

Micronutriënten in de suikerbieten keten

Rapportage in het kader van het TKI project
Micronutriënten in de kringloop

Nico de Groot

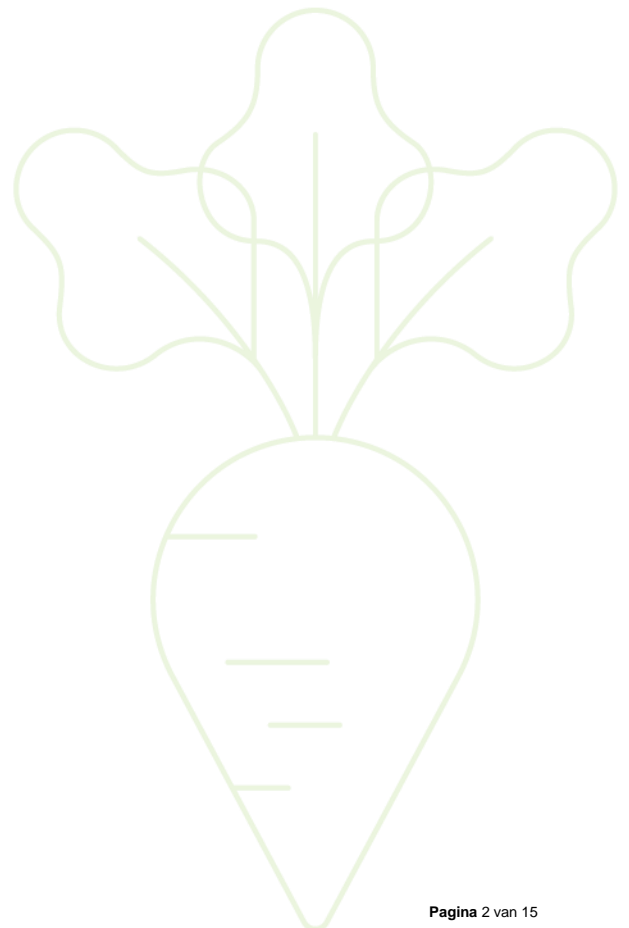
Februari 2022

Inhoudsopgave

1. Achtergrond/inleiding	3
2. De suikerbietenketen in Nederland.	3
3. Micronutriënten in teelt.	4
4. Micronutriënten stromen in de suikerbietenverwerking.	7
5. Reststromen in suikerbieten keten nader bekeken.	10
6. Balans van micronutriënten in de suiker verwerking.	14
7. Conclusies en discussie	14
8. Informatiebronnen.....	15

Deze rapportage is opgesteld als onderdeel van het TKI-project “Micronutriënten in de kringloop” (LWV20.249), werkpakket 3 Case “bietenindustrie”.

Deze activiteit is mede gefinancierd uit de Toeslag voor Topconsortia voor Kennis en Innovatie (TKI's) van het ministerie van Economische Zaken en Klimaat



1. Achtergrond/inleiding.

In 2021 is het TKI Project Micronutriënten in de kringloop (LWV20.249) van start gegaan. Doel van het project is bij te dragen aan het sluiten van de kringloop van micronutriënten in het Nederlandse voedselsysteem. De focus ligt bij het direct (via de reststromen die micronutriënten bevatten) of indirect hergebruiken (na behandeling van de reststromen) hergebruik van de micronutriënten. De projectaanpak omvat het in kaart brengen van de nutriëntenstromen en -concentraties in reststromen, de plant-beschikbaarheid van deze micronutriënten en het ontwikkelen van waardeketens voor gerecyclede micronutriënten.

Het project richt zich op een zevental micronutriënten die door de projectpartners als belangrijk zijn geïdentificeerd: IJzer (Fe), Magnesium (Mg), Mangaan (Mn), Koper (Cu), Zink (Zn), Boor (B) en Molybdeen (Mo).

De suikerbieten keten is binnen het project als “case” aangegeven om te onderzoeken wat de kansen/mogelijkheden zijn voor hergebruik van micronutriënten in de suikerbieten keten. De suikerbieten case richt zich allereerst op het in kaart brengen van de micronutriënten in de hele keten en reststromen. Vervolgens wordt gekeken wat oplossingsroutes zijn om de micronutriëntenstroom meer sluitend te krijgen/hergebruik van reststromen te verbeteren.

In deze rapportage wordt de analyse en data over micronutriënten in de suikerbieten keten gepresenteerd. In paragraaf 2 wordt de suikerbieten keten beschreven waarna in paragraaf 3 de micronutriënten in de suikerbietenteelt worden geanalyseerd. De micronutriëntenstroom in het verwerkingsproces wordt gepresenteerd in paragraaf 4 en verder geanalyseerd in paragraaf 5. De balans wordt opgemaakt in paragraaf 6. In paragraaf 7 staan bevindingen en conclusies. De vervolgstappen/oplossingsroutes worden in een tweede rapport uitgewerkt.

