

Micronutriënten in Nederland: landbouwkundige behoefte en balansverkenningen

Rapportage in het kader van het TKI-project Micronutriënten in de kringloop (LWV20.249)

F.J. de Ruijter



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH



Micronutriënten in Nederland: landbouwkundige behoefte en balansverkenningen

Rapportage in het kader van het TKI-project Micronutriënten in de kringloop (LWV20.249)

F.J. de Ruijter

Dit onderzoek is uitgevoerd door de Stichting Wageningen Research (WR), business unit Agrosysteemkunde, als onderdeel van het TKI-project "Micronutriënten in de kringloop" (LWV20.249). Deze activiteit is mede gefinancierd uit de Toeslag voor Topconsortia voor Kennis en Innovatie (TKI's) van het ministerie van Economische Zaken en Klimaat.

WR is een onderdeel van Wageningen University & Research, samenwerkingsverband tussen Wageningen University en de Stichting Wageningen Research.

Wageningen, december 2023

Rapport WPR-1278

De Ruijter, F.J., 2023. *Micronutriënten in Nederland: landbouwkundige behoefte en balansverkenningen; Rapportage in het kader van het TKI-project Micronutriënten in de kringloop (LWV20.249)*. Wageningen Research, Rapport WPR-1278. 26 blz.; 6 fig.; 2 tab.; 37 ref.

Dit rapport is gratis te downloaden op <https://doi.org/10.18174/643935>

Micronutriënten zijn essentiële elementen die organismen nodig hebben voor groei en ontwikkeling. Vanwege de overgang naar meer circulaire voedselsystemen en vanwege potentiële schaarste aan nutriënten voor industriële of agrarische toepassingen, of een gebrek aan toegang daartoe, is inzicht in behoefte en stromen van micronutriënten nodig. Voor opname door planten wordt de actuele beschikbaarheid van micronutriënten in de bodem vooral gereguleerd door zaken als pH, organische stofgehalte en vochtgehalte. De landbouwkundige vraag naar micronutriënten wordt in Nederland grotendeels gedekt door dierlijke mest. Balansberekeningen voor de akkerbouw laten zien dat de aanvoer van de meeste micronutriënten groter is dan de afvoer via geoogst gewas. Borium zal het eerst beperkend zijn omdat dit gemakkelijk uitspoelt en verhoudingsgewijs een laag gehalte heeft in organische mestsoorten. Ook mangaan heeft een verhoudingsgewijs lage aanvoer, en in de praktijk zijn er situaties waarbij deze elementen specifiek worden bijbemest. Koper en zink zullen op voorlopig niet limiterend zijn gezien de bodemvoorraden en overschotten op de perceelsbalans.

Trefwoorden: circulaire landbouw, micronutriënten, nutriëntenbalans

© 2023 Wageningen, Stichting Wageningen Research, Wageningen Plant Research, Postbus 16, 6700 AA Wageningen; T 0317 48 07 00; www.wur.nl/plant-research

KvK: 09098104 te Arnhem
VAT NL no. 8113.83.696.B07

Stichting Wageningen Research. Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Stichting Wageningen Research.

Stichting Wageningen Research is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

Rapport WPR-1278

Foto omslag: detail schilderij 'Gelaagdheid'

Micronutriënten in de Kringloop - consortium





Inhoud

Woord vooraf		7
1	Inleiding	9
2	Landbouwkundige behoefte aan micronutriënten	10
3	Balansen van micronutriënten	12
	3.1 Afvoer van nutriënten met geoogste producten	12
	3.2 Aanvoer van nutriënten met organische mest	13
	3.3 Balansberekening bij huidige organische bemesting in de akkerbouw	13
	3.4 Balansberekening bij gebruik individuele organische mestsoorten	16
4	Discussie	18
Literatuur		19
Bijlage 1	Nutriëntengehalten in akkerbouwproducten	21
Bijlage 2	Hoeveelheden en samenstelling van organische mestsoorten in Nederland	24



Woord vooraf

Dit document is onderdeel van het PPS project Micronutriënten in de Kringloop en zoomt in op de landbouwkundige kant van micronutriënten, met aandacht voor circulariteit. Eerst wordt een beknopt overzicht gegeven van de landbouwkundige behoefte aan micronutriënten en aspecten die een rol spelen bij de beschikbaarheid in de bodem en opname door gewassen. Voor inzicht in beschikbaarheid op de langere termijn wordt ingegaan op nutriëntenbalansen (aanvoer, afvoer en bodemvoorraad) en de rol van verschillende organische bemestingsproducten.

1 Inleiding

Nutriënten zijn essentiële elementen die organismen nodig hebben om cruciale fysiologische functies te behouden. Acht van de veertien essentiële elementen voor planten en zestien van de tweeëntwintig essentiële elementen voor dieren zijn micronutriënten (Box 1). Door de intensivering van de wereldwijde voedselproductiesystemen worden grote hoeveelheden micronutriënten gewonnen uit reserves in de aardkorst, hetzij rechtstreeks, hetzij als bijproducten. De drijfveren voor een circulaire nutriënten-economie zijn talrijk, maar veel zijn gebaseerd op een mogelijke toekomstige schaarste aan nutriënten of een gebrek aan toegang tot nutriënten. Verschillende studies wijzen op mogelijke tekorten aan micronutriënten voor industriële en agrarische toepassingen (Henckens et al., 2014; Elshakaki et al., 2018; Hees, 2013; Chardon en Oenema, 2013). Hoewel er geen onmiddellijk tekort dreigt is aandacht hiervoor op zijn plaats. Mogelijke tekorten aan (micro)nutriënten voor voedselproductie worden niet veroorzaakt doordat deze van de aarde verdwijnen maar door onvoldoende winbare voorraden, een grote vraag voor industriële toepassingen (Udo De Haes et al., 2012), en door verplaatsing van nutriënten naar plekken waar deze slecht winbaar zijn of niet bruikbaar voor voedselproductie. Voorbeelden hiervan zijn uitspoeling naar zee en accumulatie in assen van zuiveringsslib.

Box 1. Essentiële nutriënten voor de groei en ontwikkeling van gewassen en dieren

Planten hebben 14 voedingselementen (N, P, K, Mg, Ca, S, Fe, Mn, Zn, Cu, B, Mo, Cl, Ni) nodig in specifieke hoeveelheden voor groei en ontwikkeling, naast kooldioxide (CO₂), water (H₂O) en fotosynthetische actieve straling (zonlicht). De hoeveelheden variëren van 0,01 tot ongeveer 1 kg per ha per jaar voor micronutriënten (Fe, Mn, Zn, Cu, B, Mo, Ni) en van 10 tot 500 kg per ha per jaar voor macronutriënten (N, P, K, Mg, Ca, S, Cl) (Marschner, 2012). Voor het behoud van lichaamsfuncties en voor (re)productie hebben dieren zo'n 22 voedingselementen nodig (N, P, K, Mg, Ca, S, Fe, Mn, Zn, Cu, Mo, Cl, Co, Na, Se, I, Cr, Ni, V, Sn, As, F) in specifieke hoeveelheden naast water, koolhydraten, aminozuren (proteïne), zuurstof en vitamines (McDonald et al., 2011; Suttle, 2010; Thompson en Amoroso, 2011). De opgenomen hoeveelheden zijn afhankelijk van het voedingselement, diersoort, lichaamsgewicht en management, en variëren van 1 tot 50 mg per kg voer voor micronutriënten (Fe, Mn, Zn, Cu, Mo, Co, Se, I, Cr, Ni, V, Sn, As, F) en van 0,1 tot 50 g per kg voer voor macronutriënten (N, P, K, Mg, Ca, S, Na, Cl) (McDonald et al., 2011).

