

Souperen van meststoffen bij de witloftek

1211850

ir. G. van Kruistum (PAV-Lelystad) en ir. R. Sarrazyn (POVLT-Rumbeke, België)

In het kader van de milieuwetgeving en het respect van de witloftelers voor de leefomgeving zal zowel in Nederland als in België vanaf het jaar 2000 moeten worden overgeschakeld op een gesloten systeem met hergebruik van alle afvalwaterstromen. Onderzoek naar de juiste bemestingstrategie tijdens de trek zal ophoping van nutriënten en zouten moeten voorkòmen zonder verlies van opbrengst, kwaliteit en houdbaarheid. In 1997 is daartoe in samenwerking met het Provinciaal Onderzoek- en Voorlichtingscentrum voor Land- en Tuinbouw (POVLT) te Rumbeke/Beitem (België) een project gestart.

In het seizoen 1997/1998 zijn op Proeftuin Zwaagdijk met sponsoring van de Hagelunie in een drietal trekken enkele voedingschema's getoetst. Als uitgangspunt is het PAV-schema genomen met als variant een hogere K/Ca-verhouding. Verder is op dag 12 de EC-waarde verlaagd en op dag 19 gestopt met het doseren van nutriënten. Dit onderzoek is op overeenkomstige wijze in 1999 op het POVLT te Rumbeke met de financiële steun van LAVA voortgezet.

Door verlaging van de zoutconcentratie van de voedingsoplossing vanaf de twaalfde trekdag en het op dag 19 stoppen met het doseren van nutriënten kan de hoeveelheid voedingselementen in het proceswater tot een aanvaardbaar niveau worden verminderd. Het resterende proceswater bij de oogst wijkt dan niet veel meer af van het gebruikte leidingwater en kan na zuivering en analyse zonder meer in een volgende trek worden gebruikt. Dit zonder verlies van lofproductie, uitwendige lofkwaliteit en houdbaarheid van het geoogste lof.

PROBLEEM

Het overblijvende proceswater aan het einde van de witloftek wordt nu nog overwegend op het oppervlaktewater geloosd en bevat bepaalde voedingselementen, vooral N, P, K, Na, Ca, Mg, Cl en S. In het kader van de milieuwetgeving zal zowel in Nederland als in België, binnen enkele jaren moeten worden overgeschakeld op een gesloten systeem met hergebruik van alle afvalwaterstromen. Lozen op het riool is een alternatief, maar is in landelijke gebieden lang niet altijd haalbaar. Bij lozen op het oppervlaktewater

of in het riool is niet alleen de minerale belasting een beperkende factor, maar ook het biologisch en chemisch zuurstofverbruik en de hoeveelheid zwevende en bezinkbare delen in de voedingsoplossing. Onderzoek naar de juiste bemestingstrategie tijdens de trek zal ophoping van nutriënten en zouten moeten voorkòmen. Na zuivering en ontsmetting kan dit resterende proceswater na menging met overig afvalwater, leidingwater of regenwater opnieuw worden aangewend als aanmaakwater.

PROEFOPZET EN UITVOERING

In het seizoen 1997/1998 zijn op Proeftuin Zwaagdijk met sponsoring van de Hagelunie een drietal forceerex-

Aanpassen van de voeding heeft geen effect op het optreden van bruinrand.



Tabel 1.

Basissamenstelling voedingsoplossing voor de witloftrek, in relatie tot het Nt-gehalte van de wortel. PAGV / IKC-AGV, 1991.

PAV-schema	1: Nt < 0,7 %		2: Nt 0,7-1,0 %		3: Nt > 1,0 %	
	mmol / l	meq	mmol / l	meq	mmol / l	meq
kationen						
NH ₄ ⁺	2,5	2,5	2	2	1,5	1,5
K ⁺	5	5	5	5	5	5
Ca ²⁺	3	6	3,25	6,5	3,5	7
Mg ²⁺	1	2	1	2	1	2
totaal aantal meq:		15,5		15,5		15,5
anionen						
NO ₃ ⁻	14	14	12	12	10	10
H ₂ PO ₄ ⁻	1	1	1,5	1,5	2	2
SO ₄ ²⁻	0,25	0,5	1	2	1,75	3,5

voor het onderzoek is uitgegaan van schema 2: Nt 0,7-1,0 %

perimenten uitgevoerd met de cultivars Totem, Focus en Tabor. Hierbij zijn vier voedingschema's in viervoud getoetst bij een uitgang EC-waarde van 2,5 mS/cm:

