

De kringloop van nutriënten bij enkele graslandbeheersvormen op 'De Veenkampen'

H.J. Altena

cabo-dlo

Verslag 190, oktober 1993

ISBN 272529



Het DLO-Centrum voor Agrobiologisch Onderzoek (CABO-DLO) is onderdeel van de Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO) van het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij.

DLO heeft tot taak het genereren van kennis en het ontwikkelen van expertise ten behoeve van de uitvoering van de landbouwpolitiek van de Nederlandse regering, het versterken van de agrarische industrie, het plannen en beheren van het landelijk gebied en het beschermen van het milieu. CABO-DLO heeft tot taak het verrichten van fundamenteel-strategisch, zowel experimenteel als modelmatig, onderzoek aan planten. De resultaten hiervan dragen bij aan de realisatie van:

- optimale en duurzame plantaardige produktiesystemen;
- produktvernieuwing en produktkwaliteit;
- natuurwaarden en milieukwaliteit in het landelijk gebied.

Adres:

CABO-DLO

Postbus 14

6700 AA Wageningen

tel. 08370-75700

fax. 08370-23110

e-mail postkamer@cabo.agro.nl

Inhoudsopgave

	Pagina
Samenvatting	1
1. Inleiding	3
2. Materiaal en methoden	5
3. Resultaten	7
4. Conclusies	21
Bijlage	
Overzicht van de nutriëntenopbrengsten, de teruggevoerde hoeveelheden bij mulchen en de benutting daarvan in het volgende jaar van perceel A, B, E, F en G.	5 pp.

Samenvatting

Op het proefterrein 'De Veenkampen' bij Wageningen vindt onderzoek plaats aan de kringloop van nutriënten in onbemeste graslandoecosystemen. Over de periode 1987-1990 is nagegaan hoe door manipulaties met de bovengrondse biomassa de drogestofproductie wordt beïnvloed en wat dit betekent voor de opname van N, P en K. Dit is gebeurd bij vier beheersvormen en vijf verschillende grondwaterstanden. De beheersvormen hadden wel dezelfde maaitijdstippen (juni en september), maar verschilden in het wèl, niet of maar gedeeltelijk afvoeren van het maaisel. De verschillende grondwaterstanden zijn ingesteld om de nutriëntenbeschikbaarheid te beïnvloeden.

Gebleken is dat niet-afvoeren van het maaisel, door herbenutting van de nutriënten leidt tot hogere drogestof- en nutriënten-opbrengsten. Vooral K laat een grote en snelle herbenutting zien.

Door niet-afvoeren van de eerste snede worden meer nutriënten teruggevoerd dan bij niet-afvoeren van de tweede snede. Het percentage nutriënten dat jaarlijks van het niet-afgevoerde maaisel herbenut wordt is bij N en P maximaal ca. 45 % en bij K ca. 70 %.

Uit bestudering van de N-, P- en K-gehalten blijkt dat in de situatie waarbij alle maaisel afgevoerd wordt, K waarschijnlijk groeibeperkend is. Eenzelfde conclusie valt ook te trekken uit de verschuivingen in de verhoudingen tussen de jaaropbrengsten aan N, P en K in de tijd. De geconstateerde verschillen tussen de maaibehandelingen vertonen nauwelijks samenhang met de aangebrachte verschillen in grondwaterstand.

1. Inleiding

In dit verslag zullen een aantal resultaten besproken worden van het onderzoek dat plaatsvindt in het kader van het project 'De kringloop van nutriënten in graslandoecosystemen in relatie tot het beheer' (project 766). Dit onderzoek wordt uitgevoerd op het proefcomplex 'De Veenkampen' in de omgeving van Wageningen. De verslaggeving betreft de periode 1987 t/m 1990. Het onderzoek is beperkt tot de nutriënten N, P en K, voor zover ze door manipulaties met de bovengrondse biomassa worden beïnvloed. We kijken hier dus maar naar een deel van de kringloop.

Het onderzoek is uitgevoerd bij vier beheersvormen die verschilden in de hoeveelheid van de jaarlijks door mulchen van (een deel van) de biomassa teruggevoerde nutriënten en bij vijf verschillende grondwaterstanden. In het volgende hoofdstuk zullen de gekozen beheersvormen en vochtsituaties nader worden toegelicht.

Het doel van het onderzoek was antwoord te geven op een aantal onderzoeksvragen n.l.:

- Hoeveel N, P en K wordt er jaarlijks door het gewas opgenomen bij de verschillende beheersvormen?
- Hoeveel N, P en K wordt er jaarlijks bij mulchen teruggevoerd naar de bodem en kan op die manier recirculeren?
- Wat gebeurt er met de teruggevoerde nutriënten? Hoeveel wordt er in de biomassaproduktie daarna opnieuw benut?
- Zijn er t.a.v. deze aspecten verschillen tussen de 1e en de 2e snede en wat zijn dan die eventuele verschillen?
- Zijn er verschillen tussen de percelen als gevolg van verschillen in vochtvoorziening?

2. Materiaal en methoden

Het onderzoek is uitgevoerd op een complex graslandpercelen op 'De Veenkampen' bij Wageningen. De bodem bestaat uit venige klei op veen. Sinds 1978 is het grasland niet meer bemest. Daarvoor werd jaarlijks een gemiddelde N-, P- en K-bemesting gegeven van resp. 300, 33 en 125 kg/ha. De jaarlijkse produktie was ongeveer 12 ton drogestof/ha. In 1985 zijn van de laag 0 - 5 cm bodemonsters genomen om een indruk te krijgen van de bodemvruchtbaarheid. De pH-KCL was 4,8 à 4,9, de PAL-cijfers schommelden tussen 20 en 39 en de K-gehalten varieerden van 17 tot 23. Toen de bemesting werd gestopt waren *Lolium perenne* (Engels raaigras), *Poa trivialis* (Ruw beemdgras), *Elymus repens* (Kweek) en *Taraxacum officinale* (Paardebloem) de dominerende soorten. Vanaf 1978 is er jaarlijks twee keer gemaaid (medio juni en eind september) en is het gewas afgevoerd.

Door het uitvoeren van enkele cultuurtechnische ingrepen is het proefcomplex sinds 1986 verdeeld in vijf compartimenten waarin het mogelijk is verschillende grondwaterstanden te handhaven. Hierbij wordt behalve van regenwater ook gebruik gemaakt van voedselarm, maar relatief calciumrijk water uit diepere grondlagen dat door middel van een tweetal bronnen wordt toegevoerd. In de vijf compartimenten, die elk een perceel beslaan van 1,5 tot 2 ha, is geprobeerd de waterstanden te bereiken zoals die in tabel 1 zijn weergegeven.

Tabel 1. Overzicht van de waterstanden in de vijf percelen uitgedrukt in cm beneden maaiveld

	voorjaar	zomer	winter	
perceel A	-10	-30	0	
perceel B	-10	-50	0	
perceel E	0	-30	0	(natste perceel)
perceel F	0	-50	0	
perceel G	als de omgeving			(droogste perceel)

Om de hoge zomergrondwaterstanden te realiseren is gebruik gemaakt van een drainagestelsel waardoor infiltratie mogelijk was. Perceel G volgt de waterstand van het agrarische cultuurland in de directe omgeving en wordt dus niet door ons beïnvloed. Dit betekent dat dit perceel in de winter minder nat is (-10 tot -20 cm) en ook in het voorjaar een wat lagere grondwaterstand heeft (-30 tot -40 cm); in de zomer kan de waterstand dalen tot ongeveer 70 cm beneden maaiveld. De verschillende waterstanden zijn ingesteld om te proberen op deze manier de nutriëntenbeschikbaarheid te sturen.

In 1987 is op elk van de percelen een onderzoek gestart met vier verschillende grasland-beheersvormen, behandelingen, waarbij steeds half juni en eind september wordt gemaaid. De verschillen zitten in het wél of niet-afvoeren van het maaisel. Bij behandeling AA worden zowel de juni- als de septembersnede afgevoerd, bij behandeling MA wordt de eerste snede niet afgevoerd maar de tweede wel, bij behandeling AM wordt de eerste snede wél afgevoerd maar de tweede niet en bij behandeling MM worden geen van beide sneden afgevoerd. Wanneer een snede niet wordt afgevoerd, wordt deze gemaaid met een klepelmaaier waarna het maaisel als mulch op de veldjes achterblijft. De behandelingen zijn gekozen om variatie aan te brengen in het tempo van versralen waarbij de behandelingen alles afvoeren (AA) en niets afvoeren (MM) als extremen zijn gekozen. De varianten maken het mogelijk de effecten te bestuderen van het al of niet-afvoeren van nutriënten op de

produktie en de ontwikkeling van de vegetatie. De vier behandelingen worden per perceel in vijfvoud uitgevoerd. De afzonderlijke veldjes hebben een oppervlakte van 10x15 m en liggen per perceel in vijf blokken van vier veldjes. De vier behandelingen zijn per blok geloot. De gegevens die in dit verslag worden gebruikt zijn verkregen uit produktiebepalingen waarbij per snede per veldje een strook van 15 m² is uitgemaaid en gewogen. Hieruit werd een submonster genomen waarvan het drogestofgehalte werd bepaald. Vervolgens werd van de drogestof het N-, P- en K-gehalte bepaald.

Bij het vergelijken van de verschillende behandelingen is met ANOVA een F-toets uitgevoerd en met de beschermde LSD-methode nagegaan of de gevonden gehalten en opbrengsten significant verschilden van behandeling AA (beide sneden maaien en afvoeren). Verschillen tussen de percelen (waterstanden) en tussen de jaren zijn niet getoetst. De uitkomsten van de toetsing zijn in tabel 2 weergegeven.

3. Resultaten

De drogestofproduktie blijkt significant toe te nemen wanneer (een deel van) de bovengrondse produktie niet wordt afgevoerd (Fig. 1). In alle percelen is de produktie bij tweemaal maaien en afvoeren het laagst en blijft al schommelend op hetzelfde niveau. Bij niets afvoeren stijgt de produktie snel en blijft hoog. Bij de behandelingen waar het maaisel gedeeltelijk wordt afgevoerd ligt de produktie tussen de beide uitersten in. Verschillen in de produktie tussen percelen met een verschillende grondwaterstand blijken nauwelijks aanwezig te zijn.

