JSN 254472

CODEN: IBBRAH (1-86) 1- 126 (1986)
ISSN 0434-6793

I N S T I T U U T V O O R B O D E M V R U C H T B A A R H E I D

RAPPORT 1-86

UITSPOELINGSVERLIEZEN BIJ TEELT VAN BOOMKWEKERIJGEWASSEN IN POT

With a summary: Loss of nutrients from containers with nursery plants

door

J. VAN DER BOON EN B.C.M. VAN ELK*

* Proefstation voor de Boomkwekerij, Boskoop, nu CT 'Midden-Holland'

1986
Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, Oosterweg 92, Postbus 30003,
9750 RA Haren (Gr.)

Inst. Bodemvruchtbaarheid, Rapp. 1-86 (1986) 126 pp.

INHOUD

1. Inleiding 5
2. Opzet en uitvoering van de proeven 6
   2.1. Proef in Haren 6
   2.2. Proef in Boskoop 7
   2.3. Geforceerde kunstmatige-beregeningsproef 8
   2.4. Verwerking van de gegevens 9
3. Resultaten 10
   3.1. Verloop van N, P, K en EC in de potgrond en in het lekwater 10
      3.1.1. Verloop van N, P, K en EC in de potgrond 10
         3.1.1.1. Proef in Haren 10
         3.1.1.2. Proef in Boskoop 14
      3.1.2. Verloop van de gehalten in het lekwater 16
         3.1.2.1. Proef in Haren 16
         3.1.2.2. Proef in Boskoop 22
   3.2. Relatie tussen hoeveelheid lekwater en toegediende hoeveelheid water 23
      3.2.1. Proef in Haren 24
      3.2.2. Proef in Boskoop 32
   3.3. Dagelijkse EC- en nitraatmetingen 38
      3.3.1. EC-metingen in Haren 38
      3.3.2. EC-metingen in Boskoop 40
      3.3.3. Nitraatmetingen in Haren 46
      3.3.4. Nitraatmetingen in Boskoop 49
   3.4. Periodieke analyse van verzameld lekwater 51
      3.4.1. Metingen in Haren 51
      3.4.2. Metingen in Boskoop 55
   3.5. Periodiek grondonderzoek 61
      3.5.1. Metingen in Haren 61
      3.5.2. Metingen in Boskoop 64
   3.6. Achtergebleven voedingsstoffen in de potgrond 64
      3.6.1. Gegevens van Haren 64
      3.6.2. Gegevens van Boskoop 67
   3.7. Opname van voedingsstoffen door het gewas 69

3.7.1. Metingen in Haren 70
3.7.2. Metingen in Boskoop 72
3.8. Balans van de voedingsstoffen 77
3.9. Model voor berekening van de hoeveelheid lekwater 77
3.9.1. Bewerking van de gegevens van Haren 81
3.9.2. Bewerking van de gegevens van Boskoop 83
3.9.3. Invloed van regenverdeling op de hoeveelheid lekwater 85
3.10. Uitspoelingsproef met geforceerde kunstmatige regen 87
4. Discussie 94
5. Samenvatting 98
6. Summary 101
7. Literatuur 104
8. Bijlagen 105

1. INLEIDING

Bij bemesting van boomteeltgewassen in pot worden volgens het gebruikelijke advies grote hoeveelheden meststoffen gegeven (Van der Boon en Das, 1981). De door het gewas opgenomen hoeveelheid voedingsstof is volgens berekening van deze auteurs laag. Toch kan het juist zijn dat zwaar wordt bemest, omdat na regenbuien de voedingsstoffen vrij gemakkelijk uit de humusrijke potgrondmengsels kunnen uitspoelen. Volgens een enquête van het CAD voor Bodemaangelegenheden in de Tuinbouw vertonen de grondanalysecijfers in het teeltseizoen grote schommelingen. Na een periode met zware regen- en onweersbuien zijn de grondanalysecijfers uit de containerteelt duidelijk aan de lage kant (Van Mierlo, pers. meded.).

Onderzoek werd opgezet op het proefterrein van het Instituut voor Bodemvruchtbaarheid te Haren en van het Proefstation voor de Boomkwekerij in Boskoop, om een beter inzicht te verkrijgen in de uitspoelingsverliezen bij boomteeltgewassen in pot. De proeven werden gedurende drie jaren uitgevoerd, in 1979 t/m 1981.

Doel van de proeven was vast te stellen na welke regen- en beregeningshoeveelheid de voedingstoestand in de potgrond zo laag is geworden dat aanvulling door bijbemesting nodig is. Voor de praktijk zouden de gegevens gebruikt kunnen worden om niet automatisch elke week dezelfde hoeveelheid meststof te geven, maar pas een hoeveelheid als dat inderdaad nodig is voor een goede groei. Zo wordt een zuiniger bemestingsbeleid nagestreefd met geringere verspilling van meststoffen en kleinere kans op verontreiniging van het milieu.

In Haren bestonden de behandelingen uit vier soorten begroeiingen en twee beregeningstrappen. In Boskoop werden dezelfde vier soorten begroeiingen gecombineerd met twee soorten meststoffen en twee kwaliteiten beregeningswater. Op beide proefplaatsen werden de waarnemingen zoveel mogelijk op dezelfde wijze verricht.

2. OPZET EN UITVOERING VAN DE PROEVEN

2.1. Proef in Haren

De behandelingen bestonden in de drie proefjaren (1979, 1980 en 1981) uit combinaties van twee beregeningsregimes en vier soorten begroeiingen in tweevoud, totaal 16 bakken met vierkante plastic potten, welke zonder tussenruimte tegen elkaar waren geplaatst.

Het beregeningsregime was enerzijds voldoende water geven tot de pot begon uit te lekken, eenmaal en desnoods tweemaal daags, en anderzijds bij eenzelfde begroeiing deze watergift te verhogen met 20%.

De beplantingen waren:

a) onbegroeid met 11-cm potten, met 81 potten per m^2;
b) **Chamaecyparis lawsoniana** 'Alumii' beworteld stek in 9-cm pot, met 121 potten per m^2;
c) **Chamaecyparis lawsoniana** 'Alumii' eenjarig beworteld stek in 13-cm pot, met 49 potten per m^2, en
d) Pyracantha 'Orange Glow' beworteld stek in 11-cm pot, met 81 potten per m^2.

In 1979 mislukte de aanslag van Pyracantha. Op 17 juli werd ter vervanging **Erica cineria** 'C.D. Eason' geplant.

De potgrond bestond in alle proefjaren uit Fins mosveen St 400 A0, waaraan vóór het planten een basisbemesting werd toegediend van, per liter, 3-4 g Dolokal, 1,5 g PG-mix 14+6+18 (NPK-meststof + spoorelementen) en 25 mg Chel 138 Fe (de laatste nog niet in 1979, het eerste proefjaar). In bijlage II zijn fysische kenmerken van de potgrond vermeld.

Zodra de planten na het oppotten in het voorjaar goed doorgeworteld waren werd met de wekelijkse bijbemesting begonnen in een hoeveelheid overeenkomend met het toen gebruikelijke bemestingsadvies van 20 g Kristalon (17+6+18 + spoorelementen) per m^2 per week. De toegediende hoeveelheden waren 3,4 g N, 1,2 g P_2O_5 en 3,6 g K_2O per m^2 per week. De gebruikte meststoffen waren calciumnitraat, kaliumnitraat en monocalciumfosfaat. Zij werden opgelost in 5 liter demiwater, overeenkomende met een beregening van 5 mm; de concentratie was dan 4 0/00. De

bijbemesting werd gestopt in midden september, maar in het eerste jaar eind oktober.

De potten van een behandeling stonden in een gesloten bak met ca. 1 m^2 oppervlak. Het uitlekkende water werd opgevangen in een vat. Dagelijks werd de opgevangen hoeveelheid lekwater afgetapt en gemeten. In enkele perioden werd in het lekwater de EC gemeten. In 1981 werd bovendien met Merckoquant-nitraatstrookjes het nitraatgehalte geschat. Een kwart tot een tiende deel van het per dag opgevangen lekwater werd verzameld. In 1979 en 1980 werd daaruit een monster van een veertiendaagse periode samengesteld en in 1981 één van een maand. De monsters werden geanalyseerd op N, P en K en op EC.

Om het verloop van de voedingstoestand van de potgrond na te gaan werd in 1979 en 1980 om de veertien dagen potgrondonderzoek uitgevoerd door het routinelaboratorium van het Proefstation voor Tuinbouw onder Glas te Naaldwijk. In 1981 werden maandelijks monsters genomen van slechts een deel van de behandelingen. In de grondmonsters werden in 1979 totaal zout, N, P en K bepaald en in 1980 en 1981 ammonium, nitraat, P, K, pH en EC.

In de eerste twee jaren werd het bovengronds gewas om de veertien dagen bemonsterd en de monsters op N, P en K geanalyseerd om de opname door de plant in de loop van het seizoen te kunnen vaststellen. In 1981 werd het gewasonderzoek beperkt tot de aanvang en het eind van de proef.

Eind 1980 werden totaal N, P en K in de potgrond bepaald voor het opstellen van een meststofbalans.

2.2. Proef in Boskoop

De proef omvatte in de drie proefjaren vier soorten begroeiingen, dezelfde als die in Haren, twee soorten meststoffen en twee kwaliteiten water.

Op elk van twee bedden, waarop via de regenleiding met ketsdoppen slootwater werd beregend, waren acht veldjes bestaande uit bakken van 1 m^2 aanwezig. Op een derde bed, waar ontzout leidingwater werd toegediend, waren eveneens acht veldjes aangelegd. Daar wegens de hoge grondwaterstand de opvangflessen niet diep genoeg konden worden ingegraven, moesten alle bakken op een verhoging worden geplaatst.

De twee soorten bemesting waren als volgt:

a) zodra de planten waren doorgeworteld werd wekelijks bemest met Kristalon 17+6+18 naar 20 g/m^2, en
b) bij het oppotten werd 3 g Osmocote 18+11+10, 8 à 9 maanden werkzaam, per liter potgrond doorgemengd. Ongeveer half juli werd nogmaals 3 g per liter gegeven, nu boven op de pot.

De combinaties van behandelingsfactoren met slootwater waren in tweevoud aanwezig, die met ontzout leidingwater in enkelvoud.

De bijbemesting met Kristalon werd als 2%-oplossing met een gieter toegediend in een hoeveelheid water van 1 mm. Onmiddellijk na de meststofgift werd het gewas naberegend met 3 à 4 mm water. De uitvoering van de beregening en het verrichten van de waarnemingen waren zoals die in Haren. De potgrond werd goed vochtig gehouden. Het volume van het opgevangen lekwater werd bepaald, de EC gemeten en in 1981 ook het nitraatgehalte geschat met Merckoquant-strookjes. Analyse van het lekwater en van het gewas had in Haren plaats, terwijl potgrondmonsters voor de geplande bepalingen naar het Proefstation voor Tuinbouw onder Glas in Naaldwijk werden verzonden.

2.3. Geforceerde kunstmatige-beregeningsproef

In 1979 en 1980 werd in Haren aan het eind van het groeiseizoen een kunstmatige-beregeningsproef uitgevoerd, met een beperkt aantal potten van de behandelingen, waarin normaal water was gegeven. Na toevoeging van een meststofgift gelijk aan de wekelijkse bijbemesting werden de potten achtereenvolgens beregend met 0, 5, 5, 10 en 20 mm, met tussenpozen om het lekwater op te vangen. In 1979 was aan een deel van de potten een oplosbare kleurstof (Na-fluorescinaat) toegevoegd, om de verdeling van het uitspoelingspatroon over de verticale doorsnede te kunnen bestuderen. Na de kunstmatige beregening werd de hoeveelheid lekwater gemeten en werd het gehalte aan nitraat daarin semi-kwantitatief met nitraatstrookjes bepaald. Tevens werd de potkluit in vier even dikke horizontale plakken gesneden waarin weer globaal met de nitraatstrookjes het nitraat werd geschat in een 1:1½ grond-volume-extract, zoals dat wordt gedaan in de routine-grondanalysemethode van het Proefstation voor Tuinbouw onder Glas te Naaldwijk. Tenslotte werd de grond na uitlekken opgestuurd naar Naaldwijk voor analyse op totaal zout, N, P en K.

2.4. Verwerking van de gegevens

De gegevens werden met behulp van een computer verwerkt. Gezocht werd naar de relatie tussen enerzijds uitspoeling van water en voedingsstoffen en anderzijds regen, beregening en verdamping, via grafische bewerking en correlatie- en regressieberekening.

In een simulatiemodel werd de dagelijkse hoeveelheid lekwater geschat op basis van het waterhoudend vermogen van de potgrond, de watertoediening en de evapotranspiratie. In het model werd de actuele evapotranspiratie op twee wijzen beschouwd afhankelijk te zijn van de potentiële verdamping.

3. RESULTATEN

3.1. Verloop van N, P, K en EC in de potgrond en in het lekwater

Controle van het bemestingsregime. De uitspoelingsverliezen worden onder meer bepaald door het bemestingsregime. Bij lage giften zal minder uitspoelen dan bij hoge. Lage giften kunnen echter een onvoldoende groei van het gewas betekenen. De bemesting moet zo worden afgesteld dat het gewas optimaal groeit, terwijl toch zo weinig mogelijk voedingsstoffen uitspoelen. Voor het bereiken van de optimale groei zal een zekere overmaat aan voedingsstoffen niet uit te sluiten zijn, mede met het oog op regenperioden met uitspoeling. Bij een juist bemestingsregime zal de chemische samenstelling van de potgrond midden in het groeiseizoen min of meer een constant niveau hebben; een sterke stijging van de analysecijfers zou er althans op kunnen wijzen dat de opname door het gewas de wekelijks toegediende bijbemesting niet kan bijhouden. Bij een sterke daling van het gehalte aan nutriënten zou een goede voeding van het gewas in gevaar kunnen komen door een te sterke uitspoeling en/of opname zonder compensatie.

Door periodieke analyse van de potgrond werd het verloop van de chemische voedingstoestand gevolgd. Uit de gehalten aan voedingsstoffen in het lekwater kan een idee worden verkregen over het slagen van het aangehouden bemestingsregime, al wordt de regelmaat verstoord door de verschillen in de hoeveelheid lekwater.

