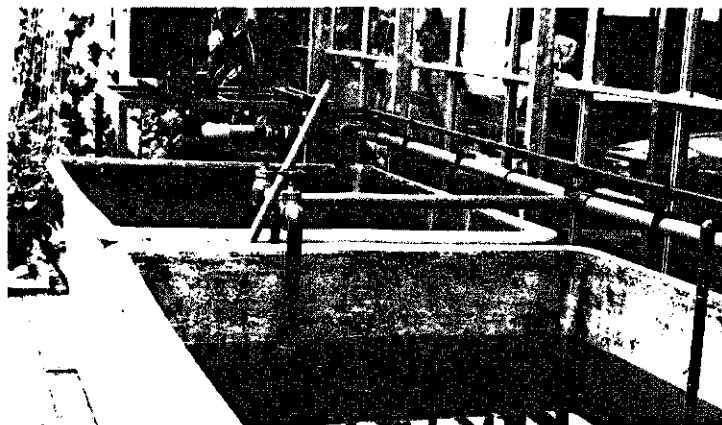


Meststofgebruik in de substraatteelt:

Bij het invoeren van de substraatteelt is de verwachting uitgesproken dat deze tot een betere groeibeheersing en een zuiniger energiegebruik zou leiden. Wat de meststoffen betreft lijkt die verwachting tot nu toe nog niet te zijn waargemaakt. Het is begrijpelijk dat door onderzoek en voorlichting eerst is gezocht naar een teeltwijze die een goede opbrengst verzekert zonder veel risico's. Daarbij is echter nauwelijks getoet op het totale meststoffenverbruik.



Het bemestingsadvies is gewijzigd van een totale gift voor de hele teelt van een bepaald gewas in een geadviseerde concentratie aan meststoffen in het druppelwater. Het jaarlijkse verbruik hangt daardoor samen met de hoeveelheid gebruikt druppelwater. Een deel van de gegeven meststoffen wordt opgenomen door de plant en de rest lekt weg met het drainagewater. Opslag in het wortelmilieu is zo klein dat het is te verwaarlozen. Dit is zeker het geval wanneer de substraatteelt wordt vergeleken met de grondteelt (zie figuur 1). Deze geringe opslag is er de reden van dat makkelijk meststofbalansen kunnen worden opgesteld, waarin het gebruik van meststoffen per teelt wordt vergeleken met wat er werkelijk is geoogst plus wat aan het einde van de teelt in het gewas over is. Bij een goede boekhouding van het meststofverbruik is dit een simpel rekensmetje, met soms verrassende resultaten. Een goede boekhouding van het meststoffenverbruik is overigens ook bij proefstations en proeftuinen geen gewoonte. De resultaten komen tenminste zelden of nooit in de proefverslagen voor.

Meststoffenbalansen

In de tabel wordt een meststofbalansen weergegeven zoals die in 1978 werd opgesteld voor een komkommerteelt op de proeftuin Sappemeer, omgerekend

per vierkante meter. Deze tabel kan als voorbeeld dienen voor uw eigen balans. Door met gemiddelde gehalten te rekenen zult u nooit een erg grote fout maken.

Het bleek in dit geval dat ongeveer tweederde van het totale meststoffenverbruik werd weggespoeld naar grond- en oppervlaktewater. Omgerekend per ha gaat het om een stikstofverlies van 1 ton N per jaar. Als dit een gangbare situatie zou zijn dan zou van kascomplexen een bedreiging van grond- en oppervlaktewater kunnen worden verwacht die van dezelfde orde is als bij een drijfmestdumping van ongeveer 200 ton per ha, waar drinkwaterbedrijven zich zorgen over maken.

Deze balans voor een steenwoltelt betrof een enkel geval en gedacht zou kunnen worden dat het om een uitzondering gaat. Het blijkt dat er tuinders zijn met een meststoffenverbruik dat even hoog is als in de tabel wordt vermeld, maar er zijn ook veel tuinders die aanzienlijk zuiniger

werken. In dit artikel worden ook de kosten van het meststoffenverbruik gegeven. Een verschil in meststoffenkosten van f 1,— per vierkante meter tussen tuinders die zuinig werken en tuinders die veel gebruiken is interessant genoeg om het verbruik te corrigeren.