In enkele grafieken wordt een overzicht gegeven van de hoeveelheden N, P en K die tijdens het groeiseizoen in de bovengrondse biomassa accumuleren (Fig. 2, 3 en 4).

Bij N zien we dat terugvoeren van het maaisel van de eerste snede of van beide sneden door herbenutting van de teruggevoerde nutriënten leidt tot significant (tabel 2) hogere opbrengsten aan N in de jaren erna (behalve op perceel F). In grote lijn blijkt dat hoe meer er teruggevoerd wordt hoe hoger de opbrengst daarna is. De verschillen t.o.v. AA kunnen fors zijn. Het beeld is niet op alle percelen hetzelfde. Het duidelijkst reageren A en B.

Bij P zien we op de percelen A, E en G bij MM met name in het laatste jaar een significant hogere opbrengst dan bij AA. De P-opbrengst op perceel A ligt duidelijk lager dan op de andere percelen.

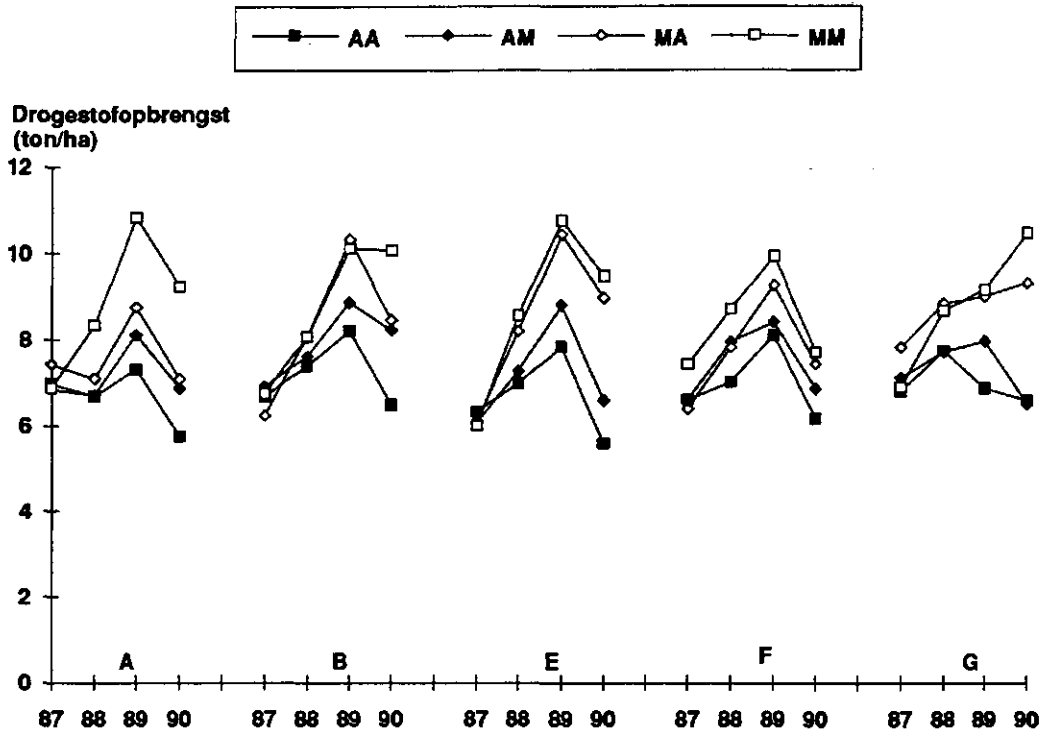
Bij K blijkt het verschil in opbrengst tussen de beide uiterste behandelingen erg groot te zijn. Terugvoeren van het maaisel leidt al na één jaar tot een significant hogere K-opname bij de behandelingen MM en MA.

Samenvattend kan uit deze gegevens worden afgeleid dat er een duidelijk positief effect is van het teruggevoerde maaisel op de nutriëntenopname in de daaropvolgende periode en dat bij K het effect verreweg het grootst is. In de loop der jaren worden de verschillen tussen de behandelingen groter wat er op wijst dat het effect van mulchen zich niet beperkt tot het jaar erna, maar dat ook daarna nog nutriënten beschikbaar komen. Verder blijkt dat naarmate het teruggevoerde deel groter is, dit resulteert in een hogere opbrengst daarna.

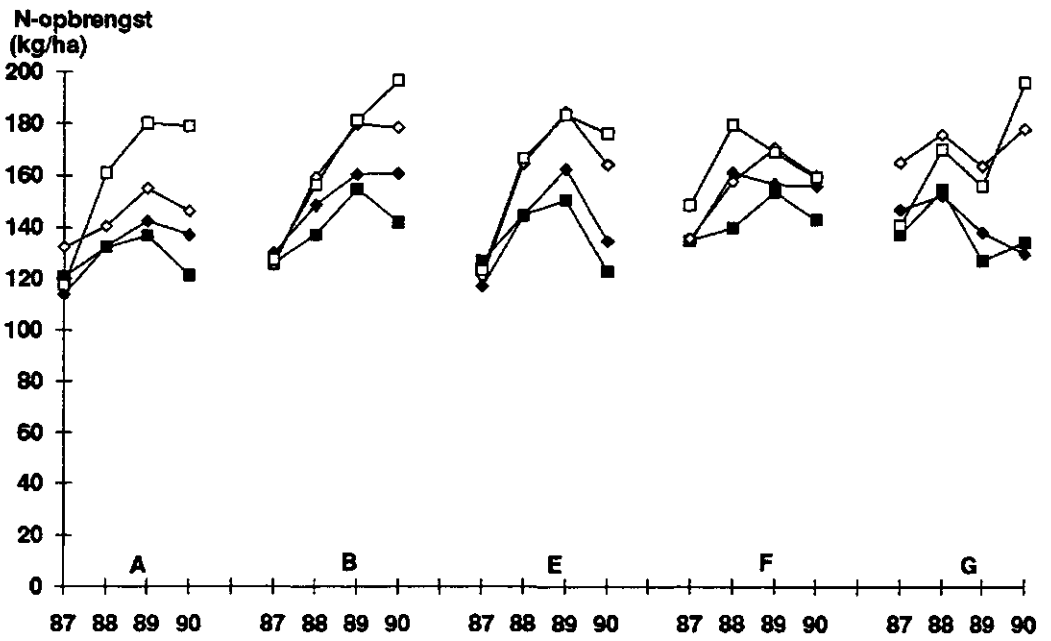
De hoeveelheden N, P en K die jaarlijks bij de verschillende behandelingen worden teruggevoerd verschillen (Fig. 5, 6 en 7). Uit deze figuren blijkt dat er een behoorlijk verschil is in terugvoer van N, P en K tussen de behandelingen MM en MA, terwijl dit niet tot uiting komt in de drogestof-, N- en P-opbrengsten (Fig. 1, 2 en 3). Wel echter in de K-opbrengst. De K uit het teruggevoerde materiaal is beter beschikbaar dan de N en P. Bij de eerste snede wordt steeds wat meer teruggevoerd dan bij de tweede. Bij de behandelingen (MA en AM) is er geen toename in de tijd te constateren. Bij het terugvoeren van de nutriënten van beide sneden (MM) is de eerste jaren een toename te zien. Tussen de percelen is weinig verschil. Dat betekent dat het verschil in grondwaterstand dat tussen de percelen bestaat hier niet tot uiting komt. Blijkbaar zijn de groeicondities niet zodanig verschillend dat deze invloed hebben op de hoeveelheid nutriënten die naar de bodem wordt teruggevoerd of op de herbenutting daarvan door de vegetatie.

Tabel 2. Overzicht statistische betrouwbaarheid van de gevonden verschillen bij de verschillende behandelingen t.o.v behandeling AA (* = $p < 0,05$)

