



PraktijkRapport Rundvee 33

Herziening bemonsteringsdiepte onder grasland



Augustus 2003

Rundvee





Colofon

Uitgever

Animal Sciences Group / Praktijkonderzoek
Postbus 2176, 8203 AD Lelystad
Telefoon 0320 - 293 211
Fax 0320 - 241 584
E-mail info.po.asg@wur.nl
Internet <http://www.asg.wur.nl/po>

Redactie en fotografie

Praktijkonderzoek

© Animal Sciences Group

Het is verboden zonder schriftelijke toestemming van de uitgever deze uitgave of delen van deze uitgave te kopiëren, te vermenigvuldigen, digitaal om te zetten of op een andere wijze beschikbaar te stellen.

Aansprakelijkheid

Animal Sciences Group aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen

Bestellen

ISSN 1570-8616
Eerste druk 2003/oplage 100
Prijs € 17,50

Losse nummers zijn schriftelijk, telefonisch, per E-mail of via de website te bestellen bij de uitgever.

Referaat

ISSN 1570 - 8616

Boer, H.C. de, et al (ASG, divisie
Praktijkonderzoek)

Herziening bemonsteringsdiepte onder grasland
(2003) PV PraktijkRapport Rundvee 33
50 pagina's, 62 tabellen

Omschrijving

In dit onderzoek is op basis van een groot aantal praktijkgegevens onderzocht wat de relatie is tussen de waarde van bodemkentallen in bodemlaag 0-5 en 0-10 cm onder grasland. Deze relatie is vervolgens gebruikt om het bemestingsadvies voor grasland op basis van bemonstering van bodemlaag 0-5 cm te transformeren naar een bemestingsadvies op basis van bemonstering van bodemlaag 0-10 cm. De omgevormde adviezen zijn opgenomen in de nieuwe 'Adviesbasis bemesting grasland en voedergrassen (2002)'. Met deze omgevormde adviezen kunnen veehouders hun bemesting baseren op bemonstering van bodemlaag 0-10 cm.

Trefwoorden:

bemestingsadvies, grasland, bodem, 0-5 cm, 0-10 cm, bemonsteringsdiepte, bemonstering, fosfaat, kalium, natrium, magnesium, koper, kobalt, mangaan, kalk, pH



PraktijkRapport Rundvee 33

Herziening bemonsteringsdiepte onder grasland

Revised sampling depth under grassland

H.C. de Boer
D.W. Bussink
R.L.M. Schils

Augustus 2003

Voorwoord

In de studie 'Herziening bemonsteringsdiepte op grasland' is onderzocht of het mogelijk is om het bemestingsadvies voor grasland op basis van bemonstering van bodemlaag 0-5 cm om te vormen naar een bemestingsadvies op basis van bemonstering van bodemlaag 0-10 cm. De resultaten van dit onderzoek zijn na terugkoppeling met de 'Commissie Bemesting Grasland en Voedergewassen' verwerkt in de nieuwe 'Adviesbasis voor grasland en voedergewassen' (2002) (www.bemestingsadvies.nl).

Bemonstering van de bodemlaag 0-10 cm in plaats van bodemlaag 0-5 cm heeft diverse voordelen. Niet alleen is de monstername zelf nauwkeuriger, ook de beschikbare hoeveelheid nutriënten die de bodem aan het gewas levert kan beter geschat worden. Hierdoor wordt het mogelijk om nauwkeuriger te bemesten, waardoor verliezen naar het milieu afnemen. Bovendien heeft dieper bemonsteren een daling van de monster- en analysekosten voor veehouders tot gevolg. De algemene grondbemonstering kan namelijk gecombineerd worden met bijvoorbeeld de NLV-bepaling, die al in bodemlaag 0-10 cm wordt uitgevoerd. Ten slotte wordt met bemonstering van bodemlaag 0-10 cm aangesloten bij de internationale standaard.

Het onderzoek is gefinancierd door het Productschap Zuivel en uitgevoerd door ASG, divisie Praktijkonderzoek in samenwerking met het Nutriënten Management Instituut (NMI). De gebruikte data zijn onder andere afkomstig van de projecten 'Koeien en Kansen', 'Bioveem' en 'Praktijkcijfers'. Statistische ondersteuning bij het analyseren en modelleren van de data is verleend door Geert André (PV) en Johan van Riel (PV).

F. Mandersloot
Hoofd Rundvee, Schapen, Paarden en Geiten

Samenvatting

De benutting van nutriënten is een belangrijk item in de melkveehouderij. Een goede benutting kan ongewenste neveneffecten van bemesting, zoals verliezen via uitspoeling, tot een minimum beperken. Een belangrijk nutriënt is fosfaat. Verlaging van fosfaatverliezen door reductie van het fosfaatoverschot is onderdeel van overheidsbeleid (MINAS). Een lager fosfaatoverschot kan bereikt worden door een geringere fosfaatbemesting. Daarbij is een goede schatting van de bijdrage van het bodemfosfaat aan de gewasvoorziening belangrijk. Het bodemfosfaat zou beter geschat kunnen worden door de huidige bemonsteringsdiepte, waarop het bemestingsadvies voor fosfaat gebaseerd is, te herzien. In de loop der jaren zijn namelijk de omstandigheden waarop het fosfaatadvies gebaseerd is, gewijzigd. Bewezen is dat bodemlaag 5-10 cm, in tegenstelling tot eerdere aannames, in belangrijke mate kan bijdragen aan de fosfaatvoorziening van het gewas. Daarnaast is de fosfaattoestand van deze bodemlaag toegenomen door frequentere graslandvernieuwing en toediening van dierlijke mest tot een diepte van 15 cm. Op basis van deze ontwikkelingen werd verondersteld dat de fosfaattoestand in bodemlaag 0-5 cm geen goede parameter meer is voor het schatten van de hoeveelheid beschikbaar bodemfosfaat. Vanwege de toegenomen hoeveelheid fosfaat in de ondergrond is de kans groot dat de hoeveelheid beschikbaar fosfaat onderschat wordt en er te veel fosfaat bemest wordt. Meting van de fosfaattoestand tot grotere diepte zou de kans op onderschatting, en de daaruit voortvloeiende verliezen, kunnen verkleinen. In plaats van bodemlaag 0-5 cm zou beter bodemlaag 0-10 cm bemonsterd kunnen worden. Bijkomende voordelen van 0-10 bemonstering zijn een toenemende bemonsteringsnauwkeurigheid en de mogelijkheid tot combinatie met de NLV-bepaling. Hierdoor nemen de bemonsteringskosten voor veehouders af.

Naast fosfaat zijn de bemestingsadviezen voor kalk, kalium, magnesium, natrium, koper, kobalt en mangaan eveneens gebaseerd op grondonderzoek van bodemlaag 0-5 cm. Een eventuele overstap naar 0-10 bemonstering dient samen te gaan met een zorgvuldige afweging van de gevolgen voor het bemestingsadvies voor de overige elementen. Een gunstig effect van 0-10 bemonstering is dat de trefkans van mobiele elementen zoals kalium verhoogd wordt. Deze mobiele elementen kunnen grotendeels uit bodemlaag 0-5 gespoeld zijn, maar nog wel (gedeeltelijk) aanwezig zijn in laag 5-10 cm.

Het doel van het onderhavige onderzoek was het omvormen van het bemestingsadvies op basis van 0-5 bemonstering naar een bemestingsadvies op basis van 0-10 bemonstering. Hierbij diende het bemestingsadvies gemiddeld gelijk te blijven. Daarnaast diende de relatie tussen de gewasopname van een element en het voorspelde analyseresultaat van bodemlaag 0-10 cm minstens even goed te zijn als de relatie met bodemlaag 0-5.

Bij de omvorming van het bemestingsadvies werd op basis van analysegegevens van een groot aantal percelen op verschillende grondsoorten uit verschillende jaren de relatie geschat tussen bodemlaag 0-5 en bodemlaag 0-10. Daarna werd het bemestingsadvies uit de Bemestingsadviesbasis (1998) continu gemaakt en aangepast aan deze relatie. Vervolgens werd getoetst wat de afwijkingen in bemestingsadvies waren bij overschakeling.

Uit de resultaten bleek dat de relatie tussen bodemlaag 0-5 en bodemlaag 0-10 met behulp van lineaire regressie (REML) nauwkeurig geschat kon worden met percentages verklaarde variantie van 90 procent of meer. De gehalten in 0-10 waren daarbij systematisch lager dan bij 0-5. De afwijking in bemestingsadvies na omschakeling, die in het ideale geval afwezig zou zijn, was in het algemeen kleiner dan vijf procent. De relatie tussen de gewasrespons en het analyseresultaat van bodemlaag 0-10 cm was in het algemeen gelijk of iets beter dan de relatie tussen de gewasrespons en het analyseresultaat van bodemlaag 0-5 cm. Op basis van deze resultaten werd geconcludeerd dat omschakeling van 0-5 bemonstering naar 0-10 bemonstering verantwoord is voor alle elementen. Vervolgens zijn de bemestingsadviezen uit de Bemestingsadviesbasis (1998) omgezet van 0-5 naar 0-10 bemonstering door de klassengrenzen aan te passen. De nieuwe adviezen zijn geaccordeerd door de Commissie Bemesting Grasland en Voedergewassen en opgenomen in de nieuwe Bemestingsadviesbasis (2002) die online beschikbaar is via www.bemestingsadvies.nl.

Omschakeling van 0-5 naar 0-10 bemonstering is een eerste stap naar een meer nauwkeurige fosfaatbemesting. Gezien de grote veranderingen in de landbouwpraktijk sinds opstelling van het fosfaatbemestingsadvies in de jaren zestig is het de vraag of het huidige fosfaatadvies überhaupt nog wel van toepassing is. Nieuw onderzoek zou uitsluitsel kunnen geven.

Summary

Nutrient utilisation is an important aspect of dairy farming. Good utilisation can minimise undesirable side-effects of fertilisation, such as nutrient loss via leaching. One of the government's aims in its mineral bookkeeping policy (MINAS) is to reduce farm emissions of the important nutrient phosphate, by reducing the surplus of phosphate. The phosphate surplus can be decreased by applying less phosphate fertiliser, but to do this it is important to be able to make a good estimate of the contribution soil phosphate makes to the crop's supply. Soil phosphate could be estimated better by revising the current soil sampling depth on which the phosphate fertilisation recommendations are based. This is because the circumstances on which the phosphate fertilisation recommendations are based have changed; it has been demonstrated that contrary to previous assumptions, the 5-10 cm soil layer can contribute appreciably to the crop's phosphate supply. In addition, as a result of the more frequent renovation of grassland, plus the application of manure to a depth of 10-15 cm, the phosphate content of the subsoil has increased. In the light of these developments it seemed likely that the phosphate content in the 0-5 cm soil layer was no longer a good parameter for estimating the amount of available soil phosphate. Given the increased amount of phosphate in the subsoil it is highly likely that the amount of available phosphate is being underestimated and that too much phosphate fertiliser is being applied. Measuring the phosphate content to a greater depth could reduce the likelihood of underestimating the phosphate content and would also reduce the phosphate emissions arising from this underestimation. Thus, instead of sampling the 0-5 cm soil layer it would be better to sample the 0-10 cm layer. Additional advantages of sampling from 0-10 cm are the increased sampling accuracy and the possibility of incorporating the determination of the N-supply potential of the soil into the procedure. This would reduce the sampling costs for farmers.

Not only the fertilisation recommendations for phosphate but also those for lime, potassium, magnesium, sodium, copper, cobalt and manganese are based on analysing the soil from 0-5 cm depth. Therefore the repercussions of changing the sampling depth on the fertilisation recommendations for these nutrients need to be carefully considered. One positive effect of sampling the 0-10 cm layer is that it improves the estimation of mobile elements such as potassium. Appreciable amounts of these mobile elements may have been leached out of the 0-5 cm layer but still be present in the 5-10 cm layer.

The research aimed to revise the fertilisation recommendation based on sampling the 0-5 cm layer to recommendations based on sampling the 0-10 cm layer. On average, the fertilisation recommendations were to remain the same, and in addition the relation between the crop uptake of an element and the predicted result of analysing the 0-10 cm soil layer was to be at least as good as the relation for the 0-5 cm soil layer.

When converting the fertiliser recommendations, the data from analysing samples from a large number of fields on different soils and in different years were used to estimate the relation between the 0-5 cm and 0-10 cm soil layers. Next, the fertilisation recommendations (*Bemestingsadvies*) dating from 1998 were made continuous and adapted to this relation. Tests were done to find what differences in the fertilisation recommendations arise from the change-over.

The results showed that the relation between the 0-5 cm and 0-10 cm soil layers could be accurately estimated using linear regression (REML); the explained variance was 90 percent or more. The values in the 0-10 cm layer were systematically lower than those in the 0-5 cm layer. Ideally, there would have been no difference between the old and revised fertilisation recommendations, but in practice a small difference was found: generally of less than 5 percent. The relation between crop response and the results of analysing the 0-10 cm layer was generally the same or slightly better than the relation between the crop response and the results of analysing the 0-5 cm soil layer. From these results it was concluded that switching from 0-5 cm sampling to 0-10 cm sampling is sensible for all elements. The fertilisation recommendations dating from 1998 were then converted from 0-5 cm to 0-10 cm sampling, by adjusting the class boundaries. After being approved by the Committee for the Fertilisation of Grassland and Fodder Crops the revised recommendations were incorporated into the new fertilisation recommendations (*Bemestingsadviesbasis 2002*) that are available online at www.bemestingsadvies.nl.

Switching from 0-5 cm to 0-10 cm sampling is the first step towards more precise phosphate fertilisation. Given the major changes in farming that have taken place since the phosphate fertilisation recommendations were drawn up in the 1960s, it is questionable whether the current phosphate recommendations are still relevant. This needs to be researched.

Abstract

Using an extensive set of field data, the relation between the values of soil indices in the 0-5 and 0-10 cm layers of soil under grassland was investigated. This relationship was then used to convert the fertilisation recommendations for grassland based on sampling the 0-5 cm soil layer to fertilisation recommendations based on sampling the 0-10 cm soil layer. The revised recommendations have been incorporated into the new official recommendations *'Adviesbasis bemesting grasland en voedergewassen'* (2002), so enabling Dutch livestock farmers to base their fertilisation on sampling the 0-10 cm soil layer.

Keywords: fertilisation recommendations, grassland, soil, 0-5 cm, 0-10 cm, sampling depth, sampling, phosphate, potassium, sodium, magnesium, copper, cobalt, manganese, lime, pH

Inhoudsopgave

Voorwoord

Samenvatting

Summary

1	Inleiding	1
2	Materiaal en methoden	3
2.1	Beschrijving dataset voor schatting relatie tussen 0-5 en 0-10	3
2.2	Beschrijving dataset voor schatting relatie tussen gewasopname en bemestingstoestand	4
2.3	Methoden	5
2.3.1	Schatting van de relatie tussen bodemlaag 0-5 en 0-10 en transformatie van klassengrenzen	5
2.3.2	Toetsing van de relatie tussen bemonsteringsdiepte en gewasrespons	6
3	Resultaten	8
3.1	Schatting van de relatie tussen bodemlaag 0-5 en 0-10 en transformatie van klassengrenzen	8
3.1.1	Fosfaat	8
3.1.2	K-getal	10
3.1.3	Mg-gehalte	12
3.1.4	Na-gehalte	13
3.1.5	Cu-gehalte	15
3.1.6	Co-gehalte	17
3.1.7	pH	18
3.1.8	Humus	19
3.1.9	Lutum	20
3.2	Toetsing van de relatie tussen bemonsteringsdiepte en gewasrespons	21
3.2.1	P-gehalte gras eerste en latere sneden	21
3.2.2	K-gehalte gras eerste en latere sneden	22
3.2.3	Na-gehalte gras eerste en latere sneden	24
3.2.4	Mg-gehalte gras eerste snede	26
3.2.5	Cu-gehalte gras eerste en latere sneden	27
3.2.6	Co-gehalte gras eerste en latere sneden	28
3.2.7	Samenvatting gewasrespons	30
4	Discussie	31
5	Conclusies	33
6	Nieuwe bemestingsadvies gebaseerd op 0-10 cm	34
7	Toepassing in de praktijk	37
	Literatuur	38
	Bijlagen	39
Bijlage 1	Kwantitatieve beschrijving van dataset A (berekende 0-10) en B (gemeten 0-10)	39
Bijlage 2	Wegingsfactoren	40
Bijlage 3	Genstat input files	41
Bijlage 4	Continue bemestingsadviezen	42
Bijlage 5	Vergelijking van aangepaste klassegrenzen	46
Bijlage 6	Rekenvoorbeeld	47

1 Inleiding

De benutting van nutriënten is een belangrijk item in de melkveehouderij. Een goede benutting kan ongewenste neveneffecten van bemesting, zoals verliezen via uitspoeling, tot een minimum beperken. Een belangrijk nutriënt is fosfaat. Verlaging van fosfaatverliezen door reductie van het fosfaatoverschot is onderdeel van overheidsbeleid (MINAS).

Een lager fosfaatoverschot kan bereikt worden door een geringere fosfaatbemesting. Daarbij is een goede schatting van de bijdrage van het bodemfosfaat aan de gewasvoorziening belangrijk. Bij een goede schatting van het bodemfosfaat kan er efficiënter bemest worden. Het bodemfosfaat zou beter geschat kunnen worden door de huidige bemonsteringsdiepte, waarop het bemestingsadvies voor fosfaat gebaseerd is, te herzien.

Het bemestingsadvies voor fosfaat is hoofdzakelijk gebaseerd op de gewasreactie in de eerste snede. Deze gewasreactie is van 1940 tot 1960 bestudeerd in experimenteel onderzoek. Destijds is besloten het bemestingsadvies voor grasland te baseren op grondonderzoek van de bodemlaag 0-5 cm. In deze laag was de correlatie tussen de gewasreactie en de fosfaat- en kalitoestand het hoogst, en de veronderstelling was dat de laag 5-10 nauwelijks bijdroeg aan de fosfaatvoorziening van het gewas (Van der Paauw, 1943).

In de loop der jaren zijn de omstandigheden echter gewijzigd. Inmiddels is bekend geworden dat de fosfaattoestand van de ondergrond wel degelijk van belang is voor de grasopbrengst (Den Boer et al., 1995; De Willigen & Van Noordwijk, 1987). Daarnaast is ook de fosfaattoestand van de ondergrond toegenomen. Ten tijde van het onderzoek was het meeste grasland blijvend. Bij blijvend grasland ontstaat een bodemprofiel met een fosfaatrijke bovenlaag van enkele cm en een relatief fosfaatarme onderlaag. Tegenwoordig vindt echter regelmatig graslandvernieuwing plaats, eventueel met vruchtwisseling, en wordt dierlijke mest op een diepte van 0-15 cm toegediend. Deze ontwikkelingen en jarenlange overbemesting op zandgrond, hebben bijgedragen aan een verhoging van de fosfaattoestand van de ondergrond.

Zowel het geconstateerde belang van fosfaat uit de ondergrond alsook de toegenomen fosfaattoestand in de ondergrond leiden tot de veronderstelling dat de fosfaattoestand in bodemlaag 0-5 cm waarschijnlijk geen goede parameter meer is voor het schatten van de hoeveelheid beschikbaar fosfaat in de bodem.

Vanwege de toegenomen hoeveelheid fosfaat in de ondergrond is de kans groot dat de hoeveelheid beschikbaar fosfaat onderschat wordt. Bij het onderschatten van de fosfaattoestand wordt een te hoog fosfaatadvies gegeven, en daarmee een te hoge fosfaatbemesting. Hierdoor neemt de kans op milieubelasting toe. Meting van de fosfaattoestand tot grotere diepte zou de kans op onderschatting van de fosfaattoestand, en de daaruit voortvloeiende verliezen, kunnen verkleinen. In plaats van bodemlaag 0-5 cm zou beter bodemlaag 0-10 cm bemonsterd kunnen worden. Een belangrijke vooronderstelling bij de voorgaande redenering is dat de fosfaattoestand van de ondergrond inderdaad laag was in het onderzoek van 1940-1960.

