

Wageningen UR Livestock Research

Partner in livestock innovations



Rapport 755

Lagere fosfaatuitscheiding op melkveebedrijven door zwaardere maaisneden

Februari 2014



LIVESTOCK RESEARCH
WAGENINGEN UR

Rapport 755

Lagere fosfaatuitscheiding op melkveebedrijven door zwaardere maaisneden

Februari 2014

Colofon

Uitgever

Wageningen UR Livestock Research
Postbus 65, 8200 AB Lelystad
Telefoon 0320 - 238238
Fax 0320 - 238050
E-mail info.livestockresearch@wur.nl
Internet <http://www.livestockresearch.wur.nl>

Redactie

Communication Services

Copyright

© Wageningen UR Livestock Research, onderdeel
van Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek,
2014

Overname van de inhoud is toegestaan,
mits met duidelijke bronvermelding.

Aansprakelijkheid

Wageningen UR Livestock Research aanvaardt
geen aansprakelijkheid voor eventuele schade
voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van
dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Wageningen UR Livestock Research en Central
Veterinary Institute, beiden onderdeel van Stichting
Dienst Landbouwkundig Onderzoek vormen samen
met het Departement Dierwetenschappen van
Wageningen University de Animal Sciences Group
van Wageningen UR (University & Research
centre).

Losse nummers zijn te verkrijgen via de website.



De certificering volgens ISO 9001 door DNV
onderstreept ons kwaliteitsniveau. Op al onze
onderzoekopdrachten zijn de Algemene
Voorwaarden van de Animal Sciences Group
van toepassing. Deze zijn gedeponeerd bij de
Arrondissementsrechtbank Zwolle.

Abstract

By cutting grass for silage at a later stage than
usual it is possible to decrease the phosphorus
excretion on dairy farms maximal about 5%.
This saves costs for mowing but it increases the
use of manufactured feed and grazing is harder
to realise because it takes more time for a cut
for silage to grow.

Keywords

Phosphorus excretion, farm level, cutting stage,
P content, dairy farm

Referaat

ISSN 1570 - 8616

Auteur(s)

J.C. van Middelkoop
G. Holshof
M. Plomp

Titel

Lagere fosfaatuitscheiding op melkveebedrijven
door zwaardere maaisneden

Rapport 755

Samenvatting

Door zwaardere sneden dan gebruikelijk te
maaien is het mogelijk om de
fosfaatuitscheiding op melkveebedrijven
maximaal ca. 5% te verlagen. Dit bespaart veel
maaikosten maar verhoogt het gebruik van
krachtvoer en het wordt moeilijker om de
beweiding rond te zetten omdat het meer tijd
kost om een maaisnede te laten groeien

Trefwoorden

Fosfaatuitscheiding, bedrijfsniveau,
snedewaarde, P-gehalte, melkveebedrijf



LIVESTOCK RESEARCH
WAGENINGEN UR

Rapport 755

Lagere fosfaatuitscheiding op melkveebedrijven door zwaardere maaisneden

Decreasing phosphorus excretion on dairy farms by cutting at a later stage

J.C. van Middelkoop

G. Holshof

M. Plomp

Februari 2014

Voorwoord

Het mestbeleid in Nederland is vanaf 1998 gericht op bescherming van het milieu, zoals dat voorgeschreven is de Europese Nitraatrichtlijn. Dit heeft in eerste instantie geresulteerd in een beperking van de hoeveelheid fosfaat uit dierlijke mest die op landbouwgronden mag worden toegediend. Sinds 2006, bij de invoering van het stelsel van gebruiksnormen, geldt de beperking op grasland voor dierlijke mest en kunstmest samen.

De hoeveelheid fosfaat in dierlijke mest op rundveebedrijven wordt berekend op basis van uitscheidingsnormen maar sinds enige jaren is er een mogelijkheid om een Bedrijfsspecifieke Excretie te berekenen met BEX. Met BEX kunnen rundveehouders aantonen dat hun dieren minder (of meer) fosfaat uitscheiden dan volgens de norm om mestafvoer te besparen. Het is in dat geval aantrekkelijk om te streven naar een laag fosforgehalte in het ruwvoer. Het is uit onderzoek en uit ervaringen in de praktijk bekend dat gras bij toenemende snedezwaarte een lager P-gehalte krijgt maar niet bekend is hoe snel het daalt. Maar wel is bekend dat VEM en ruw eiwit mee dalen bij toenemende snedezwaarte.

Het is niet eenvoudig in te schatten hoe het maaien van zwaardere sneden op bedrijfsniveau uitwerkt op voedervoorziening, graslandgebruik, melkproductie en economie. Daarom heeft Wageningen UR Livestock Research deze studie uitgevoerd. Voor het vaststellen van de relatie tussen snedezwaarte en P-gehalte zijn gegevens gebruikt van drie veldproeven waarin gras bij verschillende snedezwaarte is gemaaid. Voor het vaststellen van de gevolgen op bedrijfsniveau zijn berekeningen uitgevoerd met het BedrijfsBegrotingsProgramma Rundveehouderij (BBPR). De resultaten van de studie staan beschreven in dit rapport.

Het onderzoek is gefinancierd door het Productschap Zuivel.

Collega-onderzoeker Aart Evers heeft het concept rapport van kritische noten voorzien. Daar hebben wij dankbaar gebruik van gemaakt om het rapport te verbeteren.

De belangrijkste resultaten zijn gepubliceerd in het vakblad V-focus in juni 2013: "Zware maaisnede verlaagt fosfaatuitscheiding maar heeft consequenties".

De auteurs

Samenvatting

In de Nederlandse wetgeving is het gebruik van fosfaat (P_2O_5) uit dierlijke mest op melkveebedrijven beperkt door de gebruiksnormen: te hoge P_2O_5 -uitscheiding betekent dure mestafvoer. Door gebruik van de Bedrijfsspecifieke Excretie (BEX) kan een lagere P_2O_5 -uitscheiding door het vee de mestafvoer beperken. Verlaging van het fosfor (P-)gehalte in graskuil kan hieraan bijdragen.

Invloed van snedezwaarte op P-gehalte van gras

Uit onderzoek in Groot Brittannië in de jaren '60 en '70 van de vorige eeuw bleek dat het P-gehalte daalde naarmate de snedezwaarte toenam. Om de daling van het P-gehalte onder Nederlandse omstandigheden te kwantificeren zijn gegevens geanalyseerd van gras, dat in proeven in Nederland is gemaaid bij een oplopende snedezwaarte. Hieruit bleek dat het P-gehalte in gras ongeveer 0,03 g P/kg ds per groeidag daalt. Wanneer een snede twee weken langer groeit is het gehalte dus ca. 0,4 g P/kg ds lager (ca. 10%). Maar overige gehalten zoals energie-inhoud (VEM) en (ruw) eiwit in gras dalen mee en ruwe celstof stijgt.

Berekening van effecten zwaardere sneden op bedrijfsniveau

Het melkvee zal bij zwaardere sneden minder van het oudere gras met de lagere kwaliteit opnemen en meer krachtvoer nodig hebben om de melkproductie te handhaven. Later maaien heeft ook effect op andere onderdelen van de bedrijfsvoering, zoals planning van de beweiding en oogstkosten. Het is daardoor lastig op bedrijfsniveau te voorspellen wat de gevolgen zijn van het verhogen van de snedezwaarte op P_2O_5 -uitscheiding en bedrijfseconomie. Om dat te berekenen is de relatie van P-gehalte en snedezwaarte toegevoegd aan het rekenprogramma BedrijfsBegrotingsprogramma Rundveehouderij (BBPR). Dit programma berekent (milieu)technische en bedrijfseconomische kengetallen op basis van structuurkenmerken van melkveebedrijven. Met het programma zijn zeven modelbedrijven doorgerekend. Gevarieerd zijn grondsoort, aandeel snijmaïs in de voeding en beweidingssysteem. In tabel S1 is een overzicht gegeven van de gevarieerde kenmerken.

Tabel S1. Kenmerken van de bedrijfssystemen van model melkveebedrijven, waarop verschillende snedezwaarten zijn doorgerekend

Bedrijfsysteem	Grondsoort	Gewas	Weiden	Bijvoeding	Stalrantsoen
Veen onb	Veen	Gras	Onbeperkt	Geen	100% graskuil
Zand bep g	Zand	Gras	Beperkt	5 kg ds graskuil	100% graskuil
Zand onb	Zand	Gras	Onbeperkt	Geen	100% graskuil
Zand sf g	Zand	Gras	Niet	nvt	100% graskuil
Zand bep m1	Zand	Gras+snijmaïs	Beperkt	5 kg ds snijmaïs	Ca. 30% snijmaïs
Zand bep m2	Zand	Gras+snijmaïs	Beperkt	8 kg ds snijmaïs	Ca. 50% snijmaïs
Zand sf m	Zand	Gras+snijmaïs	Niet	nvt	50/50 graskuil/snijmaïs
Snedezwaarte L: Licht M:Midden Z:Zwaar ZM: 1e snede Zwaar, latere sneden Midden					

Het aantal melkkoeien is op alle bedrijven 100 stuks met een melkproductie van 8600 kg per koe. Het P-gehalte van het krachtvoer is voor standaardbrok 4,3 g P/kg, eiwitrijke brok 5,8 g P/kg en zeer eiwitrijke brok 6,5 g P/kg. De bedrijven zijn in de normale situatie (M) zelfvoorzienend voor ruwvoer. Deze bedrijven zijn doorgerekend met vier maaieregimes: lichte maaisneden (L), normale maaisneden (M), zware maaisneden (Z), zware maaisneden in de eerste snede en in de overige sneden normale maaisneden (ZM).

In de normale situatie maaien de bedrijven de sneden tot en met juni, inclusief eerste snede, bij ca. 3000 kg ds/ha, in juli bij ca. 2500 kg ds/ha en na juli bij ca. 2000 kg ds/ha. Bij zwaarder maaien (Z) was de snedezwaarte 1000-1500 kg ds/ha hoger, bij lichter maaien 200-800 kg ds/ha lager. Bij ZM was de eerste snede gelijk aan die bij Z, en de rest aan die bij M. De snedezwaarten van de weidesneden zijn gelijk gehouden.

In de berekeningen is er vanuit gegaan dat het P-gehalte van het gras in de eerste snede bij weidestadium 3,8 g P/kg ds is. Het P-gehalte in overige sneden en bij inkuilen is daarvan afgeleid met het aantal groeidagen en er is rekening gehouden met droge stofverlies door verademing tijdens het inkuilproces.

Resultaten van de berekeningen

Berekeningen met BBPR laten zien dat het maaipercantage daalt door zwaardere maaisneden, waardoor brandstof- en loonwerkkosten voor maaien en inkulen afnemen. Bedrijfseconomisch is hierdoor een voordeel te behalen (tabel S2).

De opname van P met ruwvoer per melkkoe (exclusief jongvee) daalt bij zwaardere sneden. Maar een (groot) deel van deze daling wordt teniet gedaan door een stijging in opname uit krachtvoer van ca. 250 kg/koe, gemiddeld over de doorgerkende bedrijven. In totaal daalt de P-opname. De grootste daling is te zien op de bedrijven waar een groot deel van het rantsoen uit graskuil bestaat. Op de bedrijven waar snijmaïs gevoerd wordt, blijkt de totale P-opname weinig te dalen bij zwaardere maaisneden. De P-opname op deze bedrijven is echter al lager dan op de bedrijven zonder snijmaïs. De P_2O_5 -uitscheiding per ha wordt berekend uit de P-opname (inclusief jongvee) minus de P die in melk en dieren wordt vastgelegd. Omgerekend naar afvoer van rundveedrijfmest, kan er door zwaardere sneden op de grasbedrijven 1,6 tot 4,4 ton mestafvoer per ha bespaard worden op basis van P_2O_5 (tabel s2). Dit betekent 95 tot 263 ton mestafvoer minder op bedrijfsniveau. Op het bedrijf waar 5 kg snijmaïs wordt bijgevoerd in de zomer, verandert de P_2O_5 -uitscheiding nauwelijks. Op het bedrijf waar 8 kg snijmaïs wordt bijgevoerd in de zomer en het bedrijf met summerfeeding+snijmaïs is het voordeel vergelijkbaar met het bedrijf op veen, ongeveer 2,5 kg P_2O_5 /ha. Op het bedrijf met summerfeeding en 100% graskuil is de grootste daling van de P_2O_5 -uitscheiding te behalen, 6,6 kg P_2O_5 /ha maar na toepassen van zwaardere sneden is de uitscheiding van fosfaat nog steeds hoger dan op de bedrijven met snijmaïs bij normale maaisneden.

Voor de scenario's met lichtere sneden wordt de P_2O_5 -uitscheiding juist hoger. Voor de scenario's met alleen een zwaardere eerste snede scenario's is er wel verlaging van de P_2O_5 -uitscheiding maar minder dan bij de scenario's waarin alle maaisneden zwaarder waren.

Tabel S2. Resultaten van berekeningen van maairegime met zwaardere sneden ten opzichte van maairegime met normale sneden op model melkveebedrijven.

Bedrijfssysteem							
Resultaat van zware snede ten opzichte van normale snede in:	Veen onb: onbeperkt weiden, rantsoen 100% gras,	Zand bep g: beperkt weiden 5 kg bijv oeding, rantsoen 100% gras	Zand onb: onbeperkt weiden rantsoen 100% gras	Zand sf g: summer feeding, rantsoen 100% gras	Zand bep m1: beperkt weiden 5 kg bijv oeding, rantsoen 30% snijmaïs	Zand bep m2: beperkt weiden 8 kg bijv oeding, rantsoen 50% snijmaïs	Zand sf m: summer feeding, rantsoen 50% snijmaïs
P_2O_5 - uitscheiding (kg/ha), melkkoeien en jongvee	-2,4	-3,7	-4,0	-6,6	-0,1	-2,5	-2,8
Afvoer rundveedrijfmest* (ton/ha)	-1,6	-2,5	-2,6	-4,4	-0,1	-1,7	-1,9
Totale afvoer rundveedrijfmest* (ton/bedrijf)	-95	-148	-159	-263	-5	-93	-112
Maaï%	-24	-91	-32	-100	-45	-63	-105
Arbeidsinkomen (€/ha) excl. verkoop ruwvoer en mestafvoer	+18	+129	+77	+114	+15	+60	+76

*berekend met standaard rundveedrijfmest, 1,5 kg P_2O_5 /ton

Consequenties voor het grasland gebruik en zelfvoorziening voor ruwvoer

Voor de bedrijven die beweiden blijkt het lastiger te zijn om bij zwaardere maaisneden de beweiding goed rond te blijven zetten omdat het meer tijd kost om een maaisnede naar de gewenste opbrengst te laten groeien. Bij de doorrekening van de bedrijven bleek op bedrijf met 5 kg snijmaïs bijvoeding en ruim 20 % van de oppervlakte in snijmaïs dat het vee een deel van de zomer op stal moest.

Alle bedrijven worden bij zwaarder maaien meer dan zelfvoorzienend omdat ruwvoerproductie op bedrijfsniveau stijgt. Maar omdat de kwaliteit daalt, kan niet alle eigen ruwvoer gebruikt worden om dezelfde melkproductie te halen. In het model wordt ervan uitgegaan dat dit overschot aan ruwvoer verkocht wordt maar in de praktijk zal dat niet altijd mogelijk zijn, ook omdat de kwaliteit laag is.

Resultaten van overige scenario's

Bij lichter maaien worden de bedrijven minder dan zelfvoorzienend in hun ruwvoer en wordt het arbeidsinkomen lager door hogere voer- en oogstkosten (loonwerk). De effecten zijn, zoals te verwachten, tegengesteld aan het zwaarder maaien. Als voor het tekort aan ruwvoer echter snijmaïs wordt aangekocht, wordt de toename van de uitscheiding getemperd door het P-armere ruwvoer. Lichter maaien is economisch nadelig. Bedrijven met relatief lichte maaisneden kunnen voordeel behalen door minimaal de geadviseerde "normale" snedezwaarte aan te houden (2,5-3 ton ds/ha). Bij de scenario's met een zwaardere eerste snede en de rest normaal is de richting van het effect gelijk aan die van de scenario's met zwaardere sneden, de effecten zijn echter kleiner.

Summary

In Dutch legislation the use of phosphate (P_2O_5) in animal manure on dairy farms is limited by the application standards: when P_2O_5 -excretion is too high, manure has to be exported from the farm. By applying a system of farm specific excretion (BEX) farmers can prove a lower excretion by cattle and decrease manure export. Decrease of P content of grass silage contributes to a lower P_2O_5 -excretion.

Influence of cutting stage on P content of grass

From research in the 1960's and 1970's in Great Britain it is known that P content decreased by increasing cutting stage. To quantify the decrease of P content under Dutch circumstances data from experiments with grass harvested at increasing cutting stage are analysed. The P-content in grass decreased about 0.03 g P/kg dry matter (DM) per growing day. When a cut grows for two weeks more, the P content will be about 0.4 g P/kg DM lower, which is about 10%. But other quality features like energy and (crude) protein in grass will decrease also.

Calculation of effects increase of cutting stage on farm level

The dairy cattle will, at increased cutting stage, take up less of the older grass with lower quality and will need more manufactured feed to maintain milk production. Cutting at an increased stage affects also other parts of the farm management like planning of grazing and harvest costs. It is hard to predict the effects on farm level of cutting at a later stage on P_2O_5 -excretion and farm economics. To calculate that, the relation of P content and growth stage is built in the farm budgetting program DairyWise (in Dutch: BBPR). This program calculates environmental, technical and economical parameters based on the characteristics of dairy farms. With the program seven model dairy farms are calculated. Soil type, percentage of forage maize in the ration and grazing system were varied. In table S3 an overview of the varied characteristics is given.

Tabel S3. Characteristics of model dairy farms, on which different cutting regimes are calculated

Farming system	Soil type	Crop	Grazing system	Additional feeding during grazing	Feeding during housing
Peat unrestr	Peat	Grass	Unrestricted	None	100% silage grass
Sand restr g	Sand	Grass	Restricted	5 kg dm silage grass	100% silage grass
Sand unrestr	Sand	Grass	Unrestricted	None	100% silage grass
Sand zero gr g	Sand	Grass	Zero grazing	--	100% silage grass
Sand restr m1	Sand	Grass+maize	Restricted	5 kg dm silage maize	Ca. 30% silage maize
Sand restr m2	Sand	Grass+maize	Restricted	8 kg dm silage maize	Ca. 50% silage maize
Sand zero gr m	Sand	Grass+maize	Zero grazing	--	50/50 silage grass/maize
Cutting stage E: Early N: Normal L: Late LN: 1 st cut Late, later cuts Normal					

The number of dairy cows is 100 animals on all farms, with a milk production of 8600 kg per cow per year. The P content of the manufactured feed is for standard feed 4.3 g P/kg, protein rich feed 5.8 g P/kg and highly protein rich feed 6.5 g P/kg. The farms are self-sufficient for roughages in the normal situation. This farms have been calculated for four cutting regimes: early cutting stage (E), normal cutting stage (N), late cutting stage (L), late cutting stage in the 1st cut and normal in later cuts (LN).

In the normal situation the farms are mowing the cuts before July 1st at a yield of about 3000 kg DM/ha, in July at about 2500 kg DM/ha and after July at about 2000 kg DM/ha. At late cutting stage (L) the yields were 1000 to 1500 kg DM/ha higher, at early cutting stage (E) 200-800 kg DM/ha lower. At LN the first cut was equal to L and the rest to N. For grazing the growing stage stays equal to the normal situation (N) on all model farms.

In the calculation it is assumed that the P content of the grass in the first cut is 3.8 g P/kg DM at grazing stage (1700 kg DM/ha). The P content in other cuts and the cuts taken for conservation are calculated based on that content with the number of growing days and N fertilisation. The loss of dry matter by respiration during the conservation process is accounted for.

Results of calculations

Calculations with DairyWise show that the mowing percentage decreases by cutting at a later growth stage. This causes costs for fuel and contractors for mowing and conservation decrease (table S4). The intake of P with roughages per dairy cow (excluding young stock) decreases at an increasing cutting stage. But part of this decrease is undone by an increase in uptake of manufactured feed of

about 250 kg per cow, average over the calculated model farms. Overall the P uptake decreases. The largest decrease is found on the farms where a large part of the ration exists of silage grass. On farms where silage maize is fed, the total P uptake decreases almost nothing by a later cutting stage. De P intake of the cattle on these farms is already low compared to farms without silage maize.

The P_2O_5 -excretion per ha is calculated from the P intake (including young stock) and the P that is used for milk and body weight gain. The P_2O_5 -excretion and therefore the export of cattle manure can decrease 1.6 to 4.4 ton/ha. This means 95 to 263 tons on farm level. On the farm that feeds 5 kg DM silage maize during the grazing period, the P_2O_5 excretion changes virtually nothing. On the farm that feeds 8 kg DM silage maize during the grazing period and on the farm with zero grazing and silage maize the benefit is comparable with the farm on peat, about 2.5 kg P_2O_5 /ha. On the farm with zero grazing and 100% silage grass the strongest decrease is reached: 6.6 kg P_2O_5 /ha but after applying a later cutting stage, P_2O_5 excretion per cow is still higher than on farms that feed silage maize during summer and winter.

For the earlier cutting regimes the P_2O_5 -excretion increases. For the regimes with a later first cut the P_2O_5 decreases but less than when the grass is cut in a later growth stage in the whole season.

Tabel S4. Results of calculations of cutting regimes with later cuts compared with cutting regimes with normal cuts on model dairy farms.

Result of later cut compared with normal cut:	Model farm						
	Peat unrestr	Sand restr g	Sand unrestr	Sand zero gr g	Sand restr m1	Zand restr m2	Zand zero gr m
P_2O_5 - excretion (kg/ha), dairy cows and young stock	-2,4	-3,7	-4,0	-6,6	-0,1	-2,5	-2,8
Export cattle manure* (ton/ha)	-1,6	-2,5	-2,6	-4,4	-0,1	-1,7	-1,9
Total export cattle manure* (ton/farm)	-95	-148	-159	-263	-5	-93	-112
Cutting percentage	-24	-91	-32	-100	-45	-63	-105
Farmer's income (€/ha) excluding sale of roughages and manure export	+18	+129	+77	+114	+15	+60	+76

*calculated with standard cattle manure, 1,5 kg P_2O_5 /ton

Consequences for grassland use and self-sufficiency for roughages

For farms that use grazing it proves to be difficult to realise grazing well at a later cutting stage because it takes more time for a cut to grow towards the target yield. Calculating the farms it showed that on the farm that feeds 5 kg silage maize per cow in the grazing period and grows silage maize on more than 20% of the farm area, the dairy cows had to be housed during a part of the summer. All farms are more than self-sufficient for roughages when the cutting stage increases because the production of roughages increases. But because quality decreases not all self-grown roughages can be used to reach the same milk production. In the model it is assumed that the surplus of roughages is sold but in practice it will not be always possible, also because of the low quality.

Results of other scenarios

Cutting at an earlier stage makes farms less than self-sufficient for roughages and farmer's income decreases by higher feeding and harvesting costs (contractor). The effects are, as expected, opposite to the effect of a later cutting stage. However, because the deficiency of roughages is solved by buying silage maize, the increase is moderated by the relatively low P content of silage maize. Cutting at an early stage is unprofitable. Farms that take cuts in a relative early cutting stage can benefit from an increasing cutting stage, by at least following the guidelines for cutting stage (2.5 to 3 ton DM/ha). For scenarios with a later cutting stage only in 1st cut, the effect is comparable to a later cutting stage whole year around but the effects are smaller.

