

# Bemesting; gericht op opbrengst en milieu

Een biologische vruchtwisseling rondzetten met de geringe hoeveelheid mest die uit biologisch oogpunt gewenst is valt niet mee. De uitspoelinggevoelige bodem op Kooijenburg met relatief weinig naleverend vermogen zet de resultaten van de biologische teelt onder druk. Daarom krijgt de opbouw van bodemvruchtbaarheid extra aandacht. Echter de ontwikkeling van vlinderbloemige groenbemesters valt tegen. De opbouw van een biologisch systeem op deze grond duurt hierdoor langer.

De belangrijkste doelen van de biologische bemestingsstrategie zijn optimale kwaliteitsproductie met minimale verliezen en het handhaven van de bodemvruchtbaarheid. Bij het vaststellen van de mestgiften wordt eerst de totale nutriëntenbehoefte aan fosfaat, kali en (werkzame) stikstof van het bouwplan berekend. Vervolgens wordt ingeschat in hoeverre deze gedekt wordt door aanvoerposten anders dan mest (stikstofbinding, groenbemesters en gewasresten). Het verschil tussen deze twee posten is de bemestingsbehoefte.

Voor de berekening van het werkzame stikstofdeel van de gewasresten en groenbemesters wordt gebruik gemaakt van een uitgebreide set rekenregels. De hoeveelheid toegediende mest wordt afgestemd op de fosfaatbehoefte van het bouwplan. Deze behoefte is de som van de fosfaatafvoer van de gewassen plus 20 kg fosfaat/ha om de Pw op peil te houden. Daarnaast moet natuurlijk voldaan worden aan wettelijke beperkingen zoals de aanvoernorm van maximaal 170 kg/ha uit dierlijke mest, de Minasnormen en de regelgeving over uitrijperiodes en onderwerkverplichtingen. Er wordt zoveel mogelijk gebruik gemaakt van biologische mest of van mest uit meer diervriendelijke veehouderij systemen. In beide gevallen is dit potstalmest uit de rundveehouderij. Om echter vroeg in het voorjaar een vlotte weggroei te kunnen realiseren, met name bij groentegewassen, is ook drijfmestgebruik noodzakelijk. De verhouding vaste mest-drijfmest is globaal 2:1 (fosfaataanvoer). Daarvoor is gekozen om voldoende opbouw van bodemvruchtbaarheid te garanderen met behoud van een portie mest met een hogere stikstof/fosfaat verhouding en een groter aandeel werkzame stikstof (drijfmest). De beschikbare mest wordt zo goed mogelijk naar behoefte verdeeld over de gewassen.

De stikstofbehoefte van de gewassen is gebaseerd op onderzoek en ervaringen in de regio. Omdat de hoeveelheid beschikbare mest beperkt is, wordt deze bij voorkeur aan de gewassen gegeven die financieel belangrijk zijn. Om de stikstof uit de mest maximaal te benutten wordt deze in het voorjaar vlak voor het ploegen toegediend. Bij de groentegewassen wordt de drijfmest later in het jaar gegeven, zo kort mogelijk voor de teelt.

## Vaste mest

Uit onderzoek op het proefbedrijf OBS in Nagele is gebleken dat er bij langjarige toepassing van vaste mest jaarlijks 25 kg stikstof/ha extra vanuit de bodem mineraliseert. Op Kooijenburg is echter in het recente verleden geen vaste mest gebruikt. Om deze mineralisatie in de eerste onderzoeksjaren na te bootsen wordt jaarlijks 25 kg werkzame stikstof/ha extra uit rundveedrijfmest toegediend.

De basis voor een biologisch bedrijf vormt een goed uitgekiende vruchtwisseling, waarin de gewassen ook qua bemesting optimaal van elkaar profiteren. Stikstofbehoefteige gewassen zoals aardappelen en suikerbieten worden geteeld na gewassen of groenbemesters die veel stikstof naleveren (tabel 1). Prei en broccoli zijn ook stikstofbehoefteige gewassen, maar omdat het schaderisico als gevolg van aaltjesvermeerdering onder klaver te groot is, staan ze na hennep. Klaver voor peen is daarnaast ongewenst vanwege de kans op kwaliteitsproblemen in peen door onvolledig verteerde gewasresten van klaver. De nutriëntenaanvoer van de groenten komt dus volledig uit mest.