Een bijkomend voordeel van 0-10 bemonstering is een toename van de nauwkeurigheid van bemonstering. Afwijkingen in bemonsteringsdiepte hebben bij 0-10 bemonstering een geringer effect op het analyseresultaat dan bij 0-5 bemonstering. Tevens wordt bij 0-10 bemonstering de bodemlaag minder vervormd. Bij 0-10 bemonstering wordt het ook mogelijk om de NLV-bepaling te combineren met de algemene bodemanalyse. Dit leidt tot een besparing op bemonsteringskosten voor de melkveehouder.

Bij overschakeling van 0-5 op 0-10 bemonstering dient het bemestingsadvies bij een bepaalde waarde van het kental niet te veranderen. Naast fosfaat zijn de bemestingsadviezen voor kalk, kalium, magnesium, natrium, koper, kobalt en mangaan eveneens gebaseerd op grondonderzoek van bodemlaag 0-5 cm. Een eventuele overstap naar 0-10 bemonstering dient samen te gaan met een zorgvuldige afweging van de gevolgen voor het bemestingsadvies voor de overige elementen. Een gunstig effect van 0-10 bemonstering is dat de trefkans van mobiele elementen zoals kalium verhoogd wordt. Deze mobiele elementen kunnen grotendeels uit bodemlaag 0-5 gespoeld zijn, maar nog wel (gedeeltelijk) aanwezig zijn in laag 5-10 cm.

Het doel van het onderhavige onderzoek was:

- 1) het schatten van de relatie tussen de waarde van een kental in bodemlaag 0-5 en bodemlaag 0-10 cm. Onderzochte kentallen zijn het P-Al-getal, K-getal, Mg-gehalte, Na-gehalte, Cu-gehalte, Co-gehalte, pH, humus- en lutumgehalte.
- 2) het aanpassen van het bemestingsadvies bij 0-10 bemonstering aan de hand van de geschatte relatie tussen bodemlaag 0-5 en bodemlaag 0-10. Het bemestingsadvies bij 0-10 bemonstering diende bij een bepaalde waarde van het kental gelijk te zijn aan het bemestingsadvies bij 0-5 bemonstering. Daarnaast werd getoetst of de relatie tussen gewasopname van een element en het voorspelde analyseresultaat van bodemlaag 0-10 minstens even goed was als de relatie met bodemlaag 0-5.

Het onderhavige onderzoek was een vervolg op eerder onderzoek van Bussink & Spätjens (2000). In dit onderzoek werden ook de relaties tussen bodemlaag 0-5 en 0-10 cm en de gevolgen voor de adviesgift vastgesteld. De gebruikte dataset was echter kleiner en de gevolgde analysemethode anders.

2 Materiaal en methoden

2.1 Beschrijving dataset voor schatting relatie tussen 0-5 en 0-10

Analysegegevens van een groot aantal graspercelen uit verschillende jaren en op verschillende grondsoorten werden samengevoegd. De percelen waren onderzocht op P-Al-getal, K-getal, Mg-gehalte, Na-gehalte, Cu-gehalte, Co-gehalte, pHm humus- en lutumgehalte. Bij het grootste deel van de percelen waren de bodemlagen 0-5 en 5-10 cm geanalyseerd (Dataset 5-10). Van de overige percelen waren de bodemlagen 0-5 en 0-10 cm geanalyseerd (Dataset 0-10).

Bij bemonstering van de bodemlagen 0-5 en 5-10 cm werd uit één boorgat zowel een monster 0-5 als een monster 5-10 gestoken. Bij bemonstering van bodemlagen 0-5 en 0-10 werd het perceel eerst bemonsterd op 0-5 en vervolgens op 0-10. De monsters van 0-10 waren dus uit een ander boorgat afkomstig dan de monsters van 0-5.

De gegevens waren afkomstig van de projecten 'Koeien en Kansen' 98/99 en 2000, het 'PN-Norm' project (Van Middelkoop et al., 2002), het project 'Praktijkcijfers' en het project 'Bioveem' (Anonymus, 2000). Daarnaast waren een aantal gegevens afkomstig van proefvelden op Praktijkcentrum 'Aver Heino'.

Het grootste deel van de gegevens was afkomstig uit het project 'Praktijkcijfers' (Tabel 1). Ongeveer driekwart van de percelen was bemonsterd op bodemlagen 0-5 en 5-10 cm; een kwart was bemonsterd op bodemlagen 0-5 en 0-10 cm.

Tabel 1 Aantal bemonsterde percelen voor het P-Al-getal per bodemlaag per uitgangsdataset

Dataset	Dataset 5-10	Dataset 0-10
Aver Heino	25 ¹⁾	-
Bioveem	-	172
K&K 98/99	199	-
K&K 00	-	143
PN Norm	95	-
Praktijkcijfers	713	-
Totaal	1032	315

¹⁾ na verwijdering uitbijters, zie 2.3 Methoden

Er is sprake van vijf samengevoegde grondsoorten: zand, löss, rivierklei, zeeklei en veen. Onder zand zijn dekzand, IJsselmeerzandgronden en dalgrond ondergebracht. Onder zeeklei zijn oude zeeklei, jonge zeeklei, en IJsselmeerkleigronden samengevoegd. Veen bestaat uit de veen- en kleig-veengronden. Het grootste deel van de percelen lag op zand (Tabel 2). Het aantal percelen op löss was gering.

Tabel 2 Verdeling van aantal percelen per kental over grondsoorten

Grondsoort	P-Al	K-getal	MgO	Na ₂ O	Cu	Co	pH	Humus	Lutum
alles	1347	1256	603	1252	842	838	1247	1323	714
zand	616	573	367	571	359	368	565	607	60
zeeklei	244	220	52	220	137	118	220	235	220
rivierklei	168	168	47	168	114	114	168	168	166
veen	266	242	94	244	189	195	241	260	220
löss	53	53	43	53	43	43	53	53	52

¹⁾ na verwijdering uitbijters, zie 2.3 Methoden

De meeste percelen waren bemonsterd in 1998, 1999 en 2000 (Tabel 3)

Tabel 3 Verdeling van aantal analyses per kental over jaren

Jaar	P-Al	K-getal	MgO	Na ₂ O	Cu	Co	pH	Humus	Lutum
1996	24	0	0	0	0	0	0	0	0
1997	28	4	0	4	0	0	4	28	1
1998	598	576	198	575	198	197	571	597	324
1999	357	334	125	334	329	319	334	359	231
2000	302	301	240	303	274	282	298	298	121
2001	38	41	40	40	41	40	40	41	37

¹⁾ na verwijdering uitbijters, zie 2.3 Methoden

Het aantal waarnemingen per kental verschilde (Tabel 2). De kentallen P-Al-getal, pH, Humus, K-getal en Na hadden de grootste aantallen waarnemingen. Verschillen ontstonden door missende gegevens of omdat sommige kentallen minder vaak bepaald worden.

Het Mg-gehalte, Cu-gehalte, Co-gehalte en lutumgehalte zijn op een aanzienlijk deel van de percelen niet bepaald. Het Mg-gehalte wordt op klei en veen zelden bepaald omdat er voor deze gronden geen Mg-bemestingsadvies is. Bepaling van het Cu- en Co-gehalte wordt minder vaak uitgevoerd omdat deze kentallen geen deel uitmaken van het standaardadvies. Op zandgronden ontbreekt bepaling van het lutumgehalte aangezien dat niet zinvol is.

2.2 Beschrijving dataset voor schatting relatie tussen gewasopname en bemestingstoestand

Analysegegevens van een aantal graspercelen uit het project 'Koeien en Kansen' in 98/99 en 2000 werden samengevoegd. De percelen waren onderzocht op P-Al-getal, K-getal, Mg-gehalte, Na-gehalte, Cu-gehalte, Co-gehalte, pH, humus- en lutumgehalte. De gebruikte gegevens zijn afkomstig uit dezelfde dataset die gebruikt is voor schatting van de relatie tussen bodemlaag 0-5 en 0-10.

In 98/99 zijn de bodemlagen 0-5 en 5-10 cm geanalyseerd (Dataset 5-10). In 2000 zijn de bodemlagen 0-5 en 0-10 cm geanalyseerd (Dataset 0-10). Bij bemonstering van de bodemlagen 0-5 en 5-10 cm werd uit één boorgat zowel een monster 0-5 als een monster 5-10 gestoken. Bij bemonstering van bodemlagen 0-5 en 0-10 werd het perceel eerst bemonsterd op bodemlaag 0-5 en vervolgens op 0-10. De monsters van 0-10 waren dus uit een ander boorgat afkomstig dan de monsters van 0-5.

In beide jaren zijn van de bemonsterde percelen ook versgrasmonsters genomen van de eerste snede. Op een aantal percelen zijn ook versgrasmonsters genomen van volgsneden.

Tabel 4 Aantal bemonsterde percelen per dataset per snede met zowel grondbemonstering als een bemonstering van vers gras

Dataset	Eerste snede	Volgsneden
K&K 98/99	223	85
K&K 2000	53	166

Er is sprake van zes samengevoegde grondsoorten, namelijk zand, löss, rivierklei, zeeklei, veen en IJsselmeergronden. Onder zandgronden vallen dekzand en dalgrond. Onder zeeklei vallen oude zeeklei en jonge zeeklei. Onder veen vallen de veen- en kleig-veengronden. Het grootste deel van de percelen lag op zand (Tabel 2). Het aantal percelen op löss was gering.

Tabel 5 Verdeling van aantal percelen per snede over grondsoorten

Grondsoort	Eerste snede	Volgsneden
alles	276	251
zand	96	129
zeeklei	37	33
rivierklei	37	34
veen	75	29
löss	17	16
ijsselmeergrond	11	10

De bemestingsgegevens van de bemonsterde percelen zijn geregistreerd in BAP en omgerekend naar werkzame hoeveelheden per bemestingscomponent per snede (N, P₂O₅, K₂O, CaO, MgO, Na₂O etc.). Ook de

voortschrijdende totaal beschikbare hoeveelheid voor latere sneden is berekend. De gegevens van de grondanalyse, de gewasanalyse en de bemesting zijn samengevoegd in een spreadsheet en statistisch geanalyseerd.

2.3 Methoden

2.3.1 Schatting van de relatie tussen bodemlaag 0-5 en 0-10 en transformatie van klassengrenzen

Via lineaire regressie werd per dataset (0-5 en 0-10) en per kental een relatie geschat tussen de waarde van het kental in bodemlaag 0-5 cm en de waarde van het kental in bodemlaag 0-10 cm.

Bij dataset 5-10 werd een waarde voor bodemlaag 0-10 geschat door de gegevens van laag 0-5 en laag 5-10 te middelen. Het K-getal werd herberekend op basis van het gemiddelde humusgehalte en de gemiddelde K-HCl (Bemestingsadviesbasis, 1998). In het vervolg worden de datasets met de berekende en gemeten 0-10 waarden respectievelijk dataset A en dataset B genoemd. Een kwantitatieve beschrijving van de datasets is opgenomen in Bijlage 1.

Aangezien bij grotere waarden de residuen toenamen is eerst een logtransformatie uitgevoerd (natuurlijke logaritme). Na logtransformatie werd per kental en per dataset (A en B) een eenvoudige lineaire regressie uitgevoerd ter bepaling van de relatie tussen bodemlaag 0-5 en 0-10. Waarden met een gestandariseerd residu groter dan vier werden in één ronde uit de dataset verwijderd. De resultaten van de eenvoudige lineaire regressieanalyse zijn niet gerapporteerd.

Een lineair regressiemodel op basis van dataset A had in het algemeen een hoger percentage verklaarde variantie en een lagere restvariantie dan een lineair regressiemodel op basis van dataset B. De oorzaak hiervan was het grotere aantal gegevens in dataset A en het feit dat de monsters van zowel laag 0-5 als 5-10 uit hetzelfde boorgat afkomstig waren. Hierdoor was de variatie tussen de bodemlagen geringer.

Als vervolg op de eenvoudige lineaire regressie per dataset werd een lineaire regressie uitgevoerd op een dataset waarin datasets A en B waren samengevoegd. Hierbij diende eerst gecorrigeerd te worden voor het verschil in restvariantie. Een gebruikelijke methode is om de set met de hoogste restvariantie een wegingsfactor te geven. Deze wegingsfactor wordt berekend door de dataset met de laagste restvariantie (A) te delen door de dataset met de hoogste restvariantie (B). Door het toepassen van een wegingsfactor neemt de effectieve grootte van een samengevoegde dataset af. Bij een aantal percelen in dataset A van 1000 en in dataset B van 500 leidt samenvoeging van A en B bij een wegingsfactor van 0,50 tot een effectieve toename van 1000 naar 1250 percelen. De wegingsfactoren zijn per kental vermeldt in Bijlage 2. De Genstat inputfile voor de gewogen lineaire regressie-analyse is vermeldt in Bijlage 3.

Lineaire regressie-analyse van de samengevoegde dataset leverde geschikte modellen op met een hoog percentage verklaarde variantie en een lage restvariantie (niet gerapporteerd). Echter, de modellen konden verder verbeterd worden door REML (REsidual Maximum Likelihood) toe te passen (Genstat 5 Committee, 1993). Toepassing van REML maakte het mogelijk om de variatie tussen bedrijven en jaren te schatten en daarvoor te corrigeren bij schatting van het model. Correctie voor bedrijfseffecten leidde tot het verdwijnen van patronen in de residuenplot. Deze patronen werden hoogstwaarschijnlijk veroorzaakt door meerdere waarnemingen (percelen) op één bedrijf.

Een REML-model bestaat uit een systematisch deel (fixed model) en een variabel deel (random model). Het systematische deel werd gevormd door de waarde van het kental in bodemlaag 0-5, de grondsoort en de interactie tussen kental en grondsoort. Het variabele deel bestond uit het bedrijfseffect, het jaareffect en de interactie hiertussen. Het uiteindelijke model per grondsoort kan als volgt in een formule worden weergegeven:

$$Y_{0-10} = \alpha + \beta * X_{0-5} + \varepsilon_{\text{bedrijfseffect}} + \varepsilon_{\text{jaareffect}} + \varepsilon_{\text{bedrijf*jaareffect}} + \varepsilon_{\text{rest}}$$

met:

Y_{0-10} = ln (geschatte waarde kental in bodemlaag 0-10 cm)

X_{0-5} = ln (gemeten waarde kental in bodemlaag 0-5 cm)

α = constante

β = verzameling richtingscoëfficiënt (bevat effect van interactie kental-grondsoort)

ε = random componenten, opgesplitst in bedrijfseffect, jaareffect, bedrijf*jaarinteractie en rest

De gebruikte Genstat-file voor de REML-analyse is opgenomen in Bijlage 3.

De REML-analyse werd uitgevoerd per grondsoort en met grondsoort als factor. REML-analyse met grondsoort als factor maakte het mogelijk om vast te stellen of grondsoorten significant verschilden in constante of

richtingscoëfficiënt. Het gebruikte model in de berekeningen van de klassengrenzen is het model per grondsoort. De constante werd standaard in het model opgenomen.

De klassegrenzen uit het bemestingsadvies bij 0-5 bemonstering (Bemestingsadviesbasis, 1998) werden omgerekend naar klassegrenzen voor bemestingsadvies bij 0-10 bemonstering. Op basis van de geaggregeerde grondsoortgroepen in de Bemestingsadviesbasis (1998) werden grondsoorten samengevoegd en werden voor de geaggregeerde grondsoortgroepen nieuwe relaties tussen 0-5 en 0-10 geschat met behulp van REML-analyse. Vervolgens werden de klassegrenzen uit de Bemestingsadviesbasis (1998) omgerekend naar klassegrenzen bij 0-10 bemonstering. De nieuwe klassegrenzen werden berekend door de waarde van de oude klassegrenzen in te vullen in de formule die de relatie tussen bodemlaag 0-5 en 0-10 schat.

Een eventueel verschil in bemestingsadvies bij 0-5 en 0-10 bemonstering kan gebruikt worden om te beoordelen of de relatie tussen 0-5 en 0-10 goed geschat is en de klassegrenzen correct getransformeerd zijn. In het ideale geval is er geen verschil in bemestingsadvies bij dezelfde waarde van het kental.

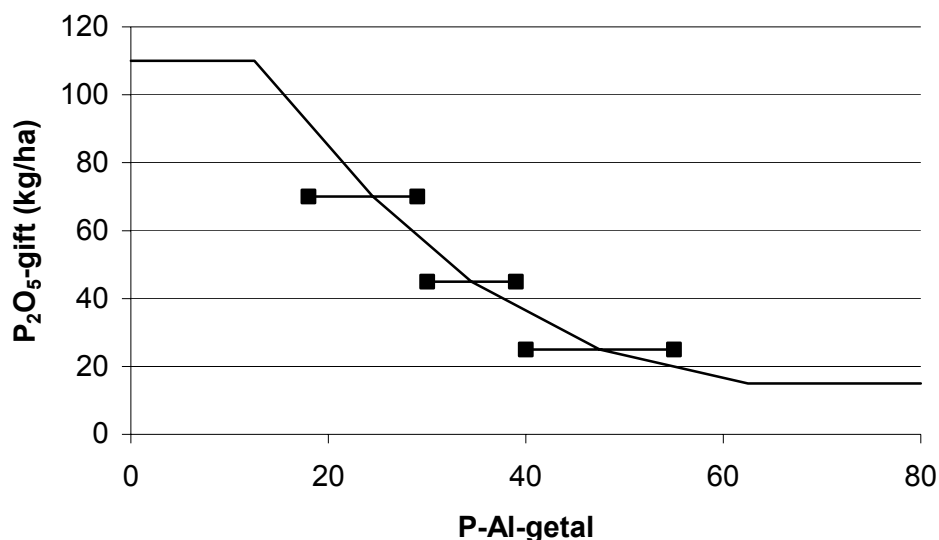
Voor vergelijking van het bemestingsadvies was het eerst noodzakelijk om het discontinue advies (klassen) uit de Bemestingsadviesbasis (1998) om te vormen naar een continue advies. Bij toepassing van het discontinue advies treden er grote sprongen op, waardoor het effect van omschakeling vertekend kan worden. Het discontinue advies werd continu gemaakt door een lijn door het midden van de klassegrenzen te fitten (figuur 1).

De uiteinden van deze lijn werden zodanig geschat dat er een vloeiende lijn ontstond. De lijn wordt begrensd door de minimum- en maximum adviesgift uit de Bemestingsadviesbasis (1998). De uitgangspunten voor de omvorming van het discontinue bemestingsadvies zijn vermeldt in Bijlage 4.

Het bemestingsadvies voor bodemlaag 0-10 cm werd berekend door het geschatte, continue advies te transformeren met behulp van de geschatte relatie tussen bodemlaag 0-5 en 0-10 (Bijlage 4). Dit betekent dat bij figuur 1 de x-waarden werden ingevuld in de formule die de relatie tussen 0-5 en 0-10 per kental per grondsoort schatte.

Op basis van het (geschatte) continue advies (0-5 cm) en het geschatte, getransformeerde continue advies (0-10 cm) werd de adviesgift berekend bij respectievelijk bemonstering van bodemlaag 0-5 cm en bemonstering van bodemlaag 0-10 cm. Hiervoor werden de oorspronkelijke analysegegevens van bodemlaag 0-5 en 0-10 cm uit de dataset gebruikt. Aan de hand van eventuele verschillen in bemestingsadvies kon vervolgens beoordeeld worden of de transformatie geslaagd was. Een rekenvoorbeeld van de gevolgde procedure is gegeven in Bijlage 6.

Figuur 1 Voorbeeld van de transformatie van discontinue advies naar continue advies voor het P-AL-advies op zeeleij, veen, zand en dalgrond



2.3.2 Toetsing van de relatie tussen bemonsteringsdiepte en gewasrespons

Via lineaire regressie werd op basis van de gegevens uit datasets 5-10 en 0-10 per dataset en per kental een relatie geschat tussen laag 0-5 cm en laag 0-10 cm.

Bij dataset 5-10 werd een waarde voor bodemlaag 0-10 berekend door de gegevens van laag 0-5 en laag 5-10 te middelen. Het K-getal werd herberekend op basis van het gemiddelde humusgehalte en de gemiddelde K-HCl

(Bemestingsadviesbasis, 1998). Gezien het geringe aantal waarnemingen is geen onderscheid gemaakt tussen berekende en gemeten 0-10 waarden.

Op grond van eerder onderzoek (Bussink & Spätjens, 2000) werd op de verklarende bodemparameters een logtransformatie (natuurlijke logartihme) toegepast.