In de landbouw worden nutriënten aangevoerd via bemesting met minerale en organische meststoffen. Bij verwerking van moeder materiaal in de aardkorst komen er geleidelijk kleine hoeveelheden nutriënten vrij en beschikbaar voor gewasopname. Afvoer van nutriënten is via geoogst product, en via uitspoeling en bodemerrosie. Uitspoeling en afspoeling verplaatst de nutriënten naar grond- en oppervlaktewater. Geoogste producten worden door mensen geconsumeerd, waardoor aanzienlijke hoeveelheden (micro)nutriënten terecht komen in organische stromen zoals rioolwater en GFT compost, en in huishoudelijk afval (Van der Wiel et al., 2020). Landbouwkundig hergebruik van deze stromen, specifieke deelstromen, of van selectief teruggewonnen nutriënten uit deze stromen draagt bij aan het bevorderen van circulaire voedselsystemen. Binnen het project Micronutriënten in de Kringloop is gekeken naar de mogelijkheden voor winning van Mn uit drinkwaterslib (Koeman en Jong, 2022). Daarnaast zijn stroomanalyses gemaakt van micronutriënten in afval en de afvalwaterketen (Van Eekert en Bisschops, 2023). Het voorliggende rapport gaat over micronutriënten in de landbouw en richt zich op bemestingsadviezen, en op balansen tussen aan- en afvoer voor alle essentiële nutriënten voor plantengroei. In een bijzonder rapport wordt in meer detail ingegaan op balansen van Cu en Zn (De Ruijter, 2023).

2 Landbouwkundige behoefte aan micronutriënten

Voor ontwikkeling en groei van planten en dieren is een voldoende beschikbaarheid van micronutriënten essentieel. Bemestingsadviezen zijn opgesteld voor akkerbouw- en vollegrondsgroentengewassen (CBAV, 2023) en voor grasland en voedergewassen (CBGV, 2023). Voedernormen zijn beschikbaar voor herkauwers (rundvee, schapen en geiten), varkens, pluimvee, paarden en pony's en konijnen (CVB, 2023), en een specifieke handleiding mineralenvoorziening rundvee, schapen, geiten (CVB, 2005).

Micronutriënten zijn slechts in kleine hoeveelheden nodig, maar tekorten kunnen leiden tot gebrekziekten. In het algemeen is bij tekorten de groei van het gewas minder, en zichtbare symptomen zijn dwerggroei, gekrulde bladeren, bleke bladeren of vlekken op het blad (Yara, 2023). Specifiek symptoom van boriumgebrek bij suikerbieten is 'hartrot', een gevolg van het afsterven en zwart verkleuren van de jongste blaadjes (IRS, 2023). Andere symptomen bij suikerbieten zijn een geremde groei met bleekgroene samengeknepen bladeren bij molybdeengebrek, wolkvormige lichtgele vlekken op de oudste bladeren bij mangaangebrek en geelverkleuring tussen de nerven bij magnesiumgebrek (IRS, 2023). Bij dieren leidt gebrek aan micronutriënten tot groeivertraging, verminderde vruchtbaarheid en een verlaagde weerstand (Van Krimpen et al., 2013).

Er zijn verschillen tussen gewassen in gevoeligheid voor tekorten aan specifieke micronutriënten. Boriumgevoelige gewassen zijn suikerbiet, maïs, luzerne, peulvruchten, koolraap, knolselderij, bloemkool, broccoli en peen. Relatief gevoelig voor mangaangebrek zijn granen, aardappelen, bieten, bonen en erwten (CBAV, 2023). Ook tussen diersoorten zijn er verschillen in de behoeften aan micronutriënten, waarbij de levensfase van het dier een rol speelt en bij melkvee het al dan niet droog staan (Van Krimpen et al., 2013).

Niet alleen tekorten kunnen leiden tot gebrekziekten, ook een overmaat kan tot problemen leiden. Zo luistert het optimale boriumgehalte in de grond vrij nauw en kan een te hoge boriumbemesting leiden tot boriumtoxiciteit bij gewassen (Brdar-Jokanovic, 2020). Bij varkens leidt extra koper en zink tot betere groeieresultaten, ook al wordt de gegeven overmaat niet opgenomen, maar schapen en jonge kalveren daarentegen zijn weer extra gevoelig voor hoge koper inname (Van Krimpen et al., 2013).

Bemestingsadviezen voor gewassen zijn gebaseerd op grond- of gewasonderzoek, en om adviezen te kunnen opstellen is er een relatie nodig tussen analyse uitkomsten en gewasgroei (opbrengst of kwaliteit), en moet het gewas reageren op bemesting. Voor akkerbouw- en vollegrondsgroentengewassen zijn er adviezen gebaseerd op grondonderzoek voor B en Cu. Voor Mn is het advies gebaseerd op de pH en vochttoestand van de grond. Er zijn geen adviezen op basis van grondonderzoek ontwikkeld voor Mo en Zn, en Fe gebrek is niet van betekenis (CBAV, 2023).

De bemestingsadviezen voor grasland en voedergewassen zijn zowel gericht op het gewas als het vee (CBGV, 2023). Voor grasgroei zijn er vrijwel altijd voldoende micronutriënten beschikbaar, waarbij bij Mn gelet dient te worden op een goede bodem-pH. Eventuele bemestingen met Cu en Co zijn niet nodig voor het gras, maar kunnen dienen om het vee van voldoende nutriënten te voorzien. Voor het vee zijn altijd toevoegingen van micronutriënten via het voerspoor mogelijk. De adviezen voor voedergewassen komen grotendeels overeen met die van akkerbouw- en vollegrondsgroentengewassen.

Micronutriënten kunnen worden toegediend aan de bodem of via bladmeststoffen aan het gewas. Op bodems waar Mn gebrek voorkomt vanwege te hoge pH heeft bodembemesting geen zin en wordt een bladbemesting met Mn geadviseerd. Alle micronutriënten kunnen via bladbemesting worden toegediend.

Micronutriënten bevinden zich in verschillende vorm in de bodem, waarbij slechts een fractie van de totale aanwezige voorraad vrij beschikbaar en opneembaar voor de plant is. Factoren die deze beschikbaarheid beïnvloeden zijn onder meer pH, vochtgehalte, organische stofgehalte en de aanwezigheid van kleimineralen (Bussink et al., 2007; White & Zasoski, 1999).

Bodem pH heeft een belangrijk effect op de beschikbaarheid van micronutriënten. Een te lage pH geeft tekorten aan Mo, waarbij het advies is om te bekalken tot de voor het bouwplan optimale pH. Een te hoge pH geeft tekorten aan Fe, Mn, Cu en B, waarbij specifiek Mn is uitgewerkt in de bemestingsadviezen omdat Mn gebrek optreedt op kalkrijke zavel- en lichte kleigronden, en op Noordoostelijk zand- en dalgronden met een hoge pH (CBAV, 2023).

De vochttoestand van de bodem speelt ook een rol bij het optreden van gebrek aan micronutriënten: bij droogte kunnen bieten op kleigrond last hebben van B gebrek, en de kans op Mn gebrek wordt ook bepaald door de vochttoestand van de bodem. Lichte gebreksverschijnselen door droogte kunnen verdwijnen door een regenbui of beregening (CBAV, 2023).

Organische stof en kleimineralen spelen een rol bij de levering van micronutriënten aan een gewas door adsorptie van micronutriënten en de chemische evenwichten die daarbij ontstaan. Lage hoeveelheden klei en organische stof zijn niet gunstig omdat nutriënten snel uitspoelen; zeer hoge zijn ook niet gunstig omdat er veel geadsorbeerd wordt en de beschikbaarheid van nutriënten afneemt (Bussink et al., 2007). Hoge adsorptie geeft verminderde beschikbaarheid van Zn, Cu, B en Mo. Aangevoerde organische stof kan de beschikbaarheid van micronutriënten verhogen omdat er bij de afbraak van de organische stof mineralen vrijkomen. Ook komen er bij deze afbraak organische zuren vrij en door de verlaging van de bodem pH kan bijvoorbeeld Mn meer beschikbaar komen (Dhaliwal et al., 2019).

Door bovenstaande invloeden is er een zeer zwak verband tussen totaal gehalte in de bodem en de plantbeschikbare hoeveelheid. Ook is de totale bodemvoorraad aan micronutriënten hoog ten opzichte van de jaarlijkse afvoer met geoogst gewas. De totale voorraad wordt geschat als duizenden malen hoger dan de jaarlijkse afvoer (White & Zasoski, 1999). In combinatie met de aanvoer via meststoffen en depositie is daarom het risico op uitputting van micronutriënten in de meeste gronden klein, ook al zijn er voorbeelden vanuit India beschreven voor arme gronden waar hoogproductieve gewassen met alleen NPK-bemesting werden geteeld (Singh, 2008; Shukla et al., 2019).