In figuur 2 zijn de resultaten van Van de Burg, die in 1982 het water- en meststoffenverbruik op zestien substraatbedrijven heeft bepaald, samengevat. Bij een geschatte verdamping door het gewas over de hele teelt van ongeveer 600 mm blijken er tuinders te zijn die 100% extra water geven. De meststofuitspoeling kan dan wel 200% van het verbruik door het gewas zijn (vergelijk de tabel). Uit de figuur blijkt al dat het percentage meststofuitspoeling vaak hoger is dan het percentage wateruitspoeling. Dit lijkt niet iedereen zich te realiseren (zie kader op pagina 43).

Waarom doorspoeling?

Er is een aantal redenen waarom doorspoeling van water en dus

ook van meststoffen, nodig kan zijn, zodat tijdens de teelt een gunstig wortelmilieu kan worden gehandhaafd. Alleen als deze redenen goed worden begrepen kan worden getracht de uitspoeling te reduceren zonder dat er nieuwe problemen ontstaan. Productieverlies is bedrijfseconomisch alleen acceptabel als de produktiekosten erg hoog zijn. Er zijn verschillende redenen voor het doorspoelen. Ten eerste ongelijke druppelaars, ongelijke ligging van de matten en een ongelijk gewas. Ten tweede het gevaar op een te hoog niveau van bijvoorbeeld chloride in de grond en ten derde EC-regeling.

Druppelaars

Als de gebruikte druppelaars niet allemaal evenveel vocht afgeven, dan zal bij een gemiddeld juiste gift een deel van de planten te droog komen te staan, bij een deel zal precies genoeg worden gegeven en bij een ander deel zal al vocht weglekken. Omdat men wil voorkomen dat een deel van de planten te droog komt te staan, wordt overal extra vocht gegeven. Dit heeft tot gevolg dat er overal vocht weglekt behalve bij de minst doorlatende druppelaars. Voor de rekkenaars: om het droog staan tot enkele procenten van de planten te beperken, moet een hoeveelheid voedingsoplossing extra worden gegeven (in een percentage van het gewasverbruik) van tweemaal de variatiecoëfficiënt van de druppelaars (uitgedrukt als percentage). De variatiecoëfficiënt is voor de meeste druppelaars proefondervindelijk vastgesteld. Hetzelfde geldt bij een ongelijke ligging van de matten en bij een gewas dat slechtere en betere planten heeft. Het is dus zaak deze variaties zo veel mogelijk te reduceren.

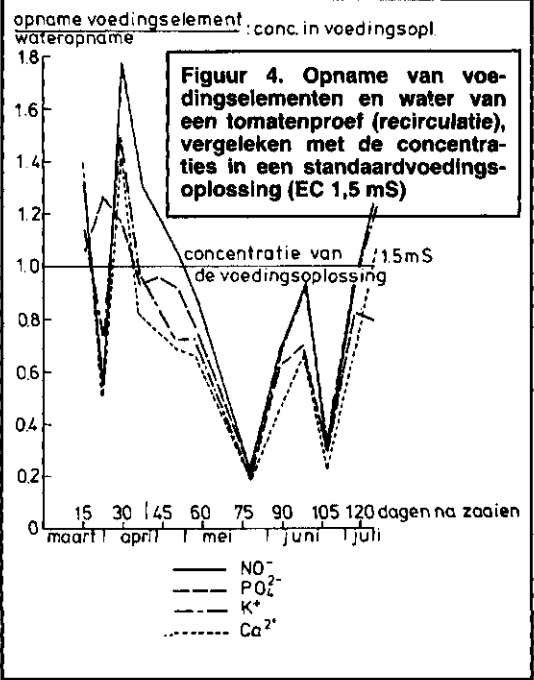
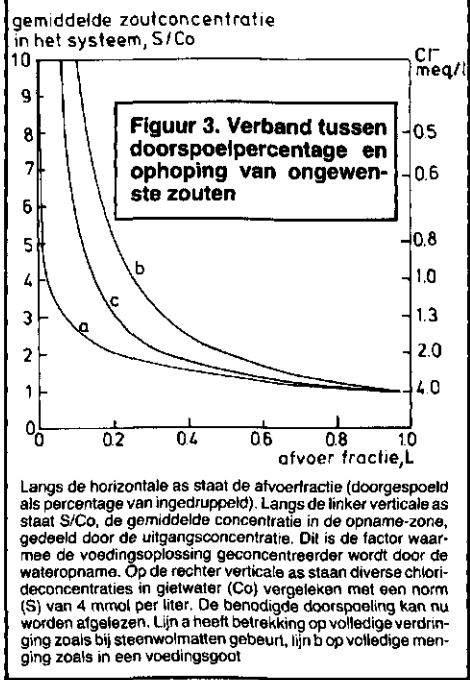
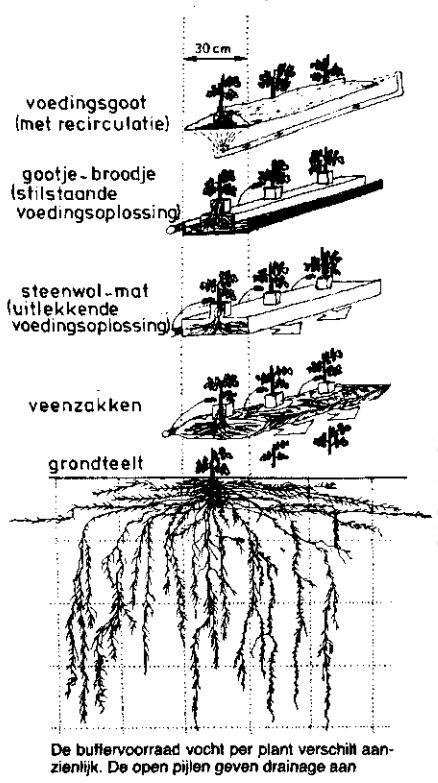
Chloride

