

Stikstof en fosfaatafvoer met de kluit van boomkwekerijgewassen

H. van Reuler en A.A. Pronk

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving
Sector Bloembollen, Boomkwekerij & Fruit
PPO nr. 32 360481 00/ PT 12873

Lisse, Voorjaar 2010

© 2010 Wageningen, Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO)

Alle intellectuele eigendomsrechten en auteursrechten op de inhoud van dit document behoren uitsluitend toe aan de Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO). Elke openbaarmaking, reproductie, verspreiding en/of ongeoorloofd gebruik van de informatie beschreven in dit document is niet toegestaan zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van DLO.

Voor nadere informatie gelieve contact op te nemen met: DLO in het bijzonder onderzoeksinstituut Praktijkonderzoek Plant & Omgeving / Plant Research International, Business Unit Bloembollen, Boomkwekerij en Fruit.

DLO is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

Het onderzoek is gefinancierd door:



Projectnummer: 32 360481 00

PT-projectnummer: 12873

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving

Sector Bloembollen, Boomkwekerij en Fruit

Adres : Prof. van Slogterenweg 2, Lisse

: Postbus 85, 2160 AB Lisse

Tel. : 0252 - 462121

Fax : 0252 - 462100

E-mail : info.ppo@wur.nl

Internet : www.ppo.wur.nl

Inhoudsopgave

pagina

SAMENVATTING.....	5
1 INLEIDING	7
2 GEBRUIKSNORMEN.....	9
2.1 Gebruiksnorm dierlijke mest	9
2.2 Stikstofgebruiksnorm	9
2.3 Fosfaatgebruiksnorm	9
3 BOOMKWEKERIJ	11
4 STIKSTOF EN FOSFAAT IN DE BODEM.....	13
4.1 Stikstof	13
4.2 Fosfaat	13
5 RESULTATEN EN DISCUSSIE	15
5.1 Beschikbare veldgegevens	15
5.2 Coniferen 1	15
5.3 Coniferen 2	15
5.4 Laanbomen	16
5.5 Discussie	17
6 CONCLUSIES	19
REFERENTIES.....	21
BIJLAGE 1	23
BIJLAGE 2.....	25

Samenvatting

De mestregelgeving wordt steeds strenger met als doel de kwaliteit van grond- en oppervlaktewater te laten voldoen aan de gestelde eisen.

De stikstofgebruiksnormen voor boomkwekerij zijn relatief laag. De recente aanpassing van de fosfaatnormen levert mogelijk problemen op voor een aantal gewassen.

Een aantal boomkwekerij gewassen wordt geleverd met kluit. Met de kluit wordt vruchtbare bovengrond afgevoerd. Uit het oogpunt van duurzaamheid is het noodzakelijk de afgevoerde grond weer aan te vullen. In het stelsel van gebruiksnormen wordt hiermee geen rekening gehouden.

Een drietal voorbeelden waarin de afgevoerde grond is gemeten laat zien dat aanzienlijke hoeveelheden voedingstoffen met de kluiten worden afgevoerd. De waarden varieerden van 190 – 530 kg N ha⁻¹ en 260 – 1250 kg P₂O₅ ha⁻¹. Het is belangrijk op te merken dat het hier niet gaat om direct voor de plant opneembare hoeveelheden.

De hoeveelheid is afhankelijk van de plantdichtheid, grootte van de kluit en het percentage bomen dat met kluit wordt geroid. De bodemeigenschappen die een rol spelen zijn het volume gewicht, organische stof- en nutriëntengehalte. Deze karakteristieken verschillen per teelt en bodemtype.

De afgevoerde grond kan het beste worden aangevuld met grond van vergelijkbare samenstelling. De afgevoerde stikstof kan het beste weer met groencompost worden aangevuld. Voor karakterisering van de fosfaattoestand van de vervangende grond kan het beste de P-AI methode, eventueel in combinatie met de Pw methode, gebruikt worden.

1 Inleiding

De Europese Nitraatrichtlijn geeft aan dat het nitraatgehalte in het grondwater maximaal 50 mg nitraat (NO_3^-) per liter mag bedragen. Het Europese Hof heeft bepaald dat Nederland met het Mineralen Aangifte Systeem (MINAS) niet aan de Nitraatrichtlijn kan voldoen. Daarom is er 1 januari 2006 nieuwe regelgeving, het z.g. Stelsel van Gebruiksnormen, ingevoerd.

Het Stelsel van Gebruiksnormen heeft tot doel het overschot van stikstof per teelt te verlagen en daarmee de verliezen naar het milieu te verminderen. Het uiteindelijke doel is te voldoen aan de nitraatrichtlijn.

Er zijn ook normen voor de fosfaatbemesting opgesteld met als doel de fosfaat uitspoeling te beperken.