- I basis PAV-schema tot einde trek (PAV);
- II basis PAV-schema t/m trekdag 11, vervolgens op trekdag 12 de EC verlagen naar 1,8 en vanaf trekdag 19 geen nutriënten meer toevoegen;
- III aangepast PAV-schema met K/Ca 7,5/2 mmol tot einde trek;
- IV aangepast PAV-schema met K/Ca 7,5/2 mmol t/m trekdag 11, vervolgens op trekdag 12 de EC verlagen naar 1,8 en op trekdag 19 stoppen met toevoegen van nutriënten.

Uitgegaan is van het basis PAV-schema voor wortels met 0,7 tot 1,0 % Ntotaal in de droge stof en gecorrigeerd op het gebruikte leidingwater (tabel 1). De pH is met salpeterzuur op een waarde van 6,5 à 7,0 gehouden.

Tijdens en na afloop van de trek zijn water- en gewasanalyses uitgevoerd. Het temperatuurregime is afgestemd op een trekduur van 23 dagen in Zwaagdijk en op 21 dagen in het POVLT te Rumbeke/Beitem. Vervolgens is geoogst. De productie en de uitwendige kwaliteit van het witlof bij de diverse voedingsvarianten is in viervoud bepaald evenals de houdbaarheid na een week bewaring bij 12 °C.

In 1999 zijn op het POVLT te Rumbeke eveneens drie trekken uitgevoerd met de cultivars Platine, Senator en Tabor. De schema's I en II zijn ongewijzigd toegepast. De K/Ca-verhouding van schema III en IV is verder verhoogd tot 8/1,75 mmol en het sulfaatgehalte is met 0,5 mmol verlaagd waarbij het nitraatgehalte met 1 mmol is verhoogd.

WAARNEMINGEN EN RESULTATEN

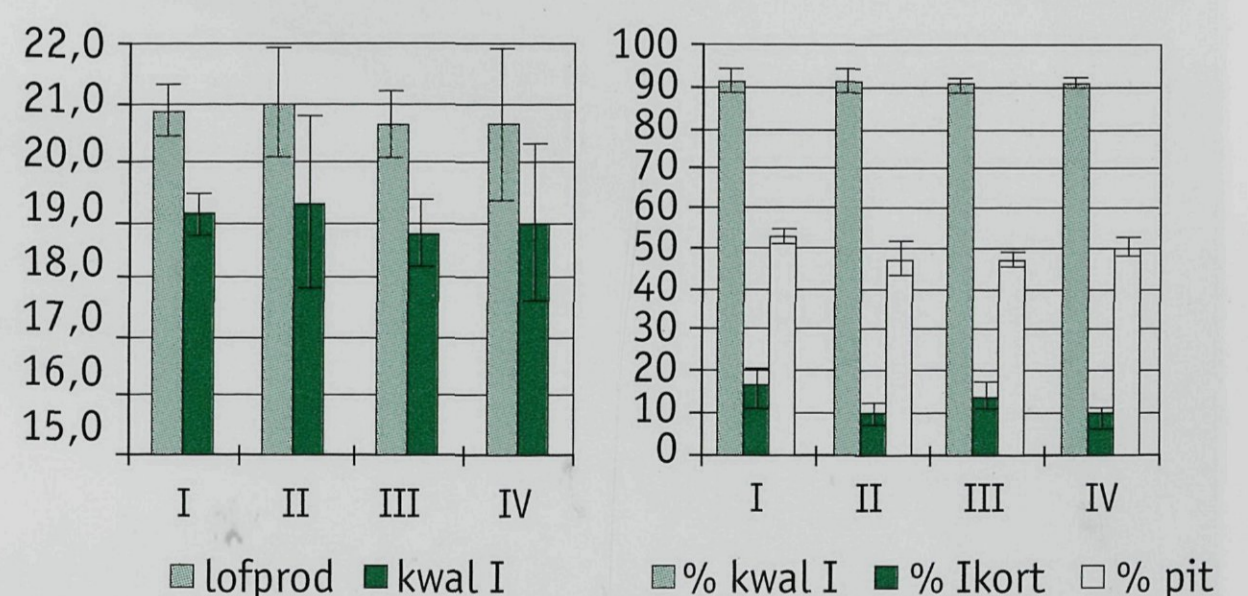
Lofproductie

Bij elk van de drie trekken in seizoen 1997/1998 werd kwalitatief uitstekend lof geoogst, ook wanneer vanaf dag 19 wordt gestopt met het doseren van voedingsstof-