Bij gebruik van water met veel chloride en dergelijke moet worden doorgespoeld om ophoping tot schadelijke niveaus te voorkomen. Hiervoor kunnen voor-

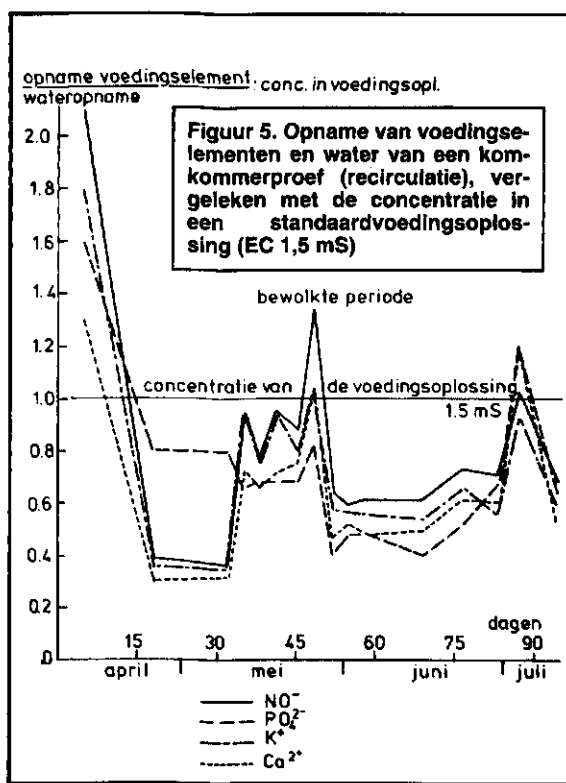
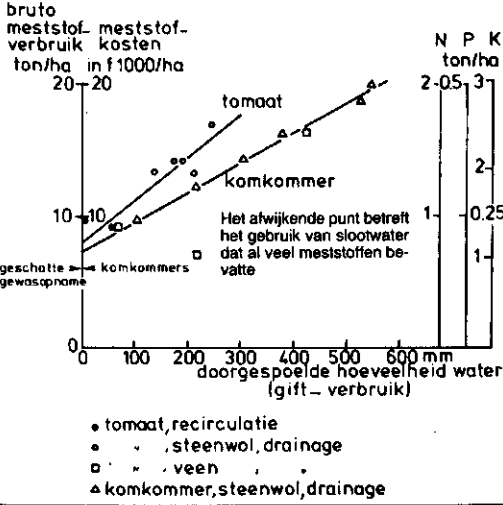
Schatting van de meststoffenbalansen van een komkommerteelt. De gegevens zijn vermeld in grammen per vierkante meter