Tabel 1. Bouwplan, groenbemesters en bemesting

Jaar	Gewas	Groenbemester	Stikstofbehoefte *	Vaste rundveemest (ton/ha)	Rundvedrijfmest (ton/ha)
1	Aardappel	Bladrammenas	+++	20	16
2	Haver	Witte klaver	++	-	22
3	Suikerbiet	Gele mosterd	+++	21	25
4	Hennep	-	++	-	22
5	Peen/prei/broccoli	-	+ / +++ / ++	16	10 / 30 / 40
6	Zomergerst	Witte klaver	++	-	25

\* Stikstofbehoefte: + = 0-50 kg, ++ = 50-100 kg, +++ = 100-150 kg

## Groenbemesters

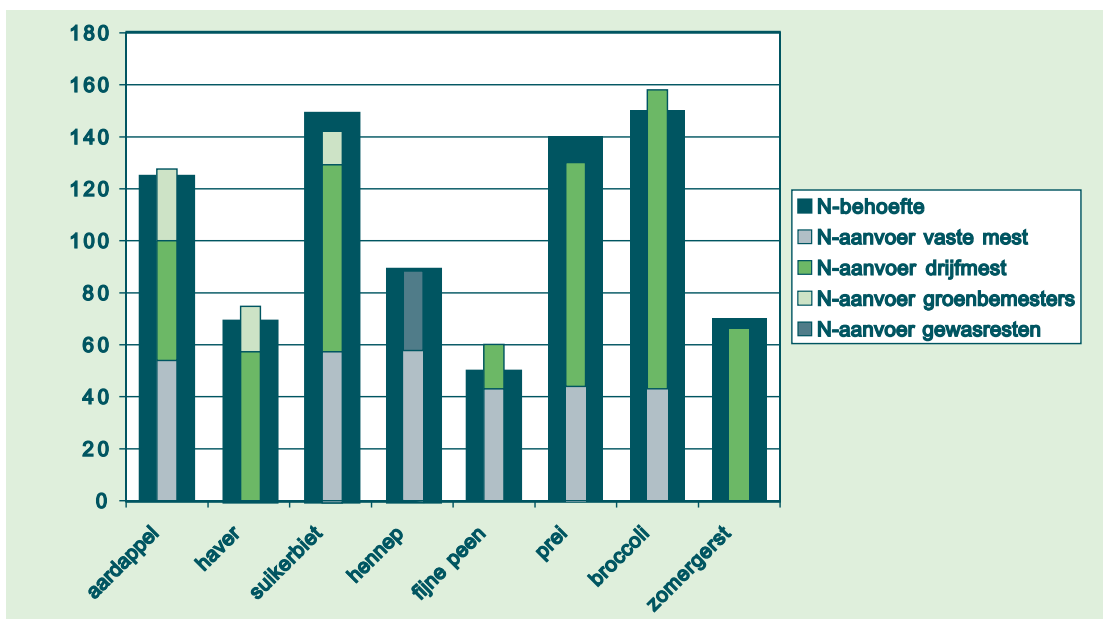
Bij groenbemesters is het belangrijk om onderscheid te maken tussen vlinderbloemigen en niet-vlinderbloemigen. Vlinderbloemige groenbemesters worden geteeld om extra stikstof aan te voeren. Niet-vlinderbloemige groenbemesters worden geteeld om stikstof die de hoofdgewassen in het profiel achterlaten op te nemen om zo verliezen te beperken. Met bladrammenas en gele mosterd na respectievelijk aardappelen en suikerbieten wordt geprobeerd de stikstof die in de bodem achterblijft vast te houden tot het volgende voorjaar.

De aardappelen moeten vaak al vroeg gerooid worden vanwege phytophthora. Dus na de teelt is er altijd ruimte om een groenbemester te zaaien. Na suikerbieten is het in de helft van de jaren nog mogelijk om een groenbemester te zaaien. Vlinderbloemige groenbemesters die geteeld