2. De suikerbietenketen in Nederland.

Cosun Beet Company (onderdeel van Coöperatie Koninklijke Cosun U.A.; kortweg Cosun) is de enige verwerker van suikerbieten in Nederland. Op 2 locaties in Nederland (Vierverlaten en Dinteloord) worden de suikerbieten van een kleine 8000 leden/toeleveranciers van de coöperatie verwerkt. Jaarlijks gaat het om 7 tot 7,5 miljoen ton suikerbieten afkomstig van 80.000-85.000 ha. De gemiddelde opbrengst varieert afhankelijk van de weersomstandigheden tussen de 75 en 90 ton per ha.

De suikerbieten keten is grofweg in 3 stukken onder te verdelen:

- a. De teelt van de suikerbieten bij de telers/toeleveranciers.
- b. De verwerking van de suikerbieten op de 2 productie locaties.
- c. De verpakking, logistiek en afzet van de suiker (verpakking van suikerproducten vindt op aparte locaties in Puttershoek en Roosendaal plaats).

In deze case ligt de focus op de route die de micronutriënten afleggen die met de suikerbieten en aanhangende grond bij de 2 suikerfabrieken afleggen. De verpakking/afzet betreft het kristalsuiker en andere suikerproducten; dit wordt niet meegenomen in de analyse omdat hierin geen traceerbare sporen van micronutriënten aanwezig zijn.

3. Micronutriënten in teelt.

Wat betreft de teelt wordt in beperkte mate micronutriënten als aparte meststof toegediend. Het betreft voornamelijk Magnesium (MgO), Borium en Mangaan en zeer beperkte hoeveelheden Molybdeen. Van het totale suikerbietenareaal wordt tussen de 15-20 % met Borium en Mangaan bemest; met Molybdeen tussen de 500-1000 hectares. In onderstaande tabel staat aanwending van deze meststoffen. De data zijn afkomstig van het eigen teeltregistratie system over de periode 2017-2019.

Tabel 1: Aanvoer micronutriënten via kunstmest/bladbemesting (in kg).

Micronutriënt	2017		2018		2019	
	ha	kg	ha	kg	ha	kg
Borium (B)	18.183	11.125	24.112	11.641	21.206	10.247
Mangaan (Mn)	11.542	8.447	17.679	12.278	14.682	12.224
Molybdeen (Mo)			511	34	1.275	1.911
Magnesium (MgO)	42.917	2.488.571	60.086	2.570.232	55.618	2.232.941

Magnesium is veruit de belangrijkste micronutriënten meststof die wordt toegediend tot 2500 ton op jaarbasis (in 2019 40 kg/ha op 55.618 ha). Van Borium wordt rond 0,5 kg/ha toegediend, van Mangaan rond 0,7 kg per ha. De toegediende hoeveelheid Molybdeen per ha is laag. Het betreft hier veelal toepassingen van bladbemesting van minerale origine.

Naast de bladbemesting worden micronutriënten aangevoerd via de organisch bemesting. In de suikerbietenteelt (data eigen teeltregistratie) betreft het dan voornamelijk runder- en varkensmest (zowel vaste mest als drijfmest). Uit de teeltadministratie Unitip blijkt dat in het jaar van de teelt van suikerbieten (of er vlak aan voorafgaand) op 40 % van het areaal organische mest wordt uitgereden (in 2019 op 32.555 ha van in totaal 81.041 ha). Hiervan is rond 55 % runderdrijfmest en vaste mest en rond 35 % varkensdrijfmest. Over het totale areaal gerekend wordt aan runderdrijf/vaste mest 7,3 ton/ha en aan varkensdrijfmest 4 ton/ha aangewend in de suikerbietenteelt.

In onderstaande tabel zijn de hoeveelheden aangevoerde micronutriënten op basis van de organische mestgift weergegeven.

Tabel 2: Aanvoer micronutriënten in organische mest in suikerbietenteelt 2019.

Micro-nutriënt	Rundermest			Varkensmest			Totale hoeveelheid ³ op bouwplan-niveau (40 kg P ₂ O ₅ /ha) kg
	Gehalte ¹ mg/kg	Hoeveel- heid ² ton (9,6 % DS)	Hoeveelhei d micro- nutriënten kg	Gehalt e ¹ mg/kg	Hoeveel- heid ² ton (10 % DS)	Hoeveelheid micronutriënt en kg	
Mg	1400	593.000	830.200	1800	350.000	630.000	2.190.300
Fe		593.000		200	350.000	70.000	105.000

Cu	1,7	593.000	1.008	44	350.000	15.400	24.612
Zn	23,6	593.000	13.995	99	350.000	34.650	72.968
B	2,9	593.000	1.720	5,5	350.000	1.925	5.460
Mn		593.000		53,5	350.000	18.550	27.825
Mo		593.000		0,85	350.000	298	447

¹ bron: Starmans et al., 2015. Mest vol verwaarden? Wat kan raffinage betekenen? Wageningen UR, PPO-658.

² bron: eigen teeltregistratie 2019.

³ Totale hoeveelheid behorend bij een bouwplanbemesting van 40 kg P₂O₅/ha is berekend als: (rundermest+varkensmest)x1,5. Zie tekst voor toelichting.