	In			Uit			Verschil
	0,75 kg nutri-flora	1 kg Ca(NO ₃) ₂	to-taal	36 kg (vers) komkommers	3,8 kg (droog) gewas	to-taal	
N	3	155	158	38	13	51	107
P	37	-	37	9,3	2,3	12	25
K	250	-	250	53	17	70	180
Ca	-	220	220	11	18	29	191
Mg	23	-	23	4,5	2,8	7	16
	90	-	90	5	2,8	8	82
							% van In

Figuur 1. Beworteling en grootte van het wortelmilieu bij vijf teeltsystemen



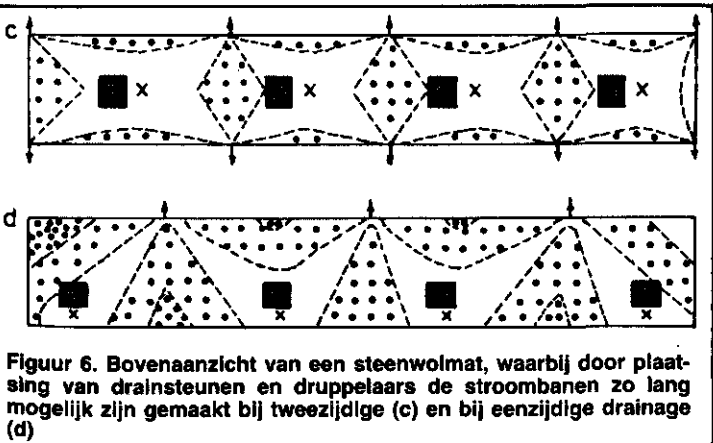
Figuur 2. Resultaten van een inventarisatie van water- en meststoffenverbruik bij zestien substraatuinters in het Westland met tomaat of komkommer



doorspoeling nodig. Zulk water kan dus eigenlijk onbruikbaar worden genoemd. Het gebruik brengt in ieder geval veel extra meststoffen en waterkosten met zich mee.

EC-regeling

Van een belangrijke reden tot doorspoeling begint het begrip pas langzaam door te dringen. Bij het overstappen op substraat en het vaarwel zeggen van de grond zijn we een groot stuk buffercapaciteit voor vocht en meststoffen kwijtgeraakt (zie figuur 1). Dat betekent dat nu veel frequenter moet worden gedruppeld, maar vooral ook dat het feitelijk gebruik van meststoffen door het gewas veel beter van dag tot dag moet worden geregeld. Hoe geringer de buffering, hoe attenter we moeten zijn met het bijstellen van de samenstelling van de voedingsoplossing. Bij de steenwolteelt is de vochtvoorraad per plant ongeveer tweemaal het dagelijkse waterverbruik bij 30 cm brede matten (in de grondteelt is dit vijf- tot tienmaal zoveel en soms zelfs nog meer). In een weinig gebufferd systeem kan de plant de concentratie heel makkelijk wijzigen door water en zouten op te nemen. Als de plant relatief veel water opneemt blijft een oplossing met een hogere zoutconcentratie achter. Neemt de plant relatief veel zout op (of relatief weinig water) dan raakt de oplossing uitgeput. Hier tussenin zit een situatie van „restloze opname”, waarbij de plant water en meststoffen opneemt in dezelfde verhouding als die waarin ze wor-



lopige richtlijnen worden gegeven op grond van theorie (zie IB-rapport 9-81, door Meine van Noordwijk en P. A. C. Raats) en op grond van een voorlopig maximaal aanvaardbare concentratie in de mat van 4 mmol Cl per liter.

Als het gebruikte water 0,8 mmol Cl per liter bevat mag de concentratie dus hooguit met een factor 5 stijgen en is minimaal 10% waterdoorspoeling vereist (zie figuur 3). Als water met een hoger gehalte wordt gebruikt is al snel heel wat meer

den aangeboden. Als een EC zou kunnen worden aangehouden die overeenkomt met de plant-behoefte bij „restloze opname”, zou zonder doorspoeling kunnen worden gewerkt. Er doen zich echter problemen voor.