Ook voor de boomkwekerij zijn gebruiksnormen opgesteld (Van Dijk *et al.* 2005) en heeft het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit de gebruiksnormen wettelijk vastgelegd (Dienst Regelingen, 2005a; 2005b). Sinds 1 januari 2010 is de hoeveelheid fosfaat die mag worden toegediend afhankelijk van de fosfaattoestand van de grond (LNV, 2009). In de Kaderrichtlijn Water (KRW) die ook binnenkort van kracht wordt staan eisen voor het oppervlaktewater. Deze normen worden op veel plekken op dit moment nog niet gehaald.

Bovenstaande regelingen geven aan dat de bemesting onder druk staat. Dit terwijl een aantal gewasgroepen heeft gevraagd om een aanpassing van het stikstofadvies en daarmee van de stikstofnorm. In de boomkwekerij wordt een aantal gewassen met kluit afgevoerd. Met deze kluit worden organische stof en voedingsstoffen afgevoerd. Uit het oogpunt van behoud van bodemvruchtbaarheid en daarmee een duurzaam teeltsysteem is compensatie gewenst. In het Stelsel van Gebruiksnormen wordt met deze afvoer via kluiten echter geen rekening mee gehouden.

In deze studie laten we zien hoeveel grond en nutriënten er met de verschillende teelten via kluiten wordt afgevoerd en wat dat voor effecten heeft.

2 Gebruiksnormen

In het Stelsel van Gebruiksnormen zijn drie aanvoernormen opgesteld:

- Norm voor de aanvoer van stikstof en fosfaat met dierlijke mest
- Norm voor de hoeveelheid werkzame stikstof
- Norm voor de aanvoer van fosfaat

2.1 Gebruiksnorm dierlijke mest

Met dierlijke mest mag maximaal 170 kg stikstof (N) worden toegediend. Kunstmeststikstof is voor 100% werkzaam, terwijl stikstof uit dierlijke mest en andere organische producten slechts voor een deel werkzaam is. De hoeveelheid stikstof (totaal N) moet vermenigvuldigd worden met een werkingscoëfficiënt om de hoeveelheid werkzame N te berekenen. De werkingscoëfficiënt is zodanig gekozen dat de berekende werkzame N-gift uit dierlijke producten overeenkomt met een zelfde hoeveelheid N toegediend als kunstmest. De werkingscoëfficiënt is afhankelijk van de soort organische mest, het tijdstip en wijze van de toediening. Deze coëfficiënten zijn specifiek voor de mestsoort. Het is belangrijk op te merken dat de stikstofgebruiksnorm voor het te telen gewas leidend is. Dit betekent dat er niet meer werkzame stikstof mag worden toegediend dan de gestelde norm.

Daarnaast is er ook een maximum voor de hoeveelheid fosfaat (P_2O_5) die met dierlijke mest mag worden toegediend. In 2009 was dit maximum gesteld op 85 kg P_2O_5 ha⁻¹.

2.2 Stikstofgebruiksnorm

De stikstofgebruiksnorm is gewasspecifiek en afgeleid van de bemestingsadvies basis die voor de verschillende sectoren beschikbaar zijn. Voor de boomkwekerij is dit Adviesbasis voor de bemesting van boomkwekerijgewassen: vollegrondsteelt (Aendekerk, 2000).

De gebruiksnorm voor de aanvoer van werkzame stikstof bestaat uit de som van de hoeveelheid stikstof die beschikbaar komt uit de toediening van mest of compost en de hoeveelheid kunstmeststikstof. De gebruiksnorm voor stikstof is te vergelijken met een saldo berekening. De inkomsten zijn: stikstof uit de afbraak (=mineralisatie) van organische stof, stikstof uit de lucht en stikstof uit meststoffen. De uitgaven zijn: stikstof opname door het gewas of de stikstofafvoer met het geoogste product. De balans van inkomsten en uitgaven bepaalt het saldo, het overschot. Het overschot mag op kleigronden maximaal 138 kg ha⁻¹ en op droge zandgronden maximaal 76 kg stikstof ha⁻¹ zijn. Via berekeningen is vastgesteld dat bij lagere overschotten de norm van 50 mg nitraat liter⁻¹ in grondwater niet wordt overschreden.

2.3 Fosfaatgebruiksnorm

In tegenstelling tot de norm voor de aanvoer van werkzame stikstof is de norm voor de aanvoer van fosfaat voor alle gewassen gelijk. Tot 2010 was deze norm vastgesteld op 85 kg P_2O_5 ha⁻¹. Het is de bedoeling deze norm geleidelijk te verlagen tot een evenwichtsbemesting in 2015, waarbij evenveel fosfaat wordt toegediend als wordt afgevoerd met het geoogste product. LNV (2009) heeft recent de voorgestelde fosfaatnormen voor de periode 2010 - 2015 gepubliceerd (Tabel 1). De norm is afhankelijk van de fosfaattoestand van de bodem. Er is voorgesteld hiervoor de Pw methode, extractie met water, te gebruiken. Indien men geen bodemonderzoek laat uitvoeren, valt men automatisch in de fosfaatklasse 'hoog'.