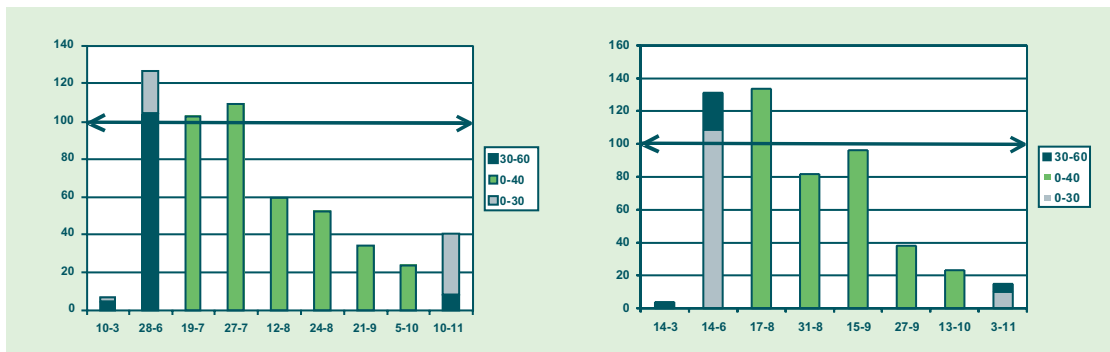
worden zijn witte klaver als onderzaai in haver en zomergerst. Vergelijkend onderzoek met verschillende groenbemesters op het proefbedrijf OBS in Nagele wijst uit dat klaver in graanstoppels tot minimale verliezen leidt. Dit komt doordat graanstoppels die uit de klaver weglekkende stikstof nodig hebben om te verteren. Alle groenbemesters worden in het voorjaar ingewerkt.

## Strategie per gewas

De bemestingsstrategie kan beoordeeld worden door de stikstofbehoefte te vergelijken met de hoeveelheid werkzame stikstof die elke gewas tot zijn beschikking heeft. In figuur 1 staan de aanvoerposten afzonderlijk gekwantificeerd.



Figuur 1. Bemestingsstrategie; stikstofbehoefte en stikstofbeschikbaarheid per gewas (kg/ha)



3Figuur 2 a en b. Het verloop van de voorraad minerale stikstof (NBS monsters) in het bodemprofiel bij de preiteelt in 1999 en 2000. De grens waaronder bijbemest moet worden is 100 kg/ha

### Aardappelen en haver

De aardappelen worden bemest met zowel vaste mest als drijfmest. De drijfmest zorgt voor een vlotte begingroei. Bovenop de werkzame stikstof uit de mest komt nog de nalevering van de voorafgaande klavergroenbemester. Op deze manier wordt aan de stikstofbehoefte van het gewas voldaan. Na de oogst van de aardappelen blijft er veel minerale stikstof achter in de bodem. De bladrammenas dient deze op te vangen.

Toch blijkt de hoeveelheid stikstof die uit deze groenbemester het volgende voorjaar vrijkomt klein. Het lukt niet in alle jaren nog een goede groenbemester te krijgen na de aardappeloogst. Haver wordt dan ook bijna volledig aangestuurd door rundveedrijfmest. In de haver wordt witte klaver gezaaid om extra stikstof in het profiel brengen voor het volggewas.

### Suikerbieten en hennep

De suikerbieten worden evenals de aardappelen bemest met zowel vaste mest als drijfmest. Samen met de nalevering uit de klavergroenbemester in de haverstoppel wordt de stikstofbehoefte van suikerbieten net niet volledig gedekt. Dit gaat niet ten koste van de opbrengst. In twee van de vier jaren was het mogelijk om nog een groenbemester na de suikerbieten te telen.

Voor hennep is evenveel stikstof beschikbaar als waar het gewas behoefte aan heeft. Ongeveer eenderde van de stikstofbehoefte van dit gewas wordt geleverd door het bietenblad. Daarnaast wordt er jaarlijks nog drijfmest voor de teelt uitgereden.

### Groenten

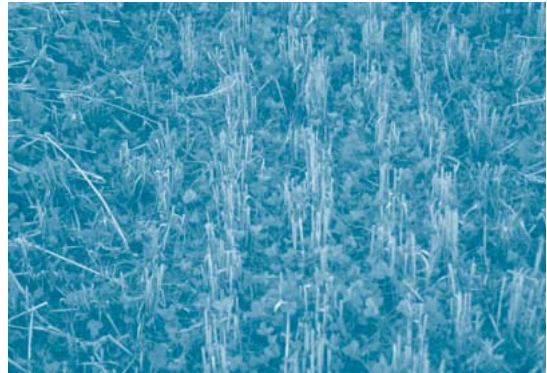
In de stikstofbehoefte van de groentegewassen wordt voor een gedeelte voorzien door vaste mest. De stikstofbehoefte van prei en broccoli is vele malen groter dan de behoefte van peen. Een gewasspecifieke aanvulling met drijfmest is dus noodzakelijk. De drijfmest die aan peen wordt toegediend wordt, is niet bedoeld als bemesting. Deze wordt vlak na de zaai breedwerpig verspreid en dient als anti-stuifdek. De peen heeft eigenlijk wel genoeg aan de