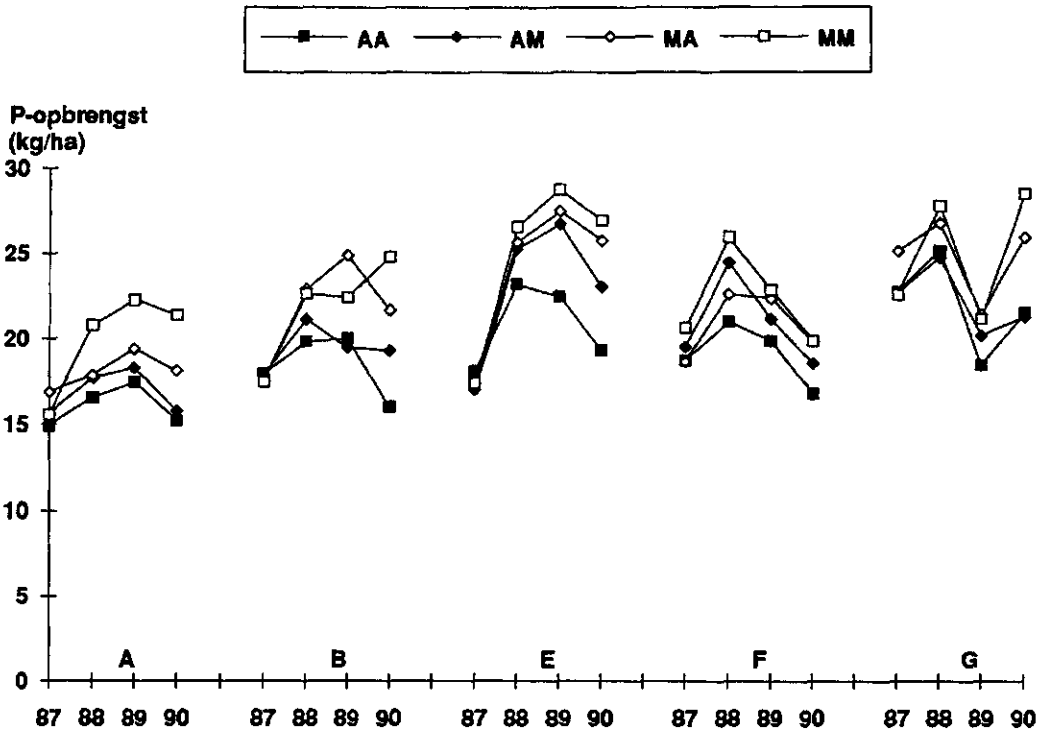
perceel behand	A			B			E			F			G			
	MM	MA	AM	MM	MA	AM	MM	MA	AM	MM	MA	AM	MM	MA	AM	
1988	*									*		*	*	*		jaaropbrengst drogestof Fig.1
1989	*			*	*		*	*		*	*		*	*	*	
1990	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*		
1988	*			*	*					*	*	*		*		N-opbrengst Fig. 2
1989							*	*					*	*		
1990	*	*		*	*		*	*					*	*		
1988	*									*		*				P-opbrengst Fig. 3
1989							*	*	*							
1990	*						*	*	*				*	*		
1988	*			*	*		*	*		*			*	*		K-opbrengst Fig. 4
1989	*	*		*	*		*	*					*	*	*	
1990	*	*		*	*	*	*	*	*	*			*	*		
1988																N-gehalte 1e snede Fig. 11
1989				*						*	*					
1990										*			*			
1988																N-gehalte 2e snede Fig. 12
1989																
1990	*	*					*	*								
1988	*		*													P-gehalte 1e snede Fig. 13
1989	*						*	*							*	
1990															*	
1988																P-gehalte 2e snede Fig. 14
1989													*	*		
1990	*		*				*	*					*	*		
1988													*			K-gehalte 1e snede Fig. 15
1989	*			*			*	*					*	*	*	
1990	*	*		*			*		*				*	*	*	
1987							*	*								K-gehalte 2e snede Fig. 16
1988	*	*		*	*		*	*		*	*		*	*		
1989	*			*	*		*	*					*			
1990	*			*	*		*		*				*			
1988	*						*		*				*		*	verloop N-aandeel Fig. 17
1989	*			*	*		*	*		*			*		*	
1990	*			*	*	*	*	*	*	*			*	*		
1988	*						*	*	*				*	*		verloop P-aandeel Fig. 17
1989	*						*						*	*		
1990	*		*				*						*	*		
1988	*						*	*		*			*	*		verloop K-aandeel Fig. 17
1989	*	*		*			*	*					*	*	*	
1990	*	*		*	*		*	*	*	*			*	*	*	



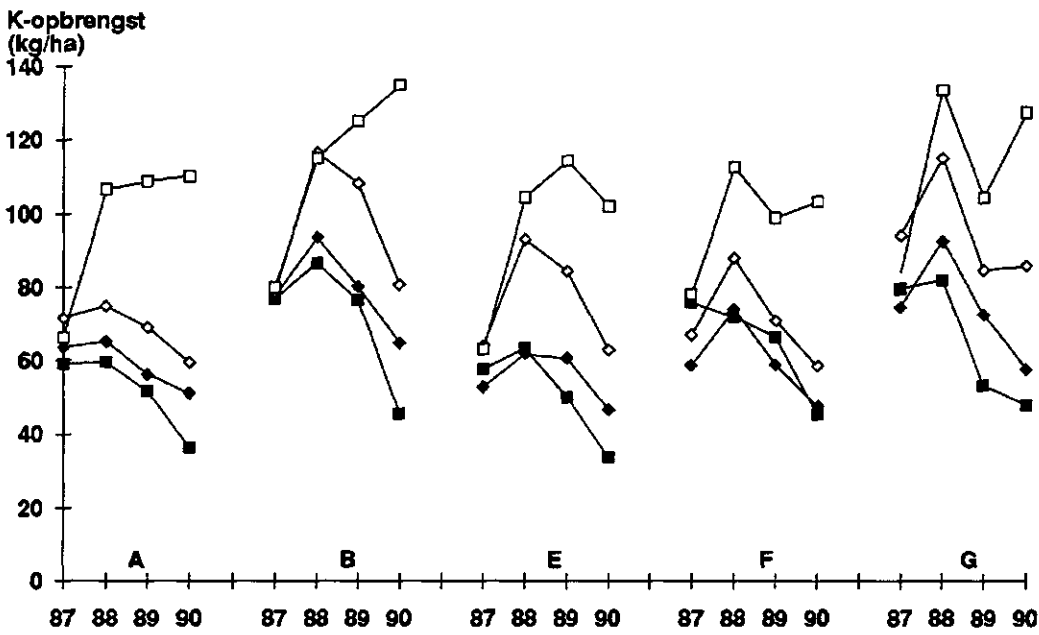
Figuur 1. Jaarproducties aan drogestof per behandeling



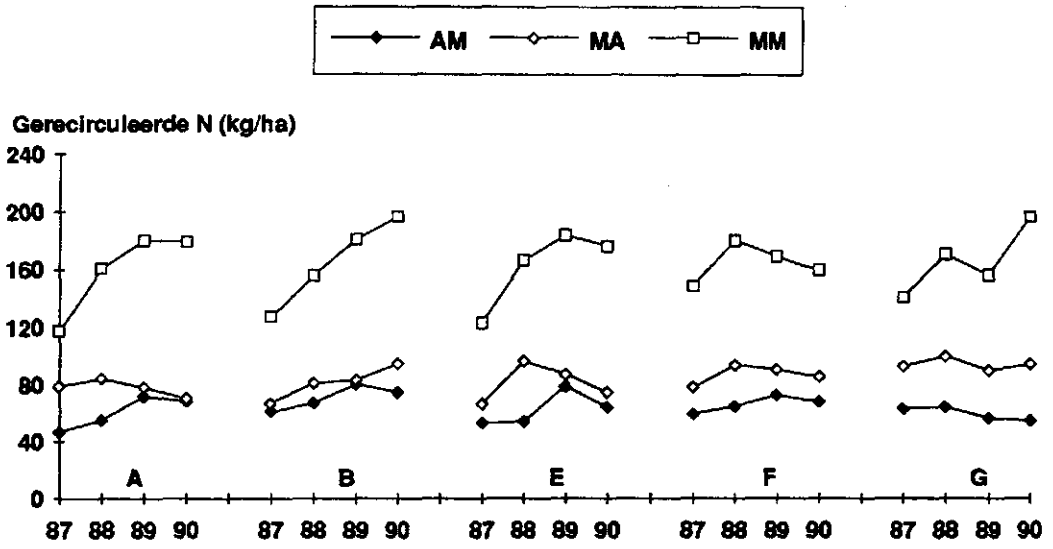
Figuur 2. Jaaropbrengsten aan N per behandeling



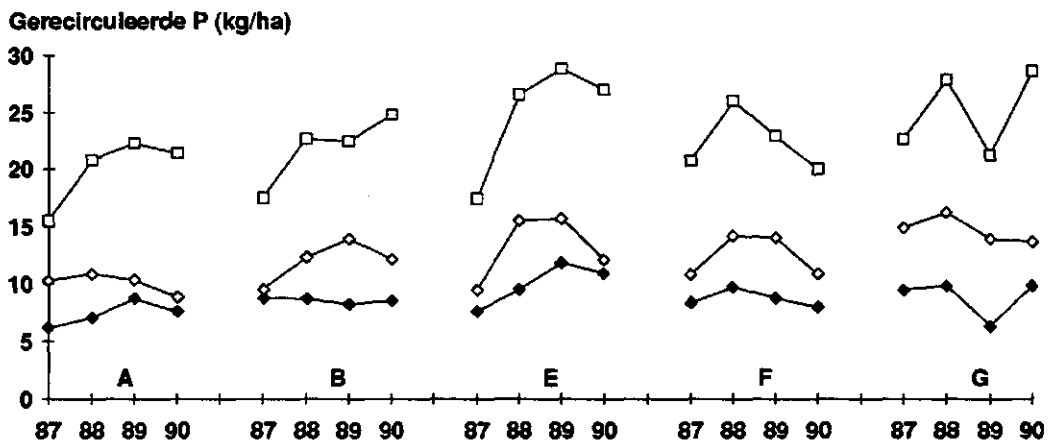
Figuur 3. Jaaropbrengsten aan P per behandeling



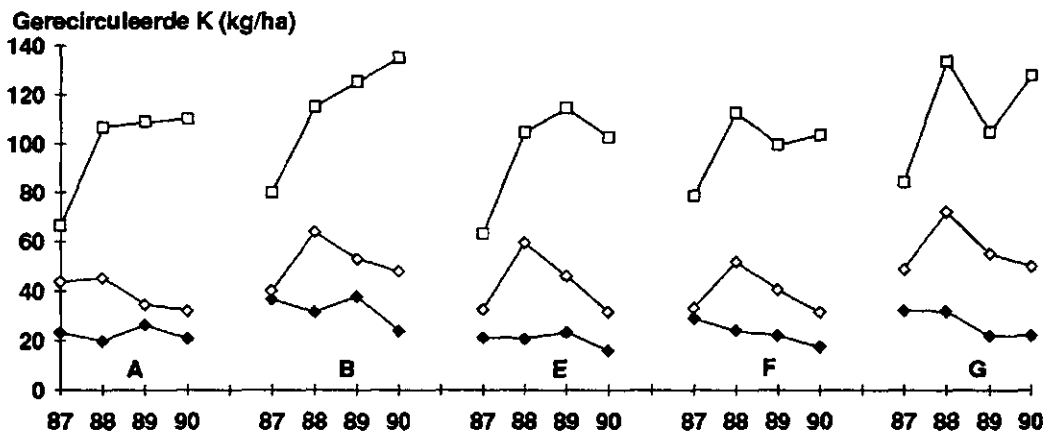
Figuur 4. Jaaropbrengsten aan K per behandeling