fen. Bij de eerste trek met cv. Totem bleef de productie van klasse I lof bij de voedingschema's II en III wat achter, mede een gevolg van een wat hoger percentage I kort lof. Het aandeel kort lof in klasse I was aanzienlijk en bedroeg gemiddeld 70 %. De totale lofproductie was voor elk van de schema's vrijwel gelijk. De relatieve pitlengte bij de oogst bedroeg gemiddeld 47 %. Bij de tweede trek met cv. Focus was de productie hoog en waren de kwaliteitsverschillen zeer gering (fig. 1A-B). De spreiding in totale lofproductie en kwaliteit I lof was echter groot. Het aandeel klasse I lof was met gemiddeld 91 % van de totale lofproductie hoog; voor het grootste deel bestond dit uit lang lof. De pitlengte bedroeg bij de oogst gemiddeld 50 %.

Figuur 1A-B.

Lofproductie (kg per 100 opgezette wortels) en kwaliteitskenmerken van witlof (cv. Focus) met standaardafwijking, geforceerd bij 4 voedingschema's en geoogst op 13 maart 1998. Gewicht 100 wortels 19,6 kg; droge stof 23,5 %.



Bij de derde trek met cv. Tabor bleef de lofproductie van schema III achter bij die van schema I en II. Overigens was de spreiding in totale lofproductie en kwaliteit I vrij groot. Het productieniveau lag beduidend lager dan bij de tweede trek, mede als gevolg van een fijnere wortelpartij. Het percentage klasse I lof was met gemiddeld 96 % zeer hoog met een aandeel I kort van 44 %. De

relatieve pitlengte was 61 %.

Op de forceerplaats Rumbek/Beitem had geen enkel voedingschema gemiddeld een significante invloed op de kropopbrengst en de uitwendige kwaliteit van het witlof. In de eerste trek met cultivar Platine werd de hoogste opbrengst bereikt met PAV-schema II waar de EC vanaf de twaalfde dag werd teruggebracht tot 1,8 mS/cm. Deze meeropbrengst kwam tot uiting in het aandeel witlof dat behoorde tot de kwaliteitsklasse I lang. Er werden geen significante opbrengstverschillen vastgesteld bij de trek met de cultivars Senator en Tabor.

Houdbaarheid

In een enkel geval werd na het stoppen van de voeding in de houdbaarheidsbeoordeling na één week bewaring bij 12 °C wat meer roodverkleuring aangetroffen, zoals bij de eerste trek met schema IV. In alle andere gevallen waren er geen verschillen aantoonbaar. Wel verschilde het niveau van de roodverkleuring per trek. De derde trek met cv. Tabor gaf de hoogste roodindex. De rapportcijfers voor bruinrand en algemene indruk werden niet door het voedingschema beïnvloed en scoorden in alle gevallen ruim boven de 6.

In het onderzoek te Rumbek/Beitem waren er bij de beoordeling van het witlof na één week bewaring bij 12 °C gemiddeld geen significante verschillen waar te nemen qua pitlengte, bruinverkleuring van de pit en het optreden van glazige pit. Het optreden van rand werd niet beïnvloed door de voedingsoplossing.

De samenstelling van de voedingsoplossing en de daling van de zoutconcentratie had echter wel een significante invloed op het optreden van roodverkleuring van het witlof. Dit werd vooral waargenomen bij gebruik van het PAV-schema II (2,5 mS/cm - 1,8 mS/cm) en de eerste trek met Platine. Bij de tweede en derde trek met Senator en Tabor waren deze verschillen niet significant.

