

GROENE (CIRCULAIRE) MESTSTOFFEN EN DE UITDAGINGEN ROND VOEDSELZEKERHEID, KLIMAAT EN BIODIVERSITEIT

Henk Breman en Jeroen van Buuren

(Geschreven voor gebruik in Foodlog t.b.v. discussie over GCMs. 23-09-21)
Gepubliceerd in 7 delen nov. – dec. Zie individuele artikelen

1. Introductie

Groene en/of circulaire meststoffen, recente begrippen die opkwamen toen ons de klimaatproblematiek duidelijk begon te worden en kringlooplandbouw ten minste met de mond beleden werd. Eén ideaal er achter is de negatieve bijeffecten van bemesting van akkers en weiden in te dammen, wetend dat en bij de productie van kunstmest en bij die van mest broeikasgassen vrijkomen. Het andere, er mee vervlochten, betreft een inspanning om de uitputting van grondstoffen terug te dringen.

Bij de realisering van die idealen moet rekening gehouden worden met twee andere uitdagingen van de mensheid, de voedselzekerheid garanderen en de biodiversiteit op peil houden. Het gaat om drie verstrengelde uitdagingen! Alleen daarom al gaat het niet alleen om Nederlanders maar om de mensheid als geheel. Voor broeikasgassen en klimaat, maar ook voor voedsel (denk alleen al aan prijzen) zijn er geen grenzen. In feite geldt dat daarmee ook voor biodiversiteit. Het landbouwareaal bepaalt hoeveel ruimte overblijft voor de natuur. De gebruikte productiesystemen bepalen in welke mate terplekke en elders de biodiversiteit wordt bedreigd, bovengronds maar ook ondergronds.

De mens, zijn voeding en zijn activiteiten zijn verantwoordelijk voor zowel klimaatsverandering als dalende biodiversiteit. Hieronder wordt dat geschetst (par. 2), omdat zonder begrip voor de basis processen het onmogelijk is om de huidige meststoffen geheel of gedeeltelijk te vervangen door Groene Circulaire Meststoffen (GCMs)¹ met de gewenste effecten voor voedselzekerheid, klimaat en biodiversiteit. Het paard wordt gemakkelijk achter de wagen gespannen.

Daarna worden de groene en/of circulaire meststoffen besproken (par. 3), waarna geprobeerd wordt een indicatie te geven van de potentiële bijdrage aan de aanpak van de drie uitdagingen (par. 4). De laatste paragraaf (par. 5) geeft een korte conclusie.

2. De mens, voedselzekerheid, klimaat en biodiversiteit

Toen de mens de stap maakte van jager-verzamelaar naar landbouwer², werd meer dan duidelijk dat hij zich van andere dieren ging onderscheiden. De ontwikkeling van gewassen en vee gaf meer voedselzekerheid, waardoor de bevolkingsgroei in een versnelling kwam. Het werd het begin van een vicieuze cirkel, meer mensen-meer voedsel-meer mensen- Het proces naar “meer voedsel” is te karakteriseren met een aantal cruciale trends, waarvan de

¹ In feite gaat het om een complex van meststoffen die of groen, of circulair of groen en circulair kunnen zijn. Waar nodig wordt onderscheid gemaakt.

² In de ruimste zin, akker- en tuinbouw, veehouderij.....

dominantie in de loop van de tijd, van de ontwikkeling van de landbouw, veranderd. Het is functioneel daarbij drie fasen te onderscheiden, fasen die in verschillende delen van de wereld verschillende periodes beslaan.

- a. ***Landbouw op basis van interne productiemiddelen, land, arbeid en kapitaal:***
 - Ontginning bossen en andere natuurlijke ecosystemen voor verbouw van met name eenjarige voedselgewassen. Daarbij wordt de fractie van de plant die voor menselijke consumptie geschikt is steeds groter, ten koste van de hoeveelheid minder tot slecht verteerbare plantdelen (als stro) die nodig zijn voor het op peil houden van de bodem organischestof.
 - Groeiende integratie van akkerbouw en veehouderij, waarbij de hoofdfunctie van vee verschuift van eiwit leverantie naar transport van organischestof met zijn nutriënten van de markten naar de esgronden³. Natuurlijke vegetaties en hun bodems worden uitgeput ten gunste van het op peil houden van de vruchtbaarheid van akkerland. Kappen van bomen en struiken voor brand- en gebruikshout versterkt de uitputting, door extra transport van organischestof met zijn nutriënten richting dorp.
 - Bij doorgaande bevolkingsgroei degraderen vegetaties en bodems, met erosie en verwoestijning als resultaat. De aanvoer van nutriënten voor de akkers stagneert en wordt onvoldoende gecompenseerd door het afgraven en gebruiken van terpen en kerkhoven en de aanvoer van natuurlijke meststoffen als “guano” of chilisalpeter⁴.
- b. ***Interne productiemiddelen worden versterkt met en gedomineerd door externe productiemiddelen, kunstmest, veevoer en fossiele brandstof voor mechanisatie, kunstmestproductie en transport:***
 - Akkerbouw en veehouderij worden weer (gedeeltelijk) losgekoppeld, terwijl het relatieve belang van de veehouderij m.b.t. de voedselzekerheid sterk toeneemt.
 - De druk op het landbouwareaal wordt (tijdelijk) minder; de weidegronden zijn - dankzij kunstmest- niet meer nodig als bron voor nutriënten. Gedegradeerd land wordt geregenereerd. Er is sprake van herbebossingen. Zo zijn wereldwijd kunstmestgebruik en bosdynamiek gecorreleerd. Hoe lager het kunstmest gebruik des te sterker de afname van bos, maar in gebieden met hoog kunstmestgebruik is er sprake van (lichte) uitbreiding van bossen.
 - Daar staat tegenover dat o.i.v. de aanvoer van veevoedergrondstoffen als graan en sojaschroot, het vroegere lokale systeem van uitputting van markegronden ten behoeve van esgronden nu internationaal is. Lokale heel intensieve veehouderij gaat ten koste van ontbossing elders en van uitputting van b.v. verre soja akkers.
 - Daarbij leidt gebruik van de externe productiemiddelen tot hogere concentratie broeikasgassen in de lucht en zo tot klimaatverandering. De veehouderij wordt naast akker- en tuinbouw een bron van betekenis.

³ De Nederlandse benaming van wereldwijde entiteiten.

⁴ Natrium nitraat uit Bolivia, Chili en Peru, dat in Europa en de USA zo gewild was dat er oorlog om werd gevoerd van 1879 – 1884, tussen Chili met steun van Engeland tegen beide andere landen. Chili won. Prof. Ir. J. Hudig: “Chilisalpeter is de oudste der kunstmeststoffen en heeft zijn rol op bewonderenswaardige wijze vervuld. Het is nog geen honderd jaar geleden, dat in centraal Duitsland hongersnood heerschte, omdat de omliggende gebieden niet voldoende voedsel konden afstaan; de producties waren veel te laag. Weinigen, die hun praktische ervaring in het moderne bedrijf hebben opgedaan, beseffen, dat nog geen honderd jaar geleden het land- en tuinbouwbedrijf een zoogenaamd circulatiebedrijf was, waarbij de opbrengsten bepaald werden door de voorraad stalmest, die bereid kon worden. Lage opbrengsten geven weinig stalmest en dit weer lage opbrengsten; productievermeerdering was dus uitgesloten. De oorlog was hard op weg ons weer naar die tijden terug te voeren! Wanneer men bedenkt, dat in die omstandigheden oogsten van b.v. 200 hl aardappelen per ha, 25 hl tarwe en 30 hl rogge tot de hoogte werden gerekend is het volkomen begrijpelijk, dat een eeuw geleden de toestand voor Europa er buitengewoon somber uitzag.”

- Ook wordt landbouw tot een dominante bron voor stikstof emissies en depositie, en voor fosfaat vervuiling van grond- en oppervlakte water.
 - Daarnaast gaat veel fosfaat verloren door bemesting van gewassen op fosfaat fixerende gronden.
- c. ***Het einde van externe productiemiddelen, fossiele brandstoffen en specifieke grondstoffen voor kunstmest, is in zicht:***
- Weg met chemicaliën⁵, de biologische landbouw.
 - Zuinig met grondstoffen met fosfaat op de eerste plaats, de kringlooplandbouw.
 - Weg met fossiele energie, de groene economie.