Logtransformatie van de meststofgiften leek nodig maar werd niet toegepast. Bij het ontbreken van bemesting met stikstof, fosfaat of kali resulteert log-transformatie namelijk in een missende waarde. Er is gecorrigeerd voor uitbijters door waarden met een gestandaardiseerd residu groter dan drie in één ronde uit de dataset te verwijderen.

Met behulp van meervoudige lineaire regressie op basis van REML (REsidual Maximum Likelihood) (Genstat 5 Committee, 1993) is getracht een gewaskental (bijvoorbeeld P-gehalte) te verklaren uit bodemkenmerken en bemestingsgegevens.

Eerst werd nagegaan of de random variantie per gewasparameter varieerde tussen de jaren. Indien dat het geval was werd een wegingsfactor toegepast. Deze wegingsfactor werd berekend door de dataset met de laagste variantie te delen door de dataset met de hoogste variantie. Door het toepassen van een wegingsfactor neemt de effectieve grootte van een samengestelde dataset af. De wegingsfactoren staan per gewasparameter vermeldt in Bijlage 2.

Toepassing van REML maakte het mogelijk om bedrijfs- en jaareffecten te schatten en daarvoor te corrigeren. Gezien het geringe aantal waarnemingen was corrigeren voor bedrijfseffecten niet goed mogelijk en werd alleen gecorrigeerd voor jaareffecten.

Een REML-model bestaat uit een systematisch deel (fixed model) en een variabel deel (random model). Het systematische deel werd gevormd door de waarde van het kental in bodemlaag 0-5 of 0-10, de grondsoort, de bemesting en mogelijke interacties tussen deze parameters.

Het uiteindelijke model kan als volgt in een formule worden weergegeven:

$$Z = \alpha + \beta * X_{0.5} + \varepsilon_{\text{jaareffect}} + \varepsilon_{\text{rest}} \text{ en}$$

$$Z = \alpha + \beta * X_{0.10} + \varepsilon_{\text{jaareffect}} + \varepsilon_{\text{rest}}$$

waarin:

- X omvat mogelijke bodemparameters: IPAL, IKtal, INa, pH, IHumus, ILutum, ICu en ICo
omvat de bemesting met N, P₂O₅, K₂O, MgO, Na₂O en CaO
omvat interacties tussen bodem- en bemestingsparameters
omvat parameters als groeiduur snede, geschatte opbrengst snede, tijdstip in het groeiseizoen (sneDENummer of dagnummer)
- Z mogelijke parameters: P-, K-, Na-, Mg-, Cu- en Co-gehalte in gras
- α constante
- β verzameling richtingscoëfficiënten
- ε random componenten opgesplitst in een jaareffect en een resteffect

3 Resultaten

3.1 Schatting van de relatie tussen bodemlaag 0-5 en 0-10 en transformatie van klassengrenzen

3.1.1 Fosfaat

Er werden zes uitbijters met een gestandaardiseerd residu groter dan vier verwijderd. Het P-Al-getal van bodemlaag 0-10 was, gemiddeld over alle grondsoorten, circa 9,2 % lager dan het P-Al-getal van bodemlaag 0-5 (Tabel 6). Per grondsoort liep het relatieve verschil uiteen van -14,9 bij zeeklei tot -5,0 % bij zand. Het grootste deel van de bemonsterde percelen lag op zandgrond.

Tabel 6 Gemiddeld P-Al-getal per grondsoort en bodemlaag en absoluut en relatief verschil in P-Al-getal tussen de bodemlagen

Grondsoort	# Percelen	P-Al _{0,5}	P-Al _{0,10}	P-Al _{0,10} - P-Al _{0,5}	Verandering (%)
<i>alle grondsoorten</i>	1347	42,2	38,3	-3,9	-9,2
löss	53	27,6	25,7	-1,9	-6,9
rivierklei	168	32,5	28,9	-3,6	-11,1
veen	266	38,8	33,3	-5,5	-14,2
zand	616	46,4	44,1	-2,3	-5,0
zeeklei	244	44,9	38,2	-6,7	-14,9

De geschatte relatie tussen $\ln(\text{P-Al}_{0,10})$ en $\ln(\text{P-Al}_{0,5})$ met behulp van REML-analyse is per grondsoort weergegeven in Tabel 7. Op basis van de afwezigheid van significante verschillen zouden twee groepen van grondsoorten gevormd kunnen worden: 1) löss en rivierklei; 2) veen, zand en zeeklei.

Tabel 7 Lineaire regressiemodellen voor $\ln(\text{P-Al}_{0,10})$ op basis van $\ln(\text{P-Al}_{0,5})$ na REML-analyse met grondsoort als factor (analyse 1) en REML-analyse per grondsoort (analyse 2)

Grondsoort	Analyse 1		Analyse 2				R^2
	α	β	α	se_{α}	β	se_{β}	
löss	0,1924 ^{abd}	0,9145 ^{abc}	0,1622	0,1641	0,9247	0,0495	89,7
rivierklei	0,2226 ^b	0,8989 ^b	0,1857	0,0754	0,9112	0,0209	93,7
veen	-0,1788 ^{ce}	0,9989 ^{ce}	-0,2318	0,0905	1,0120	0,0242	89,2
zand	-0,1165 ^{de}	1,0145 ^{de}	-0,1232	0,0456	1,0160	0,0122	92,9
zeeklei	-0,1935 ^e	1,0140 ^e	-0,1871	0,0778	1,0080	0,0197	93,4

^{a)} een verschil in letter geeft een significant verschil aan ($\alpha=0,05$)

De omrekening van de discontinue klassengrenzen uit de Bemestingsadviesbasis (1998) bij omschakeling van 0-5 bemonstering naar 0-10 bemonstering is per grondsoort weergegeven in Tabel 8.

Tabel 8 Klassegrenzen per grondsoort voor het P₂O₅-advies bij 0-5-bemonstering (Bemestingsadviesbasis, 1998) en 0-10 bemonstering

Waardering	Löss		Rivierklei		Veen		Zand		Zeeklei	
	0-5	0-10	0-5	0-10	0-5	0-10	0-5	0-10	0-5	0-10
laag	< 13	< 12,6	< 15	< 14,2	< 18	< 14,8	< 18	< 16,7	< 18	< 15,3
vrij laag	13 - 19	12,6 - 17,9	15 - 24	14,2 - 21,8	18 - 29	14,8 - 23,9	18 - 29	16,7 - 27,1	18 - 29	15,3 - 24,7
voldoende	20 - 29	18,8 - 26,5	25 - 34	22,6 - 29,9	30 - 39	24,8 - 32,3	30 - 39	28,0 - 36,6	30 - 39	25,6 - 33,3
ruim vold.	30 - 45	27,3 - 39,7	35 - 55	30,7 - 46,4	40 - 55	33,2 - 45,8	40 - 55	37,5 - 51,8	40 - 55	34,2 - 47,1
hoog	> 45	> 39,7	> 55	> 46,4	> 55	> 45,8	> 55	> 51,8	> 55	> 47,1

In de Bemestingsadviesbasis (1998) behoren de grondsoorten veen, zand en zeeklei tot één groep. Daarom werden de gegevens van deze gronden samengevoegd en werd een nieuwe analyse uitgevoerd (Tabel 9). De grondsoorten veen, zand en zeeklei verschilden onderling niet significant (Tabel 7).

Tabel 9 Lineair regressiemodel voor $\ln(P\text{-}Al_{0,10})$ op basis van $\ln(P\text{-}Al_{0,5})$ na REML-analyse van de grondsoortgroep veen, zand en zeeklei

Grondsoort	α	se_{α}	β	se_{β}	R^2
veen, zand, zeeklei	-0,1583	0,0382	1,0150	0,0100	91,4

De omrekening van de discontinue klassegrenzen uit de Bemestingsadviesbasis (1998) bij omschakeling van 0-5 bemonstering naar 0-10 bemonstering is per grondsoortgroep weergegeven in Tabel 10.

Tabel 10 Klassegrenzen per grondsoortgroep voor het P_2O_5 -advies bij 0-5-bemonstering (Bemestingsadviesbasis, 1998) en 0-10 bemonstering

Waardering	Zeeklei, veen, zand, dalgrond		Rivierklei		Löss	
	0-5	0-10	0-5	0-10	0-5	0-10
laag	< 18	< 16,0	< 15	< 14,2	< 13	< 12,6
vrij laag	18 - 29	16,0 - 26,0	15 - 24	14,2 - 21,8	13 - 19	12,6 - 17,9
voldoende	30 - 39	26,9 - 35,2	25 - 34	22,6 - 29,9	20 - 29	18,8 - 26,5
ruim vold.	40 - 55	36,1 - 49,9	35 - 55	30,7 - 46,4	30 - 45	27,3 - 39,7
hoog	> 55	> 49,9	> 55	> 46,4	> 45	> 39,7

Na omschakeling van 0-5 bemonstering naar 0-10 bemonstering was gemiddeld over alle gronden op 11 % van de percelen geen verschil in P_2O_5 -advies, op 61 % van de percelen de absolute afwijking in P_2O_5 -advies kleiner dan 5 kg ha^{-1} en op 83 % van de percelen de absolute afwijking kleiner dan 10 kg ha^{-1} (Tabel 11). Op veengrond was de absolute afwijking hoger dan op de andere gronden.

Tabel 11 P_2O_5 -bemestingsadvies (kg ha^{-1} , eerste snede) bij 0-5 en 0-10 bemonstering, gemiddeld over alle percelen, en het percentage (%) percelen per afwijkingsklasse (afwijking advies 0-10 van 0-5 in kg ha^{-1} op basis van een continu advies

Grondsoort	P_2O_5 -advies (kg ha^{-1})			Afwijkingsklasse (kg ha^{-1})				
	0-5	0-10	Vershil	0	± 5	$\pm 5-10$	$\pm 10-20$	$> \pm 20$
zand	33,7	33,4	-0,3	13	55	22	11	0
zeeklei	39,4	41,3	+1,9	13	45	32	9	1
löss	43,2	42,3	-0,9	2	66	13	17	2
veen	44,0	43,3	-0,7	6	45	19	22	8
rivierklei	55,1	58,4	+3,3	19	40	22	14	5
Gem.	43,1	43,7	+0,6	11	50	22	15	3

3.1.2 K-getal

Er werden twaalf uitbijters verwijderd met een gestandariseerd residu groter dan vier. Het K-getal van bodemlaag 0-10 was, gemiddeld over alle grondsoorten, circa 8,5 % lager dan het K-getal van bodemlaag 0-5 (Tabel 12). Per grondsoort liep het relatieve verschil uiteen van -15,2 % bij veen tot -5,1 % bij veen.

Tabel 12 Gemiddeld K-getal per grondsoort en bodemlaag en absoluut en relatief verschil in K-getal tussen de bodemlagen

Grondsoort	# Percelen	K-getal _{0,5}	K-getal _{0,10}	K-getal _{0,10} - K-getal _{0,5}	Verandering (%)
<i>alle grondsoorten</i>	1256	29,3	26,8	-2,5	-8,5
löss	53	34,3	32,0	-2,3	-6,7
rivierklei	168	27,5	25,2	-2,3	-8,4
veen	242	19,1	16,2	-2,9	-15,2
zand	573	29,2	26,6	-2,6	-8,9
zeeklei	220	40,9	38,8	-2,1	-5,1

De geschatte relatie tussen $\ln(K_{\text{getal}_{0,10}})$ en $\ln(K_{\text{getal}_{0,5}})$ met behulp van REML-analyse is per grondsoort weergegeven in Tabel 13. Op basis van het ontbreken van significante verschillen zouden de grondsoorten in drie groepen opgedeeld kunnen worden: 1) löss; 2) rivierklei, veen en zand; 3) zeeklei. Het percentage verklaarde variantie van het model bij lössgrond is duidelijk lager dan bij de andere gronden.

Tabel 13 Lineaire regressiemodellen voor $\ln(K_{\text{getal}_{0,10}})$ op basis van $\ln(K_{\text{getal}_{0,5}})$ na REML-analyse met grondsoort als factor (analyse 1) en REML-analyse per grondsoort (analyse 2)

Grondsoort	Analyse 1		Analyse 2				R^2
	α	β	α	se_{α}	β	se_{β}	
löss	0,5941 ^a	0,8032 ^a	0,5369	0,2174	0,8193	0,0582	78,2
rivierklei	0,0984 ^{bc}	0,9349 ^b	0,1216	0,0694	0,9350	0,0198	93,9
veen	-0,0129 ^{ce}	0,9466 ^b	0,0229	0,0535	0,9337	0,0172	94,6
zand	-0,055b ^{de}	0,9845 ^b	-0,0458	0,0448	0,9838	0,0110	94,0
zeeklei	-0,1739 ^e	1,0236 ^c	-0,0577	0,0600	0,9917	0,0162	96,4

^{a)} een verschil in letter geeft een significant verschil aan ($\alpha=0,05$)

De omrekening van de discontinue klassegrenzen uit de Bemestingsadviesbasis (1998) bij omschakeling van 0-5 bemonstering naar 0-10 bemonstering is per grondsoort weergegeven in Tabel 14.

Tabel 14 Klassegrenzen per grondsoort voor het K₂O-advies bij 0-5-bemonstering (Bemestingsadviesbasis, 1998) en 0-10 bemonstering

Waard.	Löss		Rivierklei		Veen		Zand		Zeeklei	
	0-5	0-10	0-5	0-10	0-5	0-10	0-5	0-10	0-5	0-10
laag	<13	<14,0	<13	<12,4	<13	<11,2	<16	<14,6	<13	<12,0
voldoende	13 - 20	14,0 - 19,9	13 - 20	12,4 - 18,6	13 - 20	11,2 - 16,8	16 - 25	14,6 - 22,7	13 - 20	12,0 - 18,4
ruim vold.	21 - 28	20,7 - 26,2	21 - 28	19,5 - 25,5	21 - 28	17,6 - 23,0	26 - 35	23,6 - 31,6	21 - 28	19,3 - 25,7
hoog	29 - 36	27,0 - 32,2	29 - 36	26,3 - 32,2	29 - 36	23,7 - 29,0	36 - 45	32,4 - 40,4	29 - 36	26,6 - 33,0
zeer hoog	>36	>32,2	>36	>32,2	>36	>29,0	>45	>40,4	>36	>33,0

In de Bemestingsadviesbasis (1998) behoren de grondsoorten löss, rivierklei, veen en zeeklei tot één groep. Daarom werden de data van deze gronden samengevoegd en werd een nieuwe analyse uitgevoerd (Tabel 15). Er waren echter wel significante verschillen tussen sommige grondsoorten (Tabel 13).

Tabel 15 Lineaire regressiemodel voor $\ln(K\text{-getal})$ op basis van $\ln(K\text{-getal})$ na REML-analyse van de grondsoortgroep löss, rivierklei, veen en zeeklei

Grondsoort	α	se_{α}	β	se_{β}	R^2
löss, rivierklei, veen en zeeklei	-0,0099	0,0394	0,9690	0,0103	95,5

De omrekening van de discontinue klassegrenzen uit de Bemestingsadviesbasis (1998) bij omschakeling van 0-5 bemonstering naar 0-10 bemonstering is per grondsoortgroep weergegeven in Tabel 16.

Tabel 16 Klassegrenzen per grondsoortgroep voor het K_2O -advies bij 0-5-bemonstering (Bemestingsadviesbasis, 1998) en bij 0-10 bemonstering

Waardering	Zand		Zeeklei, rivierklei, veen en löss	
	0-5	0-10	0-5	0-10
laag	< 16	< 14,6	< 13	< 11,9
voldoende	16 - 25	14,6 - 22,7	13 - 20	11,9 - 18,0
ruim voldoende	26 - 35	23,6 - 31,6	21 - 28	18,9 - 25,0
hoog	36 - 45	32,4 - 40,4	29 - 36	25,9 - 31,9
zeer hoog	> 45	> 40,4	> 36	> 31,9

Na omschakeling van 0-5 bemonstering naar 0-10 bemonstering waren de absolute afwijkingen in advies bij het K -getal gemiddeld groter dan bij het $P\text{-Al}$ -getal (Tabel 17). Gemiddeld over alle grondsoorten was er op 18 % van de percelen geen verschil in advies, was op 45 % van de percelen het absolute verschil kleiner dan 5 $\text{kg } K_2O \text{ ha}^{-1}$ en was op 66 % van de percelen de absolute afwijking kleiner dan 10 $\text{kg } K_2O \text{ ha}^{-1}$.

Tabel 17 K_2O -bemestingsadvies (kg ha^{-1}) bij 0-5 en 0-10 bemonstering, gemiddeld over alle percelen, en het percentage (%) percelen per afwijkingsklasse (afwijking advies 0-10 van 0-5 in kg ha^{-1}) bij een continue advies

Grondsoort	K_2O -advies (kg ha^{-1})			Afwijkingsklasse (kg ha^{-1})				
	0-5	0-10	Vershil	0	$\pm 0-5$	$\pm 5-10$	$\pm 10-20$	$> \pm 20$
zand	101,6	101,9	0,3	15	25	21	23	17
rivierklei	59,6	56,1	-3,5	8	31	37	20	4
zeeklei	26,4	26,6	0,2	35	29	19	14	2
löss	38,5	35,8	-2,7	9	25	13	23	30
veen	98,8	100,2	1,4	22	27	15	23	13
Gem.	65,0	64,1	-0,9	18	27	21	21	13

3.1.3 Mg-gehalte

Er werd één uitbijter verwijderd met een gestandariseerd residu groter dan vier.

Het Mg-gehalte van bodemlaag 0-10 cm was, gemiddeld over alle grondsoorten, circa 7,9 % lager dan het Mg-gehalte van bodemlaag 0-5 cm (Tabel 18). Per grondsoort varieerde het relatieve verschil van -14,3 bij zand tot -2,8 bij rivierklei.

Tabel 18 Gemiddeld Mg-gehalte per grondsoort en bodemlaag en absoluut en relatief verschil in Mg-gehalte tussen bodemlagen

Grondsoort	# Percelen	Mg _{0,5}	Mg _{0,10}	Mg _{0,10} - Mg _{0,5}	Verandering (%)
<i>alle grondsoorten</i>	603	492	453	-39	-7,9
löss	43	384	368	-16	-4,2
rivierklei	47	753	732	-21	-2,8
veen	94	1140	1088	-52	-4,6
zand	367	286	245	-41	-14,3
zeeklei	52	625	596	-28	-4,6

De relatie tussen $\ln(Mg_{0,5})$ en $\ln(Mg_{0,10})$ is per grondsoort weergegeven in Tabel 19 voor löss en zand. Voor de overige grondsoorten is geen bemestingsadvies (Bemestingsadviesbasis, 1998). Op basis van het ontbreken van significante verschillen zouden de volgende groepen van grondsoorten gevormd kunnen worden: 1) löss, rivierklei, veen, zeeklei; 2) zand.

Tabel 19 Lineaire regressiemodellen voor $\ln(Mg\text{-gehalte}_{0,10})$ op basis van $\ln(Mg\text{-gehalte}_{0,5})$ na REML-analyse met grondsoort als factor (analyse 1) en REML-analyse per grondsoort (analyse 2)

Grondsoort	Analyse 1		Analyse 2				
	α	β	α	se_{α}	β	se_{β}	R^2
löss	-0,2768 ^a	1,0330 ^a	-0,2349	0,24753	1,0280	0,0416	95,8
zand	0,2771 ^a	0,9257 ^a	0,2703	0,07600	0,9244	0,0130	93,2

^a) een verschil in letter geeft een significant verschil aan ($\alpha=0,05$)

De omrekening van de discontinue klassegrenzen uit de Bemestingsadviesbasis bij omschakeling van 0-5 bemonstering naar 0-10 bemonstering is weergegeven in Tabel 20.

Tabel 20 Klassegrenzen per grondsoort voor het MgO-advies bij 0-5-bemonstering (Bemestingsadviesbasis, 1998) en 0-10 bemonstering

Waardering	Löss		Zand	
	0-5	0-10	0-5	0-10
laag	< 75	<66,9	< 75	<70,9
vrij laag	75 - 150	66,9 - 136,4	75 - 150	70,9 - 134,6
voldoende	151 - 250	137,3 - 230,7	151 - 250	135,4 - 215,8
hoog	> 250	>230,7	> 250	>215,8

In de Bemestingsadviesbasis (1998) behoren de grondsoorten zand en löss tot één groep. Daarom werden de data van deze gronden samengevoegd en werd een nieuwe analyse uitgevoerd (Tabel 21). Er waren geen significante verschillen tussen zand en löss (Tabel 19).