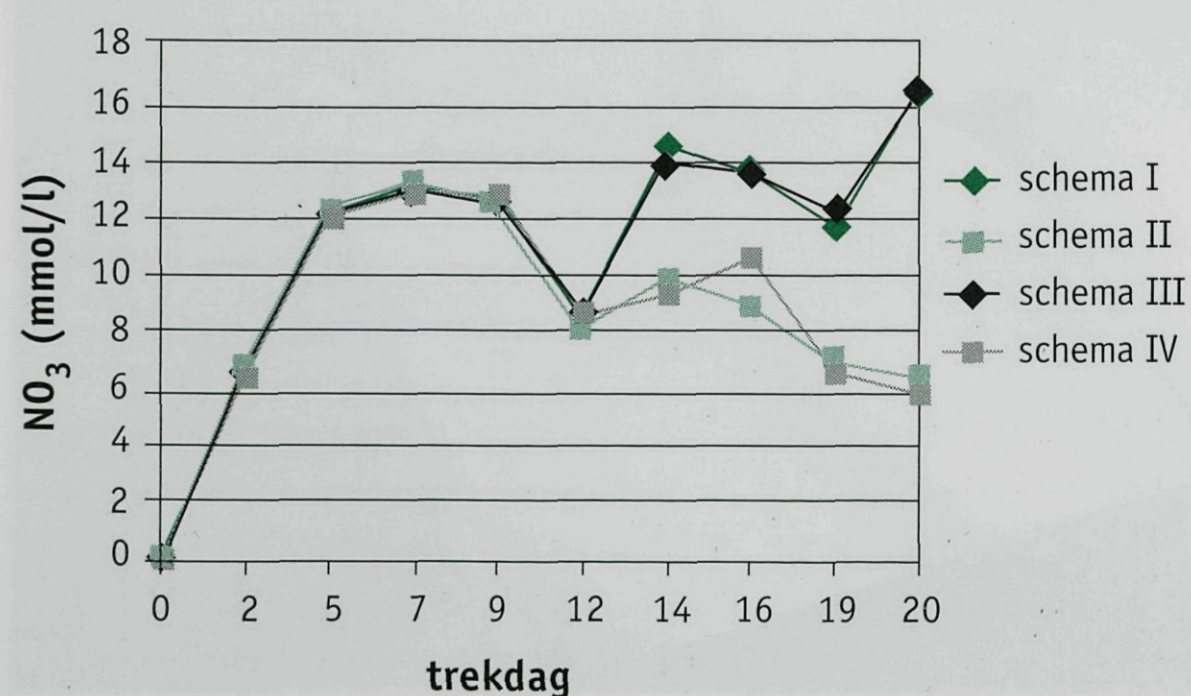
Opname voedingselementen

Direct na het verlagen van de EC-waarde op dag 12 loopt bij de schema's II en IV het nitraatgehalte van de voedingsoplossing snel terug tot een derde van het standaard schema met constante EC. Bij het onderzoek in Rumbek/Beitem liep het nitraatgehalte van deze schema's echter minder snel terug. Zie figuur 2.