Uit informatie van het Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid (LNM) (<https://www.agrimatie.nl/>) blijkt dat in 2019 in de akkerbouw per ha 62 kg fosfaat is uitgereden. Hiervan is 40 kg afkomstig van organische mest. Deze aanvoer wordt niet jaarlijks evenredig over het bedrijf verdeeld, maar toegediend op specifieke plaatsen in de vruchtwisseling, bijvoorbeeld na granen voorafgaand aan een groenbemester. Slechts een deel wordt voorafgaand aan de suikerbieten teelt toegediend zoals blijkt uit de data van Unitip.

Als voor de balansberekeningen de gemiddelde drijfmesttoediening van 40 kg P₂O₅/ha evenredig wordt verdeeld over alle gewassen in het bouwplan, dan moeten de waarden in tabel 2 aangepast worden volgens de berekening in onderstaande tabel 3 en wel worden vermenigvuldigd met 1,5 (40/26,3). Deze correctiefactor is meegenomen in de laatste kolom van tabel 2.

Tabel 3: Omrekeningswaarde naar 40 kg P₂O₅ organische bemesting.

	t/ha	P ₂ O ₅ -gehalte (kg/ton) ¹	P ₂ O ₅ -aanvoer (kg/ha)	Verhoudingsgewijs naar totaal 40 kg P ₂ O ₅ /ha (kg/ha)	Mest (t/ha)
RDM	7,1	1,5	10,65	18,4	12,3
VDM	4	3,9	15,6	21,6	5,5
		SOM:	26,25		

¹ bron: Handboek bodem en bemesting (www.handboekbodemenbemesting.nl). Starmans et al. (2015) geven voor RDM 1.7 en voor VDM 4.2 kg/ton

Met de suikerbieten en aanhangende grond worden micronutriënten van de akkers afgevoerd naar de fabriek. Op basis van de analyses van de inkomende bieten en de bietengrond zijn deze hoeveelheden berekend. Deze hoeveelheden staan in tabel 4. De analysecijfers in tabel 4 zijn van een mengmonster van 10 monsters van 10 verschillende partijen in week 42 2021 van de locatie Dinteloord. Dit is dus een moment opname. Referenties van eerdere analyses op micronutriënten ontbreken.

Tabel 4: Micronutriënten in afgevoerde suikerbieten en aanhangende grond

Nutrient	Gehalte in suikerbieten	Hoeveelheid	Hoeveelheid	Subtotaal in suikerbieten	Gehalte in bietengrond	Hoeveelheid	Sub Totaal bietengrond
	mg/kgDS	ton	ton DS	kg	gr/kg	ton	kg
		21,8 % DS					
Mg	1200	7.000.000	1.526.000	1.831.200	180	750000	135.000
Fe	70	7.000.000	1.526.000	106.820	3,8	750000	2.850
Cu	3,8	7.000.000	1.526.000	5.799	0,05	750000	38
Zn	31	7.000.000	1.526.000	47.306	0,1	750000	75
B	9,7	7.000.000	1.526.000	14.802	0,46	750000	345
Mn	24	7.000.000	1.526.000	36.624	1,7	750000	1.275
Mo*	<0,5	7.000.000	1.526.000	687	0,051	750000	38
*uitgaande van 0,45 mg/kg DS							

Micronutriënten worden voornamelijk met de suikerbieten en in beperkte mate met de aanhangende grond aangevoerd naar de verwerkingslocaties.

In onderstaande tabel wordt de balans tussen de aanvoer en afvoer van micronutriënten in de teelt van suikerbieten gepresenteerd.

Tabel 5: Micronutriëntenbalans suikerbietenteelt 2019

Micronutriënt	Aanvoer bladbemesting	Aanvoer organische mest	Afvoer bieten + grond	Balans
	kg	kg	kg	kg
Mg	2.232.941	1.775.200	1.966.200	2.041.941
Fe	0	105.000*	109.670	-4.670
Cu	0	24.612	5.836	18.776
Zn	0	72.968	47.381	25.587
B	10.247	5.460	15.147	560
Mn	12.224	27.825*	37.899	2.150
Mo	1.911	447*	496	1.862

*voor Fe, Mn en Mo ontbreken gehalte cijfers voor runderdrijfmest.

Uit deze cijfers kan geconcludeerd worden dat de balans alle micronutriënten behalve Fe positief is: er wordt meer aangevoerd via bemesting dan afgevoerd. De negatieve balans voor Fe komt mogelijk omdat geen gehalten van deze nutriënten bekend zijn voor runderdrijfmest en daarom niet meegenomen zijn.

Wanneer dit wel meegenomen kan worden, is waarschijnlijk ook de aan- en afvoer van Fe mogelijk in balans of zelfs positief.

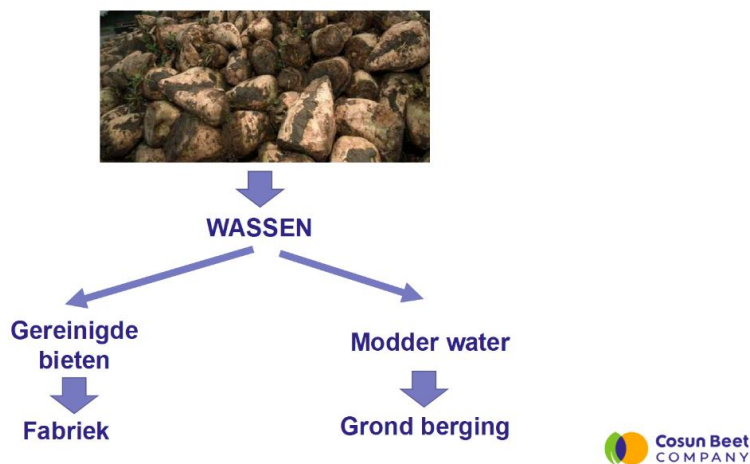
Kantekening bij deze conclusie is dat het een globale indicatie geeft. Alleen de balans voor suikerbieten wordt bekeken, en balansoverschotten of tekorten van andere gewassen niet zijn berekend. Verder is de beschikbaarheid voor de plant in de bodem een aandachtspunt.