Dankzij de ontwikkeling van de landbouw lukte het de mensheid om de voedselzekerheid te vergroten voor een nog steeds groeiende wereldbevolking. Maar in de eerste fase kwamen daar uitputting van de bodem, qua nutriënten en organischestof, en de er mee samenhangende verwoestijning en verarming van de biodiversiteit⁶ als negatieve neveneffecten bij. In de tweede fase leidde het steeds verder toenemende gebruik van fossiele brandstoffen tot klimaatsverandering, terwijl mijnbouw en transport van voeders en voedsel(grondstoffen) tot nutriënten uitputting in sommige delen van de wereld leidt en tot vervuilende concentratie in andere delen. Die vervuiling wordt met name veroorzaakt door stikstof en fosfaat. Daar waar sprake is van uitputting zet de verwoestijning door, met alle gevolgen van dien voor de biodiversiteit. Doorgaan alsof er niets gebeurd is kan niet. De mensheid staat aan het begin van de derde fase, en GSMs worden als één van de middelen gezien om de drie uitdagingen tegemoet te treden.

3. Groene en/of circulaire meststoffen

3.1 Conventionele meststoffen

Lang (fase 2.a) waren dierlijke uitwerpsels, vaak vermengd met en geabsorbeerd door stro, de belangrijkste meststoffen. Bij voldoende ruimte speelde ook braak laten van land een rol om de bodemvruchtbaarheid wat op te krikken. Toen ruimte echt nijpend werd en het veetransport tussen marke en es onvoldoende, hielp de mens door ook strooisel en -in Europa- heideplaggen aan te voeren. Daarbij werd van afval uit tuin en keuken, gemengd met menselijke feces en urine gecomposteerd en gebruikt. Verstedelijking bemoeilijkte dit, maar eeuwenlang is geprobeerd om de vruchtbaarheid van akkers op peil te houden door menselijke uitwerpsels en afval terug te brengen naar het boerenland. De landbouw circulair te houden! Vanuit de beerputten werden de uitwerpsels met beerschuiten vervoerd⁷. En de VAM, de vuil afvoer maatschappij, verwerkte lang groen afval tot compost. De VAM bergen bij Nuenen en Wijster zijn stille getuigen van het mislukken van onze inspanningen de landbouw circulair te houden. Het einde van fase 2.a.

Fase 2.b kent kunstmest als belangrijkste bron van nutriënten, maar daarnaast blijft mest van vee een grote rol spelen. Planten hebben in principe geen organische stof nodig; ze zijn de bron van organischestof. Naast licht, lucht en water, waar de plant energie, koolstof, zuurstof

⁵ Naast kunstmest krijgen pesticiden veel aandacht.

⁶ Het schetsen van de grote lijnen leidt hier tot een versimpeling. In werkelijkheid is er in streken met erg vruchtbare gronden bij uitputting eerst sprake van verhoging van de plantaardige biodiversiteit. De dominantie van sterk concurrerende soorten gaat verloren.

⁷ In onze regio waren het de Vlamingen die als eersten grootschalige initiatieven namen, en ook beer uit Hollandse steden aansleepten.

en waterstof uit haalt, zijn er nog bijna 20 voedingsstoffen of nutriënten nodig. Stikstof en fosfor zijn daarvan de bekendste, en dus ook de kunstmest waar ze in voorkomen. Bij de natuurlijke bodemvruchtbaarheid, het bijbehorende klimaat in acht nemend, is de beschikbaarheid van voedingsstoffen voldoende om -afhankelijk van de plaats- 500 tot 1700 kg/ha graan te produceren⁸. Door de zojuist beschreven diverse methodes van aanvoer van nutriënten, zagen boeren in Nederland rond 1850 kans van die natuurlijke productie van 1700 kg/ha op hun akkers ongeveer 2200 kg/ha te maken. Ondertussen verdwenen de bossen en besloegen de stuifzanden bijna 100.000 ha.

Kunstmest bracht daarin verandering. De graanopbrengsten zijn ongeveer vier keer zo hoog en hier en daar wordt een hoekje stuifzand met grote moeite stuivend gehouden. Ook wereldwijd is de productiviteit van akkerland vier keer zo hoog geworden. Uitgedrukt in graan equivalenten is ze gemiddeld van 1000 naar 4000 kg/ha gegaan. Alleen in de armste landen, zonder kunstmestgebruik van betekenis, is het bij die 1000 kg/ha of minder gebleven. Globaal gezien is de hoeveelheid levende en dode organischestof van natuurlijke ecosystemen, met hun langzame turnover snelheid, afgenomen. Die van agro-ecosystemen is sterk toegenomen. De dankzij kunstmest vastgelegde hoeveelheid CO₂ is 20 à 30 maal groter dan de uitstoot van CO₂ bij de productie van kunstmest. Maar de turnover snelheid ervan is sneller dan die van de organischestof van natuurlijke ecosystemen. Waar via kunstmest de opbrengsten verviervoudigen terwijl verstandig wordt omgesprongen met de daarbij beschikbaar komende organische bijproducten, daar wordt de hoeveelheid koolstof in de korte kringloop van plantengroei, -consumptie en -afbraak op termijn ongeveer drie maal vergroot. Niet vier maal, zoals de voedselproductie, omdat kunstmest wordt gebruikt op gewas rassen waarvan een groter deel als voedsel kan worden gebruikt dan bij traditionele gewassen.

Een goede boer gebruikt niet alleen kunstmest; hij doet aan geïntegreerd bodemvruchtbaarheid beheer. Gewassen worden bemest met kunstmest en de bodem wordt verzorgd met bodemverbeteraars. Denk daarbij in de eerste plaats aan dierlijke mest en compost; wijs gebruik van landbouwbijproducten. Denk ook aan kalk, wanneer door gebruik van goedkope stikstof kunstmest als ureum en/of te veel aan slechte mest, de bodem te zuur wordt. Organischestof is onmisbaar voor het bodemleven, voor de biodiversiteit van de bodem. Daarbij is die organischestof de bron van de meeste nutriënten, nutriënten die maar in (heel) kleine hoeveelheden nodig zijn, maar wel via gewas en bijproducten als stro van de akker verdwijnen. Organische stof is een onmisbare component van een goede bodem; het gehalte aan organischestof van een bodem is zelden te hoog.

Behalve de groeiende CO₂ uitstoot bij de productie van kunstmest zijn er ook problemen o.i.v. gebruik. De belangrijkste zijn gerelateerd aan de grote toename van de twee voedingsstoffen die wereldwijd het bovengenoemde natuurlijke productieniveau van 500 – 1700 kg/ha graanequivalenten bepalen, stikstof en fosfaat. Hun van nature beperkte beschikbaarheid in de bodem bepaalt zonder kunstmest de productiepotentie van akkers. Maar de huidige landbouw veroorzaakt overschotten, waarvan de negatieve bijeffecten ook buiten de gebieden met landbouw steeds zichtbaarder worden. Stikstof emissies dragen via broeikasgassen bij aan de klimaatverandering, terwijl een deel weer terugvalt op de aarde en de biodiversiteit mee bedreigt! Ook fosfaat verliezen doen de biodiversiteit verminderen, met name in oppervlakte water. De natuurlijke biodiversiteit is het hoogst waar bodems niet te arm zijn, en zeker niet te rijk!

⁸ Voor knolgewassen als de aardappel, met lagere voedingswaarde, is de jaarlijkse productie hoger, voor gewassen met hogere kwaliteit als bonen en peulen is de productie lager.

3.2 Groene en/of circulaire meststoffen (GCMs)

Kunstmest heeft veel goeds gebracht. De voedselzekerheid is waarschijnlijk groter dan ooit, terwijl de wereldbevolking veel groter is dan ooit. Waar kunstmest gebruikt wordt is de bovengrondse biodiversiteit bij een zelfde bevolkingsdichtheid beduidend groter dan waar geen kunstmest gebruikt wordt; er is meer ruimte voor natuurlijke ecosystemen. Toch is dat verschil beperkt, omdat zelfs in die “natuurlijke” ecosystemen de biodiversiteit o.i.v. stikstof en fosfaat vervuiling vermindert. En het is het gecombineerd gebruik met pesticiden en de diepe bodembewerking die de ondergrondse biodiversiteit van akkerland sterk hebben doen dalen. Het grootste probleem is echter dat mede dankzij kunstmest de wereldbevolking meer dan twee keer groter is geworden, en daarbij de gemiddelde levensstandaard, de welvaart. Het gebruik van fossiele brandstoffen en andere hulpbronnen rijst de pan uit. Als consequentie stijgt de uitstoot van broeikasgassen en daarmee de gemiddelde wereldtemperatuur, en komt de uitputting van bepaalde hulpbronnen dichterbij. Een cruciale daarbij is het uit mijnen afkomstige fosfaat⁹, het op één na belangrijkste nutriënt dat via mest en kunstmest aan akkers wordt toegediend om de vruchtbaarheid te verhogen of op peil te houden. En desondanks is door inefficiënt gebruik via vervuiling fosfaat een bedreiging voor de biodiversiteit.