Tabel 21 Lineaire regressiemodellen voor $\ln(Mg\text{-gehalte}_{0,10})$ op basis van $\ln(Mg\text{-gehalte}_{0,5})$ na REML-analyse van de grondsoortgroep zand, dalgrond en löss

Grondsoort	α	se_{α}	β	se_{β}	R^2
zand, dalgrond en löss	0,2446	0,0728	0,9315	0,0125	93,5

De omrekening van de discontinue klassegrenzen uit de Bemestingsadviesbasis (1998) bij omschakeling van 0-5 naar 0-10 bemonstering is voor de grondsoortgroep zand, dalgrond en löss weergegeven in Tabel 22.

Tabel 22 Klassegrenzen voor het MgO-advies bij 0-5-bemonstering (Bemestingsadviesbasis, 1998) en 0-10 bemonstering

Waardering	Zand, dalgrond en löss	
	0-5	0-10
laag	< 75	< 71,3
vrij laag	75 - 150	71,3 - 135,9
voldoende	151 - 250	136,8 - 218,7
hoog	> 250	> 218,7

Na omschakeling van 0-5 bemonstering naar 0-10 bemonstering was er bij zand op 52 % van de percelen geen verschil in MgO-advies, was op 66 % van de percelen het verschil in absoluut advies kleiner dan 5 kg ha⁻¹ en was op 79 % van de percelen het verschil in absoluut advies kleiner dan 10 kg ha⁻¹ (Tabel 23). Bij löss was er op 91 % van de percelen geen verschil in advies bij omschakeling van 0-5 naar 0-10 bemonstering. Bij beide grondsoorten waren de relatieve verschillen na omschakeling fors.

Tabel 23 MgO-bemestingsadvies (kg ha⁻¹) bij 0-5 en 0-10 bemonstering, gemiddeld over alle percelen, en het percentage (%) percelen per afwijkingsklasse (afwijking advies 0-10 van 0-5 in kg ha⁻¹) bij een continu advies

Grondsoort	MgO-advies (kg ha ⁻¹)			0	Afwijkingsklasse (kg ha ⁻¹)			
	0-5	0-10	Vershil		± 0-5	± 5-10	± 10-20	> ± 20
zand ¹⁾	18,5	19,6	+1,2	52	14	13	15	7
löss	1,2	1,7	+0,5	91	5	2	2	0

¹⁾ Voor klei en veen geen MgO-advies beschikbaar (Bemestingsadviesbasis, 1998)

3.1.4 Na-gehalte

Er werden 19 uitbijters verwijderd met een gestandariseerd residu groter dan vier. Het Na-gehalte van bodemlaag 0-10 cm was, gemiddeld over alle grondsoorten, circa 2,0 % hoger dan het Na-gehalte van bodemlaag 0-5 cm (Tabel 24). Per grondsoort varieerde het relatieve verschil van -12,8 % bij löss tot +4,6 % bij veen.

Tabel 24 Gemiddeld Na-gehalte per grondsoort en bodemlaag en absoluut en relatief verschil in Na-gehalte tussen bodemlagen

Grondsoort	# Percelen	Na _{0,5}	Na _{0,10}	Na _{0,10} - Na _{0,5}	Verandering (%)
<i>alle grondsoorten</i>	<i>1252</i>	<i>10,2</i>	<i>10,4</i>	<i>0,2</i>	<i>+2,0</i>
löss	53	4,7	4,1	-0,6	-12,8
rivierklei	168	8,9	8,8	-0,1	-1,1
veen	244	28,3	29,6	1,3	+4,6
zand	571	3,6	3,6	0,0	0,0
zeeklei	220	9,8	9,6	-0,2	-2,0

De geschatte relatie tussen ln(Na_{0,5}) en ln(Na_{0,10}) is per grondsoort weergegeven in Tabel 25. Het percentage verklaarde variantie was bij löss duidelijk lager dan bij de andere grondsoorten. Op basis van het ontbreken van significante verschillen zouden er drie groepen van grondsoorten gevormd kunnen worden: 1) löss en zand, 2) rivierklei en zeeklei, 3) veen.

Tabel 25 Lineaire regressiemodellen voor $\ln(\text{Na-gehalte}_{0,10})$ op basis van $\ln(\text{Na-gehalte}_{0,5})$ na REML-analyse met grondsoort als factor (analyse 1) en REML-analyse per grondsoort (analyse 2)

Grondsoort	Analyse 1		Analyse 2				
	α	β	α	se_{α}	β	se_{β}	R^2
löss	0,1432 ^{abde}	0,8248 ^{abd}	0,1806	0,1248	0,7992	0,0756	75,2
rivierklei	0,0100 ^{be}	0,9727 ^{be}	0,0681	0,0231	0,9602	0,0110	98,4
veen	-0,1280 ^{ce}	1,0260 ^{ce}	-0,0912	0,0464	1,0220	0,0116	97,5
zand	0,1578 ^d	0,8591 ^d	0,1645	0,0230	0,8672	0,0136	91,1
zeeklei	-0,0091 ^e	0,9832 ^e	-0,0437	0,0689	0,9865	0,0129	89,9

^{a)} een verschil in letter geeft een significant verschil aan ($\alpha=0,05$)

De omrekening van de discontinue klassegrenzen uit de Bemestingsadviesbasis (1998) bij omschakeling van 0-5 bemonstering naar 0-10 bemonstering is per grondsoort weergegeven in Tabel 26.

Tabel 26 Klassegrenzen per grondsoort voor het Na_2O -advies bij 0-5-bemonstering (Bemestingsadviesbasis, 1998) en 0-10 bemonstering

Waardering	Löss		Rivierklei		Veen		Zand		Zeeklei	
	0-5	0-10	0-5	0-10	0-5	0-10	0-5	0-10	0-5	0-10
laag	-	-	-	-	-	-	<2	<2,2	-	-
vrij laag	<5	<4,3	<5	<5,0	<9	<8,6	2 - 4	2,2 - 3,9	<5	<4,7
voldoende	5 - 7	4,3 - 5,7	5 - 7	5,0 - 6,9	9 - 14	8,6 - 13,5	5 - 9	4,8 - 7,9	5 - 7	4,7 - 6,5
ruim vold.	8 - 10	6,3 - 7,5	8 - 10	7,9 - 9,8	15 - 21	14,5 - 20,5	10 - 13	8,7 - 10,9	8 - 10	7,4 - 9,3
hoog	>10	>7,5	>10	>9,8	>21	>20,5	>13	>10,9	>10	>9,3

In de Bemestingsadviesbasis (1998) zijn er drie geaggregeerde groepen van grondsoorten: 1) zand, 2) rivierklei, zeeklei en löss; 3) veen. Daarom werden rivierklei, zeeklei en löss samengevoegd en opnieuw geanalyseerd (Tabel 27). Er waren echter wel significante verschillen tussen sommige grondsoorten (Tabel 25).

Tabel 27 Lineair regressiemodel voor $\ln(\text{Na-gehalte}_{0,10})$ op basis van $\ln(\text{Na-gehalte}_{0,5})$ na REML-analyse van de grondsoortgroep rivierklei, zeeklei en löss

Grondsoort	α	se_{α}	β	se_{β}	R^2
rivierklei, zeeklei, löss	-0,0110	0,0449	0,9696	0,0105	94,1

De omrekening van de discontinue klassengrenzen uit de Bemestingsadviesbasis (1998) bij omschakeling van 0-5 bemonstering naar 0-10 bemonstering is per grondsoortgroep weergegeven in Tabel 28.

Tabel 28 Klassengrenzen per grondsoortgroep voor het Na_2O -advies bij 0-5-bemonstering (Bemestingsadviesbasis, 1998) en 0-10 bemonstering

Waardering	Zand en dalgrond		Rivierklei, zeeklei, löss		Veen	
	0-5	0-10	0-5	0-10	0-5	0-10
laag	< 2	< 2,2	-	-	-	-
vrij laag	2 - 4	2,2 - 3,9	< 5	< 4,7	< 9	< 8,6
voldoende	5 - 9	4,8 - 7,9	5 - 7	4,7 - 6,5	9 - 14	8,6 - 13,5
ruim vold.	10 - 13	8,7 - 10,9	8 - 10	7,4 - 9,2	15 - 21	14,5 - 20,5
hoog	> 13	> 10,9	> 10	> 9,2	> 21	> 20,5

Na omschakeling van 0-5 bemonstering naar 0-10 bemonstering is bij alle grondsoorten het Na_2O -advies lager (Tabel 29).

Gemiddeld over alle grondsoorten was op 72 % van de percelen het verschil kleiner dan 5 kg ha⁻¹. Op de grondsoorten zand en veen waren de afwijkingen op perceelsniveau gemiddeld groter dan op de andere grondsoorten.

Tabel 29 Na₂O-bemestingsadvies (kg ha⁻¹, eerste jaar na grondonderzoek) bij 0-5 en 0-10 bemonstering, gemiddeld over alle percelen en het percentage (%) percelen per afwijkingsklasse (% afwijking advies 0-10 van 0-5) bij een continu advies

Grondsoort	Na ₂ O-advies (kg ha ⁻¹)			Afwijkingsklasse (kg ha ⁻¹)				
	0-5	0-10	Vershil	0	± 0-5	± 5-10	± 10-20	> ± 20
zand	83,7	81,7	-2,1	18	42	18	20	2
rivierklei	25,7	24,2	-1,5	43	41	11	3	2
zeeklei	14,4	14,0	-0,4	21	70	6	0	2
löss	65,6	61,3	-4,4	60	6	13	2	19
veen	26,2	26,1	-0,1	19	40	25	14	2
Gem.	43,1	41,4	-1,7	32	40	15	8	5

3.1.5 Cu-gehalte

Er werden 13 uitbijters verwijderd met een gestandariseerd residu groter dan vier.

Het Cu-gehalte in bodemlaag 0-10 was, gemiddeld over alle grondsoorten, circa 0,9 % lager dan het Cu-gehalte in bodemlaag 0-5 (Tabel 30). Per grondsoort liep het verschil uiteen van -4,8 % bij zeeklei tot +1,5 % bij veen en löss.

Tabel 30 Gemiddeld Cu-gehalte per grondsoort en bodemlaag en absoluut en relatief verschil in Cu-gehalte tussen bodemlagen

Grondsoort	# Percelen	Cu _{0,5}	Cu _{0,10}	Cu _{0,10} - Cu _{0,5}	Verandering (%)
<i>alle grondsoorten</i>	<i>842</i>	<i>10,6</i>	<i>10,5</i>	<i>-0,1</i>	<i>-0,9</i>
löss	43	6,7	6,8	0,1	+1,5
rivierklei	114	13,5	13,4	-0,1	0,0
veen	189	19,5	19,8	0,3	+1,5
zand	359	6,9	6,8	-0,1	-1,4
zeeklei	137	6,3	6,0	-0,3	-4,8

De geschatte relatie tussen ln(Cu_{0,5}) en ln(Cu_{0,10}) is per grondsoort weergegeven in Tabel 31. Het percentage verklaarde variantie was bij zand lager dan bij de andere grondsoorten.

Op basis van het ontbreken van significante verschillen zouden drie groepen van grondsoorten gevormd kunnen worden: 1) rivierklei; 2) veen, löss en zeeklei; 3) zand.

Tabel 31 Lineaire regressiemodellen voor ln(Cu-gehalte_{0,10}) op basis van ln(Cu-gehalte_{0,5}) na REML-analyse met grondsoort als factor (analyse 1) en REML-analyse per grondsoort (analyse 2)

Grondsoort	Analyse 1		Analyse 2				R ²
	α	β	α	se _α	β	se _β	
löss	0,0243 ^{abcde}	0,9957 ^{abce}	0,0246	0,0525	0,9985	0,0245	96,6
rivierklei	-0,1570 ^b	1,0494 ^{be}	-0,1322	0,0343	1,0450	0,0125	97,9
veen	0,1080 ^{cde}	0,9667 ^{ce}	0,0438	0,0479	0,9901	0,0168	97,7
zand	0,1294 ^d	0,9177 ^d	0,1156	0,0359	0,9227	0,0168	90,0
zeeklei	0,0271 ^e	0,9998 ^e	-0,0292	0,0362	0,9994	0,0180	97,3

^{a)} een verschil in letter geeft een significant verschil aan (α=0,05)

De omrekening van de discontinue klassegrenzen uit de Bemestingsadviesbasis (1998) bij omschakeling van 0-5 bemonstering naar 0-10 bemonstering is per grondsoort weergegeven in Tabel 32.

Tabel 32 Klassegrenzen per grondsoort voor het Cu-advies bij 0-5-bemonstering (Bemestingsadviesbasis, 1998) en 0-10 bemonstering

Waardering	Löss		Rivierklei	Veen	Zand	Zeeklei
	0-5	0-10				
laag	<2,0	<2,05	<1,81	<2,08	<2,13	<1,93
vrij laag	2,0 - 4,9	2,05 - 5,01	1,81 - 4,61	2,08 - 5,04	2,13 - 4,86	1,93 - 4,71
goed	5,0 - 9,9	5,11 - 10,11	4,71 - 9,62	5,14 - 10,11	4,96 - 9,31	4,81 - 9,48
hoog	≥ 10,0	≥ 10,21	≥ 9,72	≥ 10,21	≥ 9,40	≥ 9,58

In de Bemestingsadviesbasis (1998) wordt er geen onderscheid gemaakt tussen grondsoorten. Daarom werden alle grondsoorten bij elkaar gevoegd en opnieuw geanalyseerd (Tabel 33). Er waren echter wel significante verschillen tussen sommige grondsoorten (Tabel 31).

Tabel 33 Lineair regressiemodel voor $\ln(\text{Cu-gehalte}_{0-10})$ op basis van $\ln(\text{Cu-gehalte}_{0-5})$ na REML-analyse over alle grondsoorten

Grondsoort	α	se_{α}	β	se_{β}	R^2
alle grondsoorten	0,0164	0,0194	0,9832	0,0081	96,8

De omrekening van de discontinue klassegrenzen uit de Bemestingsadviesbasis (1998) bij omschakeling van 0-5 bemonstering naar 0-10 bemonstering is weergegeven in Tabel 34.

Tabel 34 Klassegrenzen voor het Cu-advies bij 0-5-bemonstering (Bemestingsadviesbasis, 1998) en aangepast aan 0-10 bemonstering

Waardering	Alle grondsoorten	
	0-5	0-10
laag	< 2,0	< 2,00
vrij laag	2,0 - 4,9	2,00 - 4,85
goed	5,0 - 9,9	4,95 - 9,68
hoog	≥ 10,0	> 9,78

De getransformeerde klassegrenzen bij 0-10 bemonstering verschillen nauwelijks van de klassegrenzen bij 0-5 bemonstering.

De bemestingsadviezen bij 0-5 en 0-10 bemonstering en de afwijkingen in advies tussen de bodemlagen zijn per grondsoort vermeldt in Tabel 35. Gemiddeld over alle grondsoorten was op 87 % van de percelen de absolute afwijking kleiner dan 0,5 kg per hectare.

Tabel 35 Cu-bemestingsadvies (kg ha^{-1} , eerste jaar na grondonderzoek) bij 0-5 en 0-10 bemonstering, gemiddeld over alle percelen, en het percentage (%) percelen per afwijkingsklasse (afwijking advies 0-10 van 0-5 in kg ha^{-1}) bij een continu advies

Grondsoort	Cu-advies (kg ha^{-1})			Afwijkingsklasse (kg ha^{-1})			
	0-5	0-10	Vershil	0	0-0,5	0,5-1,0	> 1,0
zand	0,89	0,93	0,04	24	54	16	6
rivierklei	0,12	0,12	0,00	88	12	0	0
zeeklei	1,46	1,73	0,27	17	60	21	1
löss	1,12	1,14	0,02	28	63	9	0
veen	0,01	0,00	-0,01	97	1	1	0
Gem.	0,72	0,78	0,06	51	38	9	1

3.1.6 Co-gehalte

Er werden 12 uitbijters verwijderd met een gestandaardiseerd residu groter dan vier.

Het Co-gehalte van bodemlaag 0-10 cm was, gemiddeld over alle grondsoorten, circa 3,9 % lager dan het Co-gehalte van bodemlaag 0-5 cm (Tabel 36). Per grondsoort varieerde het relatieve verschil van -14,8 % bij löss tot + 2,6 % bij zeeklei.

Tabel 36 Gemiddeld Co-gehalte per grondsoort en bodemlaag en absoluut en relatief verschil in Co-gehalte tussen bodemlagen

Grondsoort	# Percelen	Co _{0,5}	Co _{0,10}	Co _{0,10} - Co _{0,5}	Verandering (%)
<i>alle grondsoorten</i>	<i>838</i>	<i>0,77</i>	<i>0,74</i>	<i>-0,03</i>	<i>-3,9</i>
löss	43	1,42	1,21	-0,21	-14,8
rivierklei	114	1,10	1,02	-0,08	-7,2
veen	195	1,23	1,23	0,01	0,0
zand	368	0,34	0,31	-0,03	-8,8
zeeklei	118	0,78	0,80	0,03	+2,6

De geschatte relatie tussen $\ln(\text{Co}_{0,5})$ en $\ln(\text{Co}_{0,10})$ is per grondsoort weergegeven in Tabel 37. Op basis van het ontbreken van significante verschillen zouden drie groepen van grondsoorten gevormd kunnen worden: 1) löss en rivierklei; 2) zand; 3) veen en zeeklei.

Tabel 37 Lineaire regressiemodellen voor $\ln(\text{Co-gehalte}_{0,10})$ op basis van $\ln(\text{Co-gehalte}_{0,5})$ na REML-analyse met grondsoort als factor (analyse 1) en REML-analyse per grondsoort (analyse 2)

Grondsoort	Analyse 1		Analyse 2				R^2
	α	β	α	se_α	β	se_β	
löss	-0,1433 ^{ab}	0,9115 ^{abcde}	-0,1431	0,0310	0,9245	0,0712	96,1
rivierklei	-0,0622 ^b	1,0755 ^b	-0,0419	0,0170	1,0420	0,0249	97,1
veen	0,0402 ^{ce}	0,8639 ^{cde}	0,0461	0,0228	0,8633	0,0275	91,7
zand	-0,2781 ^d	0,8353 ^{de}	-0,2766	0,0250	0,8415	0,0167	89,1
zeeklei	0,0110 ^e	0,9176 ^e	0,0053	0,0291	0,8931	0,0244	92,9

^{a)} een verschil in letter geeft een significant verschil aan ($\alpha=0,05$)

De omrekening van de discontinue klassegrenzen uit de Bemestingsadviesbasis (1998) bij omschakeling van 0-5 bemonstering naar 0-10 bemonstering is per grondsoort weergegeven in Tabel 38.

Tabel 38 Klassegrenzen per grondsoort voor het Co-advies bij 0-5-bemonstering (Bemestingsadviesbasis, 1998) en bij 0-10 bemonstering

Waardering	Löss		Rivierklei	Veen	Zand	Zeeklei
	0-5	0-10				
laag	< 0,10	<0,103	<0,087	< 0,143	<0,109	<0,129
vrij laag	0,10 - 0,29	0,103 - 0,276	0,087 - 0,264	0,143 - 0,359	0,109 - 0,268	0,129 - 0,333
goed	>0,29	>0,276	>0,264	>0,359	>0,268	>0,333

In de Bemestingsadviesbasis (1998) wordt er geen onderscheid gemaakt tussen grondsoorten. Daarom werden alle grondsoorten bij elkaar gevoegd en opnieuw geanalyseerd (Tabel 39). Er waren echter wel significante verschillen tussen grondsoorten.

Tabel 39 Lineair regressiemodel voor $\ln(\text{Co-gehalte}_{0,10})$ op basis van $\ln(\text{Co-gehalte}_{0,5})$ na REML-analyse van alle grondsoorten

Grondsoort	α	se_α	β	se_β	R^2
alle grondsoorten	-0,0970	0,0122	0,9216	0,0100	95,3

De aanpassing van de discontinue klassegrenzen uit de Bemestingsadviesbasis (1998) bij omschakeling van 0-5 bemonstering naar 0-10 bemonstering is over alle grondsoorten weergegeven in Tabel 40.