4. **Micronutriënten stromen in de suikerbietenverwerking.**

In onderstaande schema's wordt de verwerking van suikerbieten na aankomst op de fabriekslocaties weergegeven. Uiteindelijk wordt kristalsuiker geproduceerd en komen er verschillende reststromen/ bijproducten vrij tijdens het verwerkingsproces.

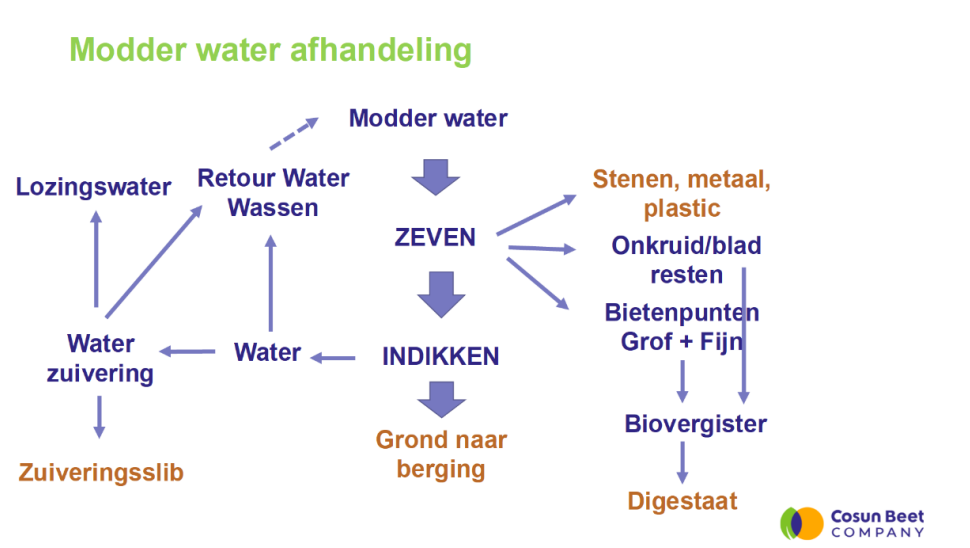
Schema 1 Suikerbieten reinigen en afhandeling modderwater

B. Suikerbieten Verwerking



De suikerbieten met aanhangende grond worden na aankomst in het washuis gewassen waarbij de grond van de bieten wordt verwijderd. Tijdens het wasproces breken er stukjes van de suikerbieten. Deze worden na het reinigen uit het modderwater gezeefd waarbij de grove fractie in de eigen biovergisters wordt verwerkt en de fijne fractie naar een externe biovergister wordt afgevoerd. Tevens wordt tijdens het wassen metaal, stenen, plastic, blad en onkruid resten verwijderd. De blad- en onkruidresten worden in de eigen biovergister verwerkt (zie schema 2).