Het is in reactie hierop dat ideeën m.b.t. GCMs werden geboren en hier en daar al naar de praktijk vertaald worden. “Groene circulaire meststoffen zijn meststoffen waar bij de productie gebruik wordt gemaakt van zowel hernieuwbare grondstoffen als duurzame energie. Een meststof is circulair wanneer de grondstoffen voor de meststof in een kringloop steeds worden hergebruikt. Deze kunnen worden teruggewonnen uit reststromen, zoals compost of uit de riolering. Dit voorkomt uitwas in het milieu, waar de meststoffen verschillende onbedoelde schadelijke effecten kunnen hebben, waaronder afname van de biodiversiteit en opwarming van de aarde. Bovendien vermindert het de afhankelijkheid van eindige grondstofvoorraden. De productie en verwerking van meststoffen kost daarnaast veel energie. Wanneer deze energie duurzaam is opgewekt, wordt onder andere de uitstoot van broeikasgassen voorkomen. In dit geval spreekt men van groene circulaire meststoffen.¹⁰”

Ook wordt afzonderlijk gewerkt aan groene meststoffen, waarbij fossiele energie voor het mijnen en/of verwerken van grondstoffen wordt vervangen door energie van zon, wind of water. In geval van circulaire meststoffen sec ligt het accent op het terugwinnen van nutriënten uit afval en bijproducten. Denk daarbij aan mest, feces en urine, rioolslib, graanstro en bietenloof, voedsel-, keuken- en tuinafval.... Circulaire meststoffen vormen de kern van de kringlooplandbouw visie van het ministerie van LNV¹¹. De biologische landbouw gaat een stap verder door ook synthetische pesticiden uit te bannen. Een rendabele productie blijkt echter niet goed mogelijk zonder gebruik van gangbare mest; tot 30% van de bemesting mag afkomstig zijn uit de gangbare veehouderij. Dat betreft dus mest van dieren die gevoed zijn met voer dat met gebruik van kunstmest geproduceerd kan zijn.

In zowel gangbare als in biologische landbouw krijgt naast circulariteit ook het zo efficiënt mogelijk gebruik van (kunst)mest en het tegengaan van verliezen veel aandacht. Boeren zorgen er voor om de kosten : baten verhouding van gebruik van productiemiddelen, zoals

⁹ Er is wel eens gedacht dat het om nog enkele decennia zou gaan. Momenteel denkt men eerder minstens aan enkele eeuwen, maar de bekende voorraden worden moeilijker bereikbaar, fosfaat concentratie kunnen lager zijn en concentreren duurder. De kosten zullen op termijn gaan stijgen, waardoor de kosten : baten ongunstiger dreigen te worden.

¹⁰ <https://www.energiebericht.nl/begrippen/groene-circulaire-meststoffen/>

¹¹ Realisatieplan Visie LNV / Op weg met nieuw perspectief.

mest en kunstmest, zo gunstig mogelijk te maken. Het is bepalend voor hun inkomen! Zodoende is de uitstoot van broeikasgassen door de landbouw met 20% afgenomen sinds midden jaren negentig van de vorige eeuw, toen de Nederlandse maatschappij als geheel de maximale uitstoot kende.

3.3 De eerste stappen naar de vervanging van conventionele meststoffen door GCMs

De onderhavige beschouwing geeft geen antwoorden maar suggesties voor denkrichtingen. Want buiten de productiemiddelen van de biologische- of organische landbouw, zijn er niet of nauwelijks GCMs van enige betekenis op de markt. Probeer maar eens prijzen op internet te vinden voor groene en/of circulaire meststoffen; het enige wat zich opdringt zijn dure, vaak nauwelijks gespecificeerde producten in kleine verpakkingen. Het betreft geen markt voor professionele boeren en tuinders, maar een markt voor goedwillende particulieren die bij willen dragen aan een “duurzamer” wereld. “Dan maar wat meer betalen”.

In deze context is het gênant hoe moeilijk het is prijzen van dierlijke mest op het internet te vinden, of het nu om conventionele of biologische mest gaat. Laatstgenoemde is maar beperkt voorhanden. Houders van biologisch vee realiseren zich te goed dat melk en vleesproductie op termijn gaat dalen wanneer (veel van) de mest wordt verkocht. Wat de mest van conventionele veehouderij betreft is voor de betreffende boeren in Nederland mest eigenlijk nog steeds een afvalproduct, hoe hoog het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit kringlooplandbouw ook in het vaandel heeft staan.

De prijs van mest is voor verreweg de meeste veehouders negatief. Het gaat om mest afzetkosten, die momenteel rond de €10.000,- per bedrijf per jaar schommelen. Dat geld gaat naar transporteurs en naar akkerbouwers die de mest accepteren. De economische waarde van mest is namelijk erg laag en wordt met name bepaald door de nutriënten inhoud. Die inhoud is beperkt; het vee heeft de nutriënten er zo goed mogelijk uit gehaald. Het zijn de prijzen van kunstmeststoffen die de economische waarde van mest bepaalt. Afhankelijk van de mestsoorten varieert de economische waarde tussen 5 en 25 €/ton. In mest van koeien en varkens zit gemiddeld ongeveer 7,5 kg/t aan stikstof. Wil je 170 kg/ha toedienen¹², dan moet je bijna 25 t/ha uitrijden. Gebruikt de boer ureum, dan gaat het slechts om 370 kg/ha, waarvan de groothandelprijs dit jaar ruim 400 €/t is.

Ondertussen wordt er wel gewerkt aan de ontwikkeling van GCMs. In geval van groene meststoffen worden de eerste stappen gezet om voor kunstmestproductie alternatieve energie te gaan gebruiken. Zo wil YARA in Sluiskil voor een klein deel van zijn productie van stikstof kunstmest windenergie van molens op zee in gaan zetten. Zou er bio-energie uit bijv. biomassa voor gebruikt worden dan dreigt er al snel concurrentie om ruimte met landbouw en natuur. Alternatieve energie zal in de eerste plaats met zon, wind en water worden opgewekt. En kunstmest is pas dan echt “groen” wanneer en voor de mijnbouw en voor de productie en transport geen fossiele energie meer wordt gebruikt. Ondertussen is alternatieve energie nog zeer beperkt beschikbaar en gaat de ontwikkeling langzaam. Er zijn op zijn minst twee nog onopgeloste bottlenecks. Een te hoge dichtheid aan windmolens beïnvloedt het klimaat, en waterstof als energie drager bestaat uit zulke kleine moleculen dat transport over enige afstand van betekenis (nog?) niet mogelijk is. Verliezen zijn niet in de hand te houden.

Ook is een oud idee weer van stal gehaald; de ontwikkeling van microbiële producten die

¹² Het maximum in de biologische akkerbouw.

maïs, tarwe en andere niet vlinderbloemige gewassen aan biologische stikstoffixatie kunnen helpen. Net als bij vlinderbloemigen zal dan wel fosfaatbemesting nodig zijn om de productie per hectare interessant genoeg te doen zijn.

Hier en daar komen experimenten en testen op gang die tot grootschalige productie van circulaire meststoffen moeten leiden. Ze maken onderdeel uit van inspanningen om zuiniger met kunstmest om te gaan; om uitputting van de grondstoffen zo lang mogelijk te vermijden:

- a. Minder kunstmest is nodig wanneer de juiste meststoffen, in de juiste hoeveelheid, op het juiste moment op de goede plaats wordt toegepast.
- b. Ofwel, voorkom verliezen door afstroming, door vervluchting en door diepte infiltratie, en probeer verloren nutriënten uit water terug te winnen.

Boeren zonder ervaring produceren wereldwijd gemiddeld 10 – 15 kg graan per kg kunstmest stikstof. Ervaren boeren op goede gronden en gunstige klimaatcondities realiseren het dubbele, gemiddeld zo'n 25 kg/kg. Wanneer dat gebeurt onder goed gecontroleerde irrigatie, waardoor zich geen watertekorten kunnen voordoen, wordt dat 30 kg/kg. In een klimaatkamer op een voedingsoplossing is tot 60 kg/kg mogelijk. Er treden dan geen stikstofverliezen meer op. In het geval van boeren zonder ervaring gaat 80% van de kunstmest stikstof verloren, door verlies naar de diepte waar drinkwater gevaarlijk vervuild kan worden, en door vervluchting, door broeikasgas uitstoot.