3.1.1. Verloop van N, P, K en EC in de potgrond

3.1.1.1. Proef in Haren. Verschillen tussen gehalten in de potgrond, van normaal en met 20% extra beregende behandelingen, zijn gering en bovendien wisselend. Ook andere analyses wijzen er op dat door het extra water ternauwernood meer lekwater is verkregen en meer voedingsstoffen zijn uitgespoeld. Dit betekent, dat in beide gevallen aan de zuinige kant water is gegeven. Daarom zullen wegens de geringe verschillen de gegevens van deze twee behandelingen te zamen worden genomen en als een geheel besproken. De lijnen voor het verband van de gehalten met de bemonsteringsdata lopen voor de vier soorten begroeiingen in grote mate parallel. Wel zijn de gehalten in de potgronden zonder begroeiing vaak

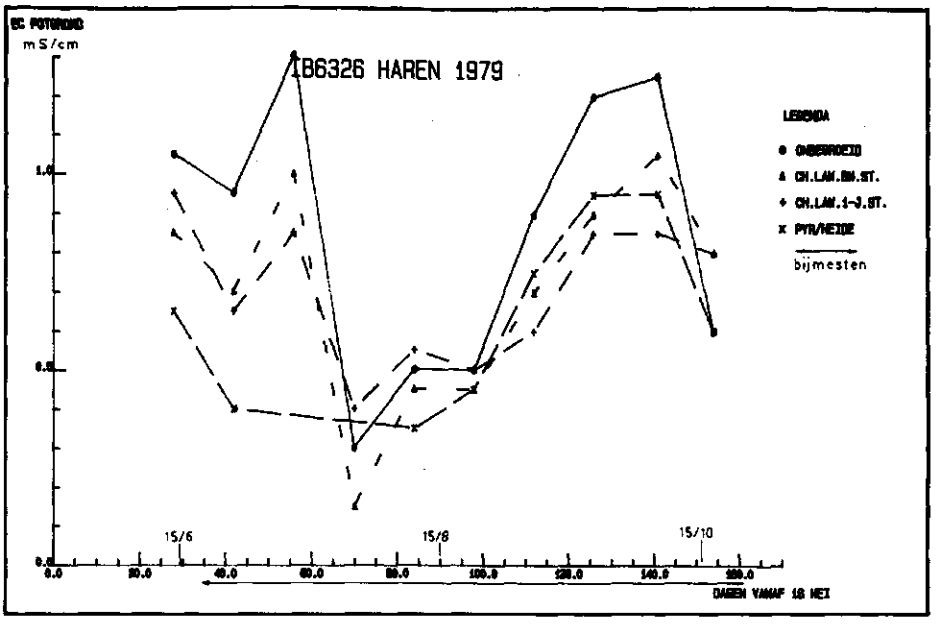
hoger, maar toename door voortdurende bijbemesting in augustus en september en sterke daling als de bijbemesting in midden september 1980 en 1981 wordt weggelaten, overheersen (tabel 1, figuur 1). De opname door het gewas heeft duidelijk minder invloed op het niveau van de gehalten, ook bij de sterk groeiende Pyracantha in 1980 en 1981 (in 1979 mislukte dit gewas; het werd vervangen door heide).

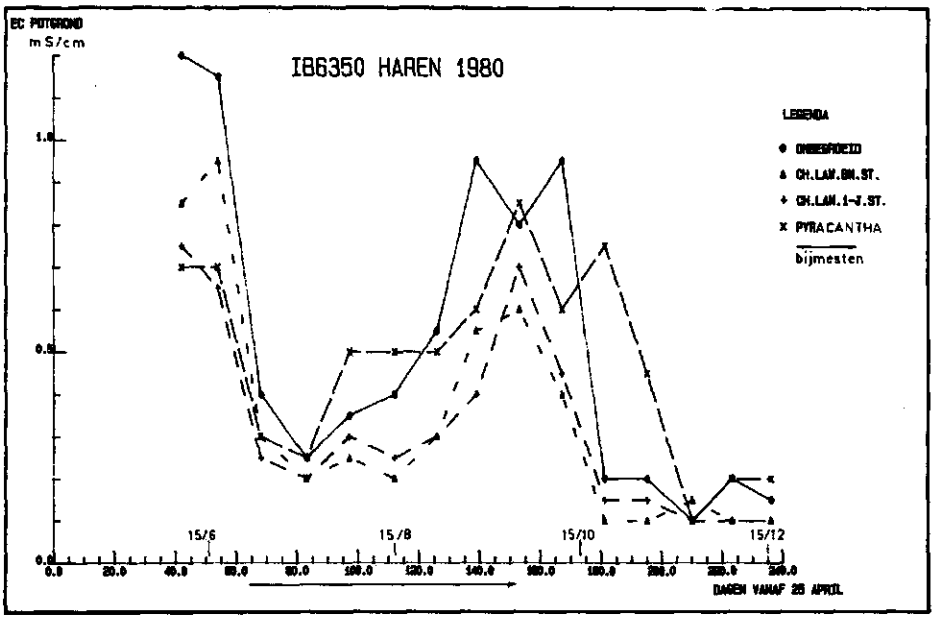
TABEL 1. Verloop van N, P, K en EC in de potgrond tijdens het groeiseizoen in Haren. N, P en K in mmol/l extract (1:1½), EC in mS/cm.

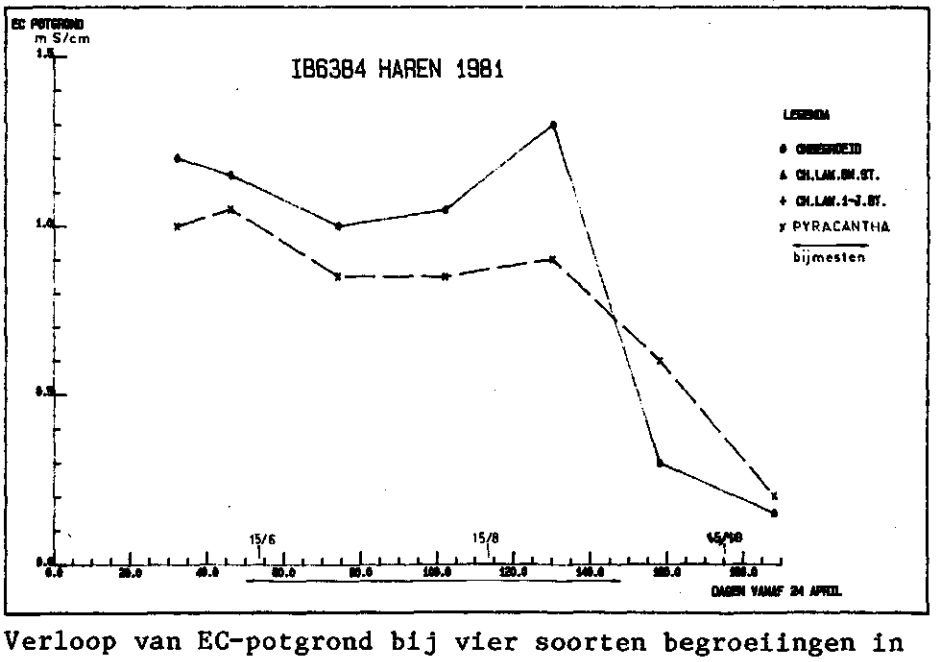
TABLE 1. Course of N, P, K and EC in potting soil during the growing season in Haren. N, P and K in mmol/l extract (1:1½), EC in mS/cm.

Analyse op		Tijdstip					Tijdstip				
		midden juni	midden juli	begin aug	eind sept	eind okt	midden juni	midden juli	begin aug	eind sept	eind okt
		Braak					**Chamaecyparis eenjarig stek**				
EC	1979	1,05	1,30	0,50	1,20	0,60	0,95	0,85	0,55	0,85	0,80
	1980	1,15	0,25	0,40	0,80	0,20	0,65	0,20	0,25	0,70	0,15
	1981	1,15	1,00	1,05	0,30	0,15					0,15
N	1979	7,85	9,75	3,55	9,65	4,25	6,25	6,20	4,10	6,60	6,35
	1980	9,70	1,25	2,55	7,90	0,90	5,30	1,15	1,75	5,90	0,70
	1981	6,60	6,55	7,35	0,95	0,10					
P	1979	1,18	1,03	0,45	0,71	0,47	0,97	0,58	0,34	0,44	0,45
	1980	1,24	0,14	0,23	0,37	0,28	0,58	0,10	0,14	0,30	0,06
	1981	1,24	0,75	0,75	0,17	0,12					0,07
K	1979	1,70	2,55	1,60	3,25	2,35	1,55	1,65	1,55	2,00	2,40
	1980	2,45	0,70	1,30	2,90	0,95	1,55	0,65	0,85	1,70	0,60
	1981	1,85	2,75	3,10	1,15	0,30					0,45
		Pyracantha[1] beworteld stek					**Chamaecyparis beworteld stek**				
EC	1979	0,65		0,35	0,95	0,60	0,85	1,00	0,45	0,90	0,80
	1980	0,70	0,25	0,50	0,85	0,75	0,95	0,20	0,20	0,60	0,10
	1981	1,05	0,85	0,85	0,60	0,20					
N	1979	4,40		2,80	8,45	3,65	5,30	7,60	3,20	7,45	6,55
	1980	5,00	1,35	3,35	7,15	5,90	8,05	1,10	1,05	4,95	0,20
	1981	5,90	5,20	4,85	3,20	0,25					
P	1979	0,65		0,25	0,56	0,44	0,85	0,60	0,39	0,55	0,52
	1980	0,81	0,12	0,23	0,44	0,34	1,10	0,10	0,12	0,29	0,12
	1981	1,16	0,57	0,57	0,32	0,09					
K	1979	1,20		0,55	2,25	2,20	1,45	2,10	1,45	2,50	3,30
	1980	1,45	0,80	1,50	2,50	2,75	2,10	0,65	0,70	1,85	0,35
	1981	2,00	2,00	2,05	2,40	0,75					

[1] 1979 heide







Figuur 1. Verloop van EC-potgrond bij vier soorten begroeiingen in Haren.

Figure 1. Course of EC of potting soil in Haren. Four kinds of nursery stock.

In de periodieke analyse van de potgrond in het 1:1½ volume-extract is aanvankelijk de EC hoog, een gevolg van de basisbemesting van de potgrond (figuur 1). Daarna volgt een daling tot een minimum in midden juli tot begin augustus. Deze daling is sterk in 1979 en 1980 en zwak in 1981. Daar bij alle vier begroeiingen de EC op dezelfde wijze afneemt, moet de opname door het gewas van weinig betekenis zijn geweest. Door de wekelijkse bijbemesting wordt echter in augustus een hoog voedingsniveau in de potgrond opgebouwd. Opname en uitspoeling houden de toediening van meststoffen in de wekelijkse bijbemesting naar 20 g Kristalon/m^2 kennelijk niet bij. Nergens wordt echter door de gemiddelden de norm van 1,8 mS/cm (Bemestingsadvies Bijmestonderzoek, 1982) overschreden. In midden september als de bijbemesting wordt gestopt, daalt de EC scherp. In 1979 werd de bemesting voortgezet tot 25 oktober. Begin oktober is dan de EC nog hoog, maar 20 oktober neemt ondanks de bijbemesting de EC onder die omstandigheden al af.

In 1980 en 1981 is begin juni het NH_4-N-gehalte van de grond als gevolg van de basisbemesting nog hoog, 4,5-10 mmol/l extract, maar daalt daarna sterk. Vanaf midden juli is het lager dan 0,5 mmol/l. Het nitraatgehalte in de potgrond loopt in 1980 eerst op, daalt dan tot een minimum in midden juli, maar stijgt daarna voortdurend, evenals in 1981 tot een maximum na eind augustus. Daarna volgt in beide jaren een scherpe val tot zeer lage waarden na eind september ten gevolge van de natuurlijke regenval.

In 1979 en 1980 zijn een maand na het planten de NH_4+NO_3-N-gehalten van de grond hoog, tot ca. 10 mmol/l extract, ver boven de norm (2,6 en 3,8 resp. voor coniferen en sterk groeiende gewassen). Daarna daalt de hoeveelheid beschikbare stikstof tot eind juli, en vervolgens neemt deze toe tot begin oktober 1979 onder invloed van de lang doorgezette bijbemesting, en tot eind september 1980, waarna in korte tijd de beschikbare stikstof verdwijnt na het stopzetten van de bijbemesting. Ook het kaligehalte neemt na een aanvankelijke daling in 1979 en 1980, sterk toe (tabel 1; bijlage I, figuur I.1). Bij weglaten van de bijbemesting aan het eind van het seizoen is de daling in 1980 en 1981 acuut. De sterke stijging van de K-gehalten in de grond doet de vraag rijzen of het hoge kaligehalte in Kristalon t.o.v. N wel gewenst is en niet leidt tot onnodige ophoping en later ongewenste uitspoeling.

Het P-gehalte is na de basisbemesting aanvankelijk hoog, maar ondergaat daarna in alle drie jaren een sterke daling. Het gehalte op

brake grond ligt vooral in het begin van het groeiseizoen duidelijk hoger dan dat op de andere drie, begroeide potgronden. In 1979 en 1980 vindt in augustus en september weer een stijging van de P-gehalten in de grond plaats, en in juli en augustus 1981 blijven zij constant.

3.1.1.2. Proef in Boskoop. In grote lijnen is het verloop van de gehalten in de grond in Boskoop hetzelfde als dat in Haren. Eerst daalt het niveau van de cijfers tot 40-80 dagen na de aanvang van de proef, daarna stijgt het. Na het beëindigen van de bijbemesting nemen de gehalten sterk af (tabel 2). De gehalten zouden bij onbegroeid het hoogst moeten zijn (aannemende dat de uitspoeling even groot is als uit de begroeide bakken). Dit is in de proef in Boskoop veel minder duidelijk het geval dan in de proef in Haren. In Boskoop zijn de gehalten in potten

TABEL 2. Verloop van N, P, K en EC in de potgrond in Boskoop bij slootwaterberegening. N, P en K in mmol/extract (1:1½), EC in mS/cm.
TABLE 2. Course of N, P, K and EC in potting soil during the growing season in Boskoop; irrigation with ditch water. N, P and K in mmol/l extract (1:1½), EC in mS/cm.