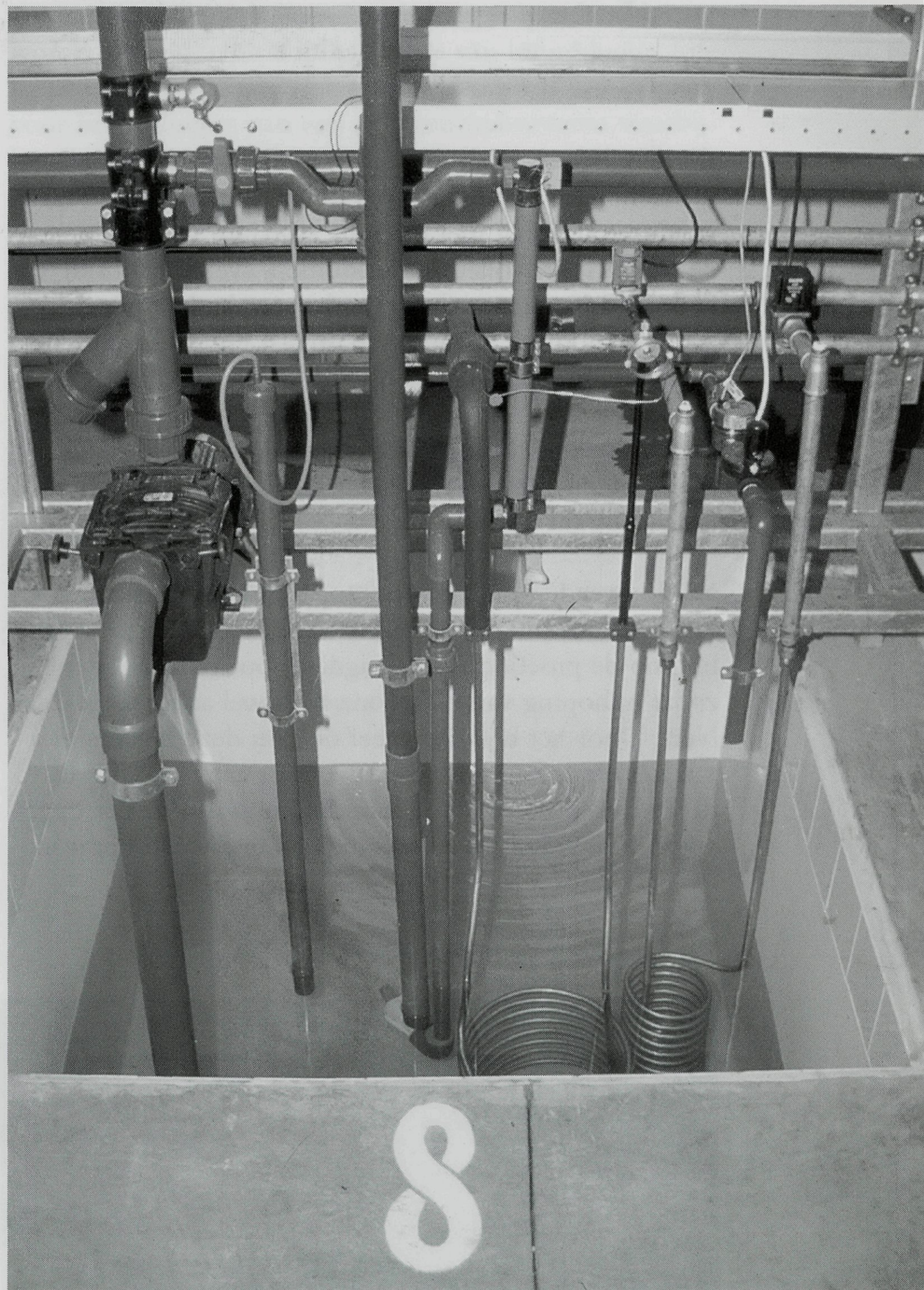
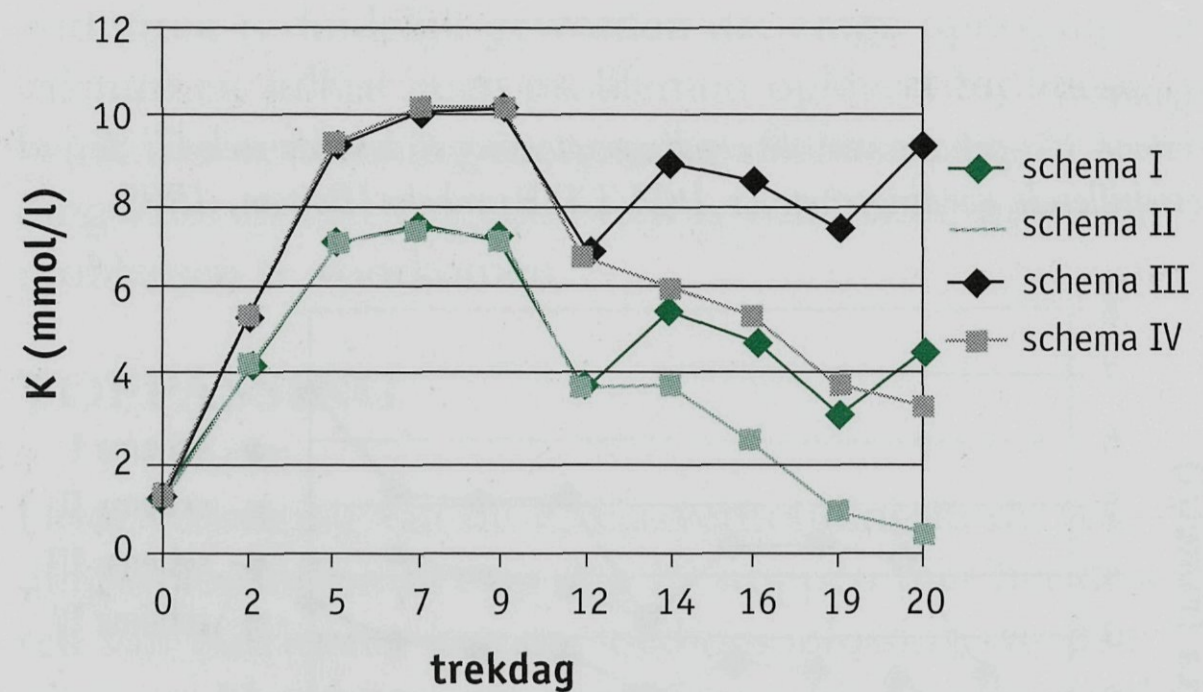
Duidelijk is ook dat vanaf dag 9 bij alle schema's kalium vlot wordt opgenomen. Een hogere K/Ca-verhouding