De nutriënten die wel effectief door gewassen opgenomen worden en leiden tot de productie van voedsel, voeders en non-food producten, kunnen in principe (gedeeltelijk?) worden teruggewonnen. Momenteel wordt gewerkt aan herwinnen van nutriënten uit dierlijke mest en dode dieren, uit gewas bijproducten, onbruikbaar voedsel en voeders, tuinafval, en rioolslib. Twee hoofdtypen, elk met belangrijke subtypen, zijn te onderscheiden:

- a. Hergebruik zonder terugwinnen en concentreren van nutriënten
 - Composteren van plantaardig materiaal,
 - op basis van biologisch geproduceerd plantaardig materiaal, zoals grasklaver of luzerne van eigen bedrijf en vegetatie van natuurterreinen;
 - op basis van (niet noodzakelijk biologisch geproduceerd) bermmaaisel, snoeiafval, keuken- en tuinafval, e.d.
 - Drogen en malen van slachtafval als beenderen en bloed, van vis, e.d.¹³
- b. Terugwinning en concentreren van nutriënten,
 - Via (co)vergisting op de boerderij van dierlijke mest verrijkt met groentefval e.d.¹⁴, waarbij biogas en digestaat wordt gewonnen.
 - Via industriële verwerking, startend met co-vergisting:
 - van mest¹⁵, akkerbouw bijproducten als stro en bietenblad, e.d.
 - van rioolslib, met menselijke feces en urine als belangrijkste onderdelen.
 - Via industriële verwerking, startend met verbranding.

De productie van biogas door veehouders is in opmars. Wat de industriële terugwinning betreft zijn er test- en demonstratie bedrijven. Zo is er in de Achterhoek de groene mineralen centrale Groot Zevert Vergisting¹⁶. Er wordt varkensmest vergist en gemineraliseerd, waarbij biogas¹⁷, minerale stikstofmeststof (ammoniumsulfaat), stikstof-kalium concentraat, mineraal

¹³ Deels weer direct gebruikt als voer, deels als meststof op de markt.

¹⁴ Dankzij de vertering van voer door vee, en de opname van vrijgekomen koolhydraten, eiwit en nutriënten, is mest moeilijk te vergisten zonder dergelijke toevoegingen; het materiaal is te arm om gisten hun werk te laten doen.

¹⁵ Al dan niet na scheiding van een vaste en een vloeibare fractie. Zuivelcoöperatie FrieslandCampina maakt gebruik van het geproduceerde biogas voor het opwekken van stoom.

¹⁶ <https://www.groenemineralecentrale.nl/nl/groot-zevert-vergisting>

¹⁷ 11 miljoen m³/jaar.

fosfaat (struviet) en een organische bodemverbeteraar met een laag fosfaatgehalte worden geproduceerd. De energie centrale BMC in Moerdijk verwerkt één derde van de Nederlandse kippenmest, en levert elektriciteit en een minerale meststof uit de as. In Frankrijk is een fabriek in aanbouw die in eerste instantie loof en afval van suikerbieten gaat vergisten. Hier is naast biogas de productie van een kalium meststof en van organische zuren het doel. Laatst genoemden worden tot nu toe uit aardolie geproduceerd. Ze worden gebruikt in voedsel en voeders, b.v. als geur- en smaakstoffen. Het Nederlandse bedrijf Delft Advanced Biofuels (DAB) is goed op weg met steun van de regeling Demonstratie Energie- en Klimaatinnovatie+ Circulaire Economie (DEI+ CE) om technieken te ontwikkelen voor effectief en goedkoop produceren van “*biobased*” bulk- en fijnchemicaliën en biobrandstoffen.

Een kern verschil tussen de GCMs onder a) en b) is dat onder a) en de organischestof en de nutriënten hergebruikt worden. De technieken onder b) hebben gemeen dat (een groot deel van) de organischestof wordt gebruikt voor het opwekken van energie. De koolstof verdwijnt daarbij in de vorm van CO₂ in de atmosfeer.

Eén van de aspecten waarop GCMs beoordeeld zullen worden zijn hun prijzen en de er aan gerelateerde kosten : baten van hun gebruik. Zoals al aangegeven, prijzen van deze producten (in wording) zijn niet of nauwelijks te vinden. In publicaties over de betreffende ontwikkelingsprojecten staat vaak dat voor het interesseren van de doelgroep, boeren en tuinders, subsidies nodig zijn. Anders dan voor conventionele meststoffen zijn de te verwachten kosten : baten voor zover op dit moment te voorzien, zonder subsidies waarschijnlijk niet interessant voor potentiële gebruikers.

Ondanks gebrek aan gegevens over de samenstelling van GCMs, lijkt een serieus probleem dat, anders dan in kunstmest, de concentraties van nutriënten niet noodzakelijk die zijn die boer en tuinder nodig hebben gezien gewas en grond. Zo gaat in het productieproces vaak een deel van de vluchtige stikstof verloren; de voedingsstof waaraan in het algemeen de meeste behoefte bestaat. Er ontstaat dan een relatief overschot aan minerale nutriënten als fosfaat, waardoor te veel wordt gegeven van het element waarvan de grondstof het eerst dreigt te worden uitgeput!

4. GCMs, de dragers voor voedselzekerheid in een nieuwe era?

4.1 Analyse van de eerste stappen

GCMs worden ontwikkeld om de nadelen van conventionele meststoffen, met name kunstmest, weg te nemen en tegelijkertijd de positieve bijdrage van die conventionele meststoffen aan de uitdagingen voedselzekerheid, klimaat en biodiversiteit over te nemen dan wel te verbeteren. Zullen boeren kans zien met de bestaande GCMs en met die in wording

- a. de voedselzekerheid veilig te stellen, terwijl
- b. de uitstoot van broeikasgassen afneemt en de klimaatverandering wordt beteugeld,
- c. de afname van de fosfaat grondstof en van andere minerale meststoffen een halt wordt toegeroepen door het circulair maken van het gebruik van de nutriënten,
- d. de afname van de biodiversiteit een halt wordt toegeroepen door voedselzekerheid te garanderen en vervuiling door stikstof en fosfaat te stoppen?

Voor de duidelijkheid, het heeft geen zin dat dit in Nederland alleen werkelijkheid wordt.

Voor de genoemde uitdagingen bestaan er namelijk geen grenzen; noch voor de problemen

aan de basis van GCMs.

Tabel 1 geeft een impressie van de mogelijke rol van GCMs i.r.t. drie uitdagingen van de mensheid. Het is niet anders dan een eerste voorlopige poging, waarbij *i*) het gaat om substantiële vervanging van productie en gebruik van de huidige kunstmest en mest, en *ii*) enkele vooronderstellingen worden geformuleerd m.b.t. andere factoren:

- De wereldbevolking blijft voorlopig groeien.
- Waar armoede heerst, landbouwontwikkeling stagneert en land wordt uitgeboerd, daar verdwijnt natuur; daar is de C-sekwestratie negatief.
- De heterogene mondiale herverdeling van nutriënten door transport van voeders en voedsel wordt minder wanneer het de meststoffen van type 2 en 3 betreft. Ze worden namelijk ontwikkeld met meer lokale kringlooplandbouw als ideaal.
- Gebruik van de GCMs is een zuinig en verstandig gebruik, net als voor kunstmest verwacht mag worden.
- Biologische compost (2.a) en digistaat van vergisting van mest uit de biologische veehouderij (deel van 3.a) wordt gebruikt voor biologische landbouw met als doel kunstmest zoveel mogelijk terug te dringen. In de andere gevallen wordt aan de huidige conventionele vormen van landbouw gedacht, waarbij de GCMs van de types 2.b en c en van de types 3.a tot 3.d. dienen om kunstmest zo zuinig mogelijk te gebruiken¹⁸.

Wat de drie hoofd types van GCMs in de tabel betreft is er sprake van ingrijpende veranderingen. Voor type 1 spreekt dat voor zich; voor productie wordt geen fossiele energie meer gebruikt. In relatie tot type 2.a wordt verondersteld dat een significant deel van de landbouw biologisch wordt, waarbij gedacht wordt aan de Europese Green Deal, 25% van de landbouw biologisch. In relatie tot de types 2.b, 2.c en 3 worden de basisproducten in kwestie niet meer vooral als afval maar als grondstof gezien. Mest is niet langer afval voor de boer; de terug te winnen nutriënten worden circulair voor zover ze niet tijdens gebruik in de landbouw en bij terugwinnen verloren gaan.