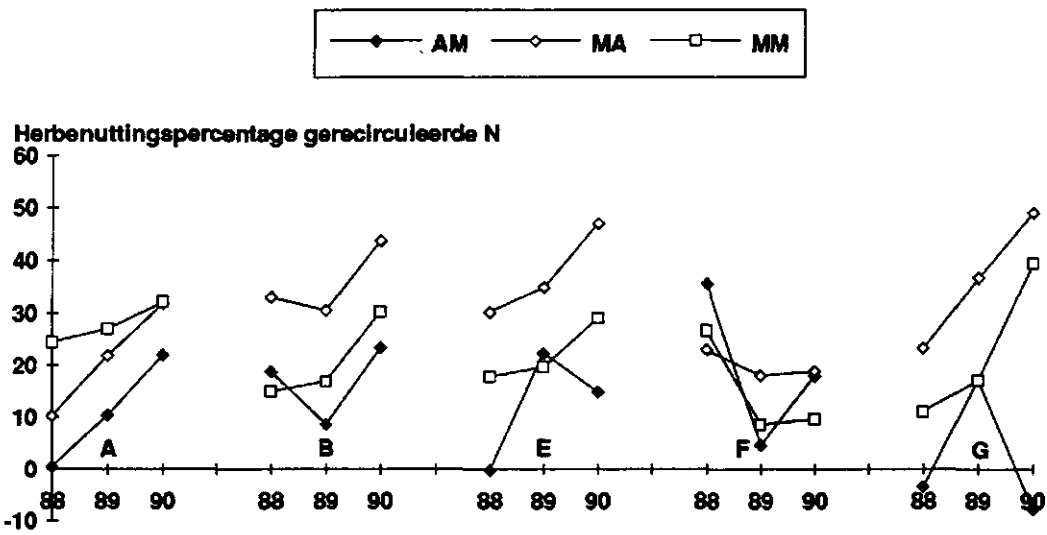
Figuur 5. Gerecirculeerde N per behandeling per jaar



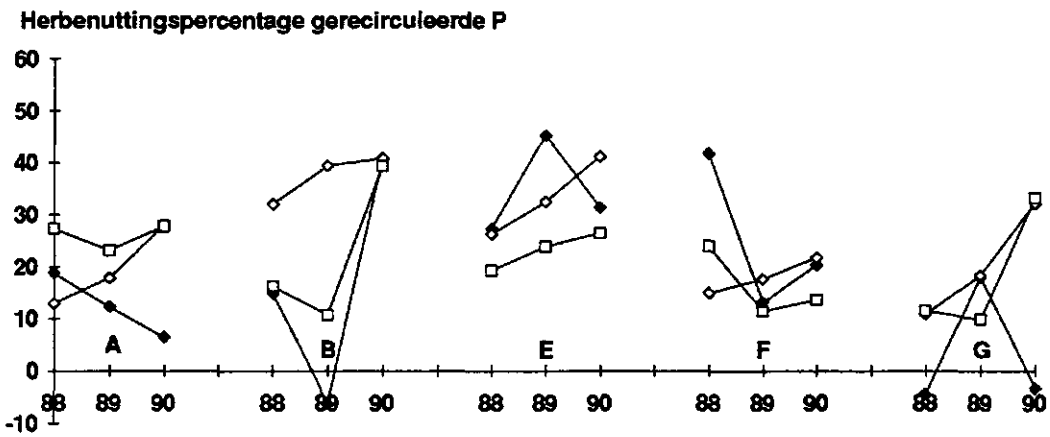
Figuur 6. Gerecirculeerde P per behandeling per jaar



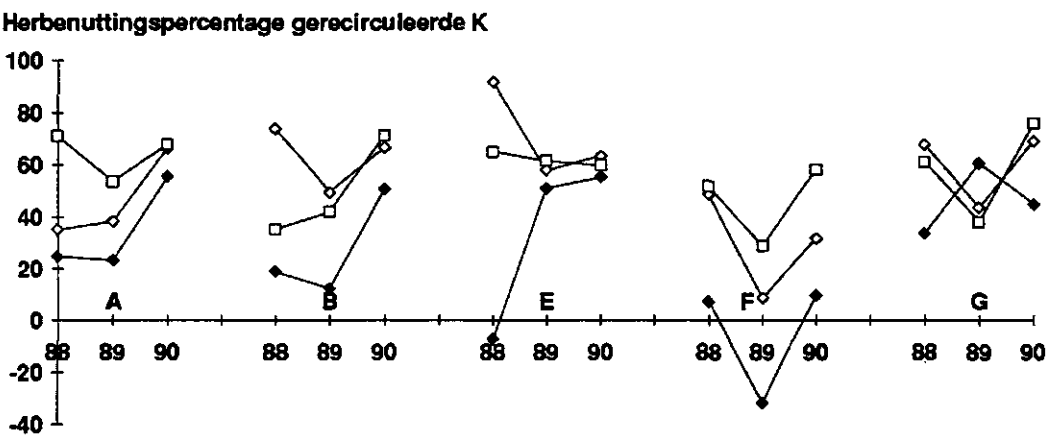
Figuur 7. Gerecirculeerde K per behandeling per jaar



Figuur 8. Herbenutting van de in het voorgaande jaar teruggevoerde N (in %) per behandeling



Figuur 9. Herbenutting van de in het voorgaande jaar teruggevoerde P (in %) per behandeling



Figuur 10. Herbenutting van de in het voorgaande jaar teruggevoerde K (in %) per behandeling

Er is nagegaan hoeveel van de jaarlijks teruggevoerde nutriënten in de opbrengst daarna is teruggevonden (Fig. 8, 9 en 10). In deze figuren is uitgezet hoeveel procent van de in het voorgaande jaar teruggevoerde nutriënten bij de behandelingen MA, AM en MM in het aangegeven jaar in de vorm van meeropbrengst ten opzichte van behandeling AA (geen terugvoer) werd geoogst. Voor de geïnteresseerde lezer wordt verwezen naar de tabellen 3 t/m 7 waarin de volledige gegevens staan vermeld.

Aan de hand van figuur 8 kunnen we constateren dat van de teruggevoerde N bij behandeling MA de herbenutting het grootst is en daarna bij MM. Het zijn beide behandelingen waarbij de nutriënten van de eerste snede worden teruggevoerd. Blijkbaar is de decompositie en de daaropvolgende opname door de planten in de periode juli-september van groot belang. Bij behandeling AM vinden we de laagste herbenutting. Hierbij moet er wel rekening mee worden gehouden dat het effect van terugvoeren bij deze behandeling pas in het volgende jaar merkbaar is en niet in het jaar van terugvoeren zelf. Het lijkt er op dat veel N van de teruggevoerde tweede snede in de winter verloren gaat. Tussen de percelen zijn wel verschillen maar deze zijn moeilijk te verklaren. Ze zijn in ieder geval niet duidelijk aan de verschillen in grondwaterstand te koppelen. Bij de behandelingen MA en MM neemt het percentage herbenutte N in de tijd wat toe; bij AM is dat minder duidelijk.

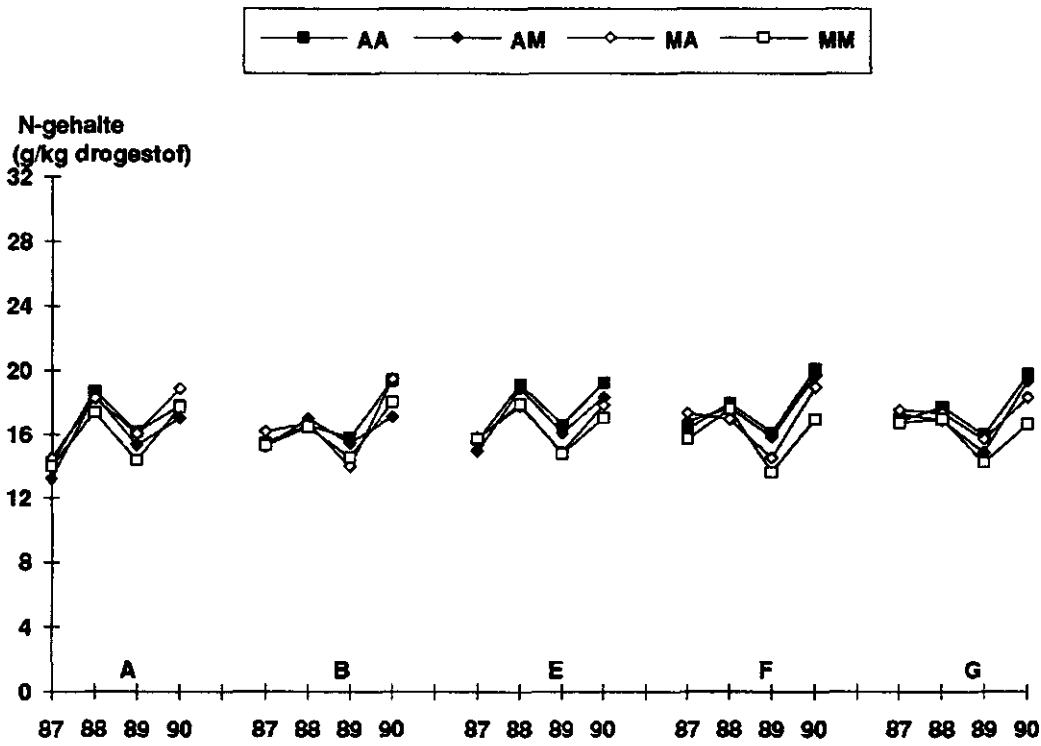
Bij P is het beeld erg wisselend (Fig. 9) waardoor er weinig lijn in valt te ontdekken. Wel valt op dat het natste perceel (E) de hoogste herbenutting te zien geeft. Evenals bij N valt ook bij P, voor wat de behandelingen MA en MM betreft, een stijging van het herbenuttingspercentage in de tijd te constateren. Het herbenuttingspercentage kan zowel bij N als P oplopen tot rond de 45 %. Er moet rekening mee worden gehouden dat bij een langere periode van waarnemen dit percentage nog hoger zou kunnen zijn omdat een deel van de teruggevoerde N en P slechts langzaam weer beschikbaar komen.