Figuur 2.

Verloop nitraatgehalte van de voedingsoplossing tijdens de trek bij de verschillende voedingschema's. POVLT Rumbek/Beitem, 1999.



Figuur 3.
Verloop K-gehalte van de voedingsoplossing tijdens de trek bij de verschillende voedingschema's. POVLT Rumbek/Beitem, 1999.



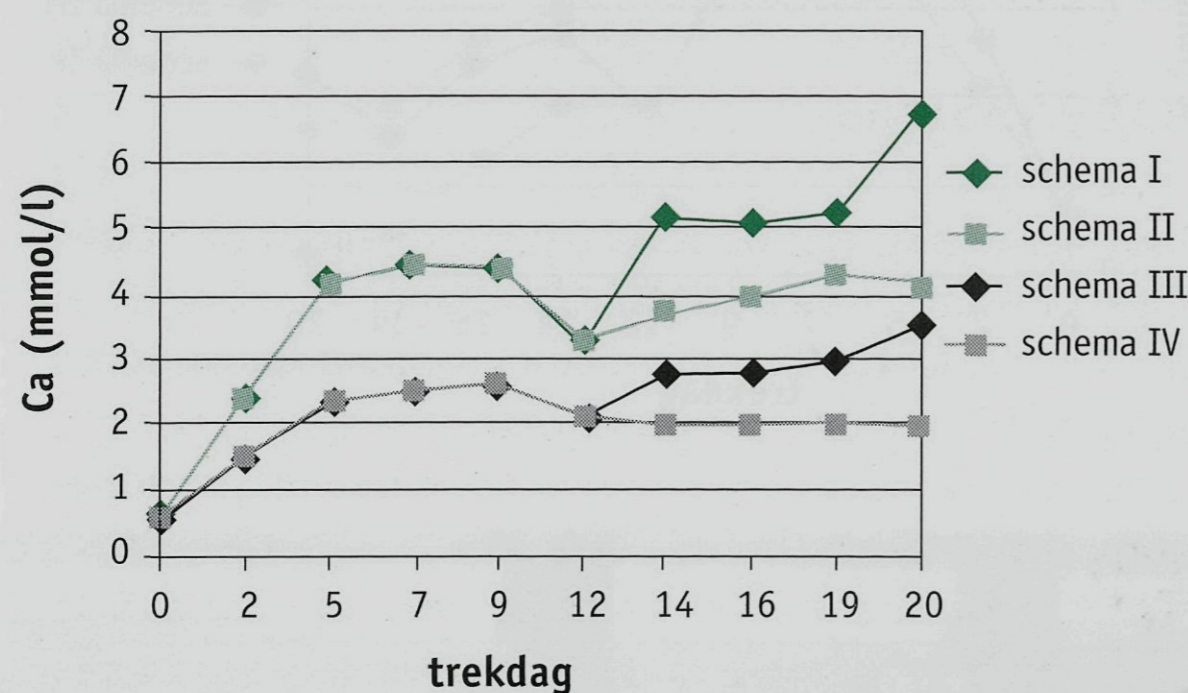
Aanpassen van de dosering van meststoffen in het basin geeft aan het eind van de trek een minimaal restant.

komt in de wateranalyse van schema III naar voren (figuur 3).