Het waterverbruik van het gewas kan van uur tot uur verschillen naarmate de instraling en de stookinvloed op de verdamping varieert. De meststofopname is betrekkelijk constant. De verhouding tussen meststofopname en waterverbruik schommelt dus, en daarmee schommelt de ideale EC van het in te druppelen vocht. Als een constante EC wordt aangehouden die gemiddeld genomen net goed is, zijn er perioden waarin zoutuitputting en perioden waarin zoutophoping voorkomen, respectievelijk bij relatief lage en relatief hoge wateropname. Zoutuitputting kan als het lang duurt tot produktieverlies leiden. Om dit te voorkomen wordt de EC dus zo ingesteld dat gemiddeld genomen meer zouten worden gegeven dan nodig is voor de opname. Dit betekent echter dat er vaak zoutophoping zal plaatsvinden en de EC in de mat zal stijgen. Dit probleem wordt dan in de praktijk „opgelost” door de geconcentreerde voedingsoplossing weg te spoelen met extra water. Het probleem kan alleen worden voorkomen door meer kennis van wateropname en waterbehoefte om van dag tot dag en misschien zelfs van uur tot uur de ideale EC vast te stellen.

Figuur 4 en 5 laten zien hoe de opname van de diverse elementen van week tot week verliep in een proef met tomaat en komkommer. De opname is hierbij vergeleken met de samenstelling van een voedingsoplossing met een EC van 1,5 mS. Bij een waarde van 1 treedt restloze opname op, bij een waarde boven 1 een EC-daling en bij een waarde beneden 1 een EC-stijging. De verschillende groeifasen van de plant hebben invloed op de mestopname. Deze is relatief hoog ten aanzien van het waterverbruik in het begin van de teelt en in een bewolkte periode in de produktiefase. Dan zou dus met een hogere EC moeten worden gewerkt om restloze opname te bereiken. Voor het overige heeft de gebruikte oplossing een te hoge EC voor restloze opname.

Elementen

Zoals uit de figuren blijkt is de opnameverhouding van de verschillende elementen niet constant. K^+ en NO_3 gaan vaak wel

gelijk op, maar PO_4^{3-} en Ca^{2+} kunnen hiervan aanzienlijk afwijken. Bijstelling van de samenstelling van de voedingsoplossing tussen groeiperioden kan dan ook nodig zijn, zoals gebeurt op grond van de vochtmonsters uit de mat, die in Naaldwijk worden geanalyseerd. Ervaren tuinders zullen al aan het gewas kunnen zien hoe de verhoudingen moeten worden bijgesteld.

Een oplossing voor echt restloze opname kan niet worden gemaakt, omdat deze teveel K^+ en te weinig Ca^{2+} zou bevatten voor het goed functioneren van de plant. De gebruikte oplossing bevat steeds extra Ca^{2+} (en SO_4^{2-}) dat in de mat achterblijft. Als de menging in de mat goed genoeg is, is dit geen wezenlijk probleem. De bijgedruppelde oplossing kan de opname precies compenseren en vermengd met de zoutrest in de mat de gewenste concentratie geven. Een goede menging is dan vereist en dit kan in steenwol alleen worden bereikt bij lange „stroombanen” en frequent druppelen. Vaak wordt een hoge EC in de mat in bepaalde perioden gewenst om de wateropname te remmen en zo de groei te beheersen en de plant tot vruchtzetting aan te zetten. Een verhoogde EC in de mat kan worden bereikt door een hogere EC in te druppelen en de plant zelf de EC verder te laten verhogen. Om een verhoogde EC in stand te houden hoeft slechts de concentratie te worden ingedruppeld die overeenkomt met de zout- en wateropname, als tenminste niet wordt doorgespoeld. In de praktijk wordt wel doorgespoeld en dan moet met een verhoogde EC worden blijven gedruppeld. Dit leidt dan tot een onnodig verhoogd meststoffenverbruik.

In principe moet het dus mogelijk zijn om bij geringe of te verwaarlozen doorspoelpercentages te werken. Dan moeten de hier genoemde oorzaken van doorspoelen echter worden weggenomen.

Beperking meststofverliezen

Als u, al was het alleen al om financiële redenen, de meststofverliezen wilt beperken, dan staan de volgende wegen hiervoor open. Allereerst moet een goed idee worden verkregen van de werkelijke doorspoeling van water en meststoffen op het bedrijf. Dit is mogelijk door bij enkele matten het drainagewater op te vangen en de hoeveelheid te vergelijken met de ingedruppelde hoeveelheid. Door dit bij te houden leert u het doorspoelpercentage kennen en kan de instelling van de installatie worden verbeterd. Een vergelijking tussen de EC van het drainagevocht met die van het druppelvocht maakt duidelijk of zoutophoping of zoutuitputting plaatsvindt. Als u deze metingen doet (die geen van alle veel tijd kosten) krijgt u veel meer controle over wat er gebeurt. U kunt ook achteraf een meststoffenbalans opstellen zoals die in de tabel staat. Hiervoor zijn alleen totaal-meststoffenverbruik en produktiecijfers nodig. Met behulp van gemiddelde gehalten aan voedingselementen in een normaal ontwikkeld gewas kan de opname door het gewas worden vastgesteld. Opgemerkt moet worden dat de bestaande meetmethoden om de watergift te regelen, zoals het „potje van Nieuwkoop”, niet geheel voldoen. Op het proefstation in Naaldwijk wordt onderzoek gedaan om dit te verbeteren. Een betere instelling van