De herbenutting van K is beduidend hoger dan die van N en P. Het percentage kan oplopen tot ongeveer 70 %. Tussen de percelen met uiteenlopende waterstanden zijn geen grote verschillen te zien die daaraan kunnen worden toegeschreven. Alleen perceel F is enigszins afwijkend.

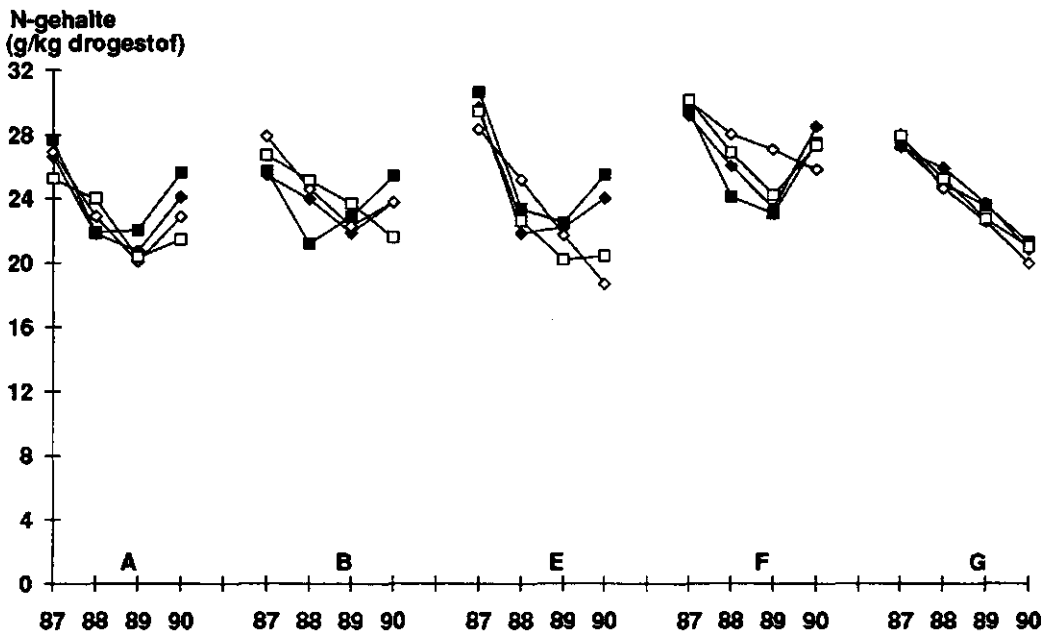
Er zijn in de tijd behoorlijke fluctuaties te zien, maar er is geen duidelijke toename van het herbenuttingspercentage te constateren.

Aan de hand van de hiervoor besproken figuren is een overzicht gegeven van het percentage teruggevoerde nutriënten dat jaarlijks bij de produktie herbenut wordt. Als aanvulling hierop is ook gekeken naar de N-, P- en K-gehalten in de geoogste biomassa (uitgedrukt in g/kg drogestof) en is nagegaan welke verschuivingen er in de gewichtsverhoudingen van N, P en K optreden binnen de totale opbrengst aan nutriënten. Beide geven informatie of een bepaald nutriënt beperkend dreigt te worden en bij welke behandeling dit dan het eerst gaat gebeuren.

Het N-gehalte schommelt in de eerste snede op alle percelen tussen de 15 en 20 g/kg drogestof (Fig. 11). Verschillen tussen de jaren treden bij alle behandelingen en bij alle percelen op en vertonen in grote lijn hetzelfde beeld. De verschillen lijken in de loop van de tijd te worden opgebouwd. Hierbij gaat behandeling AA meestal samen met het hoogste N-gehalte en behandeling MM met het laagste. De verschillen zijn weinig significant (tabel 2).



Figuur 11. N-gehalten in de eerste snede bij de verschillende behandelingen



Figuur 12. N-gehalten in de tweede snede bij de verschillende behandelingen

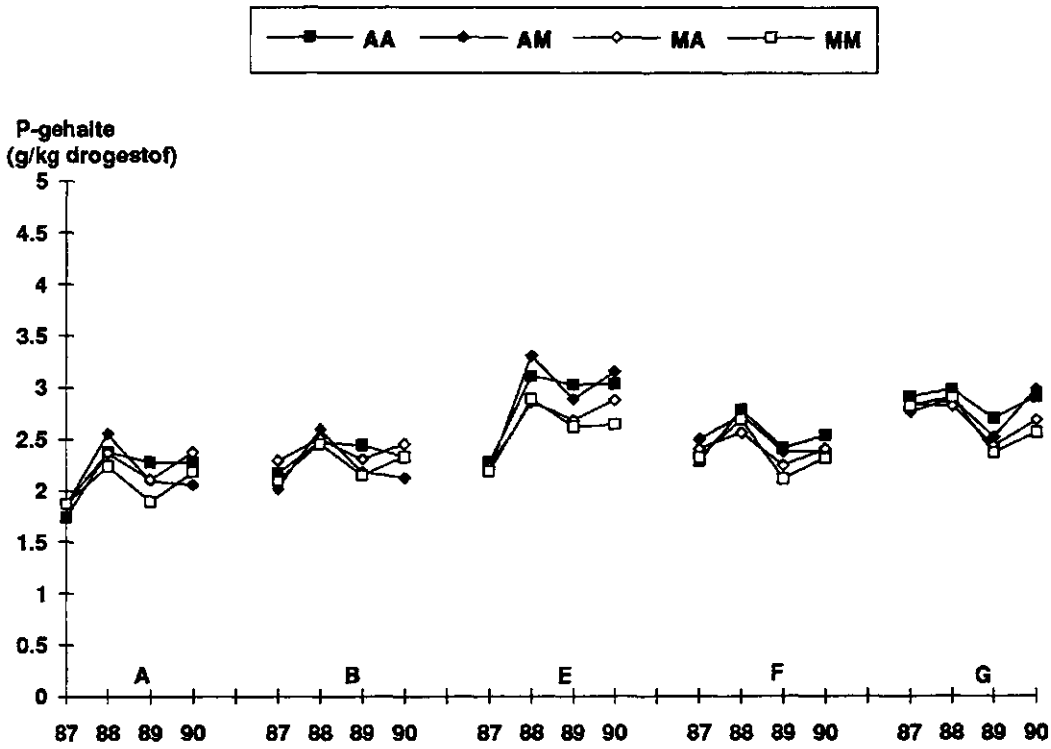
De N-gehalten in de tweede snede (Fig. 12) liggen tussen de 20 en 30 g/kg drogestof, dus duidelijk hoger dan bij de eerste snede. De niveaus per perceel lijken wat te verschillen. De eerste drie jaar lijkt bij alle behandelingen op alle percelen een systematische daling op te treden waarna op de meeste percelen weer een stijging te zien is. Toch behoort de daling in de beginperiode waarschijnlijk tot de normale jaarschommelingen. Dit leiden we af uit waarnemingen in 1986, het jaar voorafgaand aan deze onderzoeksperiode, toen de N-gehalten in de tweede snede bij de behandeling AA aanmerkelijk lager waren dan in 1987 en meer overeenkwamen met de waarden van 1988 en 1989. Op het droogste perceel zijn er geen verschillen tussen de behandelingen. Op de overige percelen komt in het laatste jaar bij AA het hoogste N-gehalte voor. Behandelingen waarbij de eerste snede wordt teruggevoerd (MM en MA) lijken globaal de laagste gehalten te hebben. Alleen het laatste jaar is bij de percelen A en E het verschil t.o.v. AA significant.

De resultaten van de eerste en tweede snede samenvattend kan geconstateerd worden dat afvoeren van het maaisel vooral in de eerste snede samengaat met hogere N-gehalten en niet-afvoeren met lagere.

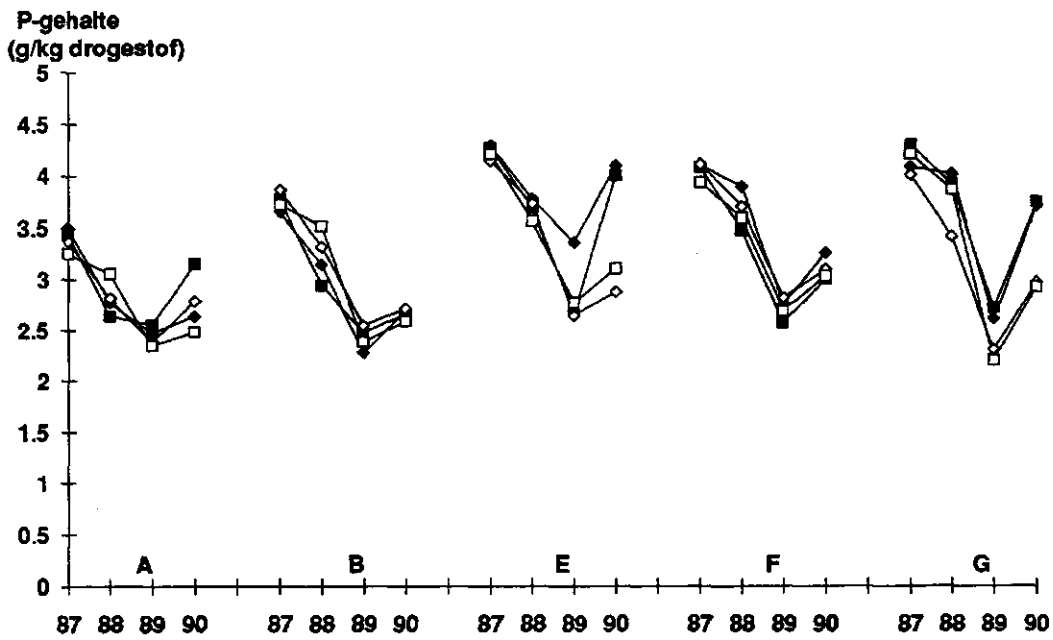
In figuur 13 zien we dat in de eerste snede aan het begin van het onderzoek perceel A het laagste P-gehalte had en perceel G het hoogste (verschillen niet getoetst). De schommelingen die in de tijd optreden zijn in grote lijn bij alle percelen en behandelingen van overeenkomstige aard. Op het natste perceel (E) is het P-gehalte na het eerste jaar het sterkst gestegen en is ook vrij hoog gebleven. De gehalten lagen in 1987 vrij dicht bij elkaar maar zijn in de loop van de tijd op de natte percelen A en E door de verschillende behandelingen wat uit elkaar komen te liggen. Er is een tendens dat afvoeren van beide sneden samengaat met een wat hoger P-gehalte, terwijl niet-afvoeren doorgaans samengaat met een wat lager P-gehalte. Maar weinig van de gevonden verschillen zijn significant (tabel 2).