vaste mest. De stikstofbehoefte van peen en broccoli wordt na drijfmesttoediening ruimschoots gedekt. Tenminste voor zover de vuistregels opgaan en de behoefte juist ingeschat is. Voor klasse I prei is een hoge luxeconsumptie van stikstof nodig om de gevraagde donkere blauwgroene kleur te krijgen. Uit figuur 2 blijkt dat vanaf de zomer de voorraad minerale stikstof snel achteruit gaat. Door dat 'relatieve' stikstoftekort in de tweede helft van het groeiseizoen (vroegtijdige uitspoeling als gevolg van ruime stand gewas) haalt de teelt van prei geen kwaliteit I, maar is de opbrengst nog redelijk.

Bovenstaande figuren maken wel duidelijk dat de grond weinig stikstof vasthoudt en/of nalevert. Bij broccoli treedt hetzelfde op. Het aantal oogstbare broccolischermen blijft hierdoor te laag. Bijmesten met gedroogde kippenmest in korrelvorm, op basis van grondmonsters (NBS), bleek geen oplossing omdat de mestkorrels dezelfde langzame werking hebben als vaste mest.



Stikstoftekort in de tweede helft van het groeiseizoen geeft een laag aantal oogstbare broccolischermen.



De nalevering van stikstof uit de klavergroenbemesters ondergezaaid onder granen is beperkt.

### Zomergerst

De zomergerst haalt nagenoeg zijn volledige stikstofbehoefte uit drijfmest. De stikstofbehoefte wordt niet volledig gedekt. Maar dit hoeft niet ten koste van de opbrengst te gaan.

## Resultaten

Duidelijk is dat de mest in dit bouwplan de grootste aanvoerpost van stikstof is. De nalevering uit groenbemesters en gewasresten is beperkt.

De opbrengsten en kwaliteit van de gewassen waren over het algemeen redelijk (zie artikel met samenvatting resultaten). In tabel 2 staan de nutriëntenbalansen voor zowel de werkelijke situatie als de Minaswetgeving.

### Werkelijke balans

Het werkelijke stikstofoverschot is 150 kg/ha en overschrijdt de streefwaarde van 100 kg/ha aanzienlijk. Met name suikerbieten, broccoli en aardappelen zijn hiervoor verantwoordelijk. Suikerbieten nemen maar liefst 30% van het overschot voor hun rekening, broccoli en aardappelen elk 15%. Bij suikerbieten en broccoli blijft

veel stikstof achter in de gewasresten. Broccoli heeft weliswaar het hoogste overschot (300 kg stikstof/ha aanvoer en slechts 9 kg/ha afvoer), maar het aandeel in het bouwplan van 1/18 voorkomt een groot effect op bedrijfsniveau.

Tenslotte bestaat zo'n 25% van de aanvoer van stikstof uit de extra drijfmest voor het nabootsen van de extra mineralisatie bij langjarig gebruik van dierlijke mest en 5% uit het compenseren van mislukte klaver. Zonder deze posten komt het overschot in de buurt van de streefwaarde.

### Streefwaarde fosfaat niet gehaald

Ook in het geval van fosfaat wordt de streefwaarde voor het werkelijke overschot niet gehaald. De overschrijding bedraagt hier 28 kg/ha. Ruim de helft hiervan komt uit de bovengenoemde extra drijfmest. Daarnaast kunnen de gehalten in de mest variëren waardoor het niet altijd mogelijk is om de geplande aanvoer exact te realiseren. Als gevolg van het fosfaatoverschot is de Pw in de afgelopen jaren licht gestegen.