Tabel 1, tegen de achtergrond van de daarvoor al gegeven informatie, laat zien dat het niet erg waarschijnlijk is dat de GCMs zoals ze nu gepresenteerd worden een bijdrage van betekenis gaan leveren voor het oplossen van problemen waarvoor de wereld staat. Een uitzondering vormt kunstmest geproduceerd met gebruik van zon, wind of water, met name wanneer ook mijnbouw en transport van die alternatieve energiebronnen gebruik maken. Voor bio-energie uit oliehoudende gewassen en hout(afval) geldt deze constatering niet, doordat ze in concurrentie met voedsellandbouw geproduceerd moet worden. Gebrek aan grond zal toenemen, ten koste van natuurlijke ecosystemen, met verlies van levende en dode organischestof.

Hergebruik zonder terugwinnen en concentreren van nutriënten (type 2) heeft geen effect van betekenis omdat er onvoldoende veranderd m.b.t. de huidige realiteit. Een uitzondering vormt de biologische landbouw, maar het benodigde areaal aan grond is veel groter dan dat van de huidige landbouwsystemen, met afname van natuurlijke ecosystemen en biodiversiteit als gevolg. Dat negatieve aspect is momenteel nog niet zichtbaar omdat de fractie boeren die het biologische systeem gebruiken erg klein is. Daardoor is er voldoende zogenaamde A-meststof beschikbaar, wanneer tenminste 30% van de gebruikte nutriënten uit de gangbare veehouderij mag komen (B-meststof) . De andere bronnen zijn naast 2a i) vormen van 2b waarvoor bij

¹⁸ We nemen aan dat de bewering in het “Realisatieplan Visie LNV / Op weg met nieuw perspectief” dat er zo een einde komt aan het gebruik van kunstmest op basis van fossiele grondstoffen op overmoed berust.

groeit geen kunstmest is gebruikt, zoals vegetatie uit natuurgebieden, en ii) vlinderbloemigen rijk gras dat een opbrengst van betekenis heeft zo lang de fosfaat-voorraden van de bodem niet zijn uitgeput. Daarbij profiteert de biologische landbouw in Nederland van de huidige depositie van stikstof. Neemt het belang van de biologische landbouw toe, dan neemt de beschikbaarheid van de benodigde meststoffen af, dan daalt de productie en moet het areaal groeien. Een studie naar de situatie van biologische landbouw in Frankrijk laat zien dat 23% van de stikstof, 73% van de fosfaat en 53% van de kalium in de biologische landbouw afkomstig is uit de gangbare landbouw. Natuurlijke ecosystemen en biodiversiteit komen verder onder druk te staan.

Tabel 1. De potentiële bijdrage van verschillende GCMs aan drie uitdagingen van de mensheid
 (+ en +++ = is positieve bijdrage van toenemende grootte; - en - - - in geval van min teken maar dan negatief; ± = geen significante effecten)

GCM	Voedsel zekerheid	Klimaat verandering stoppen, minder broeikas gassen	Biodiversiteit afname stoppen		Opmerking
			meer natuur	minder vervuiling*	
1. Kunstmest geproduceerd met alternatieve energie					
a. Gebruik van zon, wind of water	±	+++	++	±	Geen fossiele energie
b. Gebruik van bio-energie	- - -	+++	-	±	
2. Hergebruik zonder terugwinnen en concentreren** nutriënten					
a. Compost van biologisch geproduceerd plantaardig materiaal***	- -	- -	- -	+	Zuinig met organische stof en nutriënten
b. Compost van plantaardig materiaal in algemeen					
c. Meel van slachtafval en vls					
3. Terugwinnen en concentreren nutriënten					
a. Dyr-staat van mestvergisting op de boerderij	±	+	±	±	Verdwijnen organischestof en stikstof
b. Industriële vergisting van mest en akkerbouwbyproducten					
c. Industriële vergisting van rioolslib					
d. Bijproduct van bio-energie uit mest en oliehoudend gewas					

* Door stikstof depositie en fosfaat verliez
 ** Met uitzondering van verminderd water, h.v. door droogte
 *** Ten behoeve van biologische landbouw

Tenslotte de type 3 meststoffen uit tabel 1. Minerale meststoffen worden terug gewonnen, maar daarbij gaan koolstof en een belangrijk deel van de stikstof verloren. Goed, de uitputting wordt tegengegaan van natuurlijke hulpbronnen zoals die aan de basis van fosfaat, het element dat waarschijnlijk als eerste zal zijn uitgeput, maar er worden broeikasgassen geproduceerd. Koolstof gaat als CO₂ de lucht in na als biogas te zijn gebruikt, terwijl je de vastgelegde CO₂ zo lang mogelijk buiten de atmosfeer zou willen vasthouden. In die zin is conventionele mest veel nuttiger. En stikstof, de voedingsstof die wereldwijd het meest nodig is voor voedselzekerheid, blijft buiten de kringloop die als oplossing wordt aangedragen. En, cynisch genoeg, in veel gevallen wordt zo de verhouding waarin stikstof en fosfor in eindproducten wordt aangeboden anders dan die waar goede meststof -gezien de behoefte van gewassen- aan moet voldoen. Te weinig stikstof en te veel fosfaat, de voedingsstof die als eerste uitgeput kan raken.

4.2 Circulaire en lineaire landbouw

De mens als jager-verzamelaar was onderdeel van de natuurlijke koolstof cyclus. En toen de landbouw zijn intrede had gedaan, en zowel akkerbouwers als veehouders nog nomadisch leefden, was er sprake van een circulaire landbouw. Sedentarisatie bracht daarin een eerste verandering; de landbouw kreeg lineaire componenten en dat werd sterker toen onder invloed van groeiende bevolkingsdichtheid akkerbouw en veehouderij geïntegreerd werden tot gemengd bedrijf. De natuurlijke productiepotentie van de grond werd te beperkt om de

mensen te voeden. Door de mens en zijn vee werden voedingsstoffen van bossen en weiden naar de akkers getransporteerd; lokale bodemverrijking ten koste van bodemverarming en uitputting elders. Weg met circulariteit; de voedingsstoffen werden niet teruggebracht van waar ze gehaald waren. Fase 2.a was een feit (hoofdstuk 2).

De toch ingenieuze landbouwsystemen en vormen van mechanisatie zorgden voor een dusdanige productiviteitsverhoging dat steeds minder boeren meer mensen konden voeden. Andere ambachten ontwikkelden zich, andere bronnen van inkomen voor groeiende welvaart. Dat maakte verstedelijking mogelijk, met alle consequenties van dien, een verdere vermindering van de circulariteit. Het mag duidelijk zijn dat met de komst van externe productiemiddelen (fase 2.b) de afname van de circulariteit versnelde, terwijl wereldwijd gesleep van voedsel en voeders de situatie nog extremer maakten. De VAM bergen van paragraaf 3.1 zijn getuigen.

De GCMs zijn een aarzelende stap naar verandering. Zuinig omgaan met en terugwinning van voedingsstoffen is een goede zaak, maar de landbouw opnieuw circulair maken is wat anders. Zo gauw boeren externe productiemiddelen gebruiken, zo gauw ze b.v. conventionele dan wel groene circulaire kunstmest en dergelijke van elders halen en betalen, moeten ze voor de markt gaan produceren om de kosten te dekken. Landbouw dient niet alleen meer de zelfvoorziening, er worden anderen gevoed; er moet verdiend worden. En de klanten wonen niet of nauwelijks in de directe omgeving. Er wordt geproduceerd voor de stad en verder, voor export. Voedingsstoffen van de stad terug naar het platteland is één ding, ze terughalen uit het buitenland is ingewikkelder, maar terug naar uitgeputte soja-akkers en fosfaat mijnen iets totaal anders.

Goed dat er weer gedacht wordt aan en gesproken wordt over meer lokale voedselvoorziening. Maar omdat de wereld zonder externe voedingsstoffen niet te voeden is, en boeren dus genoodzaakt zijn voor de markt te produceren om die externe voedingsstoffen te kunnen kopen, zal er altijd landbouw met lineaire componenten blijven bestaan. Lokaler kan, heel lokaal is onzin. Om de welvaart te behouden moeten per boer een groot aantal burgers gevoed worden, en alleen al door de specialisatie van de boeren zijn die burgers over een groot gebied verspreid. Daarbij, om hun inkomen veilig te stellen, zullen boeren het liefst aan de best betalende klanten leveren. En dankzij de intensieve hoogproductieve landbouw is er geen directe correlatie meer tussen de productiviteit van het land en de bevolkingsdichtheid, terwijl meststoffen het effectiefst en dus het profijtelijkst zijn op de beste gronden¹⁹. Er ontstaan bijna automatisch voedselstromen van hoog- naar laagproductieve gebieden. Dat betreft met name goedkoop, als bulk vervoerd voedsel. De boeren er achter halen een inkomen uit grootschalige productie met kleine marges.