Tabel 40 Klassegrenzen voor het Co-advies bij 0-5-bemonstering (Bemestingsadviesbasis, 1998) en aangepast aan 0-10 bemonstering

Waardering	Alle grondsoorten	
	0-5	0-10
laag	< 0,10	< 0,109
vrij laag	0,10 - 0,29	0,109 - 0,290
goed	> 0,29	> 0,290

Na omschakeling van 0-5 bemonstering naar 0-10 bemonstering zijn er geen verschillen in bemestingsadvies voor Co (Tabel 41). Overigens werd alleen op zandgrond een geringe Co-gift geadviseerd.

Tabel 41 Co-bemestingsadvies (kg ha⁻¹, jaar na grondonderzoek) bij 0-5 en 0-10 bemonstering, gemiddeld over alle percelen en het percentage (%) percelen per afwijkingsklasse (afwijking advies 0-10 van 0-5 in kg ha⁻¹) bij een continu advies

Grondsoort	Co-adviesgift (kg ha ⁻¹)			Afwijkingsklasse (kg ha ⁻¹)			
	0-5	0-10	Vershil	0	0-0,5	0,5-1,0	> 1,0
zand	0,11	0,11	0,0	100	-	-	-
rivierklei	0	0	0	-	-	-	-
zeeklei	0	0	0	-	-	-	-
löss	0	0	0	-	-	-	-
veen	0	0	0	-	-	-	-

3.1.7 pH

Er waren geen uitbijters met een gestandariseerd residu groter dan vier.

De pH in bodemlaag 0-10 week, gemiddeld over alle grondsoorten, niet af van de pH in bodemlaag 0-5 (Tabel 42). Per grondsoort varieerde het relatieve verschil van -2,0 % bij veen tot +1,7 % bij zeeklei.

Tabel 42 Gemiddelde pH per grondsoort en bodemlaag en absoluut en relatief verschil in pH tussen bodemlagen

Grondsoort	# Percelen	pH _{0,5}	pH _{0,10}	pH _{0,10} - pH _{0,5}	Verandering (%)
<i>alle grondsoorten</i>	<i>1247</i>	<i>5,5</i>	<i>5,5</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>
löss	53	5,6	5,6	0,0	0,0
rivierklei	168	5,8	5,8	0,0	0,0
veen	241	5,1	5,0	-0,1	-2,0
zand	565	5,5	5,4	-0,1	-1,8
zeeklei	220	6,0	6,1	+0,1	+1,7

De geschatte relatie tussen $\ln(\text{pH}_{0,5})$ en $\ln(\text{pH}_{0,10})$ is per grondsoort weergegeven in Tabel 43. Op basis van het ontbreken van significante verschillen zouden twee groepen van grondsoorten gevormd kunnen worden: 1) löss, veen en zand; 2) rivierklei en zeeklei.

Tabel 43 Lineaire regressiemodellen voor $\ln(\text{pH}_{0,10})$ op basis van $\ln(\text{pH}_{0,5})$ na REML-analyse met grondsoort als factor (analyse 1) en REML-analyse per grondsoort (analyse 2)

Grondsoort	Analyse 1		Analyse 2				R^2
	α	β	α	se_α	β	se_β	
löss	0,0788 ^{abcde}	0,9519 ^{abcde}	0,0630	0,0653	0,9628	0,0382	94,1
rivierklei	-0,0724 ^{be}	1,0397 ^{be}	-0,0828	0,0308	1,0480	0,0175	96,3
veen	0,0423 ^{cd}	0,9622 ^{cd}	0,0418	0,0360	0,9629	0,0222	89,7
zand	0,0914 ^d	0,9345 ^d	0,0842	0,0218	0,9390	0,0127	93,9
zeeklei	-0,0527 ^e	1,0342 ^e	-0,0350	0,0322	1,0190	0,0168	96,1

^{a)} een verschil in letter geeft een significant verschil aan ($\alpha=0,05$)

De omrekening van de discontinue klassegrenzen uit de Bemestingsadviesbasis (1998) bij omschakeling van 0-5 bemonstering naar 0-10 bemonstering is per grondsoort weergegeven in Tabel 44.

Tabel 44 Klassegrenzen per grondsoort voor de pH bij 0-5-bemonstering (Bemestingsadviesbasis, 1998) en bij 0-10 bemonstering

Waardering	Löss, rivierklei, zand, zeeklei		Rivierklei	Zand	Zeeklei	Veen	
	0-5	0-10	0-10	0-10	0-10	0-5	0-10
te laag	< 4,4	< 4,43	<4,35	<4,37	<4,37	< 4,1	<4,06
vrij laag	4,4 - 4,7	4,43 - 4,73	4,35 - 4,66	4,37 - 4,65	4,37 - 4,67	4,1 - 4,5	4,06 - 4,44
goed	4,8 - 5,5	4,82 - 5,50	4,76 - 5,49	4,75 - 5,39	4,78 - 5,49	4,6 - 5,2	4,53 - 5,10
vrij hoog	5,6 - 6,1	5,59 - 6,07	5,60 - 6,12	5,48 - 5,94	5,59 - 6,10	5,3 - 5,8	5,19 - 5,67
hoog	>6,1	>6,07	>6,12	>5,94	>6,10	> 5,8	> 5,67

Na omschakeling van 0-5 bemonstering naar 0-10 bemonstering veranderen de klassegrenzen nauwelijks. De klassegrenzen in de Bemestingsadviesbasis (1998) kunnen daarom gehandhaafd blijven (Tabel 45).

Tabel 45 Klassegrenzen per grondsoortgroep voor de pH bij 0-5-bemonstering (Bemestingsadviesbasis, 1998) en 0-10 bemonstering

Waardering	Zand, löss, dalgrond, zeeklei, rivierklei		Veen	
	0-5	0-10	0-5	0-10
te laag	< 4,4	< 4,4	< 4,1	< 4,1
vrij laag	4,4 - 4,7	4,4 - 4,7	4,1 - 4,5	4,1 - 4,5
goed	4,8 - 5,5	4,8 - 5,5	4,6 - 5,2	4,6 - 5,2
vrij hoog	5,6 - 6,1	5,6 - 6,1	5,3 - 5,8	5,3 - 5,8
hoog	>6,1	>6,1	> 5,8	> 5,8

3.1.8 Humus

Er waren geen uitbijters met een gestandaardiseerd residu groter dan vier.

Het humusgehalte in bodemlaag 0-10 was, gemiddeld over alle grondsoorten, 9,4 % lager dan het humusgehalte in bodemlaag 0-5 cm (Tabel 46). Per grondsoort liep het verschil uiteen van -17,6 % bij löss tot -6,6 % bij veen.

Tabel 46 Gemiddeld humusgehalte per grondsoort en bodemlaag en absoluut en relatief verschil in humusgehalte tussen de bodemlagen

Grondsoort	# Percelen	Humus _{0,5}	Humus _{0,10}	Humus _{0,10} - Humus _{0,5}	Verandering (%)
<i>alle grondsoorten</i>	1323	13,8	12,5	-1,3	-9,4
löss	53	5,1	4,2	-0,9	-17,6
rivierklei	168	9,9	8,4	-1,5	-15,2
veen	260	37,8	35,3	-2,5	-6,6
zand	607	6,6	5,9	-0,7	-10,6
zeeklei	235	10,6	8,9	-1,7	-16,0

De geschatte relatie tussen $\ln(\text{humus}_{0,5})$ en $\ln(\text{humus}_{0,10})$ is per grondsoort weergegeven in Tabel 47. Op basis van afwezigheid van significante verschillen zouden er twee groepen van grondsoorten gevormd kunnen worden: 1) löss, rivierklei en zand; 2) veen en zeeklei. De constante (α) van zand verschilt weliswaar (zwak) significant van rivierklei, maar de richtingscoëfficiënt, de meest bepalende component van het model, doet dat niet.

Tabel 47 Lineaire regressiemodellen voor $\ln(\text{humusgehalte}_{0,10})$ op basis van $\ln(\text{humusgehalte}_{0,5})$ na REML-analyse met grondsoort als factor (analyse 1) en REML-analyse per grondsoort (analyse 2)

Grondsoort	Analyse 1		Analyse 2				R^2
	α	β	α	se_{α}	β	se_{β}	
löss	0,0981 ^{abcde}	0,8323 ^{abd}	0,0613	0,0543	0,8520	0,0327	95,5
rivierklei	0,0497 ^{bce}	0,9091 ^b	0,1344	0,0445	0,8719	0,0170	95,7
veen	-0,0814 ^{ce}	0,9958 ^c	-0,0474	0,0510	0,9910	0,0145	96,9
zand	0,1410 ^d	0,8679 ^d	0,1267	0,0191	0,8732	0,0100	94,4
zeeklei	-0,0432 ^e	0,9503 ^e	0,0043	0,0354	0,9276	0,0153	97,1

^{a)} een verschil in letter geeft een significant verschil aan ($\alpha=0,05$)

Voor het organischestofgehalte is geen klassenindeling in de Bemestingsadviesbasis (1998) opgenomen.

3.1.9 Lutum

Er werden vier uitbijters met een gestandariseerd residu groter dan vier verwijderd. Het lutumgehalte in bodemlaag 0-10 was, gemiddeld over alle grondsoorten, 5,4 % hoger dan het lutumgehalte in bodemlaag 0-5 cm (Tabel 48). Per grondsoort liep het verschil uiteen van -0,6 % bij löss tot +8,6 % bij veen.

Tabel 48 Gemiddeld lutumgehalte per grondsoort en bodemlaag en absoluut en relatief verschil in lutumgehalte tussen de bodemlagen

Grondsoort	# Percelen	Lutum _{0,5}	Lutum _{0,10}	Lutum _{0,10} - Lutum _{0,5}	Verandering (%)
<i>alle grondsoorten</i>	714	27,5	28,9	+1,4	+5,1
löss	52	15,1	15,0	-0,1	-0,6
rivierklei	166	33,1	33,9	+0,8	+2,4
veen	219	27,8	30,2	+2,4	+8,6
zand	57	10,7	11,1	+0,4	+3,7
zeeklei	220	30,4	31,6	+1,2	+3,9

De relatie tussen $\ln(\text{lutum}_{0,5})$ en $\ln(\text{lutum}_{0,10})$ is per grondsoort weergegeven in Tabel 49. Op basis van afwezigheid van significante verschillen zouden er twee groepen van grondsoorten gevormd kunnen worden: 1) rivierklei, zand en zeeklei; 2) veen en löss.

Tabel 49 Lineaire regressiemodellen voor $\ln(\text{lutumgehalte}_{0,10})$ op basis van $\ln(\text{lutumgehalte}_{0,5})$ na REML-analyse met grondsoort als factor (analyse 1) en REML-analyse per grondsoort (analyse 2)

Grondsoort	Analyse 1		Analyse 2				R^2
	α	β	α	se_α	β	se_β	
löss	0,2138 ^{abcde}	0,9178 ^{abcde}	0,1276	0,1126	0,9500	0,0417	89,8
rivierklei	0,0526 ^{bde}	0,9913 ^{bde}	0,0378	0,0241	0,9962	0,0071	99,1
veen	0,4438 ^c	0,8876 ^c	0,5033	0,0659	0,8728	0,0175	95,4
zand	-0,0196 ^{de}	1,0064 ^{de}	0,0187	0,0497	0,9907	0,0192	99,1
zeeklei	0,0468 ^e	0,9957 ^e	0,0306	0,0300	1,0010	0,0092	99,1

^{a)} een verschil in letter geeft een significant verschil aan ($\alpha=0,05$)

Voor het lutumgehalte is geen klassenindeling in de Bemestingsadviesbasis (1998) opgenomen.

3.2 Toetsing van de relatie tussen bemonsteringsdiepte en gewasrespons

3.2.1 P-gehalte gras eerste en latere sneden

Voor de eerste snede leidde het basismodel ($\log(\text{P-AL-gehalte}) \times \text{P-bemesting} + \text{grondsoort}$) op basis van 0-10 cm tot een hoger percentage verklaarde variantie dan op basis van 0-5 cm (Tabel 50). Het opnemen van de Ntot (stikstofgift), IKtal (het log-getransformeerde kaligetal) en de interactie tussen Ntot.IKtal leidde tot een verbetering van het model, waardoor het totale percentage verklaarde variantie toenam tot respectievelijk 40,1 en 41,6% voor de laag 0-5 en 0-10 cm. Opname van meer parameters (zoals dagnummer van de oogst, geschatte sneeopbrengst, humusgehalte, NLV en NLV x PAL-gehalte etc.) leidde niet tot significante verbeteringen.

Tabel 50 Bijdrage van de lagen 0-10 en 0-5 cm aan de verklaarde variantie bij modellering van het P-gehalte in gras van de eerste snede (n=211)

Variabelen	Geschatte σ^2	Vrijheidsgraden	χ^2	R^2 adjusted (%)		
IPAL5	0,620	1	0,046	32,0		
Ptot		1	0,466			
gr		5	<0,001			
IPAL5.Ptot		1	0,052			
IPAL010	0,607	1	0,049	33,4		
Ptot		1	0,267			
gr		5	0,004			
IPAL010.Ptot		1	0,012			
IPAL5	0,546	1	0,373	40,1		
Ptot		1	0,001			
Ntot		1	0,216			
gr		5	0,122			
IPAL5.Ptot		1	0,003			
IKtal5		1	0,001			
Ntot.IKtal5		1	0,003			
IPAL010		0,533	1		0,335	41,6
Ptot			1		<0,001	
Ntot			1		0,414	
gr	5		<0,001			
IPAL010.Ptot	1		0,053			
IKtal010	1		<0,001			
Ntot.IKtal010	1	0,004				

* effect van weglaten van een parameter uit het volledige model

Bij latere sneden laten correlatieberekeningen zien dat de correlatie tussen het P-gehalte in gras en het P-AL-gehalte hoger is bij $\text{PAL}_{0,10}$ dan bij $\text{PAL}_{0,5}$.

Op basis van het regressiemodel IPALxPtot+gr (=log(P-Al-getal) x cumulatieve P-bemesting + grondsoort) is het percentage verklaarde variantie bij 0-10 cm bemonstering iets hoger dan bij 0-5 cm bemonstering (Tabel 51). Het opnemen van de IPALxNLV (=log(P-Al-getal) x NLV), IPALxNtot (=log(P-Al-getal) x cumulatieve N-bemesting) en snede (factor snedenummer) leidde tot een verbetering van het model. Het percentage verklaarde variantie nam toe tot respectievelijk 61,3 en 61,7% voor de laag 0-5 en 0-10 cm. Opname van meer parameters (de geschatte snedeopbrengst, K-getal, humusgehalte) leidde niet tot significante verbeteringen.

Tabel 51 Bijdrage van de lagen 0-10 en 0-5 cm aan de verklaarde variantie bij de modellering van het P-gehalte in het gras van de latere sneden

Variabelen	Geschatte σ^2	n	Vrijheidsgraden (d.f.)	χ^2	R ²			
IPAL5	0,699	236	1	0,731	20,8			
Ptot			1	<0,001				
gr			1	<0,001				
IPAL5.Ptot			1	<0,001				
IPAL010	0,693	240	1	0,740	21,9			
Ptot			1	<0,001				
gr			5	<0,001				
IPAL010.Ptot			1	<0,001				
IPAL5	0,342	236	1	0,102	61,3			
Ptot			1	0,130				
Ntot			1	<0,001				
NLV			1	0,055				
Snede			8	<0,001				
gr			5	<0,001				
IPAL5.Ntot			1	0,003				
IPAL5.NLV			1	0,018				
IPAL010			0,340	240		1	0,244	61,7
Ptot						1	0,110	
Ntot	1	<0,001						
NLV	1	0,120						
Snede	8	<0,001						
gr	5	<0,001						
IPAL010.Ntot	1	0,002						
IPAL010.NLV	1	0,045						

* effect van weglaten van een parameter uit het volledige model

Geconstateerd wordt dat de gewasrespons op basis van 0-10 bemonstering minstens gelijkwaardig is aan de gewasrespons op basis van 0-5 bemonstering.

3.2.2 K-gehalte gras eerste en latere sneden

Het kaligetel is het product van de K-HCl en een herleidingsfactor. De waarde van de herleidings-factor is afhankelijk van het organische stofgehalte, zoals dat in de tabellen 11 en 12 van de Bemestingsadviesbasis (1998) is weergegeven. Het verband tussen het organische stofgehalte en de herleidingsfactor is niet lineair. Het herleidingsgetal voor zandgrond is weer te geven met de volgende formule:

$$F = \text{EXP}(1,91283 - 0,820443 * \ln(\% \text{org. stof})) \quad R^2_{\text{adj}} = 99,9736\%$$

en voor de overige gronden met:

$$F = 0,0008587 + 7,000621 * \text{EXP}(-0,5 * (\ln(\% \text{org. stof}/0,043147)/2,716775)^2) \quad R^2_{\text{adj}} = 99,9813\%$$

Vanwege het niet-lineaire gedrag dient het K-getal van de laag 0-10 cm worden berekend uit de gemiddelde K-HCl van de lagen 0-5 en 5-10 cm en het gemiddelde humusgehalte van de lagen 0-5 en 5-10 cm, daarbij gebruik makend van de bovenstaande formules voor F.

Een correlatieberekening over alle grondsoorten toonde aan dat er een beter correlatief verband bestaat tussen het K-gehalte in gras van de eerste snede en $K_{\text{getal}}_{0,10}$ dan tussen het K-gehalte in gras en $K_{\text{getal}}_{0,5}$. Voor het fitten van het K-gehalte in gras van de eerste snede is uitgegaan van het basismodel $\ln(K_{\text{getal}}) \times K_{\text{bemesting}} + \text{grondsoort}$. Dit leidde op basis van 0-10 bemonstering tot een iets hoger percentage verklaarde variantie dan op basis van 0-5 bemonstering (Tabel 52). Het opnemen van de fosfaatgift voor de eerste snede (P_{tot}) en NLV x $\ln(K_{\text{getal}})$ leidde tot een verbetering van het model, waardoor de totale verklaarde variantie toenam tot respectievelijk 55,0 en 56,2% voor de laag 0-5 en 0-10 cm. Opnemen van meer parameters (kalibemesting, stikstofbemesting, geschatte snedeopbrengst, organisch stofgehalte etc.) leidde niet tot significante verbeteringen.

Tabel 52 Bijdrage van de lagen 0-10 en 0-5 cm aan de verklaarde variantie bij de modellering van het K-gehalte in het gras van de eerste snede (n=210)

Variabelen	Geschatte σ^2	Vrijheidsgraden (d.f.)	χ^2 *	R ²
$\ln(K_{\text{getal}})_{0,5}$	0,466	1	<0,001	52,2
K _{tot}		1	<0,001	
$\ln(K_{\text{getal}})_{0,5} \cdot K_{\text{tot}}$		1	<0,001	
gr		5	<0,001	
$\ln(K_{\text{getal}})_{0,10}$	0,460	1	<0,001	52,8
K _{tot}		1	<0,001	
$\ln(K_{\text{getal}})_{0,10} \cdot K_{\text{tot}}$		1	<0,001	
gr		5	<0,001	
$\ln(K_{\text{getal}})_{0,5}$,	0,439	1	<0,059	55,0
K _{tot} ,		1	<0,001	
$\ln(K_{\text{getal}})_{0,5} \cdot K_{\text{tot}}$		1	<0,001	
gr		5	<0,001	
P _{tot}		1	0,025	
NLV		1	0,084	
$\ln(K_{\text{getal}})_{0,5} \cdot \text{NLV}$		1	0,023	
$\ln(K_{\text{getal}})_{0,10}$	0,427	1	0,075	56,2
K _{tot}		1	<0,001	
$(\ln(K_{\text{getal}})_{0,10}) \cdot K_{\text{tot}}$		1	<0,001	
gr		5	0,003	
P _{tot}		1	0,037	
NLV		1	0,045	
$\ln(K_{\text{getal}})_{0,10} \cdot \text{NLV}$		1	0,008	

* effect van weglaten van een parameter uit het volledige model

Correlatieberekeningen lieten zien dat de correlatie tussen het K-gehalte in gras van latere sneden en het K-gehalte hoger is bij $K_{\text{getal}}_{0,5}$ dan bij $K_{\text{getal}}_{0,10}$.