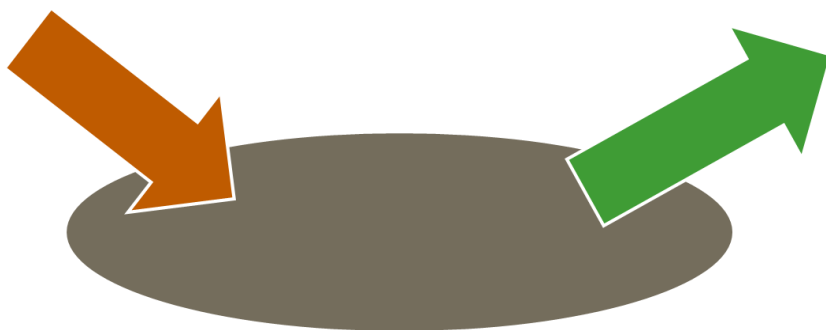
Voor opname van nutriënten door gewassen is de plantbeschikbare voorraad belangrijker dan de totale voorraad en verdient speciale aandacht (Hamner, 2016). Relaties tussen bodemanalyses gericht op schatting van de hoeveelheid plantbeschikbare nutriënten, bemesting en gewasgroei worden regelmatig tegen het licht gehouden en waar nodig worden bemestingsadviezen geactualiseerd (Brinks et al., 2020). In de Nederlandse akkerbouw praktijk is het gebrek aan sporenelementen eerder uitzondering dan regel omdat het gebruik van dierlijke mest standaard is (Brinks et al., 2020).

In een circulaire landbouw en voor analyse van kringlopen zijn balansen belangrijk om zicht te krijgen op mogelijke uitputting of accumulatie van specifieke elementen op langere termijn (Sinclair & Edwards, 2008). Het volgende hoofdstuk beschrijft afvoer van micronutriënten voor een aantal belangrijke gewassen in NL, aanvoer via dierlijke mest en andere organische mestsoorten en de resulterende balans voor de verschillende micronutriënten.

3 Balansen van micronutriënten

Voor analyse van kringlopen en voor bestudering van een circulaire landbouw zijn balansen belangrijk om zicht te krijgen op mogelijke uitputting of accumulatie van specifieke elementen op kortere of langere termijn (Sinclair & Edwards, 2008). De eenvoudigste beschrijving van een balans is 'aanvoer minus afvoer' (Figuur 1). Micronutriënten kunnen aangevoerd worden via meststoffen, depositie, zaai- en plantgoed en gewasbeschermingsmiddelen, en afvoer is via geoogst product en uit- en afspoeling. In Nederland is de belangrijkste aanvoer van micronutriënten via organische mest. Afvoer vindt voornamelijk plaats via geoogst product, en voor sommige elementen kan uitspoeling ook een belangrijke afvoerpost uit landbouwgrond zijn. Opslag van micronutriënten in gewasresten die op het land achterblijven wordt in de balansberekening als onderdeel van de voorraad gerekend en is geen afvoer.

In dit hoofdstuk worden balansen van micronutriënten verkend bij huidige niveau van organische bemesting in de akkerbouw, en worden balansen vergeleken bij gebruik van verschillende organische mestsoorten.



Figuur 1 Vereenvoudigde weergave van een balans met aanvoer, voorraad en afvoer.

3.1 Afvoer van nutriënten met geoogste producten

Tussen gewassen zijn er verschillen in de nutriëntenafvoer met geoogst product door verschillen in nutriëntgehalten en opbrengstniveau. Voor een aantal belangrijke akkerbouwgewassen zijn gegevens verzameld van de gehalten aan micronutriënten. Micronutriënten in gewassen worden zelden geanalyseerd, en goede data zijn daarom schaars. Data zijn verzameld vanuit uit Nederlandse bronnen, internationale literatuur en databases over samenstelling van voedsel. Tabel 1 geeft een overzicht van gemiddelde waarden, de onderliggende databronnen en variatie worden gegeven in Bijlage 1.

Tabel 1 Gemiddelde waarden voor nutriëntengehalten in akkerbouwgewassen per eenheid vers product.

	Opbr. (vers)	drogestof	N	P	K	Ca	Mg	S
	ton/ha	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg
Aardappelen	47,44	203	3,05	0,49	4,41	0,07	0,20	0,31
Suikerbieten	83,38	237	1,63	0,27	1,09	0,26	0,28	0,08
Wintertarwe-korrel	9,16	866	20,2	3,25	3,68	0,35	1,17	1,38
Wintertarwe-stro	4,90	850	3,67	0,53	11,7	3,13	0,87	1,01
Uien	47,92	114	1,80	0,34	1,80	0,41	0,10	0,56
		Fe	Cu	Zn	B	Mn	Mo	Co
		mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	µg/kg	µg/kg
Aardappelen		7,5	0,93	3,01	1,27	1,52	72,30	8,51
Suikerbieten		11,7	0,85	5,71	2,17	3,87	85,07	9,62
Wintertarwe-korrel		37,2	4,35	29,3	0,98	32,4	529	100
Wintertarwe-stro		85,3	2,62	8,78	2,78	32,6	1000	700
Uien		11,8	0,52	2,46	2,06	1,79	5,03	9,06

3.2 Aanvoer van nutriënten met organische mest

De aanvoer van nutriënten bestaat in Nederland voor een belangrijk deel uit dierlijke mest, een klein deel andere organische mestsoorten en wordt aangevuld met kunstmest. De aanvoer van organische mest wordt grotendeels gestuurd door het fosfaatgehalte en de fosfaatgebruiksnormen (RVO, 2023). In Nederland werd in 2020 door akkerbouwbedrijven waarop het Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid (LMM) is gericht gemiddeld 62 kg fosfaat (P_2O_5) per hectare bemest (<https://www.agrimatie.nl/>). Hiervan was 8 kg/ha uit kunstmest, 40 kg/ha uit dierlijke mest en 14 kg/ha uit overige organische mest (totale aanvoer¹). Organische mest zal in de praktijk niet jaarlijks evenredig over het bedrijf worden verdeeld, maar toegediend worden op specifieke plaatsen in de vruchtwisseling, bijvoorbeeld na granen voorafgaand aan een groenbemester. Voor een balansberekening van een volledige rotatie maakt dit niets uit en kan met de gemiddelde jaarlijkse toediening gerekend worden.

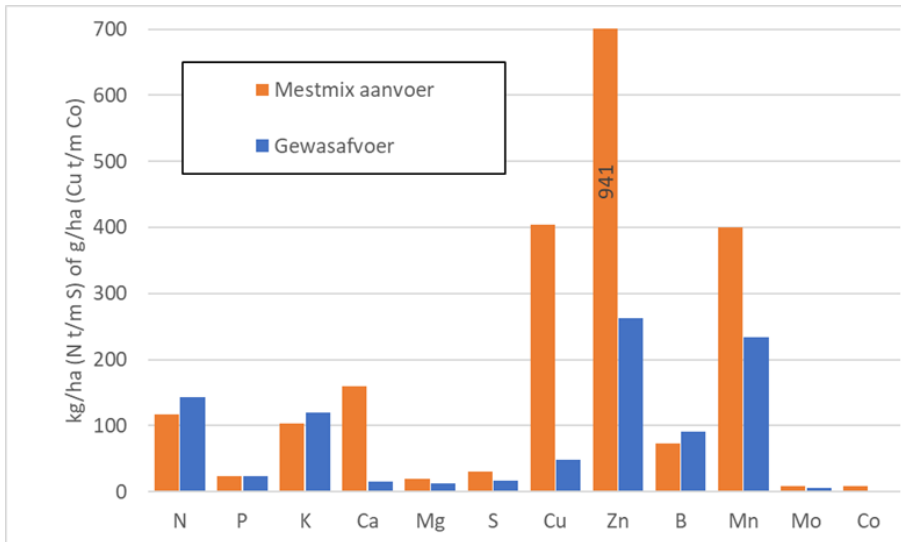
3.3 Balansberekening bij huidige organische bemesting in de akkerbouw