Tabel 1. Voorgestelde fosfaatgebruiksnormen (kg ha^{-1}) voor de periode 2010 – 2015 (LNV, 2009).

	2010	2011	2012	2013	2014*	2015*
Fosfaatgehalte						
Hoog Pw > 55	75	70	65	55	55	50
Neutraal Pw 36 – 55	80	75	70	65	65	60
Laag Pw < 36	85	85	85	85	80	75

*De normen voor 2014 en 2015 zijn indicatief

Het is toegestaan om op fosfaatarme gronden een hogere hoeveelheid toe te dienen. De voorwaarden waaronder deze z.g. reparatiebemesting mag worden uitgevoerd zijn strak omschreven.

3 Boomkwekerij

Het stelsel van Gebruiksnormen is van toepassing op alle landbouw activiteiten in de vollegrond. De aanvoernormen voor stikstof voor boomkwekerijgewassen zijn relatief laag. De aanvoernormen voor stikstof zijn zodanig opgesteld dat voldaan wordt aan het maximale overschot (2.2). Hierdoor kent de Boomkwekerij geen zgn. uitspoelingsgevoelige gewassen. Dat zijn gewassen met een stikstofoverschot hoger dan 76 kg N ha⁻¹ op zandgronden en 138 kg N ha⁻¹ op kleigronden.

Kort na de invoering van het stelsel hebben de kwekers van een aantal gewasgroepen aangegeven dat de aanvoernormen voor stikstof te laag zijn voor vruchtbomen, coniferen, Buxus en rozen. Dit onderzoek naar de aanpassing van het bemestingsadvies loopt nog. Daarnaast is op verzoek van de Vereniging van Vastplantenkwekers een onderzoek uitgevoerd naar de stikstof en fosfaat opname door vaste planten (van Reuler, 2008). De resultaten van deze studie geven aan dat de afvoer van stikstof en fosfaat met het gerooide product sterk wisselt per soort en binnen en soort per cultivar (Van Reuler, 2008). Wel is duidelijk dat met een aantal soorten en cultivars meer stikstof en fosfaat wordt afgevoerd dan mag worden toegediend. M.a.w. de bodemvruchtbaarheid gaat achteruit.

Bovenstaande geeft aan dat in de boomkwekerijsector zorg is of met de bestaande normen op een duurzame wijze een goede kwaliteitsproductie behaald kan worden.

Een deel van het boomkwekerijsortiment wordt met kluit geleverd. Van het op zandgronden geteelde assortiment zijn dit vooral coniferen, bladhoudende heesters, Buxus en laanbomen. Op de kleigronden wordt een beperkt deel van de laanbomen met kluit gerooid. In de regio Boskoop worden voornamelijk sierheesters met kluit geleverd.

Voor de laanbomen zijn eisen voor de minimale kluitomvang opgesteld (Tabel 2).

Tabel 2. Vereiste minimum doorsnede van de kluit in relatie tot de diktemaat (beide in cm) gemeten op 100 cm boven de wortelhal (Raad voor de Boomkwekerij, 2007).

Maat	Minimale kluitdiameter
6 – 8	25
8 – 10	30
10 – 12	30
12 – 14	40
14 – 16	45
16 – 18	55
18 – 20	55
20 – 25	60
25 – 30	70
30 – 35	80
35 – 40	90
40 – 45	100

Door het leveren met kluiten verdwijnt regelmatig een aanzienlijke hoeveelheid grond van het bedrijf met daarin organische stof. Omdat het organische stofgehalte van zandgrond meestal hoger is dan kleigrond wordt van zandgrond meer organische stof afgevoerd dan van kleigrond.

Per ha wordt circa 200 m³ grond afgevoerd met de kluiten per teeltcyclus van 2 jaar (van Dijk et al., 2005). Voor een duurzame boomteelt is het nodig om de afgevoerde grond te vervangen. Op zandgronden wordt ongeveer 6.5 ton organische stof via kluiten afgevoerd per 2 jaar. Voor kleigrond is dit 4,2 ton organische stof per 2 jaar of evenredig minder voor een langere teelt. De afgevoerde hoeveelheid grond hangt af van het percentage bomen dat met kluit wordt geleverd. Even en Willemsen (2009) schatten voor de regio Opheusden dat 60% van de opzetters met kluit wordt geleverd en de resterende 40% met naakte wortel. Deze hoeveelheden komen bovenop de organische stof die door natuurlijke processen is afgebroken. Aanvullen met grond van dezelfde of vergelijkbare samenstelling zoals van de afgevoerde grond is het beste. Die gronden zijn echter nauwelijks of in het geheel niet beschikbaar en daarom worden meestal organische bodemverbeterende materialen gebruikt. Diverse materialen worden hiervoor gebruikt, zoals compost, dierlijke mest of turf.