Het fitten van het K-gehalte in gras van latere sneden met het model: $\ln(K_{\text{getal}}) \times \text{cumulatieve K-bemesting} + \text{cumulatieve N-bemesting} + \text{snedenummer} + \text{grondsoort}$ resulteerde in een iets hoger percentage verklaarde variantie voor 0-5 bemonstering dan voor 0-10 bemonstering (Tabel 53).

Het percentage verklaarde variantie is relatief laag. Opname van additionele parameters als organisch stofgehalte, NLV, pH, cumulatieve P-bemesting en interacties leidde niet tot een beter model.

De lage percentages verklaarde variantie geven aan dat er andere factoren van invloed zijn op het K-gehalte in gras. Eén van deze factoren is het weer. Veel of weinig neerslag kan een groot effect hebben op de K-opname door het gewas. Bovendien beïnvloedt de hoeveelheid neerslag de beschikbaarheid van K in de bovenste bodemlaag.

Tabel 53 Bijdrage van de lagen 0-10 en 0-5 cm aan de verklaarde variantie bij de modellering van het K-gehalte in het gras van latere sneden (n=244)

Variabelen	Geschatte σ^2	Vrijheidsgraden (d.f.)	χ^2^*	R ²
IKtal5	21,33	1	0,347	35,8
Ktot		1	0,007	
Snedes		8	<0,001	
Ntot		1	0,017	
gr		5	<0,001	
IKtal5.Ntot			0,032	
IKtal010	21,43	1	0,073	35,5
Ktot		1	0,009	
Snedes		8	<0,001	
Ntot		1	0,011	
gr		5	<0,001	
IKtal010.Ntot		1	0,022	

* effect van weglaten van een parameter uit het volledige model

Geconstateerd wordt dat de gewasrespons op basis van 0-10 bemonstering gelijkwaardig is aan de gewasrespons op basis van 0-5 bemonstering.

3.2.3 Na-gehalte gras eerste en latere sneden

Een correlatieberekening over alle grondsoorten toonde aan dat er een iets beter correlatief verband bestaat tussen het Na-gehalte in gras en $\text{Na}_2\text{O}_{0-10}$ dan tussen Na-gehalte in gras en $\text{Na}_2\text{O}_{0-5}$.

Het fitten van het Na-gehalte in gras van de eerste snede met het model $\log(\text{Na-gehalte grond}) \times \text{grondsoort}$ leidde op basis van 0-10 bemonstering tot een hoger percentage verklaarde variantie dan op basis van 0-5 bemonstering (Tabel 54).

Parameters als het K-getal, het organische stofgehalte en de K- en N-bemesting zijn van invloed op het Na-gehalte in gras. Het opnemen van deze additionele parameters leidde tot een verhoging van het percentage verklaarde variantie tot circa 77%. Bij dit percentage verklaarde variantie zijn er nauwelijks verschillen tussen 0-5 en 0-10 bemonstering wat betreft op het K-gehalte van gras.

Tabel 54 Bijdrage van de lagen 0-10 en 0-5 cm aan de verklaarde variantie bij de modellering van het Na-gehalte in het gras van de eerste snede

Variabelen	Geschatte σ^2	n	Vrijheidsgraden (d.f.)	χ^2^*	R ²
INa5	0,321	212	1	<0,001	61,8
gr			5	<0,001	
INa5.gr			5	<0,001	
INa010	0,311	212	1	<0,001	63,1
gr			5	<0,001	
INa010.gr			5	<0,001	
INa5	0,193	211	1	<0,001	77,0
Ntot			1	<0,001	
Natot			1	<0,001	
Ktot			1	0,009	
IKtal5			1	<0,001	
IHumus5			1	<0,001	
			1		

INa5.Ntot			5	<0,001	
gr				<0,001	
INa010	0,190	211	1	<0,001	77,4
Ntot			1	<0,001	
Natot			1	<0,001	
Ktot			1	<0,001	
IKtal010			1	<0,001	
IHumus010			1	<0,001	
INa010.Ntot			1	<0,001	
gr			5	<0,001	

* effect van weglaten van een parameter uit het volledige model

Voor latere sneden lieten correlatieberekeningen zien dat de correlatie tussen het Na-gehalte in gras en Na₂O in de grond bij Na₂O_{0,5} hoger is dan bij Na₂O₀₋₁₀.

Het fitten van het Na-gehalte in gras van latere sneden met het model log(Na-gehalte grond x grondsoort) resulteerde in een iets hoger percentage verklaarde variantie voor 0-5 dan voor 0-10 bemonstering (Tabel 55). Het opnemen van additionele parameters ((Na-gehalte grond) x de cumulatieve stikstofbemesting Ntot), Natot (cumulatieve natriumbemesting), Ktot (cumulatieve kalibemesting) en IHumus leidde tot een duidelijke verhoging van het percentage verklaarde variantie, waarbij de toename bij 0-10 bemonstering sterker was dan bij 0-5 bemonstering. Het opnemen van parameters als snedenummer en pH etc. leidde niet tot significante verbeteringen.

Tabel 55 Bijdrage van de lagen 0-10 en 0-5 cm aan de verklaarde variantie bij de modellering van het Na-gehalte in het gras van latere sneden

Variabelen	Geschatte σ^2	n	Vrijheidsgraden (d.f.)	χ^2 *	R ²			
INa5	0,769	245	1	<0,001	20,6			
gr			5	<0,001				
INa5.gr			5	0,579				
INa010	0,773	249	1	<0,001	19,6			
gr			5	<0,001				
INa010.gr			5	0,087				
INa5	0,623	245	1	0,284	35,7			
Natot			1	0,005				
IKtal5			1	<0,001				
Ktot			1	<0,001				
IHumus5			1	<0,001				
INa5.Ktot			1	<0,001				
Ntot			1	<0,001				
gr			5	0,016				
INa010			0,575	249		1	0,751	40,2
Natot						1	0,005	
IKtal010	1	<0,001						
Ktot	1	<0,001						
IHumus010	1	<0,001						
INa010.Ktot	1	<0,001						
Ntot	1	<0,001						
gr			5	0,016				

* effect van weglaten van een parameter uit het volledige model

Geconstateerd wordt dat de gewasrespons op basis van 0-10 bemonstering gelijkwaardig is of beter is (in latere sneden) dan de gewasrespons op basis van 0-5 bemonstering.

3.2.4 Mg-gehalte gras eerste snede

Er is alleen een Mg-advies voor zand- en lössgrond.

Een correlatieberekening over alle grondsoorten toonde aan dat er vrijwel geen verband bestaat tussen het Mg-gehalte in gras en het Mg-gehalte in grond. Dit wordt mede veroorzaakt door de relatief lage bodemtemperatuur tijdens de groeiperiode van de eerste snede, hetgeen de beschikbaarheid van Mg niet ten goede komt.

Het fitten van het Mg-gehalte in gras van de eerste snede met het model $\text{IMg} + \text{IKtal} + \text{IHumus} + \text{Catot} + \text{gr}$ ($= \log(\text{Mg-gehalte grond}) + \log(\text{Kgetal}) \times \log(\text{organischstofgehalte}) + \text{calciumbemesting} + \text{grondsoort}$) resulteerde in een percentage verklaarde variantie van 39,5% voor 0-5 cm en 47,6% voor 0-10 cm (Tabel 56). Opnemen van additionele parameters als magnesiumgift, NLV, stikstofgift etc. leidde niet tot een beter verklarend model. Dat de magnesiumgift niet van invloed was kan verklaard worden uit het feit dat vrijwel alle Mg werd toegediend met dierlijke mest en slechts een paar kg MgO ha⁻¹ afkomstig was uit kunstmest. Dit betekent een geringe variatie in de MgO-bemesting. Bovendien is de kaligift van grote invloed op de opname van MgO. Gemiddeld over zand en löss is de laag 0-5 cm van geringer belang voor het Mg-gehalte in het gras van de eerste snede dan de laag 0-10 cm.

Tabel 56 Bijdrage van de lagen 0-10 en 0-5 cm aan de verklaarde variantie bij de modellering van het Mg-gehalte in het gras van de eerste snede

Variabelen	Geschatte σ^2	n	Vrijheidsgraden (d.f.)	χ^2 *	R ²
IMg5	0,420	75	1	<0,001	39,5
IKtal5			1	0,001	
IHumus5			1	0,004	
IHumus5.IKtal5			1	0,056	
Catot			1	0,060	
gr			1	<0,001	
IMg010	0,364	76	1	<0,001	47,6
IKtal010			1	<0,001	
IHumus010			1	0,003	
IHumus010.IKtal010			1	0,010	
Catot			1	<0,001	
gr			1	<0,001	

* effect van weglaten van een parameter uit het volledige model

Voor latere sneden leidde het model $\text{IMg} \times \text{NLV} + \text{Sned} + \text{gr} + \text{Ntot} + \text{IHumus}$ op basis van 0-5 cm tot een lager percentage verklaarde variantie dan op basis van 0-10 cm (Tabel 57). Het opnemen van de calcium-, magnesium- en kali-bemesting leverende geen significante bijdrage aan het verklarende model.

Tabel 57 Bijdrage van de lagen 0-10 en 0-5 cm aan de verklaarde variantie bij de modellering van het Mg-gehalte in het gras van de latere sneden

Variabelen	Geschatte σ^2	n	Vrijheidsgraden (d.f.)	χ^2 *	R ²
IMg5	0,129	134	1	0,681	28,7
Snede			8	<0,001	
NLV			8	0,031	
gr				<0,001	
IMg5.NLV				0,022	
Ntot				0,015	
IHumus5	0,125	138	1	<0,001	30,9
IMg010			1	0,529	
Snede			8	<0,001	
NLV			1	0,015	
gr			1	<0,001	
IMg5.NLV			1	0,014	
Ntot		0,005			
IHumus5		0,003			

* effect van weglaten van een parameter uit het volledige model

Met betrekking tot het Mg-gehalte in gras lijken bodemanalyses van de laag 0-10 cm zeker zo goed te voldoen als analyses op basis van de laag 0-5 cm.

3.2.5 Cu-gehalte gras eerste en latere sneden

Een correlatieberekening over alle grondsoorten toonde aan dat er vrijwel geen verband bestaat tussen het Cu-gehalte in gras en het Cu-gehalte in grond. Dit wordt mede veroorzaakt doordat de relatief lage bodemtemperatuur tijdens de groei van de eerste snede de beschikbaarheid van Cu verlaagt. Daarnaast kan een interactie met een andere factor, zoals de fosfaatgift, van invloed zijn op het correlatieve verband (zoals ook blijkt uit Tabel 58).

Het fitten van het Cu-gehalte in gras van de eerste snede met het model $ICu+Cutot+gr$ ($=\log(\text{Cu-gehalte grond}) + \text{de kopergift} + \text{grondsoort}$) leidde op basis van 0-10 cm bemonstering tot een licht hoger percentage verklaarde variantie dan op basis van 0-5 cm bemonstering (Tabel 58). De verklaarde variantie was sterk te verbeteren door additionele parameters op te nemen als $Ntot*ICu$, $Cutot*IHumus$, $Ptot$ en NLV . Daardoor steeg het percentage verklaarde variantie voor laag 0-5 van 17,2 % tot 45,9 en voor laag 0-10 cm van 18,6 tot 43,6 %.

Tabel 58 Bijdrage van de lagen 0-10 en 0-5 cm aan de verklaarde variantie bij de modellering van het Cu-gehalte in het gras van de eerste snede

Variabelen	Geschatte σ^2	n	Vrijheidsgraden (d.f.)	χ^2 *	R ²
ICu010	0,762	172	1	0,101	18,6
Cutot			1	<0,001	
gr			4	<0,001	
ICu5	0,775	172	1	0,953	17,2
Cutot			1	<0,001	
gr			4	0,005	
ICu5	0,506	172	1	0,072	45,9
pH5			1	0,002	
Cutot			1	<0,001	
Ntot			1	0,151	
Ptot			1	0,010	
IHumus5			1	0,019	
gr			4	0,013	
ICu5.Ntot			1	0,001	
Cutot.IHumus5			1	<0,001	
NLV			1	<0,001	
ICu010	0,532	175	1	0,046	43,6
pH010			1	0,009	
Cutot			1	<0,001	
Ntot			1	0,302	
Ptot			1	0,024	
IHumus010			1	0,076	
gr			4	<0,001	
ICu010.Ntot			1	0,006	
Cutot.IHumus010			1	<0,001	
NLV			1	0,001	

* effect van weglaten van een parameter uit het volledige model

Een correlatieberekening over alle grondsoorten toonde aan dat er een zwak verband bestaat tussen het Cu-gehalte in gras van latere sneden en het Cu-gehalte in grond. Dit verband is iets beter op basis van 0-10 bemonstering dan op basis van de laag 0-5 bemonstering.

Het fitten van het Cu-gehalte in gras van latere sneden met het model $ICu*Ntot+Cutot$ leidde tot een hoger percentage verklaarde variantie op basis van 0-10 cm dan op basis van 0-5 cm (Tabel 59). Het opnemen van additionele parameters als $IHumus$, $Snede$ en gr leidde tot een verbetering van het model.

Tabel 59 Bijdrage van de lagen 0-10 en 0-5 cm aan de verklaarde variantie voor de modellering van het Cu-gehalte in het gras van latere sneden (n=131)

Variabelen	Geschatte σ^2	Vrijheidsgraden (d.f.)	χ^2 *	R ²
ICu5	0,372	1	0,264	17,8
Cutot		1	0,015	
Ntot		5	0,135	
ICu5.Ntot	0,351	8	0,028	22,5
ICu010		1	0,035	
Cutot		1	0,015	
Ntot	0,288	1	0,010	36,4
ICu010.Ntot		1	<0,001	
ICu5		1	0,441	
Ntot	0,280	1	0,072	38,2
Cutot		1	0,018	
Snedes		1	<0,001	
IHumus5	0,280	8	0,001	38,2
gr		1	<0,001	
ICu5.Ntot		1	0,197	
ICu010	0,280	1	0,184	38,2
Ntot		1	0,003	
Cutot		1	0,029	
Snedes	0,280	8	<0,001	38,2
IHumus010		1	0,002	
gr		5	<0,001	
ICu010.Ntot	0,280	1	0,011	

* effect van weglaten van een parameter uit het volledige model

Voor het Cu-bemestingsadvies van de eerste snede is er een lichte voorkeur voor advisering op basis van 0-5 bemonstering. Voor latere sneden voldoet 0-10 bemonstering beter. De verschillen zijn echter klein. De constatering is dan ook dat bemonstering op basis van 0-10 cm gelijkwaardig is aan 0-5 cm.

3.2.6 Co-gehalte gras eerste en latere sneden

Een correlatieberekening over alle grondsoorten toonde aan dat er vrijwel geen verband bestaat tussen het Co-gehalte in gras en het Co-gehalte in grond. Dit wordt mede veroorzaakt door de relatief lage bodemtemperatuur tijdens de groeiperiode van de eerste snede, hetgeen de beschikbaarheid van Co niet ten goede komt. Daarnaast kan een interactie met een andere factor, zoals de fosfaatgift of de pH, van invloed zijn op het correlatieve verband (zoals ook blijkt uit Tabel 60).

Het fitten van het Co-gehalte in gras van de eerste snede met het model ICo+pH+Ptot+gr (log(CO-gehalte grond) + de zuurgraad + de P-bemesting + grondsoort) resulteerde een licht hoger percentage verklaarde variantie voor 0-10 bemonstering (Tabel 60). Door interactietermen mee te nemen kon het percentage verklaarde variantie bij 0-5 bemonstering verhoogd worden van 19,2 % tot 29,6% en bij 0-10 bemonstering van 21,0 % tot 32,5 %.

Tabel 60 Bijdrage van de lagen 0-10 en 0-5 cm aan de verklaarde variantie bij modellering van het Co-gehalte in het gras van de eerste snede (n=161)

Variabelen	Geschatte σ^2	Vrijheidsgraden (d.f.)	χ^2	R ²
ICo5	252,4	1	0,041	19,2
pH5		1	<0,001	
Ptot		1	0,016	
gr		4	0,012	
ICo010	246,7	1	0,013	21,0
pH010		1	<0,001	
Ptot		1	0,025	
gr		4	0,002	
ICo5	219,9	1		29,6
pH5		1	0,231	
Ptot		1	0,037	
pH5.Ptot		1	0,053	
ICo5.pH5		1	0,957	
gr		4	0,218	
gr.ICo5		4	<0,001	
ICo010		210,9	1	
pH010	1		0,574	
Ptot	1		0,015	
pH010.Ptot	1		0,021	
ICo010.pH010	1		0,029	
gr	4		0,339	
gr.ICo010	4	<0,001		

* effect van weglaten van een parameter uit het volledige model

Het fitten van het Co-gehalte in gras van de latere sneden met het model ICo +IHumus+gr leidde tot een iets hoger percentage verklaarde variantie op basis van 0-10 cm dan op basis van 0-5 cm bemonstering (Tabel 61). Het percentage verklaarde variantie is echter zeer laag. Het opnemen van additionele parameters leidde wel tot een verbetering, waarbij het beste model verkregen werd bij 0-5 bemonstering. Het model was niet verder te verbeteren door het opnemen van parameters Ntot, NLV, Ptot, Snede etc. De lage verklaarde variantie duidt erop dat andere niet gemeten parameters van invloed zijn. Een mogelijke parameter is aanklevende grond aan het geoogste gras.

Tabel 61 Bijdrage van de lagen 0-10 en 0-5 cm aan de verklaarde variantie bij modellering van het Co-gehalte in het gras van latere sneden (n=124)

Variabelen	Geschatte σ^2	Vrijheidsgraden (d.f.)	χ^2	R ²
ICo5	277,1	1	0,0127	8,9
IHumus5		5	0,538	
gr			0,075	
ICo010	274,2	1	0,015	9,8
IHumus5		5	0,021	
gr			<0,001	
ICo5	229,5	1	<0,001	24,5
IHumus5		1	<0,001	
ICo5.IHumus5		1	<0,001	
pH5			0,007	
gr		0,005		
ICo010	250,6	1	<0,001	17,6
IHumus5		1	0,111	
ICo010.IHumus5		1	0,009	
pH010			0,041	
gr			0,061	

* effect van weglaten van een parameter uit het volledige model

Bij Co-advisering van de eerste snede is er dus een lichte voorkeur voor advisering op basis van 0-10 bemonstering. Voor latere sneden voldoet 0-5 bemonstering beter. De verschillen zijn echter klein. Bovendien is het percentage verklaarde variantie laag. De constatering is dan ook dat bemonstering op basis van 0-10 cm gelijkwaardig is aan bemonstering op basis van 0-5 cm.

3.2.7 Samenvatting gewasrespons

In Tabel 62 is een overzicht gegeven van de belangrijkste resultaten met betrekking tot de gewasrespons op basis van 0-5 of 0-10 cm. De gewasrespons op basis van 0-10 bemonstering blijkt overwegend gelijkwaardig of beter te zijn dan op basis van 0-5 bemonstering. Alleen voor Co en Cu is het beeld meer divers. Bemonstering van 0-5 cm is duidelijk beter voor de eerste snede bij Co en slechter bij latere sneden. Bij Cu is dit andersom.

Tabel 62 Samenvattend overzicht van de modellering van de grassamenstelling op basis van bemestings- en bodemparameters van de laag 0-10 cm in vergelijking tot die van de laag 0-5 cm

Bodem-parameter	0-10 t.o.v. 0-5 Eerste snede	0-10 t.o.v. 0-5 latere sneden
P-AL-getal	++	+
K-getal	++	-
Na ₂ O	+	+++
MgO	+++	+++
Cu	---	++
Co	+++	---

* --- of +++ een verschil in R^2_{adjusted} van resp. meer dan -2 en +2%

-- of ++ een verschil in R^2_{adjusted} van resp. meer dan -2 en +2%

- of + een verschil in R^2_{adjusted} van resp. meer dan -0,5 en +0,5%

4 Discussie

Uit de resultaten blijkt dat de relatie tussen bodemlaag 0-5 cm en bodemlaag 0-10 cm via REML-analyse in het algemeen nauwkeurig geschat kon worden. De percentages verklaarde variantie bedroegen 90 procent of meer. Uitzonderingen zijn het model voor het K-getal op löss (78,2 %) en voor Na op löss (75,2 %). Waarschijnlijk is hier het geringe aantal waarnemingen op löss (53) aan debet.