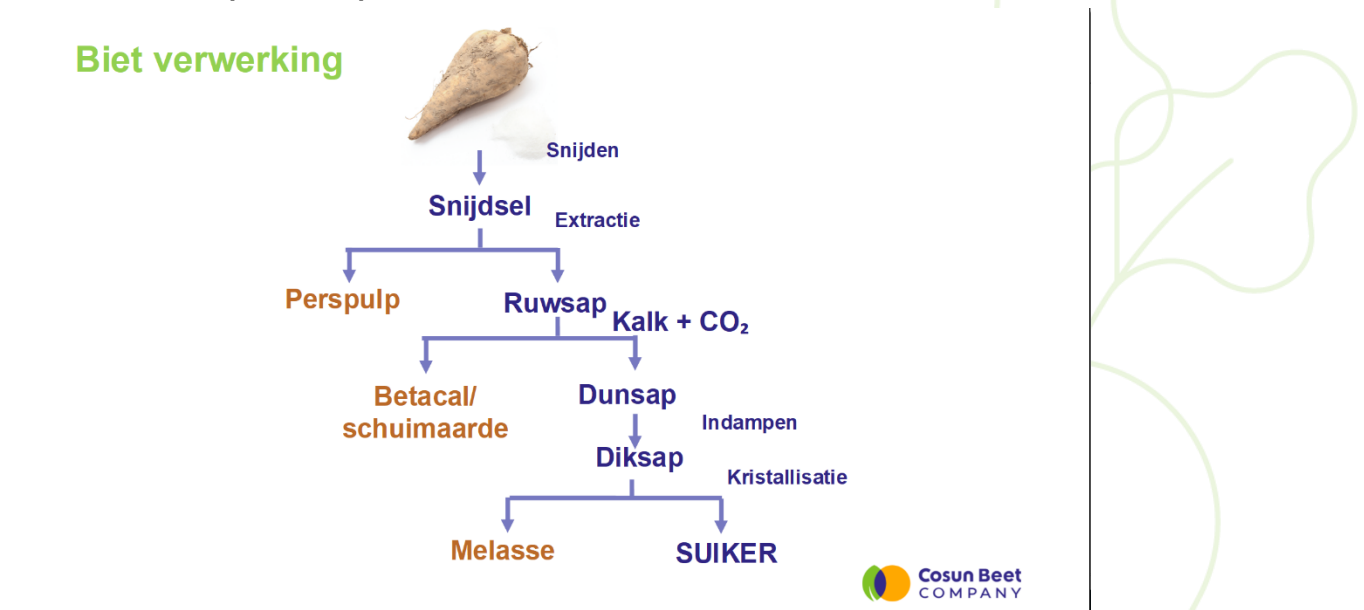
Schema 2: Verwerking waswaterstroom



Het modderwater wordt via een indikker naar vakken in de grondberging gepompt. Daar zakt de grond uit en het geklaarde water wordt teruggepompt naar het washuis. Deels gaat dit retour water via de biovergister om het opgeloste suikergehalte te verlagen (vermindering geuroverlast). Uiteindelijk wordt het waswater via de waterzuivering geloosd waarbij de (micro) nutriënten die nog in het was/afvalwater aanwezig zijn in het zuiveringsslib terecht komen of via het effluent geloosd worden.

De suikerproductie en de daarbij ontstane reststromen wordt weergegeven in onderstaand schema 3.

Schema 3: Suikerproductie proces



Na het wasproces worden de gereinigde suikerbieten gesneden, gemengd met water en op temperatuur gebracht. D.m.v. extractie wordt het suiker uit de bietenstukjes gehaald. Wat overblijft aan bietenresten wordt perspulp genoemd, wat als grotendeels als veevoer wordt afgevoerd. Een klein deel (grotendeels de partijen die niet voldoen aan de specs voor veevoer) is “brandstof” voor de biovergisters.

Na het diffusieproces blijft ruwsap over: een soort suikerwater met nog allerlei verontreinigingen (voornamelijk eiwitten en nutriënten). Door de toediening van calciumoxide en CO₂ ontstaat calciumcarbonaat dat als een filter de verontreinigingen uit het bietensap haalt. Dit calciumcarbonaat wordt afgefilterd en als nat product (betacal flow) of ingedroogd product (betacal filter) afgezet als kalkproduct/bodemverbeteraar in de landbouwsector.

Na de calciumfiltratie blijft dunsap over: gezuiverd suikerwater. Dit wordt ingedampt waarbij door kristallisatie suiker ontstaat. De substantie die na kristallisatie overblijft is melasse dat als grondstof dient voor de productie van o.a. bio-ethanol en gist. De kristalsuiker wordt in big bags of retail verpakking aan Nederlandse en internationale klanten verkocht.

Samenvattend ontstaan in het suikerverwerkingsproces de volgende bijproducten/reststromen:

- a) Bietengrond. Deze grond wordt op dit moment zowel intern gebruikt alsook extern afgevoerd voor de ophoging van laag liggende veengronden (vooral grasland).
- b) Betacal. Kalkproduct dat grotendeels terug wordt geleverd als kalkmeststof aan bietentelers alsook deels elders in de landbouwsector verkocht.
- c) Bietenpunten fijn. De fijne fractie van uitgezeefde bietenresten uit het waswater worden extern afgezet naar een biovergister.
- d) Digestaat. Bietenpunten grof en een deel van de perspulp worden als “brandstof” voor de biovergistingsinstallaties gebruikt. Uit de biovergister komt digestaat in zowel een droge fractie als een natte fractie. De droge fractie wordt was meststof naar de landbouw afgezet; de natte fractie wordt op 1 locatie intern opgeslagen in een vijver waar de fijne deeltjes sedimenteren. Het water wordt afgepompt naar de waterzuivering. Het sediment blijft in de vijver achter. Hiervoor bestaat voorsnog geen bestemming voor. Op de 2^{de} locatie wordt de natte digestaat ingedroogd en eveneens als meststof naar de landbouw afgezet.
- e) Slib van de waterzuivering. Het zuiveringsslib wordt opgevangen in een groot bassin waar de grotere deeltjes sedimenteren.
- f) Perspulp. De restanten van de suikerbieten na suikerextractie worden als veevoer (voornamelijk rundvee) afgezet. Een kleinere deel wordt als “brandstof” voor de biovergister gebruikt.
- g) Melasse. Dit restant van de kristalsuiker productie wordt extern afgezet voor de productie van bio-ethanol en gist.

Mogelijk dat in het lozingswater van de waterzuivering nog micronutriënten zijn opgelost. Uit Zwitsers onderzoek bij een 13-tal rwzi's blijkt dat vooral Mg, B en in mindere mate Mo goed oplossen in effluent. Fe, Cu, Zn en Mn slaan in hoge mate of volledig neer in het zuiveringsslib (Bron: Vriens et.al., 2017).