Inhoudsopgave

Voorwoord

Samenvatting

Summary

1	Inleiding.....	1
1.1	Aanleiding en doel van het onderzoek	1
1.2	Achtergrond informatie	2
1.2.1	P-stromen op melkveebedrijven	2
1.2.2	P-gehalte in gras afhankelijk van snedewaarde	3
1.2.3	P-behoefte van melkvee	4
2.2	Materiaal & methode	7
2.2.1	NP-werkingsproeven	7
2.2.2	Groeiverloop Zegveld 2002-2003	9
2.2.3	Peilverhogingsproef veen	10
2.2.4	Statistische verwerking van data	12
2.3	Resultaten.....	12
2.3.1	P-gehalte	12
2.3.2	Resultaten analyse.....	14
2.4	Discussie statistisch model	17
3	Bedrijfsberekeningen BBPR	18
3.1	Materiaal en Methode	18
3.1.1	Informatie Bedrijfsbegrotingsprogramma Rundveehouderij (BBPR)	18
3.1.2	Keuze scenario's en bedrijfssystemen	19
3.2	Resultaten.....	21
3.2.1	Snedewaarde en P-gehalte van gras	21
3.2.2	Opbrengst en kwaliteit grasland	23
3.2.3	Voeropname en rantsoen koeien.....	26
3.2.4	P-gehalte rantsoen en P-opname per melkkoe	27
3.2.5	P-opname en P-behoefte van dieren op bedrijfsniveau en mestsamenvestelling	29
3.2.6	P-opname door gewas op bedrijfsniveau	30
3.2.7	Economie	31
4	Discussie en synthese	33
4.1	Modelberekeningen en betekenis voor de afvoer van mest.....	33
4.2	Invloed van uitgangspunten	34
4.3	Afwegen van voor- en nadelen	35
5	Conclusies	37

Literatuur

Bijlagen

Bijlage 1 Overzicht gebruikte veldproeven op grasland

**Bijlage 2 Reml analyse van P gehalte van gras van proefvelddata met verschillende
snedezwaarte**

1 Inleiding

1.1 Aanleiding en doel van het onderzoek

Fosfor (P) is een essentieel element voor plant en dier en is daarom voor de landbouw een belangrijk nutriënt in bemesting en veevoeding. In landbouwsystemen komt een deel van de P in bemesting en voeding direct in producten terecht maar een groot deel komt terecht in de bodem en kan daar dienen als buffer voor plantenvoeding. Tijdens de intensivering van de landbouw, die in Nederland sinds de jaren '50 van de vorige eeuw heeft plaatsgevonden, is de hoeveelheid P in de bodem sterk toegenomen door overmatige bemesting, vooral met dierlijke mest. Hoewel P weinig mobiel is in de bodem, is de voorraad in de bodem zo groot dat er risico van uitspoeling is ontstaan en daarmee een risico voor het milieu.

In de wetgeving is vanaf 1984 de hoeveelheid P, uitgedrukt in fosfaat (P_2O_5), die aan landbouwgronden toegediend mag worden, steeds verder beperkt. Vanaf 1998 tot 2006 was het stelsel van MINeralen Aangifte Systeem (MINAS) van kracht. Hierin was het verschil tussen aanvoer en afvoer van mineralen in (kunst)mest, voedermiddelen en producten voor stikstof (N) en P op bedrijfsniveau (het mineralenoverschot) beperkend maar mocht onbeperkt fosfaatkunstmest worden toegediend. Vanaf 2006 is het stelsel van gebruiksnormen in gebruik. Gebruiksnormen gaan uit van een beperkte ruimte voor bemesting met N en P. De ruimte voor P hangt af van gewas en bodemvruchtbaarheid: bij een hogere bodemvruchtbaarheid mag minder bemest worden. In de melkveehouderij mag deze ruimte voor P-bemesting ingevuld worden met dierlijke mest van het eigen bedrijf, maar ook met mest van andere bedrijven en kunstmest. Het overschot moet afgevoerd worden van het bedrijf.

De hoeveelheid P die op het bedrijf uitgescheiden wordt in dierlijke mest, kan op 2 manieren berekend worden: forfaitair en via Bedrijfsspecifieke EXcretie (BEX). Bij forfaitair is de P-uitscheiding van melkkoeien afhankelijk van het niveau van melkproductie en is de uitscheiding van jongvee een vaste hoeveelheid per dier. Bij bedrijfsspecifiek wordt gebruik gemaakt van de P-gehalten en hoeveelheden voedermiddelen die een bedrijf voert aan het melkvee. De uitscheiding op bedrijfsniveau wordt dan berekend via de P-opname van het vee minus de P in melkproductie. Voor bedrijven die aan de BEX meedoen is het aantrekkelijk zo dicht mogelijk boven de dierbehoefte te voeren zodat de uitscheiding zo laag mogelijk is zonder dat er (risico op) P-gebrek optreedt.

In de praktijk van de melkveehouderij is de opname van gras door het melkvee een grote bron van P-opname en daarmee een grote bron van P in de mest. Voor bedrijven waarvan een groot deel van het rantsoen voor de dieren gras of graskuil is, blijkt het moeilijk om dichtbij de norm te komen omdat het P-gehalte van gras en graskuil over het algemeen ruim boven de dierbehoefte uitkomt. Het kan daarom aantrekkelijk zijn voor een melkveebedrijf om het P-gehalte van gras en graskuil te verlagen. Dat kan door fosfaatbemesting te verlagen maar ook is bekend uit de literatuur dat het P-gehalte van gras afhankelijk is van het stadium waarin het gras gemaaid wordt, de zgn. snedezwaarte: hoe zwaarder de snede, hoe lager het gehalte aan P (en ook andere mineralen). Om na te gaan of in bedrijfsverband hier voordeel mee te behalen is, is het nodig om de relatie tussen snedezwaarte en (afname van) P-gehalte in het gras te kwantificeren. Deze kwantificering is echter vrijwel niet af te leiden uit de (internationale) literatuur. Hier wordt verder op ingegaan in de volgende paragraaf.

Een aspect waar rekening mee gehouden moet worden is dat, naast het P-gehalte, ook de voederkwaliteit (zoals verteerbaarheid van de organische stof en re-gehalte) lager wordt bij het toenemen van de snedezwaarte. Dit is vrij nauwkeurig bekend uit onderzoek. De relatie tussen snedezwaarte en voederwaarde is dan ook opgenomen in het bedrijfsmodel Bedrijfsbegrotings-programma Rundveehouderij (BBPR) van Wageningen UR Livestock Research dat vaak wordt toegepast om bedrijfseffecten door te rekenen.

Het is niet bekend of de daling van het P-gehalte in hetzelfde patroon verloopt als de (relatieve) daling van de voederwaarde. Verwacht wordt dat de patronen verschillen. Daardoor kan de relatie snedezwaarte – voederwaarde niet zonder meer overgenomen worden voor het P-gehalte. Eveneens is het effect in bedrijfsverband van het verhogen van de snedezwaarte niet direct te voorspellen door de verandering van zowel de voederwaarde als het P-gehalte. Doordat een verlaging van voederwaarde in ruwvoer vaak een verhoging van de aanvoer van krachtvoer impliceert, dat P-rijker is dan gras, is het de vraag of en hoe snedezwaarte op bedrijfsniveau bijdraagt aan een lagere P-uitscheiding en in hoeverre de P voorziening van het melkvee voldoende is volgens de bestaande voedernormen.

De na te streven snedezwaarte beïnvloedt ook het graslandgebruik op het melkveebedrijf en daarmee weer de kosten voor maaien en kuilen.

Om na te gaan of het voor een melkveehouder interessant is om op een hogere snedezwaarte te sturen om P-uitscheiding te verlagen en welke aspecten er op het bedrijf beïnvloed worden, is het nodig om het hele bedrijfssysteem te beschouwen.

Het doel van het onderzoek is opgedeeld in 2 sub-doelen:

1. Kwantificering van het effect van snedezwaarte op P-gehalte van vers gras onder de huidige Nederlandse omstandigheden.
2. Het effect van maaien bij zwaardere sneden op P-voorziening en P-uitscheiding van het melkvee, grasland gebruik en daarmee samenhangende effecten op melkveebedrijven.

Voor sub-doel 1 zijn er data van graslandproeven geanalyseerd in een rekenmodel. Voor sub-doel 2 is dit rekenmodel ingebouwd in het bedrijfsmodel van Wageningen UR Livestock Research BBPR en een aantal bedrijfssituaties doorgerekend.

1.2 Achtergrond informatie

1.2.1 P-stromen op melkveebedrijven

De P-stromen op melkveebedrijven zijn afhankelijk van elkaar. In figuur 1 is een schema weergegeven van de P-stromen op een melkveebedrijf. Hoe veranderingen in het P-gehalte van gras en graskuil de P-stromen op melkveebedrijven beïnvloeden wordt uitgelegd aan de hand van dit schema. De letters en cijfers in de tekst komen overeen met die in figuur 1.

Een melkveebedrijf is in dit schema opgedeeld in 5 compartimenten: (A) veestapel, (B) mestopslag, (C) bodem, (D) gras en overig ruwvoer productie, (E) voeropslag (ruwvoer en aangekocht voer).

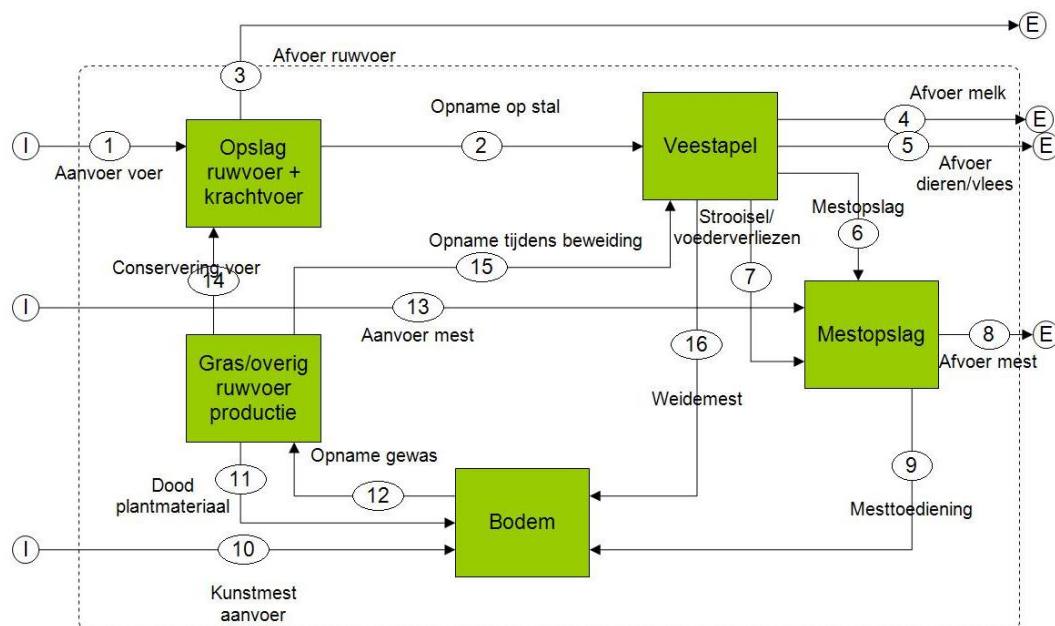
Er komt P het bedrijf in met (1) voer aankoop (ruwvoer en krachtvoer), (13) mestaanvoer en (10) kunstmestaanvoer. Met de producten (4) melk en (5) vlees (dieren) en met eventueel afvoer van (8) mest en (3) ruwvoer verlaat P het bedrijf. De P balans van het bedrijf is totale P aanvoer (1,10 en 13) minus totale P afvoer (3, 4, 5 en 8).

Binnen het bedrijf zijn er interne P stromen. De (2) P-opname door dieren via ruw- en krachtvoer stroomt door de veestapel heen. Een deel wordt in producten afgevoerd in melk en vlees (4, 5), de overige P wordt uitgescheiden in de mest die (6) de opslag in gaat of tijdens beweiding meteen terug naar het grasland (16). Vanuit de opslag wordt (9) de mest toegediend aan de bodem. Eventueel kan er mest (13) aan- of (8) afgevoerd worden. Vanuit de bodem vindt (12) de opname door gewas plaats. De opgenomen P door het gewas wordt deels direct door het vee (15) opgenomen tijdens beweiding, deels (14) geconserveerd opgeslagen. Ook gaat een deel terug naar de bodem als (11) dood plantmateriaal. De bodem kan aangevuld worden met (10) kunstmest.

Wanneer de dieren minder P opnemen door een lager P-gehalte in het gras (2 + 15) maar wel voldoende P om een gelijke (4) melkproductie en (5) groei te realiseren, dan wordt de mestproductie lager (6 + 16).

Wanneer het lager P-gehalte in het gras echter bereikt wordt door zwaardere sneden te oogsten en ook de voederwaarde van het gras lager wordt, is er meer krachtvoer nodig om voldoende energie en eiwit te voeren. Het gevolg is dat (1) de voeraankoop hoger wordt. Afhankelijk van hoe sterk de P-opname uit gras daalt door het lagere gehalte en hoeveel de opname uit krachtvoer stijgt, zal de P-uitscheiding van de veestapel stijgen of dalen.

De uitgangspunten voor de gehalte van krachtvoer en het gehalte bij normale sneden in gras zullen voor de berekening een belangrijke invloed hebben op het resultaat.



Figuur 1. In- en externe P-stromen op een melkveebedrijf (I= import naar bedrijf, E=export van bedrijf)

1.2.2 P-gehalte in gras afhankelijk van snedezwaarte

Hoe het P-gehalte van het gras afhankelijk is van de snedezwaarte is eerder onderzocht. In 1966 rapporteerde Whitehead (1966) het P-gehalte van gras in experimenten uit Wales. Er waren verschillende soorten gras onderzocht: Engels raaigras (*lolium perenne*), timothee (*phleum pratense*), kropaar (*dactylus glomerata*), veldbeemd (*poa pratensis*) en rietzwenk (*agrostis tenuis*). De verschillen in P-gehalten tussen de soorten gras waren niet groot. De invloed van het oogststadium op het P-gehalte bleek veel duidelijker te zijn dan van soort. Het P-gehalte werd lager bij een ouder wordend gewas. Ouder gras in juni had een 50 % lager P-gehalte dan jong gras in april.

In 1967 rapporteerden onderzoekers in Ierland (Wilson and McCarric, 1967) een experiment dat in 1965 en 1966 was uitgevoerd. In dit experiment werd de eerste snede van Engels raaigras, timothee en een mengsel van deze twee soorten met witte klaver (*trifolium repens*) negen keer om de twee weken gemaaid, tussen april en augustus. Het grasland was in januari (1965) en februari (1966) bemest met 52 kg N, 45 kg P (= 100 kg P₂O₅) en 202 kg K (=243 kg K₂O) per ha. In het voorjaar was het P- en K-gehalte van het gras hoog, er was dus voldoende P en K beschikbaar. De gehalten daalden tijdens de proefperiode. Het P-gehalte daalde in 1965 van 13 april tot 6 juli van 5,8 g P/kg ds naar 2,6 g P/kg ds. In 1966 daalde het op 2 mei tot 25 juli van 4,3 naar 2,6 g P/kg ds. In beide periodes nam de droge stofopbrengst toe van ongeveer 1230 tot 5000 kg droge stof/ha (met een piek in begin juni van 5000 kg ds/ha). De verteerbaarheid daalde in die periode van 70 % naar 50 %. In Groot Brittannië vonden onderzoekers (Fleming and Murphy, 1968) een vergelijkbare ontwikkeling van het P-gehalte als gevolg van de toenemende leeftijd van gras, gemaaid tussen 21 april en 12 juli 1966. In dit experiment was ook het N-gehalte gemeten. Het patroon van de ontwikkeling van het P-gehalte was vergelijkbaar met dat van de ontwikkeling van het N-gehalte. In het begin was er een gestage afname van ongeveer 5,5 g P/kg ds naar 2,5 g P/kg ds. Na de bloei, ongeveer 15 mei, tot aan afsterven bleef het P-gehalte ongeveer gelijk op 2,5 g P/kg ds.

Enkele onderzoekers hebben de afname van het P-gehalte gekwantificeerd in een formule.

In Hunt (1973) is het P-gehalte en het ruw eiwitgehalte van gras berekend door:

P-gehalte = $6,5 - 0,09 \cdot \text{aantal groeidagen}$

Ruw eiwitgehalte = $372 - 7,3 \cdot \text{aantal groeidagen}$

In Wilman (1975) is de afname:

P-gehalte = $7,3 - 0,10 \cdot \text{aantal groeidagen}$

Ruw eiwitgehalte = $455 - 9,9 \cdot \text{aantal groeidagen}$.

Deze twee formules starten op een verschillend niveau maar de afname van het P-gehalte als gevolg van het aantal groeidagen is vrijwel even groot, namelijk 0,09 en 0,1 g P/kg droge stof per dag. De snelheid waarmee het ruw eiwitgehalte afneemt, verschilt (7,3 versus 9,9 g ruw eiwit/kg droge stof per dag).

Uit alle genoemde onderzoeken komt een vergelijkbare conclusie naar voren: hoe ouder het gras wordt gemaaid, hoe lager het P-gehalte van het gras is. In de onderzoeken waar de afname van het P-gehalte gekwantificeerd is, is dit op basis van het aantal groeidagen berekend.

1.2.3 P-behoefte van melkvee

Fosfor heeft verschillende functies in het lichaam van runderen (Minson, 1980). Het is betrokken bij de ontwikkeling van het skelet en de groei, bij de reproductie en in de energiehuishouding. Naast de directe functie voor melkvee heeft de pensflora ook fosfor nodig om te kunnen functioneren. Het grootste deel van de P in melkvee is vastgelegd in skelet en tanden, 75-85 %. Een deel van deze P kan tevens gebruikt worden als reserve-voorraad bij tekorten: runderen kunnen P mobiliseren uit het skelet en weer aanvullen wanneer er weer voldoende P in het rantsoen aanwezig is. Klinische verschijnselen van P-gebrek zijn groeiachterstand en fragiele botten. De dieren hebben ook de neiging om aan karkassen van dode dieren te eten en kunnen daardoor, in geval van gevelgelte, botulisme oplopen. In extreme gevallen kunnen dieren sterven.

Met de productie van melk is er relatief veel P gemoeid: in melk voeren melkkoeien ongeveer 1 g P/kg melk af (Bannink et al., 2010). In het hoogproductieve deel van de lactatie is het mogelijk dat melkkoeien niet voldoende P opnemen om deze afvoer te compenseren en kunnen zij in een negatieve P-balans raken. In die periode kan er vrij eenvoudig P uit het skelet worden gemobiliseerd. Dat kan later weer worden aangevuld, als de P-balans weer positief is.

De behoefte van P van melkkoeien is door de relatief grote afvoer in melk afhankelijk van het melkproductieniveau. In onderzoek is vastgesteld hoe hoog de P-behoefte van melkkoeien is (Valk and Beynen, 2003). Op basis van dit onderzoek is in Nederland de P-behoefte voor runderen vastgesteld zoals aangegeven in Tabel 1.

Tabel 1. Factoren voor het berekenen van de P-behoefte van runderen (COMV, 2005).

Factor	Runderen		Vleesvee	Jongvee/rosé
	Melkvee			
	Droogstand	Lactatie		
Onderhoud (g/kg ds-opname)	1,04	0,81	0,83	0,83/0,95
Dracht (g/dag)				
- 8-3 weken voor geboorte	4,1			
- 3-0 weken voor geboorte	5,1			
Groei (g/kg groei)		$1,2 + (4,635 \times \text{VLG}^{0,22} \times \text{LG}^{-0,22})^*$		
Melk (g/kg)		1,0		
Werkelijke absorptie (%)**	75	75	75	75

* VLG=verwacht volwassen gewicht (kg); LG = actueel lichaamsgewicht (kg).

Voor het VLG kunnen de volgende waarden worden aangehouden:

Runderen: melkvee en jongvee 650 kg; vleesvee: vroegrijp type en tussentype 1100 kg, laatrijp type 1150 kg; rosé kalveren 1100 kg.

** Aangenomen mag worden dat op P-arme rantsoenen herkauwers P efficiënter absorberen dan hier aangegeven; daarvoor zit in de normen berekend op basis van een adsorptiepercentage van 75 % een veiligheidsmarge.

In Tabel 2 is verder uitgewerkt wat de fosforbehoefte is van melkkoeien en jongvee en op welke P-gehalte dat op rantsoen-niveau betekent.

Tabel 2. Fosforbehoefte van verschillende categorieën herkauwers.

Categorie	Ds opname	Bruto behoefte	Norm	
	kg	(g/dier/dag)	(g/dier/dag)	(g/kg ds)
Rundvee				
Vrouwelijk jongvee				
4 mnd oud, 850 g groei/dag ¹	3,9	13	13	3,4
9 mnd oud, 700 g groei/dag ²	5,0	13	13	2,3
16 mnd oud, 625 g groei/dag ³	7,3	13	13	1,8
Melkvee (LG = 650 kg) ⁴				
Droogstand, 8-3 weken voor afkalven ⁵	11,5	21	21	1,9
Droogstand, 3-0 weken voor afkalven ⁵	11,0	22	22	2,0
Melkgevend, 20 kg/dag ⁶	18,5	47	47	2,5
Melkgevend, 40 kg/dag ⁶	23,5	79	79	3,3

¹⁻³ Bij de berekening wordt uitgegaan van het gewicht op resp. 4, 9 en 16 maanden leeftijd: 130 kg, 260 kg en 400 kg (Zie Tabellenboek Veevoeding, editie 2004, CVB, Lelystad).

⁴ Voor melkvee wordt uitgegaan van rantsoenen met de volgende energiewaarden per kg ds: 800, 920, 920 en 970 VEM voor resp. droogstaand 8-3, droogstaand 3-0, melkgevend 20 kg en melkgevend 40 kg.

⁵ De ds-opname van droogstaande koeien is gebaseerd op waarnemingen in voederproeven van Praktijkonderzoek ASG te Lelystad en Schothorst Feed Research te Lelystad.

⁶ De ds-opname van melkgevende koeien is gebaseerd op de voeropnamecapaciteit van melkvee en de verzadigingswaarde van gangbare rantsoenen voor de beschreven klassen melkvee.

Voor jongvee tot 1 jaar is de behoefte altijd 13 gram P/dag. Omdat dieren echter meer gaan opnemen naarmate ze ouder worden is er per gram rantsoen minder P nodig. Het hoogste gehalte aan P in voedermiddelen is nodig voor de jongste categorie dieren, rond 4 maanden oud. Het P-gehalte op rantsoen-niveau hoort dan 3,4 g P/kg ds te zijn.

De behoefte bij melkgevend vee is hoger naarmate de melkproductie toeneemt. Bij een melkproductie van 40 kg per dier per dag is er 79 g P per dier per dag nodig. Bij een ds-opname van 23,5 kg per dag betekent dit een gehalte van 3,3 g P/kg ds op het niveau van rantsoen.

Behoeft van P in gras en graskuil

De P-behoefte in voor het melkvee zijn in bovenstaande tabellen alleen weergegeven op rantsoen niveau. Maar een rantsoen bestaat uit verschillende ingrediënten. Gras en graskuil zijn in Nederland over het algemeen een belangrijk onderdeel van het rantsoen, naast snijmaïs en krachtvoer. Het P-gehalte van gras(kuil) varieert tussen bedrijven maar ook tussen jaren veel meer dan van snijmaïs. Het P-gehalte van snijmaïs varieert meestal tussen 1,9 tot 2,1 g P/kg ds, dat van gras kan wel variëren tussen 3,0 en 4,5 g P/kg ds. Het gemiddelde P-gehalte van graskuil is op het moment 3,8 g P/kg ds, volgens het veeljarig gemiddelde van Blgg AgroXpertus (<http://blgg.agroxpertus.nl/expertise/voederwaarde/artikelen/zomerkuielen-bevatten-weinig-eiwit>). Het P-gehalte van krachtvoer is (meestal) van te voren bekend. Gemiddeld in Nederland is dat 4,6 g P/kg product (CBS, 2011).

Wanneer uitgegaan wordt van een rantsoen met graskuil, snijmaïs en krachtvoer, kunnen we aan de hand van de getallen uit de tabellen hierboven nagaan hoeveel P er in graskuil zou moeten zitten om het vee van voldoende P te voorzien.