Het berekenen van het bemestingsadvies op basis van 0-10 bemonstering en het vergelijken van dat advies met het advies bij 0-5 bemonstering is een controle voor de mate waarin de transformatie van 0-5 naar 0-10 bemonstering uitpakt voor het advies. Bij een perfecte omschakeling zou er geen verschil in advies tussen 0-5 en 0-10 bemonstering dienen te zijn. Vaak kan er echter een absolute afwijking van enkele kilo's en een relatieve afwijking van enkele procenten geconstateerd worden. Voor de meeste kentallen liggen de relatieve afwijkingen in de buurt van het algemene referentieniveau van 5 %. Bij het P_2O_5 -advies is de maximale afwijking van het advies +5,9 % bij zeeklei; de gemiddelde afwijking over alle grondsoorten is +1,4 %. Bij het K_2O -advies is de relatieve afwijking over alle grondsoorten -1,5 %, met als uitschieter rivierklei (-7,0 %). Bij het MgO -advies is de relatieve afwijking +5,9 % bij zand en 42 % bij löss. De grote relatieve afwijking bij löss is het gevolg van het feit dat het advies zeer laag is. De absolute afwijking is gemiddeld slechts 0,5 kg. Bij het Na_2O -advies is na omschakeling op 0-10 bemonstering het gemiddelde Na_2O -advies 3,9 % lager, met als uitschieter een afname van 6,6 % op löss. Grotere relatieve afwijkingen werden gevonden bij het Cu -advies. Echter, het Cu -advies is met een groot aantal onzekerheden omgeven, en bij de geringe giften die geadviseerd worden is de kans op relatief grote afwijkingen groot. Bij het Co -advies is er geen of nauwelijks een afwijking te berekenen, aangezien er op basis van de gebruikte gegevens nauwelijks Co -bemesting geadviseerd wordt.

Het verschil in bemestingsadvies tussen 0-5 en 0-10 kan een aantal oorzaken hebben. Het regressieverband tussen 0-5 en 0-10 berust op alle gemeten waarden, terwijl het continue bemestingsadvies begrensd is tot het landbouwkundig interessante traject. Hierdoor kan er een verschil optreden in bemestingsadvies. Een andere mogelijke verklaring is dat bij sommige kentallen het bemestingsadvies niet lineair is, maar progressief toeneemt bij een dalende waarde van het kentel.

Gezien het feit dat de gemiddelde afwijkingen in bemestingsadvies per grondsoort dichtbij of beneden het 5 % niveau liggen, mag gesteld worden dat omschakeling van 0-5 bemonstering naar 0-10 bemonstering op basis van het verschil in bemestingsadvies verantwoord is. Ook de absolute afwijkingen geven geen reden tot zorg. Bij het P - Al -getal was gemiddeld over alle grondsoorten het absolute advies op 11 % van de percelen onveranderd, op 61 % van de percelen kleiner dan 5 kg en op 83 % van de percelen kleiner dan 10 kg (Tabel 11).

Bij het continue maken van het bemestingsadvies voor 0-5 bemonstering aan de hand van de gegevens uit de Bemestingsadviesbasis (1998) dient een kanttekening geplaatst te worden. Deze gegevens zijn namelijk aangepast aan praktisch gebruik. Het was beter geweest als het bemestingsadvies continu gemaakt had kunnen worden aan de hand van de oorspronkelijke proefgegevens. Deze zijn echter nauwelijks toegankelijk.

Naast de goede relatie tussen bodemlaag 0-5 en 0-10 geeft regressieanalyse (Tabel 62) ook aan dat de gewasrespons op basis van 0-10 bemonstering vergelijkbaar of iets hoger is dan op basis van 0-5 bemonstering. Gezien deze gewasrespons en de omwerking van het 0-5 advies naar 0-10 advies is omschakeling van 0-5 bemonstering naar 0-10 bemonstering verantwoord.

Aanpassing van de formule ter berekening van de kalkfactor (op basis van humusgehalte en pH) is niet nodig. De kalkfactor wordt namelijk al berekend op basis van 0-10 bemonstering.

Ter berekening van de nieuwe bemestingsadviesklassen bij 0-10 bemonstering werden grondsoorten op basis van de Bemestingsadviesbasis (1998) samengevoegd tot groepen. Het komt echter voor dat de aldus samengevoegde grondsoorten onderling significant afwijken wat betreft de relatie 0-5 en 0-10 cm. Dit kan betekenen dat de berekende nieuwe klassen op basis van samengevoegde grondsoorten uit de Bemestingsadviesbasis (1998) voor bepaalde grondsoorten afwijken. Feitelijk zouden alleen grondsoorten die niet significant verschillen samengevoegd mogen worden, maar uit praktische overwegingen is besloten om de groepering uit de Bemestingsadviesbasis (1998) aan te houden.

Onderzoek naar de mogelijkheid om over te schakelen van 0-5 bemonstering naar 0-10 bemonstering is al eerder uitgevoerd door Bussink & Spätjens (2000). In dat onderzoek was de gebruikte dataset kleiner en was de analysemethode anders. In Bijlage 5 staat een voorbeeld van de aanpassing van klassegrenzen uit de Bemestingsadviesbasis (1998) op basis van de resultaten van Bussink & Spätjens (2000) en op basis van het onderhavige onderzoek. Er is verschil tussen de resultaten. Vooral bij het K-niveau 'hoog' is de afwijking behoorlijk (Bijlage 5).

Overschakeling van 0-5 bemonstering naar 0-10 bemonstering is een eerste stap op weg naar het nauwkeuriger bemesten met bijvoorbeeld fosfaat. Een andere, belangrijker stap zou aanpassing van het fosfaatadvies aan de huidige omstandigheden kunnen zijn. Er zijn namelijk indicaties dat het fosfaatadvies niet meer aansluit bij de huidige landbouwpraktijk.

In het onderzoek waarop het bemestingsadvies gebaseerd is, werd aangenomen dat fosfaat in de ondergrond nauwelijks bijdraagt aan de gewasgroei (Van der Pauw, 1943). Inmiddels is echter gebleken dat dit onjuist is (De Willigen & Van Noordwijk, 1987; Den Boer et al., 1995). Daarnaast is door een gestegen frequentie van graslandvernieuwing de fosfaattoestand in de ondergrond toegenomen. De kans is daarom groot dat het fosfaatadvies bij zowel 0-5 als 0-10 bemonstering te hoog is. Overschakeling op 0-10 bemonstering leidt tot een grotere nauwkeurigheid, maar kan overbemesting alleen deels ondervangen, omdat het bemestingsadvies bij 0-10-bemonstering gebaseerd is op het bemestingsadvies bij 0-5 bemonstering.

Naast de onjuiste aanname dat fosfaat in de ondergrond nauwelijks bijdraagt aan de gewasgroei zijn er in de loop der jaren nog een aantal fundamentele veranderingen opgetreden. De extractiemethoden ter bepaling van de P-toestand zijn veranderd, evenals de samenstelling van de gebruikte P-meststoffen. De basisproeven zijn destijds uitgevoerd met superfosfaat. Tegenwoordig wordt de N- en P-bemesting meestal uitgevoerd met NP-meststoffen. Bekend is dat het gezamenlijk aanbieden van N en P een hogere P-opname door het gras tot gevolg heeft (Grunes, 1959). Ook is in de loop der jaren de botanische samenstelling van de grasmat veranderd, evenals de spruit/wortelverhouding en de voorjaarsgroei van de gebruikte rassen. Verder was ten tijde van het onderzoek het gehalte aan P-totaal in de bodem veel lager, werd er later bemest, werden er zwaardere sneden gemaaid er werd er minder N gegeven voor de eerste snede. Bekend is dat de werking van P toeneemt als er meer N wordt gegeven en dat de P-werking afneemt bij een suboptimale P-voorziening (Mouat & Nes, 1983). Naast hogere N-giften heeft ook de vorm waarin N gegeven wordt invloed op de P-opname. Toediening van N in de ammoniumvorm geeft een hogere P-opname dan toediening van N in de nitraatvorm (Gahoonia et al., 1992). Bovenstaande feiten roepen de vraag op of het huidige P-advies nog wel zonder meer van toepassing is in de huidige landbouwpraktijk. Bij voorkeur zouden er nieuwe proeven uitgevoerd dienen te worden om het P-advies aan te passen aan de veranderde omstandigheden. Het omschakelen van 0-5 bemonstering naar 0-10 bemonstering is echter een eerste stap in de goede richting.

5 Conclusies

Bij de huidige grootte van de dataset kan de relatie tussen bodemlaag 0-5 en 0-10 voor alle kentallen bij alle grondsoorten nauwkeurig geschat worden.

De gemiddelde afwijking in bemestingsadvies na omschakeling van 0-5 bemonstering naar 0-10 bemonstering was in het algemeen kleiner dan vijf procent.

De gewasrespons op basis van 0-10 bemonstering is gemiddeld even goed of iets beter dan de gewasrespons op basis van 0-5 bemonstering.

Omschakeling van 0-5 bemonstering naar 0-10 bemonstering is verantwoord.

Bij aanpassing van de klassegrenzen in de Bemestingsadviesbasis (1998) aan 0-10 bemonstering is handhaving van de huidige groepering van grondsoorten niet altijd te verdedigen.

6 Nieuwe bemestingsadvies gebaseerd op 0-10 cm

De getransformeerde klassegrenzen uit dit rapport zijn opgenomen in de nieuwe Bemestingsadviesbasis (2002). Deze bemestingsadviesbasis is een product van de Commissie Bemesting Grasland en Voedergewassen (CBGV), een commissie van LTO Nederland. De CBGV wordt voorgezeten door LTO en is samengesteld uit vertegenwoordigers van het PV, NMI, PPO, PRI, DLV, Blgg en Expertisecentrum LNV. Daarnaast hebben twee veehouders zitting.

De in dit rapport geproduceerde tabellen zijn afgerond op het aantal decimalen uit de Bemestingsadviesbasis (1998) en vervolgens overgenomen in de nieuwe Bemestingsadviesbasis (2002). De tabellen zijn:

Fosfaat

Tabel 63 Klassegrenzen per grondsoortgroep voor het P_2O_5 -advies bij 0-5-bemonstering (Bemestingsadviesbasis, 1998) en bij 0-10 bemonstering

Waardering	Zeeklei, veen, zand, dalgrond		Rivierklei		Löss	
	0-5	0-10	0-5	0-10	0-5	0-10
laag	< 18	< 16	< 15	< 14	< 13	< 13
vrij laag	18-29	16-26	15-24	14-22	13-19	13-18
voldoende	30-39	27-35	25-34	23-30	20-29	19-26
ruim vold.	40-55	36-50	35-55	31-46	30-45	27-40
hoog	> 55	> 50	> 55	> 46	> 45	> 40

K-getal

Tabel 64 Klassegrenzen per grondsoortgroep voor het K_2O -advies bij 0-5-bemonstering (Bemestingsadviesbasis, 1998) en bij 0-10 bemonstering

Waardering	Zand		Zeeklei, rivierklei, veen en löss	
	0-5	0-10	0-5	0-10
laag	< 16	< 15	< 13	< 12
voldoende	16-25	15-23	13-20	12-18
ruim voldoende	26-35	24-31	21-28	19-25
hoog	36-45	32-40	29-36	26-32
zeer hoog	> 45	> 40	> 36	> 32

Mg-gehalte

Tabel 65 Klassegrenzen voor het MgO -advies bij 0-5-bemonstering (Bemestingsadviesbasis, 1998) en aangepast aan 0-10 bemonstering

Waardering	Zand, dalgrond en löss	
	0-5	0-10
laag	< 75	< 71
vrij laag	75-150	71-136
voldoende	151-250	137-219
hoog	> 250	> 219

Na-gehalte

Tabel 66 Klassegrenzen per grondsoortgroep voor het Na₂O-advies bij 0-5-bemonstering (Bemestingsadviesbasis, 1998) en aangepast aan 0-10 bemonstering

Waardering	Zand en dalgrond		Rivierklei, zeeklei, löss		Veen	
	0-5	0-10	0-5	0-10	0-5	0-10
laag	< 2	< 2	-	-	-	-
vrij laag	2 - 4	2 - 4	< 5	< 5	< 9	< 9
voldoende	5 - 9	5 - 8	5 - 7	5 - 6	9 - 14	9 - 14
ruim vold.	10 - 13	9 - 11	8 - 10	7 - 9	15 - 21	15 - 21
hoog	> 13	> 11	> 10	> 9	> 21	> 21

Cu-gehalte

Tabel 67 Klassegrenzen voor het Cu-advies bij 0-5-bemonstering (Bemestingsadviesbasis, 1998) en aangepast aan 0-10 bemonstering

Waardering	Alle grondsoorten	
	0-5	0-10
laag	< 2,0	< 2,0
vrij laag	2,0 - 4,9	2,0 - 4,9
goed	5,0 - 9,9	5,0 - 9,7
hoog	≥ 10,0	> 9,8

Co-gehalte

Tabel 68 Klassegrenzen voor het Co-advies bij 0-5-bemonstering (Bemestingsadviesbasis, 1998) en aangepast aan 0-10 bemonstering

Waardering	Alle grondsoorten	
	0-5	0-10
laag	< 0,10	< 0,11
vrij laag	0,10 - 0,29	0,11 - 0,29
goed	> 0,29	> 0,29

pH (ongewijzigd)

Tabel 69 Klassegrenzen per grondsoortgroep voor de pH bij 0-5-bemonstering (Bemestingsadviesbasis, 1998) en 0-10 bemonstering

Waardering	Zand, löss, dalgrond, zeeklei, rivierklei		Veen	
	0-5	0-10	0-5	0-10
te laag	< 4,4	< 4,4	< 4,1	< 4,1
vrij laag	4,4 - 4,7	4,4 - 4,7	4,1 - 4,5	4,1 - 4,5
goed	4,8 - 5,5	4,8 - 5,5	4,6 - 5,2	4,6 - 5,2
vrij hoog	5,6 - 6,1	5,6 - 6,1	5,3 - 5,8	5,3 - 5,8
hoog	> 6,1	> 6,1	> 5,8	> 5,8

Referenties

Bemestingsadviesbasis, 1998. Adviesbasis bemesting grasland en voedergewassen. Themaboek November 1998, Praktijkonderzoek Veehouderij, Lelystad: 53 pp.

Bemestingsadviesbasis, 2002. Adviesbasis bemesting grasland en voedergewassen. Praktijkboek 22, Praktijkonderzoek Veehouderij, Lelystad (www.bemestingsadvies.nl)

7 Toepassing in de praktijk

De resultaten van dit onderzoek hebben geleid tot een omvorming van het bemestingsadvies op basis van bemonstering van bodemlaag 0-5 cm naar een bemestingsadvies op basis van bemonstering van 0-10 cm. Deze resultaten zijn opgenomen in de nieuwe 'Adviesbasis bemesting grasland en voedergewassen' (2002). Als gevolg van dit onderzoek kunnen veehouders hun bemesting baseren op bemonstering van bodemlaag 0-10 cm. Bemonstering van bodemlaag 0-10 cm leidt tot een grotere nauwkeurigheid van monsternamen en een betere schatting van de beschikbare hoeveelheid nutriënten voor het gras. Hierdoor neemt de nauwkeurigheid van bemesting toe en neemt de kans op nutriëntenverliezen af. Bemonstering van bodemlaag 0-10 cm maakt het tevens mogelijk om de algemene grondbemonstering te combineren met de NLV-bepaling (stikstofleverend vermogen). Hierdoor dalen de bemonsterings- en analysekosten voor veehouders.

Literatuur

- Anonymus, 2000. Biologische Veehouderij en Management (Bioveem). Onderzoek en demonstratie op tien biologische melkveebedrijven. Publicatie 144, Praktijkonderzoek Veehouderij (PV), Lelystad: 96 pp.
- Bemestingsadviesbasis, 1998. Adviesbasis bemesting grasland en voedergewassen. Themaboek November 1998, Praktijkonderzoek Veehouderij, Lelystad: 53 pp.
- Boer D.J. den, J.C. van Middelkoop, G. André, A.P. Wouters, H. Everts, 1995. Effecten fosfaattoestand en fosfaatbemesting op graslandopbrengst en P-gehalte. *Meststoffen* 1995: 32-37.
- Bussink D.W., L.E.E.M. Spätiens, 2000. Naar een uniforme bemonsteringsdiepte van 0-10 cm op grasland. *Meststoffen* 2000: 12-19.
- Gahoonia, T.S., N. Claassen, A. Jungk, 1992. Mobilization of phosphate in different soils by ryegrass supplied with ammonium or nitrate. *Plant and Soil* 140: 241-248.
- Genstat 5 Committee, 1993. Genstat 5 Release 3 Reference Manual. Clarendon Press, Oxford.
- Grunes, D.L., 1959. Effect of nitrogen on the availability of soil and fertilizer phosphorus to plants. *Advances in Agronomy* 11: 369
- Middelkoop J.A. van, Schils R.L.M., D.J. den Boer, O.F. Schoumans, C. van der Salm, R.F. Bakker, W.J. Chardon, 2002. Effecten van stikstof- en fosfaatverliesnormen op grasland. Rapport Praktijkonderzoek Veehouderij (PV), Lelystad (in voorbereiding).
- Mouat, M.C.H., P. Nes, 1983. Effect of the interaction of nitrogen and phosphorus on the growth of ryegrass. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 26: 333-336.
- Paauw, F. van der, 1943. Grondonderzoek naar fosfaat- en kalitoestand op grasland. Verslagen van Landbouwkundige Onderzoeken No. 49A: 98 pp.
- Willigen P. de, M. van Noordwijk, 1987. Roots, plant production and nutriënt use efficiency. Proefschrift Landbouwuniversiteit Wageningen: 228 pp.