In het PAV-schema II met verlaging van de EC vanaf de twaalfde dag liep het gehalte aan K snel terug zodat de vraag kan worden gesteld of er wel voldoende K aanwe

zig was in deze voedingsoplossing. Het gehalte aan calcium neemt bij de schema's I en III aan het einde van de trek sterk toe, vooral bij schema I (figuur 4).

Figuur 4.
Verloop Ca-gehalte van de voedingsoplossing tijdens de trek bij de verschillende voedingschema's. POVLT Rumbek/Beitem, 1999.



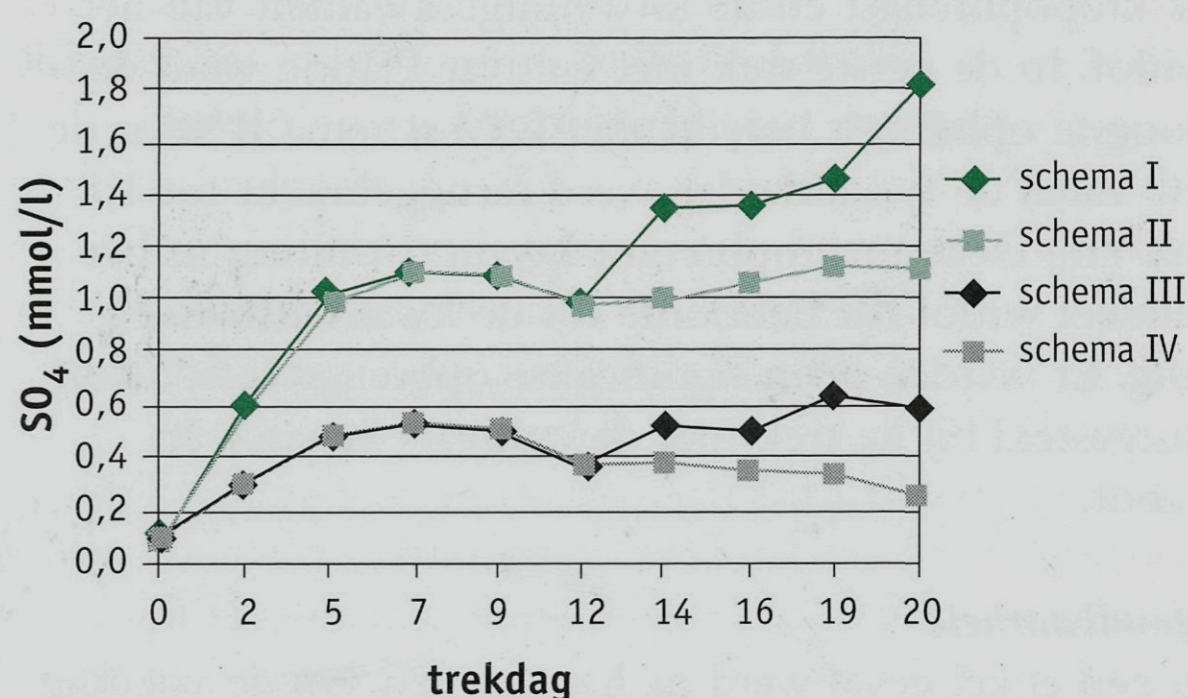
Bij de schema's II en IV was deze stijging minder uitgesproken, maar er was nog steeds een aanrijking van de voedingsoplossing met calcium. Natrium wordt tijdens de trek vrijwel volledig opgenomen, evenals chloride zodat deze zouten zich niet ophopen. Andere mineralen zoals ammonium, magnesium, sulfaat en fosfaat zijn in beperkte hoeveelheden aanwezig en worden bij het stopzetten van de meststoffendosering op dag 19 verder opgenomen. Er blijft echter nog wel enige aanrijking plaatsvinden van de elementen magnesium, sulfaat en fosfaat (figuur 5).

Bij de tweede trek is na het stoppen met het doseren van de meststoffen bij de schema's II en IV, de pH-regeling op de proeflocatie Zwaagdijk door blijven lopen zodat ophoping van bicarbonaat vrijwel achterwege bleef. Door het bijzuren bleef ook bij deze schema's tot aan het einde van de trek nog nitraat aanwezig. Bij de derde trek is de K/Ca-verhouding nog wat verder opgevoerd naar 7,5/2 bij de schema's III en IV. Dit komt in

Een uitgebalanceerde voeding leidt tot een perfect eindproduct.