In het nieuwe bemestingssysteem ontbreekt een compensatie voor de grondafvoer. In het kader van duurzaamheid is dit een ommissie.

4 Stikstof en fosfaat in de bodem

4.1 Stikstof

De meeste stikstof in de bodem is organisch gebonden. Door afbraak (=mineralisatie) van organische stof komt de stikstof vrij. Door allerlei omzettingen wordt nitraat (NO_3^-) gevormd. De meeste planten nemen stikstof als nitraat op. Het negatief geladen nitraat wordt niet of nauwelijks gebonden door de bodem en spoelt gemakkelijk uit.

Het organische stof gehalte is een goede indicator voor de hoeveelheid stikstof die bodem kan leveren. Uiteraard speelt de kwaliteit van de organische stof een rol. Hiervoor wordt vaak als karakteristiek het C/N quotiënt gebruikt. Een organische stof met een hoog C/N quotiënt dus met relatief veel koolstof (C) in verhouding tot stikstof (N) levert minder N dan andersom. De organische stof in de meeste landbouwgronden heeft een laag C/N quotiënt (10 - 20).

Voor bepaling van de direct voor de plant opneembare stikstof wordt de z.g. N_{min} bepaling gebruikt. Hierbij wordt de hoeveelheid minerale stikstof (= nitraat en ammonium) bepaald.

4.2 Fosfaat

Fosfaat is slecht oplosbaar in de bodem. In de grond kan het vanuit de bodemoplossing door neerslag, adsorptie en absorptie gebonden worden aan de minerale en organische delen van de grond. Daardoor is de totale P-voorraad in de grond in het algemeen veel hoger dan de hoeveelheid voor de plant beschikbare fosfaat.

In de bodem komen verschillende minerale (anorganische) en organische fosfaatfracties voor. Deze fracties (in het Engels '*pools*') staan door verschillende bodemprocessen onderling met elkaar in verband. Fig. 1 geeft de *pools* vereenvoudigd weer. Centraal staat de fosfaatconcentratie in de bodemoplossing.

Het gewas neemt fosfaat op uit de bodemoplossing. De hoeveelheid aanwezig in de bodemoplossing is niet voldoende om aan de totale behoefte van het gewas gedurende het seizoen te voldoen. Dit betekent dat de hoeveelheid fosfaat in de bodemoplossing voortdurend moet worden aangevuld vanuit de 'pool' reversibel fosfaat.

In de praktijk worden verschillende analyse methoden gebruikt om de fosfaattoestand van de bodem te bepalen. Hoe sterker het extractiemiddel des te meer fosfaat wordt 'los gemaakt' in de bodem. Het is daarom noodzakelijk om bij de resultaten van een fosfaatbepaling altijd de gebruikte analyse methode te vermelden.

Bodemoplossing

- Direct beschikbaar

Makkelijk beschikbaar

- Reversibel gebonden aan oppervlak gronddeeltjes

Moeilijk beschikbaar

- Gebonden aan oppervlak in gronddeeltjes
- Deel van minerale of organische fase

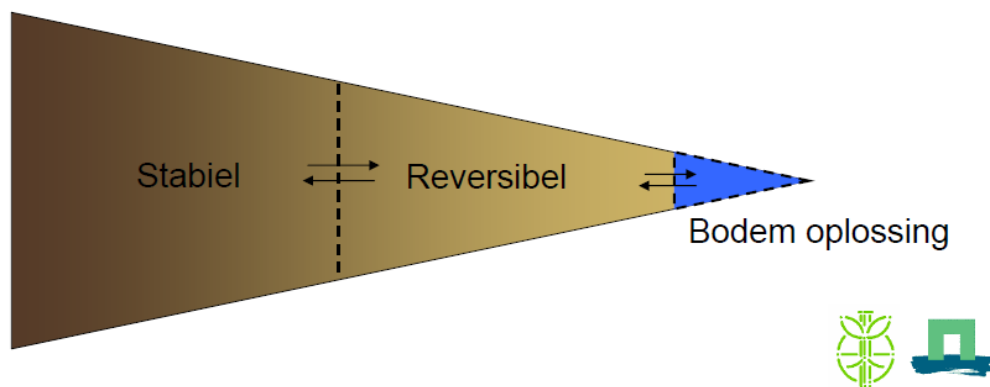


Fig. 1. Schematische indeling van de verschillende fosfaatvormen in de bodem (Van Rotterdam-Los et al., 2008).