Analyse op		Tijdstip					Tijdstip				
		midden juni	begin-midden juli	begin-midden aug	eind sept	eind okt	midden juni	begin-midden juli	begin-midden aug	eind sept	eind okt
		Braak					**Chamaecyparis eenjarig stek**				
EC	1979	1,30	0,85	1,15	1,05	0,40	1,55	0,85	1,10	1,40	0,65
	1980	1,70	0,30	1,00	1,30	1,00	1,35	0,35	1,10	1,50	1,00
	1981	0,70	0,65	1,30	1,15	0,20					0,20
N	1979	9,00	3,60	6,40	5,15	2,35	4,90	2,90	5,05	5,80	3,30
	1980	9,70	1,40	5,80	6,75	5,40	5,30	1,55	3,75	4,10	4,75
	1981	3,35	2,05	6,40	5,80	0,75					0,90
P	1979	1,40	0,43	0,79	0,45	0,39	1,61	0,37	0,81	0,48	0,52
	1980	1,29	0,21	0,55	0,76	0,70	1,18	0,25	0,50	0,49	0,63
	1981	0,59	0,24	0,58	0,56	0,10					0,09
K	1979	2,30	1,35	1,70	1,55	0,80	2,60	1,45	1,55	1,70	1,30
	1980	3,15	0,80	1,85	2,40	1,85	2,50	0,85	1,90	2,40	1,35
	1981	1,35	1,15	2,20	2,00	0,35					0,40
		Chamaecyparis beworteld stek					**Pyracantha beworteld stek**				
EC	1979	1,55	0,65	0,70	1,05	0,30	1,30	1,05	1,20	1,05	0,60
	1980	1,25	0,25	0,65	1,20	0,70	1,35	0,40	1,40	1,90	1,55
	1981					0,25	0,70	0,65	1,15	2,20	0,25
N	1979	4,90	2,10	3,25	3,25	1,15	9,00	4,60	6,10	5,45	3,10
	1980	4,80	0,90	1,05	2,10	3,30	3,95	1,85	5,10	7,65	4,05
	1981					1,05	3,05	2,30	4,75	7,45	0,70
P	1979	1,61	0,34	0,39	0,33	0,27	1,40	0,50	0,71	0,48	0,41
	1980	0,87	0,16	0,22	0,38	0,48	0,94	0,22	0,59	0,94	0,58
	1981					0,15	0,69	0,23	0,50	0,83	0,13
K	1979	2,60	1,15	0,90	1,00	0,60	2,30	1,65	2,00	1,70	1,10
	1980	2,30	0,60	1,05	2,00	1,10	2,15	1,00	2,30	3,00	2,10
	1981					0,30	1,35	1,15	2,35	3,20	0,65

begroeid met Pyracantha vaak aan de hoge kant vergeleken met die beplant met de twee soorten Chamaecyparis-stekken.

Van belang is na te gaan wat het gebruik van de langzaamwerkende meststof Osmocote betekent in vergelijking met de snelwerkende meststof Kristalon (tabel 3). Hierbij moet worden bedacht dat met Osmocote uiteindelijk over alle giften gerekend meer N en P, 1,4 maal, en minder K, 0,85 maal, werd gegeven dan met Kristalon. Het verloop van de gehalten voor de twee soorten bemestingen is over de drie proefjaren echter

TABEL 3. Verloop van N, P, K en EC in de potgrond tijdens het groeiseizoen in Boskoop, N, P en K in mmol/extract (1:1½), EC in mS/cm. Tegenstelling Osmocote en Kristalon, slootwater en ontzout leidingwater.

TABLE 3. Course of N, P, K and EC in potting soil during the growing season in Boskoop. N, P and K in mmol/l extract (1:1½), EC in mS/cm. Differentiation between Osmocote and Kristalon, ditch water and demineralized tap water.

Analyse op		Tijdstip					Tijdstip				
		midden juni	begin-midden juli	begin-midden aug	eind sept	eind okt	midden juni	begin-midden juli	begin-midden aug	eind sept	eind okt
		Slootwater, Osmocote					**Slootwater, Kristalon**				
EC	1979	1,65	0,85	1,18	1,20	0,73	1,20	0,85	0,90	1,08	0,25
	1980	1,45	0,22	0,95	1,20	1,30	1,38	0,43	1,13	1,75	0,82
	1981	0,80	0,45	0,85	1,30	0,25	0,60	0,85	1,60	2,05	0,20
N	1979	5,70	4,33	7,55	6,55	4,50	8,20	2,28	2,85	3,28	0,45
	1980	7,30	0,85	4,58	5,55	6,58	4,57	2,00	3,28	4,75	2,17
	1981	4,65	1,30	3,00	4,05	1,25	1,75	3,05	8,15	9,20	0,45
P	1979	1,71	0,52	1,02	0,58	0,69	1,31	0,30	0,33	0,30	0,11
	1980	1,17	0,18	0,62	0,82	0,92	0,97	0,24	0,31	0,47	0,28
	1981	0,74	0,16	0,33	0,53	0,18	0,55	0,31	0,75	0,86	0,05
K	1979	2,75	1,23	1,43	1,30	1,18	2,15	1,58	1,65	1,68	0,73
	1980	2,53	0,47	1,27	1,42	1,45	2,53	1,15	2,28	3,48	1,75
	1981	1,55	0,70	1,25	1,10	0,37	1,15	1,60	3,30	4,10	0,47
		Ontzout leidingwater, Osmocote					**Ontzout leidingwater, Kristalon**				
EC	1979	1,65	0,50		0,65[1)]	0,40	1,20	0,45		0,80[1)]	0,25
	1980	1,20	0,22	0,87	0,93	0,80	0,65	0,35	0,75	0,93	0,50
	1981					0,32					0,20
N	1979	5,70	3,95	3,65	6,35	3,28	10,20	1,95	1,48	5,20	1,15
	1980	9,45	1,80	6,80	6,85	7,55	3,08	1,87	4,00	3,15	1,48
	1981					2,00					0,35
P	1979	1,71	0,48		0,79	0,52	1,31	0,29		0,37	0,17
	1980	1,29	0,28	0,80	0,86	0,77	0,63	0,25	0,31	0,29	0,15
	1981					0,23					0,04
K	1979	2,75	0,93		1,03	0,95	2,15	1,20		1,95	0,90
	1980	2,68	0,65	1,73	1,45	1,58	1,70	1,08	2,05	2,30	1,42
	1981					0,50					0,37

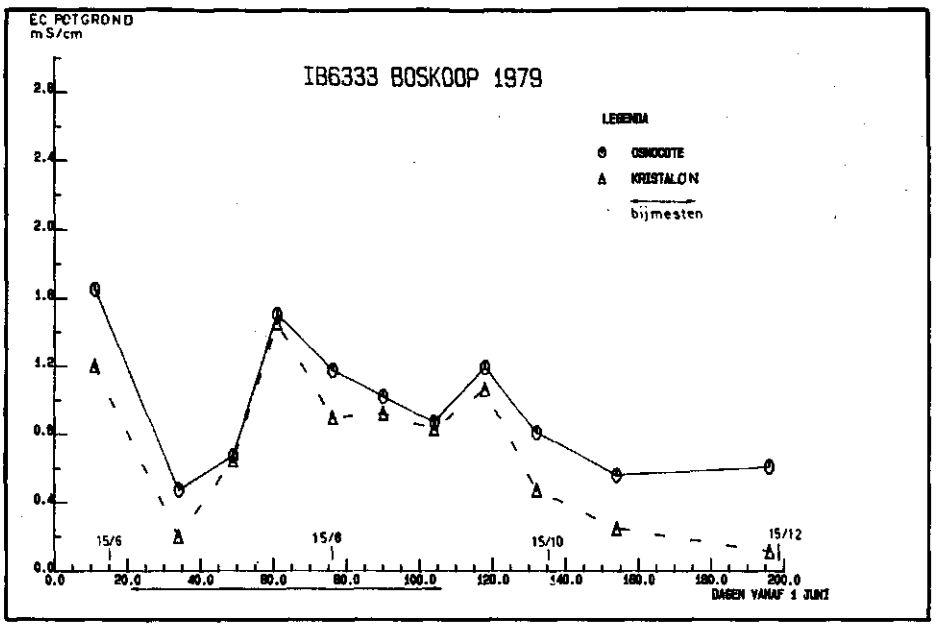
1) begin september

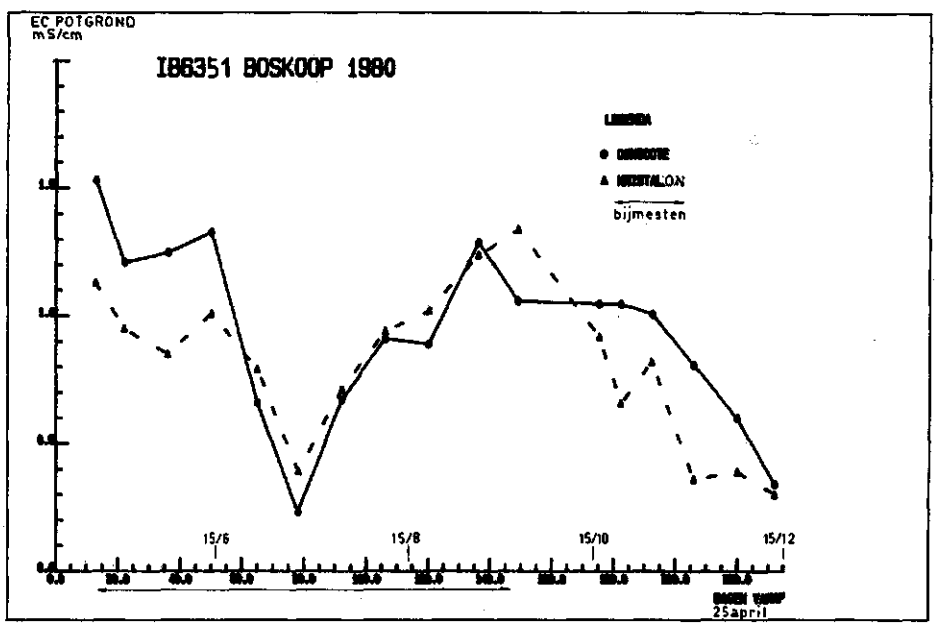
niet hetzelfde. In de eerste maand na planten zijn de gehalten in de grond hoger voor Osmocote dan voor de bijbemesting met Kristalon, die dan nog niet of net is begonnen. Na een daling lopen de gehalten bij beide meststoffen op, terwijl in het verdere groeiseizoen van 1979 en 1980 EC, N en P voor Osmocote hoger zijn of aan het eind van het seizoen hoger worden dan na Kristalonbijbemesting (figuren 2 en 3). In 1981 is de situatie geheel omgekeerd. De EC en de N- en P-gehalten zijn met Kristalonbijbemesting in de zomer aanmerkelijk hoger. De kaligehalten van de grond zijn echter in alle drie proefjaren in de zomer met Kristalon veel hoger dan met Osmocote (figuur 4). De eerstgenoemde meststof voert in die periode blijkbaar meer kali aan dan er uit Osmocote vrijkomt. Dit doortrekkend voor het verschillende beeld tussen de eerste twee proefjaren en het laatste, dat van de drie het warmst was in de periode van april t/m juni, zou men kunnen veronderstellen dat uit Osmocote in die periode in 1981 meer en na die periode minder meststoffen vrijkwamen. Ter bevestiging valt te constateren dat de curve voor Osmocote vlakker verloopt.

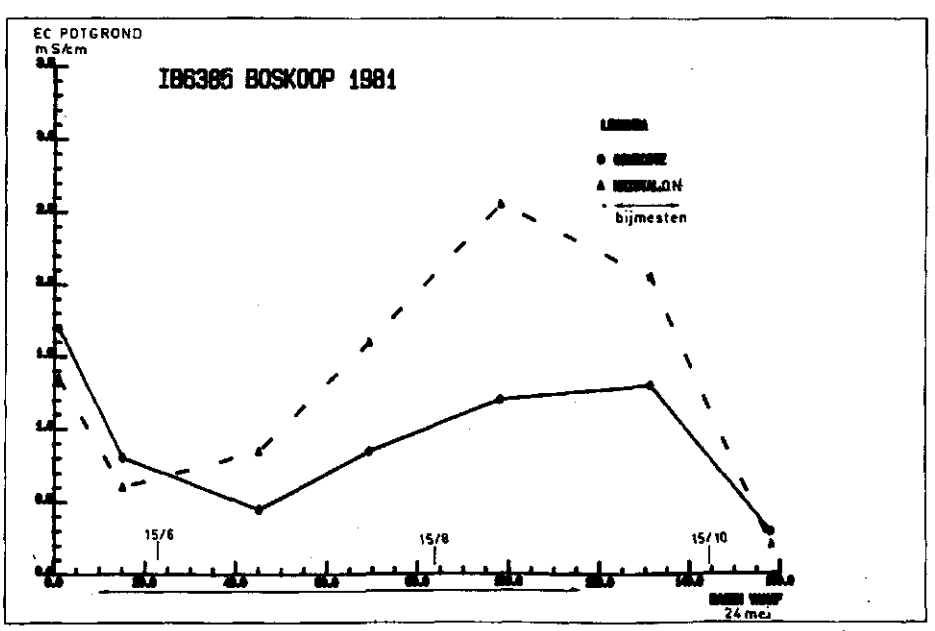
3.1.2. Verloop van de gehalten in het lekwater

Uit de gehalten in het lekwater kan ook een idee verkregen worden over het bemestingsregime, al zullen hier regenarme en -rijke perioden het beeld verstoren.