De meeste P is nodig voor een melkkoe met een productie van 40 kg/dag. De ds opname van een dergelijke melkkoe is ongeveer 23,5 kg ds (Tabel 2). Om deze melkproductie te halen zou 8 kg ds = 8,5 kg product krachtvoer nodig zijn. In Tabel 3 is voor verschillende verhoudingen gras en maïs in het rantsoen berekend welk gehalte er in de graskuil nodig zou zijn om de melkkoe van voldoende P te voorzien. Tevens is het voor een melkkoe van 20 kg/dag weergegeven.

Bij een (hoog) aandeel snijmaïs wordt er meestal gebruik gemaakt van krachtvoerders die een hoger P-gehalte hebben dan gemiddeld. In geval van een hoog aandeel snijmaïs is in deze berekening daarom uitgegaan een 10% hoger gehalte, 5,0 g P/kg product.

Tabel 3. Opname, standaard P-gehalte (krachtvoer en snijmaïs) en benodigd gehalte in gras(kuil) voor melkkoeien van 20 en 40 liter melk/dag.

Rantsoen	melk/koe, l/dag	P norm	Ds opname totaal	opname krachtvoer	P-gehalte krachtvoer	Ds opname snijmaïs	P-gehalte snijmaïs	Ds opname gras(kuil)	Benodigd gehalte gras(kuil)
% snijmaïs van droge stof ruw voer	l/dag	g P/dag	Kg ds/dag	Kg product (kg ds)/dag	G P/kg product	Kg ds/dag	g P/kg ds	Kg ds/dag	G P/kg ds
0%	40	79	23,5	8,5 (8,0)	4,6	0	2	15,5	2,7
32%	40	79	23,5	8,5 (8,0)	4,6	5	2	10,5	3,1
50%	40	79	23,5	8,5 (8,0)	4,6	7,75	2	7,75	3,4
68%	40	79	23,5	8,5 (8,0)	5,0	10,5	2	5	3,6
0%	20	47	18,5	4,3 (4,0)	4,6	0	2	14,5	2,0
32%	20	47	18,5	4,3 (4,0)	4,6	5	2	9,5	2,0
50%	20	47	18,5	4,3 (4,0)	4,6	7,75	2	6,75	1,9
68%	20	47	18,5	4,3 (4,0)	5,0	10,5	2	4	1,5

Omdat snijmaïs een relatief laag P-gehalte heeft (2 g P/kg ds) is er een hoger P-gehalte in gras nodig naarmate er meer snijmaïs in het rantsoen zit. Voor de melkkoe die 40 liter produceert is 2,7 g P/kg ds in graskuil voldoende als zij alleen graskuil krijgt, naast krachtvoer. Voor dezelfde koe die 50% snijmaïs en 50% graskuil krijgt is 3,4 g P/kg ds in graskuil voldoende.

In het geval van 20 kg melk/koe/dag is het P-gehalte van gras en graskuil altijd ruim voldoende, in de praktijk heeft gras zeker een hoger gehalte dan 2,0 g P/kg ds.

In het huidige P-bemestingsadvies voor grasland is, naast voldoende droge stofopbrengst, het P-gehalte in het gras een doel. In het bemestingsadvies zijn er 2 doelgehalten onderscheiden: 3,5 g P en 3,7 g P/kg ds gras (www.bemestingsadvies.nl). Dit is het gras zoals het op het veld staat. Tijdens het inkuilen gaat er droge stof verloren door verademing maar P blijft gewoon aanwezig. Het P-gehalte van het gras wordt daardoor hoger, het "dikt in". We gaan over het algemeen uit van 5 % verlies aan droge stof. Dit betekent dat wanneer bemest wordt naar een P-gehalte van 3,5 g P/kg ds, het P-gehalte in de kuil ca. $3,5/0,95 = 3,7$ g P/kg ds is. Dit is nog steeds voldoende voor een rantsoen dat 2/3 maïs bevat met krachtvoer met een licht verhoogd P-gehalte.

Een melkkoe heeft overigens de mogelijkheid om tijdens een periode van een negatieve P balans, P uit het skelet te mobiliseren om zo een tijdelijk tekort op te heffen (Minson, 1990). In periodes dat er weer (meer dan) voldoende P gevoerd wordt, vult de koe dat gewoonlijk weer aan.

Daarnaast is er in het advies rekening gehouden met een benutting van het opgenomen P van 75 %. Hier is echter een veiligheidsmarge ingebouwd. Het is uit onderzoek bekend dat melkkoeien/runderen bij een krappe P voorziening de benutting omhoog kunnen brengen (Minson, 1990).

De kans dat in Nederland de P voorziening van melkvee door te lage gehalten in het gras in gevaar komt is klein. In ieder geval voor rantsoenen die in het ruwvoer 60 % of minder snijmaïs bevatten, is er nog ruimte om het P-gehalte in gras te verlagen zonder dat de gezondheid van de hoogproductieve melkkoeien in gevaar komt.

2 P-gehalte van gras afhankelijk van snedezwaarte: het statistische model

2.1 Proeven en proefopzet

In deze studie willen we het effect van snedezwaarte en veranderend P-gehalte op de bedrijfsvoering modelmatig simuleren. Om het effect van een veranderende bedrijfsstrategie voor snedezwaarte op het P-gehalte in het gras en de graskuil en daarmee de P-opname van de dieren te kunnen simuleren, moet het P-gehalte afhankelijk van de opbrengst (snedezwaarte) kunnen worden berekend. In de bestaande versie van het grasgroeimodel (onderdeel van het bedrijfsbegrotingsprogramma BBPR waarmee de simulatieberekeningen worden uitgevoerd (zie ook volgende hoofdstuk), wordt met een vast P-gehalte in gras en graskuil gerekend.

Er zijn enkele veldproeven gedaan, waarin zowel een groeiverloop (verandering van droge stofopbrengst in de tijd) als het bijbehorende P-gehalte is bepaald. Met de gegevens van deze proeven is bepaald hoe het P-gehalte van gras verandert gedurende de groei van een snede. In de paragraaf materiaal & methode worden zowel de gebruikte proeven beschreven als de toegepaste statistische analysemethode. De functie die het P-gehalte van het gras bepaalt wordt vervolgens ingebouwd in het grasgroeimodel (als onderdeel van BBPR), om daarmee de managementscenario's te kunnen doorrekenen.

2.2 Materiaal & methode

Voor het schatten van het P-gehalte in gras is gebruik gemaakt van negen proefjaren van groeiverloopproeven. De proeven hebben plaatsgevonden tussen 1999 en 2007. De proeven waren weliswaar voor een ander doel zijn opgezet maar goed gebruikt kunnen worden voor het vaststellen van de relatie tussen snedezwaarte en verloop P-gehalte. De dataset bestaat uit totaal 4634 records. In bijlage 1 is een overzicht van de gebruikte proeven weergegeven. Er zijn drie soorten proeven gebruikt: NP-werkingsproeven, groeiverloopproeven en peilverhogingsproeven.

2.2.1 NP-werkingsproeven

De NP-werkingsproeven (proeven 1 t/m 4 uit Bijlage 1) zijn uitgevoerd om de N- en de P-werking van rundveedrijfmest te bepalen. De uitkomsten zijn beschreven en toegepast in Bruinenberg et. al. 2004. De werkingsproeven zijn gedurende 2 jaar (1999 en 2000) uitgevoerd op klei (Waiboerhoeve) en zand (Cranendonck) in de eerste en de derde snede. De bodemanalyse is weergegeven in bijlage 1.

Voor de werking in de **eerste snede** bestond de bemesting uit:

- Rundveedrijfmest 15 en 30 m³/ha met zodebemester
- Objecten bepaling van N werking: N-bemestingstrappen inclusief controle (geen N), P overmaat
- Objecten bepaling van P werking: P-bemestingstrappen inclusief controle (geen P), N overmaat

In deze eerste snede is op 6 tijdstippen een opbrengstbepaling uitgevoerd.

Op de objecten die geoogst zijn op ca. 2 en 4 ton ds/ha is een tweede snede op 4 tijdstippen een opbrengstbepaling uitgevoerd.

Voor de werking in de **derde snede** bestond de behandeling en bemesting uit:

- objecten zijn in de eerste en tweede snede bemest met 50 kg N/ha en gemaaid bij 2 ton ds/ha.
- Bemesting, objecten en aantal oogsten zoals in de objecten voor de eerste snede en de tweede snede.

De bemesting van zowel de N- als de P-objecten is weergegeven in Tabel 4 en Tabel 5.

Bij de N-gift is uitgegaan van de N werking van het N-totaal gehalte, zoals is weergegeven in de Adviesbasis bemesting grasland (www.bemestingsadvies.nl).

Tabel 4. N- en P-bemesting op de NP-werkingsproeven op klei, gemiddelde 1999 en 2000.

Object (N/P)	Werkzame N, kg/ha		P totaal, kg/ha		Werkzame N, kg/ha		P totaal, kg/ha	
	Snede 1	Snede 2	Snede 1	Snede 2	Snede 3	Snede 4	Snede 3	Snede 4
P0	146	100	0	0	99	100	0	0
PD15	136	107	24	0	79	108	21	0
PD30	116	113	41	0	72	115	38	0
PK25	146	100	26	0	99	100	24	0
PK50	146	100	51	0	99	100	50	0
N0	0	0	110	50	0	0	80	50
ND15	21	8	106	50	17	10	76	50
ND30	41	15	103	50	28	17	67	50
NK45	45	0	110	50	45	0	79	50
NK90	90	0	110	50	90	0	79	50

Tabel 5. N- en P-bemesting op de NP-werkingsproef op zand, gemiddelde 1999 en 2000.

Object (N/P)	Werkzame N, kg/ha		P totaal, kg/ha		Werkzame N, kg/ha		P totaal, kg/ha	
	Snede 1	Snede 2	Snede 1	Snede 2	Snede 3	Snede 4	Snede 3	Snede 4
P0	151	100	0	0	101	100	0	0
PD15	136	108	26	0	81	110	28	0
PD30	121	115	48	0	58	117	47	0
PK25	151	100	26	0	101	100	25	0
PK50	151	100	51	0	101	100	50	0
N0	0	0	111	50	0	0	80	50
ND15	21	7	112	50	13	8	83	50
ND30	36	13	108	50	24	15	77	50
NK45	45	0	111	50	46	0	80	50
NK90	90	0	111	50	90	0	80	50

De eerste snede op de N- en P objecten uit in Tabel 4 en Tabel 5, waarin het groeiverloop is bepaald, is voor het eerst gemaaid bij ongeveer 500 kg ds/ha op het object dat met 90 kg N/ha is bemest. Dit was ongeveer half april. Vanaf dat moment zijn alle objecten 6 keer gemaaid, met een tussentijd van steeds 1 week. De tweede snede (op de objecten die in de eerste snede bij 2 en 4 ton ds/ha zijn gemaaid) is in 4 stappen gemaaid.

Het beschreven maaischema voor snede 1 en 2 is eveneens gebruikt voor snede 3 (gelijk snede 1) en snede 4 (gelijk snede 2). De ranges van snedeopbrengsten zijn weergegeven in Tabel 6.

Tabel 6. Snedezwaarte (min-max) NP-werking op zand en klei (gemiddeld 1999-2000) in kg ds/ha

Object (N/P)	Sned 1		Sned 2		Sned 3		Sned 4	
	minimum	maximum	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
Klei (Waiboerhoeve)								
P0	757	6673	251	3492	146	2058	59	1196
PD15	615	5255	372	3899	152	3026	55	1734
PD30	896	6630	761	4301	194	3196	116	2077
PK25	1204	7424	549	3664	287	4588	228	1579
PK50	1350	7699	648	4279	635	5184	454	2355
N0	1233	8238	581	6488	628	5728	759	5157
ND15	811	9915	1169	6688	514	4509	307	5263
ND30	957	9364	1145	6953	522	4087	321	5801
NK45	1073	7584	1071	6950	706	5555	715	5469
NK90	1246	7592	790	6881	858	5897	919	6391
Zand (Cranendonck)								
P0	297	3259	252	2506	304	2502	211	5369
PD15	291	3797	242	3532	339	3116	253	4169
PD30	484	5346	315	3741	334	3909	268	4315
PK25	587	6496	305	3595	397	3923	329	4141
PK50	578	6641	280	3840	531	5969	289	4725
N0	583	6133	417	5768	620	5678	224	6518
ND15	525	6473	322	6154	294	5236	300	4873
ND30	609	7148	246	6868	477	4415	243	6129
NK45	541	6783	292	4587	248	4806	274	4176
NK90	703	6958	435	5222	554	5521	247	4407

2.2.2 Groeiverloop Zegveld 2002-2003

In 2002 en 2003 is op Zegveld een groeiverlooppoef aangelegd om meer informatie te verkrijgen over de groeipotentie bij een hoog en een laag slootpeil. De data zijn gebruikt voor de kalibratie van het Graspoeimodel, maar zijn niet eerder beschreven in een rapport. De poef is aangelegd op een perceel met een hoog slootpeil (PR8b, Nat) en op een perceel met een laag slootpeil (PR01, Droog). De poef heeft beide jaren op dezelfde percelen plaatsgevonden. Voor aanvang van de poef is begin april 2002 de bodem geanalyseerd (bijlage 1).

In snede 1, 3 en 5 is de opbrengst op zes momenten bepaald zodat het groeiverloop zichtbaar wordt. De gebruikte objecten voor snede 1 zijn na deze snede niet meer gebruikt voor de poef. Het groeiverloop in snede 3 en snede 5 is op andere veldjes bepaald. Het groeiverloop van snede 3 is bepaald, nadat er 2 keer gemaaid is (alle voor snede 3 gebruikte objecten) en snede 5 nadat er 4 keer gemaaid is. Het voormaaien vond plaats bij een lichte snede van ongeveer 2 ton ds/ha, om beschadiging van de zode en groeivertraging te voorkomen.

De poef is bemest met kunstmest. In de poef was het effect van N-bemesting het doel van het onderzoek, P-bemesting is in overmaat gegeven.

In 2002 had de eerste snede 2 N-trappen: N0 en N2. In 2003 had de eerste snede drie N-trappen: N0, N1 en N2. Na de eerste snede zijn op trap N2 twee nieuwe N-trappen aangelegd, N1 en N0. De N- en P-bemesting is per perceel en per jaar weergegeven in Tabel 7.

Tabel 7. N- en P-bemesting op de groeiverlooppoef op veen (Zegveld) in 2002 en 2003.

Perceel	N trap	N bemesting (kg N/ha)			P-bemesting (kg P ₂ O ₅ /ha)		
		Snede 1	Snede 3	Snede 5	Snede 1	Snede 3	Snede 5
PR01 2002	N0	0	0	0	0	79	68
PR01 2002	N1	-	30	20	0	79	68
PR01 2002	N2	54	60	40	0	79	68
PR8b 2002	N0	0	0	0	0	56	68
PR8b 2002	N1	-	30	20	0	56	68
PR8b 2002	N2	68	60	40	0	56	68
PR01 2003	N0	0	0	0	68	68	68
PR01 2003	N1	45	30	20	68	68	68
PR01 2003	N2	90	60	40	68	68	68
PR8b 2003	N0	0	0	0	68	68	68
PR8b 2003	N1	45	30	20	68	68	68
PR8b 2003	N2	90	60	40	68	68	68

Door het maaien op 6 tijdstippen is een traject van het groeiverloop van de snede bepaald. In Tabel 8 zijn per jaar, perceel en snede de minimum en maximum droge stofopbrengst weergegeven.

Tabel 8. Snedezwaarte (minimum en maximum) Groeiverloop Zegveld 2002 en 2003

Perceel	N trap	Minimum ds opbrengst (kg/ha)			Maximum ds opbrengst (kg/ha)		
		Snede 1	Snede 3	Snede 5	Snede 1	Snede 3	Snede 5
PR01 2002	N0	755	232	176	7803	4894	2278
PR01 2002	N1	-	170	172		5418	2150
PR01 2002	N2	1112	168	165	8176	5429	2428
PR8b 2002	N0	1261	232	176	7785	4128	1309
PR8b 2002	N1	-	170	172		5433	1565
PR8b 2002	N2	522	168	165	8047	6101	1900
PR01 2003	N0	344	327	371	7814	5408	3226
PR01 2003	N1	565	255	507	9313	6739	2996
PR01 2003	N2	731	318	478	10142	6858	3006
PR8b 2003	N0	373	241	455	7194	4357	4250
PR8b 2003	N1	550	410	435	9172	6011	3498
PR8b 2003	N2	990	216	408	10352	5909	3412

De eerste snede laat de grootste range in ds opbrengst zien, de zwaarste sneden zijn meer dan 10 ton ds/ha. De eerste opbrengsten zijn bij ongeveer 500 kg ds/ha bepaald. De groei van de eerste snede is tot ver in juni gevolgd. In de derde snede is de zwaarste snede 5 tot 7 ton/ha. De groeisnelheid is lager dan in de eerste snede. De vijfde snede is in september gegroeid en heeft weer een lagere groeisnelheid dan de derde. In het oogsttraject van 6-8 weken is de hoogste opbrengst ongeveer 3 ton ds/ha.

2.2.3 Peilverhogingsproef veen

De peilverhogingsproef en de bijbehorende resultaten zijn uitvoerig beschreven in ASG-rapport 162, "Landbouwkundige gevolgen peilverhoging in het veenweidegebied" (G. Holshof en K.M. van Houwelingen, 2008).

De proef is opgezet om de effecten van het opnieuw verhogen van het slootpeil op de groeisnelheid van gras te meten. Het slootpeil was namelijk vanaf de jaren '70 verlaagd. Vier percelen met een laag slootpeil zijn in twee gelijke delen gesplitst, waarbij op één helft het slootpeil werd verhoogd van 60 cm beneden maaiveld naar 30 cm beneden maaiveld. De hypothese is dat een perceel met een hoog slootpeil met name in het voorjaar trager groeit dan een perceel waar het slootpeil laag is gebleven. Om deze hypothese te testen is in het voorjaar een groeiverlooppoef uitgevoerd op twee N trappen: een blanco (zonder N-bemesting: N0) en bij een N gift van 80 kg N/ha (N1). Daarnaast zijn gedurende het gehele jaar opbrengsten bepaald bij vier N trappen: een blanco (zonder N-bemesting: N0) en bij een gift van 40 kg N/ha (N1), 80 kg N/ha (N2) en 120 kg N per ha (N3) waarop alleen een eindopbrengst werd bepaald, geen groeiverloop. Die zijn wel meegenomen in de dataset, omdat die zich bevinden in het snedezwaartetraject 1200-3000 kg ds/ha.

In dit rapport worden alleen de gemiddelde waarden over vier herhalingen weergegeven.

Voor aanvang van de proef in 2005 is een algemeen bodemmonster genomen. De uitslag van deze analyse is weergegeven in bijlage 1. De N- en P-bemesting van de proef is weergegeven in Tabel 9.

Tabel 9. N en P-bemesting Peilverhogingsproef Zegveld 2005-2007

Objectcode	Snede 1	Snede 2	Snede 3	Snede 4	Snede 5	Snede 6
N gift (kg N/ha)						
N0	0	0	0	0	0	0
N1	40	25	18	15	13	0
N2	80	50	35	30	25	0
N3	120	75	53	45	38	0
P gift (kg P ₂ O ₅ /ha)						
Alle objecten	45	30	30	30	25 (30) *	0

* In 2006 heeft de vijfde snede 30 N/ha gekregen ipv de geplande 25.

De N0 objecten hebben geen N bemesting gehad. De bemestingen waren alle jaren gelijk, op zowel het lage als het hoge slootpeil. De eerste snede is op 8 momenten gemaaid, met steeds ongeveer een week tussen twee opeenvolgende opbrengstbepalingen. De overige sneden zijn gemaaid bij ongeveer een maaisnede. De minimale en maximale droge stofopbrengst per snede, per jaar en per N object zijn voor beide slootpeilen weergegeven in Tabel 10.

Tabel 10. Minimum en maximum droge stofopbrengsten per snede bij 4 N niveau's en 2 slootpeilen voor de jaren 2005-2007 op veengrond (Zegveld)

		snede 1		snede 2		snede 3		snede 4		snede 5		snede 6	
		min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.
droog	2005	103	7281	1609	3125	2295	3649	1687	2276	1379	2514		
		66	7640	1836	2514	1893	2306	1785	2113	1180	1457	505	692
		189	8292	1815	2772	3886	4771	1341	1543	550	760		
	2006	4118	5043	2191	3154	2201	3245	1427	2358	1601	1964		
		2578	4388	2052	2605	1903	2810	1619	2056	1012	1473	369	651
		2720	5022	2124	2952	3587	5692	1679	2023	531	1001		
	2007	652	9757	2605	3506	2188	2964	1754	2933	1598	4480		
		425	10664	2110	2766	2276	3066	1585	2100	1276	1746	528	640
		500	9171	2242	2842	3834	4732	1819	2287	444	1071		
	2005	4624	5443	2555	3244	1873	2958	1565	2722	1724	2451		
		3966	5362	2212	2804	2177	3368	1377	2013	1198	1666	362	623
		4100	5943	2220	3281	2987	4519	1948	2222	579	839		
	2006	146	8841	1628	2421	2371	2819	1416	1831	813	1521		
		60	8166	1919	2518	1642	2482	1659	2309	886	1273	467	653
		165	7657	1791	2767	3939	4797	1108	1421	405	750		
	2007	3441	4890	1727	2721	2241	2730	1350	1891	1194	1744		
		2465	3678	1809	2733	1801	2947	1626	2220	803	1497	626	753
		2713	3940	2139	3185	4286	5198	1351	1895	430	786		
	2005	499	7792	2069	3643	1658	2885	1362	1975	1289	1975		
		371	8974	2130	2911	2147	3676	1685	2449	782	1575	506	802
		431	9389	2006	3230	4185	5449	1474	1825	376	991		
	2006	4315	5158	2161	3315	1510	2492	1406	1958	1314	2301		
		3727	4618	2086	2703	2478	3633	1562	2434	759	1495	472	616
		4001	5151	2097	3265	4021	5233	1644	1983	285	865		

In de eerste snede zijn de verschillen tussen de minimale en maximale opbrengst het grootst omdat dit het verschil tussen het eerste en het achtste maaimoment betreft. De overige sneden zijn op 'eindstadium' gemaaid. De verschillen zijn ontstaan door N bemesting, slootpeil en jaareffect.

2.2.4 Statistische verwerking van data

Voor de statistische analyse is gebruik gemaakt van de methode Residual maximum Likelihood (reml; Harville, 1977). De analyse is op log-schaal uitgevoerd op het kenmerk P-gehalte. De analyse is uitgevoerd op snedebasis.

Reml is een methode waarbij (lineaire) modellen worden ontwikkeld die zo goed mogelijk bij de data passen. Zo'n model bestaat uit een fixed (systematisch) deel en een random deel. In het fixed deel komen de factoren die ingesteld zijn en waarvan we de invloed willen kennen en kwantificeren. In het random deel komen factoren waarvan bekend is dat ze invloed hebben maar waarvan we de invloed niet willen kwantificeren zoals verschillen tussen herhalingen op het proefveld. In deze analyse zijn de jaareffecten, proefeffecten en in sommige proeven de sub-proefeffecten, zoals bijvoorbeeld ontwatering, opgenomen in het random deel. In het fixed deel zijn in eerste instantie de factoren aantal groeidagen, N-gift, P-gift, grondsoort en dag in het seizoen (startdag van de snede), interacties of kwadratische functies opgenomen.

Volledige model is uitgeschreven als:

$\text{Log (P-gehalte gras)} = \text{constante voor grondsoort} + a * \text{aantal groeidagen} + b * \text{N-bemesting} + c * \text{P-bemesting} + d * \text{dagnummer in seizoen bij start snedegroei} + \text{interacties} + \text{restvariantie}.$

In eerste instantie is het volledige model getoetst en vervolgens zijn niet-significante verwijderd uit het model en is het model gecalibreerd op de data.

De functie van het model is het schatten van het P-gehalte op basis van de ingestelde factoren in het fixed-deel en de data uit de proeven.