Landbouwproducten die ook gemakkelijk over grotere afstanden verhandeld worden is voedsel voor de rijken, zoals vlees en zuivel, koffie, thee en cacao²⁰. Vlees en zuivel hebben een dusdanig hoge waarde dat het zelfs de moeite loont om de basisproducten van ver aan te voeren. Denk aan soja en bijproducten uit de palmolie- en katoenindustrie. De grote hoeveelheden basisvoer voor vee wordt lokaal geproduceerd, het krachtvoer kan van ver komen.

¹⁹ Dit is contra-intuïtief. Maar de verklaring is simpel, hoe beter de grond, hoe minder productiebeperkende factoren moeten worden gecorrigeerd.

²⁰ Groenten en fruit, ook relatief duur kwaliteitsvoedsel, wordt door gebrek aan houdbaarheid meestal dicht bij “de markt” geproduceerd. Tuinbouw ligt vaak in ringen om steden.

In de zoektocht naar oplossingen voor het probleem van stikstof en broeikasgassen promoot het Ministerie van LNV de grondgebonden kringlooplandbouw. Toch lieten dit jaar kranten weten dat de aanvoer van sojaschroot uit Brazilië in 2020 met 40% was gestegen. Sinds 1960 is de aanvoer van veevoedergrondstoffen in Nederland meer dan verviervoudigd!

Al dat gesleep van voeders en voedsel kost enorm veel energie. Dat geldt ook voor de nog steeds groeiende landbouwmechanisatie, om het aantal consumenten per boer zo groot mogelijk te maken. Bij het energieverbruik door deze componenten van onze voedselvoorziening valt die voor de kunstmestproductie in het niet. Begin van 2020 liet Meino Smit in zijn proefschrift zien dat in 2015 de Nederlandse landbouw zes maal zoveel energie gebruikte als in 1952, voor een zelfde ‘output’. Maar terug naar de landbouw van 1952 zou wel betekenen dat er 470.000 boeren meer boeren nodig zouden zijn²¹. Een deel van de lineariteit in de landbouw zal blijven bestaan. Maar het is het overwegen waard om langeafstand transport duurder te maken; om de subsidies op brandstof in die sector aan te pakken en ook de negatieve milieueffecten in de prijs te verdisconteren. Dat zou nog eens promotie van grondgebonden kringlooplandbouw zijn.

En de honger in de derde wereld dan? Die los je niet op met voedselhulp, integendeel. Daarvoor is landbouw nodig; landbouw ten behoeve van voedselzekerheid. Landbouw die mee dankzij het externe productiemiddel kunstmest productie voor de markt mogelijk maakt, waardoor arbeid vrij komt voor sociaaleconomische ontwikkeling, voor meer welvaart. En dat remt de bevolkingsgroei!

5. Gedachtenrichtingen voor oplossingen

Er zijn nog geen GCMs die het hart sneller doen kloppen. Positief is de aandacht voor zuinig omgaan met grondstoffen en voor systemen en technieken die de efficiëntie van processen vergroten. Dankzij die aandacht is de uitstoot van broeikasgassen de laatste 15 jaar aan het afnemen, net als trouwens in de andere sectoren van de maatschappij. Maar veel van de oplossingen zijn technisch en brengen (grote) kosten met zich mee. De afhankelijkheid van boeren van banken neemt toe, en het realiseren van een interessante kosten : baten verhouding wordt moeilijker.

Het is spijtig dat in het denken over de kringlooplandbouw de aandacht vooral uit gaat naar kunstmest mineralen. Van zeker evenveel belang is aandacht voor koolstof en stikstof; beiden zouden zo lang mogelijk uit hun gasvormige verblijfsvorm moeten blijven! Voor één mineraal is er al langer aandacht, voor de fosfor uit fosfaat. Fosfaatrechten worden verhandeld en geleased. En, helaas, gedurende het traject “*opname stikstof en fosfor uit grond en kunstmest door het gewas – opname gewas door mens en dier – uitscheiding in vorm van urine en feces – verwerking tot GCMs*” neemt de verhouding stikstof : fosfor steeds verder af. Stikstof is “*heel gewild*”²² maar vluchtig, fosfor is dat respectievelijk minder en niet. Waar de verhouding ongeveer 10 : 1 is bij het begin, kan ze 2 : 1 zijn aan het eind. En ondertussen is er veel stikstof emissie en depositie geweest!

Als dus de GCMs (nog) geen oplossing zijn, wat dan? Wat denk richtingen:

²¹ <https://www.aardeboerconsument.nl/in-2015-gebruikte-de-landbouw-6x-zoveel-energie-als-in-1952-voor-dezelfde-output>

²² Productie en consumptie van eiwitten.

5.1 Kringlooplandbouw

Herwinnen van grondstoffen en hergebruik van organischestof is een heel goed idee. Maar het is geen wonderoplossing en 100% kringloop is volstrekt onmogelijk. Daarbij vormt bio-energie en kringlooplandbouw een slechte combinatie in het denken over een duurzamer landbouw en wereld. Een '*conditio sine qua non*' voor duurzaamheid van de mensheid is zoveel mogelijk koolstof vastgelegd als organischestof, in levende en dode biomassa, waaronder de fossiele. Dat houdt de concentratie aan broeikasgassen in de lucht lager, terwijl voedselzekerheid voor de groeiende wereldbevolking vraagt om een zo groot mogelijk landbouwareaal naast een zo groot mogelijk oppervlak onder natuurlijke ecosystemen. Op goede landbouwgrond moet voedselproductie via systemen met hoge opbrengsten worden geproduceerd, om zoveel mogelijk ruimte over te houden voor natuurlijke ecosystemen.

5.2 Is kunstmest wel zo schadelijk?

Zeker wanneer er serieus aandacht komt voor de noodzaak vastgelegde CO₂ zo lang mogelijk als levende en dode organischestof vast te houden, is kunstmest minder schadelijk dan velen denken. Goed, er wordt CO₂ bij productie op basis van fossiele energie uitgestoten, maar dankzij kunstmest wordt er per kg veel meer vastgelegd dan uitgestoten. Denk maar aan een factor 20 à 30!

Daar waar kunstmest effectief en efficiënt gebruikt wordt kan de uitputting en degradatie van landbouwgrond en de ontginning van natuurlijke ecosystemen stoppen. Herbebossing is mogelijk; afbraak van levende en dode organischestof kan stoppen en omgezet worden in groei. De vastlegging van CO₂ kan weer toenemen. In Nederland is er sinds de uitvinding en het gebruik van kunstmest bijna 100.000 ha bos bijgekomen. Maar echt profiteren van de positieve kant van kunstmest in het licht van stoppen van klimaatverandering, vraagt om veel meer aandacht voor het vasthouden van de door fotosynthese extra vastgelegde CO₂. Gebruik voor de productie van biogas of andere vormen van energie via (co)vergisting lijkt een dood spoor. Dat geldt ook voor al dat kappen in Nederlandse bossen omdat hout "afval" weer een interessante bron is geworden voor diverse vormen van energie. Zonder goed begrip van politici en daarvan afgeleide effectieve politiek wordt het positieve effect van kunstmest slecht benut.

De schadelijkheid van kunstmest, geproduceerd met goedkope fossiele energie, is vooral dat het sterke bevolkingsgroei mogelijk heeft gemaakt. Dankzij kunstmest leven er minstens twee maal meer mensen dan zonder kunstmest mogelijk zou zijn geweest. Waarschijnlijk zou het wel al eens om drie maal meer kunnen gaan. Er zijn schattingen dat de beschikbaarheid van stikstof in de bodem in een voor planten opneembare vorm sinds de ontdekking van kunstmest met een factor drie is toegenomen. En stikstof was en is de voor gewasgroei de meest beperkende factor; nog steeds veel beperkender dan regenwater. Maar om van de beschikbare stikstof effectief te profiteren via gewasgroei is ook fosfaat in voldoende hoeveelheid nodig.

5.3 Groeiende ongelijkheid, de dood in de pot

Fosfaat en ruimte, twee onmisbare factoren voor het optimaal functioneren van de menselijke

maatschappij. En de beschikbaarheid van beiden begint onder druk te staan. Zou dat mee een bron kunnen zijn van groeiende ongelijkheid die Thomas Piketty in zijn boek “*Le capital au XXI^e siècle*” beschrijft? “*Kapitaal is aan de winnende hand, zeker nu de groei terugvalt, en er weinig is wat het tegenhoudt*”, een zin uit de korte Nederlandse samenvatting van Wouter van Bergen en Martin Visser²³.