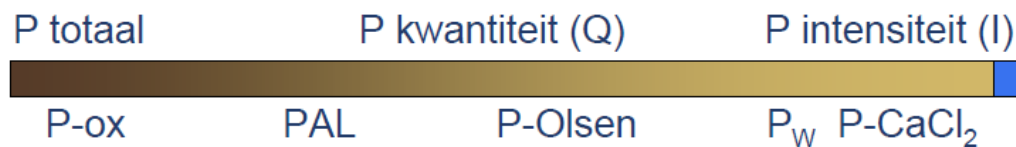


Fig. 2. Schematische indeling van de fosfaatvormen die met verschillende analyse methoden worden bepaald (Van Rotterdam-Los et al., 2008).

In Nederland zijn de analyse methoden P-Al, P_w en P-CaCl₂ gebruikelijk. Hierbij wordt de hoeveelheid fosfaat in de bodemoplossing en een deel van de hoeveelheid reversibel fosfaat bepaald. In alle methoden wordt de grond met een bepaalde vloeistof geschud. De soort vloeistof en concentratie is bepalend hoeveel fosfaat er wordt vrijgemaakt en bepaald. De P-CaCl₂ wordt ook wel aangeduid als P-AE waarbij AE staat voor Available Elements.

5 Resultaten en discussie

5.1 Beschikbare veldgegevens

Om een indruk te krijgen van de hoeveelheid nutriënten die met de kluit van boomkwekerijgewassen wordt afgevoerd is in een aantal studies de werkelijke afvoer bepaald. In twee van deze studies is het fosfaatgehalte met verschillende analyse methoden bepaald.

5.2 Coniferen 1

Thuja occidentalis 'Brabant'

In 1996 is een proef gestart naar de effecten van fertigatie op de gewasgroei van coniferen op de onderzoekslocatie Meterikse veld te Horst (Vriend, 1997). Op de dekzandgrond werden 12 behandelingen in 4 herhalingen aangelegd met het gewas *Thuja occidentalis* 'Brabant'. De teelt is gestart met plantgoed maat 25-35 cm uit pot (P9). Na twee teeltseizoenen zijn de gewassen ondersneden en gerooid met kluit. De gemiddelde lengte van het gewas was 1.21 m en het gewas valt daarmee in de verkoopmaat 1.0 tot 1.2 m. Van iedere experimentele eenheid is van twee planten het volume van de gerooide kluit bepaald. Het gemiddelde kluitvolume was 5,8 l per plant (Bijlage 1)

Tussen de behandelingen zijn geen verschillen in kluitgrootte gevonden. Bij een gemiddelde dichtheid van de grond van 1,4 kg l⁻¹ en een N-gehalte van 0.05 respectievelijk 0.1% wordt met kluiten aanvullend op de afvoer van N met het gewas 190 tot 530 kg N ha⁻¹ extra afgevoerd. Voor fosfaat met een P-totaal gehalte van de grond van 0,08 respectievelijk 0,23% wordt met de kluiten 261 tot 1060 kg fosfaat per ha boven de afvoer met het gewas afgevoerd.

Het is belangrijk te benadrukken dat het hierbij gaat om de afvoer van niet direct voor de plant beschikbare nutriënten

5.3 Coniferen 2

In een ander project zijn bij in totaal 17 kwekers op zandgrond coniferen, *Chamaecyparis lawsonia* 'Columnaris' en *Thuja occidentalis* 'Brabant', bemonsterd. Tabel 3 geeft de gemiddelde kluitkarakteristieken en fosfaatgehalten volgens verschillende bepalingsmethodieken. In Bijlage 2 staan de volledige gegevens.

Tabel 3. Gemiddeld fosfaatgehalte volgens verschillende bepalingsmethodieken en kluitkarakteristieken van twee soorten coniferen, *Chamaecyparis lawsonia* 'Columnaris' (n=8) en *Thuja occidentalis* 'Brabant' (n=9), op zandgrond.

	P gehalte			Pw mg P ₂ O ₅ l ⁻¹	Kluit	
	P-totaal mg P kg ⁻¹	P-CaCl ₂	P-Al		omvang cm	Gewicht Kg
<i>Chamaecyparis lawsonia</i> 'Columnaris'	755	6.2	260	63	74.8	7.9
<i>Thuja occidentalis</i> 'Brabant'	729	6.2	249	63	77.8	8.5

Tabel 4. Gemiddelde fosfaatafvoer bij een gemiddelde plantdichtheid van 30.000 planten per ha.

