolussen. Bolussen zijn een betrouwbare en goed bruikbare methode ook voor weidend vee. Voor het éne sporelement werkt het echter beter dan het andere.
- Drenching. Is alleen een oplossing wanneer er een acuut gevaar op mineralentekorten bestaat.
- Injecties en infusen. Deze worden alleen toegepast bij klinische verschijnselen van tekorten

Naast krachtvoer zijn het verstrekken van mineralenmengsels of bolussen de meeste praktische oplossingen om via het voerspoor een adequate voorziening te bewerkstelligen. Het verstrekken van mineralen via het voerspoor aan vee kan in zuiver minerale vorm of in organisch vorm (gist chelaten). Op basis van beschikbare literatuur is er geen eenduidig voordeel van één van beiden. Bij een juiste voorziening is het van belang om rekening te houden met interacties, zoals die tussen Cu, Mo en S. Ook het Re- en K-gehalte van gras kunnen van invloed zijn op de benutting. De benutting van mineralen uit voedermiddelen is echter matig gekwantificeerd en kent mede daardoor ruime marges. De laatste decennia is hierna nauwelijks onderzoek uitgevoerd. Nieuw onderzoek is gewenst.

Het voorzieningsniveau via gras is te sturen met bemesting. Er zijn bemestingsadviezen beschikbaar voor Na, Mg (zand en löss), Co, Cu in gras. Voor Zn, Mo, Se en Fe zijn er in Nederland geen officiële bemestingsadviezen in tegenstelling tot elders. De gehalten in gras zijn voor Na, Mg en Co in het algemeen zodanig te verhogen dat op rantsoenniveau een adequate voorziening gewaarborgd is. Bemesting met Na is bovendien gunstig voor de opname van weidegras. Bemesting met Cu leidt veelal wel tot hogere Cu-gehalten in gras, maar deze kunnen niet voldoende worden verhoogd om aan de nieuwe hogere behoeftenorm van weidend jongvee te voldoen. (De onzekerheid over de benutting van Cu uit gras heeft geleid tot hogere Cu-streefwaarden in gras.) Bemesting met Se blijkt goed mogelijk te zijn om de doorgaans te lage Se-gehalten in gras substantieel te verhogen, met minimale milieueffecten. Er is geen Zn-advies omdat via het gebruik van dierlijke mest de gewasbehoefte ruimschoots wordt gedekt. Voor Fe geldt dat de natuurlijk beschikbaarheid veelal ruimschoots toereikend is. Voor Mo is vooral van belang dat de Mo-gehalten in gras niet te hoog worden.

Bemesting van maïsland met Mg, Cu en (soms) Mn is er op gericht om optimale groei te waarborgen. Verhogen van het gehalte uit oogpunt van optimale mineralenvoeding is weinig effectief.

Het effect van aanvoer van mineralen via bemesting en/of voedingsmaatregelen in de vorm van mineraalsupplementen en bolussen op het milieu en de bedrijfseconomische kosten is nagegaan voor de situatie van onbeperkt weiden, beperkt weiden en summerfeeding. Per element is daartoe een mineralenbalans opgesteld. Daarbij is rekening gehouden met de fractie van het areaal dat bemesting nodig heeft. Bij de aanvoer van voedingsmineralen is per element op de norm gevoerd. Daarnaast is gewerkt met mineralenmengsel waarbij een vaste hoeveelheid per diergroep en per dag wordt gevoerd, hetgeen nu vaak gebeurt. Voor een kostenvergelijking zijn voor het bodem- en gewasspoor de extra kosten van grondonderzoek en in rekening gebracht en voor het voerspoor de kosten van mineraalsupplementen en bolussen meegenomen. De kosten van arbeid zijn niet meegenomen. Voor de meeste elementen is bemesting iets voordeliger dan aanvoer via mineralen of sporen bij normvoeding per element, met uitzondering van Se. Worden mineralenmengsels in vaste

dagelijkse hoeveelheden verstrekt dan is bemesting voordeliger. Door bewust om te gaan met mineralen en sporelementen zijn besparingen van € 1000 per bedrijf en meer mogelijk. Bovendien levert het een besparing op arbeid op. Vanuit milieuoogpunt laat bemesting altijd licht hogere balansoverschotten zien dan aanvoer via voerspoor. Het meest duidelijk geldt dit voor Se. Afhankelijk van het bedrijfssysteem varieert het balansoverschot tussen de 10 en 12 g ha<sup>-1</sup> bij bemesting en tussen de 2,5 en 5 g ha<sup>-1</sup> via het voerspoor. Milieutechnisch zijn de risico's minimaal omdat in veeljarig onderzoek nauwelijks uitspoeling naar het grondwater is gemeten. Het overschot aan Cu op de balans varieert tussen 0,15 en 0,5 kg Cu ha<sup>-1</sup> (exclusief voetbaden). Of lagere Cu-overschotten mogelijk dient nieuw voedingsonderzoek naar de Cu-benutting uit voer aan te geven. Opvallend is dat vrijwel alle mineralenmengsels Zn bevatten terwijl dat voedingstechnisch zelden nodig is. Door het verstrekken van een vaste hoeveelheid mineralenmengsel verdubbelen de Zn-overschotten.