Figuur 5.
Verloop sulfaatgehalte van de voedingsoplossing tijdens de trek bij de verschillende voedingschema's. POVLT Rumbek/Beitem, 1999.



de analyse tot uiting in de vorm van een hoger gehalte aan K en een lager gehalte aan Ca op dag 23 bij schema III. Het fosfaatgehalte en ook het nitraatgehalte van de schema's I en III is op dag 23 ook hoger dan bij voorgaande trekken.

DISCUSSIE EN CONCLUSIES

Het PAV-schema I en de daarbij behorende variant II waar de EC-waarde op dag 12 werd verlaagd en vanaf dag 19 geen nutriënten meer werden toegevoegd, hebben goed voldaan. De lofproductie en lofkwiteit was bij alle trekken goed en ten opzichte van de schema's III en IV even hoog of zelfs wat beter. Gezien de spreiding in de lofproductie en lofkwiteit zijn de verschillen niet significant. Verschillen in houdbaarheid werden nauwelijks aangetroffen. Alleen schema IV gaf bij de eerste trek wat meer roodverkleuring. Het drogestofgehalte van de krop was bij dit schema ook lager dan 5%. In de laatste trek met cv. Tabor kwam eveneens bij alle schema's veel roodverkleuring voor. Hier was het drogestofgehalte van de kroppen ook lager dan 5%. Verschillen in bruinrand werden in het geheel niet aangetroffen.

Het aantal kroppen met rood was op de proeflocatie Rumbek/Beitem bij alle uitgevoerde proeftrekken gemiddeld zeer hoog. Het percentage kroppen met

roodverkleuring bedroeg minimaal 62 % (K/Ca-schema IV 2,5 mS/cm - 1,8 mS/cm) en maximaal 75 % (PAV-schema II 2,5 mS/cm - 1,8 mS/cm).

Wanneer op dag 12 de EC-waarde wordt verlaagd in het PAV-schema vindt er een snelle uitputting plaats van het in de voedingsoplossing aanwezige kalium. Bij het gebruik van het hogere K/Ca-schema was er eveneens een vermindering waar te nemen, maar K bleef in voldoende mate aanwezig. Ook nitraat wordt relatief snel opgenomen, maar bedroeg op het einde van de trek in Rumbek/Beitem nog steeds circa 6 mmol.

Wanneer op dag 19 de toevoer van nutriënten wordt stopgezet, vindt er een verdere uitputting plaats waarbij de samenstelling van het resterende proceswater bij de oogst niet veel meer afwijkt van het gebruikte leidingwater. Alleen het gehalte aan calcium en fosfor en in mindere mate aan sulfaat blijft hoger. De in principe ongewenste zouten als Na en Cl worden goed door de wortel opgenomen en hopen zich niet op. Om toename van bicarbonaat te vermijden is aanzuren tot aan het einde van de trek noodzakelijk. Geconcludeerd kan worden dat verhoging van de K/Ca-verhouding van de

voedingsoplossing ophoping van calcium beperkt en de beschikbaarheid van kalium vergroot. Uit ander onderzoek naar zuivering en hergebruik van afvalwater uit de witloftrek is duidelijk geworden dat enige ophoping van calcium en sulfaat geen problemen oplevert bij hergebruik. De verdunning met overig afvalwater en/of leidingwater in een volgende trek is voldoende groot om problemen te voorkomen.

TOEPASSING

Door verhoging van de K/Ca-verhouding in de voedingsoplossing en het op dag 19 stoppen met het doseren van nutriënten kan de voedingsoplossing worden uitgeput. Het resterende proceswater bij de oogst wijkt dan niet veel meer af van het gebruikte leidingwater en kan na zuivering en na analyse in een volgende trek worden gebruikt; dit zonder verlies van lofproductie, lof-kwaliteit en houdbaarheid. Deze uitkomst is van belang voor het realiseren van een gesloten treksysteem waarbij het gezuiverde afvalwater opnieuw als proceswater wordt gebruikt.