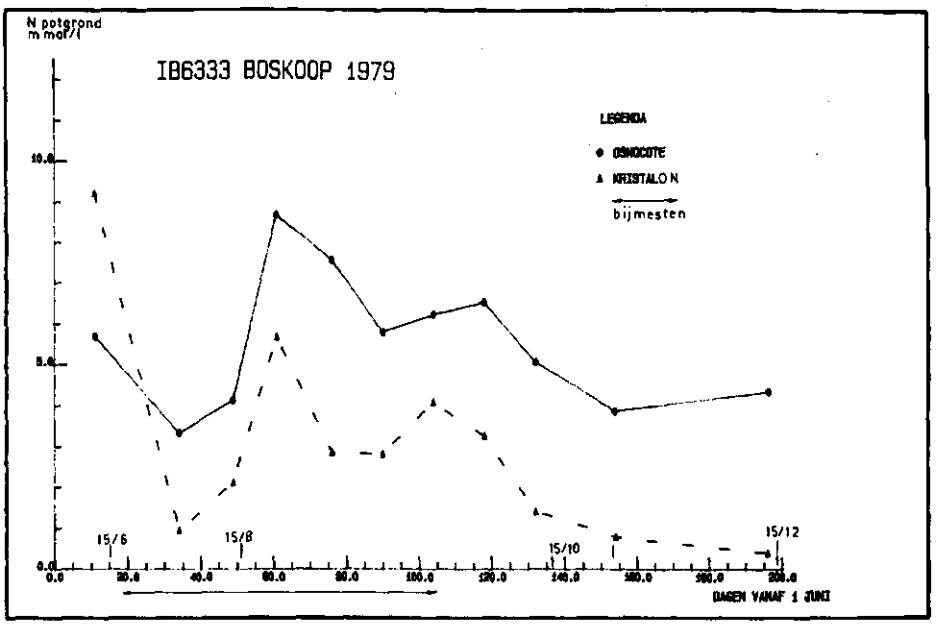
3.1.2.1. Proef in Haren. De lijnen voor het verband tussen de gehalten en de data van analyse van de watermonsters liepen voor de vier soorten begroeiingen redelijk parallel, hoewel niet in die mate als bij de potgrondanalysecijfers (tabel 4). Een en ander betekent dat de opname van de voedingselementen door het gewas veel geringer was dan accumulatie in de potgrond door bemesting en de daarmee samenhangende mate van uitspoeling. De vraag of de gegeven meststofhoeveelheid niet te hoog is geweest voor de optimale groei kan niet in deze proef zonder vergelijkende meststoftrappen worden beantwoord, maar het is wel waarschijnlijk gezien het oplopen van de gehalten in augustus, al is dit geen sluitend bewijs. Wat de afzonderlijke bepalingen betreft, de zoutgehalten dalen in 1979 en 1980 vanaf het begin van de teelt voortdurend (figuur 5). In 1979 werd midden augustus een minimum bereikt en in 1980 in midden juli. De daarna volgende stijging wijst erop dat de bemesting zwaarder is geweest dan de opname door de plant en/of de uitspoeling voordien. Het kan ook zijn

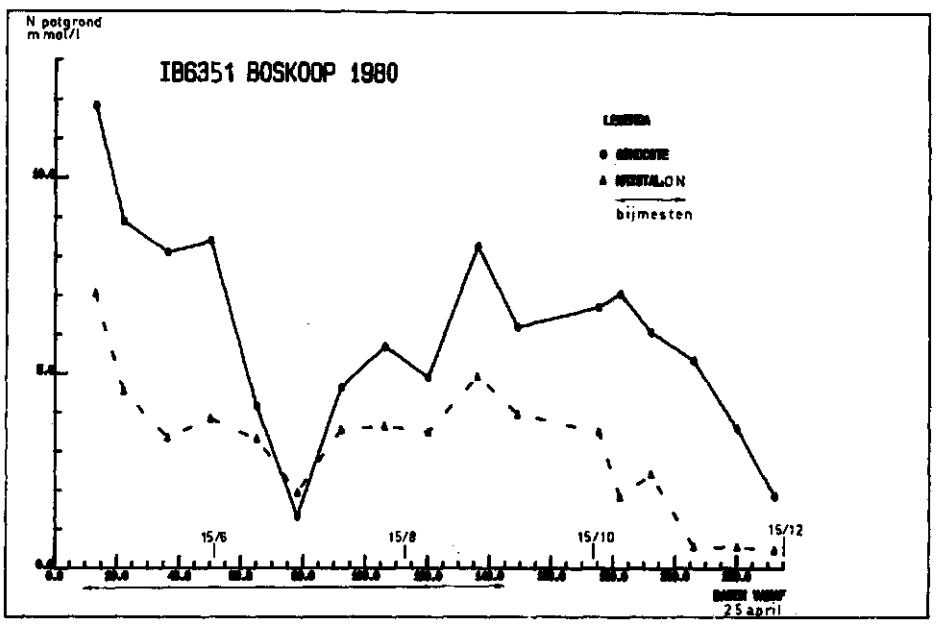


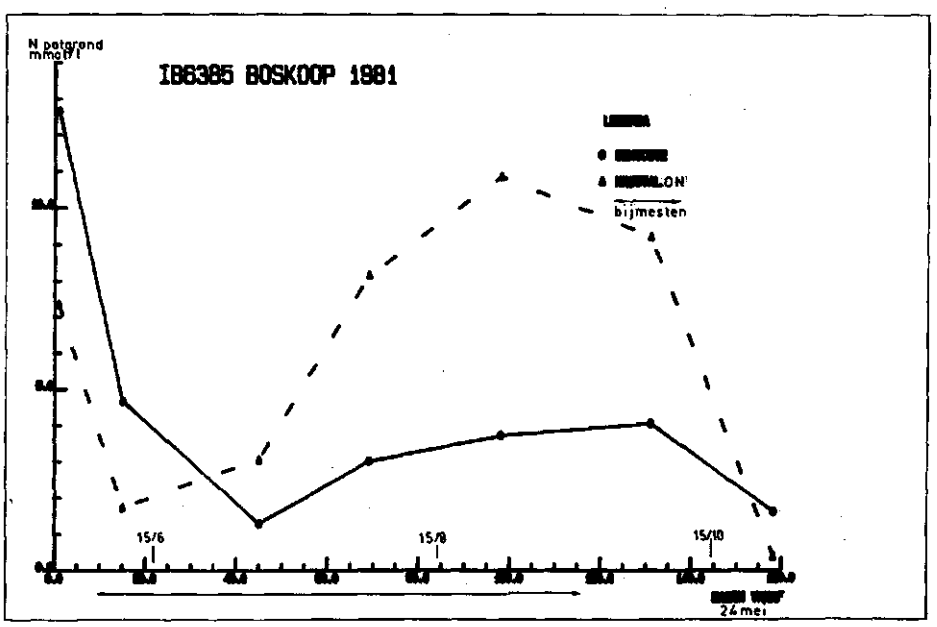




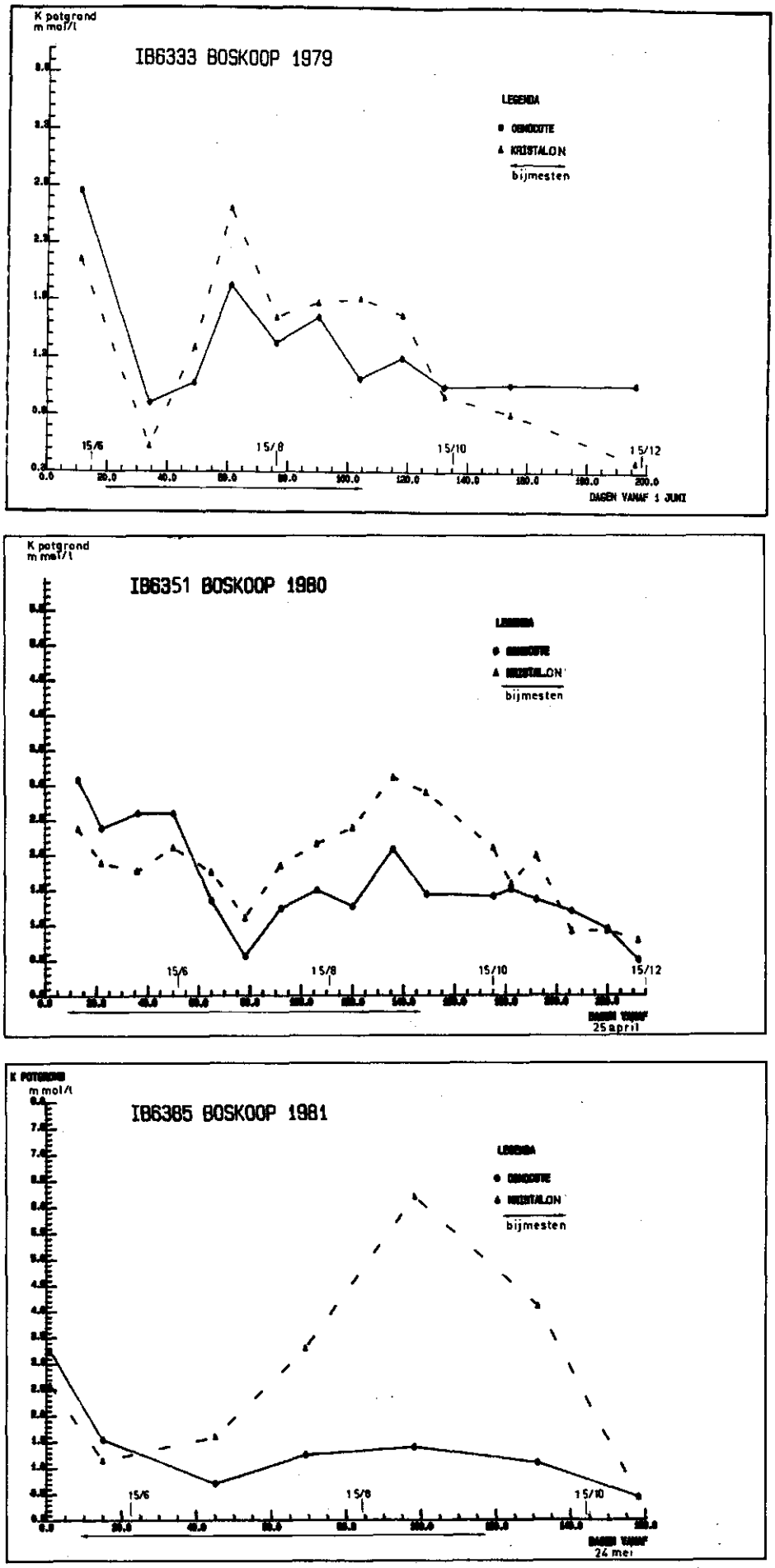
Figuur 2. Verloop van EC-potgrond bij twee soorten meststof in Boskoop.
Figure 2. Course of EC of potting soil in Boskoop. Two kinds of fertilizer.







Figuur 3. Verloop van N-potgrond bij twee soorten meststof in Boskoop.
Figure 3. Course of water-soluble N content of potting soil in Boskoop. Two kinds of fertilizer.



Figuur 4. Verloop van K-potgrond bij twee soorten meststof in Boskoop.
Figure 4. Course of water-soluble K content of potting soil in Boskoop. Two kinds of potting soil.

TABEL 4. Verloop van de gehalten in het lekwater tijdens het groeiseizoen in Haren. N, P_2O_5 en K_2O in mg/l en EC als mS/cm.

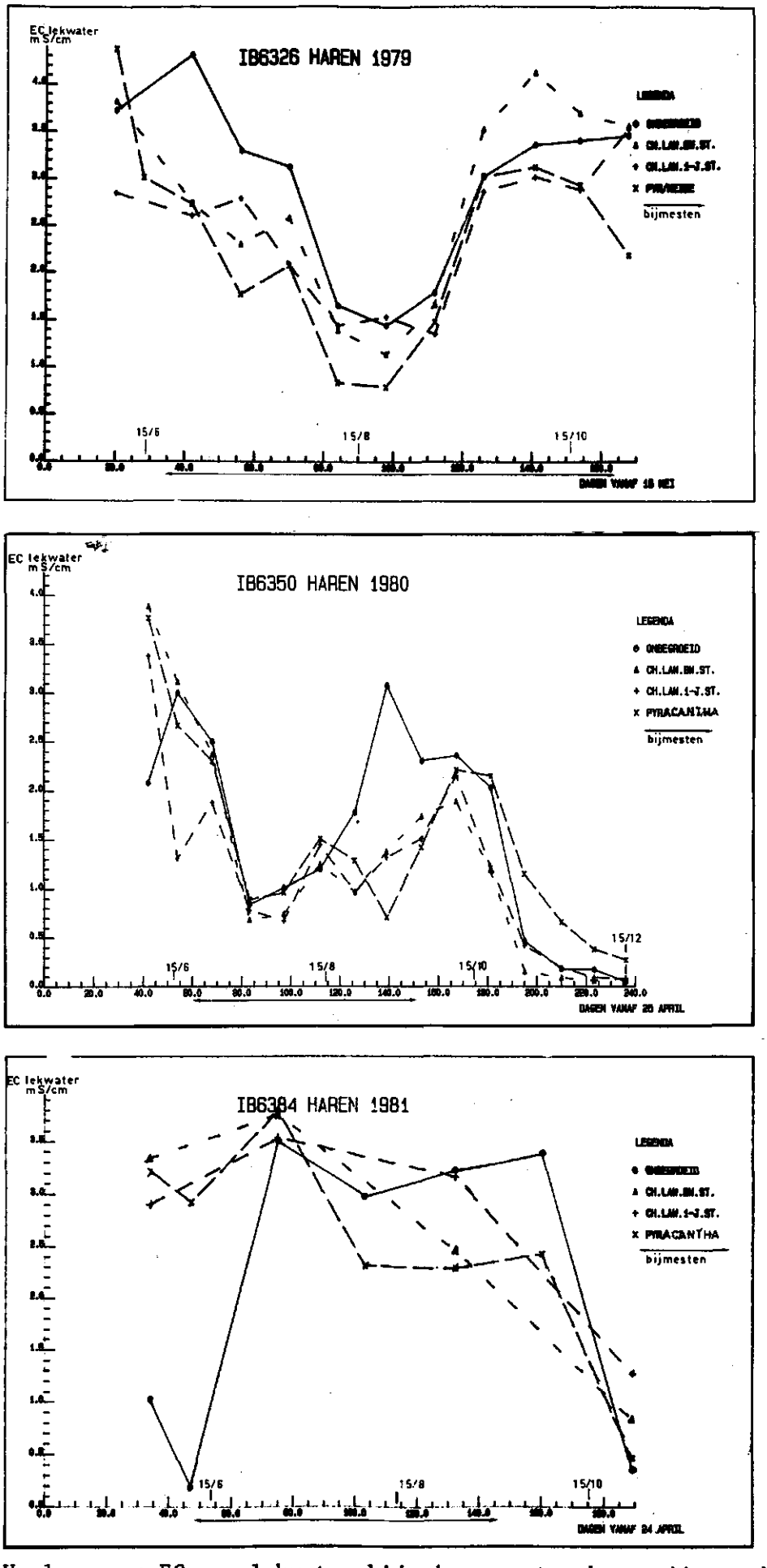
TABLE 4. Nutrient content of leachate during the growing season in Haren. N, P_2O_5 and K_2O in mg/l and EC as mS/cm.