Het op maat verstrekken van mineralen van mineralen via mineralenmengsels verdient extra aandacht. Voor het voorkomen van een te hoge dosering is het niet meer dagelijks te verstrekken een optie. Daarnaast kunnen producten met een aangepaste samenstelling worden gebruikt.

Op basis van deze studie zijn praktische adviezen opgesteld die via internet toegankelijk zijn ([www.nmi-agro.nl](http://www.nmi-agro.nl)) om de veehouder een handreiking te bieden wat voor zijn bedrijfssituatie en zijn type rantsoen de beste strategie is om de veestapel adequaat met mineralen en sporen te voorzien. Hieronder is een korte samenvatting van de adviezen voor de praktijk gegeven:

- **Mg:** Percelen met een (vrij) lage Mg-toestand bemesten voor een goede Mg-voorziening:
  - bij beweiding; en
  - bij rantsoenen met veel gras(kuil).
- **Na:** Bemest percelen met een Na-toestand vrij laag. Bij veel maïs in het rantsoen is aanvulling nodig via het voerspoor.
- **Cu:** Bij beweiden is het advies eerst te bemesten tot een voldoende Cu-toestand. Indien nodig verder nog aanvullen via het voerspoor.
- **Co:** Door de Co-voorziening op een beperkt aantal percelen in orde te brengen is alleen een aanvulling nodig in melkveerantsoenen met veel snijmaïs.
- **Se:** Se-bemesting heeft veelal de voorkeur om een adequate Se-voorziening te waarborgen voor alle diercategorieën.
- **Mn:** Een aanvulling met Mn is zelden nodig. Indien een aanvulling toch nodig is dan heeft het voerspoor de voorkeur.
- **Zn:** Sporadische kans op Zn-tekorten. Eventuele tekorten aanvullen via het voerspoor.
- **Fe:** Een aanvulling met Fe is niet nodig, uitzonderingen daargelaten. Indien een aanvulling nodig is dan toedienen via het voerspoor.
- **Mo:** Geen aanvulling via het bodem- en gewasspoor en ook niet via het voerspoor.
- Op maat voorzien van de veestapel met sporen en mineralen is mogelijk met uitzondering van Zn. Dit wordt vrijwel altijd in overmaat gegeven.

### Aanbevelingen en conclusies:

- Van belang is eerst vast te stellen wat de actuele voorzieningsstatus van het vee is (bijv. via Spoorwijzer). Aansluitend dient de veehouder in samenspraak met de toeleverancier een strategie te ontwikkelen om een optimale voorziening via bemesting of via de veevoeding te regelen. Slechts in enkele gevallen is oplossing via beide sporen nodig
- Van belang is goed te weten wat de beschikbaarheid van mineralen en sporen in de bodem is. Dit vormt de basis voor aanvullende maatregelen of via bemesting of via extra suppletie in het voerspoor. De beschikbaarheidsindicatoren op basis van grondonderzoek zijn gebaseerd op oud onderzoek en zijn belangrijk te verbeteren door onderzoek naar nieuwe methodiek van grondonderzoek gebaseerd op extractie met zwakke elektrolyten. Voor een aantal elementen zoals bijvoorbeeld Se dient bovendien nog een beschikbaarheidsindicator te worden ontwikkeld.
- Op bedrijven met weidend jongvee is bemesting de beste garantie voor een adequate voorziening met mineralen en sporen. Incidenteel kan het verstrekken van bolussen (hoewel duurder) ook een goede oplossing zijn.
- **Na:** Bij weidegang en veel graskuil is het gewenst om via bemesting het Na-gehalte in gras op peil te houden. Dit is gunstig voor de voeropname. Daarnaast worden percelen beter afgeweid.
- **Cu:** Op basis van de nieuwe verhoogde behoeftenormen is de Cu-voorziening van weidend jongvee via alleen gras niet te garanderen. Dit is opvallend daar in de praktijk weinig problemen bij weidend jongvee voorkomen. Anderzijds heerst er onduidelijk over benutting van Cu in het dier (de absorptiecoëfficiënt) en de interactie met andere nutriënten als S en Mo. De gehalten aan S en Mo zijn in het algemeen het laagst op zandgrond, waardoor hier de Cu-absorptie duidelijk beter is. Onderzoek naar een absorptiecoëfficiënt differentiëren per grondsoort biedt de mogelijkheid om te komen tot up to date gegevens, om zo de veiligheidsmarge in het Cu-advies te verkleinen en daarmee het totale Cu-gebruik verantwoord terug te dringen.  
Gewenst is om na te gaan of een kleine jaarlijkse Cu-gift effectiever is dan eens per 4 jaar een hogere Cu-gift. Dit geldt ook voor Co.
- **Se:** Bemesting met Se is de beste garantie voor een adequate voorziening van de veestapel met Se. Vermijd daarbij de situatie van een te hoge voorziening van vee door en bemesting en mineralenmengsels Mo en krachtvoer.
- **Mo:** Mo hoeft nooit aangevuld te worden
- **Zn:** Zn kan bijna altijd worden weggelaten uit mineralenmengsels op basis van de huidige normen. De industrie betwijfeld dit. Aanvullend onderzoek zal moeten uitwijzen of Zn verstrekken positieve gevolgen heeft op de dierprestatie.
- Voor op maat verstrekken van mineralenmengsels zijn producten met een meer gedifferentieerde samenstelling nodig (bijv. geen Zn).