Kunnen we niet conventionele kunstmest gebruiken -zolang er nog geen groene kunstmest is- om ongelijkheid te verminderen en bevolkingsgroei te stoppen? Dat is mogelijk door via landbouwontwikkeling niet alleen te focussen op opbrengstverhoging, maar ook op sociaaleconomische ontwikkeling, op hogere welvaart in arme landen. “Landbouw voor ontwikkeling” noemde de Wereldbank dat²⁴. Zet landbouwontwikkeling, in de vorm van opbrengsten en de groei daarvan, af tegen nationaal inkomen en er ontstaat een vorm van recht evenredige toename. De relatie is veel te ingewikkeld om direct te zijn; er is meer nodig dan kunstmest. Maar tegelijkertijd zie je een sterke afname van het aantal geboortes per vrouw. Hoe lager het inkomen per hoofd van de bevolking, hoe hoger het aantal geboortes; een omgekeerd evenredigheid!

In de armste landen is er nog sprake van gemiddeld meer dan 7 geboortes tijdens het leven van vrouwen, in de rijkste is het minder dan 1 geworden. Het wereld gemiddelde ligt rond de 2,5. In het armste continent, Afrika, varieert het van 7,5 tot 2; een plateau van 2 geboortes per vrouw wordt bereikt bij een gemiddeld bruto nationaal inkomen per hoofd van de bevolking van 10.000 \$/jaar. Parallel daaraan stijgt de productiviteit van de landbouw, uitgedrukt in graan equivalenten, van 500 naar 4.000 kg/ha.

5.4 Ongelijkheid neemt eerder toe dan af

Piketty focust zich op de weer groeiende invloed van kapitaal in verband met ongelijkheid. Lang nam de wereldrijdheid dusdanig toe dat er genoeg kruimels van tafel vielen voor de minder bedeeden. Bij het in zicht komen van de grenzen van de groei wordt deze vorm van “verspilling” minder.

Daarnaast is er een mechanisme van heterogene herverdeling van grondstoffen. In de landbouw wordt die veroorzaakt door transport van voeders, en van allerlei vormen van marktgerichte landbouw. Dat transport is ongelijk waar het de waarde van producten betreft. Rijke landen voeren naast veevoer dure producten in als cacao, koffie en thee, en *non-food* als katoen en rubber. Arme landen voeren met name granen in en laagwaardige (bij)producten uit de veehouderij. Dit leidt tot een sterke uitputting van nutriënten in arme landen en een vervuilende verrijking in de rijke landen.

Binnen veel arme landen vinden overheden het interessanter om goedkoop voedsel op de wereldmarkt te kopen en zo de groeiende stedelijke bevolking rustig te houden. Landbouwontwikkeling is afwezig of beperkt. Groeiende lokale voedselproductie is meer gebaseerd op uitbreiding van het landbouwareaal dan op verhoging van de productiviteit er van. Steeds meer landbouwgrond raakt uitgeput; verliest zijn voorraden aan bodem organischestof aan de atmosfeer. Hetzelfde geldt voor de uitputting en degradatie van natuurlijke weidegronden en de ontginning van natuurlijke ecosystemen. Voor deze interne ongelijkheid in arme landen is dalende voedselproductie in rijke landen catastrofaal, want ze

²³ De kleine Piketty. Het kapitale boek samengevat.

²⁴ Agriculture for development. World development report 2008. The World Bank 2007.

leidt tot stijgende wereldvoedselprijzen. De wereldmarkt reageerde met stijgende prijzen toen Timmermans zijn “*green deal*” presenteerde, want de markt weet dat 25% biologische landbouw in de EU tot dalende productie zal leiden. Een recente eigen EU studie suggereert een 15% daling van de graanproductie²⁵.

5.5 De les van de Drentse es

Het einde van de landbouwontwikkelingsfase op basis van interne productiemiddelen, land, arbeid en kapitaal (zie par. 2.a) kwam in zicht toen de bevolkingsgroei een dusdanige verhouding van het areaal aan es- en markegronden met zich bracht, dat de markegronden te klein en de kudden vee te groot werden om de vruchtbaarheid van de es gronden hoog genoeg te houden om de bevolking adequaat te voeden. Frans Aarts geeft daarvan een heldere beschrijving in “Boeren in Peel en Kempen omstreeks 1800”. Als gevolg daarvan werden de markegronden uitgeput en degradeerde de vegetatie. Het areaal van stuifzanden werd steeds groter, tot een maximum van 80.000 ha werd bereikt. Uitputting van rijkere gronden, leem en klei, duurde langer, maar ook daar werd de degradatie een probleem van groeiende zorg. Dit proces, dat in Nederland stopte door toenemend kunstmestgebruik, is een wereldwijd verschijnsel²⁶.

De heterogene herverdeling van nutriënten door gesleep met voedsel en voeders (par. 5.4) is in wezen het proces van de Drentse es op wereldschaal. De arme landen, de “marke gronden” worden uitgeput door de rijke, de “es gronden”. En net als in Nederland zo’n 150 jaar geleden is de oplossing voor het stoppen van uitputting en degradatie kunstmest. Kunstmest voor landbouwontwikkeling als trigger voor sociaaleconomische ontwikkeling (zie landbouwontwikkelingsfase 2.b in par. 2; zie par. 5.4).

Omdat dweilen met de kraan open nauwelijks effectief is moet daarbij de over verrijking van de es gronden, de rijke landen, stoppen. Dan lost het probleem van broeikasgasemissie en stikstof depositie in Nederland zich van zelf op. Niet kunstmest is het echte probleem maar ongelijkheid. Stop met het slepen van voeder en voedsel over de wereld; stop met het transformeren van die voeders in dure zuivel en vlees, tevens een bron van broeikasgassen en stikstof depositie. En stop met het belastingvrij doen gebruiken van fossiele brandstoffen voor al dat gesleep.

Biologische boeren en tuinders vonden al een mooie oplossing om onze Nederlandse gronden van hun fosfaat verzadiging te ontdoen. Het produceren van gras-klaver mengsels als groene meststof voor akker- en tuinbouw. Maar gaat het niet te ver om te accepteren dat wij doorgaan met een economie gebaseerd over verrijking van onze gronden met de daarbij behorende uitstoot van broeikasgassen, en dat afkopen via de zogenaamde “*carbon-credits*”? Zijn we serieus wanneer we denken dat betalingen aan arme landen om evenveel CO₂ vast te leggen als wij uitstoten, bij de huidige situatie van de landbouw in die landen zoden aan de dijk zetten?

5.6 GCMs, een doekje voor het bloeden?

²⁵ <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC121368>

²⁶ Breman, H., B. Fofana & A. Mando, 2007. The lesson of Drente's 'essen' Soil Nutrient Depletion in sub-Saharan Africa and Management Strategies for Soil Replenishment. In: Braimoh, A.K & P.L.G. Vlek, 2007. Land use and soil resources. Springer Media B.V., p. 145 – 166.

Zijn GCMs net als “*carbon credits*” geen vorm van symptoom bestrijding? Neem nu de wereldwijde aandacht voor controle van klimaatverandering. Het belangrijkste gereedschap is vastleggen van CO₂ in plaats van uitstoten. In de voorbereidingen van de Parijse klimaatconferentie lanceerde Frankrijk zijn “4 pour 1000”, 4 voor 1000²⁷, een voorstel dat de rol van de landbouw definieerde. De landbouw zou bij kunnen dragen aan de inspanningen om de wereldtemperatuur niet (veel) verder te doen stijgen, door de door de mensheid uitgestoten CO₂ terug te halen. Als doel de stijging van het gehalte aan bodem organischestof wereldwijd in de bovenste 30 à 40 cm van landbouwgrond. Franse instituten die het plan opstelden suggereerden dat een toename van 4% organische koolstof per jaar haalbaar zou moeten zijn.

Poulton en collega's identificeerden de moeilijkheden voor boeren om de grond met deze snelheid te verrijken via een analyse van alle meerjarige proefvelden in het bekende Rothamsted waar naar de verhoging van het bodem organischestof gehalte was gekeken²⁸. Het betrof 114 behandelingen die 7 tot 157 jaar geduurd hadden. Eén van de conclusies: “Voor regio's in de wereld waar kunstmest momenteel nog niet of nauwelijks wordt gebruikt, demonstrenen de resultaten een praktische gelegenheid om de bodem organische koolstof te verhogen met simultaan profijt voor gewas productie”. Ook accentueren ze dat met name in Afrika veel boeren onvoldoende mest en gewasbijproducten voor dit doel hebben of kunnen gebruiken om aan stijging van de opslag van koolstof in landbouw gronden mee te kunnen doen. Gebruik van kunstmest is dus een “*conditio sine qua non*”. En de belangrijkste huidige GCMs, of eigenlijk de CMs, herwinnen en concentreren minerale nutriënten, terwijl bij de productie broeikasgas wordt uitgestoten. Wat is het verschil met kunstmest? Het verschil is dat kunstmest door specifieke weldoordachte samenstellingen veel effectiever kan worden aangewend, zonder dat bepaalde nutriënten, zoals fosfor in CMs, worden over gedoseerd.