2.3 Resultaten

2.3.1 P-gehalte

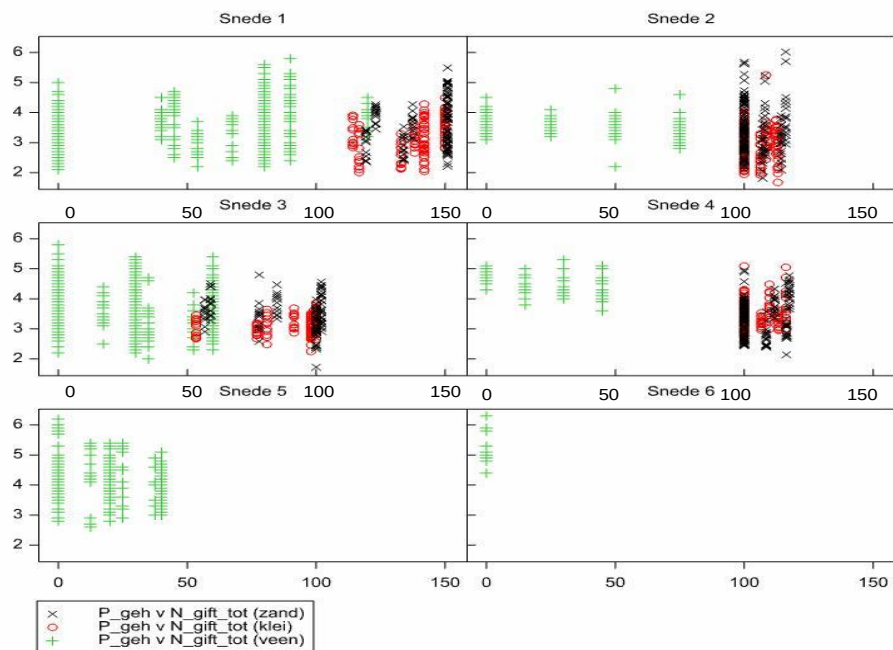
Het doel van de analyse is het kwantificeren van de verandering van het P-gehalte in het gras door een hoger wordende droge stofopbrengst van een snede. Omdat N-bemesting een directe invloed heeft op de groeisnelheid van gras, is deze factor ook meegenomen in de analyse. Om een indruk te krijgen van het P-gehalte en de ontwikkeling in relatie tot droge stofopbrengst en N-gift wordt in Tabel 11 een overzicht gegeven van de range van de P-gehalten uit de gebruikte dataset. In Figuur 2 en Figuur 3 wordt vervolgens een globaal beeld gegeven van de relatie P-gehalte vs N-gift en P-gehalte vs droge stofopbrengst. Deze figuren vormen de basis van de statistische analyse.

Tabel 11. Minimum en maximum P-gehalte (g/kg ds) per grondsoort per snede

Snedes	1		2		3		4		5		6	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Zand	2.2	5.5	1.8	6.0	1.7	4.8	2.1	4.9				
Klei	2.0	4.5	1.7	5.3	2.2	3.9	2.8	5.1				
Veen	2.1	5.8	2.2	4.8	2.0	5.8	3.6	5.3	2.6	6.2	4.4	6.3
Gem.	2.0	5.8	1.7	6.0	1.7	5.8	2.1	5.3	2.6	6.2	4.4	6.3

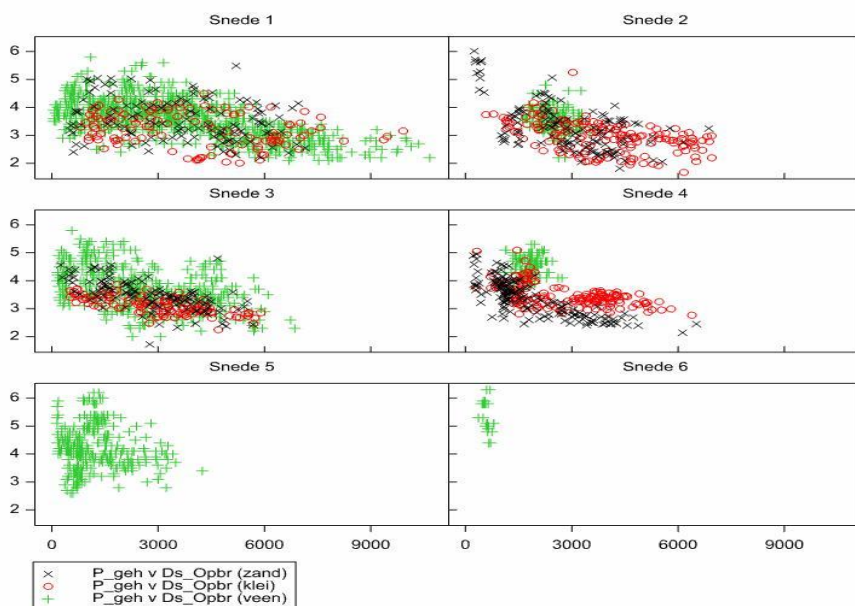
De P-gehalten varieerden in de gebruikte proeven tussen 1.7 en 6.3. Met name op veen is een grote range bereikt. Alleen uit de proeven op veen zijn gegevens van een 5^e en 6^e snede beschikbaar.

In Figuur 2 is het P-gehalte per snede afgezet tegen de totale N-gift (uit kunstmest en eventueel de werkzame N uit drijfmest). De verschillende kleuren geven de grondsoorten weer. Uit de figuur blijkt door de grote spreiding in P-gehalte per N-gift niet direct een duidelijk verband te bestaan over het effect van de N-gift op het P-gehalte. Door de proefopzet komen vooral de hogere N-giften bij zand en klei voor omdat in deze proeven de P-werking van mest werd getoetst en geen sprake mocht zijn van een N-tekort. Omdat het nutriënt deels als drijfmest is gegeven is er bovendien sprake van een strengeling met een hoge(re) P gift. Globaal is er een zeer lichte daling in P-gehalte waarneembaar bij een hogere N gift.



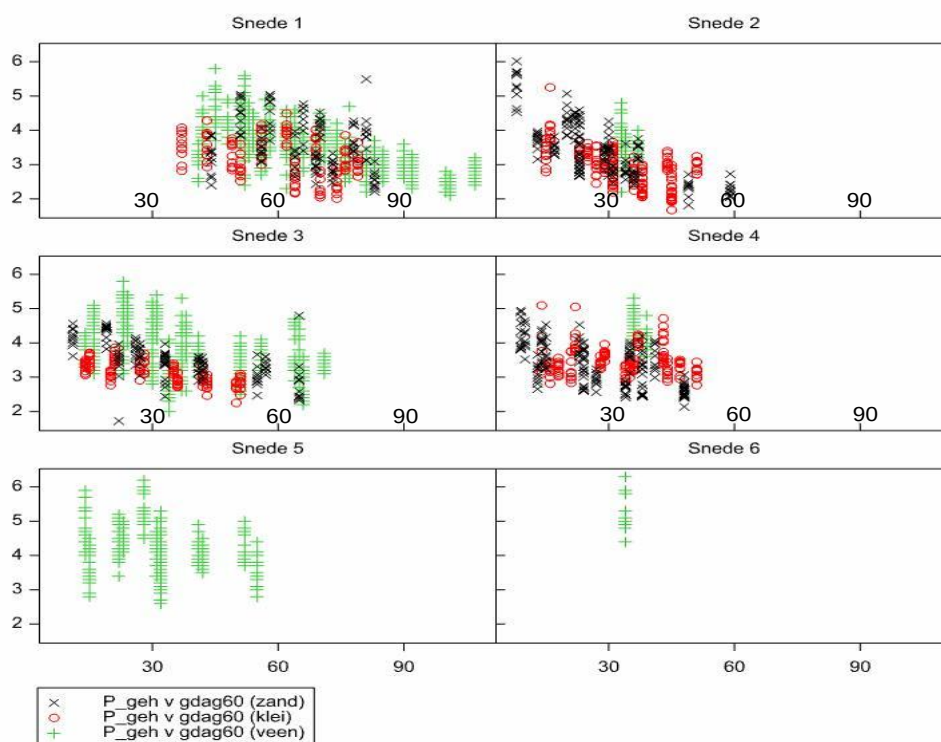
Figuur 2. P-gehalte per snede (g P/kg ds, y-as) in relatie met N gift (kg N/ha, x-as) per grondsoort

Naast het effect van de N gift is ook gekeken naar de relatie P-gehalte en droge stofopbrengst.



Figuur 3. P-gehalte (g P/kg ds, y-as) per snede in relatie met de droge stofopbrengst (kg ds/ha, x-as)

Uit Figuur 3 blijkt een relatie tussen de droge stofopbrengst en het P-gehalte. Bij toenemende droge stofopbrengst daalt het P-gehalte. De daling lijkt voor alle grondsoorten ongeveer gelijk. Omdat de droge stofopbrengst binnen het groeimodel resultante is van o.a. N-gift en aantal groeidagen, is ook gekeken naar de relatie groeidagen en P-gehalte (Figuur 4).



Figuur 4. Relatie P-gehalte (g P/kg ds, Y-as) en het aantal groeidagen per snede (dagen, x-as) per grondsoort

Uit Figuur 4 blijkt een soortgelijke relatie tussen groeidagen en P-gehalte als tussen ds-opbrengst en P-gehalte. Het P-gehalte neemt af tijdens de groei van een snede, waarbij het lijkt dat dit in het najaar minder snel plaatsvindt dan in het voorjaar. Ook lijkt de afname niet helemaal lineair te verlopen (gaat langzamer op het einde van de groeiperiode van een snede), waardoor in de analyse ook een kwadratische term voor groeidagen zal worden opgenomen. Dit zou veroorzaakt kunnen worden door een verandering van de groeisnelheid in het najaar en aan het eind van een snede.

2.3.2 Resultaten analyse

Omdat bij 0 groeidagen geen opbrengsten bepaald kunnen worden, is het ook niet mogelijk om voor 0 groeidagen een P-gehalte te schatten. Om deze reden is in de analyse het aantal groeidagen met 30 verminderd. In de analyse is groeidagen (GD) dus het werkelijk aantal groeidagen-30. Hierdoor was het mogelijk om het P-gehalte over de gehele range van groeidagen beter te schatten. Dezelfde aanpassing is ook uitgevoerd voor de N bemesting. Alle N bemestingen zijn met 100 verminderd. De P-bemesting is op log-schaal gebruikt, omdat dit beter paste bij de data.

Nadat de niet-significante interacties uit het model zijn verwijderd, is het volgende fixed eindmodel overgebleven:

$$\text{Log(Pgehalte)} = \text{Constante}_{\text{grondsoort}} + A2 * \text{Ngift-100} + A3_{\text{grondsoort}} * \text{aantal groeidagen} + A4_{\text{grondsoort}} * (\text{aantal groeidagen})^2 + A5 * \text{Ngift-100} * (\text{aantal groeidagen})^2 + A6 * \text{Ln(P2O5gift)} + A7 * \text{aantal groeidagen} * \text{dagnummer start groei} + A8 * \text{aantal groeidagen} * (\text{dagnummer start groei})^2$$

De reml-analyse is weergegeven in bijlage 1.

In het model zijn in principe alleen factoren opgenomen die een significant effect op het P-gehalte hebben. Uitzondering is grondsoort en N-gift als hoofdeffect. Beide zijn in interacties wel significant, de hoofdtermen worden in dat geval wel opgenomen. Een andere uitzondering is de fosfaatgift. Uit literatuur (Ehlert et al., 2008) blijkt dat een hogere P-gift vrijwel altijd tot een hoger P-gehalte leidt, ook

wanneer er een hoge bodemvoorraad (P-AL-getal) is. In deze dataset kon dit echter niet worden aangetoond omdat de P-gift niet systematisch gevarieerd was binnen de proeven. Maar omdat vanuit andere literatuur bekend is dat P-gift een effect heeft is deze wel opgenomen in het model.

Het uiteindelijke model (per grondsoort) is:

$$\text{Zand: Pgehalte} = \text{EXP}(1,278 + 0,001693 * \text{NG100} - 0,002959 * \text{gd30} - 0,0000439 * \text{gd30}^2 - 2,5028\text{E-}07 * \text{NG100} * \text{gd30}^2 + 0,02228 * \text{LN}(\text{P}_2\text{O}_5\text{gift}) - 0,00009724 * \text{gd30} * \text{std} + 0,0000004317 * \text{std}^2 * \text{gd30})$$

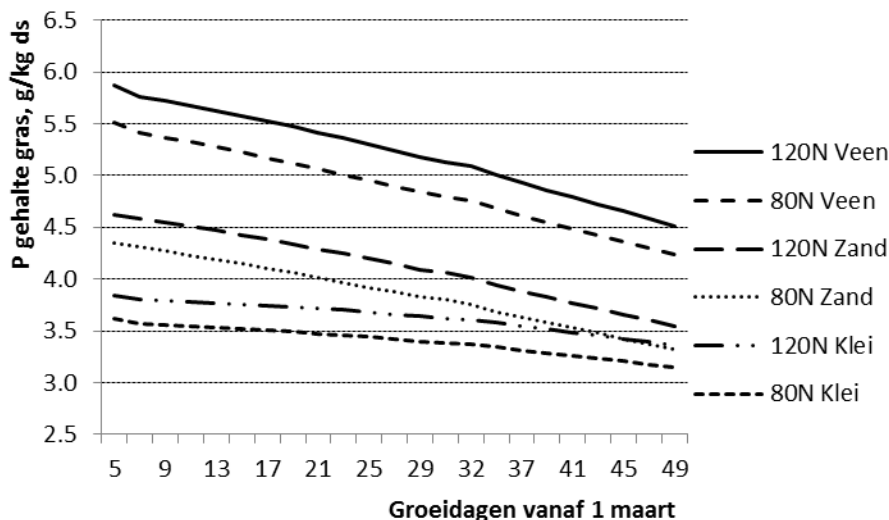
$$\text{Klei: Pgehalte} = \text{EXP}(1,1565 + 0,001693 * \text{NG100} + 0,000277 * \text{gd30} - 0,0000439 * \text{gd30}^2 - 2,5028\text{E-}07 * \text{NG100} * \text{gd30}^2 + 0,02228 * \text{LN}(\text{P}_2\text{O}_5\text{gift}) - 0,00009724 * \text{gd30} * \text{std} + 0,0000004317 * \text{std}^2 * \text{gd30})$$

$$\text{Veen: Pgehalte} = \text{EXP}(1,15068 + 0,001693 * \text{NG100} - 0,002615 * \text{gd30} - 0,0000439 * \text{gd30}^2 - 2,5028\text{E-}07 * \text{NG100} * \text{gd30}^2 + 0,02228 * \text{LN}(\text{P}_2\text{O}_5\text{gift}) - 0,00009724 * \text{gd30} * \text{std} + 0,0000004317 * \text{std}^2 * \text{gd30})$$

De termen die gebruikt zijn zijn:

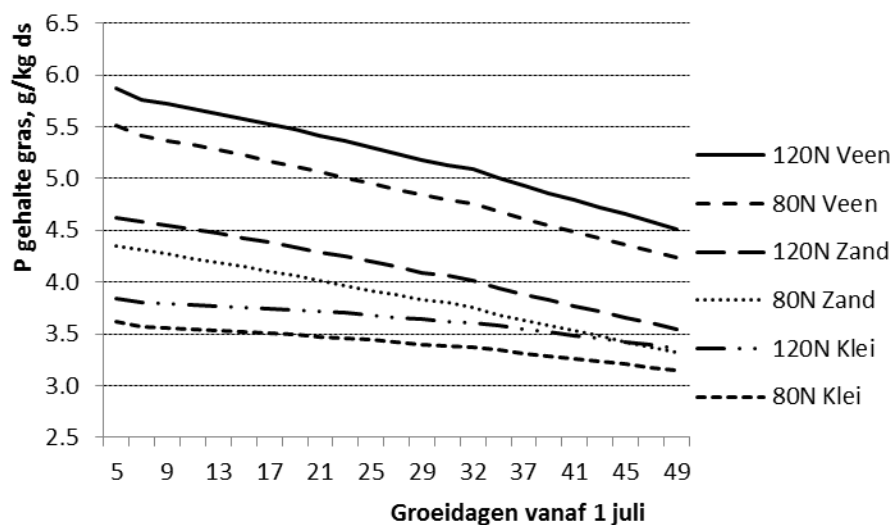
- gronds: grondsoort: onderscheiden is zand, klei en veen
- gd30: aantal groeidagen minus 30 (gd30^2 = groeidagen minus 30 in het kwadraat, dus tevens als kwadratische term opgenomen).
- NG100: N gift (werkzame N/ha per snede uit kunstmest en drijfmest) minus 100
- Std: startdag (dagnummer in het jaar) van de snede, std^2 : de kwadratische term
- $\text{LN}(\text{P}_2\text{O}_5\text{gift})$: Log van de P gift, waarbij de P-gift met 1 eenheid is verhoogd (Log(0) kan niet)
- Interactie termen: gronds.Gd30, NG100.Gd30², Gd30.std, Gd30.std²

In Figuur 5 is het verloop in het model van het P-gehalte in de eerste snede weergegeven voor de grondsoorten zand, klei en veen, bij 0, 80 en 120 kg N/ha. De bijbehorende fosfaatgift is 60 kg P₂O₅. Hier is goed te zien hoe het P-gehalte verandert tijdens de groei, afhankelijk van N gift en grondsoort. Het blijkt dat de invloed van N gift vrijwel lineair is op de afname van het P-gehalte, ondanks de interactie met groeidagen kwadraat. Een hogere N gift leidt tot een hoger P-gehalte bij gelijke fosfaatgift en gelijke groeiduur.



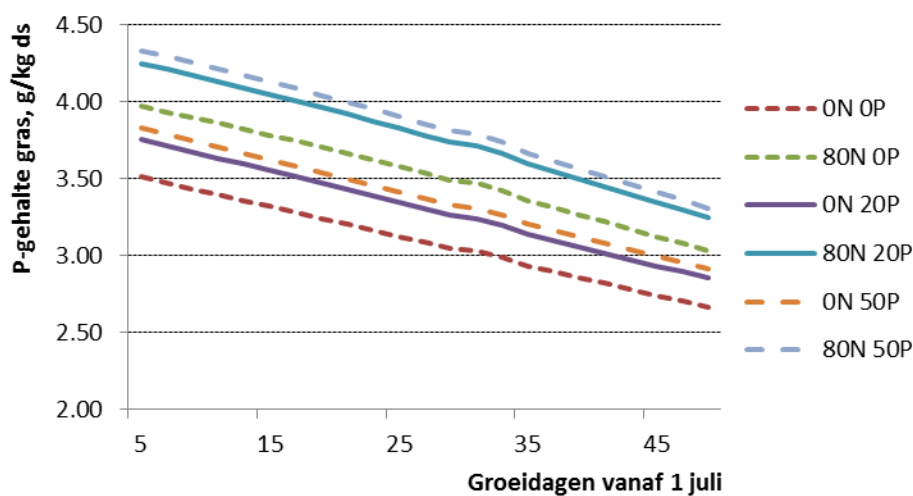
Figuur 5. Modelmatig verloop P-gehalte eerste snede op 3 grondsoorten bij 2 N giften

In Figuur 6 is het verloop midden in de zomer (groei vanaf 1 juli) weergegeven. Het blijkt dat het P-gehalte minder snel daalt in de tijd en het absolute niveau ook wat lager is dan in de eerste snede.



Figuur 6. Modelmatig verloop P-gehalte snede die start op 1 juli op 3 grondsoorten bij 2 N giften

In Figuur 7 is weergegeven hoe het P-gehalte verandert tijdens de groei, afhankelijk van de gegeven N- en P-gift. Het toedienen van fosfaat heeft een positief effect op het P-gehalte, waarbij er sprake is van een afnemend meer-effect. De 20P en 50P lijnen liggen dicht bij elkaar dan de 0P en 20P lijnen. Er is geen interactie met de N-gift; de P-bemesting werkt bij alle N giften in dezelfde mate.



Figuur 7. Modelmatig verloop P-gehalte snede die start op 1 juli op zandgrond bij 2 N giften (0N en 80N) en 3 P-giften (0, 20 en 50P)

2.4 Discussie statistisch model

Er is geen set gegevens beschikbaar waarmee een evaluatie uitgevoerd zou kunnen worden van het model. Voor een evaluatie is er een set onafhankelijke data nodig die verzameld zijn in een veldproef. Alle beschikbare data zijn gebruikt voor het ontwikkelen van het model.

Onttrekking door zwaardere sneden

In de loop van de tijd blijkt het P-gehalte van gras te dalen maar de hoeveelheid opgenomen P in het gewas neemt wel toe, de P-opname door het gewas gaat gewoon door. Het P-gehalte van het gras daalt zolang de relatieve toename van de droge stofopbrengst groter is dan die van de opgenomen P. Aan het eind van het traject waarin gemeten is, vlakken zowel afname van P-gehalte als toename van droge stofopbrengst af, de P-opname is vanaf dat moment vrijwel nul. Maar dat is pas ruim na het aantal groeidagen dat voor deze studie en de normale praktijk van toepassing is.

Invloed P-bemesting op verloop van P-gehalte in de tijd

Voor het model is gebruik gemaakt van een set gegevens van proeven waarin slechts een beperkte en niet-systematische variatie van de P-bemesting aanwezig was. Op basis van deze beperkte variatie is er geen invloed gevonden van de P-bemesting op de dalingssnelheid van het P-gehalte door een toenemend aantal groeidagen. Het is echter niet uit te sluiten dat die invloed bestaat. In de literatuur, die is beschreven in hoofdstuk 1, wordt echter ook geen melding gemaakt van de invloed van P-bemesting maar ook daar is het niet getoetst met bijvoorbeeld P-bemestingstrappen in proeven. Het is echter mogelijk dat de opnamesnelheid van het gewas bij een hogere P-bemesting groter is waardoor de verdunning door de vorming van droge stof lager is. Om te kunnen bepalen of P-bemesting invloed heeft op de snelheid waarmee het P-gehalte daalt, zouden nieuwe veldproeven uitgevoerd moeten worden met daarin meerdere P-trappen en oogsttijdstippen.

Invloed N-bemesting op verloop van P-gehalte in de tijd.

In de data en in het model is het P-gehalte in het begintraject hoger naarmate de N-bemesting hoger is. Na ongeveer 100 groeidagen keert dit om en is het P-gehalte lager bij een hogere N-bemesting. Voor de eerste snede is dit 100 dagen na 1 maart, ongeveer op 8 juni. In een proef waar één keer geoogst is op een vast tijdstip bij twee verschillende N-bemestingen blijkt het P-gehalte al eerder in het seizoen lager te zijn bij een hogere N-bemesting (Ehlert et al, 2008). Als verklaring werd gegeven dat dat een gevolg was van verdunning: bij een hogere N-trap groeit het gewas harder en wordt de opgenomen P sterker verdund. Uiteindelijk was de P-opname door het gewas wel hoger bij een hogere N-bemesting. Het is waarschijnlijk dat het P-gehalte van het gras in een vroeg stadium hoger was bij een hogere N-bemesting maar dat het moment van omkering eerder was dan in het ontwikkelde model. Voor de berekeningen in bedrijfsverband hebben verschillen in P-gehalte tussen N-bemestingen weinig gevolgen omdat de verschillende snedezwaarten binnen één bedrijfssysteem met (vrijwel) gelijke N-bemesting wordt vergeleken.