	P ₂ O ₅ afvoer kg/ha			
	P-totaal	P-CaCl ₂	P-Al	Pw
<i>Chamaecyparis lawsonia</i> 'Columnaris'	410	3.4	141	14.9
<i>Thuja occidentalis</i> 'Brabant'	426	3.6	145	16.0

Het is duidelijk dat de afvoer van nutriënten wordt bepaald door de plantdichtheid, de grootte van de kluit, het volume gewicht en het nutriënten gehalte. Deze karakteristieken verschillen per bodem. Er kan berekend worden hoeveel grond er in afhankelijkheid van deze variabelen wordt afgevoerd.

5.4 Laanbomen

In de regio Opheusden zijn in 2009 op drie bedrijven laanbomen, *Acer platanoides* 'Emerald Queen', met kluit in de maten 12-14, 16-18 en 20-25 bemonsterd. Van de kluiten zijn weer de fosfaatgehalten volgens verschillende methoden bepaald (Tabel 5).

Tabel 5. Fosfaatgehalten volgens verschillende methoden van de kluit van bomen uit de regio Opheusden.

	P-gehalte			
	P-totaal mg P kg ⁻¹	P-CaCl ₂	P-Al	Pw mg P ₂ O ₅ l ⁻¹
Bedrijf 1	928	2.7	176	69
Bedrijf 2	888	0.8	102	33
Bedrijf 3	1037	1.5	175	52

Bij de berekening van de fosfaatafvoer is uitgegaan van een plantdichtheid van 5556 bomen/ha met de volgende verdeling van maten en kluitgewicht. Bij de berekening van het kluitgewicht is uitgegaan van een gewicht van 1.45 kg dm⁻³.

Tabel 6. Gemiddelde berekende afvoer van fosfaat met de kluit van *Acer platanoides* 'Emerald Queen' in de regio Opheusden.

Maat	% bomen per klasse ha ⁻¹	Grondafvoer		Afvoer kg fosfaat ha ⁻¹			
		kg boom ⁻¹	kg ha ⁻¹	P-totaal	P-CaCl ₂	P-Al	Pw
12-14	10	49	27002	59	0.1	9	1.4
14-16	30	69	115343	251	0.4	40	5.9
16-18	30	126	210517	459	0.8	73	10.7
18-20	20	126	140345	306	0.5	49	7.2
20-25	10	164	91118	198	0.4	32	4.6
TOTALE AFVOER			584325	1273	2.3	202	29.8

De fosfaatgehalten van de kleigronden is lager dan de gehalten van de zandgronden. Met de laanbomen wordt echter meer grond afgevoerd dan met coniferen. Daardoor wordt er meer fosfaat afgevoerd. In Tabel 6 wordt ervan uitgegaan dat alle bomen met kluit worden gerooid. Op deze wijze wordt de maximale afvoer berekend.

5.5 Discussie

De meest zandgronden met boomkwekerijgewassen hebben een organische stof gehalte van 2 – 3%. Dit betekent dat op een perceel met coniferen met een plantdichtheid van 30.000 planten ha⁻¹ ongeveer 240.000 kg grond met kluiten wordt afgevoerd.

Bij een organische stof gehalte van 2.5% wordt hiermee 6000 kg organische stof afgevoerd. Stel dat de leeftijd van de coniferen vier jaar was dan betekent dit een gemiddelde afvoer van 1500 kg organische stof per jaar. Deze hoeveelheid komt bovenop de compensatie voor de natuurlijke afbraak waarvoor vaak 2% wordt aangehouden.

Een bouwvoor van 20 cm en een volume gewicht van 1.4 kg dm⁻³ heeft een gewicht van 2.800.000 kg. Als het organische stof gehalte 2.5% bedraagt dan is het gewicht van deze organische stof: 70.000 kg. Bij een afbraak van 2% per jaar verdwijnt er 1400 kg. Deze hoeveelheid moet aangevuld om het organische stof gehalte op peil te houden.

Samen met de vervanging van afgevoerde grond met de kluit betekent dit aanvoer van 1500 + 1400 = 2900 kg organische stof

In Tabel 7 staat een aantal karakteristieken van drie soorten organische mest. Van deze meststoffen is respectievelijk 35, 97 of 18 ton nodig om 2900 kg EOS toe te dienen.

Tabel 7. Enkele karakteristieken van drie soorten organische mest (kg ton vers⁻¹).

Organische mest	EOS*	N	P ₂ O ₅
Vaste rundvee mest	84	6.9	3.8
Rundvee drijfmest	30	4.9	1.8
Groencompost	162	3.8	2.1

* EOS – Effectieve Organische Stof

Met deze hoeveelheden mest worden de volgende hoeveelheden nutriënten per ha toegediend:

met vaste rundvee mest 238 kg N en 131 kg P₂O₅;

met rundvee drijfmest 447 kg N en 174 P₂O₅;

en met groencompost 68 kg N en 39 kg P₂O₅.