Analyse op		Tijdstip					Tijdstip				
		begin juni	midden juli	begin aug	eind sept	eind okt	begin juni	midden juli	begin aug	eind sept	eind okt
		Braak					**Chamaecyparis eenjarig stek**				
EC	1979	3,72	3,29	1,66	3,01	3,40	2,85	2,78	1,45	2,85	2,88
	1980	3,00	0,84	1,20	2,31	2,03	1,31	0,78	1,45	1,51	1,23
	1981	1,02	3,51	2,98	3,39	0,37	2,90	3,54			1,28
N	1979	334	351	244	343	427	258	276	205	360	386
	1980	331	105	170	190	248	243	83	187	134	168
	1981	69	290	321	401	22	199	264			139
P	1979	329	194	51	105	137	246	178	47	101	119
	1980	255	68	56	82	59	333	53	51	42	39
	1981	89	269	167	61	19	361	296			50
K	1979	233	236	161	427	489	180	224	131	371	431
	1980	298	120	179	328	311	256	95	126	156	153
	1981	75	323	378	475	83	260	287			176
		Pyracantha[1] beworteld stek					**Chamaecyparis beworteld stek**				
EC	1979	4,37	1,76	0,84	3,01	2,93	3,82	2,29	1,40	3,51	3,69
	1980	2,67	0,89	1,51	1,42	2,15	3,11	0,68	1,25	1,74	1,19
	1981	3,21	3,79	2,31	2,42	0,47	3,34	3,76			0,84
N	1979	395	223	83	401	349	332	270	167	452	432
	1980	245	92	194	148	252	285	82	157	161	135
	1981	205	333	263	288	39	201	330			81
P	1979	421	141	38	100	118	384	166	44	121	146
	1980	231	50	68	52	80	338	58	45	49	35
	1981	346	295	125	73	33	381	283			23
K	1979	302	133	39	424	387	245	232	132	510	555
	1980	235	85	215	204	306	276	99	156	241	184
	1981	263	321	263	393	134	269	338			135

[1] 1979 heide

dat het gewas dan volop groeit met veel waterverbruik, waardoor minder lekwater ontstaat met als gevolg een hoog gehalte. In 1979 was de EC van het lekwater van onbegroeide potten in de beginperiode hoog. In 1980 liep de EC van lekwater uit brake grond na juli het eerst op. Na eind oktober 1980 daalde de zoutconcentratie sterk; het stoppen met de bijbemesting op 22 september kwam dus met vertraging tot uiting. In 1981 is het verloop van de EC van het lekwater geheel anders. De eerste twee analyses voor brake grond gaven sterk afwijkende cijfers te zien, ook voor de andere bepalingen. Afgezien daarvan stegen aanvankelijk de EC-cijfers van het lekwater uit de begroeide potten iets, daarna daalden ze geleidelijk, maar die van brake grond bleven eerst enige tijd constant.

De gehalten aan N en K, die uiteraard de EC van het lekwater voor een groot deel bepalen, hebben min of meer hetzelfde verloop als de EC. In



Figuur 5. Verloop van EC van lekwater bij vier soorten begroeiingen in Haren.

Figure 5. Course of EC of leachate in Haren. Four kinds of nursery stock.

de eerste twee proefjaren dalen ze naar een minimum in midden zomer, daarna volgt een stijging met in 1980 een scherpe daling aan het eind, een gevolg van het stoppen van de bijbemesting, wel overigens met een duidelijke vertraging. In 1981 liepen de gehalten vanaf de eerste bemonsteringsdatum al op. Na eind september volgde een scherpe daling van de N- en K-gehalten, veertien dagen na de laatste bijbemesting.

Vanaf het begin van het groeiseizoen daalde het P-gehalte van het lekwater sterk. Na een minimum in begin augustus volgde in 1979 een geleidelijk verlopende geringe stijging, in 1980 werd een maximum op laag niveau bereikt voor braak in begin september en voor Pyracantha in midden oktober. In 1981 daalde het P-gehalte tijdens het gehele groeiseizoen.

3.1.2.2. Proef in Boskoop. Het verloop van de gehalten in het lekwater in Boskoop lijkt in grote lijnen hetzelfde te zijn als in Haren: eerst een daling als gevolg van het verder uitgespoeld zijn van de basisbemesting in de potgrond (met uitzondering van 1980, waarin eerst een stijging plaats vindt) en na de daling een duidelijke stijging onder invloed van de bijbemesting.

De verschillen in gehalten in het lekwater zijn niet systematisch naar de soort van begroeiing. Vaak is het gehalte in het lekwater uit met Pyracantha begroeide potten aan de hoge kant, terwijl later in het seizoen het gehalte van onbegroeide potten aan de lage kant is (zie ook tabel 5).

In 1979 en 1980 is het verloop van de EC in de tijd voor Osmocote en Kristalon hetzelfde (tabel 6, figuur 6). In het begin van het seizoen is de EC van het lekwater voor potten met Osmocote hoger dan voor die met Kristalon. Als de bijbemesting met Kristalon wekelijks wordt uitgevoerd, wordt de lijn voor Kristalon hoger dan die voor Osmocote. Na de bijbemestingsperiode is de situatie omgekeerd. Het lekwater uit de potten met Osmocote bevat dan in de late herfst meer ionogene stoffen dan dat uit potten die werden bijbemest met Kristalon. Bij uitsplitsing naar N, P en K blijkt de hogere EC voor Kristalon in de zomerperiode vooral door de kali veroorzaakt te worden (figuur 7). Het P-gehalte van het lekwater is meestal hoger voor de met Osmocote bemeste potten (figuur 8). De lijnen van 1981 geven een van voorgaande proefjaren afwijkend beeld. Afgezien van de beginperiode zijn EC, N en vooral K voor Kristalon hoger.

TABEL 5. Verloop van de gehalten in het lekwater tijdens het groeiseizoen in Boskoop bij slootwaterberegening. N, P_2O_5 en K_2O in mg/l en EC als mS/cm.

TABLE 5. Nutrient content of leachate during the growing season in Boskoop; irrigation with ditch water. N, P_2O_5 and K_2O in mg/l and EC as mS/cm.

Analyse op		Tijdstip					Tijdstip				
midden juni		midden juli	midden aug	eind sept	eind okt	midden juni	midden juli	midden aug	eind sept	eind okt	
		Braak					**Chamaecyparis eenjarig stek**				
EC	1979	1,52	0,71	0,99	0,75	0,71	1,42	0,69	1,57	1,12	1,47
	1980	3,67	2,71	1,34	1,79	2,07	2,68	2,73	1,94	3,90	3,04
	1981	4,67	2,73	1,86	3,24	1,14	3,09		2,17	3,43	1,41
N	1979	375	140	156	60	101	303	70	121	127	116
	1980	266	181	56	106	153	130	119	99	149	97
	1981	330	124	68	195	71	198		112	149	50
P	1979	328	88	75	58	61	324	57	67	82	94
	1980	264	156	27	53	79	141	163	65	85	61
	1981	492	149	161	86	38	285		110	92	43
K	1979	296	156	167	133	131	284	132	235	228	298
	1980	288	246	78	130	145	182	232	170	292	178
	1981	444	241	163	129	87	257		198	290	109
		Chamaecyparis bew. stek					**Pyracantha bew.stek**				
EC	1979	1,20	0,70	0,78	0,63	0,57	1,52	0,73	1,22	0,62	0,62
	1980	4,04	1,47	1,51	2,35	2,20	3,00	3,52	2,25	3,77	2,83
	1981	4,33		2,08	4,12	1,08	4,52	2,98	2,87	4,73	1,94
N	1979	249	74	71	27	45	311	121	206	156	140
	1980	261	74	46	59	54	171	172	143	210	158
	1981	294		70	124	24	313	148	76	258	69
P	1979	263	44	44	35	38	331	89	99	87	78
	1980	279	83	23	40	42	197	214	71	111	98
	1981	438		83	90	30	492	177	157	135	50
K	1979	242	128	120	91	124	303	151	248	209	221
	1980	330	136	89	151	120	210	283	190	301	244
	1981	402		175	293	73	448	255	216	374	146

3.2. Relatie tussen hoeveelheid lekwater en toegediende hoeveelheid water

Gezocht werd naar het verband tussen enerzijds de per dag opgevangen hoeveelheid lekwater en anderzijds de natuurlijke neerslag, de verdamping en de aanvulling via kunstmatige beregening. De correlatie van de hoeveelheid lekwater werd berekend met de volgende factoren:

1) de verdamping. Voor de gegevens van Haren de verdamping van een open wateroppervlak, zoals berekend door het KNMI via de Penmanformule en zoals die is opgegeven voor het weerstation te Eelde per decade. Voor Boskoop de met de verdampingsmeter van Hellings daar gemeten waarden,
2) de regenhoeveelheid,
3) de hoeveelheid water gegeven via de kunstmatige beregening,

4) de som van natuurlijke neerslag en kunstmatige beregening en
5) het neerslagoverschot, d.i. de som van natuurlijke en kunstmatige neerslag, verminderd met de referentieverdamping, zoals berekend door het KNMI volgens de Penmanformule of die gemeten met de verdampingsmeter in Boskoop.

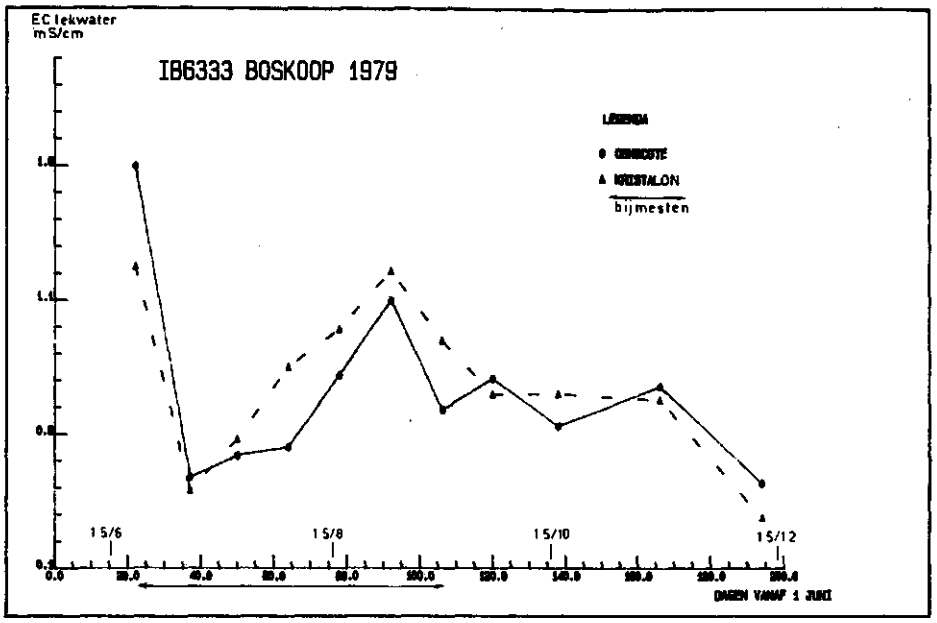
TABEL 6. Verloop van de gehalten in het lekwater tijdens het groeiseizoen in Boskoop. N, P_2O_5 en K_2O in mg/l en EC als mS/cm. Tegenstelling Osmocote en Kristalon, slootwater en ontzout water.
TABLE 6. Nutrient content of leachate during the growing season in Boskoop. N, P_2O_5 and K_2O in mg/l and EC as mS/cm. Differentiation between Osmocote and Kristalon, ditch water and demineralized tap water.

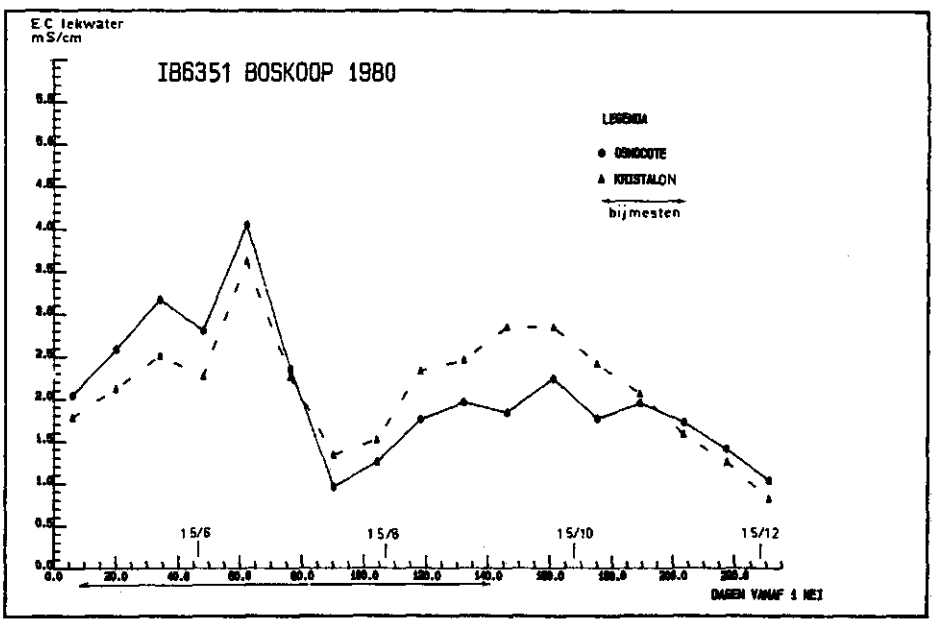
Analyse op		Tijdstip					Tijdstip				
		midden juni	midden juli	midden aug	eind sept	eind okt	midden juni	midden juli	midden aug	eind sept	eind okt
		Slootwater, Osmocote					**Slootwater, Kristalon**				
EC	1979	1,60	0,71	1,10	0,81	0,87	1,23	0,71	1,18	0,75	0,82
	1980	3,67	2,51	1,69	2,38	2,24	3,02	2,71	1,83	3,52	2,83
	1981	4,36	2,85	1,67	2,57	1,10	3,94	2,85	2,81	5,20	1,69
N	1979	376	127	163	88	136	242	75	114	97	65
	1980	271	156	85	104	137	143	116	86	158	93
	1981	315	156	61	108	47	252	116	102	255	61
P	1979	348	92	86	91	100	275	47	57	53	35
	1980	285	174	46	64	86	155	134	47	80	55
	1981	438	175	123	51	33	416	151	133	150	47
K	1979	307	137	154	114	140	255	146	230	216	247
	1980	278	200	85	97	94	227	248	178	340	250
	1981	400	230	120	104	36	375	265	256	438	171
		Ontzout leidingwater, Osmocote					**Ontzout leidingwater, Kristalon**				
EC	1979	0,29	0,32	0,54	((0,43))	0,38	0,29	0,44	0,80	((0,78))	0,68
	1980	1,94	2,20	0,83	1,29	1,30	1,52	1,82	1,20	2,18	2,02
	1981	3,80		1,96	2,17	0,95	3,54		2,68	4,18	1,38
N	1979	(75)	82	135	((104))	114	(54)	73	128	((58))	89
	1980	197	204	86	127	180	120	107	82	166	98
	1981	323		107	125	51	224		110	200	53
P	1979	(77)	73	79	((73))	89	(58)	45	58	((60))	47
	1980	241	258	49	81	123	136	136	44	80	50
	1981	467		120	56	34	374		125	122	40
K	1979	(49)	59	91	((69))	76	70	105	186	((209))	196
	1980	183	213	63	79	88	151	205	123	274	209
	1981	394		157	96	29	335		255	417	154