De overschrijding van de streefwaarde voor het kalioverschot is aanzienlijk. Dit wordt voornamelijk veroorzaakt door de ongunstige fosfaat-kaliverhouding in

Tabel 2. Mineralenbalansen, werkelijk en Minas (kg/ha)

	Werkelijk			Minas	
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
Totaal aanvoer	227	81	266	175	79
organische mest	174	79	260	174	79
depositie	34	2	5		
stikstofbinding	21				
Totaal afvoer					
(standaard gehalte)	79	33	94	165	65
Overschot	150	48	171	10	14
Streefwaarde	100	20	40	60	20



*De uitspoelingsgevoelige bodem met weinig naleverend vermogen heeft geen grote invloed op de prestaties van de gewassen. Investeren in bodemvruchtbaarheid vraagt een lange adem.*

de gekozen mestsoorten. Het kali-overschot veroorzaakt een lichte stijging van het kaligetal wat nog net binnen het streeftraject blijft. Het K-getal is echter wel aan de hoge kant voor de teelt van suikerbieten. Wanneer in de toekomst de extra drijfmestgiften niet meer nodig zijn, kunnen de overschotten in theorie terugzakken naar 95, 30 en 102 kg/ha voor respectievelijk stikstof, fosfaat en kali. Dat is nog steeds teveel wat betreft fosfaat.

Door het gebruik van vaste mest en het maximaal inzetten van groenbemesters, overtreft de organische stof aanvoer de afbraak met een factor 1,8. Er wordt jaarlijks 3400 kg/ha aangevoerd, terwijl 2000 kg/ha voldoende is om het organische stof gehalte op peil te houden. In de afgelopen

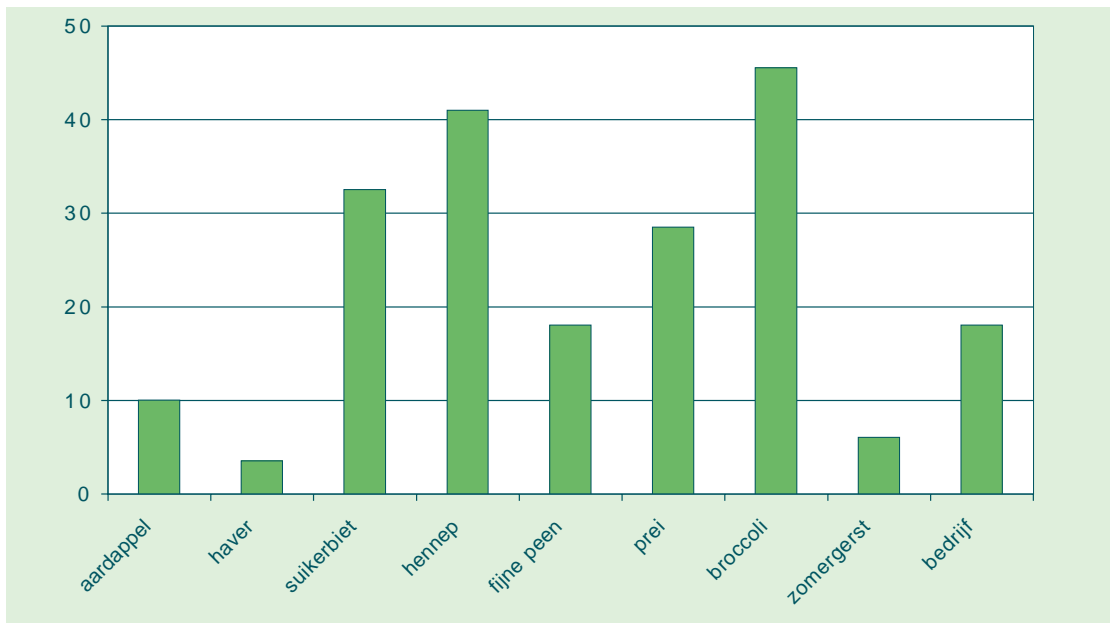
jaren is het organische stof gehalte van de bodem niet meetbaar gestegen en bedraagt gemiddeld 3,3%.

## Minas

Ondanks de hoge werkelijke overschotten, zijn er geen problemen met de Minasoverschotsnormen. Minas rekent met een forfaitaire afvoer die hoger is dan de werkelijke afvoer en Minas neemt de aanvoer met depositie en stikstofbinding door vlinderbloemige groenbemesters (in de hier behandelde jaren) niet mee. Mede door de extra aanvoer van drijfmest, wordt de EU-aanvoernorm van maximaal 170 kg stikstof/ha uit dierlijke mest licht overschreden.