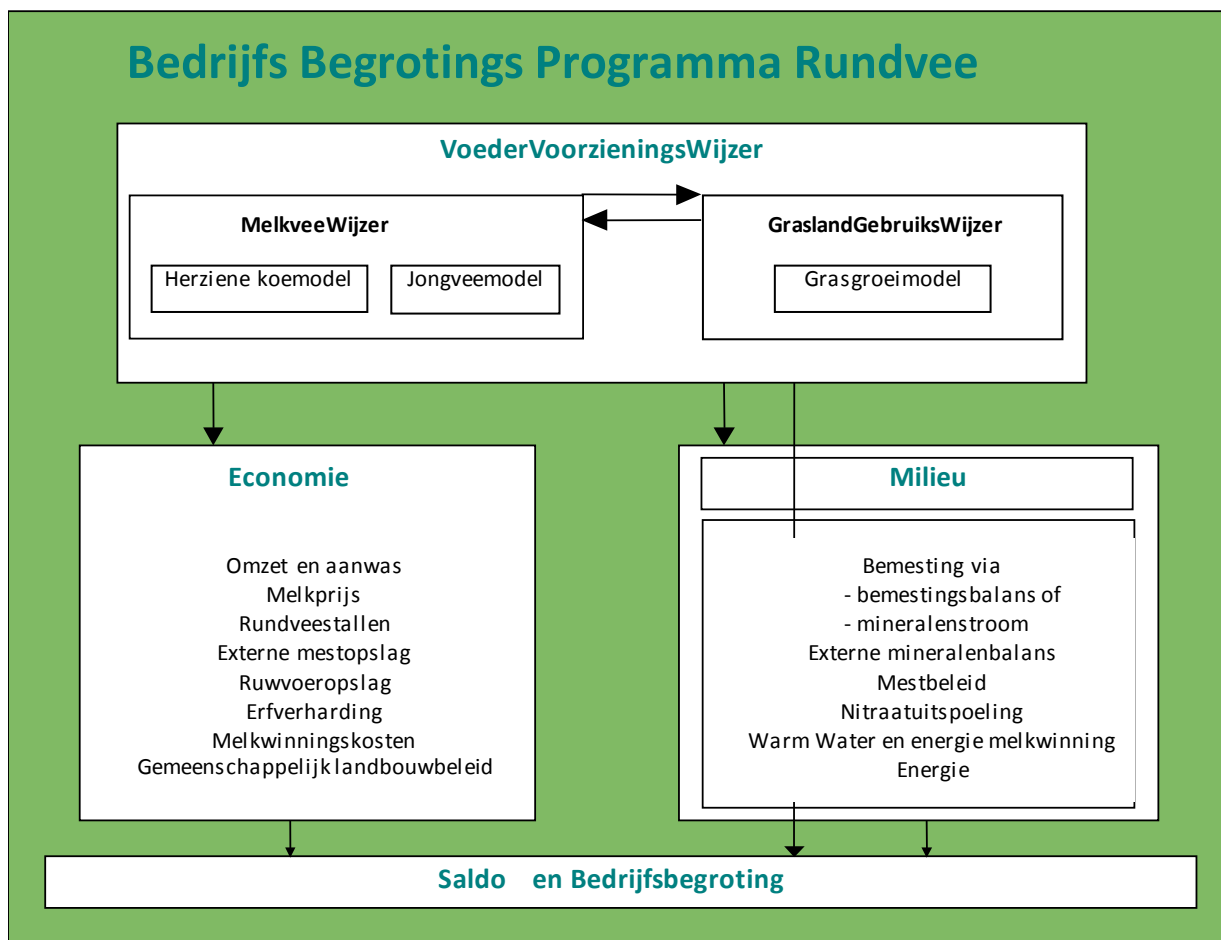
3 Bedrijfsberekeningen BBPR

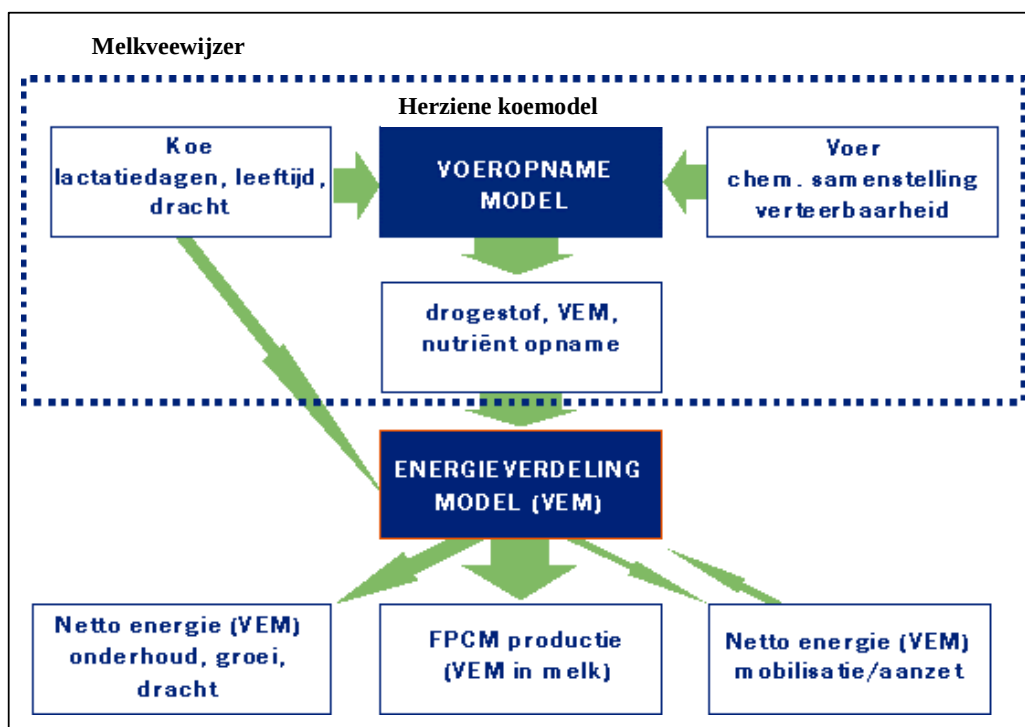
3.1 Materiaal en Methode

3.1.1 Informatie Bedrijfsbegrotingsprogramma Rundveehouderij (BBPR)

De berekeningen in deze studie zijn uitgevoerd met BBPR, ontwikkeld door Wageningen UR Livestock Research. Rekening houdend met specifieke bedrijfsomstandigheden, berekent BBPR technische, milieutechnische en bedrijfseconomische kengetallen (Van Alem & Van Scheppingen, 1993; Schils et al., 2007). Uitgangspunt bij berekeningen met BBPR is steeds de huidige landbouwkundige advisering bij onder meer de voeding en bemesting. Door alternatieven voor de bedrijfsvoering door te rekenen, is het mogelijk de gevolgen van een verandering in het bedrijf in te schatten. BBPR is opgebouwd uit verschillende modules. De opzet van BBPR is in Figuur 8 weergegeven. De voeropname en melkproductie zijn berekend met het herziene koemodel (Zom, 2002). Dit koemodel bestaat uit twee afzonderlijke delen (zie Figuur 9). Het eerste deel voorspelt de voeropname op basis van voerfactoren (zoals chemische samenstelling en verteerbaarheid) en koefactoren (zoals lactatiestadium, leeftijd en dracht). Als de voeropname bekend is, kan ook de opname van energie (VEM) en eiwit (DVE) worden berekend. Het tweede deel voorspelt hoe de opgenomen energie wordt verdeeld over onderhoud, dracht, gewichtsontwikkeling, melkproductie en de aanzet of mobilisatie van lichaamsreserves. Dit is schematisch weergegeven in Figuur 9. Aan de hand van de voeding berekent het model ook de mestsamenstelling. De melkprijs en krachtvoer prijzen zijn gebaseerd op het prijsniveau van melkprijsjaar 2010/2011, de rest van de prijzen zijn KWIN-prijzen (KWIN-Veehouderij, 2010-2011).

Figuur 8. Overzicht opbouw BBPR en onderlinge samenhang met andere onderdelen



Figuur 9. Schematische weergave van de melkveewijzer met het herziene koemodel

Het statistische model uit hoofdstuk 2, zoals dat is ontwikkeld op basis van de proefveldgegevens, is in BBPR ingebouwd. Het model is zo ingepast, dat de gebruiker het P-gehalte van gras kan opgeven bij een weidesnede voor de eerste snede, de P-gehalten voor overige snedewaarten en sneden worden van daaruit berekend. Zo kan het model toegepast worden op het gewenste niveau van P-gehalte, bijvoorbeeld het P-gehalte dat normaal op een bedrijf gevonden wordt bij een weidesnede. Voor het "normale" P-gehalte kan dan het P-gehalte dat door Blgg AgroXpertus als gemiddeld voor een weidesnede wordt opgegeven, worden ingevuld.

3.1.2 Keuze scenario's en bedrijfssystemen

Om het effect van snedewaarte op bedrijfsniveau te onderzoeken is gekozen voor drie verschillende snedewaarten, licht (L), midden (M) en zwaar (Z). Hierbij is snedewaarte M representatief voor het huidige advies in de praktijk. Daarnaast is nog een vierde variant onderzocht (ZM) waarbij de eerste snede zwaar wordt gemaaid als in Z en de volgende sneden normaal als in M. Tabel 12 geeft per snede en per snedewaarte weer welke gewenste droge stofopbrengst is ingesteld in het model.

Daarbij is er binnen snedewaarte verschil aangebracht in gewenste opbrengst tussen bedrijfssystemen met weidegang en met summerfeeding.

In systemen met weidegang brengt het model BBPR groeitrappen aan tussen verschillende percelen om de beweiding rond te kunnen zetten. In de 1^e snede zijn er daardoor binnen één gekozen snedewaarte meerdere maaimomenten (vroeg, midden, laat) met elk een verschillende droge stofopbrengst. In het systeem SF wordt niet geweid zodat hier geen groeitrappen nodig zijn en één maaimoment voldoende is.

Tabel 12. Droge stofopbrengst per snede bij verschillende systemen en snedezwaarte (kg ds/ha/snede grasland)

	Weidegang (W)				Summerfeeding (SF)			
snedezwaarte	L	M	Z	ZM	L	M	Z	ZM
Opbrengst 1e snede (kg ds/ha)								
-vroeg	1500	2000	2200	2200				
-midden	2000	3000	4000	4000	2000	3500	5000	5000
-laat	3000	4500	5000	5000				
Opbrengst latere snedes (kg ds/ha)								
-t/m juni	2200	3000	5000	3000	2200	3000	5000	3000
-juli	2000	2500	4000	2500	2000	2500	4000	2500
-vanaf juli	1800	2000	3000	2000	>1800	2000	3000	2000

Om een zo representatief mogelijk beeld te krijgen is het effect van snedezwaarte doorgerekend binnen verschillende bedrijfssystemen. De volgende factoren zijn daarbij gevarieerd:

- weidegang: zomerstalvoeding, beperkt of onbeperkt weiden
- wel of geen snijmaïs telen en voeren
- grondsoort: zand (als referentie voor de minerale gronden) en veen

Uiteindelijk zijn 7 verschillende bedrijfssystemen gedefinieerd (Tabel 13).

Tabel 13. Indeling bedrijfssystemen voor modelberekeningen met verschillende snedezwaarten

nr	Naam	Grond soort	Gewas	Weiden	Bijvoeding	Stalrantsoen
1	Veen onb	Veen	Gras	Onbeperkt	geen	100% graskuil
2	Zand bep g	Zand	Gras	Beperkt	5 kg ds graskuil	100% graskuil
3	Zand onb	Zand	Gras	Onbeperkt	geen	100% graskuil
4	Zand sf g	Zand	Gras	Niet	nvt	100% graskuil
5	Zand bep m1	Zand	Gras+ snijmaïs	Beperkt	5 kg ds snijmaïs	Ca 30% snijmaïs
6	Zand bep m2	Zand	Gras+ snijmaïs	Beperkt	8 kg ds snijmaïs	Ca 50% snijmaïs
7	Zand sf m	Zand	Gras+ snijmaïs	Niet	nvt	50/50 graskuil/snijmaïs

Om de resultaten van de verschillende scenario's zo goed mogelijk onderling te kunnen vergelijken is zoveel mogelijk uitgegaan van eenzelfde basisbedrijf wat betreft oppervlakte, aantal koeien en melkproductie (Tabel 14). In de bedrijfssystemen met snijmaïs is een deel van de hectares grasland vervangen door snijmaïs. Uitgangspunt is dat de meeste bedrijven in de uitgangssituatie (net) zelfvoorzienend zijn voor ruwvoer. Voor het bedrijf met veel snijmaïs in het rantsoen is daarnaast uitgangspunt dat het zo intensief mogelijk moet zijn, maar nog wel voor derogatie in aanmerking moet komen. Daarom is op dit bedrijf het aantal hectares vastgezet op een verhouding 70/30 grasland/snijmaïs. Het totaal aantal hectares is op dit bedrijf daardoor iets lager dan op de andere bedrijven. Het model rekent via de VEM-behoefte toe naar een gelijke melkproductie per koe. Een eventueel lagere voederwaarde (VEM) van het ruwvoer wordt gecompenseerd met extra krachtvoer. Om aan de DVE-norm te voldoen kunnen in de modelberekeningen drie verschillende krachtvoerders gevoerd worden, elk met een verschillende DVE-gehalte (Tabel 15) en prijs (Tabel 16).

Teelt en oogst van de gewassen wordt in loonwerk uitgevoerd. Hieronder vallen teelt en oogst van snijmaïs, Inkuilen grasland (maaïen, schudden en wiersen in eigen beheer), mest uitrijden, graslandverbetering en slootonderhoud.

Tabel 14. Bedrijfsgegevens Basisbedrijven voor modelberekeningen met snedezwaarden

	scenario	
Oppervlakte (ha)	1 t/m 5, 7 en 8	60,0
	6	55,7
Verhouding gras/mais (ha)	1 t/m 4	60/0
	5 en 7	47/13
	6	39/16,7
Aantal koeien	Alle	100
Jongvee (vervangings%)	Alle	30%
Aantal pinken	Alle	37,7
Aantal kalveren	Alle	40,8
Melkproductie (kg/koe)	Alle	8600
Grondsoort	2 t/m 7	Zand, GT IV, NLV 140
	1	Veen, Nat, GT II, NLV 230

Tabel 15. Samenstelling en prijs krachtvoerders (per kg) en snijmaïs (per kg ds)

	Krachtvoer 1	Krachtvoer 2	Krachtvoer 3	snijmaïs
VEM	940	940	940	937
Re (g)	150	200	304	77
DVE	90	120	180	47
P (g)	4.3	5.8	6.5	2.0

Tabel 16. Uitgangspunten economische berekeningen

Prijs aan-/verkoop ruwvoer (euro/kVEM)	
• graskuil	0.096
• snijmaïs	0.098
Prijs krachtvoer (euro/100 kg)	
• krachtvoer 1	18
• krachtvoer 2	20,75
• krachtvoer 3	26

^{a)}Prijspeil volgens KWIN-Veehouderij 2010-2011

3.2 Resultaten

In de volgende paragrafen worden de resultaten van de modelberekeningen op het gebied van grasland, rantsoensamenstelling, P-opname en bedrijfseconomie weergegeven in figuren. De nadruk in de toelichting ligt op de verschillen tussen normaal (M) en zwaar (Z) maaien.

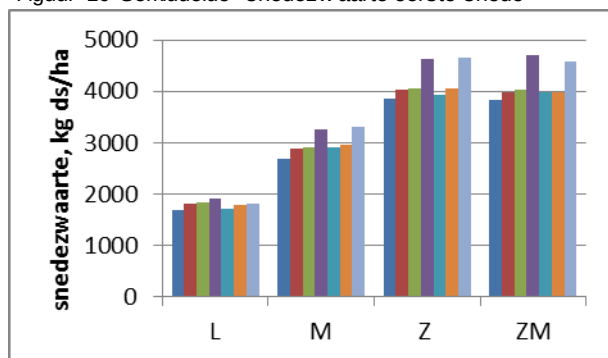
3.2.1 Snedezwaarte en P-gehalte van gras

De beoogde variatie in snedezwaarte is bereikt in de modelberekeningen met BBPR zoals te zien in Figuur 10 en Figuur 11. In de uitgangssituatie (M) realiseren de bedrijven gemiddeld een zelfvoorzieningsgraad van 99%. Alleen de bedrijven met weidegang moeten ruwvoer aankopen. Bij zwaar maaien stijgt de zelfvoorzieningsgraad met gemiddeld 15% tot 14% (Figuur 14).

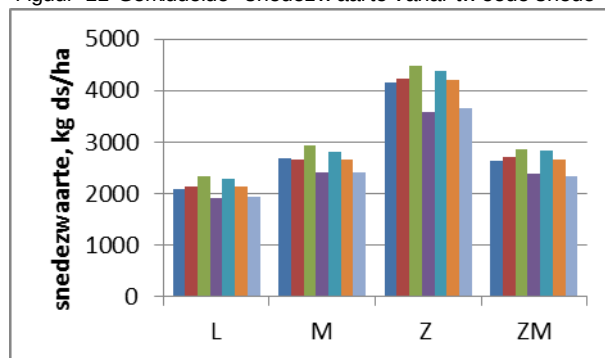
Verandering van zwaarte van de maaisnede heeft invloed op het P-gehalte in de betreffende maaisnede. Het P-gehalte in de weidesneden wordt niet of nauwelijks beïnvloed (zie Figuur 12). Het model berekent voor weidegras een gemiddeld gehalte van 3,8 g P/kg ds. Grondsoort, bedrijfssysteem en N-bemesting kunnen wel kleine verschillen in het P-gehalte van weidegras veroorzaken (Figuur 12).

Bij zwaarder maaien daalt het gemiddelde P-gehalte van de graskuilen (Figuur 13) van 3,8 (M) naar 3,4 (Z). Scenario ZM zit er met gemiddeld 3,6 g P/kg ds precies tussenin. Lichter maaien verhoogt het P-gehalte tot gemiddeld 4,0 g P/kg ds.

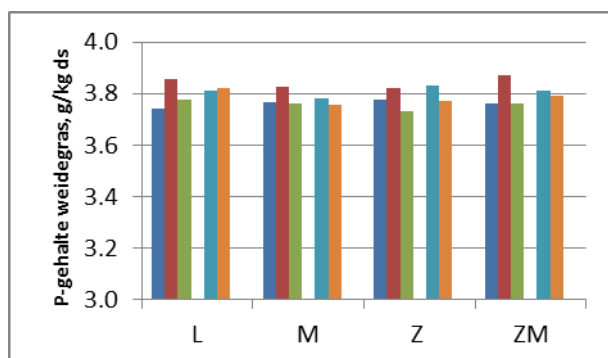
Figuur 10 Gemiddelde snedezwaarte eerste snede



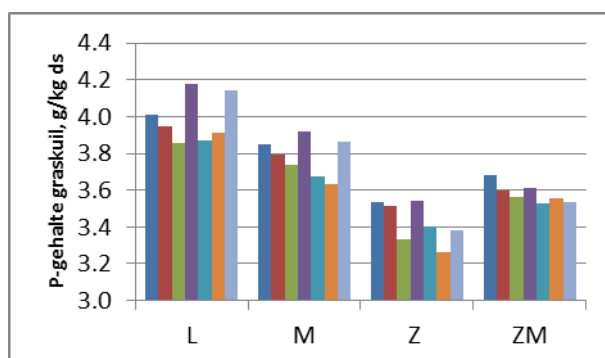
Figuur 11 Gemiddelde snedezwaarte vanaf tweede snede



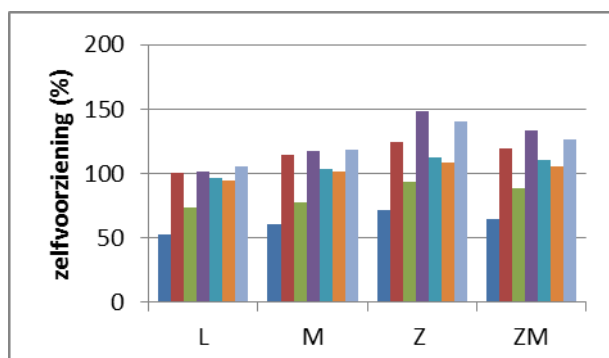
Figuur 12 Gemiddeld P-gehalte in weidegras melkkoeien



Figuur 13 Gemiddeld P-gehalte in graskuilen melkkoeien



Figuur 14 Zelfvoorziening ruwvoer (%)



	Bedrijfssysteem	Grondsoort	Gewas	Weiden	Bijvoeding	Stalrantsoen
	Veen onb	Veen	Gras	Onbeperkt	Geen	100% graskuil
	Zand bep g	Zand	Gras	Beperkt	5 kg ds graskuil	100% graskuil
	Zand onb	Zand	Gras	Onbeperkt	Geen	100% graskuil
	Zand sf g	Zand	Gras	Niet	nvt	100% graskuil
	Zand bep m1	Zand	Gras+snijmaïs	Beperkt	5 kg ds snijmaïs	Ca. 30% snijmaïs
	Zand bep m2	Zand	Gras+snijmaïs	Beperkt	8 kg ds snijmaïs	Ca. 50% snijmaïs
	Zand sf m	Zand	Gras+snijmaïs	Niet	nvt	50/50 graskuil/snijmaïs
Snedezwaarte L: Licht M:Midden Z:Zwaar ZM: 1e snede Zwaar, latere sneden Midden						

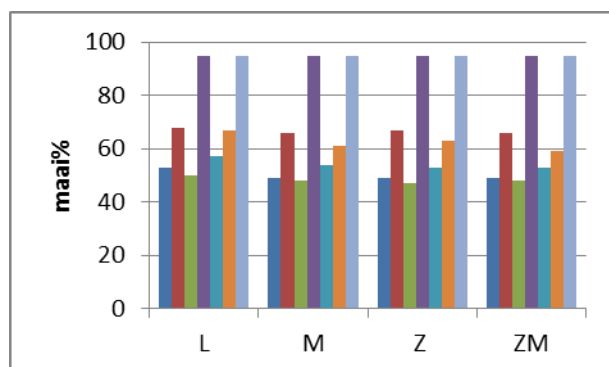
3.2.2 Opbrengst en kwaliteit grasland

Figuur 15 tot en met Figuur 20 laten het maaipcentage en de totale droge stofopbrengst zien van de verschillende sneden. De bedrijven met summerfeeding hebben logischerwijze het hoogste maaipcentage en de hoogste droge stofopbrengst uit graskuil omdat er niet wordt geweid. Door zwaarder maaien stijgt de totale opbrengst van de eerste snede fors omdat gemaaid wordt bij een hogere droge stofopbrengst per ha. De stijging in droge stofopbrengst is gemiddeld 40%, en dit verschilt nauwelijks tussen de bedrijfssystemen, dit komt overeen met de gekozen uitgangspunten. Door het zwaarder maaien en de bijbehorende langere groeiduur neemt het maaipcentage van de latere sneden af met 25 tot 40%. Gemiddeld over alle systemen is de daling 30%. De totale droge stofopbrengst van de overige sneden neemt gemiddeld nog wel toe, vooral bij de bedrijven met summerfeeding. Er zijn echter ook twee bedrijfssystemen waarbij de totale opbrengst van de latere snedes met ongeveer 5% afneemt. Dit zijn de bedrijven die beperkt weiden en bijvoeren met alleen gras of met 5 kg ds snijmaïs.

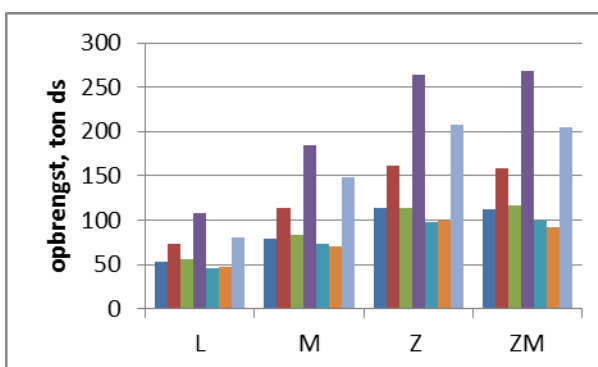
Over het hele seizoen gezien neemt het maaipcentage op de modelbedrijven af met 20-30%, maar stijgt de totale droge stofopbrengst met 5-20% door zwaarder maaien. De gemiddelde toename in droge stofopbrengst van graskuil is 15%.