De gehalten van micronutriënten in het lozingswater zijn niet gemeten en voorsnog niet meegenomen.

5. Reststromen in suikerbieten keten nader bekeken.

A. Bietengrond

Bij de aanvoer van de suikerbieten komt afhankelijk van de weerssituatie 10-12% aanhangende grond mee. Deze grond wordt afgewassen en ingedroogd op het terrein bij de suikerfabriek. Jaarlijks gaat het om 700.000-800.000 ton grond. Deze grond wordt op dit moment gebruikt voor ophoging van laag liggende veengronden (grasland) in de omgeving van de locatie Vierverlaten (Groningen). In Dinteloord wordt op dit moment alle inkomende grond intern gebruikt. Vanaf 2024 zal in Dinteloord de bietengrond extern afgezet moeten worden. De mogelijkheden voor retour voor agrarische gebruik wordt op dit moment onderzocht: perceelsophoging/structuurverbetering.

De gehalten aan micronutriënten die met de bietengrond mee komen, staan weergegeven in onderstaande tabel. De gehalten zijn bepaald op basis van een 7-tal analyses in 2020 en 2021 van de locatie Dinteloord.

Tabel 6: Micronutriënten in bietengrond in grondberging.

Micronutriënten	Gehalte (plantbeschikbaar)	Hoeveelheid	Hoeveelheid micronutriënten
	Mg/kg	Ton	Kg
Mg	180	750.000	135.000
Fe	3,8	750.000	2.850
Cu	0,05	750.000	37,5
Zn	0,1	750.000	75
B	0,45	750.000	345
Mn	1,7	750.000	1.275
Mb	0,051	750.000	38,3

B. Betacal

Betacal ontstaat bij de zuivering van het suikersap dat uit de suikerbieten is gewonnen. Betacal bestaat voornamelijk uit calciumcarbonaat. Dit calciumcarbonaat ontstaat door de toevoeging van CaO en CO₂ aan het bietensap. De CaO wordt gemaakt door kalksteen in een kalkoven te verbranden. Of in de kalksteen micronutriënten bevinden, is niet onderzocht.

Nadat het calciumcarbonaat uit het bietensap is gefiltreerd, wordt dit deels direct afgevoerd als Betacal flow naar landbouwpercelen of tijdelijk opgeslagen in betacalvakken waar het indroogt. Dit ingedroogde product (Betacal filter) wordt eveneens als kalkmeststof in de agrarische sector afgezet. Grotendeels terug naar suikerbietentelers; deels als hulpstof in de champignonteelt (dekaarde). Jaarlijks wordt zo'n 165.000 ton DS betacal geproduceerd.

De gehalten aan micronutriënten in betacal staan in tabel 7. Deze gehalten zijn gebaseerd op 1 mengmonster genomen in oktober 2021 van de betacal voorraad in Dinteloord.

Tabel 7: Micronutriënten in betacal.

Micronutriënten	Gehalte	Hoeveelheid	Hoeveelheid micronutriënten
	mg/kg	Ton	kg
Mg	1800	165.000	297.000
Fe	265	165.000	43.725
Cu	27	165.000	4.455
Zn	81	165.000	13.365
B	19	165.000	3.135
Mn	155	165.000	25.575
Mb	3	165.000	495

C. Bietenpunten grof/bietenpunten fijn.

Tijdens de oogst, transport en het wassen breken er kleine stukjes biet af. Deze bietenpuntjes komen in het waswater terecht en worden daar in 2 fracties uitgezeefd. De kleinste fractie (bietenpunten fijn) worden naar een externe biovergister afgevoerd; de grotere fractie (bietenpunten grof) worden in de eigen biovergisters verwerkt en daarmee intern gerecycled. De micronutriënten in de grove bietenpunten komen daarmee in de digestaat van de eigen biovergisters terecht. De micronutriënten in de bietenpunten fijn komen uiteindelijk in de digestaat van de extern biovergister terecht. Wat hiermee gebeurt is niet bekend, maar aangenomen wordt dat dit grotendeels een bestemming in de agrarische sector heeft.

Voor de micronutriëntenbalans zijn de gehalten aan micronutriënten in de bietenpunten fijn bepaald in Oktober 2021. Deze gehalten zijn te vinden in tabel 8.

Tabel 8: Micronutriënten in bietenpunten fijn.

Micronutriënten	Gehalte	Hoeveelheid	Hoeveelheid	Hoeveelheid micronutriënten
	mg/kg	ton (13,6% DS)	ton DS	kg
Mg	3400	50.000	6.300	21.420
Fe	6081	50.000	6.300	38.310
Cu	24,4	50.000	6.300	154
Zn	55	50.000	6.300	347
B	39	50.000	6.300	246
Mn	263	50.000	6.300	1.657
Mb	0,4	50.000	6.300	3

D. Perspulp.

Nadat de suiker uit de bieten is geëxtraheerd, blijven er bietenresten achter. Dit wordt perspulp genoemd: een vezelrijk product waarin nog restsuikers zitten. Dit product geven melkveehouders graag als bijvoeding aan hun koeien. Tijdens de bietencampagne wordt de perspulp dan ook grotendeels als retour vracht afgevoerd naar melkveehouders. Een klein deel (wat niet voldoet aan de veevoedingsspecificaties) wordt verwerkt in de eigen biovergisters. Jaarlijks wordt er 1,1 miljoen ton perspulp geproduceerd, waarvan 1 miljoen ton als veevoer wordt afgevoerd.