## N-min najaar en uitspoeling

Op bedrijfsniveau is de hoeveelheid minerale stikstof in de bodem aan het begin van het uitspoelingsseizoen (november) 18 kg/ha. Hiermee wordt ruimschoots voldaan aan de streefwaarde van 45 kg stikstof/ha. Alle gewassen voldoen aan deze streefwaarde, die ene kilo bij de broccoli niet meegerekend (figuur 3). Er kan in de proef op Kooijenburg door storende verdichte lagen niet dieper dan 60 cm bemonsterd worden. Een incidenteel monster tot 100 cm geeft aan dat er nauwelijks stikstof in deze onderste laag aanwezig is. De hoge stikstofoverschotten op de werkelijke mineralenbalans zijn hier dus niet terug te vinden. De zandgrond van Kooijenburg is enerzijds uitspoelingsgevoelig en levert anderzijds weinig stikstof



*Figuur 3. Gemiddelde minerale stikstofgehalte in het najaar gemeten in de laag 0-60 cm (kg N/ha)*

laat in het seizoen. Door deze combinatie is bij de meeste teelten de N-min voorraad laag rond de eerste november. Daar komt nog eens bij dat na aardappelen, granen en in de helft van de jaren na bieten de stikstof vastgelegd wordt in groenbemesters. De lage hoeveelheid beschikbare stikstof is voor de teelt van herfstprei een probleem. Tegen deze achtergrond is het niet zeker dat de lage N-min de waterkwaliteit waarborgt. Uit de meetreeksen van de kwaliteit van het grondwater (voorjaarsbemonstering bovenste grondwater) zoals door het project 'Sturen op nitraat' gedaan, blijken de meeste waarden tussen de 40 en de 70 mg nitraat/l te liggen. Dus veelal net iets hoger dan de EU-norm van 50 mg/l. Dit project heeft als een van de belangrijkste doelen de betrouwbaarheid van verschillende indicatoren voor uitspoeling te bekijken. Op deze locatie is duidelijk dat de uitspoeling hoger ligt dan op grond van de N-min verwacht mag worden. Dat geeft aan dat er of in diepere lagen meer stikstof vrijkomt, wat niet waarschijnlijk is, of dat er eerder stikstof uitspoelt dan pas vanaf begin november.

## Verlies nutriënten probleem

Een aanhoudend probleem op het zand van noordoost Nederland is het rondzetten van een productief teeltsysteem met beperkte verliezen van nutriënten. Om tot voldoende stabiele productiviteit te komen zal geïnvesteerd moeten worden in de bodemvruchtbaarheid. Niet zozeer de verhoging van het organische stofgehalte

staat dan centraal, maar de verandering in de samenstelling ervan. Een hogere aanvoer van verse koolstof en stikstof zorgt voor een toename van het aandeel jonge en actieve organische stof. De bodemactiviteit wordt hoger en als gevolg daarvan zal zowel het stikstofvasthoudend als -naleverend vermogen op termijn stijgen. In de huidige vruchtwisseling wordt hierin volop geïnvesteerd door de inzet van vaste mest. De totale hoeveelheid stikstof die in gewasresten (bovengronds) en in groenbemesters terug is te vinden, is jaarlijks circa 50% van de totale stikstof inzet uit mest en bedraagt ongeveer 80 kg/ha. Dat is relatief veel. Verdere verbeteringen in nutriëntenbenutting en minder uitspoelingsverliezen kunnen wellicht nog worden gerealiseerd door het stikstofaanbod nog beter op de behoefte af te stemmen. Of op termijn door nieuwe rassen met een hogere stikstofefficiëntie. Verbetering van plaatsing en timing van de bemesting en de toegepaste mestsoort (fractie) kan mogelijk ook nog winst opleveren. Tenslotte is het belangrijk om de teelt van groenbemesters in de vingers te krijgen om de stikstof beter in het systeem vast te houden. Groot knelpunt daarbij is dat de noodzakelijke klaver tegelijkertijd een bron zijn voor vermeerdering van aaltjes. Het beschikbaar komen van aaltjes resistente klaver is daarmee zeer urgent. Het onderzoek daarnaar is de laatste jaren versterkt, maar heeft nog weinig aanknopingspunten opgeleverd. Pas wanneer al bovenstaande aspecten werkelijkheid worden, lijkt de waterkwaliteit gewaarborgd te kunnen worden bij goede productieniveaus. Een kwestie van geduld dus.