Voor wat de tweede snede betreft (Fig. 14) kan vastgesteld worden dat de gehalten gemiddeld wat hoger liggen dan in de eerste snede. Voor onbemest grasland zijn er zelfs opvallend hoge gehalten bij. Ook hier is een duidelijke jaarinvloed te zien. Effecten van de behandelingen zijn alleen te zien bij de percelen A, E en G. Bij E en G geven de behandelingen waarbij de eerste snede wordt afgevoerd (AA en AM) een significant hoger P-gehalte in de tweede snede te zien. Op perceel A is er in 1990 alleen bij MM en AM een significant verschil met AA. De eerste jaren zijn er geen significante verschillen. Of de geconstateerde verschillen in de laatste jaren een gevolg zijn van de verschillende behandelingen in de voorafgaande jaren of dat ze incidenteel zijn opgetreden is moeilijk te zeggen; daarvoor zou een langere waarnemingsperiode nodig zijn. Opvallend is dat het natste en het droogste perceel hetzelfde beeld vertonen. De verschillen in waterstand zijn hier blijkbaar van ondergeschikt belang.

Bij het K-gehalte zien we dat in de eerste snede de gehalten op de percelen A, E en F ongeveer op een zelfde niveau liggen (Fig. 15). Die van B en G liggen wat hoger. De K-gehalten zijn, vergeleken met de N- en P-gehalten, opvallend laag. De jaarlijkse schommelingen treden op alle percelen en bij alle behandelingen op gelijkvormige wijze op. Tussen de behandelingen ontwikkelen zich verschillen in de tijd. De beide extreme behandelingen AA en MM gaan duidelijk significante verschillen in gehalten vertonen (behalve op perceel F). Bij MM wordt het hoogste gehalte gemeten en bij AA het laagste. Het effect van de behandelingen op het K-gehalte is dus duidelijk anders dan bij de N- en P-gehalten, waar eerder een tegenovergesteld effect werd geconstateerd. De behandelingen MA en AM liggen tussen AA en MM in waarbij MA meestal een iets hoger gehalte heeft dan AM. Terugvoeren van het maaisel gaat hier dus duidelijk samen met een hoger K-gehalte waarbij het er op lijkt dat hoe meer massa er in een seizoen teruggevoerd wordt, hoe hoger het gehalte van de eerste snede wordt.



Figuur 13. P-gehalten in de eerste snede bij de verschillende behandelingen

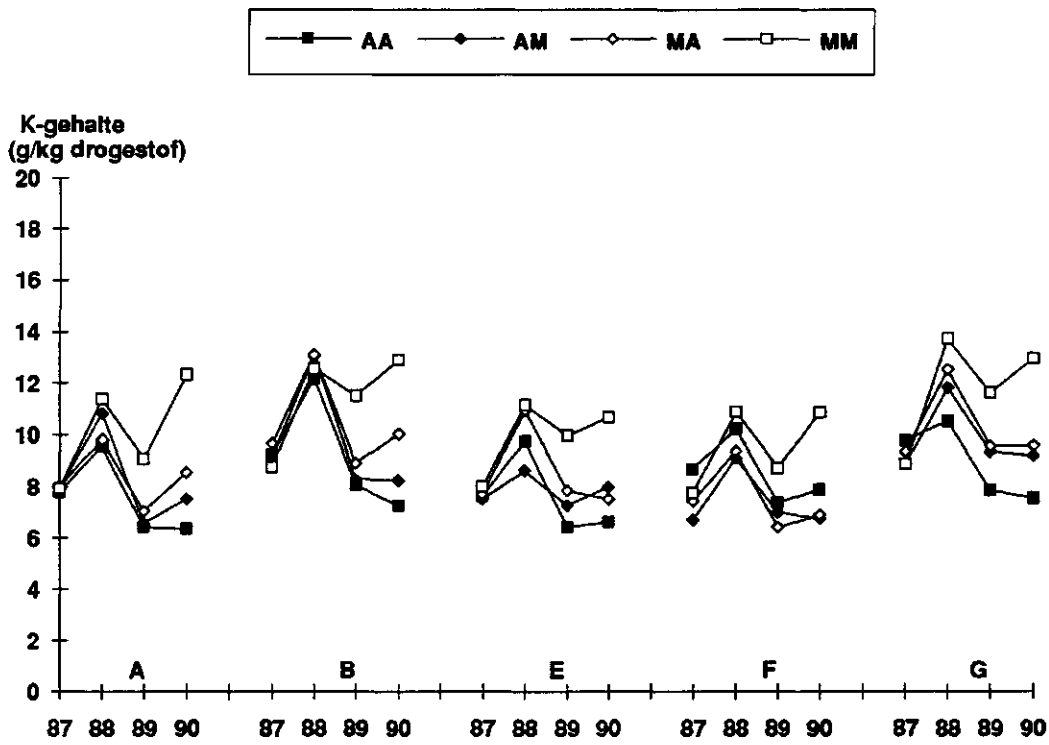


Figuur 14. P-gehalten in de tweede snede bij de verschillende behandelingen

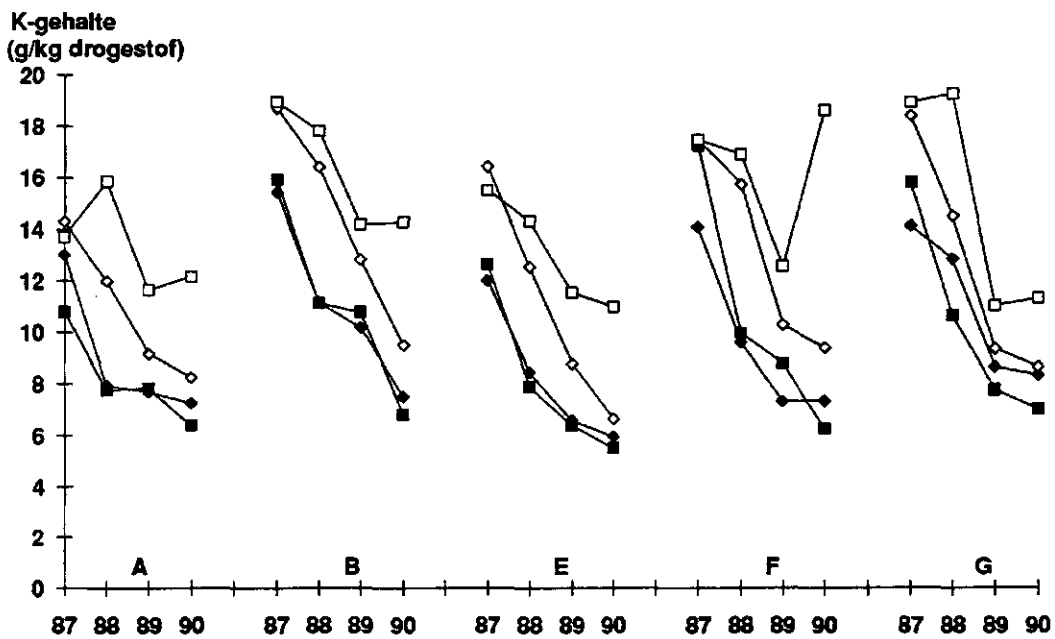
Voor wat de tweede snede betreft (Fig. 16) moet ook hier de regelmatige daling aan het begin tot de jaarlijkse fluctuaties gerekend worden. Dat de daling zich ook in 1990 voortzet is wel opmerkelijk omdat de N- en P-gehalten in dat jaar weer stegen. Direct vanaf het eerste jaar blijken de K-gehalten op perceel E bij MM en MA significant hoger te liggen dan bij AA. Op de andere percelen zien we een soortgelijke tendens. Dus bij het terugvoeren van de eerste snede wordt er in hetzelfde groeiseizoen in de daarop volgende tweede snede meteen een hoger K-gehalte gevonden dan bij afvoeren van het gewas. Klaarblijkelijk recirculeert de K van de teruggevoerde eerste snede zo snel dat ze reeds bij de tweede snede voor een belangrijk deel weer opneembaar is. Behandeling MM springt er uit met het hoogste gehalte. Behandeling AA heeft bijna overal het laagste gehalte.

De resultaten van beide sneden samenvattend kan geconstateerd worden dat bij terugvoeren van het gewas hogere K-gehalten gemeten worden dan bij afvoeren. Bij de behandelingen waar het meeste gerecirculeerd wordt (MM) komen ook de hoogste gehalten voor. Het meest opmerkelijk bij de vergelijking van de N-, P- en K-gehalten is dat bij N en P bij de behandelingen waar het maaisel wordt afgevoerd de gehalten hoger zijn dan bij behandelingen waar het maaisel niet wordt afgevoerd. Bij K is precies het omgekeerde het geval. Hier liggen de gehalten bij de behandelingen waar het maaisel wordt afgevoerd juist lager dan bij de behandelingen waar dit niet het geval is. Blijkbaar is K bij maaien en afvoeren (behandeling AA) het beperkende element. Bij terugvoeren van het gemaaid gewas kan de recirculatie van K zo snel plaats vinden dat de aanvankelijke schaarste door de snelle herbenutting gecompenseerd wordt. Door de extra K-opname neemt de produktie toe, echter minder dan de K-opname want het K-gehalte stijgt, maar meer dan de N- en P-opname want de gehalten van N en P dalen iets. Het lijkt er op dat N en P minder snel weer beschikbaar komen.