Gebalanceerd kunstmestgebruik gecombineerd met toediening van stro of mest kan het koolstofgehalte in de bovengrond met 2 tot 3,5% doen stijgen!²⁹

5.7 Kunstmest DE bron van broeikasgassen, HET klimaatprobleem?

De CO₂ voetafdruk van mensen in de armste landen is gemiddeld ongeveer 1,5 t/pers./jaar. De productiviteit van de landbouw, uitgedrukt in graanequivalenten, ligt er tussen de 500 en 2.000 kg/ha. En, inderdaad, met stijging van het kunstmestgebruik en de inherente groei van de productiviteit van de landbouw neemt die CO₂ voetafdruk toe. Bij een landbouwproductiviteit van 4.000 kg/ha is die al tussen de 4 en 5 t/pers./jaar en bij 8.000 kg/ha graanequivalenten is de broeikasgassen uitstoot in CO₂ equivalenten ongeveer 12 tot 13 t/pers./jaar³⁰.

Bereken je de bijdrage van kunstmest aan die uitstoot van CO₂ equivalenten voor een landbouwproductiviteit van 8.000 kg/ha, dan kom je op ruim 0,22%. Voor de

²⁷ <https://www.4p1000.org/fr>

²⁸ Major limitations to achieving “4 per 1000” increases in soil organic carbon stock in temperate regions: evidence from long-term experiments at Rothamsted Research, United Kingdom. *Glob. Change Biol.* 2018, 1 – 22.

²⁹ Changes in soil organic carbon in croplands subjected to fertilizer management.

<https://www.nature.com/articles/srep27199>

³⁰ De cijfers betreffen gemiddelden per land.

voedselproductie in zijn totaliteit staat in Nederland ongeveer een kwart van de CO₂ uitstoot, de bijdrage van de industrie betreft het dubbele, die van mobiliteit en elektriciteit elk ruim 30% en voor de rest, onze bebouwde omgeving met huis en haard ruim 20%. Natuurlijk, elke sector moet bijdragen aan vermindering van de uitstoot van broeikasgassen, maar moeten we ons op kunstmest focussen wanneer bij versobering zo veel meer te halen is? En wel op het terrein van al onze drie uitdagingen! Zou het niet zinnig zijn prioriteiten vast te stellen wanneer het gaat om het gebruik van de nog zeer beperkt beschikbare alternatieve energiebronnen voor het stap voor stap verduurzamen van ons leven? Bij de productie van de gemiddeld per Nederlander gebruikte kunstmest in onze landbouw wordt per jaar ruim 30 kg CO₂-equivalenten aan broeikasgas uitgestoten. Iemand die jaarrond op een elektrische fiets naar school of naar het werk gaat stoot drie keer zo veel uit! Daarbij is er onderzoek dat laat zien dat de rijkste 1% van de wereldbevolking twee keer zoveel CO₂ uitstoot dan de armste helft van de bevolking.

5.8 Naar een duurzaam voedselsysteem

Veel van de bovenstaande kennis werd door een Professor in Leuven, Olivier Honnay, gebruikt om een wereld voedselsysteem te schetsen dat voedselzekerheid kan bieden aan een bevolking van 10 miljard en dat de klimaatverandering onder controle kan houden³¹. Kunstmestgebruik is daarin een belangrijk element van productieve landbouw op de beste gronden, om een nog groeiende wereldbevolking te kunnen voeden en ruimte te creëren en te houden voor natuurlijke ecosystemen voor een vele malen grotere opslag van koolstof in levende en dode organischestof. En dat komt de biodiversiteit ten goede.

Om lokale overdosering van kunstmest in de rijke wereld te voorkomen en het gesleep van voeders en voedsel zo veel mogelijk te stoppen, moet overal de landbouwproductiviteit naar een soort van wereldgemiddelde van ongeveer 4.000 kg/ha aan graanequivalenten. Van maximalisatie naar optimalisatie voor klimaat en biodiversiteit bij voldoende voedselzekerheid. In arme landen in Afrika en elders moet landbouwontwikkeling leiden tot sociaaleconomische ontwikkeling, waardoor het haalbaar wordt dat de wereldbevolking niet verder zal groeien dan tot 10 miljard mensen.

Versobering is een noodzaak; voedselverspillingen moeten worden teruggedrongen. Dat geldt ook voor de productie van dierlijke eiwitten. Honnay rekent met een vermindering van het huidige wereld vee bestand met 30%. En hij staat niet alleen in zijn overtuiging dat het nog mogelijk is een duurzame economie op te zetten. Naast het World Resources Institute dat hem inspireerde, is er b.v. de ecologie-econoom Julia Steinberger³². Zij onderstreept dat naast technologische oplossingen de maatschappijstructuur van groot belang is, en identificeert relatieve gelijkheid, democratie, goede diensten en infrastructuur als factoren die energiegebruik kunnen verminderen.

Ja het kan, 10 miljard mensen kunnen gevoed worden terwijl de temperatuur niet meer dan 2 °C zal stijgen. Ga er maar aan staan. Succes!

P.s. En vergeet niet om kunstmest te gebruiken.

³¹ Uitdagingen voor het verduurzamen van het mondiale voedselsysteem. Wetenschap in een veranderende wereld, p. 185 – 208. Universitaire Pers Leuven, 2020. Honnay werd geïnspireerd door een publicatie van het World Resources Institute: <https://www.wri.org/research/creating-sustainable-food-future> .

³² Le Temps, Lausanne. 19-07-2021.

6. En de politiek dan?

Het “Realisatieplan Visie LNV: Op weg met nieuw perspectief” is een stapje richting meer circulaire landbouw. Maar wil het zoden aan de dijk zetten dan zal er echt meer van de suggesties van een WRI en van mensen als Honney en Steinberger in te vinden moeten zijn. Denken en discussiëren over GCMs kan een rol spelen in het uitstippelen van een nieuwe landbouwfase, 2c (zie hoofdstuk 2 en 4). Een aantal aandachtspunten moeten daarbij meegenomen worden. Ze kunnen uit deze notitie gedistilleerd worden.

- Broeikasgassen en klimaat, voedselzekerheid en biodiversiteit kennen geen grenzen. Oplossingen op nationaal niveau zijn schijnoplossingen, zolang de invloed ervan elders niet neutraal of positief is. Internationale politiek is naast nationale politiek onmisbaar.
- Er zijn nog geen GCMs gevonden die het hart sneller doen kloppen. Zo zuinig mogelijk omgaan met de huidige meststoffen blijft de beste aanbeveling; voorkomen is beter dan genezen.
- Pas op voor het zoeken en ontwikkelen van GCMs als window dressing. De uitstoot van broeikasgassen bij de productie van kunstmest is maar een minieme fractie van onze totale uitstoot. Sterke versobering is vele malen effectiever dan gebruik van GCMs. CMs, circulaire meststoffen, hebben meer kans om een nuttige rol te gaan spelen dan GMs, de groene meststoffen, meststoffen geproduceerd met alternatieve energie.
- Bij het zoeken naar en het ontwikkelen van GCMs moeten stikstof en koolstof zeker zoveel aandacht krijgen als momenteel de minerale voedingsstoffen.
- Om een kans te maken op succes moet de wereldvoedselvoorziening meer gebaseerd zijn op lokalere productie. Gesleep met voedsel en veevoeder zou niet gesubsidieerd moeten worden door onbelaste brandstoffen voor groot internationaal transport. Inspanningen om kunstmest beschikbaar en toegankelijk te maken, en om boeren in het gebruik ervan te interesseren, zijn een veel effectievere bijdrage in de strijd tegen klimaatverandering dan voedselhulp.
- Voorlopig is de aandacht voor *i*) terugdringen van verliezen van voedingsstoffen en van vastgelegde koolstof, en voor *ii*) hun terugwinning, veel nuttiger dan voor productie van kunstmest via alternatieve energiebronnen. Laatst genoemden zijn nog maar beperkt beschikbaar en hun inzet voor andere doelen kan een grotere bijdrage leveren aan het terugdringen van broeikasgas emissie. Denk b.v. aan versobering en aan vermindering van langeafstandstransporten. Meervoudige doelprogrammering is een meer dan nuttig instrument om het maken van keuzes te begeleiden.