De hoeveelheden moeten nog met de respectievelijke werkingscoëfficiënten worden vermenigvuldigd om de hoeveelheid werkzame N te berekenen. Het is duidelijk dat bij toediening van deze hoeveelheden als vaste- of drijfmest de stikstof- en fosfaatgebruiksnormen worden overschreden.

Groencompost heeft daarnaast als voordeel dat de werkingscoëfficiënt voor stikstof 0.1 is en dat de helft van de toegediende fosfaat meetelt.

Vervanging van de afgevoerde stikstof en fosfaat

Het meest logische is de afgevoerde grond te vervangen door grond met een vergelijkbare samenstelling. Vervanging van de absolute hoeveelheden fosfaat is complex omdat er verschillende analyse methoden in gebruik zijn.

De P-AI methode geeft de op redelijk korte termijn beschikbare hoeveelheid fosfaat (Fig. 2) aan en zou hiervoor gebruikt kunnen worden. Eventueel zou een combinatie van de P-AI en Pw methode gebruikt kunnen worden. Hiervoor is nader onderzoek nodig.

6 Conclusies

Vervanging van de met kluiten van boomkwekerijgewassen afgevoerde grond is uit oogpunt van duurzaamheid noodzakelijk. Het meest logisch is de afgevoerde grond te vervangen door grond met een vergelijkbare samenstelling. Dat is praktisch echter moeilijk uitvoerbaar.

De hoeveelheid afgevoerde nutriënten is afhankelijk van de plantdichtheid, grootte van de kluit en het percentage bomen dat met kluit wordt geroid. Daarnaast spelen bodemeigenschappen zoals, volume gewicht, het organische stof - en nutriëntengehalte.

De afvoer van grond in afhankelijkheid van deze variabelen is eenvoudig te berekenen.

De beschikbare voorbeelden laten zien dat aanzienlijke hoeveelheden nutriënten worden afgevoerd waarin het stelsel van gebruiksnormen geen rekening mee wordt gehouden.

De normen voor de boomkwekerij zijn relatief laag. Daarom is het nodig om de bodemvruchtbaarheid zo goed mogelijk in stand te houden.

Vervanging van stikstof kan het best gedaan worden via aanvoer van organische mest. Groencompost lijkt hiervoor het meest in aanmerking te komen.

Voor bepaling van de fosfaattoestand worden verschillende analyse methoden gebruikt. De vraag komt naar voren welke methode het best gebruikt kan worden om vervangende grond te karakteriseren. De P-AI methode, eventueel in combinatie met de Pw methode, komt waarschijnlijk het meest in aanmerking.

Referenties

- Aendekerk Th.G.L., 2000. Adviesbasis voor de bemesting van boomkwekerijgewassen: vollegrondsteelt. Boomteeltpraktijkonderzoek, Boskoop. 72 p.
- Dienst Regelingen 2005a. Mestbeleid 2006: het stelsel van gebruiksnormen. 28 pp.
- Dienst Regelingen, 2005b. Mestbeleid 2006: tabellen. 28 pp.
- Ehlert P. en G. Koopmans, 2004. Fosfaatkarakteristieken van de bodem van de kernbedrijven Meterik en Vredepeel : een gedetailleerd beeld van het bodemprofiel. OV0404, Plant Research International, Wageningen, 46 pp.
- Even S. en M. Willemsen, 2009. Duurzaam bodemgebruik in de laanbomenteelt op klei. Literatuurstudie. HAS KennisTransfer.
- LNV, 2009. Vierde Nederlandse Actie programma betreffende de Nitraatrichtlijn (2010 - 2013).
- Raad voor de Boomkwekerij, 2007. Kwaliteitsnormen en omschrijvingen van boomkwekerijproducten. Hillegom januari 2007
- LNV, 2009. Vierde Nederlandse Actie programma betreffende de Nitraatrichtlijn (2010 – 2013).
- Schröder, J.J., H.F.M. Aarts, M.J.C de Bode, W. van Dijk, J.C. van Middelkoop, M.H.A de Haan, R.L.M. Schils, G.L. Velthof en W.J. Willems, 2004. Gebruiksnormen bij verschillende landbouwkundige en milieukundige uitgangspunten. Plant Research International, Wageningen. ? p.
- Van Rotterdam-Los, D, W.H. van Riemsdijk, E. Temminghof en W. Bussink, 2008. Beschikbaarheid van fosfaat: Dynamische bodemchemische processen versus statistische meetmethoden. Presentatie Themadag Stikstof en Fosfaat. 19-09-2009 Oosterbeek.
- Van der Wekken J.W. en R. Schreuder, 2006. Kwantitatieve informatie Boomkwekerij 2006. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V. Bloembollen en Boomkwekerij.
- Van Dijk W., J.R. Van der Schoot, A.M. Van Dam, L.J.M. Kater, F.J. De Ruijter, H. Van Reuler, A.A. Pronk, T.G.L. Aendekerk en M.P. Van der Maas, 2005. Onderbouwing N-gebruiksnormen akker- en tuinbouw. N-gebruiksnorm 'kleine gewassen'. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving Business-unit Akkerbouw Groene Ruimte en Vollegrondsgroente, Wageningen. 74 p.
- Van Reuler, 2008. Afvoer van stikstof en fosfaat met vaste planten. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V. Bloembollen en Boomkwekerij.
- Van Rotterdam-Los D., W.H. van Riemsdijk, E. Temminghoff en W. Bussink, Beschikbaarheid van fosfaat: Dynamische bodemchemische processen versus statische meetmethoden. Powerpointpresentatie 19 september 2008, Blgg, Oosterbeek.
- Vriend J.C., 1997. Optimalisatie water- en mestgiften van sierheesters en coniferen op zand. Horst 1997 (5024-1), Proefstation voor de Boomkwekerij, Boskoop, 16 pp.