Een indicatieve berekening van de balansen voor alle afzonderlijke nutriënten voor een akkerbouwrotatie is gedaan met de volgende uitgangspunten:

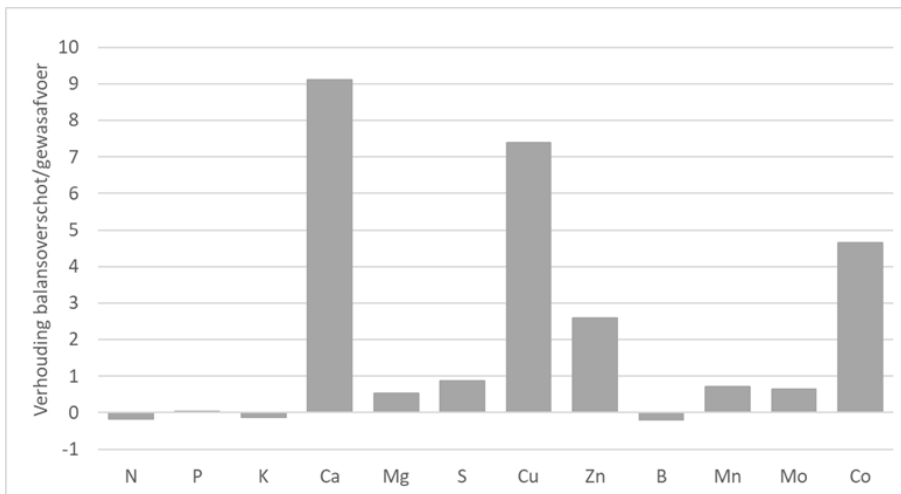
- Een akkerbouwrotatie bestaande uit aardappels, suikerbieten, wintertarwe en uien met gewasopbrengst en nutriëntengehalten volgens Tabel 1.
- Een gemiddelde jaarlijkse toediening van 54 kg P_2O_5 /ha met organische mest, met een mix van organische mestsoorten, waarbij de verhouding is gebaseerd op registratiecijfers en op de beschikbaarheid in Nederland (Bijlage 2).

Figuur 2 geeft een overzicht van de gemiddelde aanvoer via de organische mestmix en de gemiddelde afvoer via de gewassen in het akkerbouwplan. Naast de aanvoer via organische mest zal er in de praktijk met kunstmest bijbemest worden, in ieder geval voor N. Absolute hoeveelheden verschillen tussen de verschillende elementen, waarbij de schaal op de verticale as verschilt voor de macro- en microelementen (kg/ha resp. g/ha). Voor de meeste elementen in dit rekenvoorbeeld is er sprake van een overschot op de balans en wordt er meer aangevoerd dan met de gewassen wordt afgevoerd (Figuur 3). Meest opvallend hierin zijn de overschotten bij Ca, Cu, Zn en Co. De aanvoer van Ca en Co is relatief gelijkmatig verdeeld over de mestsoorten in de mix (Figuur 4). Runderdrijfmest en varkensdrijfmest voeren de meeste Cu en Zn aan, waarbij er ook een redelijk deel van de Zn via compost wordt aangevoerd. De balansen van N en K zijn negatief (Figuur 3), maar deze worden in het algemeen met kunstmest bijbemest. De balans van B is ook negatief, en dit element wordt in de praktijk ook regelmatig bijbemest, vooral bij het boriumgevoelige gewas suikerbieten.

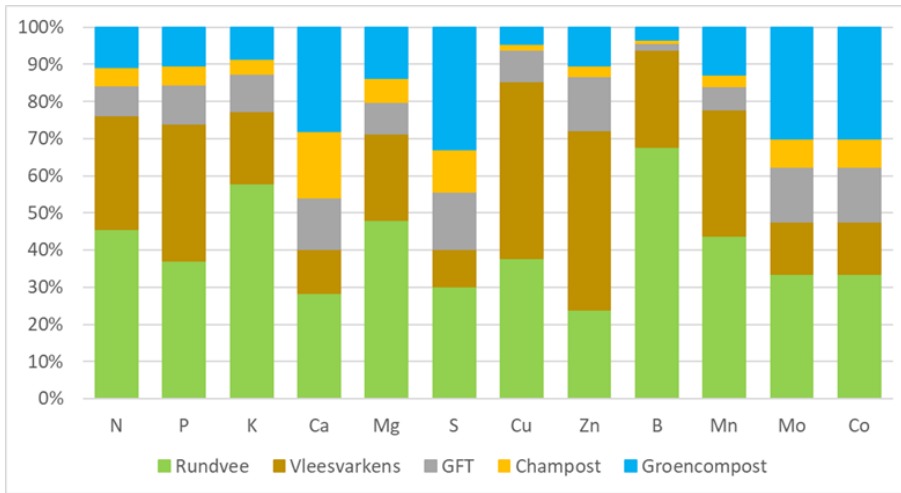
¹ Aanvoer van fosfaat met meststoffen is weergegeven als totale fosfaataanvoer. In de praktijk wordt de hoogte van de fosfaatbemesting gestuurd door de fosfaattoestand, fosfaatgebruiksnorm en mestsoort keuze. Voor de fosfaatgebruiksnorm tellen organische-stofrijke meststoffen zoals GFT-compost, groencompost, champost en vaste stonrijke dierlijke mest ten dele mee (25% of 75%), binnen minimale en maximale toepassing (Staatscourant, 2023).



Figuur 2 Aanvoer via organische meststoffen en afvoer via gewas van macroelementen N t/m S (in kg/ha) en microelementen Fe t/m Co (in g/ha) voor een akkerbouwplan gebaseerd op aardappelen, suikerbieten, wintertarwe en uien.



Figuur 3 Nutriëntenbalans uitgedrukt als verhouding ten opzichte van de gewasafvoer (gemiddelde van een rotatie met aardappelen, suikerbieten, wintertarwe en uien). Bij 0 is de aanvoer gelijk aan de afvoer met gewas, zonder bemesting is de balans -1, cijfers >0 geven aan hoeveel keer hoger het overschot is ten opzichte van de afvoer.



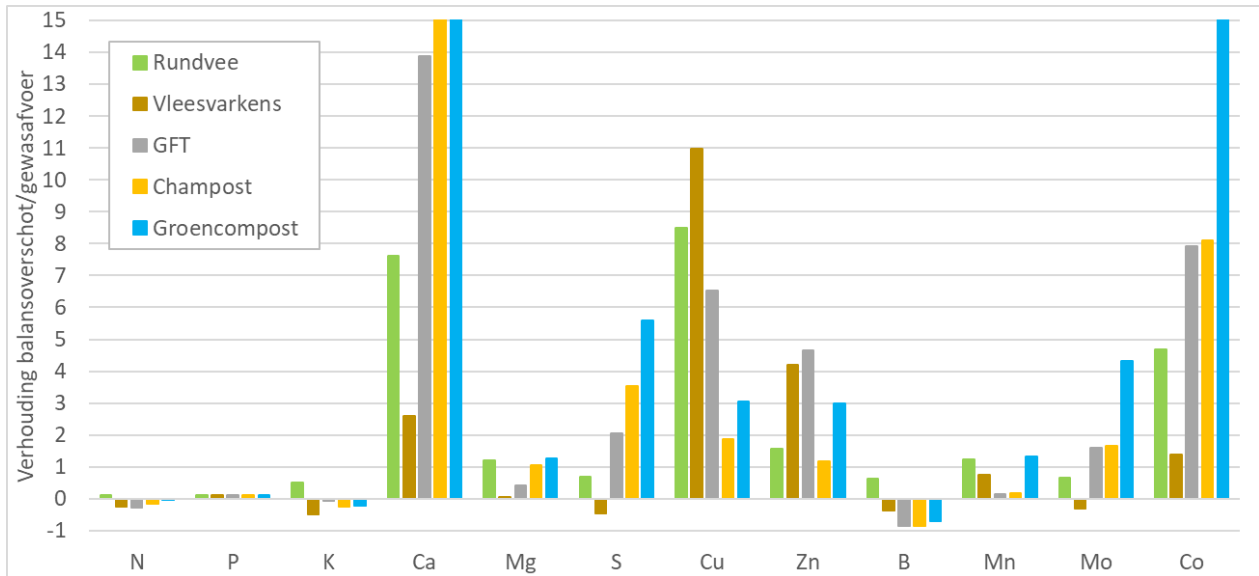
Figuur 4 Relatieve verdeling van de aanvoer van verschillende elementen via de vijf verschillende mestsoorten in de organische mestmix.