het gewenste doorspoelpercentage op grond van de instraling is gewenst.

Voordurende aandacht is nodig om gelijkmatige druppelaars, een gelijkmatige ligging van de matten en een gelijkmatig gewas te hebben en vooral ook te houden. Hier gebeurt natuurlijk al vrij veel aan.

De plaatsing van druppelaars en drainagesleuven moet zo zijn dat de „stroombanen” hiertussen zo lang mogelijk zijn en zo dat het plantblokje in een stroombaan staat (zie figuur 6). Door dit te doen wordt de buffercapaciteit van de mat optimaal benut en kunnen schommelingen in de opname dus zo goed mogelijk worden opgevangen.

Een zo goed mogelijke waterkwaliteit is natuurlijk erg belangrijk om de noodzaak tot doorspoelen weg te nemen. Een groot regenbassin is daarvoor nodig.

Door aandacht aan deze punten te besteden kan de doorspoeling van water en meststoffen al sterk worden verminderd, bijvoorbeeld tot ongeveer 20% van het ingedruppelde water en een derde van de gegeven meststoffen, zoals de tuinders in de linkerhoek van figuur 2 realiseren. Om de verliezen verder terug te dringen zijn er de volgende mogelijkheden.

Betere regeltechniek om de gegeven EC en de concentraties van de afzonderlijke elementen precies op het actuele verbruik af te stemmen. Bijvoorbeeld door stralingsafhankelijke EC-regeling. Goede kennis van de opnamebehoefte per element in de diverse groeifasen is hiervoor nodig.

Op de langere duur zit waarschijnlijk het meeste perspectief in het ontwikkelen van een techniek voor veilig hergebruik van drainagevocht na ontsmetting. UV-lampen zijn een dood spoor gebleken; „pasteurisatie” door verhitting is op het moment in onderzoek op het IMAG, waarbij het er vooral om gaat zo economisch mogelijk gebruik te maken van (rest)warmte.

Met verhoogde aandacht voor deze punten is zowel uw portemonnee als het milieu gebaat. Misschien kan dan ook de claim worden gerealiseerd dat in de substraatteelt zuiniger wordt omgesprongen met meststoffen dan in de grondteelt. Voorlopig is dat nog niet zo!

M. VAN NOORDWIJK
Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, Haren

Het verband tussen wateruitspoeling en meststofuitspoeling kan in eenvoudige formules worden gevat, als wordt uitgegaan van $gift = opname + uitspoeling$. Door wat simpele bewerkingen volgt dan:

$$\frac{meststofuitspoeling}{meststofopname} = (x-1) + x \cdot \frac{wateruitspoeling}{wateropname}$$

Waarbij x de verhouding is tussen de gegeven concentratie in de voedingsoplossing C_s en de opnameconcentratie C_1 (meststofopname/wateropname). In figuur 4 en 5 staat in ferie 1/x uitgezet. Als bijvoorbeeld, over het hele seizoen gemiddeld, $x = 1,25$ dan volgen uit de formule de volgende waarden:

- 1% wateruitspoeling → 26 % meststofuitspoeling
- 10% wateruitspoeling → 37,5 % meststofuitspoeling
- 20% wateruitspoeling → 50 % meststofuitspoeling
- 50% wateruitspoeling → 87,5 % meststofuitspoeling
- 100% wateruitspoeling → 150 % meststofuitspoeling

Hierbij zijn zowel de wateruitspoeling als de meststofuitspoeling betrokken op de opname door het gewas.

Een variant van deze formulie verklaart waarom in figuur 2 een rechtlijnig verband werd gevonden tussen meststofuitspoeling en wateruitspoeling:

$$meststofuitspoeling = (x-1) meststofopname + C_s \cdot wateruitspoeling$$