Lichter maaien (L) heeft een tegenovergesteld effect: het maaipcentage neemt toe met gemiddeld bijna 20% terwijl de totale droge stofopbrengst daalt met 10%. De effecten van scenario met een zware eerste snede en de rest normaal (ZM) zijn vergelijkbaar met die van scenario Z, maar minder groot.

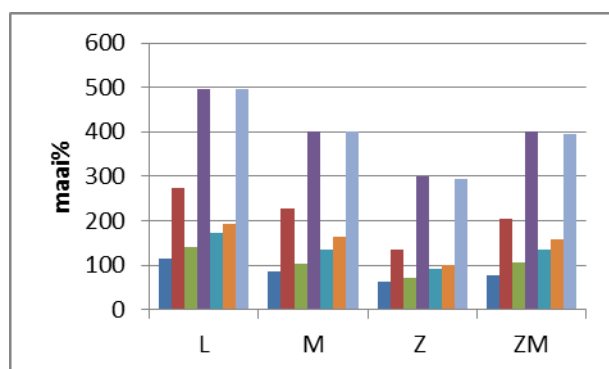
Figuur 15 Maaipercantage eerste snede



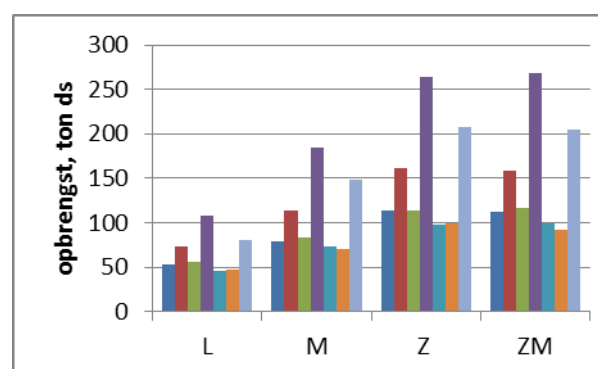
Figuur 16 Totale opbrengst eerste snede (ton ds)



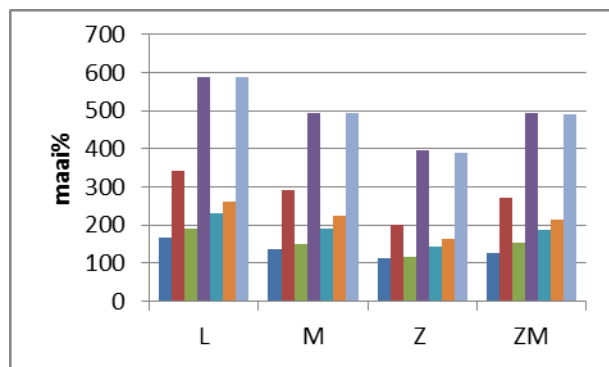
Figuur 17 Maaipercantage vanaf tweede snede



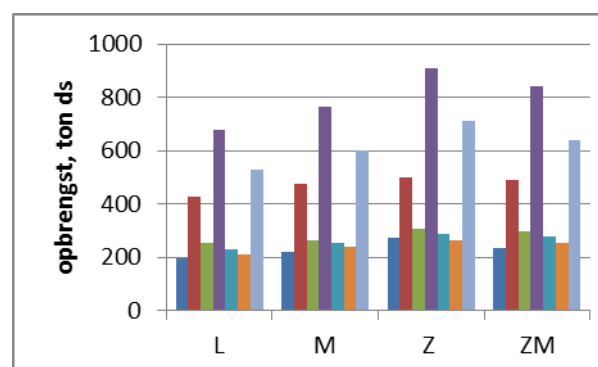
Figuur 18 Totale opbrengst vanaf tweede snede (ton ds)



Figuur 19 Maaipercantage alle sneden



Figuur 20 Totale opbrengst alle maaisneden (ton ds)



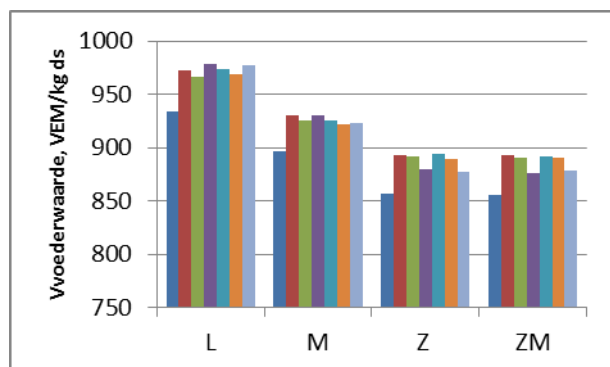
Bedrijfsysteem	Grondsoort	Gewas	Weiden	Bijvoeding	Stalrantsoen
Veen onb	Veen	Gras	Onbeperkt	Geen	100% graskuil
Zand bep g	Zand	Gras	Beperkt	5 kg ds graskuil	100% graskuil
Zand onb	Zand	Gras	Onbeperkt	Geen	100% graskuil
Zand sf g	Zand	Gras	Niet	nvt	100% graskuil
Zand bep m1	Zand	Gras+snijmaïs	Beperkt	5 kg ds snijmaïs	Ca. 30% snijmaïs
Zand bep m2	Zand	Gras+snijmaïs	Beperkt	8 kg ds snijmaïs	Ca. 50% snijmaïs
Zand sf m	Zand	Gras+snijmaïs	Niet	nvt	50/50 graskuil/snijmaïs

Snedezwaarte L: Licht M:Midden Z:Zwaar ZM: 1e snede Zwaar, latere sneden Midden

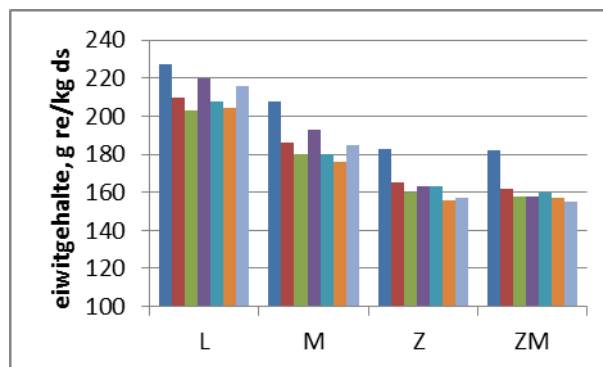
De kwaliteit van de kuilen is weergegeven in Figuur 21 tot en met Figuur 24. De voederwaarde van de graskuilen op het bedrijf op veengrond ligt wat lager dan op de bedrijven op zandgrond. Door zwaar maaien neemt de gemiddelde voederwaarde van de eerste snede duidelijk af, van 920 VEM bij een gemiddelde snedezwaarte tot 880 VEM/kg ds bij een zware snedezwaarte. Dit is een relatieve afname van 4%. De daling in eiwitgehalte is met 12% relatief groter, van 187 naar 164 g re/kg ds. Gemiddeld over alle sneden neemt de voederwaarde 3% af, van 880 naar 850 VEM/kg ds. Het eiwitgehalte daalt van 177 naar 151 g re/kg ds, een relatieve daling van 15%.

Ook hier heeft lichter maaien (L) een tegenovergesteld effect t.o.v. zwaarder maaien en zijn de effecten van scenario ZM vergelijkbaar met scenario Z, maar minder sterk.

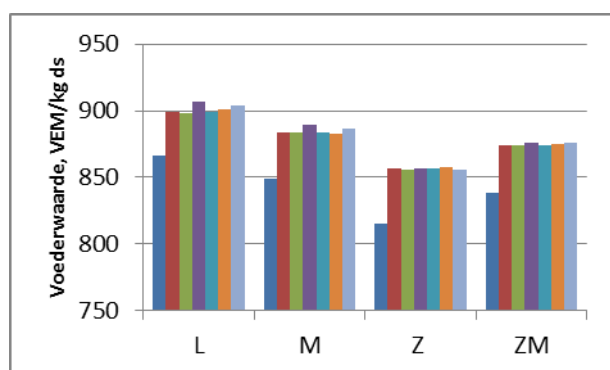
Figuur 21 Voederwaarde eerste snede



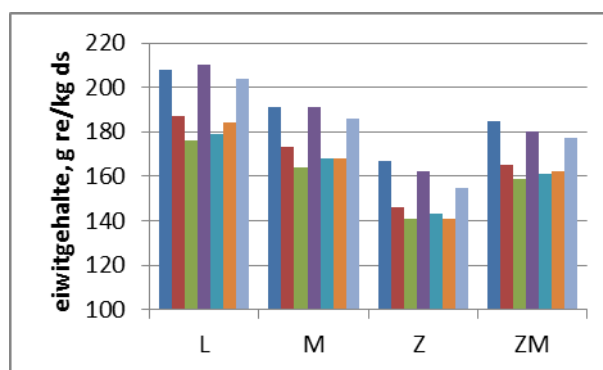
Figuur 22 Eiwitgehalte eerste snede



Figuur 23 Voederwaarde, gemiddelde over alle sneden



Figuur 24 Eiwitgehalte, gemiddelde over alle sneden



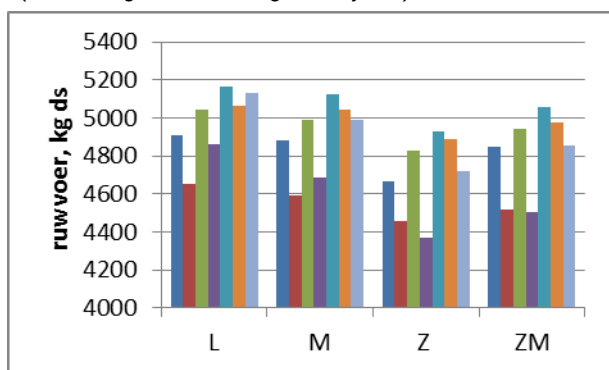
	Bedrijfsysteem	Grondsoort	Gewas	Weiden	Bijvoeding	Stalrantsoen
	Veen onb	Veen	Gras	Onbeperkt	Geen	100% graskuil
	Zand bep g	Zand	Gras	Beperkt	5 kg ds graskuil	100% graskuil
	Zand onb	Zand	Gras	Onbeperkt	Geen	100% graskuil
	Zand sf g	Zand	Gras	Niet	nvt	100% graskuil
	Zand bep m1	Zand	Gras+snijmaïs	Beperkt	5 kg ds snijmaïs	Ca. 30% snijmaïs
	Zand bep m2	Zand	Gras+snijmaïs	Beperkt	8 kg ds snijmaïs	Ca. 50% snijmaïs
	Zand sf m	Zand	Gras+snijmaïs	Niet	nvt	50/50 graskuil/snijmaïs
Snedezwaarte L: Licht M:Midden Z:Zwaar ZM: 1e snede Zwaar, latere sneden Midden						

3.2.3 Voeropname en rantsoen koeien

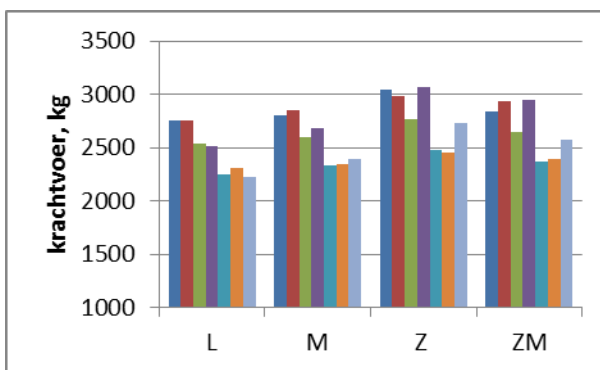
Verandering van de kwaliteit van de graskuilen heeft invloed op de voeropname en melkproductie van de koeien. De productie van de koeien hebben we echter gelijk gehouden, het model vangt dat op door het aanpassen van de hoeveelheid krachtvoer aan de kwaliteit van het ruwvoer. Door zwaarder maaien neemt de kwaliteit van de graskuilen af, dat wordt gecompenseerd met een hogere krachtvoergift (Figuur 26). Hierdoor daalt de ruwvoeropname van de koeien bij zwaarder maaien (Figuur 25). De gemiddelde daling in ruwvoeropname over alle bedrijfssystemen is 4%. Het effect is het grootst bij de bedrijven die summerfeeding toepassen. Op deze bedrijven wordt al het gras gevoerd als graskuil. De daling in voederwaarde van ruwvoer werkt daar het sterkst door omdat het een groot aandeel in het rantsoen heeft. De gemiddelde toename van de krachtvoergift over alle bedrijfssystemen is 216 kg per koe (+8%), met ook hier de grootste stijging op de bedrijven met summerfeeding (+14%).

Er zijn bedrijfssystemen waar ondanks de lagere voederwaarde de totale opname van graskuil toeneemt, maar dat gebeurt ten koste van de opname van weidegras (Figuur 27 en Figuur 28). Door zwaarder maaien kunnen deze bedrijven de weidegang minder goed rondzetten en moeten ze meer ruwvoer bijvoeren in het weideseizoen. Op de modelbedrijven gebeurt dit uit de extra gewonnen graskuil. Dit gebeurt in de berekeningen op het bedrijf op veengrond en op de bedrijven op zand met beperkte weidegang en bijvoeding van snijmaïs.

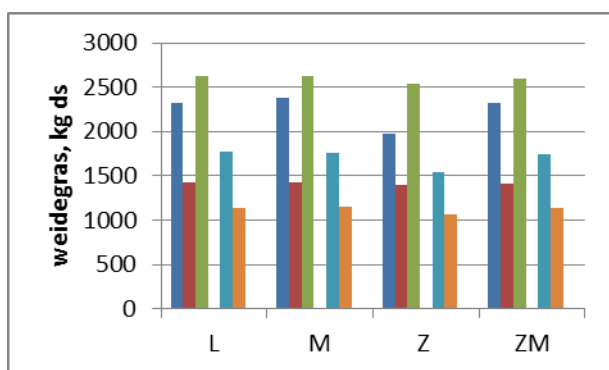
Figuur 25 Ruwvoeropname per melkkoe per jaar
(ruwvoer=graskuil+w eidegras+snijmaïs)



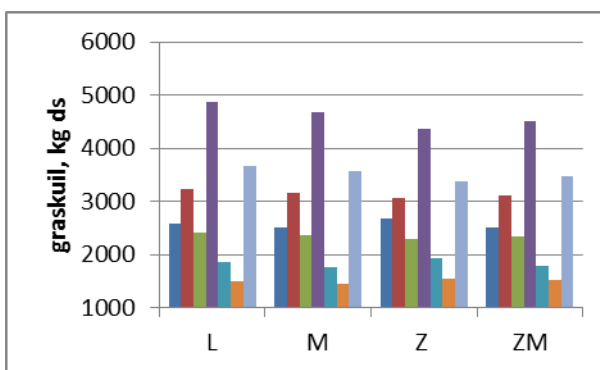
Figuur 26 Krachtvoeropname per melkkoe per jaar



Figuur 27 Weidegras opname per melkkoe per jaar



Figuur 28 Graskuil opname per melkkoe per jaar



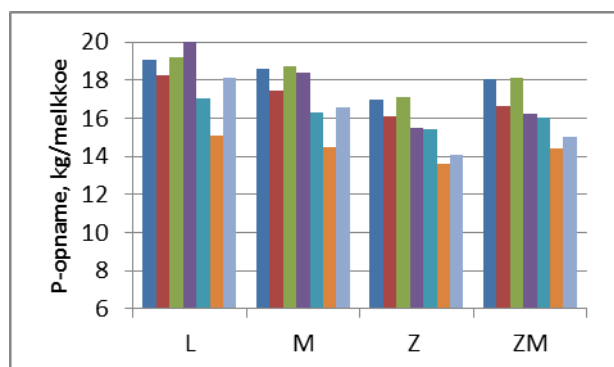
	Bedrijfssysteem	Grondsoort	Gewas	Weiden	Bijvoeding	Stalrantsoen
	Veen onb	Veen	Gras	Onbeperkt	Geen	100% graskuil
	Zand bep g	Zand	Gras	Beperkt	5 kg ds graskuil	100% graskuil
	Zand onb	Zand	Gras	Onbeperkt	Geen	100% graskuil
	Zand sf g	Zand	Gras	Niet	nvt	100% graskuil
	Zand bep m1	Zand	Gras+snijmaïs	Beperkt	5 kg ds snijmaïs	Ca. 30% snijmaïs
	Zand bep m2	Zand	Gras+snijmaïs	Beperkt	8 kg ds snijmaïs	Ca. 50% snijmaïs
	Zand sf m	Zand	Gras+snijmaïs	Niet	nvt	50/50 graskuil/snijmaïs

Snedezwaarte L: Licht M:Midden Z:Zwaar ZM: 1e snede Zwaar, latere sneden Midden

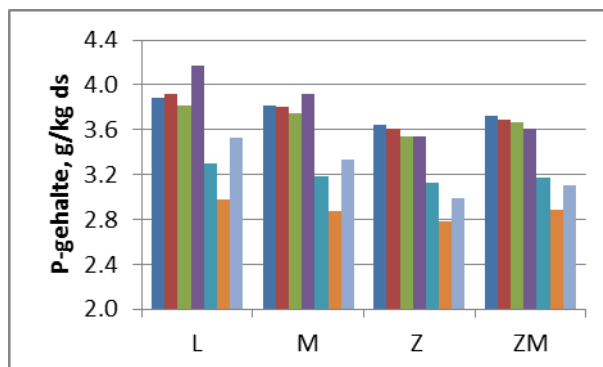
3.2.4 *P-gehalte rantsoen en P-opname per melkkoe*

Door het lagere P-gehalte in de graskuilen én door de lagere totale ruwvoeropname daalt de P-opname uit ruwvoer met gemiddeld 1,7 kg P/koe per jaar bij zwaar maaïen (Z). Dit is een daling van bijna 10% (Figuur 29). Daarentegen neemt de P-opname uit krachtvoer toe met 1 kg (Figuur 31). Deze stijging is bijna volledig toe te schrijven aan de grotere hoeveelheid krachtvoer, het gemiddelde P-gehalte in het krachtvoer blijft vrijwel gelijk (Figuur 32). Door zwaarder maaïen neemt het P-gehalte van het totale rantsoen af van gemiddeld 3,96 tot 3,88 g P/kg ds (Figuur 34). De totale P-opname per melkkoe daalt met gemiddeld 678 gram P, overeenkomend met -2,4%. De bedrijfssystemen variëren hierin van -0,6 tot -4%. De grootste afname vindt logischerwijze plaats op het bedrijf met summerfeeding op basis van volledig graskuil. De kleinste daling is op het bedrijf met beperkte weidegang en 5 kg ds snijmaïs in het rantsoen. Op dit bedrijf leidt zwaar maaïen tot problemen met het rondzetten van de beweiding. Het model gaat daarom minder weiden. Door de hoge productie van graskuil voert het model de koeien meer graskuil en minder snijmaïs bij.

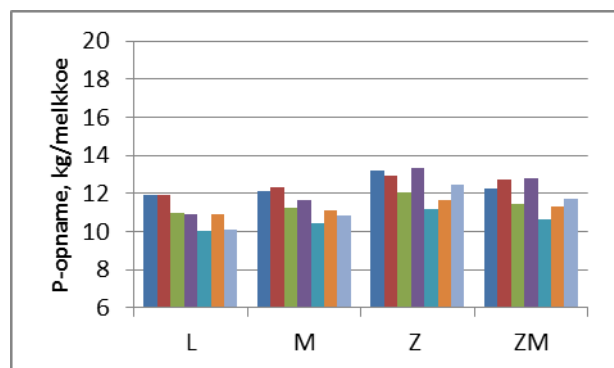
Figuur 29 P-opname per melkkoe per jaar uit ruwvoer



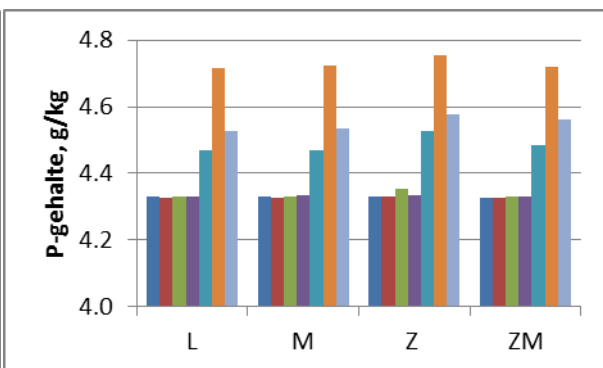
Figuur 30 P-gehalte ruwvoer (vers gras, graskuil en snijmaïs)



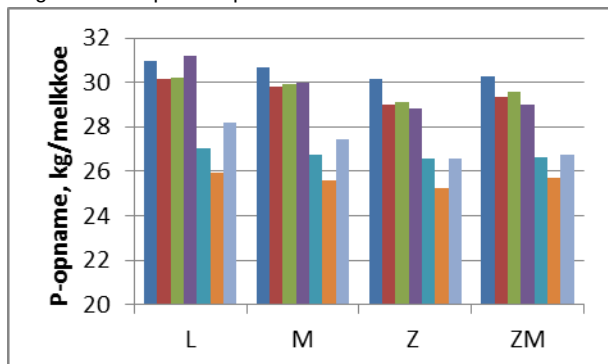
Figuur 31 P-opname per melkkoe per jaar uit krachtvoer



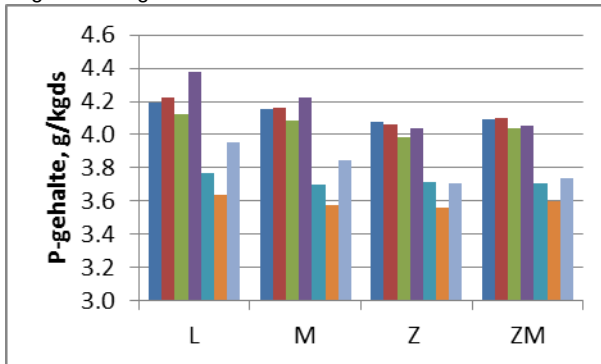
Figuur 32 P-gehalte krachtvoer



Figuur 33 P-opname per melkkoe totaal



Figuur 34 P-gehalte totale rantsoen



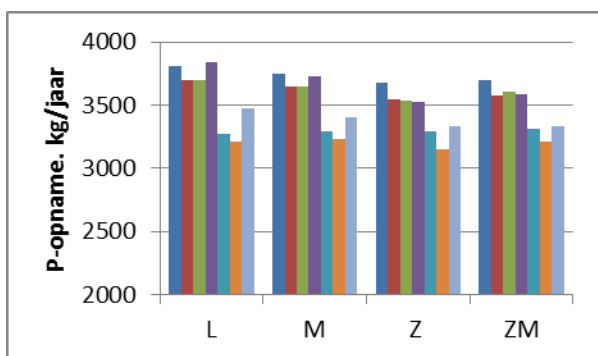
	Bedrijfsysteem	Grondsoort	Gewas	Weiden	Bijvoeding	Stalrantsoen
	Veen onb	Veen	Gras	Onbeperkt	Geen	100% graskuil
	Zand bep g	Zand	Gras	Beperkt	5 kg ds graskuil	100% graskuil
	Zand onb	Zand	Gras	Onbeperkt	Geen	100% graskuil
	Zand sf g	Zand	Gras	Niet	nvt	100% graskuil
	Zand bep m1	Zand	Gras+snijmaïs	Beperkt	5 kg ds snijmaïs	Ca. 30% snijmaïs
	Zand bep m2	Zand	Gras+snijmaïs	Beperkt	8 kg ds snijmaïs	Ca. 50% snijmaïs
	Zand sf m	Zand	Gras+snijmaïs	Niet	nvt	50/50 graskuil/snijmaïs
Snedezwaarte L: Licht M: Midden Z: Zwaar ZM: 1e snede Zwaar, latere sneden Midden						

3.2.5 P-opname en P-behoefte van dieren op bedrijfsniveau en mestsamenvestelling

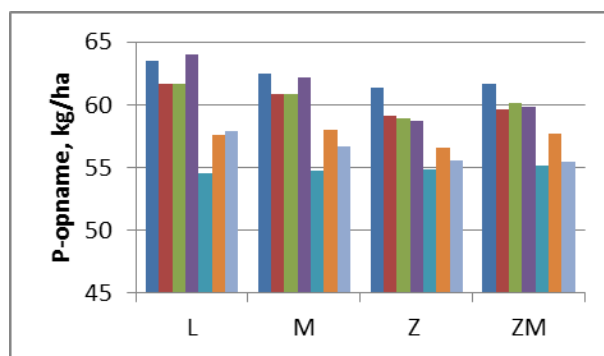
Figuur 35 toont de totale hoeveelheid P die wordt opgenomen door de dieren. Hierbij is het jongvee meegerekend. Er zijn grote verschillen tussen de bedrijfssystemen in de totale hoeveelheid P die wordt opgenomen. Bedrijven met veel gras(kuil) in het rantsoen hebben een hogere P-opname dan de bedrijven met snijmaïs. Zwaar maaien veroorzaakt op bedrijfsniveau een afname van de totale P-opname van gemiddeld 2,5%. Dit komt neer op 81,9 kg P/jaar voor het totale bedrijf, ofwel 1,4 kg P/ha. In de meeste bedrijfssystemen ligt de afname tussen de 2 en 3%. Het bedrijf met summerfeeding op volledig gras realiseert met 5% (172 kg P/jaar) de grootste vermindering van de P-opname op bedrijfsniveau. Op het bedrijf met beperkte weidegang en 5 kg snijmaïsbijvoeding blijft de P-opname vrijwel gelijk (-0,5%).