Bovenstaande berekening is voor akkerbouw waarbij de aanvoer aan organische mest is gebaseerd op registratie cijfers, aangevuld met beschikbaarheden van verschillende mestsoorten in Nederland. Dit geeft een redelijk globaal beeld van de aanvoer. In de berekening is uitgegaan van een akkerbouwtrotatie met de hoofdgewassen aardappel, suikerbiet, wintertarwe en ui. Dit zijn gewassen met een relatief hoge gewasopbrengst en waarschijnlijk ook een relatief hoge nutriëntenafvoer, waardoor de gewasafvoer voor de Nederlandse akkerbouw iets overschat kan zijn. Voor micronutriënten geeft de berekening een mogelijk tekort aan bij B, en beperkte overschotten bij Mn en Mo. Het verdient daarom aanbeveling om in meer detail naar deze elementen te kijken. Hierbij zouden de onderliggende data tegen het licht gehouden moeten worden en gehalten in mestsoorten uitgebreider onderbouwd kunnen worden via meer analyses. Verder zijn mogelijke tekorten bij B niet verrassend omdat dit element relatief makkelijk uitspoelt en daarmee sneller uit het (circulaire) systeem verdwijnt dan andere elementen. Gezien de relatief kleine overschotten bij Mn is specifieke winning van Mn uit drinkwaterbereiding (Koeman en Jong, 2022) een goede aanvulling voor een circulair systeem. Irrigatie met effluent uit de waterzuivering zou een aanvulling kunnen zijn voor aanvoer van B aangezien bijna 90% van B naar het effluent gaat (Vriens et al., 2017; Van Eekert en Bisschops, 2023). De andere micronutriënten bleven grotendeels (Mo, 58%) of bijna volledig in het slib achter (Cu, Zn, Mn >90%). Hoeveel B er via irrigatie met effluent wordt aangevoerd dient nog bekeken te worden op basis van beregeningsintensiteit en concentraties in het effluent.

In Nederland is veel variatie in grondsoort, pH, bemestingshistorie en teeltplannen. Hierdoor is er ook variatie in aanwezigheid in beschikbaarheid van de verschillende nutriënten. Locatie specifiek zouden dus ook specifieke keuzes gemaakt kunnen worden in te gebruiken meststoffen. In de volgende paragraaf wordt het effect op de balansen bekeken bij gebruik van individuele organische mestsoorten.

3.4 Balansberekening bij gebruik individuele organische mestsoorten

In de volgende berekeningen wordt de gemiddeld nutriëntenafvoer van dezelfde akkerbouwrotatie als hierboven gebruikt, maar wordt de volledige fosfaatgift toegediend via één meststof (Figuur 5). Bij deze berekeningen is uitgegaan van een fosfaatklasse ruim met een gebruiksnorm van 60 kg P₂O₅/ha. Daarnaast wordt het effect vergeleken van wel of geen rekening houden met de fosfaatvrijstelling voor organische-stofrijke meststoffen zoals die geldig zijn vanaf 1 januari 2023 (Tabel 2; Figuur 6).

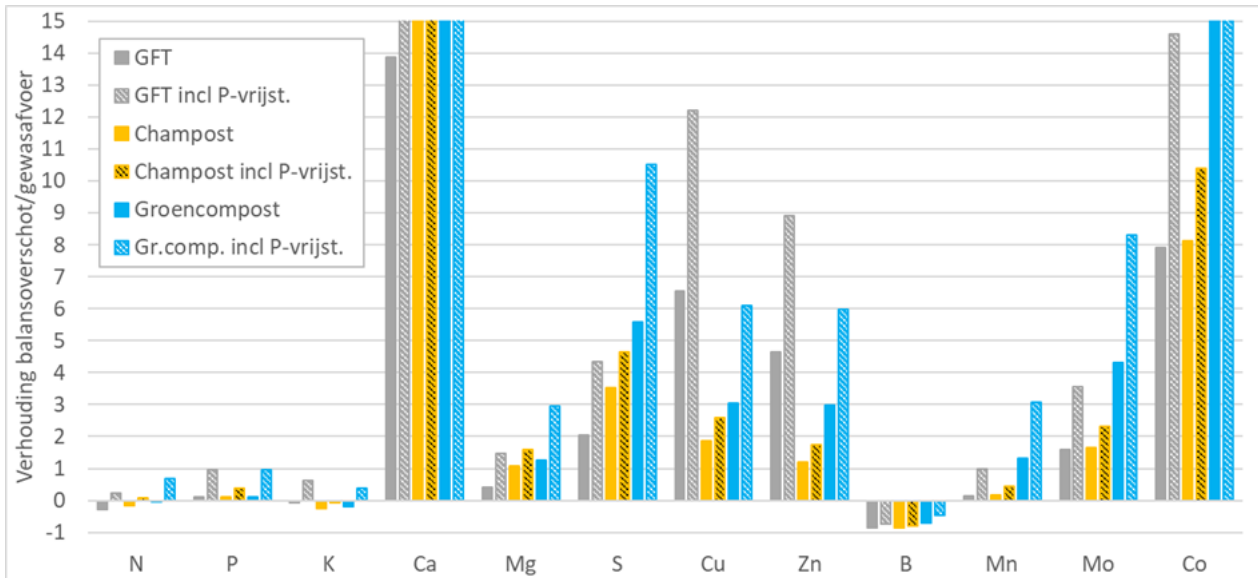


Figuur 5 Nutriëntenbalans uitgedrukt als verhouding ten opzichte van de gewasafvoer (gemiddelde van een rotatie met aardappelen, suikerbieten, wintertarwe en uien). Bij 0 is de aanvoer gelijk aan de afvoer met gewas, zonder bemesting is de balans -1, cijfers >0 geven aan hoeveel keer hoger het overschot is ten opzichte van de afvoer. Mestgift per organische mestsoort bij een hoeveelheid van 60 kg P₂O₅/ha.

Tabel 2 Berekening van de aanvoer van organische-stof rijke meststoffen op basis van fosfaatvrijstellingen (Staatscourant, 2023; BVOR, 2023).

Meststof	Gebruikte kg P ₂ O ₅ /ha	Waarvan OS rijke meststof (kg P ₂ O ₅ /ha)	In aanmerking te nemen bij berekening fosfaatgebruiksnorm	Berekening van de mate waarin is voldaan aan de fosfaatgebruiksnorm (kg P ₂ O ₅ /ha)
Compost ¹	60	60	25%	15
Compost ¹	45	45	100%	45
Totaal	105	105	-	60
Champost	60	60	75%	45
Champost	15	15	100%	15
Totaal	75	75		60

¹ Zowel GFT-compost als Groencompost.



Figuur 6 Nutriëntenbalans uitgedrukt als verhouding ten opzichte van de gewasafvoer (gemiddelde van een rotatie met aardappelen, suikerbieten, wintertarwe en uien). Bij 0 is de aanvoer gelijk aan de afvoer met gewas, zonder bemesting is de balans -1, cijfers >0 geven aan hoeveel keer hoger het overschot is ten opzichte van de afvoer. Bemesting met organische-stofrijke organische mestsoorten, zowel bij een hoeveelheid van 60 kg P₂O₅/ha en een hogere gift volgens de fosfaatvrijstelling.

Er zijn verschillen tussen de organische mestsoorten in hun effecten op de balans van verschillende nutriënten, waarbij de negatieve balans bij B nog iets meer opvalt dan bij de berekeningen met de mestmix (Figuur 3). Alleen rundveedrijfmest geeft een positieve balans, bij varkensdrijfmest en de composten is de balans negatief (Figuur 5). Bij Cu is het overschot op de balans het grootste bij runderdrijfmest, varkensdrijfmest en GFT-compost, terwijl bij Zn dit het geval is bij varkensdrijfmest, GFT-compost en groencompost. Bij Mn is het overschot het grootste bij beide dierlijke mestsoorten en bij groencompost. Het grotere overschot bij groencompost in vergelijking met GFT-compost en champost komt door het verschil in P-gehalte: het P-gehalte in groencompost is de helft van die in GFT-compost en champost waardoor er bij gelijke P-gift twee keer zoveel groencompost kan worden aangevoerd. Bij een gelijk gehalte aan Mn geeft dat een hoger overschot.