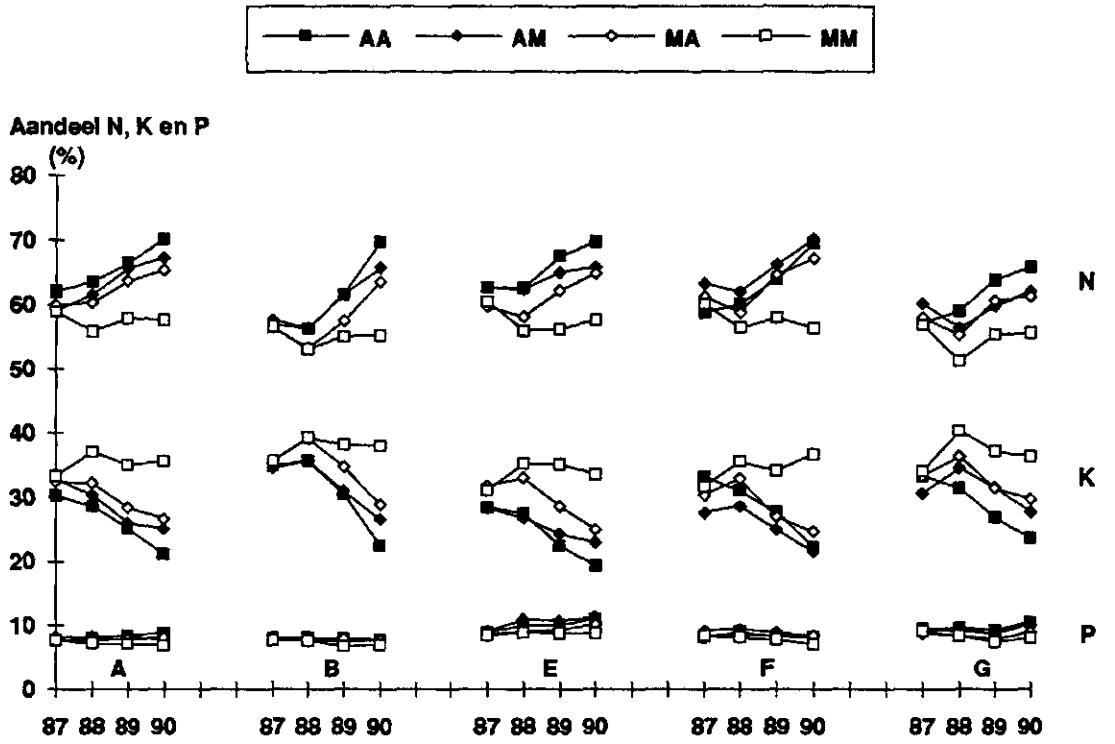
Kijken we naar de verhoudingen tussen de N-, P- en K-opbrengsten dan blijken er verschuivingen op te treden (Fig. 17). De totale opbrengst aan N+P+K is per behandeling en per perceel jaarlijks op 100 gesteld waarna het aandeel van de afzonderlijke nutriënten is berekend. In 1987 blijkt het aandeel van N, P en K grofweg 60 %, 10 % en 30 % te zijn. Onder invloed van de verschillende behandelingen veranderen de verhoudingen significant in de tijd (tabel 2). Opvallend is dat de tendens bij alle percelen ondanks verschil in grondwaterstand toch dezelfde is. De ontstane verschillen zijn puur veroorzaakt door verschil in behandeling. Bij niet-afvoeren van het maaisel (MM) blijven de lijnen ongeveer horizontaal lopen. Dus de uitgangsverhoudingen veranderen weinig, wat op zichzelf logisch is want er wordt ook niet verschaald. Wel heeft deze behandeling grote invloed op de K-beschikbaarheid en iets minder op de beschikbaarheid van N en P (zie hiervoor). Bij wel afvoeren van het maaisel (AA) waarbij dus sprake is van maximale verschraling blijkt K sterk beperkend te worden en daalt het K-aandeel. Het P-aandeel verandert slechts weinig maar het N-aandeel stijgt aanzienlijk. De behandelingen waarbij het gewas maar ten dele wordt afgevoerd (MA en AM) liggen tussen de beide uitersten in. Uit de hiervoor behandelde verschuivingen blijkt dat K in alle percelen voor de biomassa-produktie beperkend is.



Figuur 15. K-gehalten in de eerste snede bij de verschillende behandelingen



Figuur 16. K-gehalten in de tweede snede bij de verschillende behandelingen



Figuur 17. Aandeel van N, P en K in de totale opbrengst aan N+P+K (=100 %) per behandeling per jaar

4. Conclusies

Terugvoeren van het maaisel leidt al na één jaar door herbenutting van de nutriënten tot hogere produkties. Hoe meer teruggevoerd wordt hoe hoger de produktie. Vooral bij K treedt een grote en snelle herbenutting op die tot een sterk verhoogde K-opbrengst leidt. De hoeveelheden N, P en K die jaarlijks worden teruggevoerd vertonen bij alles terugvoeren (MM) de eerste jaren een stijgende lijn. Er lijkt sprake te zijn van een soort opbouwfase. Met de eerste snede (MA) wordt wat meer teruggevoerd dan met de tweede (AM). Van de nutriënten die teruggevoerd worden is het percentage dat het volgende seizoen herbenut wordt verschillend. Bij N en P wordt maximaal ca. 45 % herbenut, terwijl dit bij K ca. 70 % is. De herbenutting is meestal het hoogst bij de behandelingen waarbij de eerste snede wordt teruggevoerd (MA en MM) en het laagst bij het terugvoeren van de tweede snede (AM). Bij de behandelingen MA en MM stijgt bij N en P het herbenuttingspercentage in de tijd.

Bij behandelingen waar het maaisel van één of beide sneden wordt teruggevoerd blijkt dat de gehalten aan N en P wat lager zijn dan bij alles afvoeren. De K-gehalten daarentegen blijken bij de behandelingen waar het maaisel blijft liggen duidelijk hoger. De grote mobiliteit van K maakt blijkbaar een zo snelle herbenutting mogelijk dat N en P hierbij achterblijven omdat voor het opnieuw beschikbaar komen van deze elementen meer tijd nodig is. Hieruit blijkt dat in de situatie waarbij de totale produktie wordt afgevoerd (AA) K waarschijnlijk groeibeperkend is. Door de snelle recirculatie van K na het terugvoeren van het maaisel wordt deze beperking gecompenseerd en neemt de produktie door de extra K-opname toe. De extra K-opname is echter relatief minder dan de toename van de produktie want het K-gehalte stijgt iets. De produktietoename is evenwel groter dan de N- en P-opname want hier dalen de gehalten enigszins.

De verschuivingen in de verhoudingen tussen de jaaropbrengsten aan N, P en K zijn op alle percelen hetzelfde. Bij niet-verschralen (MM) veranderen de verhoudingen betrekkelijk weinig. Bij maximaal verschralen (AA) zijn de verschuivingen het grootst. Het aandeel K neemt hier duidelijk af, het aandeel N stijgt en P ook enigszins. De overige behandelingen liggen tussen de beide extremen in. Dit duidt er op dat K op alle percelen in De Veenkampen de voornaamste groeilimiterende factor is.

De verschillen die tussen de behandelingen geconstateerd zijn vertonen weinig samenhang met de aangebrachte verschillen in grondwaterstand. Het kan zijn dat de aangebrachte verschillen, met name in het groeiseizoen, te gering waren, maar het is ook mogelijk dat de grondwaterstand er minder toe doet dan was verondersteld.

Bijlage

Inhoud

Overzicht van de nutriëntenopbrengsten, de teruggevoerde hoeveelheden bij mulchen (kg/ha) en de benutting (%) daarvan in het volgende jaar

		Pagina
Tabel 3	Perceel A	I-1
Tabel 4	Perceel B	I-2
Tabel 5	Perceel E	I-3
Tabel 6	Perceel F	I-4
Tabel 7	Perceel G	I-5

Tabel 3. Overzicht van de nutriëntenopbrengsten, de teruggevoerde hoeveelheden bij mulchen (kg/ha) en de benutting (%) daarvan in het volgende jaar: **perceel A**

	Jaar		AA	AM	MA	MM
N	1987	N-opbrengst	121	114	132	118
	1987	teruggevoerde N	0	47	79	118
	1988	N-opbrengst	132	132	140	161
	1988	teruggevoerde N	0	55	84	161
		meeropbrengst t.o.v. AA		0	8	29
		benuttings% teruggevoerde N		1	10	24
	1989	N-opbrengst	136	142	155	180
	1989	teruggevoerde N	0	72	78	180
		meeropbrengst t.o.v. AA		6	18	43
		benuttings% teruggevoerde N		10	22	27
	1990	N-opbrengst	121	137	146	179
	1990	teruggevoerde N	0	69	70	179
		meeropbrengst t.o.v. AA		16	25	58
		benuttings% teruggevoerde N		22	32	32
	P	1987	P-opbrengst	15	16	17
1987		teruggevoerde P	0	6	10	16
1988		P-opbrengst	17	18	18	21
1988		teruggevoerde P	0	7	11	21
		meeropbrengst t.o.v. AA		1	1	4
		benuttings% teruggevoerde P		19	13	27
1989		P-opbrengst	17	18	19	22
1989		teruggevoerde P	0	9	10	22
		meeropbrengst t.o.v. AA		1	2	5
		benuttings% teruggevoerde P		12	18	23
1990		P-opbrengst	15	16	18	21
1990		teruggevoerde P	0	8	9	21
		meeropbrengst t.o.v. AA		1	3	6
		benuttings% teruggevoerde P		6	28	28
K		1987	K-opbrengst	59	63	71
	1987	teruggevoerde K	0	23	44	66
	1988	K-opbrengst	59	65	75	107
	1988	teruggevoerde K	0	20	45	107
		meeropbrengst t.o.v. AA		6	15	47
		benuttings% teruggevoerde K		25	35	71
	1989	K-opbrengst	52	56	69	109
	1989	teruggevoerde K	0	26	35	109
		meeropbrengst t.o.v. AA		5	17	57
		benuttings% teruggevoerde K		23	38	54
	1990	K-opbrengst	36	51	60	110
	1990	teruggevoerde K	0	21	32	110
		meeropbrengst t.o.v. AA		15	23	74
		benuttings% teruggevoerde K		55	66	68