Bijlage 1

Berekening van de afvoer van nutriënten met kluiten voor sierconiferen (*Thuja occidentalis* 'Brabant')
De dichtheid van de zandgrond is 1.4 kg dm⁻³

Tabel 1. Kluitvolume van *Thuja occidentalis* 'Brabant' (Vriend, 1997)

Behandelingen	Volume kluit dm ³	Standaardafwijking	Aantal bepalingen
1	5.50	0.89	8
2	5.56	0.90	8
3	5.06	0.86	8
4	5.19	0.59	8
5	6.06	1.40	8
6	6.00	1.34	8
7	5.69	0.88	8
8	5.81	1.19	8
9	6.38	1.22	8
10	6.31	1.46	8
11	6.31	0.84	8
12	5.86	1.25	8
Gemiddelde	5.81	1.11	96

Tabel 2. Aantal planten per ha bij de verschillende plantafstanden.

Rijafstand	Plantafstand	Aantal planten ha ⁻¹	Grondafvoer kg ha ⁻¹
0.5	0.5	40000	325389
0.5	0.4	50000	406737
0.5	0.35	57143	464842

Tabel 3. Samenstelling van de bodem.

	N g100 g		P ₂ O ₅ g100 g		Bron
	minimum	maximum	Minimum	maximum	
Meterikse veld	0,058	0,1140	0,212	0.228	Ongepubliceerde gegevens Oele, BSO onderzoek 1991-1995
Vredepeel	*	*	0,080	0,086	(Ehlert & Koopmans 2004)

Tabel 4. Berekende afvoer van N en P₂O₅ (kg ha⁻¹).

	N		P ₂ O ₅	
	minimum	maximum	minimum	maximum
grondafvoer				
325389	189	371	261	742
406737	236	464	326	927
464842	270	530	373	1060

Bijlage 2

Berekening van de afvoer van nutriënten met kluiten voor sierconiferen

Tabel 5. Fosfaatgehalte en kluitkarakteristieken van twee soorten coniferen, *Chamaecyparis lawsonia* 'Columnaris' en *Thuja occidentalis* 'Brabant', op zandgrond.

Kweker		P gehalte			Pw mg P ₂ O ₅ l ⁻¹	Kluit	
		P-totaal mg P kg ⁻¹	P-CaCl ₂	P-Al		omvang cm	gewicht kg
1	<i>Chamaecyparis</i>	946	1.7	311	89	79.4	7.5
2	<i>Chamaecyparis</i>	613	7.8	206	34	72.2	7.8
3	<i>Chamaecyparis</i>	963	12.7	401	89	73.2	8
4	<i>Chamaecyparis</i>	481	2.1	195	25	77.8	8
5	<i>Chamaecyparis</i>	930	4.3	341	56	81.4	8.9
6	<i>Chamaecyparis</i>	730	11.1	230	95	67.4	8.1
7	<i>Chamaecyparis</i>	800	5.2	219	65	72.4	7.4
8	<i>Chamaecyparis</i>	578	4.7	179	47	74.2	7.1
9	<i>Thuja</i>	816	19	284	141	65	7.1
10	<i>Thuja</i>	696	3.3	188	50	78	9.5
11	<i>Thuja</i>	863	7	268	78	79.2	8.5
12	<i>Thuja</i>	707	7	279	62	68.8	8.9
13	<i>Thuja</i>	571	6.4	231	54	81.4	8
14	<i>Thuja</i>	465	2.2	212	33	82.6	9.3
15	<i>Thuja</i>	821	5.8	278	61	80.6	7.1
16	<i>Thuja</i>	602	2.1	206	38	73.6	8.9
17	<i>Thuja</i>	1023	3.2	293	48	91.2	9.2