4 Discussie

Vanwege het algemene gebruik van dierlijke mest is gebrek aan micronutriënten in Nederland eerder uitzondering dan regel. Hierin zijn geen grote veranderingen te verwachten, aangezien het mestgebruik wordt gereguleerd via de fosfaatgebruiksnormen en een deel van de in Nederland geproduceerde mest geëxporteerd wordt. Eventuele lagere dieraantallen in Nederland zullen het eerst effect hebben op export van mest en niet op het binnenlandse gebruik van mest.

Naast dierlijke mest zijn er organische producten zoals GFT-compost, groencompost en champost die een waardevolle bijdrage kunnen leveren aan organische stof in de bodem en onderdeel zijn van een circulair landbouwsysteem. Vooral in de akkerbouw worden deze organische-stofrijke meststoffen gebruikt, en de toegepaste mix van dierlijke en plantaardige organische mest laat zien dat gemiddeld genomen de balans bij borium negatief is voor een rotatie met vier akkerbouw hoofdgewassen. Mogelijk pakt deze balans minder negatief uit bij rotaties met gewassen met een lagere gewasopbrengst en nutriëntenafvoer, maar het wijst er wel op voor een circulair systeem er vooral aandacht aan de borium balans nodig is. Daarnaast kan er meer aandacht uitgaan naar de micronutriënten Mn en Mo waarvoor een beperkt overschot berekend werd.

Koper en zink accumuleren bij het huidige mestgebruik, vooral het gevolg van externe inputs in het landbouwsysteem via de veehouderij (De Ruijter, 2023). Bij onderlinge vergelijking van bemesting met GFT-compost of met dierlijke mest wordt er via GFT-compost meer koper en zink per hectare aangevoerd bij toepassing van de fosfaatvrijstelling voor organische-stofrijke meststoffen. De totale input in Nederland via GFT-compost is echter kleiner vanwege het kleinere volume in vergelijking met dierlijke mest.

Analyses in het voorliggende rapport zijn gericht op het gemiddelde beeld en balansen op nationaal niveau. Tussen individuele percelen en teelten is er meer variatie. De beschikbaarheid van micronutriënten voor gewasopname hangt slechts ten dele af van de nutriëntenbalans en de bodemvoorraad en wordt vooral gestuurd door grondsoort, pH en vochttoestand. Op de korte termijn kan er bij tekorten worden bijgestuurd via bladbemesting; voor de langere termijn zijn balansstudies zinvol om toekomstige tekorten of ongewenste accumulaties te kunnen identificeren.

Literatuur

- Brdar-Jokanovic, M., 2020. Boron Toxicity and Deficiency in Agricultural Plants. *Int. J. Mol. Sci.* 21, 1424. <https://doi.org/10.3390/ijms21041424>
- Brinks, H, D. van Rotterdam, S. Houben, 2020. Effecten van (blad)bemesting met sporenelementen. Literatuuronderzoek, praktijkervaringen en toetsing van de huidige adviezen. Delphi, NMI rapport, 64 pp.
- Bussink, D.W., D.J. den Boer, G. van Duinkerken, R.L.G. Zom, 2007. Mineralenvoorziening rundvee via voerspoor of bodem- en gewasspoor. Nutriënten Management Instituut, rapport O 1139.
- BVOR, 2023. 75 procent fosfaatvrijstelling voor compost: toelichting op de regels & rekenvoorbeelden. Factsheet – versie van 6 maart 2023.
- CBAV, 2023. Handboek Bodem en Bemesting. Commissie Bemesting Akkerbouw/ Vollegrondsgroententeelt. www.handboekbodemenbemesting.nl (Bezocht op 11 aug 2023).
- CBGV, 2023. Adviesbasis bemesting grasland en voedergewassen. Commissie Bemesting Grasland en Voedergewassen. www.bemestingsadvies.nl (Bezocht op 11 aug 2023).
- CVB, 2005. Handleiding Mineralenvoorziening Rundvee, Schapen, Geiten. Commissie Onderzoek Minerale Voeding. CVB, Centraal Veevoederbureau.
- CVB, 2023. Tabellenboekjes. <https://www.cvbdiervoeding.nl/> (bezocht op 15 aug 2023)
- Tabellenboek veevoeding Herkauwers 2022.
 - Tabellenboek veevoeding Varkens 2023.
 - Tabellenboek veevoeding Pluimvee 2018.
 - Tabellenboek veevoeding Paarden Pony's 2016.
 - Tabellenboek veevoeding Konijnen 2016.
- Chardon, W.J., Oenema, O., 2013. Verkenning mogelijke schaarste aan micronutriënten in het voedselsysteem. Wageningen University & Research, Alterra rapport 2413.
- De Ruijter, F.J., 2023. Recycling van micronutriënten in Nederland. Koper en zink in de kringloop. Wageningen Plant Research, Rapport WPR-1277. <https://doi.org/10.18174/643931>.
- Dhaliwal, S.S., R.K. Naresh, Agniva Mandal, Ravinder Singh, M.K. Dhaliwal, 2019. Dynamics and transformations of micronutrients in agricultural soils as influenced by organic matter build-up: A review. *Environmental and Sustainability Indicators* 1-2, 100007. <https://doi.org/10.1016/j.indic.2019.100007>
- Elshkaki, A., Graedel, T. E., Ciacci, L., Reck, B. K., 2018. Resource Demand Scenarios for the Major Metals. *Environmental Science & Technology* 52: 2491-2497.
- Eurofins, 2023. Samenstelling meststoffen CBAV (pers. med. Karst Brolsma).
- Hees, E., 2013. Voedsel, grondstoffen en geopolitiek. Rapportage aan het Platform Landbouw, Innovatie & Samenleving. CLM Onderzoek en Advies, Culemborg.
- Hamner, K., 2016. Micronutriënten in cereal crops. Impact of nutrient management and soil properties. Doctoral Thesis, Swedisch University of Agricultural Sciences, Uppsala.
- Henckens, M.L.C.M., Driessen, P.P.J., Worrell, E., 2014. Metal scarcity and sustainability, analyzing the necessity to reduce the extraction of scarce metals. *Resources, Conservation and Recycling* 93: 1-8.
- IRS, 2023. Teelthandleiding. 4. Bemesting. <https://www.irs.nl/interessegebieden/alle-interessegebieden/teelthandleiding/4-bemesting/>.
- Koeman, N. en R. Jong, 2022. Micronutriënten in de kringloop - WP2 Mangan als micronutriënt. KWR 2022.122.
- Marschner, P., 2012. Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants. Third edition. Academic Press.
- McDonald P., Edwards, R. A., Greenhalgh, J. F. D., Morgan, C. A., Sinclair, L. A., Wilkinson, R. G., 2011. *Animal Nutrition*. Seventh Edition; Prentice Hall, Pearson: Harlow England, 714 pp.
- Nieuwe Oogst, 2015. Droge champost te verwerken tot mestkorrels. 13 juni 2015 <https://www.nieuweoogst.nl/nieuws/2015/06/13/droge-champost-te-verwerken-tot-mestkorrels>.
- Rooijackers, B., 2023. Productie champost in Nederland. Redfields Consulting (pers.med).
- RVO, 2023. Mest gebruiken en uitrijden. Hoeveel fosfaat landbouwgrond. <https://www.rvo.nl/onderwerpen/mest/gebruiken-en-uitrijden/fosfaat-landbouwgrond> (bezocht 24 nov 2023).