De micronutriëntengehaltes en hoeveelheden in de perspulp staan in tabel 9. De gehalten zijn gebaseerd op de analyse van 1 perspulp monster in Oktober 2021.

Tabel 9: Micronutriënten in perspulp.

Micronutriënten	Gehalte	Hoeveelheid	Hoeveelheid	Hoeveelheid micronutriënten
	mg/kg	ton (25% DS)	ton DS	kg
Mg	2200	1.000.000	250.000	550.000
Fe	779	1.000.000	250.000	194.750
Cu	6,5	1.000.000	250.000	1.625
Zn	37	1.000.000	250.000	9.250
B	43,5	1.000.000	250.000	10.875
Mn	58	1.000.000	250.000	14.500
Mb	0,2	1.000.000	250.000	50

E. Digestaat

Perspulp en bietenpunten fijn worden verwerkt in de eigen biovergister. Als restproduct van de biovergisting blijft een droge en een natte digestaat fractie over. De droge digestaat wordt als meststof afgevoerd en daarmee worden de daarin aanwezige nutriënten gerecycled. De natte fractie (centraat) wordt op 1 locatie intern opgeslagen in een vijver waarin de vaste deeltjes sedimenteren. De overblijvende waterfractie wordt via de waterzuivering gezuiverd en geloosd. Op de 2^{de} locatie wordt het centraat ingedikt in een centrifuge en vervolgens als meststof afgevoerd.

De gehalten en hoeveelheden aan micronutriënten in de droge en natte digestaat fracties staan in tabel 10. De gehalten zijn gebaseerd op een monster genomen in Oktober 2021.

Tabel 10: Micronutriënten in digestaat.

Micronutriënten	Gehalte droge digestaat	Hoeveelheid	Hoeveelheid micro-nutriënten	Gehalte centraat	Hoeveelheid	Hoeveelheid micro-nutriënten
	mg/kg	ton	kg	mg/kg	ton	kg
Mg	1600	16.000	25.600	210	150.000	31.500
Fe	5600	16.000	89.600	32	150.000	4.800
Cu	8,6	16.000	138	<0,1	150.000	8
Zn	55	16.000	880	0,6	150.000	90
B	23	16.000	368	6,1	150.000	915
Mn	140	16.000	2.240	0,8	150.000	120
Mb	1,8	16.000	29	0,25	150.000	38

F. Melasse

Na de winning van het kristal suiker uit de suikersap blijft er een stroperig restproduct achter: melasse. Melasse wordt als grondstof gebruikt voor de productie van alcohol en gist. Voorheen verwerkte Cosun Beet Company de melasse in een eigen bedrijf (Nedalco) maar dit bedrijf is 10 jaar geleden afgestoten. Jaarlijks wordt er 180.000 ton melasse geproduceerd.

De gehalten en hoeveelheden aan micronutriënten in melasse staan in tabel 11. Deze gehalten zijn gemeten in een monster van Oktober 2021.

Tabel 11: Micronutriënten in melasse.

Micronutriënten	Gehalte	Hoeveelheid	Hoeveelheid micronutriënten
	mg/kg	ton	kg
Mg	56	180.000	10.808
Fe	13	180.000	2.340
Cu	2,4	180.000	432
Zn	41	180.000	7.380
B	7,3	180.000	1.314
Mn	23	180.000	4.140
Mb	<0,5	180.000	36

G. Zuiveringsslib

Het zuiveringsslib van de afvalwaterzuivering is uiteindelijk de laatste "sink" in het hele verwerkersproces van suikerbieten. De hoeveelheid zuiveringsslib dat jaarlijks wordt geproduceerd is ingeschat aangezien precieze data ontbreken. Het zuiveringsslib wordt deels intern opgeslagen in een groot reservoir en deels extern afgevoerd. Jaarlijks wordt er tussen de 2200 en 2400 ton DS zuiveringsslib geproduceerd; dit is omgerekend een jaarlijkse hoeveelheid 100.000 ton op basis van een DS % van 2,3. In tabel 12 staan de gehalten en de hoeveelheid micronutriënten op basis van een monster van Oktober 2021.

Tabel 12: Micronutriënten in zuiveringsslib.

Micronutriënten	Gehalte	Hoeveelheid	Hoeveelheid micronutriënten
	mg/kg	ton	kg
Mg	93	100.000	9.300
Fe	480	100.000	48.000
Cu	<0,1	100.000	5
Zn	2	100.000	200
B	<5	100.000	200
Mn	64	100.000	6.400
Mb	<0,5	100.000	20

Voor het hergebruik van zuiveringsslib zijn de gehalten aan zware metalen een belangrijke factor. Voor de geanalyseerde nutriënten gaat het om Zink (Zn) en Koper (Cu). Op basis van de analyse van Oktober 2021 kan geconcludeerd worden dat de gehalten van Cu en Zn binnen de maximum waarden voor zuiveringsslib blijven (resp: 75 mg/kg DS en 300 mg/kg DS; bron: Uitvoeringsbesluit Meststoffenwet). Het DS gehalte van het zuiveringsslib is hierbij 2,5-3%.