Zwaarder maaien heeft indirect ook invloed op de mestsamenvestelling. Door het lagere eiwitgehalte in het rantsoen daalt het gemiddelde stikstofgehalte van 4,9 naar 4,6 g N/kg (Figuur 37). Het fosfaatgehalte blijft vrijwel gelijk. Wanneer met forfaitair gerekend wordt moeten de bedrijven, die op basis van N mest af moeten voeren, door het lagere N-gehalte van de mest meer m³ mest afvoeren. De totale mestafzet stijgt dan met gemiddeld 13 ton (+5%). Maar wanneer met BEX gerekend wordt, daalt de afvoer van de mest op basis van N juist omdat ook de N-uitscheiding van de veestapel daalt. Dit geldt specifiek op de doorgerkende bedrijven omdat die zelfvoorzienend zijn voor ruwvoer. Er verandert weinig in het aandeel snijmaïs in het rantsoen door verandering van de snedezwaarte. Wanneer dit op een bedrijf met ruwvoertekort gebeurt dat snijmaïs aankoopt bij normale snedezwaarte, verschuift het rantsoen naar meer (eigen) graskuil bij zwaarder maaien en waarschijnlijk naar een hogere N-uitscheiding. Deze situatie is echter niet doorgerkend.

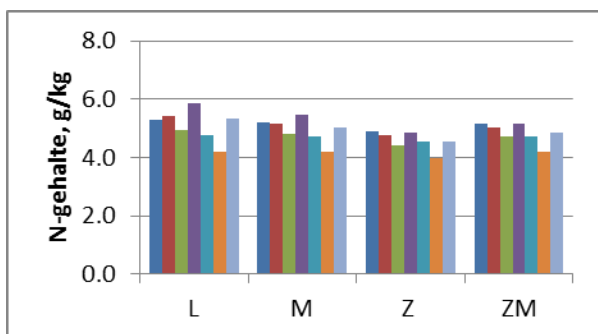
Figuur 35 P-opname veestapel (incl jongvee)



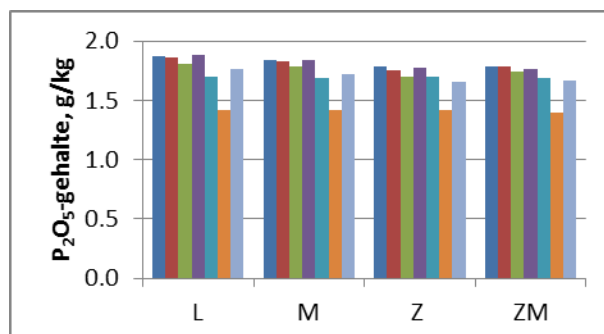
Figuur 36 P-opname veestapel per ha (incl jongvee)



Figuur 37 Stikstofgehalte mest



Figuur 32 Fosfaatgehalte mest



	Bedrijfssysteem	Grondsoort	Gewas	Weiden	Bijvoeding	Stalrantsoen
	Veen onb	Veen	Gras	Onbeperkt	Geen	100% graskuil
	Zand bep g	Zand	Gras	Beperkt	5 kg ds graskuil	100% graskuil
	Zand onb	Zand	Gras	Onbeperkt	Geen	100% graskuil
	Zand sf g	Zand	Gras	Niet	nvt	100% graskuil
	Zand bep m1	Zand	Gras+snijmaïs	Beperkt	5 kg ds snijmaïs	Ca. 30% snijmaïs
	Zand bep m2	Zand	Gras+snijmaïs	Beperkt	8 kg ds snijmaïs	Ca. 50% snijmaïs
	Zand sf m	Zand	Gras+snijmaïs	Niet	nvt	50/50 graskuil/snijmaïs
Snedezwaarte L: Licht M:Midden Z:Zwaar ZM: 1e snede Zwaar, latere sneden Midden						

De behoefte van de dieren op bedrijfsniveau is in de doorgerekende bedrijfssystemen gelijk omdat op bedrijfsniveau dezelfde veestapel en dezelfde melkproductie is aangehouden bij de modelberekeningen. Met behulp van de officiële normen voor Nederland (zie 1.2.3), is berekend dat de veestapel op het bedrijf 3023 kg P per jaar nodig heeft. In de meeste bedrijfssituaties is de totale opname op bedrijfsniveau meer dan 115 % van de behoefte, ook bij zwaarder maaïen (**Tabel 17**). In enkele situaties is de P-opname echter weinig hoger dan de behoefte. Op de bedrijven die 5 en 8 kg ds snijmaïs bijvoeren bij beperkte beweiding is in de standaard situatie de dekking van de P-behoefte respectievelijk 108 en 107 %. In de situatie met zwaar maaïen respectievelijk 109 en 104 %. Vooral een dekking van 104% van de behoefte betekent dat het bedrijf alert moet zijn dat de verdeling van de P over de dier(groep)en in orde is. Hoewel de efficiëntie van de dieren bij het lagere dekkingspercentage omhoog gaat (hoofdstuk 1), kan een structurele fout in de verdeling betekenen dat er dier(groep)en tekort komen en er problemen door P-gebrek kunnen ontstaan. Met name bij jongvee dat weinig krachtvoer krijgt kan er een risico ontstaan.

Tabel 17. Dekkingspercentage van de fosforbehoefte van de veestapel in de doorgerekende scenario's

Scenario → Snedezwaarte ↓	Veen onb	Zand bep g	Zand onb	Zand sf g	Zand bep m1	Zand bep m2	Zand sf m
L	126	122	122	127	108	106	115
M	124	120	120	123	108	107	112
Z	121	117	117	116	109	104	110
ZM	122	118	119	118	109	106	110

3.2.6 P-opname door gewas op bedrijfsniveau

De P-opname door de gewassen is voor een melkveebedrijf geen doel op zich. Het is echter mogelijk dat in de toekomst de hoeveelheid P die uit mest mag worden toegediend, afhangt van de P-onttrekking, een bedrijfsspecifieke P-norm. Dan is het van belang om te weten hoeveel P onttrokken wordt vanuit de bodem. Naar verwachting mag men in de toekomst met de Kringloopwijzer aantonen welke gift met P uit mest overeenkomt met evenwichtsbemesting. Het gaat dan om de P die in de kuil wordt gemeten. Een verlaging van de P-afvoer van de percelen met maaïen zou op die manier een verlaging kunnen betekenen van de hoeveelheid P in mest die op het bedrijf mag worden toegepast. Per saldo is er voor een dergelijk bedrijf dan geen voordeel in verlaging van de mestafvoer te behalen, alleen eventuele andere economische voordelen zouden dan overblijven. Vanuit de theorie zou de onttrekking van P echter hoger kunnen zijn bij zwaarder maaïen. In de modelbedrijven is nagegaan in hoeverre dit bij berekeningen op bedrijfsniveau ook gebeurt.

In **Tabel 18** staat aangegeven hoeveel P per ha op bedrijfsniveau onttrokken wordt in de verschillende situaties. Op de twee bedrijven met summerfeeding (Zand sf g en Zand sf m) is de onttrekking hoger naarmate er zwaarder wordt gemaaid. De P onttrekking op Zand sf g (100 % graskuil rantsoen) stijgt de onttrekking 10 %, op Zand sf m (gras- en maiskuil rantsoen) is dit lager, nl. 7 % omdat het verdund wordt door de oppervlakte maïs waar niets aan verandert. Bij bedrijfsspecifieke onttrekking zouden deze bedrijven extra voordeel kunnen behalen doordat ook de hoeveelheid P die op het bedrijf mag blijven, groter wordt bij zwaarder maaïen. Op de bedrijven met beweiding met 100 % gras (Veen onb, Zand bep g en Zand onb) is het verschil tussen M en Z erg klein en niet consistent lager of hoger. Bij de beide bedrijven die beweiden en maïs bijvoeren (Zand bep m1 en Zand bep m2) is de onttrekking zelfs iets lager wanneer er zwaarder gemaaid wordt. Dit is een gevolg van een lagere onttrekking bij beweiding, de afvoer met kuil blijft gelijk (onderliggende getallen zijn niet weergegeven). Voor de bedrijven met beweiding is er volgens de modelberekeningen dus geen (groot) verschil in P-afvoer van de bodem tussen normaal en zwaar maaïen.

Tabel 18. P-afvoer van de bodem door gras en maïs (beweiding+inkuilen+snijmaïs), kg P/ha op bedrijfsniveau

Scenario → Snedezwaarte ↓	Veen onb	Zand onb g	Zand onb	Zand sf g	Zand onb m1	Zand onb m2	Zand sf m
L	31,4	32,5	30,3	33,2	31,3	30,4	32,2
M	32,5	33,5	29,9	35,0	32,4	31,6	33,7
Z	31,6	33,2	30,3	38,6	31,8	30,0	36,0
ZM	31,9	33,2	30,6	35,2	31,8	30,9	33,1

3.2.7 Economie

Niet-toegerekende kosten

Bij zwaardere sneden wordt er minder gemaaid. Daarmee dalen de niet-toegerekende kosten (Figuur 39). Minder loonwerk is hiervan de belangrijkste reden. Gemiddeld dalen de loonwerkkosten met 18%, ongeveer 6000 euro op bedrijfsniveau.

Toegerekende kosten

Zwaarder maaien veroorzaakt een daling in kwaliteit van de graskuil waardoor extra krachtvoer nodig is om de melkproductie op hetzelfde niveau te houden. Op jaarbasis is gemiddeld bijna 28 ton extra krachtvoer nodig op de modelbedrijven. Het grootste deel hiervan is standaard krachtvoer met een gehalte van 90 DVE/kg. Op het bedrijf met de meeste snijmaïs in het rantsoen is het aandeel standaardkrachtvoer het laagst (80% van het totale krachtvoerverbruik). Het percentage eiwitrijk krachtvoer verandert niet substantieel bij zwaarder maaien (Figuur 42). De grotere hoeveelheid krachtvoer is in de berekeningen grotendeels verantwoordelijk voor de stijging van de voerkosten met gemiddeld 3700 euro. Deze stijging wordt ook zichtbaar in de toegerekende kosten (Figuur 38). Zwaarder maaien leidt echter ook tot een besparing op het gebruik van brandstof en kunstmest omdat er minder hectares gemaaid worden. Uiteindelijk is het totaal van de toegerekende kosten op bedrijfsniveau gemiddeld 2500 euro hoger bij zwaar maaien.

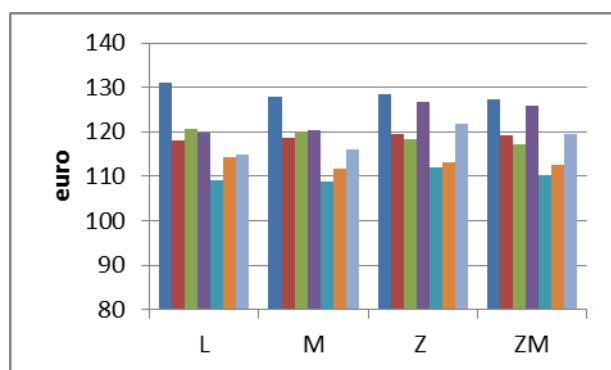
Opbrengsten

Omdat een gelijke melkproductie voor de verschillende situaties is ingesteld in het model, is er geen verschil in melkopbrengsten tussen de bedrijfssystemen en tussen verschillende snedezwaarten. Door zwaarder maaien wordt de ruwwoeropbrengst hoger. Dat leidt op een deel van de bedrijven tot een ruwwoeroverschot. Het model verkoopt dit overschot waardoor de berekende opbrengsten bij zwaarder maaien op vooral de summerfeeding bedrijven hoger liggen dan in de uitgangssituatie (Figuur 40). In de uitgangssituatie is de arbeidsopbrengst op de summerfeeding bedrijven overigens lager dan op de andere bedrijven door de hoge kosten voor maaien en inkuilen. Er is geen rekening gehouden met verschillen in loonwerktarief tussen bedrijfssystemen.

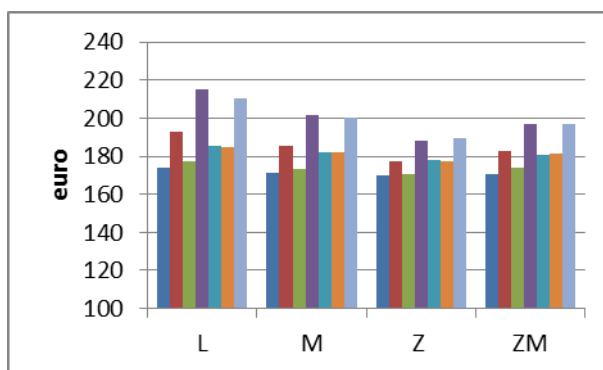
De berekende verkoop van ruwvoer vertroebelt het beeld enigszins omdat een ruwwoeroverschot niet altijd verkoopbaar is. Figuur 41 geeft daarom de arbeidsopbrengst zonder de opbrengst van het overschot aan ruwvoer. Gemiddeld over alle bedrijfssystemen levert zwaarder maaien dan een voordeel op van 4000 euro, variërend van circa +1000 euro voor het weidebedrijf op veen tot +8000 euro voor het bedrijf op zand met volledig gras en beperkte weidegang.

Op de berekende bedrijven is een overschot aan ruwvoer bij zwaarder maaien omdat in de uitgangssituatie voldoende ruwvoer aanwezig is. In een bedrijfssituatie met een tekort aan ruwvoer, zou zwaarder maaien niet tot een overschot (=opbrengsten) leiden maar tot een kleiner tekort. De (toegerekende) kosten voor ruwvoer zouden in dat geval dalen.

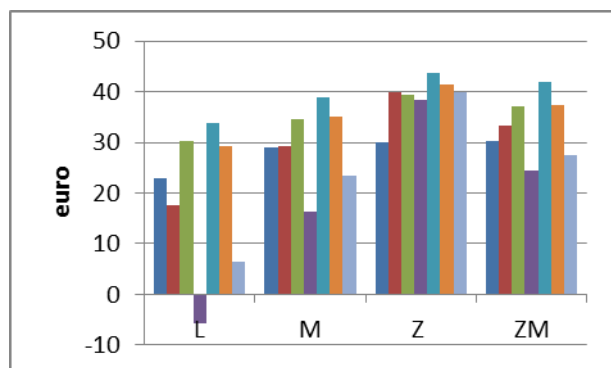
Figuur 38 Totaal toegerekende kosten (x1000)



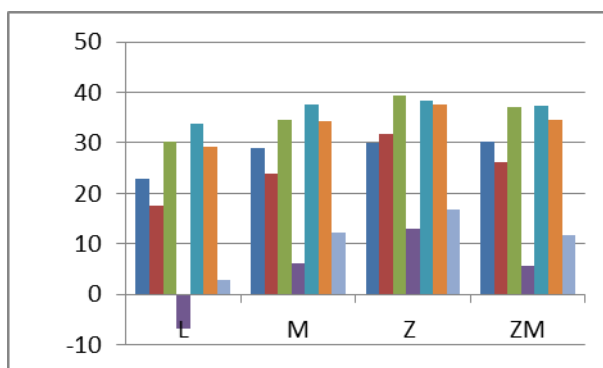
Figuur 39 Totaal niet-toegerekende kosten (x1000)



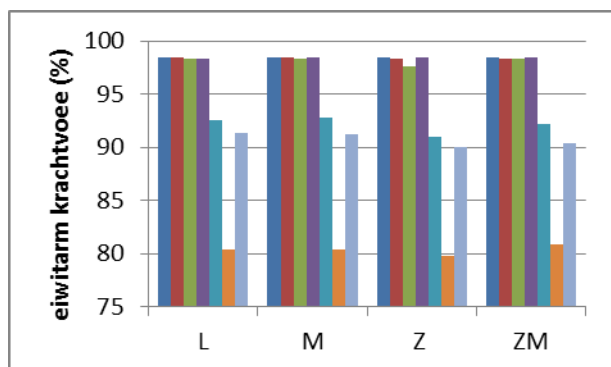
Figuur 40 Arbeidsopbrengst inclusief verkoop van ruwvoer (x1000)



Figuur 41 Arbeidsopbrengst exclusief verkoop van ruwvoer (x1000)



Figuur 42 Aandeel eiwitarm krachtvoer van totaal krachtvoer (%)



Bedrijfsysteem	Grondsoort	Gewas	Weiden	Bijvoeding	Stalrantsoen
Veen onb	Veen	Gras	Onbeperkt	Geen	100% graskuil
Zand bep g	Zand	Gras	Beperkt	5 kg ds graskuil	100% graskuil
Zand onb	Zand	Gras	Onbeperkt	Geen	100% graskuil
Zand sf g	Zand	Gras	Niet	nvt	100% graskuil
Zand bep m1	Zand	Gras+snijmaïs	Beperkt	5 kg ds snijmaïs	Ca. 30% snijmaïs
Zand bep m2	Zand	Gras+snijmaïs	Beperkt	8 kg ds snijmaïs	Ca. 50% snijmaïs
Zand sf m	Zand	Gras+snijmaïs	Niet	nvt	50/50 graskuil/snijmaïs

Snedezwaarte L: Licht M:Midden Z:Zwaar ZM: 1e snede Zwaar, latere sneden Midden

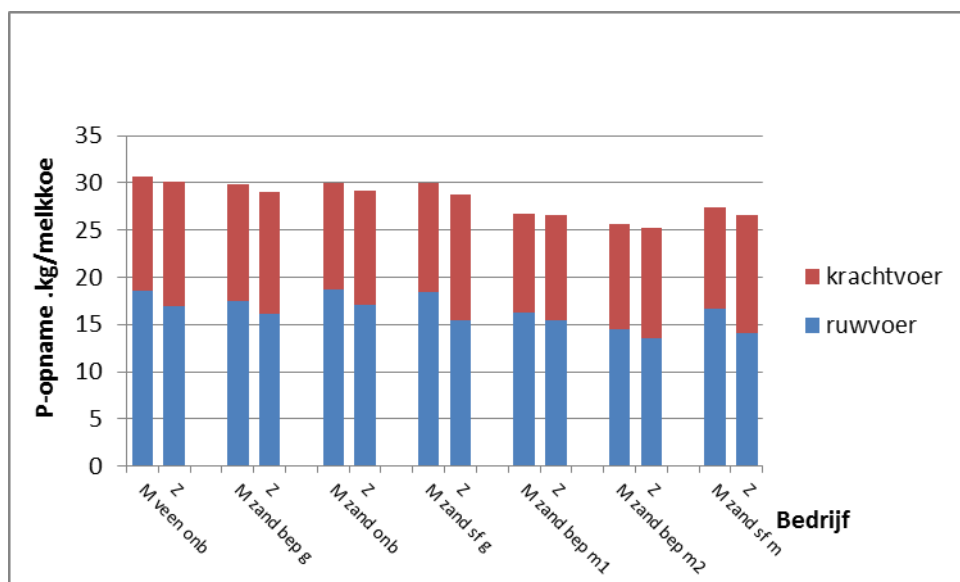
4 Discussie en synthese

4.1 Modelberekeningen en betekenis voor de afvoer van mest

De modelberekeningen met BBPR leveren in verschillende bedrijfssystemen vergelijkbare resultaten. Door zwaarder maaien stijgt de totale droge stofopbrengst op het bedrijf, maar daalt de voederwaarde (VEM en re) en het P-gehalte van vooral de 1^e snede aanzienlijk. Om de daling in voederwaarde te compenseren en de melkproductie op een gelijk niveau te houden is ongeveer 250 kg extra krachtvoer per koe nodig. Op bedrijfsniveau daalt de totale opname van ruwvoer en wordt meer krachtvoer aangekocht (Figuur 43). De daling in P-opname door het lagere P-gehalte in graskuil én door de lagere opname van ruwvoer wordt op die manier deels tenietgedaan door de stijging in P-opname via krachtvoer. Uiteindelijk is de gemiddelde P-opname en daarmee de P-uitscheiding bij zwaar maaien 1,4 kg P/ha (=3,2 kg P₂O₅/ha) lager dan bij normaal maaien.

Er is wel een verschil tussen de bedrijven in het uitgangsniveau en het effect. De grootste daling is te zien op de bedrijven waar een groot deel van het rantsoen uit graskuil bestaat (de eerste 4 bedrijven in Figuur 43) of waar summerfeeding plaatsvindt (7^e bedrijf). Op de beide bedrijven waar snijmais gevoerd wordt (5^e en 6^e bedrijf), blijkt de totale P-opname weinig te dalen bij zwaardere maaisneden. De P-opname op deze bedrijven is al lager dan op de bedrijven zonder snijmais.

Figuur 43 P-opname met ruw- en krachtvoer per melkkoe per bedrijf bij normale (M) en zware maaisneden (Z).



Bedrijfsysteem	Grondsoort	Gewas	Weiden	Bijvoeding	Stalrantsoen
1: veen onb	Veen	Gras	Onbeperkt	geen	100% graskuil
2: zand bep g	Zand	Gras	Beperkt	5 kg ds graskuil	100% graskuil
3: zand onb	Zand	Gras	Onbeperkt	geen	100% graskuil
4: zand sf g	Zand	Gras	Niet	nvt	100% graskuil
5: zand bep m1	Zand	Gras+snijmais	Beperkt	5 kg ds snijmais	ca 30% snijmais
6: zand bep m2	Zand	Gras+snijmais	Beperkt	8 kg ds snijmais	ca 50% snijmais
7: zand sf m	Zand	Gras+snijmais	Niet	nvt	50/50 graskuil/snijmais

snedezwaarte: M: midden, Z: zwaar

De P₂O₅-uitscheiding is in algemene zin het gevolg van een hogere opname van P door het melkvee dan in producten terecht komt (melk en groei). De P₂O₅-uitscheiding per ha wordt berekend uit de P-opname (inclusief jongvee) en de P die in melk en dieren wordt vastgelegd. Omdat de productie en groei niet verandert, betekent een verandering in opname ook een verandering in uitscheiding (Tabel 19). Omgerekend naar afvoer van rundveedrijfmest, kan er op de grasbedrijven (bedrijf 1 t/m 4) 1,6 tot

4,4 ton mestafvoer/ha bespaard worden op basis van P_2O_5 , dat is 95 tot 263 ton op bedrijfsniveau. Op bedrijf 5, het bedrijf met beweiding en 5 kg ds bijvoeding snijmais, verandert de P_2O_5 -uitscheiding nauwelijks, die was al lager dan op de andere bedrijven. Op de bedrijven 6 en 7 is het voordeel vergelijkbaar met bedrijf 1. Op bedrijf 4 (summerfeeding, 100% graskuil) is de grootste daling van de P_2O_5 -uitscheiding te behalen (4,4 ton mestafvoer/ha).