-
- Shukla, A.K., Behera, S.K., Satyanarayana, T., Majumdar, K., 2019. Importance of Micronutrients in Indian Agriculture. Better crops – South Asia.
- Sinclair, A.H. and Edwards, A.C., 2008. Micronutrient deficiency problems in agricultural crops in Europe. In Alloway B.J.(Ed), 2008. Chapter 9: Micronutrient deficiencies in global crop production. Springer.
- Singh, M.V., 2008. Micronutrient deficiencies in crops and soils in India. In Alloway B.J.(Ed), 2008. Chapter 4: Micronutrient deficiencies in global crop production. Springer.
- Staatscourant, 2023. Regeling van de Minister van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit van 10 februari 2023, nr. WJZ/ 26292451, tot wijziging van de Uitvoeringsregeling gebruik meststoffen en de Uitvoeringsregeling Meststoffenwet in verband met de implementatie van het zevende Actieprogramma Nitraatrichtlijn. Nr. 5152, 14 februari 2023.
- Suttle, N.F., 2010. Mineral Nutrition of Livestock. 4th Edition ed.; CABI International.
- Thompson, B., Amoroso, L., 2011. Combating micronutrient deficiencies: food-based approaches. CAB International and FAO.
- Udo de Haes HA, Voortman, RL, Bastein T, Bussink DW, Rougoor CW, van de Weijen WJ, 2012. Scarcity of micronutrients in soil, feed, food and mineral reserves—urgency and policy options. Platform Agriculture, Innovation and Society, The Netherlands. www.iatp.org/files/scarcity_of_micronutrients.pdf (bezoekt op 18 aug 2023)
- Van Bruggen C, 2023. Dierlijke mest en mineralen 2022. Methodebeschrijving en resultaten van de productie van dierlijke mest in de landbouw in 2022. Centraal Bureau voor de Statistiek, <https://www.cbs.nl> (accessed 24 nov 2023) (<https://www.cbs.nl/nl-nl/longread/aanvullende-statistische-diensten/2023/dierlijke-mest-en-mineralen-2022?onpage=true>).
- Van der Wiel, B.Z., Weijma, J., van Middelaar, C.E., Kleinke, M., Buisman, C.J.N., Wichern, F., 2020. Restoring nutrient circularity: A review of nutrient stock and flow analyses of local agro-food-waste systems. Resources, Conservation and Recycling 160, 104901.
- Van Eekert, M. & I. Bisschops, 2023. Micronutriënten in de Kringloop - Eindrapportage WP4 Afval en afvalwaterketen. <https://doi.org/10.18174/642932>.
- Van Krimpen, M.M., van Vuuren, A.M., Bikker, P., 2013. Behoeftte en verbruik van micronutriënten in de diervoeding. Wageningen UR Livestock Research, Rapport 673. <https://edepot.wur.nl/251789>.
- Vriens, B., Voegelin, A., Hug, S.J., Kaegi, R., Winkel, L.H.E., Buser, A.M., Berg, M., 2017. Quantification of Element Fluxes in Wastewaters: A Nationwide Survey in Switzerland. Environ. Sci. Technol. 51: 10943–10953. <https://doi.org/10.1021/acs.est.7b01731>.
- White, J.G. & R.J. Zasoski, 1999. Mapping soil nutrients. Field Crops Research 60: 11-26.
- Yara, 2023. Gewasvoeding – deficiënties. <https://www.yara.nl/gewasvoeding/deficienties/>.

Bijlage 1 Nutriëntengehalten in akkerbouwproducten

Bronnen

- 1 Food data (<http://frida.fooddata.dk>), version 4.2, June 2022. The Food Institute, Technical University of Denmark.
- 2 NEVO-Online 2021 7.1. <https://www.rivm.nl/en/dutch-food-composition-database>.
- 3 Standard tables of food composition in Japan, 2015 (Seventh Revised Edition). https://www.mext.go.jp/component/english/_icsFiles/afieldfile/2017/12/25/1374049_1r12_1.xlsx.
- 4 FoodData Central, USA. <https://fdc.nal.usda.gov/>.
- 5 De Ruijter, F.J., W. van Dijk, W.C.A. van Geel, G. Holshof, R. Postma, P. Wiltling, 2020. Actualisatie van stikstof- en fosfaatgehalten van akkerbouwgewassen met een groot areaal. Wageningen Plant Research, Rapport WPR-957. <https://doi.org/10.18174/520624>.
- 6 Hamner, K. et al., 2017. Influence of nitrogen supply on macro- and micronutrient accumulation during growth of winter wheat. *Field Crops Research* 213: 118–129. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fcr.2017.08.002>.
- 7 Janmaat, L., 2019. Micronutriënten. Gezonde grond voor een gezond gewas. Louis Bolk Instituut.
- 8 Van Geel, W., B. Evenhuis en C. Topper, 2020. Effect van nutriënten op kwaliteit en weerbaarheid. Verslag veldproef 2019. Uireka rapport 2020-01.
- 9 Pronk, A., Brolsma, K., & de Ruijter, F. (2023). Micronutriënten in bodem en gewas na toediening van verschillende organische producten: rapportage in het kader van het TKI-project Micronutriënten in de kringloop (LWV20.249). WPR-1234, Wageningen Plant Research. <https://doi.org/10.18174/589533>.
- 10 Groenenberg, J.E., P.F.A.M. Römkens, W. de Vries, 2006. Prediction of the long term accumulation and leaching of copper in Dutch agricultural soils: a risk assessment study. Wageningen, Alterra-report 1278.
- 11 Römkens, P.F.A.M. en R.P.J.J. Rietra, 2011. Locatiespecifiek onderzoek naar de risico's van lood in moestuinen: gehalten aan lood in de bodem en moestuingewassen in het volkstuincomplex 'Aan het Meer' te Heerenveen. Wageningen, Alterra-rapport 2107.
- 12 De Vries, W., P.F.A.M. Römkens, J.C.H. Voogd, 2004. Prediction of the long term accumulation and leaching of zinc in Dutch agricultural soils: a risk assessment study. Wageningen, Alterra-report 1030.
- 13 De Groot, N. 2022. Micronutriënten in de suikerbieten keten. Rapportage in het kader van het TKI project Micronutriënten in de kringloop. Cosun Beet Company. <https://www.kwrwater.nl/wp-content/uploads/2021/05/Rapport-Micronutriënten-in-de-suikerbietenketen-final.pdf>.
- 14 Bannick C.G., E. Bieber, H. Böken, et al., 2001. Grundsätze und Maßnahmen für eine vorsorge-orientierte Begrenzung von Schadstoff-einträgen in landbaulich genutzten Böden (Tabel 5). Umweltbundesamt Berlin.
- 15 Rutkowska, B., W. Szulc, E. Szychaj-Fabisiak, N. Pior, 2017. Prediction of molybdenum availability to plants in differentiated soil conditions. *Plant Soil Environ.* 63: 491–497. <https://doi.org/10.17221/616/2017-PSE>.
- 16 INRA-CIRAD-AFZ feed tables. <https://www.feedtables.com/>.

Bron	Product/opmerking	Y vers	ds	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Cu	Zn	B	Mn	Mo	Co
		t/ha	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	µg/kg	µg/kg
Aardappelen																
1	Potato, raw		205	3,2	0,55	4,14	0,07	0,20		10,4	0,5	3,0		2,3	0,0	
2	Potatoes raw		230	3,2	0,6	4,5	0,06	0,22		5	0,9	3,7				
2	Potatoes new raw		230	3,2	0,6	4,5	0,06	0,14		5	0,9	2				
2	Potatoes old raw		230	3,2	0,6	4,5	0,06	0,17		5	0,8	3				
3	Potatoes, tuber, raw (peeled)		202	2,56	0,4	4,1	0,03	0,2		4	1	2		1,1	40	
4	Gem, van gold, red, russet (without skin, raw)		199	3,3	0,56	4,6	0,06	0,24		3,8	1,04	3,8		1,59	67	
5			60		3,3	0,41										
7	Gemiddeld over bemestingen		22	177			4,4	0,1	0,2		14,5	0,6	2,2			
9			57,1	196	2,72	0,42	4,77	0,07	0,22	0,31	9,01	1,08	4,25	1,27	1,08	8,51
10				210 ^a							0,88					
11				210 ^a							1,09	3,86				
12				210 ^a								3,78				
14				210 ^a							1,42	1,53				
15	Potato (Solanum tuberosum)		23,2													110
Suikerbieten																
5			80,4		1,15	0,32										
9			112	234	2,12	0,21	1,09	0,26	0,28	0,08	6,56	0,61	6,32	2,01	1,99	9,62
13				240 ^a					0,29		16,80	0,91	7,44	2,33	5,76	<0,12
14				240 ^a								1,03	3,36			
15	Sugar beet (Beta vulgaris)		57,4													170

^a Schatting.