6. Balans van micronutriënten in de suiker verwerking.

In onderstaand overzicht staat de balans tussen de aangevoerde hoeveelheden en afgevoerde hoeveelheden van de verschillende bijproducten & reststromen. Tevens staat in een aparte kolom aangeven in hoeverre de reststroom gerecycled wordt binnen de agrarische sector.

Micronutriëntenbalans Suikerbieten verwerking								
	Mg	Fe	Cu	Zn	B	Mn	Mo	Status hergebruikt
	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	
Aanvoer bieten	1.831.200	106.820	5.799	47.306	14.802	36.624	687	
Aanvoer grond	135.000	2.850	38	75	345	1.275	38	
Totaal aanvoer	1.966.200	109.670	5.836	47.381	15.147	37.899	725	
Afvoer grond	135.000	2.850	38	75	345	1.275	38	Deels /50%
Afvoer betacal	297.000	43.725	4.455	13.365	3.135	25.575	495	Volledig
Afvoer bietenpunten	21.420	38.310	154	347	246	1.657	3	Grotendeels
Afvoer perspulp	550.000	194.750	1.625	9.250	10.875	14.500	50	Volledig
Afvoer digestaat droog	25.600	89.600	138	880	368	2.240	29	Volledig
Afvoer digestaat nat	31.500	4.800	8	90	915	120	38	Deels /50%
Afvoer melasse	10.080	2.340	432	7.380	1.314	4.140	36	Niet
Afvoer zuiveringsslib	9.300	48.000	5	200	200	6.400	20	Niet
Totaal afvoer	1.079.900	424.375	6.853	31.587	17.398	55.907	708	
Balans	886.300	-314.705	-1.017	15.795	-2.251	-18.008	17	

7. Conclusies en discussie

Uit bovenstaand overzicht blijkt dat de micronutriëntenbalans lastig sluitend te maken is op basis van de huidige, beperkte monsteranalyse. Met name voor Magnesium, IJzer, Mangaan en Zink zitten er aanzienlijke verschillen tussen de gemeten aanvoer en afvoer.

Het is op basis van eenmalige monsternamen lastig te zeggen waardoor deze verschillen veroorzaakt worden. Mogelijk dat een aanzienlijk deel van de Mg aanvoer uiteindelijk in opgeloste vorm met het lozingswater verdwijnt. Afvoer via effluent is niet meegenomen in deze balans.

De afvoer van ijzer is 4 keer hoger dan de aanvoer. Deels is dit te verklaren door de toevoeging van ijzerchloride (FeCl_3) in de waterzuivering en FeO in de biovergisting om zwavel te binden. Toch blijft nog een hoge afvoer over wanneer de ijzerhoeveelheden in digestaat en zuiveringsslib weggelaten worden. De sterk negatieve Fe balans wordt vooral veroorzaakt door het hoge gehalte aan IJzer in perspulp; mogelijk dat de meting van de aangevoerde bieten te laag is. Vervolganalyses zouden hierbij mogelijk meer duidelijkheid kunnen geven.

Het percentage micronutriënten dat volledig hergebruikt wordt binnen de agrarische sector (perspulp, betacal en droge digestaat) is hoog met percentages tussen de 80 en 90 %. Aangezien micronutriënten in de afgevoerde bietenpunten waarschijnlijk via biovergisting en deels via digestaat wordt hergebruikt als meststof, ligt dit percentage waarschijnlijk nog hoger. Dit geldt mogelijk ook voor melasse waarvan de verdere keten niet onderzocht is.

Voor verdere verhoging van hergebruik/recycling van micronutriënten binnen de huidige reststromen in de suikerbietenketen liggen de beste mogelijkheden bij het zuiveringsslib. Zuiveringsslib kan op dit moment niet gerecycled worden vanwege bestaande wetgeving. Door aanpassing van wetgeving waarbij de status van zuiveringsslib uit de agrofoodverwerking wordt gewijzigd, kan het hergebruik van zuiveringsslib als meststof in de agrarische sector mogelijk maken.

8. Informatiebronnen.

Website Agrimatie.nl

<https://www.agrimatie.nl/ThemaResultaat.aspx?subpubID=2232&themaID=2282&indicatorID=2773§orID=2233>

CLO, 2021. Gebruik stikstof en fosfaat uit dierlijke mest en benutting van de plaatsingsruimte, 2000-2019. Compendium voor de Leefomgeving. <https://www.clo.nl/indicatoren/nl0091-plaatsingsruimte-meststoffen> (bezoekt op 21 januari 2022)

Handboek bodem en bemesting (www.handboekbodemenbemesting.nl).

RVO, 2022. Hoeveel fosfaat landbouwgrond. <https://www.rvo.nl/onderwerpen/agrarisch-ondernemen/mest/gebruiken-en-uitrijden/hoeveel-fosfaat-landbouwgrond#> (bezoekt op 21 januari 2022).

Starmans et al., 2015. Mest vol verwaarden? Wat kan raffinage betekenen? Wageningen UR, PPO-658.

Unitip 2017-2020, Cosun Beet Company Teelt registratie.

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>