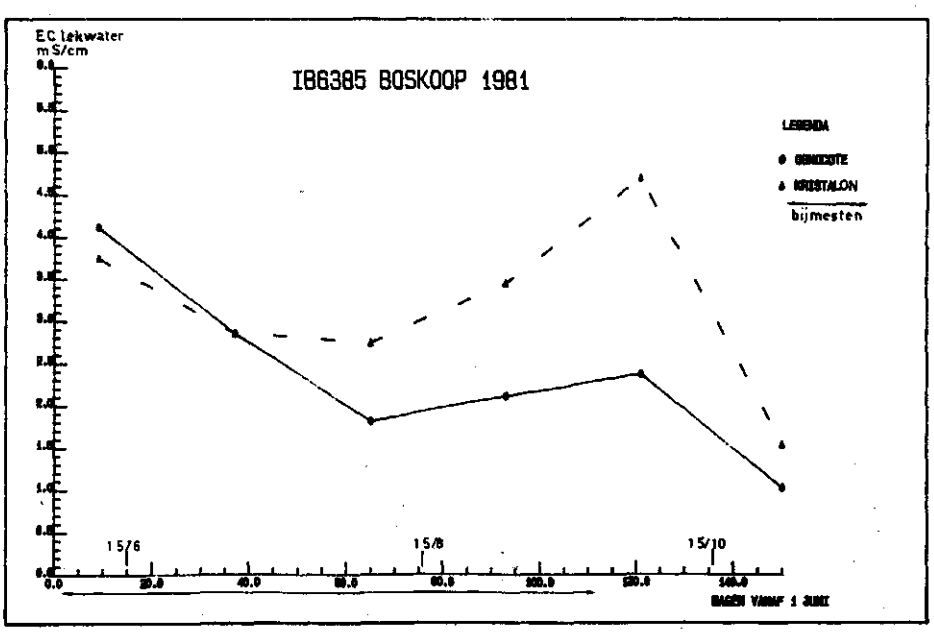
( ) begin juli
(( )) midden september

3.2.1. Proef in Haren

Globaal gezien lijkt de uitspoeling in 1979 vrij regelmatig verdeeld over het groeiseizoen. In 1980 is er veel uitgelekt in begin juli en na begin oktober en in 1981 na 20 september (bijlage I, figuur I.2). Een

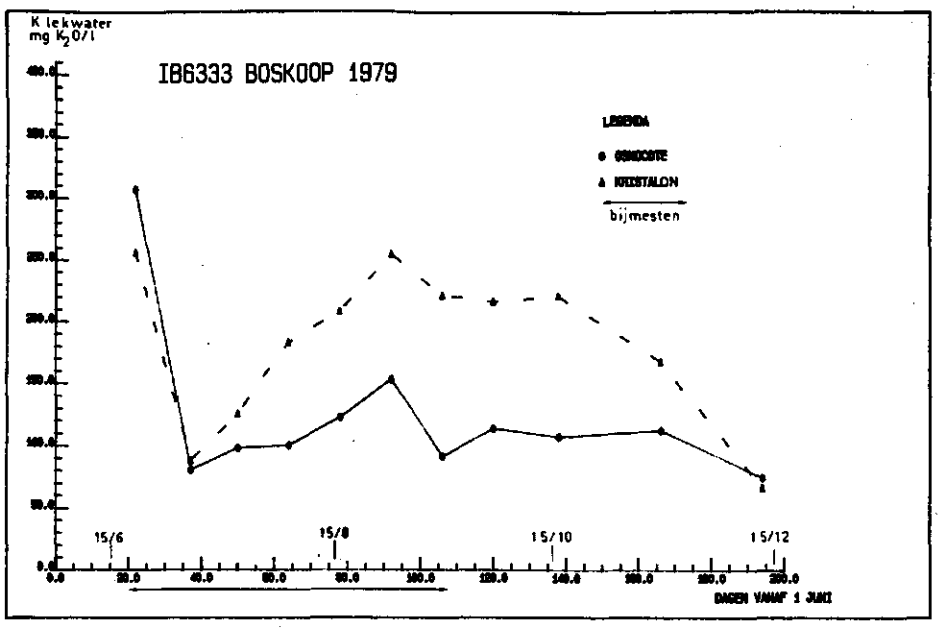


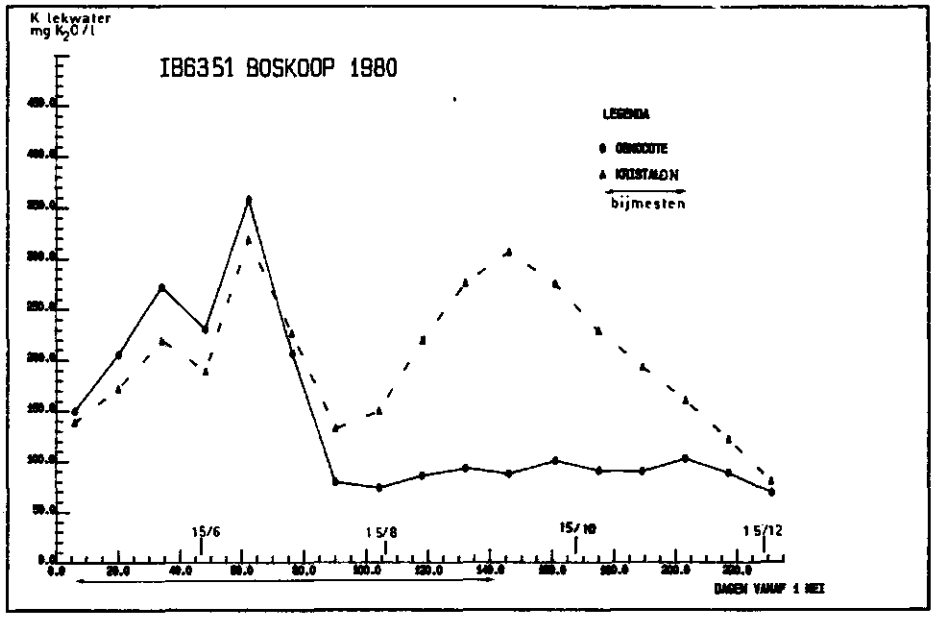


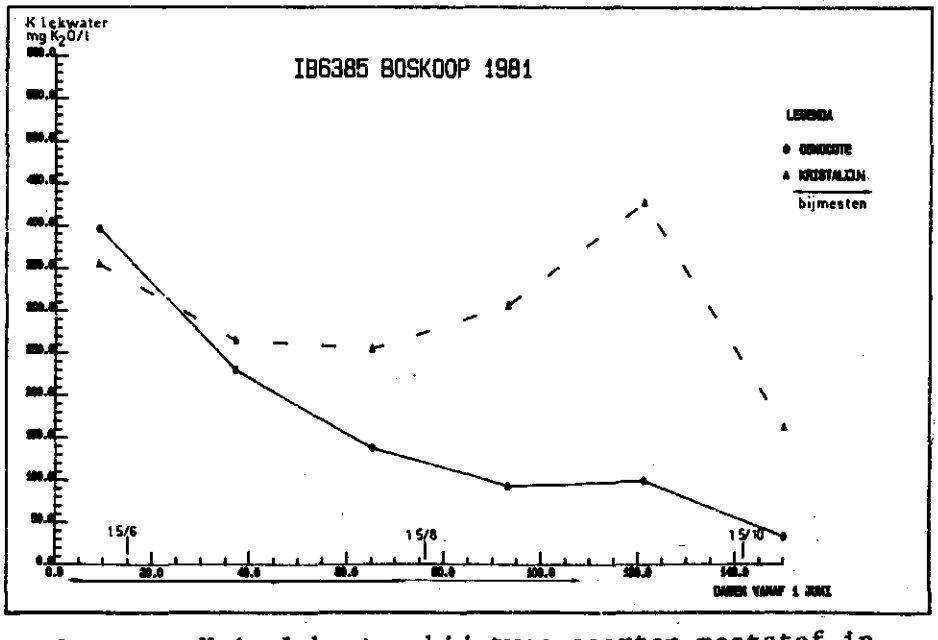


Figuur 6. Verloop van EC van lekwater bij twee soorten meststof in Boskoop.

Figure 6. Course of EC of leachate in Boskoop. Two kinds of fertilizer.

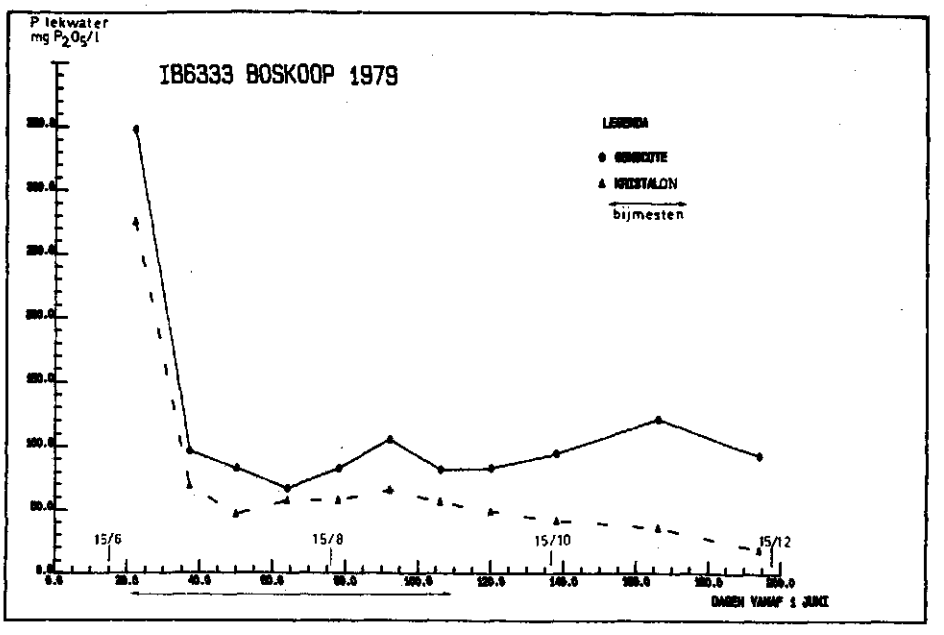


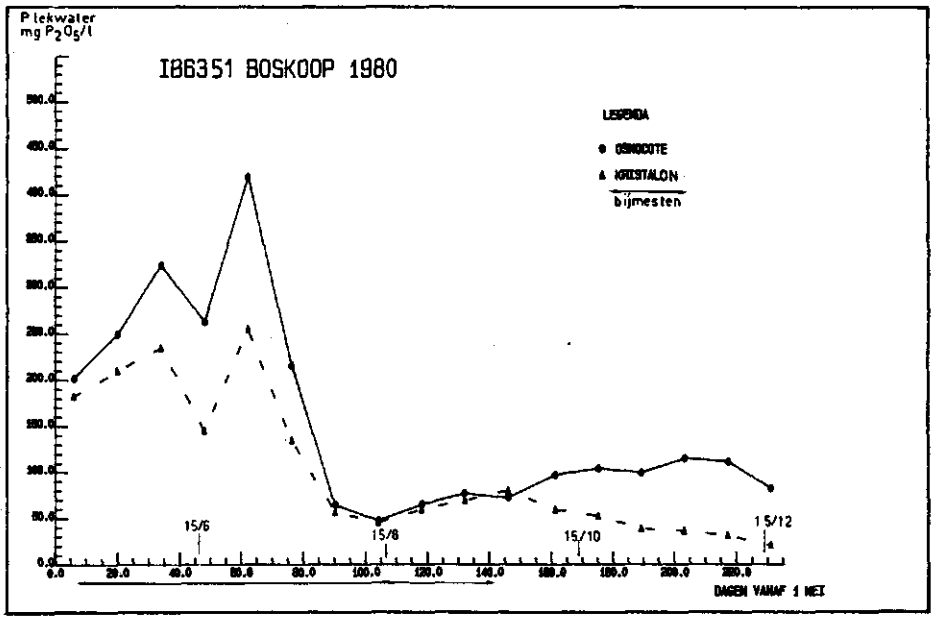


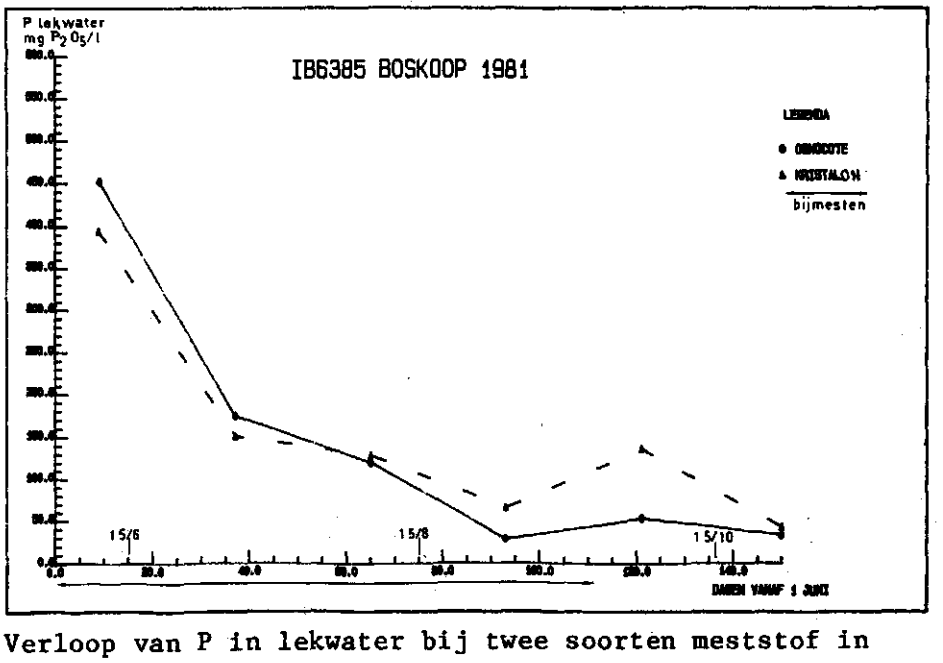


Figuur 7. Verloop van K in lekwater bij twee soorten meststof in Boskoop.

Figure 7. Course of K in leachate in Boskoop. Two kinds of fertilizer.







Figuur 8. Verloop van P in lekwater bij twee soorten meststof in Boskoop.