Bron	Product/opmerking	Y vers	ds	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Cu	Zn	B	Mn	Mo	Co
		t/ha	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	µg/kg
Uien																
1	Onion, raw		121	2,0	0,31	1,86	0,23	0,09		2,8	0,4	1,9		1,5	0,0	
2	Onions raw		109	2,08	0,33	1,85	0,29	0,09		3	0,6	2,9				
3	Onions, bulb, raw (peeled)		103	1,6	0,33	1,5	0,21	0,09		2	0,5	2		1,5	10	
4	Onions, yellow, raw		99	1,33	0,34	1,82	0,15	0,09		2,8	0,35	2		1,44		
5		70,4		1,8	0,35											
8	Gemiddeld over 2017-19	70	139	2,0	0,4	2,0	1,1	0,1	0,6	48,3	0,8	3,5	2,1	2,7	0,05	
Tarwe (korrels)																
1	Wheat, flour, wholemeal		882	18,2	2,85	3,75	0,28	0,97		30,9	3,2	22,0		26,7	420	
2	Flour wheat wholemeal		851	23,0	3,7	2,5	0,3	1,24		40	4,5	29				
3	Common wheat, hard flour, whole grain		855	20,5	3,1	3,3	0,26	1,4		31	4,2	30		40,2	440	
4	Flour, whole wheat, unenriched		906	24,1	3,52	3,76	0,38	1,36		38,6	4,5	32,4		35,6	585	
5		11,1	850	16,2	3,10											
6	Winter wheat - grain - N160	9,99	850	19,0	3,4	4,9	0,3	1,0	1,4	33,8	3,9	25,4	1,0	28,5		
14			850								6,17	40,2				
15	Winter wheat (Triticum aestivum)	4,13													700	
16	Wheat, soft (as fed)		869		3,1	3,9	0,6	1	1,4	49	4	26		31	500	100
Tarwe (stro)																
5		4,9	850	3,7	0,51											
6	Winter wheat - straw - N160	9,63	850	3,6	0,5	12,4	2,3	0,7	1,0	19,6	1,2	5,6	2,8	24,2		
16	Wheat straw (as fed)				0,6	10,9	4	1	1	151	4	12		41	1000	700

Bijlage 2 Hoeveelheden en samenstelling van organische mestsoorten in Nederland

Mestproductie met bijbehorende N en P inhoud van de Nederlandse veestapel wordt jaarlijks berekend door het CBS en de Werkgroep Uniformering berekening Mest en mineralencijfers (WUM) (Van Bruggen, 2023). Tabel B2.1 geeft per diercategorie de mestproductie, N en P₂O₅ productie.

Tabel B2.1 Mestproductie, N en P₂O₅ productie per diercategorie in 2022 (Van Bruggen, 2023).

	Mestproductie miljard kg	Stikstof (N) miljoen kg	Fosfaat (P ₂ O ₅) miljoen kg
Rundvee - melkvee	55,1	269,2	77,2
Rundvee - vleesvee	5,6	33,2	9,1
Varkens	8,9	88,6	34,4
Pluimvee	1,3	53,9	22,5
Overig vee ¹	2,6	22,3	7,2

¹ Schapen, geiten, paarden, pony's en konijnen.

Andere organische mestsoorten naast dierlijke mest zijn GFT-compost, groencompost en champost. Voor champost is er enige overlap met dierlijke mest omdat het gemaakt wordt van paardenmest dat samen met kippenmest, stro en kalk wordt gecomposteerd. Een overzicht van productiehoeveelheden van de verschillende composten wordt gegeven in Tabel B2.2, met een berekening van de N en P₂O₅ inhoud op basis van gehalten volgens CBAV (2023). Productiecijfers voor GFT-compost zijn afkomstig uit Rijkswaterstaat (2023) als totaal voor de afzet naar landbouw, potgrond- en opzaksector en een aantal kleinere sectoren in het jaar 2021. Cijfers voor groencompost zijn afkomstig van BVOR en gegeven in Appendix 4 van Van Eekert en Bisschops (2023). Champost productie is afkomstig uit een nieuwsbericht (Nieuwe Oogst, 2015), en in 2023 is dit met ca. 100.000 ton gedaald en naar verwachting daalt dit verder in 2024 met nog eens 100.000 ton tot 600.000 ton per jaar (Rooijackers, 2023). De productie van composten in Nederland is beduidend lager dan van dierlijke mest.

Tabel B2.2 Productie van compost in Nederland en berekening van N en P₂O₅-inhoud met gehalten volgens CBAV (2023).

	Productie miljard kg	Stikstof (N) miljoen kg	Fosfaat (P ₂ O ₅) miljoen kg
GFT-compost	0,69	5,3	3,1
Groencompost	0,80	4,0	1,8
Champost	0,80	7,1	3,5

De mest- en compostproductie zoals weergegeven in Tabel B2.1 en Tabel B2.2 wordt grotendeels gebruikt in de landbouw in Nederland. Een deel krijgt een andere bestemming: pluimveemest wordt merendeels verbrand, en een deel van de mest wordt geëxporteerd. Van de composten gaat een deel naar landschapsvorming en tuinen.

Het gebruik van organische mest verschilt tussen sectoren omdat de fosfaatnormen verschillen tussen grasland en bouwland (RVO, 2023) en omdat de akkerbouw meer gebruik maakt van andere organische mestsoorten dan de melkveehouderij (<https://www.agrimatie.nl>).

Voor een indicatieve berekening van de nutriëntenbalansen in een akkerbouwrotatie wordt hier uitgegaan van een P₂O₅-aanvoer van 54 kg/ha uit organische mest, waarvan 40 kg/ha uit dierlijke mest en 14 kg/ha uit overige organische mest (<https://www.agrimatie.nl>). Voor de dierlijke mest wordt verondersteld dat de helft via runderdrijfmest wordt aangevoerd, en de andere helft via varkensdrijfmest. De 14 kg/ha via overige organische mest wordt als volgt verdeeld: 40% uit GFT-compost, 20% uit groencompost en 40% uit champost. Samenstelling van de mest volgens CBAV (2023), waarvan de cijfers in iets meer detail zijn verkregen via Eurofins (Tabel B2.3).

Tabel B2.3 Samenstelling dierlijke mest en compost (CBAV, 2023; extra detail voor micronutriënten afkomstig van Eurofins, 2023).

	ds	N	P2O5	K2O	Ca	MgO	S	Cu	Zn	B	Mn	Mo	Co
	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
Rundvee	92	4	1,5	5,4	3,4	1,2	0,7	11,5	16,8	3,7	13,1	0,21	0,21
Vleesvarkens	107	7	3,9	4,7	3,7	1,5	0,6	37,6	88,5	3,7	26,5	0,23	0,23
GFT	336	7,6	4,5	10	17,6	2,3	3,8	27,3	111,2	1,0	20,0	1,00	1,00
Champost	696	8,9	4,4	7,9	45	3,3	5,5	10,2	42,0	1,0	20,0	1,00	1,00
Groencompost	599	5	2,2	4,2	17,6	1,8	4	7,2	38,3	1,0	20,0	1,00	1,00

Correspondentie adres voor dit rapport:

Postbus 16

6700 AA Wageningen

T 0317 48 07 00

wur.nl/plant-research

Rapport WPR-1278



De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 7.200 medewerkers (6.400 fte) en 13.200 studenten en ruim 150.000 Leven Lang Leren-deelnemers behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

To explore
the potential
of nature to
improve the
quality of life



Correspondentieadres voor dit rapport:
Postbus 16
6700 AA Wageningen
T 0317 48 07 00
wur.nl/plant-research

Rapport WPR-1278

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 7.600 medewerkers (6.700 fte) en 13.100 studenten en ruim 150.000 Leven Lang Leren-deelnemers behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