Er is in deze berekening uitgegaan van één standaardgehalte in de mest. Door het lagere N- en P-gehalte in het ruwvoer zullen de gehalten in werkelijkheid in de mest echter ook lager worden.

Hierdoor is het mogelijk dat het voordeel wat kleiner is dan hier berekend omdat er meer kuubs afgevoerd moeten worden om dezelfde afvoer van fosfaat te bewerkstelligen.

Er is in de berekening van geen rekening gehouden met de N-uitscheiding om de resultaten in fosfaatsuitscheiding niet te vertroebelen. In de praktijk kan het zijn dat de verlaging van de fosfaatsuitscheiding niet leidt tot verandering van de mestafvoer omdat er op basis van N afgevoerd moet worden. In dat geval kan verlaging van fosfaatsuitscheiding van het vee ruimte bieden om een (kleine) hoeveelheid fosfaatkunstmest aan te voeren om percelen die het nodig hebben, te bemesten.

Tabel 19. Resultaten van berekeningen van maairegime met zwaardere sneden ten opzichte van maairegime met normale sneden op modelbedrijven.

Resultaat van zware snede ten opzichte van normale snede in:	Bedrijfssysteem						
	Veen onb: onbeperkt weiden, rantsoen 100% gras,	Zand bep g: beperkt weiden 5 kg bijvoeding, rantsoen 100% gras	Zand onb: onbeperkt weiden rantsoen 100% gras	Zand sf g: summer feeding, rantsoen 100% gras	Zand bep m1: beperkt weiden 5 kg bijvoeding, rantsoen 30% snijmais	Zand bep m2: beperkt weiden 8 kg bijvoeding, rantsoen 50% snijmais	Zand sf m: summer feeding, rantsoen 50% snijmais
P_2O_5 -uitscheiding (kg/ha), melkkoeien en jongvee	-2,4	-3,7	-4,0	-6,6	-0,1	-2,5	-2,8
Afvoer rundveedrijfmest* (ton/ha)	-1,6	-2,5	-2,6	-4,4	-0,1	-1,7	-1,9
Totale afvoer rundveedrijfmest* (ton/bedrijf)	-95	-148	-159	-263	-5	-93	-112
Maaï%	-24	-91	-32	-100	-45	-63	-105
Arbeidsinkomen (€/ha) excl. verkoop ruwvoer en mestafvoer	+18	+129	+77	+114	+15	+60	+76
Opbrengst ruwvoer (€/ha)	0	+50	0	+253	+66	+51	+201

*berekend met standaard rundveedrijfmest, 1,5 kg P_2O_5 /ton

4.2 Invloed van uitgangspunten

De stijging van P-opname met krachtvoer is afhankelijk van het gekozen P-gehalte in krachtvoer. In 2009 was bij de deelnemers van project Koeien en Kansen het gemiddelde P-gehalte van krachtvoer 4,8 g P/kg. Dat is gemiddeld 6 % hoger dan het P-gehalte in de berekeningen (Figuur 32). Wanneer het hogere gehalte uit Koeien en Kansen zou zijn gebruikt, wordt het voordeel gemiddeld 9 % lager, gemiddeld 1,3 kg P/ha (in plaats van de eerder berekende 1,4 g P/ha). Hoe hoger het P-gehalte in krachtvoer, hoe kleiner het effect van zwaardere sneden op de P-opname door dieren omdat de lagere opname uit kuilgras gecompenseerd wordt met een krachtvoer dat meer P bevat. In de praktijk werken voerfabrikanten echter aan verlaging van het P-gehalte van krachtvoer en is de verwachting dat de verlaging verder door zal gaan :

<http://www.lto.nl/media/default.aspx/emma/org/10829351/intentieverklaring%20pva%20zuivelketen%20definitieve%20versie%202013.pdf>. Bij een lager P-gehalte van het krachtvoer zal de totale daling van de P-opname door zwaarder maaien juist groter zijn dan de berekende 1,4 kg P/ha. Wanneer het P-gehalte 10 % lager is dan nu in de berekeningen is gebruikt, is het voordeel van zwaarder maaien juist groter, gemiddeld 1,7 kg P/ha. Hoe lager het P-gehalte van het krachtvoer, hoe groter het voordeel van zwaarder maaien op de P-uitscheiding ten opzichte van normaal maaien.

Ook de keuze van het P-gehalte van gras is belangrijk voor de uitkomsten. Bij de modelberekeningen is gekozen voor 3,8 g P/kg bij een weidesnede in de eerste snede. Wanneer voor een hoger P-gehalte wordt gekozen, is de opname van P door het vee in ruwvoer in alle situaties (ook bij zwaardere sneden) hoger maar het verschil tussen de P-opname door dieren bij normaal en zwaar maaien wordt ook groter. Hoe hoger P-gehalte in het gras hoe groter de daling van de P-opname door het melkvee bij zwaarder maaien ten opzichte van normaal maaien.

Een gelijkblijvende melkproductie per koe is uitgangspunt geweest in de berekeningen. Alternatief zou zijn om de mindere kwaliteit ruwvoer niet te compenseren en de melkproductie per koe te laten dalen. Voor een gelijkblijvende totale melkproductie zouden dan meer koeien nodig zijn waardoor de totale P-opname echter ook weer zou stijgen. Een andere optie zou zijn om de totale melkproductie te laten dalen bij een gelijkblijvend aantal koeien. In dat geval zou de totale P-afvoer via melk echter dalen. Het is de verwachting dat beide alternatieven niet leiden tot een andere conclusie ten aanzien van de vermindering van P-opname door zwaarder maaien.

Het model BBPR is gebaseerd op gegevens volgens 'goede landbouwpraktijk'. De berekende VEM en re-gehaltes van de graskuilen zijn mede daardoor aan de hoge kant vergeleken met de resultaten uit de praktijk van de afgelopen jaren. Wanneer in de praktijk de kwaliteit van het ruwvoer lager ligt dan volgens de modelberekeningen zal meer én eiwitrijker krachtvoer nodig zijn voor dezelfde melkproductie. Het verschil in krachtvoeraankoop tussen normaal en zwaar maaien zal dan groter zijn en daarmee de kosten hoger. Het zal financieel minder snel aantrekkelijk zijn om de slechtere kwaliteit ruwvoer te compenseren via krachtvoer. Ook hogere krachtvoerprijzen maken de compensatie van het voederwaardeverlies minder snel aantrekkelijk.

4.3 Afwegen van voor- en nadelen

Zwaarder maaien heeft als groot economisch voordeel dat er minder hectares gemaaid hoeven worden waardoor de kosten voor bemesting, loonwerk en diesel fors afnemen ten opzichte van een snedezwaarte die gebruikelijk is, ongeacht de invloed op P-uitscheiding en afvoer van mest. Bedrijven die veel maaien (summerfeeding) kunnen hiermee het grootste financiële voordeel behalen. Zwaarder maaien levert met deze kostenbesparing in de berekeningen voor alle bedrijven een direct financieel voordeel op, variërend van circa 1000 tot 8000 euro/bedrijf, ofwel 16 tot 130 euro/ha. Het gemiddelde voordeel is 65 euro/ha.

De eventuele extra opbrengsten van de verkoop van ruwvoer zijn hierin niet meegerekend. Als deze ruwvoer opbrengsten wel meegerekend worden levert dit ca. 55 euro/ha bij beperkt weiden en ca. 230 euro/ha bij summerfeeding op. Bij onbeperkt weiden is er geen voordeel bij zwaarder maaien.

Of zwaarder maaien voor een individueel bedrijf daadwerkelijk aantrekkelijk is, hangt af van meerdere factoren. In de berekeningen zijn de factoren weidegang, intensiteit, aandeel grasland en ruwvoervoorziening gevarieerd, die spelen daarbij een belangrijke rol. In de praktijk zal ook de verkaveling invloed hebben. Bedrijven die niet weiden, veel gras in het rantsoen hebben, vrij intensief zijn en ruwvoer aankopen kunnen het grootste financiële voordeel behalen. Op de meeste doorgerekende bedrijven ligt het voordeel rond de 65 euro/ha (exclusief verkoop van ruwvoer).

Het maaien bij een zwaardere snede dan nu gebruikelijk is, heeft wel consequenties voor de bedrijfsvoering.

- In de praktijk zal het lastiger zijn om de weidegang goed rond te zetten omdat percelen langer niet beweid kunnen worden om de zwaardere snede te kunnen produceren. Vooral op intensievere bedrijven kan dit een nadeel zijn.
- Een effect waar rekening mee moet worden gehouden bij zwaarder maaien is het lagere N-gehalte in de mest. Wanneer mest afgevoerd moet worden op basis van forfaitaire N-uitscheiding stijgen de kosten voor mestafzet doordat meer m³ mest afgevoerd moeten worden. Bij gebruik van BEX is er echter voordeel omdat de werkelijke N uitscheiding ook lager wordt.

Bij bedrijven die een ruwvoertekort hebben en normaliter snijmaïs aankopen zullen zwaardere sneden leiden tot meer graskuil in het rantsoen en daardoor een hogere N-opname, meer stikstofexcretie en mogelijk meer kosten voor mestafvoer bij gebruik van BEX. Deze situatie is echter niet doorgerekend in deze studie.

Wanneer veel melkveehouders zwaardere sneden zouden gaan maaien, heeft dit ook op nationaal niveau consequenties:

- Een hoger gebruik van krachtvoer betekent op de nationale Nederlandse balans een hoger overschot aan fosfaat. Wanneer het te veel geproduceerde ruwvoer door zwaarder te maaien, ergens in Nederland gebruikt wordt (bijvoorbeeld in vergisters), zonder op een andere post te besparen, zal dit ruwvoer en daarmee het fosfaat uiteindelijk toch in mestproductie terecht komen waardoor het fosfaatoverschot in mest toeneemt. De verhoging van het krachtvoer verbruik opvangen door een deel van het grasland te vervangen en verbouw van eigen krachtvoer is niet doorerekend. Het is mogelijk een oplossing maar zal de druk op de beweiding wel verder vergroten.
- Een minder goede kwaliteit ruwvoer in VEM en ruw eiwit gehalte heeft niet alleen invloed op de melkproductie, ook de methaanuitstoot wordt erdoor beïnvloed. Bij een zwaardere maaisnede zullen de koeien meer methaan produceren (Bannink,...). Voor een individueel bedrijf is dit echter (nog) niet direct van belang.

Lichter maaien en alleen eerste snede zwaarder maaien

Lichter maaien (L) heeft tegenovergestelde effecten ten opzichte van zwaarder maaien. Het maaipercantage neemt toe, terwijl de totale droge stofopbrengst van ruwvoer daalt met 10%. P-gehalte, voederwaarde en eiwitgehalte van het ruwvoer stijgen waardoor de totale P-opname toeneemt met 1,4%. De arbeidsopbrengst neemt in alle bedrijfssystemen af. Gemiddeld is deze afname bijna 7000 euro/bedrijf, ofwel 114 euro/ha. Naast een negatief effect op de berekende arbeidsopbrengst neemt de P-opname per koe toe. Het scenario lichter maaien is daarmee niet aantrekkelijk. Andersom geredeneerd heeft het voor bedrijven die gewend zijn lichte maaisneden te oogsten voordeel om naar zwaardere sneden te gaan, zowel vanuit economisch oogpunt als vanuit oogpunt van P-uitscheiding door het vee.

De effecten van scenario ZM, waarbij alleen de 1^e snede zwaarder wordt gemaaid, zijn vergelijkbaar met die van scenario Z, maar minder groot. De druk op de beweiding is in dit scenario ook minder zwaar dan wanneer het hele jaar zwaardere sneden worden geoogst.

5 Conclusies

Fosforbehoefte van melkvee

Voor de melkkoe die 40 liter produceert is 2,7 g P/kg ds in graskuil voldoende als zij alleen graskuil krijgt, naast krachtvoer. Voor dezelfde koe die 50% snijmaïs en 50% graskuil krijgt is 3,4 g P/kg ds in graskuil voldoende. De kans dat in Nederland de P-voorziening van melkvee door te lage gehalten in het gras in gevaar komt is op dit moment klein. In ieder geval voor rantsoenen die in het ruwvoer 60 % of minder snijmaïs bevatten, is er nog ruimte om het P-gehalte in gras te verlagen zonder dat de gezondheid van de hoogproductieve melkkoeien in gevaar komt.

Analyse proefveldgegevens

- Om de daling van het P-gehalte onder Nederlandse omstandigheden te kwantificeren zijn gegevens geanalyseerd van gras, dat in proeven in Nederland is gemaaid bij een oplopende snedezwaarte. Hieruit bleek dat het P-gehalte in gras ongeveer 0,03 g P/kg ds per groeidag daalt. Wanneer een snede twee weken langer groeit is het gehalte dus ca. 0,4 g P/kg ds lager (ca. 10%). Maar overige gehalten zoals energie-inhoud (VEM) en (ruw) eiwit in gras dalen mee en ruwe celstof stijgt.
- In de loop van de tijd blijkt het P-gehalte van gras te dalen maar de hoeveelheid opgenomen P in het gewas neemt wel toe, de P-opname door het gewas gaat gewoon door. Aan het eind van het traject waarin gemeten is, vlakken zowel afname van P-gehalte als toename van droge stofopbrengst af, de P-opname is vanaf dat moment vrijwel nul. Maar dat is pas na ca. 80 groeidagen, ruim na het aantal groeidagen dat voor deze studie en de praktijk van toepassing is.

Berekeningen met bedrijfsmodel

Maaien bij een zwaardere snede dan gebruikelijk heeft enkele voordelen op bedrijfsniveau:

- De fosfaatuitscheiding door een melkveestapel wordt lager door het maaien van zwaardere sneden (mits het aandeel graskuil in het rantsoen niet toeneemt ten koste van snijmaïs). Hoe groter het aandeel graskuil in het rantsoen, hoe groter het voordeel. Het grootste voordeel is te behalen bij summerfeeding met 100 % graskuil, 6,6 kg P₂O₅/ha (= 4,4 ton rundveedrijfmest/ha). Bij een aandeel van 30% snijmaïs in het rantsoen en beweiding is er geen voordeel.
- Direct economisch voordeel is er door de lagere kosten voor maaien en inkuilen. In loonwerk kan het voordeel oplopen tot ruim €100,-/ha bij summerfeeding. Als het overschot aan ruwvoer verkocht kan worden, neemt het voordeel verder toe.

Er zijn echter belangrijke consequenties van zwaardere maaisneden voor de bedrijfsvoering:

- Het gebruik van krachtvoer neemt toe omdat de kwaliteit van graskuil lager is. Er blijft, in geval van zelfvoorziening in de normale situatie, ruwvoer over met een lage kwaliteit.
- De beweiding is lastiger rond te zetten omdat het langer duurt voor percelen vrij zijn voor beweiding.

Nationaal niveau

Wanneer veel melkveehouders zwaardere sneden zouden gaan maaien, heeft dit ook op nationaal niveau consequenties:

- Een hoger gebruik van krachtvoer betekent op de nationale Nederlandse balans een hoger overschot aan fosfaat. Wanneer het te veel geproduceerde ruwvoer door zwaarder te maaien, ergens in Nederland gebruikt wordt (bijvoorbeeld in vergisters) zal het fosfaatoverschot in mest toeneemt. De verhoging van het krachtvoerconsumptie opvangen door een deel van het grasland te vervangen en verbouw van eigen krachtvoer is niet doorgerekend maar zal de druk op de beweiding verder vergroten.
- Een lagere kwaliteit ruwvoer in VEM- en ruw eiwitgehalte heeft niet alleen invloed op de melkproductie, ook de methaanuitstoot wordt erdoor beïnvloed. Bij een zwaardere maaisnede produceren de koeien meer methaan door de kwaliteit van het gras (Bannink en Dijkstra, 2012). Voor een individueel bedrijf is dit echter (nog) niet direct van belang.

Literatuur

- Bannink A., Šebek L., Dijkstra J. (2010) Efficiency of phosphorus and calcium utilization in dairy cattle and implications for the environment., in: D. M. D. D. Vitti and E. Kebreab (Eds.), Phosphorus and calcium utilization and requirements in farm animals, CAB International pp. 151-172.
- Bannink A., Dijkstra J. (2012) Methaanuitstoot spiegel van het rantsoen: lager eiwitgehalte in gras door huidig mestbeleid geeft meer methaanuitstoot. *Veeteelt* 29(11) p12-14
- Bruinenberg M.H., van Middelkoop J.C. (2004) Werking van stikstof uit runderdrijfmest. *Praktijkrapport Rundvee* 43.
- Bruggen, C. van (2011) Dierlijke mest en mineralen, 2009. Centraal Bureau Statistiek.
- COMV. (2005) Handleiding mineralenvoorziening rundvee, schapen, geiten. Commissie Onderzoek Minerale Voeding. 6 ed. Centraal Veevoeder Bureau, Lelystad.
- Ehlert P.A.I., van Middelkoop J.C., van de Salm C., Dekker P.H.M. (2008). Effecten van fosfaatoverschotten op gras- en bouwland op langere termijn. Stand van zaken 2007. Alterra rapport 1665.
- Harville D.C. (1977) Maximum likelihood approaches to variance component estimation and to related problems. *Journal of the American Statistical Association* Vol. 72: 320-338
- Holshof G., van Houwelingen K.M. (2008). Landbouwkundige gevolgen peilverhoging in het veenweidegebied. *Animal Sciences Group Rapport* 162.
- Hunt I.V. (1973) Studies of response to fertilizer nitrogen .4. Effects of fertilizer nitrogen on chemical composition of primary growth of perennial ryegrass. *Journal of the British Grassland Society* 28:171-180.
- Minson D.J. (1990) Phosphorus, in: D. J. Minson (Ed.), *Forage in ruminant nutrition*, Academic Press, Sydney. pp. 231-264.
- Valk H., Beynen A.C. (2003) Proposal for the assessment of phosphorus requirements of dairy cows. *Livestock Production Science* 79:267-272. DOI: 10.1016/s0301-6226(02)00173-2.
- Wilman D. (1975) Nitrogen and italian ryegrass .2. Growth up to 14 weeks - Nitrogen, phosphorus and potassium content and yield. *Journal of the British Grassland Society* 30:243-249.
- Wilson R.K., McCarric R.B. (1967) A nutritional study of grass swards at progressive stage of maturity .I. Digestibility intake yield and chemical composition of dried grass harvested from swards of Irish perennial ryegrass, timothy and a mixed sward at 9 progressive stages of growth. *Irish Journal of Agricultural Research* 6:267-&.

Bijlagen

Bijlage 1 Overzicht gebruikte veldproeven op grasland en bodemanalyses

Overzicht gebruikte proeven ter bepaling van het verloop van het P-gehalte in gras bij toenemende snedezwaarte

Proef	Soort proef	Jaar	Grond-soort	Snede	Range bemesting N, kg/ha	Range bemesting P ₂ O ₅ , kg/ha	Aantal records
1	NP-werking rdm*	1999	Klei	1,2,3,4	0-142	0-111	560
2	NP-werking rdm*	2000	Klei	1,2,3,4	0-150	0-110	560
3	NP-werking rdm*	1999	Zand	1,2,3,4	0-150	0-117	560
4	NP-werking rdm*	2000	Zand	1,2,3,4	0-150	0-110	560
5	Groeiverloop	2002	Veen	1,3,5	0-68	0-79	270
6	Groeiverloop	2003	Veen	1,3,5	0-90	67.5	396
7	Peilverhoging	2005	Veen	1	0-120	25-45	320
8	Peilverhoging	2006	Veen	1	0-120	0-45	320
9	Peilverhoging	2007	veen	1	0-120	25-45	320

*rdm: rundveedrijfmest

Tabel 20. Bodemanalyse 0-5 cm en 5-20 cm van percelen WBH J61-62 (klei) en Cra 48 (zand) voor NP-werking rdm proeven (proeven 1-4) op klei- en zandgrond, voorjaar 1999

Perceel	P-AL-getal	K-HCl	Org stof% (gloeiverlies)	pH-KCl	Pw	Ptot	Ntot	Celem
WBHJ61-62 0-5 cm	22	22.6	2.8	7.3	24	116	196	91
WBHJ61-62 5-20 cm	19	22.2	2.7	7.4	24	117	180	30
Cra 48 0-5 cm	32	7.1	3.4	5.5	46	149	155	22
Cra 48 5-20 cm	33	7.4	4.0	5.3	44	165	188	22

Tabel 21. Bodemanalyse 0-5 cm van percelen PR01 (droog) en PR8b (nat) voor groeiverloopproef (proeven 5 en 6) op veengrond, april 2002.

Perceel	P-AL-getal (mg P ₂ O ₅ / 100 gram)	K-HCl	K-getal	Org stof% (gloeiverlies)	pH	Lutum%
PR01	31	52	17	50.8	4.8	26
PR8b	48	52	21	39.7	5.0	28

Tabel 22. Bodemanalyse 0-5 cm van percelen voor peilverhogingsproef (proeven 7-9) op veengrond, januari 2004

Perceel	P-AL-getal (mg P ₂ O ₅ / 100 g)	K-CaCl ₂	K-getal	Org stof% (gloeiverlies)	pH	Mg	Na	Lutum%
PR2	31	236	12	50.3	4.7	567	116	30
PR3	35	186	11	46.2	4.7	528	76	27
PR11	29	452	18	55.8	4.7	590	147	27
PR13	28	275	13	53.7	4.7	565	128	25

Bijlage 2 Reml analyse van P gehalte van gras van proefvelddata met verschillende snedezwaarte

REML variance components analysis

Response variate: LOG(P_geh)
 Fixed model: Constant + gronds + NG100 + gd + gd2 + gronds.gd + gronds.gd2 + NG100.gd2 + LNP2O5gift + gd.std + gd.std2
 Random model: Proef + Proef.fperceel + Proef.fperceel.fOntwatering + proef.fperceel.fOntwatering.Herh + PJ + PS + PJS + Snede.Object + P.J.fPgift.FNgift + Snede.fPgift.FNgift.gronds

Fixed term	Wald statistic	n.d.f.	F statistic	d.d.f.	F pr
gronds	5.85	2	2.85	25.0	0.077
NG100	2.31	1	2.31	58.7	0.134
Gd30	2820.44	1	2820.44	1486.6	<0.001
Gd30 ²	157.01	1	157.01	1864.2	<0.001
gronds.gd30	28.95	2	14.47	1138.7	<0.001
NG100.gd30 ²	17.59	1	17.59	1936.0	<0.001
LN(P ₂ O ₅ gift)	2.17	1	2.17	65.7	0.146
Gd30.std	29.35	1	29.35	1080.5	<0.001
Gd30.std ²	43.62	1	43.62	895.5	<0.001

Dropping individual terms from full fixed model

Fixed term	Wald statistic	n.d.f.	F statistic	d.d.f.	F pr
gronds.gd30	33.33	2	16.66	1138.7	<0.001
NG100.gd30 ²	21.85	1	21.85	1936.0	<0.001
LN(P ₂ O ₅ gift)	2.25	1	2.25	65.7	0.138
Gd30.std	25.16	1	25.16	1080.5	<0.001
Gd30.std ²	43.62	1	43.62	895.5	<0.001

De termen die gebruikt zijn zijn:

- gronds: grondsoort: onderscheiden is zand, klei en veen
- gd30: aantal groeidagen minus 30 (gd30² = groeidagen minus 30 in het kwadraat, dus tevens als kwadratische term opgenomen).
- NG100: N gift (werkzame N/ha per snede uit kunstmest en drijfmest) minus 100
- Std: startdag (dagnummer in het jaar) van de snede, std²: de kwadratische term
- LN(P₂O₅gift): Log van de P gift, waarbij de P-gift met 1 eenheid is verhoogd (Log(0) kan niet)
- Interactie termen: gronds.Gd30, NG100.Gd30², Gd30.std, Gd30.std²



Wageningen UR Livestock Research

Edelhertweg 15, 8219 PH Lelystad T 0320 238238 F 0320 238050

E info.livestockresearch@wur.nl | www.livestockresearch.wur.nl