Tabel 4. Overzicht van de nutriëntenopbrengsten, de teruggevoerde hoeveelheden bij mulchen (kg/ha) en de benutting (%) daarvan in het volgende jaar: **perceel B**

	Jaar		AA	AM	MA	MM
N	1987	N-opbrengst	137	147	165	141
	1987	teruggevoerde N	0	63	93	141
	1988	N-opbrengst	154	152	176	170
	1988	teruggevoerde N	0	64	100	170
		meeropbrengst t.o.v. AA		-2	22	16
		benuttings% teruggevoerde N		-3	23	11
	1989	N-opbrengst	127	138	164	156
	1989	teruggevoerde N	0	56	90	156
		meeropbrengst t.o.v. AA		11	37	29
		benuttings% teruggevoerde N		17	37	17
	1990	N-opbrengst	134	130	178	196
	1990	teruggevoerde N	0	55	94	196
		meeropbrengst t.o.v. AA		-4	44	61
		benuttings% teruggevoerde N		-8	49	39
	P	1987	P-opbrengst	23	23	25
1987		teruggevoerde P	0	9	15	23
1988		P-opbrengst	25	25	27	28
1988		teruggevoerde P	0	10	16	28
		meeropbrengst t.o.v. AA		0	2	3
		benuttings% teruggevoerde P		-4	11	12
1989		P-opbrengst	18	20	21	21
1989		teruggevoerde P	0	6	14	21
		meeropbrengst t.o.v. AA		2	3	3
		benuttings% teruggevoerde P		18	18	10
1990		P-opbrengst	22	21	26	29
1990		teruggevoerde P	0	10	14	29
		meeropbrengst t.o.v. AA		0	4	7
		benuttings% teruggevoerde P		-3	32	33
K		1987	K-opbrengst	80	75	95
	1987	teruggevoerde K	0	32	49	84
	1988	K-opbrengst	82	93	115	134
	1988	teruggevoerde K	0	32	72	134
		meeropbrengst t.o.v. AA		11	33	52
		benuttings% teruggevoerde K		34	68	61
	1989	K-opbrengst	53	73	85	105
	1989	teruggevoerde K	0	22	55	105
		meeropbrengst t.o.v. AA		19	31	51
		benuttings% teruggevoerde K		61	44	38
	1990	K-opbrengst	48	58	86	128
	1990	teruggevoerde K	0	22	50	128
		meeropbrengst t.o.v. AA		10	38	80
		benuttings% teruggevoerde K		45	69	76

Tabel 5. Overzicht van de nutriëntenopbrengsten, de teruggevoerde hoeveelheden bij mulchen (kg/ha) en de benutting (%) daarvan in het volgende jaar: **perceel E**

	Jaar		AA	AM	MA	MM
N	1987	N-opbrengst	127	117	121	123
	1987	teruggevoerde N	0	53	67	123
	1988	N-opbrengst	145	144	165	166
	1988	teruggevoerde N	0	54	97	166
		meeropbrengst t.o.v. AA		0	20	22
		benuttings% teruggevoerde N		0	30	18
	1989	N-opbrengst	150	162	184	183
	1989	teruggevoerde N	0	79	88	183
		meeropbrengst t.o.v. AA		12	34	33
		benuttings% teruggevoerde N		22	35	20
	1990	N-opbrengst	123	134	164	176
	1990	teruggevoerde N	0	64	75	176
		meeropbrengst t.o.v. AA		12	41	53
		benuttings% teruggevoerde N		15	47	29
	P	1987	P-opbrengst	18	17	17
1987		teruggevoerde P	0	8	9	17
1988		P-opbrengst	23	25	26	27
1988		teruggevoerde P	0	9	16	27
		meeropbrengst t.o.v. AA		2	2	3
		benuttings% teruggevoerde P		27	26	19
1989		P-opbrengst	22	27	28	29
1989		teruggevoerde P	0	12	16	29
		meeropbrengst t.o.v. AA		4	5	6
		benuttings% teruggevoerde P		45	32	24
1990		P-opbrengst	19	23	26	27
1990		teruggevoerde P	0	11	12	27
		meeropbrengst t.o.v. AA		4	6	8
		benuttings% teruggevoerde P		31	41	26
K		1987	K-opbrengst	58	53	64
	1987	teruggevoerde K	0	21	33	63
	1988	K-opbrengst	63	62	93	105
	1988	teruggevoerde K	0	21	59	105
		meeropbrengst t.o.v. AA		-2	30	41
		benuttings% teruggevoerde K		-7	92	65
	1989	K-opbrengst	50	61	85	114
	1989	teruggevoerde K	0	23	46	114
		meeropbrengst t.o.v. AA		11	34	64
		benuttings% teruggevoerde K		51	58	62
	1990	K-opbrengst	34	47	63	102
	1990	teruggevoerde K	0	16	32	102
		meeropbrengst t.o.v. AA		13	29	68
		benuttings% teruggevoerde K		55	63	60

Tabel 6. Overzicht van de nutriëntenopbrengsten, de teruggevoerde hoeveelheden bij mulchen (kg/ha) en de benutting (%) daarvan in het volgende jaar: **perceel F**

	Jaar		AA	AM	MA	MM
N	1987	N-opbrengst	135	135	136	149
	1987	teruggevoerde N	0	60	78	149
	1988	N-opbrengst	140	161	158	179
	1988	teruggevoerde N	0	65	94	179
		meeropbrengst t.o.v. AA		21	18	40
		benuttings% teruggevoerde N		35	23	27
	1989	N-opbrengst	153	156	170	169
	1989	teruggevoerde N	0	73	91	169
		meeropbrengst t.o.v. AA		3	17	15
		benuttings% teruggevoerde N		5	18	9
	1990	N-opbrengst	143	156	160	159
	1990	teruggevoerde N	0	68	86	159
		meeropbrengst t.o.v. AA		13	17	16
		benuttings% teruggevoerde N		18	19	10
	P	1987	P-opbrengst	19	20	19
1987		teruggevoerde P	0	8	11	21
1988		P-opbrengst	21	24	23	26
1988		teruggevoerde P	0	10	14	26
		meeropbrengst t.o.v. AA		3	2	5
		benuttings% teruggevoerde P		42	15	24
1989		P-opbrengst	20	21	22	23
1989		teruggevoerde P	0	9	14	23
		meeropbrengst t.o.v. AA		1	2	3
		benuttings% teruggevoerde P		13	18	11
1990		P-opbrengst	17	19	20	20
1990		teruggevoerde P	0	8	11	20
		meeropbrengst t.o.v. AA		2	3	3
		benuttings% teruggevoerde P		20	22	14
K		1987	K-opbrengst	76	59	67
	1987	teruggevoerde K	0	29	33	78
	1988	K-opbrengst	72	74	88	113
	1988	teruggevoerde K	0	24	52	113
		meeropbrengst t.o.v. AA		2	16	41
		benuttings% teruggevoerde K		7	49	52
	1989	K-opbrengst	67	59	71	99
	1989	teruggevoerde K	0	22	40	99
		meeropbrengst t.o.v. AA		-8	4	33
		benuttings% teruggevoerde K		-32	9	29
	1990	K-opbrengst	46	48	59	104
	1990	teruggevoerde K	0	17	31	104
		meeropbrengst t.o.v. AA		2	13	58
		benuttings% teruggevoerde K		10	32	58

Tabel 7. Overzicht van de nutriëntenopbrengsten, de teruggevoerde hoeveelheden bij mulchen (kg/ha) en de benutting (%) daarvan in het volgende jaar: **perceel G**

	Jaar		AA	AM	MA	MM
N	1987	N-opbrengst	137	147	165	141
	1987	teruggevoerde N	0	63	93	141
	1988	N-opbrengst	154	152	176	170
	1988	teruggevoerde N	0	64	100	170
		meeropbrengst t.o.v. AA		-2	22	16
		benuttings% teruggevoerde N		-3	23	11
	1989	N-opbrengst	127	138	164	156
	1989	teruggevoerde N	0	56	90	156
		meeropbrengst t.o.v. AA		11	37	29
		benuttings% teruggevoerde N		17	37	17
	1990	N-opbrengst	134	130	178	196
	1990	teruggevoerde N	0	55	94	196
		meeropbrengst t.o.v. AA		-4	44	61
		benuttings% teruggevoerde N		-8	49	39
	P	1987	P-opbrengst	23	23	25
1987		teruggevoerde P	0	9	15	23
1988		P-opbrengst	25	25	27	28
1988		teruggevoerde P	0	10	16	28
		meeropbrengst t.o.v. AA		0	2	3
		benuttings% teruggevoerde P		-4	11	12
1989		P-opbrengst	18	20	21	21
1989		teruggevoerde P	0	6	14	21
		meeropbrengst t.o.v. AA		2	3	3
		benuttings% teruggevoerde P		18	18	10
1990		P-opbrengst	22	21	26	29
1990		teruggevoerde P	0	10	14	29
		meeropbrengst t.o.v. AA		0	4	7
		benuttings% teruggevoerde P		-3	32	33
K		1987	K-opbrengst	80	75	95
	1987	teruggevoerde K	0	32	49	84
	1988	K-opbrengst	82	93	115	134
	1988	teruggevoerde K	0	32	72	134
		meeropbrengst t.o.v. AA		11	33	52
		benuttings% teruggevoerde K		34	68	61
	1989	K-opbrengst	53	73	85	105
	1989	teruggevoerde K	0	22	55	105
		meeropbrengst t.o.v. AA		19	31	51
		benuttings% teruggevoerde K		61	44	38
	1990	K-opbrengst	48	58	86	128
	1990	teruggevoerde K	0	22	50	128
		meeropbrengst t.o.v. AA		10	38	80
		benuttings% teruggevoerde K		45	69	76