Bijlagen

Bijlage 1 Kwantitatieve beschrijving van dataset A (berekende 0-10) en B (gemeten 0-10)

Tabel 70 Kwantitatief overzicht van dataset A (berekende 0-10 waarden)

Kental	# Percelen	Gemiddelde	Mediaan	Minimum	Maximum	S.d.	V.c.
pH _{0,5}	936	5,6	5,4	4,1	7,6	0,7	13,5
pH _{0,10}	936	5,5	5,4	3,9	7,6	0,8	14,4
Humus _{0,5}	1012	12,9	7,6	1,4	56,6	12,8	99,3
Humus _{0,10}	1012	11,6	6,7	1,5	54,2	12,1	104,2
Lutum _{0,5}	581	27,3	25,0	1,0	55,0	13,6	49,7
Lutum _{0,10}	581	28,7	27,5	1,0	56,6	13,9	48,4
KHCl _{0,5}	942	30,5	26,0	3,0	134,0	18,6	61,1
KHCl _{0,10}	942	25,0	21,5	3,0	101,5	14,6	58,3
K-getal _{0,5}	942	30,1	27,0	5,1	101,3	15,1	50,3
K-getal _{0,10}	942	27,8	24,1	4,4	90,5	14,7	53,0
P-Al _{0,5}	1032	42,7	40,0	7,0	163,0	18,3	42,9
P-Al _{0,10}	1032	38,8	36,5	7,5	157,0	18,1	46,5
Na _{0,5}	940	10,9	6,0	1,0	371,0	24,4	223,8
Na _{0,10}	940	11,3	6,0	1,0	406,0	28,2	250,5
Mg _{0,5}	350	431,9	322,5	70,0	1947,0	318,2	73,7
Mg _{0,10}	350	395,2	283,8	72,0	1914,5	303,4	76,8
Cu _{0,5}	555	9,4	7,4	1,7	42,4	5,9	62,3
Cu _{0,10}	555	9,3	7,2	1,8	53,1	6,2	66,3
Co _{0,5}	543	0,75	0,69	0,05	2,22	0,48	63,4
Co _{0,10}	543	0,73	0,71	0,06	2,10	0,46	62,2

¹⁾ na verwijdering uitbijters, zie 2.2 Methoden

Tabel 71 Kwantitatief overzicht van dataset B (gemeten 0-10 waarden)

Kental	# Percelen	Gemiddelde	Mediaan	Minimum	Maximum	S.d.	V.c.
pH _{0,5}	311	5,5	5,4	3,9	7,3	0,6	11,5
pH _{0,10}	311	5,4	5,2	3,9	7,4	0,6	11,7
Humus _{0,5}	311	16,6	8,5	2,9	56,5	14,8	89,3
Humus _{0,10}	311	15,3	7,5	2,5	54,5	14,1	92,1
Lutum _{0,5}	133	28,8	29,0	6,0	58,0	11,9	41,3
Lutum _{0,10}	133	29,8	28,0	7,0	60,0	12,6	42,4
KHCl _{0,5}	310	35,5	27,0	5,0	108,0	22,7	63,8
KHCl _{0,10}	310	28,9	21,5	4,0	96,0	19,7	67,9
K-getal _{0,5}	314	26,9	25,0	9,0	54,0	10,4	8,6
K-getal _{0,10}	314	23,9	22,0	7,0	60,0	10,3	43,1
P-Al _{0,5}	315	40,2	36,0	9,0	145,0	21,3	53
P-Al _{0,10}	315	36,4	32,0	6,0	144,0	19,4	53,3
Na _{0,5}	316	8,3	5,0	2,0	48,0	6,8	81,7
Na _{0,10}	316	7,9	4,0	2,0	51,0	6,5	82,2
Mg _{0,5}	253	574,6	380,0	67,0	1537,0	404,2	70,3
Mg _{0,10}	253	533,9	324,0	45,0	1450,0	405,8	76,0
Cu _{0,5}	287	12,7	8,5	2,8	105,0	12,9	101,6
Cu _{0,10}	287	12,8	8,3	2,5	92,1	12,7	99,2
Co _{0,5}	295	0,80	0,61	0,06	2,05	0,52	65,4
Co _{0,10}	295	0,75	0,52	0,06	2,59	0,52	70,0

¹⁾ na verwijdering uitbijters, zie 2.2 Methoden

Bijlage 2 Wegingsfactoren**Tabel 72** Wegingsfactoren bij bodemanalyses voor dataset B (gemeten 0-10)

Kental	Wegingsfactor
Lutum	0,9121
Humus	0,8444
pH	0,6826
K-getal	0,4308
P-Al	0,3259
Na	0,3125
Mg	0,4323
Cu	0,5363
Co	0,3928

Tabel 73 Wegingsfactoren bij gewasanalyses voor dataset gemeten 0-10

Kental	Eerste snede		Latere sneden	
	<i>1999</i>	<i>2000</i>	<i>1999</i>	<i>2000</i>
P	0,5070	1,0000	1,0000	0,7377
K	0,3022	1,0000	1,0000	1,0000
Mg	1,0000	0,7778	1,0000	1,0000
Na	0,7565	1,0000	0,7324	1,0000
Co	1,0000	0,3350	1,0000	0,1946
Cu	0,3605	1,0000	1,0000	0,1351

Bijlage 3 Genstat input files

Eenvoudige lineaire regressie

```
CALCULATE IPAL5=LOG(PAL5)  
CALCULATE IPAL10=LOG(PAL10)
```

```
"Simple Linear Regression"  
MODEL [WEIGHTS=Weging] IPAL10  
TERMS IPAL5  
FIT [PRINT=model,summary,correlations,estimates; CONSTANT=estimate; FPROB=yes; TPROB=yes] IPAL5
```

REML-analyse

```
CALCULATE IPAL5=LOG(PAL5)  
CALCULATE IPAL10=LOG(PAL10)
```

```
VCOMPONENTS [FIXED=IPAL5*Grond_algemeen; FACTORIAL=2; CADJUST=none] RANDOM=Klantnr*Jaar;\  
INITIAL=1,1,1; CONSTRAINTS=positive,positive,positive  
REML [PRINT=model,components,effects,waldTests; PSE=all; MVINCLUDE=*; METHOD=AI;\  
WEIGHTS=Weging]IPAL10;RES=res
```

Bijlage 4 Continue bemestingsadviezen**P₂O₅-adviesgift voor eerste snede:***zand*

$$\text{PAL5: P}_2\text{O}_5\text{-gift (kg/ha)} = -989 + 1155 * 0,99052^{\text{PAL0-5}} + 5,87 * \text{PAL0-5}$$

$$\text{PAL10: P}_2\text{O}_5\text{-gift (kg/ha)} = -748 + 913 * 0,98844^{\text{PAL0-10}} + 5,13 * \text{PAL0-10}$$

zeeklei

$$\text{PAL5: P}_2\text{O}_5\text{-gift (kg/ha)} = -989 + 1155 * 0,99052^{\text{PAL0-5}} + 5,87 * \text{PAL0-5}$$

$$\text{PAL10: P}_2\text{O}_5\text{-gift (kg/ha)} = -755 + 920 * 0,98755^{\text{PAL0-10}} + 5,59 * \text{K3} * \text{PAL0-10}$$

veen

$$\text{PAL5: P}_2\text{O}_5\text{-gift (kg/ha)} = -989 + 1155 * 0,99052^{\text{PAL0-5}} + 5,87 * \text{PAL0-5}$$

$$\text{PAL10: P}_2\text{O}_5\text{-gift (kg/ha)} = -1012 + 1178 * 0,98876^{\text{PAL0-10}} + 7,16 * \text{PAL0-10}$$

rivierklei

$$\text{PAL5: P}_2\text{O}_5\text{-gift (kg/ha)} = 18,01 + 174,78 * 0,94169^{\text{PAL0-5}} - 0,1010 * \text{PAL0-5}$$

$$\text{PAL10: P}_2\text{O}_5\text{-gift (kg/ha)} = 6,43 + 199,96 * 0,93802^{\text{PAL0-10}} + 0,0360 * \text{PAL0-10}$$

löss

$$\text{PAL5: P}_2\text{O}_5\text{-gift (kg/ha)} = 45,6 + 226,6 * 0,8894^{\text{PAL0-5}} - 0,597 * \text{PAL0-5}$$

$$\text{PAL10: P}_2\text{O}_5\text{-gift (kg/ha)} = 45,8 + 256,4 * 0,8789^{\text{PAL0-10}} - 0,703 * \text{PAL0-10}$$

Uitgangspunten en limieten voor gefitte lijnen

	P-AL-waarde			P ₂ O ₅ -gift
<i>zand, zeeklei, veen</i>	<i>rivierklei</i>	<i>löss</i>		
12,5	10,5	10		110
24,5	19,5	16		70
34,5	29,5	24,5		45
47,5	45	37,5		25
62,5	65	52,5		15

K₂O-adviesgift voor eerste maaisnede (normaal):*zand*

$$\text{Kgetal5: K}_2\text{O-gift (kg/ha)} = 61,2 + 333,8 * 0,94792^{\text{Kgetal0-5}} - 1,432 * \text{K-getal0-5 (fit=100)}$$

$$\text{Kgetal10: K}_2\text{O-gift (kg/ha)} = 44,3 + 348,3 * 0,9461^{\text{Kgetal0-10}} - 1,377 * \text{K-getal0-10}$$

zeeklei

$$\text{Kgetal5: K}_2\text{O-gift (kg/ha)} = 132,52 + 4897 * 0,71777^{\text{Kgetal0-5}} - 2,9411 * \text{K-getal0-5 (fit=100)}$$

$$\text{Kgetal10: K}_2\text{O-gift (kg/ha)} = 130,23 + 4063 * 0,70127^{\text{Kgetal0-10}} - 3,1425 * \text{K-getal0-10 (fit=100)}$$

rivierklei

$$\text{Kgetal5: K}_2\text{O-gift (kg/ha)} = 132,52 + 4897 * 0,71777^{\text{Kgetal0-5}} - 2,9411 * \text{K-getal0-5 (fit=100)}$$

$$\text{Kgetal10: K}_2\text{O-gift (kg/ha)} = 139,42 + 6894 * 0,67928^{\text{Kgetal0-10}} - 3,5890 * \text{K-getal0-10 (fit=100)}$$

veen

$$\text{Kgetal5: K}_2\text{O-gift (kg/ha)} = 132,52 + 4897 * 0,71777^{\text{Kgetal0-5}} - 2,9411 * \text{K-getal0-5 (fit=100)}$$

$$\text{Kgetal10: K}_2\text{O-gift (kg/ha)} = 138,39 + 7685 * 0,6524^{\text{Kgetal0-10}} - 3,8068 * \text{K-getal0-10 (fit=100)}$$

löss

$$\text{Kgetal5: K}_2\text{O-gift (kg/ha)} = 132,52 + 4897 * 0,71777^{\text{Kgetal0-5}} - 2,9411 * \text{K-getal0-5 (fit=100)}$$

$$\text{Kgetal10: K}_2\text{O-gift (kg/ha)} = 157,58 + 25785 * 0,6528^{\text{Kgetal0-10}} - 4,081 * \text{K-getal0-10 (fit=100)}$$

Uitgangspunten en limieten voor gefitte lijn bij zandgrond

K-getal	K ₂ O-gift
16	180
21	140
31	80
41	40
55	0

Uitgangspunten en limieten voor gefitte lijn bij zeeklei, veen en löss

K-getal	K ₂ O-gift
13	160
17	100
25	60
35	30
45	0

MgO-adviesgift (alleen zand en löss):

zand

$$\text{Mg5: MgO-gift (kg/ha)} = 153,0 + 3189 * 0,9539^{\text{Mg}0.5} - 0,6121 * \text{Mg}0.5 \text{ (fit=100)}$$

$$\text{Mg10: MgO-gift (kg/ha)} = 162,9 + 4756 * 0,9463^{\text{Mg}0.10} - 0,7447 * \text{Mg}0.10 \text{ (fit=100)}$$

löss

$$\text{Mg5: MgO-gift (kg/ha)} = 153,0 + 3189 * 0,9539^{\text{Mg}0.5} - 0,6121 * \text{Mg}0.5 \text{ (fit=100)}$$

$$\text{Mg10: MgO-gift (kg/ha)} = 148,9 + 2669 * 0,9502^{\text{Mg}0.10} - 0,6550 * \text{Mg}0.10 \text{ (fit=100)}$$

Uitgangspunten en limieten voor gefitte lijn bij zand en löss

Mg-gehalte	MgO-gift
75	200
112,5	100
170	50
250	0

Na₂O-adviesgift (eerste jaar na grondonderzoek, hoogste K-getal):

zand

$$\text{Na5: Na}_2\text{O-gift (kg/ha)} = 58,95 + 108,3 * 0,7475^{\text{Na}0.5} - 4,724 * \text{Na}0.5 \text{ (fit=100)}$$

$$\text{Na10: Na}_2\text{O-gift (kg/ha)} = 49,05 + 127,1 * 0,7661^{\text{Na}0.10} - 5,332 * \text{Na}0.10 \text{ (fit=100)}$$

löss

$$\text{Na5: Na}_2\text{O-gift (kg/ha)} = 29,85 + 2100 * 0,4786^{\text{Na}0.5} - 2,513 * \text{Na}0.5 \text{ (fit=100)}$$

$$\text{Na10: Na}_2\text{O-gift (kg/ha)} = 33,55 + 4486 * 0,3604^{\text{Na}0.10} - 3,798 * \text{Na}0.10 \text{ (fit=100)}$$

zeeklei

$$\text{Na5: Na}_2\text{O-gift (kg/ha)} = 29,85 + 2100 * 0,4786^{\text{Na}0.5} - 2,513 * \text{Na}0.5 \text{ (fit=100)}$$

$$\text{Na10: Na}_2\text{O-gift (kg/ha)} = 30,11 + 2202 * 0,4611^{\text{Na}0.10} - 2,667 * \text{Na}0.10 \text{ (fit=100)}$$

rivierklei

$$\text{Na5: Na}_2\text{O-gift (kg/ha)} = 29,85 + 2100 * 0,4786^{\text{Na}0.5} - 2,513 * \text{Na}0.5 \text{ (fit=100)}$$

$$\text{Na10: Na}_2\text{O-gift (kg/ha)} = 30,18 + 2294 * 0,4581^{\text{Na}0.10} - 2,693 * \text{Na}0.10 \text{ (fit=100)}$$

veen

$$\text{Na5: Na}_2\text{O-gift (kg/ha)} = 70,46 + 554,2 * 0,7779^{\text{Na}0.5} - 3,138 * \text{Na}0.5 \text{ (fit=100)}$$

$$\text{Na10: Na}_2\text{O-gift (kg/ha)} = 68,79 + 521,1 * 0,7697^{\text{Na}0.10} - 3,208 * \text{Na}0.10 \text{ (fit=100)}$$

Uitgangspunten en limieten voor gefitte lijn bij zandgrond

Na-gehalte	Na ₂ O-gift
2	110
3	90
7	40
13	0

Uitgangspunten en limieten voor gefitte lijn bij klei en löss

Na-gehalte	Na ₂ O-gift
5	70
6	40
9	10
12	0

Uitgangspunten en limieten voor gefitte lijn bij veen

Na-gehalte	Na ₂ O-gift
9	100
12	60
18	20
23	0

Cu-adviesgift (kg/ha):*zand*

$$\text{Cu5: Cu-gift (kg/ha)} = -2,077 + 13,24 * 0,7812^{\text{Cu}0.5} \text{ (fit=100)}$$

$$\text{Cu10: Cu-gift (kg/ha)} = -2,455 + 14,27 * 0,7840^{\text{Cu}0.5} \text{ (fit=100)}$$

löss

$$\text{Cu5: Cu-gift (kg/ha)} = -2,077 + 13,24 * 0,7812^{\text{Cu}0.5} \text{ (fit=100)}$$

$$\text{Cu10: Cu-gift (kg/ha)} = -2,125 + 13,27 * 0,7864^{\text{Cu}0.5} \text{ (fit=100)}$$

zeeklei

$$\text{Cu5: Cu-gift (kg/ha)} = -2,077 + 13,24 * 0,7812^{\text{Cu}0.5} \text{ (fit=100)}$$

$$\text{Cu10: Cu-gift (kg/ha)} = -2,072 + 13,22 * 0,7861^{\text{Cu}0.5} \text{ (fit=100)}$$

rivierklei

$$\text{Cu5: Cu-gift (kg/ha)} = -2,077 + 13,24 * 0,7812^{\text{Cu}0.5} \text{ (fit=100)}$$

$$\text{Cu10: Cu-gift (kg/ha)} = -1,857 + 12,71 * 0,7621^{\text{Cu}0.5} \text{ (fit=100)}$$

veen

$$\text{Cu5: Cu-gift (kg/ha)} = -2,077 + 13,24 * 0,7812^{\text{Cu}0.5} \text{ (fit=100)}$$

$$\text{Cu10: Cu-gift (kg/ha)} = -2,223 + 13,65 * 0,7927^{\text{Cu}0.5} \text{ (fit=100)}$$

Uitgangspunten en limieten voor gefitte lijn bij alle grondsoorten

Cu-gehalte	Cu-gift
2,0	6
3,5	3,5
7,5	0

Co-adviesgift (kg/ha):*zand*Co5: Co-gift (kg/ha) = $0,75 - 2,5 * Co0-5$ (fit=100)Co10: Co-gift (kg/ha) = $0,8371 - 3,0107 * Co0-10$ (fit=100)*löss*Co5: Co-gift (kg/ha) = $0,75 - 2,5 * Co0-5$ (fit=100)Co10: Co-gift (kg/ha) = $0,79176 - 2,7316 * Co0-10$ (fit=100)*zeeklei*Co5: Co-gift (kg/ha) = $0,75 - 2,5 * Co0-5$ (fit=100)Co10: Co-gift (kg/ha) = $0,78824 - 2,3470 * Co0-10$ (fit=100)*rivierklei*Co5: Co-gift (kg/ha) = $0,75 - 2,5 * Co0-5$ (fit=100)Co10: Co-gift (kg/ha) = $0,71996 - 2,8085 * Co0-10$ (fit=100)*veen*Co5: Co-gift (kg/ha) = $0,75 - 2,5 * Co0-5$ (fit=100)Co10: Co-gift (kg/ha) = $0,8202 - 2,2215 * Co0-10$ (fit=100)

Uitgangspunten en limieten voor gefitte lijn bij alle grondsoorten

Co-gehalte	Co-gift
0,1	0,50
0,2	0,25
0,3	0,00

Bijlage 5 Vergelijking van aangepaste klassegrenzen**Tabel 74** Vergelijking van aangepaste klassegrenzen op zandgrond voor P-Al-getal, K-getal en Mg-gehalte bij overgang van 0-5 naar 0-10 bemonstering in het onderzoek van Bussink & Spätjens (2000) en het onderhavige onderzoek

		Bussink & Spätjens		de Boer et al.
P-Al	<i>laag</i>	< 18	< 15	< 17
	<i>vrij laag</i>	18-29	15-26	17-27
	<i>voldoende</i>	30-39	27-36	28-37
	<i>ruim voldoende</i>	40-55	37-53	38-52
	<i>hoog</i>	> 55	> 53	> 52
K-getal	<i>laag</i>	< 16	< 15	< 15
	<i>voldoende</i>	16-25	15-23	15-23
	<i>ruim voldoende</i>	26-35	24-33	24-32
	<i>hoog</i>	36-45	34-44	32-40
	<i>zeer hoog</i>	> 45	> 44	> 40
Mg-gehalte	<i>laag</i>	< 75	< 68	< 71
	<i>tamelijk laag</i>	75-150	68-135	71-135
	<i>voldoende</i>	151-250	136-222	135-216
	<i>hoog</i>	> 250	> 222	> 216

Bijlage 6 Rekenvoorbeeld

De geschatte relatie tussen bodemlaag 0-5 en 0-10 voor löss op basis van REML is:

$$\ln(\text{PAL0-10}) = 0,1622 + 0,9247 * \ln(\text{PAL0-5})$$

Het bemestingsadvies uit de Bemestingsadviesbasis (1998) wordt continu gemaakt. De punten worden zodanig gekozen dat de lijn ongeveer door het midden van de klassegrenzen loopt (Tabel 39). Het bemestingsadvies heeft een ondergrens van 15 kg P₂O₅ en een bovengrens van 110 kg P₂O₅

Tabel 39 Gebruikte gegevens bij schatting van het continue bemestingsadvies bij 0-5 bemonstering

P-Al-waarde	P ₂ O ₅ -gift
10	110
16	70
24,5	45
37,5	25
52,5	15

Door deze punten wordt in Genstat een lijn + exponentiele component gefit. Dat levert de volgende formule op:

$$\text{PAL5: P}_2\text{O}_5\text{-gift (kg/ha)} = 45,6 + 226,6 * 0,8894^{\text{PAL0-5}} - 0,597 * \text{PAL0-5}$$

De PAL-waarden uit Tabel 39 worden nu ingevuld in de formule die de relatie tussen laag 0-5 en 0-10 schat (Tabel 40).

Tabel 40 Gebruikte gegevens bij schatting van het continue bemestingsadvies bij 0-5 bemonstering

P-Al-waarde	P ₂ O ₅ -gift
9,9	110
15,3	70
22,6	45
33,6	25
45,8	15

Door deze punten wordt ook een lijn gefit op dezelfde manier als bij de vorige lijn. Dat levert de volgende formule op:

$$\text{PAL10: P}_2\text{O}_5\text{-gift (kg/ha)} = 45,8 + 256,4 * 0,8789^{\text{PAL0-10}} - 0,703 * \text{PAL0-10}$$

Op deze wijze is het continue bemestingsadvies voor 0-5 omgevormd tot een continu bemestingsadvies voor 0-10.

Om te controleren in hoeverre het advies voor 0-10 afwijkt van het advies 0-5 worden de data van het kental op löss in beide formules ingevuld. Als de PAL-waarde kleiner is dan 10 is de gift 15 kg per hectare; bij een PAL-waarde groter dan 52,5 is de gift 110 kg per hectare. Dat levert een gemiddeld advies voor 0-5 en 0-10 op. Ook afwijkingen per gekozen afwijkingsklasse kunnen berekend worden.

Voor omrekening van de discontinue klassegrenzen uit de adviesbasis worden de waarden van deze grenzen ingevuld in de formule die de relatie tussen 0-5 en 0-10 schat. Dus: bij een P-Al-grens van < 13 wordt 13 ingevuld in de relatie: $\ln(\text{PAL0-10}) = 0,1622 + 0,9247 * \ln(\text{PAL0-5})$. Het resultaat is de nieuwe klassegrens.