Figure 8. Course of P in leachate in Boskoop. Two kinds of fertilizer.

ander punt is hoeveel maximaal per dag kan uitlekken. In 1979 werd per object gemiddeld 27 mm als extreem gevonden, in 1980 25 mm en in 1981 18 mm lekwater per dag. Cumulatief blijkt duidelijker dat in alle drie jaren op onbegroeid het meest is uitgelekt. Dat komt pas halverwege het seizoen goed naar voren (bijlage I, figuur I.3). Uit de potten beplant met eenjarig stek van Chamaecyparis is in twee van de drie jaren het minst uitgelekt en in het derde jaar op één na het geringst. Over de drie proefjaren zijn de verschillen in uitlekken tussen de soorten begroeiingen echter niet constant.

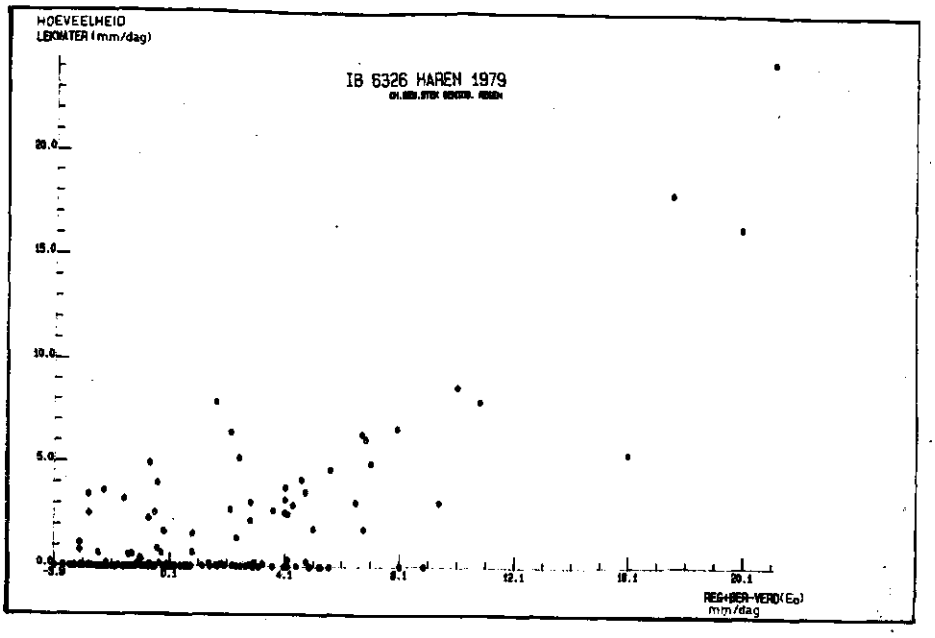
De correlatie tussen hoeveelheid lekwater en kunstmatige beregening is zwak, zelfs negatief (tabel 7). Dit is een gevolg van het feit dat

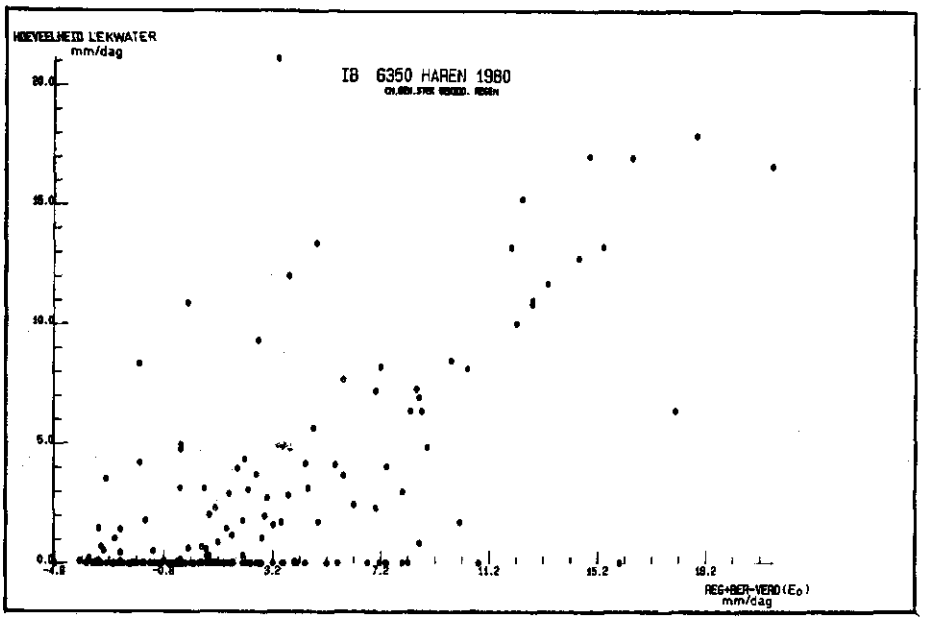
TABEL 7. Correlatie van hoeveelheid opgevangen lekwater per dag met natuurlijke en/of kunstmatige neerslag, verdamping en neerslagoverschot; gegevens van Haren. Correlatiecoëfficiënten x 1000.

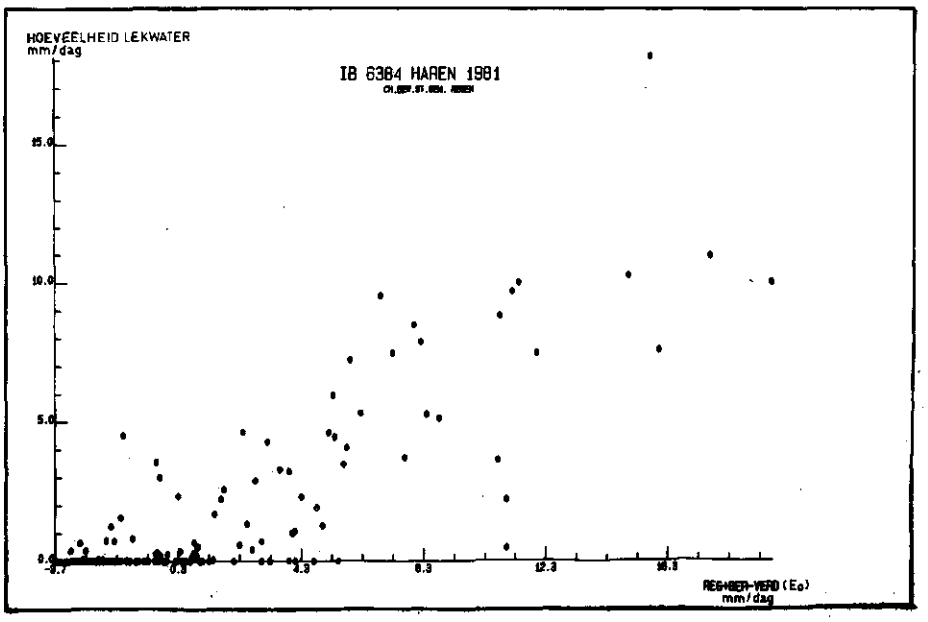
TABLE 7. Correlation of daily amount of leachate with natural and/or artificial precipitation, evaporation and precipitation surplus Haren. Correlation coefficients x 1000.

Begroeiing	Jaar	Correlatie met				
		neerslag-overschot	natuur-lijke neerslag	beregening	neerslag natuur-lijk + kunstmatig	verdamping (potentieel)
onbegroeid	1979	753	805	- 98	711	-178
	1980	690	716	-162	652	-205
	1981	840	807	-121	804	-410
Cham.bew.st	1979	732	803	-107	708	-130
	1980	688	719	-174	653	-195
	1981	814	786	-110	785	-380
Cham.l-j.st	1979	740	818	-120	717	-114
	1980	703	743	-184	665	-200
	1981	799	775	-109	773	-363
Heide	1979	723	775	- 74	686	-180
Pyracantha	1980	667	743	-172	653	-102
	1981	838	819	-103	818	-354

alleen in droge perioden kunstmatige beregening plaatsvond en wel zodanig dat de potten net gingen uitlekken, waarna werd gestopt. Er werden blijkbaar op deze wijze geen of nauwelijks meetbare hoeveelheden water opgevangen. Ook de behandeling met 20% extra water leidde nauwelijks







Figuur 9. Relatie tussen hoeveelheid lekwater per dag en neerslagoverschot in Haren.

Figure 9. Relation between daily amount of leachate and water supply minus open-pan evaporation in Haren.

tot een stijging van de hoeveelheid lekwater, waaruit volgt dat men met de kunstmatige beregening wel erg aan de zuinige kant is geweest. De belangrijkste factor die tot uitlekken leidde was de natuurlijke neerslag. Daarop volgde op de voet de factor "effectieve" regenhoeveelheid, het neerslagoverschot, d.i. in dit geval de natuurlijke neerslag vermeerderd met de kunstmatige beregening en verminderd met de referentieverdamping Eo volgens de Penmanformule (zie o.a. figuur 9). Dat deze factor niet als hoogste naar voren komt lijkt enerzijds te kunnen worden toegeschreven aan de geringe bijdrage van de invloed van de kunstmatige beregening, anderzijds aan het gebruik van de referentieverdamping in plaats van de actuele verdamping, die lager is geweest, wat volgt uit een nadere berekening (zie hieronder en ook par. 3.9). Volgens de correlatieberekening met een rechtlijnig model werd de variatie in de hoeveelheid opgevangen lekwater voor 51-67% "verklaard" door de natuurlijke neerslaghoeveelheid. Er was geen duidelijk verschil in de grootte van de correlatie, bij aan- of afwezigheid van begroeiing. In 1980 was de correlatie het laagst en in 1981 het hoogst.

De hoeveelheid lekwater zou sterker gecorreleerd kunnen zijn met de regensom van twee of meer dagen, inclusief of exclusief de aftapdag. Berekeningen gaven echter geen betere correlatie te zien als eerdere dagen of meer dagen tegelijk werden genomen (tabel 8). Het is zelfs zo dat de correlatie afneemt als de neerslag van de voorafgaande dag als maat wordt genomen voor de uitspoeling of als deze neerslag bij de neerslaghoeveelheid van de aftapdag wordt opgeteld.

De hoeveelheid neerslag per dag, natuurlijk en kunstmatig, in de proefperiode was in 1980 het hoogst (tabel 9). Uit de tabel volgt dat meer is uitgespoeld dan zou zijn toegevoegd volgens het berekende neerslagoverschot waarbij de verdamping als potentiële verdamping van een vrij wateroppervlak volledig in rekening is gebracht. Vooral in 1981 zou de "effectieve" neerslag laag zijn. In 1980 is aan Pyracantha meer water gegeven dan aan de andere begroeiingen. Bij alle drie begroeiingen is minder uitgelekt dan bij onbegroeide grond. In 1979 is Pyracantha mislukt en vervangen door heide. Dit gewas ontwikkelde zich slecht en nam blijkbaar weinig extra water op. De hoeveelheid lekwater per dag varieert voor de 12 onderscheiden gevallen van proefgewassen x proefjaren tussen 27 en 53% van de hoeveelheid water aangevoerd via de natuurlijke en kunstmatige regen. Deze percentages hebben betrekking op een lange periode van dagen zonder regen en dagen met regen en berege-

TABEL 8. De correlatie van de hoeveelheid lekwater per dag met de neerslag (natuurlijke + beregening) van dezelfde of voorgaande dagen of de som van de neerslag van die dagen (onbegroeid, corr.coëff. x 1000). Gegevens Haren.

TABLE 8. Correlation of daily amount of leachate with water supply (rainfall + irrigation water) of the same day or preceding days or with the sum of the water supply on these days (fallow plots, corr.coeff. x 1000, data from Haren).

Datum	1979	1980	1981	Datum	1979	1980	1981
zelfde dag	758	654	831				
1e dag ervoor	263	107	421	zelfde+1 dag ervoor	671	517	787
2e dag ervoor	112	186	215	zelfde+1+2 dag. ervoor	548	500	713
3e dag ervoor	96	71	121	zelfde+1+2+3 dag. ervoor	517	477	645
4e dag ervoor	-43	-10	67	zelfde+1+2+3+4 dag. ervoor	450	389	590
5e dag ervoor	67	153	25				

ning. In een rechtlijnige regressieberekening is het verband berekend tussen de uitgelekte waterhoeveelheid in mm per dag en de neerslag (regen + beregening), resp. natuurlijke neerslaghoeveelheid (tabel 10). Volgens de regressiecoëfficiënten voor onbegroeid komt van 1 mm per dag aan totale neerslag 0,58 mm als lekwater weer tevoorschijn en op begroeid is deze hoeveelheid nauwelijks minder, voor Chamaecyparis over de drie jaren gemiddeld 0,54 mm voor beworteld stek en 0,53 voor eenjarig stek. Alleen in 1980 was bij Pyracantha duidelijk minder uitspoeling bij de gegeven hoeveelheid neerslag. Uitgaande van regencijfers komt op onbegroeid gemiddeld van 1 mm 0,64 mm door de potgrond heen, op potgrond met beworteld stek van Chamaecyparis 0,60, met eenjarig stek 0,59 en bij beworteld stek van Pyracantha 0,53 mm. Onbegroeide potten, waar wateropname door het gewas niet voorkomt, laten inderdaad meer water door per gegeven hoeveelheid neerslag, al is het verschil met de begroeide potten maar gering.

Het snijpunt van de regressielijn met de x-as geeft het punt aan waar uitspoeling begint, resp. eindigt bij variërende regenval. In de grafieken voor het verband tussen hoeveelheid lekwater en de neerslaghoeveelheid werd met een kromlijnige visuele aanpassing ongeveer hetzelfde snijpunt gevonden. Bij natuurlijke neerslag zou er gemiddeld tussen 0,03-0,43 mm al uitspoeling zijn, bij neerslag en toediening van beregening tussen 0,20-1,02 mm, terwijl voor het neerslagoverschot -2,09 tot -0,74 gevonden werd (tabel 11). Dit betekent dat al bij een geringe regenbui uitspoeling kan optreden. Een en ander zal samenhangen met het

TABEL 9. Gemiddelde hoeveelheid water in Haren per dag toegevoerd en via lekwater afgevoerd (mm).
TABLE 9. Mean supply of water and mean amount of leachate (mm/day), Haren.

Jaar	Lengte van waarnemingsperiode	Aantal dagen	Regen in mm
1979	18 mei-23 november	190	2,10
1980	25 april-16 december	236	2,88
1981	24 april-30 november	221	2,45

	Neerslag natuurlijk + kunstm.	Neerslag-overschot	Uitgelekt	Neerslag natuurlijk + kunstm.	Neerslag-overschot	Uitgelekt
	onbegroeid			**Chamaecyparis 1-jarig stek**		
1979	2,99	0,84	1,35	3,17	1,02	1,06
1980	3,72	1,65	1,95	3,85	1,77	1,73
1981	2,53	0,32	1,35	2,53	0,32	1,00
	Chamaecyparis bew.stek			**Pyracantha[1] bew. stek**		
1979	2,93	0,78	1,15	2,87	0,72	1,31
1980	3,74	1,66	1,86	4,04	1,97	1,11
1981	2,53	0,32	1,11	2,54	0,33	1,15

[1] 1979 heide

feit of de potgrond op dat moment verzadigd is of niet.

3.2.2. Proef in Boskoop

Over het groeiseizoen 1979 was in grote trekken het patroon van de hoeveelheid lekwater regelmatig. Na 1 november nam de uitspoeling toe (bijlage I, figuur I.4). Er waren in 1980 twee perioden waarin veel lekwater werd opgevangen: in de derde decade van juni tot en met de eerste decade van juli en na begin oktober. In augustus en begin september 1981 werd in verhouding weinig lekwater opgevangen. Na 20 september nam het uitlekken sterk toe. In de drie jaren werd als extreem 25 mm lekwater per dag uit de potten verzameld (behandelingsgemiddelde). De totale hoeveelheid lekwater was in alle drie jaren het grootst voor onbegroeid en voor Pyracantha in twee jaren het geringst (bijlage I, figuur I.5), gevolgd door eenjarig stek van Chamaecyparis. Ook voor de gegevens van Boskoop is er een negatieve correlatie tussen de hoeveelheid opgevangen lekwater per dag en hoeveelheid kunstmatige beregening

TABEL 10. Het verband tussen de hoeveelheid opgevangen lekwater en neerslaghoeveelheid (natuurlijk + kunstmatig), resp. de hoeveelheid neerslag (natuurlijk) volgens een rechtlijnige regressie. Hoeveelheid in mm per dag, gegevens van Haren.

TABLE 10. Relation between amount of leachate and total water supply (rainfall + irrigation) or rainfall in a linear regression. Amount mm/day, data from Haren.

Begroeiing	Jaar	Regressie-coëff.	St.afwijk. regr.coëff.	Constante term	Corr. coëff.
		Neerslag (regen + beregening) als x-variabele			
onbegroeid	1979	0,587	0,042	-0,400	0,711
	1980	0,586	0,044	-0,223	0,652
	1981	0,579	0,029	-0,115	0,804
Cham.bew.st.	1979	0,538	0,039	-0,416	0,708
	1980	0,565	0,043	-0,243	0,653
	1981	0,531	0,028	-0,230	0,785
Cham.l-j.st.	1979	0,541	0,038	-0,547	0,717
	1980	0,544	0,040	-0,303	0,665
	1981	0,517	0,029	-0,257	0,773
Heide Pyracantha	1979	0,524	0,041	-0,186	0,686
	1980	0,371	0,028	-0,378	0,653
	1981	0,533	0,025	-0,201	0,818
		Neerslag (regen) als x-variabele			
onbegroeid	1979	0,708	0,038	-0,137	0,805
	1980	0,644	0,041	0,099	0,716
	1981	0,577	0,028	-0,066	0,807
Cham.bew.st.	1979	0,648	0,035	-0,205	0,803
	1980	0,621	0,039	0,077	0,719
	1981	0,529	0,028	-0,184	0,786
Cham.l-j.st.	1979	0,652	0,033	-0,261	0,818
	1980	0,608	0,036	-0,017	0,743
	1981	0,515	0,028	-0,219	0,775
Heide Pyracantha	1979	0,639	0,038	-0,029	0,775
	1980	0,425	0,025	-0,109	0,743
	1981	0,529	0,025	-0,146	0,819

(tabel 12). Hier zal ook weer hetzelfde gespeeld hebben als in Haren. In droge perioden zal zijn beregend, waarin de kans op een teveel minder groot is, daar de potten min of meer zijn uitgedroogd, dan in regenrijke perioden, waarbij buien vallen op al verzadigde potten. Een geringe hoeveelheid regen kan dan al lekwater geven. Ook speelt een rol het moment van regen en beregening t.o.v. het tijdstip van aftappen om 9 uur 's morgens. Regen en uitlekken zullen meestal voor dezelfde dag op-

TABEL 11. Maximale hoeveelheid neerslag waarbij nog geen uitspoeling plaatsvindt, berekend volgens een lineaire regressie (mm/dag). Gegevens Haren.

TABLE 11. Maximum amount of precipitation that does not cause leaching, calculated according to a linear regression equation (mm/day, data from Haren).

Jaar	Neerslag-overschot	Regen	Regen + beregening	Neerslag-overschot	Regen	Regen + beregening
	onbegroeid			**Chamaecyparis eenjarig stek**		
1979	-1,33	0,19	0,68	-0,74	0,40	1,01
1980	-1,57	0,15	0,39	-1,08	0,03	0,56
1981	-2,09	0,11	0,20	-1,44	0,43	0,50
	Chamaecyparis beworteld stek			**Pyracantha[1] beworteld stek**		
1979	-1,30	0,32	0,77	-1,67	0,05	0,35
1980	-1,54	0,12	0,43	-1,02	0,26	1,02
1981	-1,86	0,35	0,43	-1,95	0,25	0,38

1) 1979 heide

TABEL 12. Correlatie van hoeveelheid opgevangen lekwater per dag met natuurlijke en/of kunstmatige neerslag, verdamping en neerslagoverschot, Boskoop. Correlatiecoëfficiënten x 1000.

TABLE 12. Correlation of daily amount of leachate with natural and/or artificial precipitation, evaporation and precipitation surplus, Boskoop. Correlation coefficients x 1000.

Begroeiing	Aantal dagen	jaar	Correlatie met neerslag-overschot	natuurlijke neerslag	beregening	neerslag natuurlijk + kunstmatig	verdamping
onbegroeid	193[1]	1979	489	680	-48	457	-91
	260[2]	1979	597	759	-88	548	-172
	245	1980	526	731	-179	492	-174
	210	1981	517	593	-173	476	-226
Cham.bew.st.	193	1979	506	680	-9	490	-8
	260	1979	622	773	-53	587	-104
	245	1980	502	699	-153	484	-91
	210	1981	539	625	-151	520	-137
Cham.l-j.st.	193	1979	529	743	-46	505	-44
	260	1979	626	801	-96	577	-172
	245	1980	481	664	-128	473	-42
	210	1981	543	635	-146	532	-104
Pyracantha	193	1979	510	719	-54	481	-74
	260	1979	621	795	-94	573	-167
	245	1980	492	641	-112	466	-133
	210	1981	566	638	-127	546	-141

1) Waarnemingen tot 6 december 1979

2) Waarnemingen tot 11 februari 1980

geschreven zijn, maar ook kan een deel van het lekwater voor de dag erna zijn genoteerd wegens een vertraagd uitlekkingsproces. Bij vergelijking van de regencijfers en hoeveelheden lekwater valt het op dat ze soms op dezelfde dag vallen, maar dat soms nog lekwater op de dag met regen of kunstmatige beregening volgt. De correlatie van hoeveelheid lekwater met verdamping is negatief, zoals te verwachten, maar niet sterk, hoewel het hier gaat om verdampingscijfers, die plaatselijk gemeten zijn met de verdampingsmeter. De hoogste correlatie wordt gevonden met de hoeveelheid natuurlijke neerslag, en niet met de "effectieve" hoeveelheid neerslag, waarbij natuurlijke en kunstmatige regenhoeveelheid is verminderd met gemeten verdampingscijfers. De in Boskoop gevonden correlaties zijn overigens minder hoog dan die in Haren, maar hebben, zoals gezegd, wel vergelijkbare samenhang. De variatie in hoeveelheid lekwater werd voor 35-64% "verklaard" door de hoeveelheid natuurlijke neerslag.

Nagegaan werd of de hoeveelheid lekwater beter was gecorreleerd met de regencijfers van enkele dagen (tabel 13). De correlatie met de regen-

TABEL 13. Correlatie van de hoeveelheid lekwater per dag met de neerslag (natuurlijk + beregening) van dezelfde of voorgaande dagen of de som van de neerslag met die dagen (onbegroeid, gegevens Boskoop, corr. coëff. x 1000).

TABLE 13. Correlation of the daily amount of leachate with water supply (rainfall + irrigation water) of the same day or preceding days or with the sum of the water supply on these days (fallow pots, data from Boskoop, corr.coeff. x 1000).

Datum	1979	1980	1981	Datum	1979	1980	1981
zelfde dag	548	492	476				
1e dag ervoor	429	233	134	zelfde+1 dag ervoor	666	497	426
2e dag ervoor	126	14	155	zelfde+1 en 2 dag. ervoor	581	406	431
3e dag ervoor	97	-97	-50	zelfde+1+2+3 dag. ervoor	526	301	353
4e dag ervoor	9	-96	35	zelfde+1+2+3+4 dag. ervoor	455	225	332
5e dag ervoor	-13	28	-43				

cijfers van de dag ervoor is zwakker dan de correlatie met de hoeveelheid op de aftapdag, en wordt geringer naarmate een nog vroegere dag wordt genomen. De correlatie neemt in 1979 wel toe als de regensom van de waarnemingsdag en van de dag ervoor wordt genomen, en ook van de regensom van de waarnemingsdag en de twee dagen ervoor. De correlaties voor 1980 en 1981 zijn niet hoger als de regenhoeveelheid van vroegere

of van meer dagen in de berekening is betrokken.

In Boskoop werd aanmerkelijk meer beregend dan in Haren, nl. gemiddeld over de drie proefjaren 1,8 mm per dag t.o.v. 0,6 mm per dag (vergelijk tabel 14 met tabel 9). Hierbij is de periode na september meegerekend,

TABEL 14. Gemiddelde hoeveelheid water in Boskoop, per dag toegevoegd en via lekwater afgevoerd (mm/dag).

TABLE 14. Mean supply of water and mean amount of leachate (mm/day), Boskoop.

Jaar	Lengte van waarnemingsperiode	Aantal dagen	Regen in mm
1979	28 mei - 6 dec	193	2,08
1979	28 mei - 11 febr	260	2,56
1980	21 april - 21 dec	245	2,30
1981	11 mei - 6 dec	210	2,80

			Uitgelekt			
	Neerslag natuurlijk +kunstmatig	Neerslag-overschot	onbegroeid	Cham. bew.st.	Cham. 1-j.st.	Pyracantha
1979	4,33	2,77	1,66	1,55	0,94	1,38
1979	4,24	3,04	2,17	1,96	1,48	1,88
1980	4,30	3,05	1,47	1,30	0,98	0,94
1981	4,43	2,28	1,73	1,28	1,44	1,24

waarin zelden of niet meer beregend behoefde te worden. Uit onbegroeide potten lekte gemiddeld het meeste uit, over 3 jaar 41% van het water aangevoerd met regen en beregening en uit potten met eenjarig stek van Chamaecyparis het minst, 30%. In tabel 15 wordt het rechtlijnig verband weergegeven tussen de hoeveelheid lekwater in mm en de hoeveelheid natuurlijke regen resp. natuurlijke en kunstmatige regen. Voor 1979 is de berekening voor alle 260 waarnemingsdagen uitgevoerd, maar ook voor de periode tot 6 december, 193 dagen, om een betere vergelijking met de twee andere proefjaren te krijgen. Uitgaande van de laatste wordt op onbegroeid per mm "totale" regen gemiddeld over drie jaren 0,30 mm lekwater per dag opgevangen, voor Chamaecyparis beworteld stek 0,29 mm, voor eenjarig stek 0,27 mm en voor Pyracantha 0,26 mm. Uitgaande van de cijfers voor natuurlijke regen komt na 1 mm/dag meer regen op onbegroeid 0,50 mm als lekwater te voorschijn, en voor de andere genoemde begroeiingen resp. 0,46, 0,41 en 0,42 mm.

TABEL 15. Het verband tussen de hoeveelheid opgevangen lekwater en neerslaghoeveelheid (natuurlijk + kunstmatig), resp. de hoeveelheid neerslag (natuurlijk) volgens een rechtlijnige regressie. Hoeveelheden in mm/dag. Gegevens van Boskoop.

TABLE 15. Relation between amount of leachate and total water supply (rainfall + irrigation) or rainfall in a linear regression. Amount mm/day, data from Boskoop.

Begroeiing	Aantal dagen	Jaar	Regressie-coëff.	St.afwijk. regr.coëff.	Constante term	Corr.coëff. x 1000
			Neerslag (regen + beregenen) als x-variabele			
onbegroeid	193	1979	0,259	0,036	0,539	457
	260	1979	0,400	0,038	0,476	548
	245	1980	0,302	0,034	0,169	492
	210	1981	0,349	0,045	0,183	476
Cham.bew.st.	193	1979	0,278	0,036	0,350	490
	260	1979	0,409	0,035	0,227	587
	245	1980	0,270	0,031	0,138	484
	210	1981	0,322	0,037	-0,110	520
Cham.l-j.st.	193	1979	0,222	0,027	-0,020	505
	260	1979	0,364	0,032	-0,059	577
	245	1980	0,228	0,027	-0,000	473
	210	1981	0,348	0,038	-0,093	532
Pyracantha	193	1979	0,252	0,033	0,289	481
	260	1979	0,393	0,035	0,215	573
	245	1980	0,210	0,025	0,044	466
	210	1981	0,330	0,035	-0,200	546
			Neerslag (regen) als x-variabele			
onbegroeid	193	1979	0,527	0,041	0,567	680
	260	1979	0,681	0,036	0,423	759
	245	1980	0,521	0,031	0,272	731
	210	1981	0,448	0,042	0,474	593
Cham.bew.st.	193	1979	0,527	0,041	0,459	680
	260	1979	0,663	0,034	0,259	773
	245	1980	0,451	0,030	0,259	699
	210	1981	0,399	0,035	0,200	625
Cham.l-j.st.	193	1979	0,446	0,029	0,015	743
	260	1979	0,623	0,029	-0,113	801
	245	1980	0,371	0,027	0,127	664
	210	1981	0,427	0,036	0,251	635
Pyracantha	193	1979	0,514	0,036	0,311	719
	260	1979	0,671	0,032	0,160	795
	245	1980	0,334	0,026	0,177	641
	210	1981	0,397	0,033	0,148	638

Bij berekening via de rechte regressielijn van het punt op de x-as, waar niet of wel uitlekken begint, werden op enkele uitzonderingen na negatieve waarden gevonden, wat betekent dat er al uitlekken plaatsvindt voordat er regen valt. Dit kan natuurlijk niet, maar het betekent wel, dat reeds bij kleine hoeveelheden regen lekwater kan ontstaan.

3.3. Dagelijkse EC- en nitraatmetingen

Om een idee te krijgen van de hoeveelheid meststoffen die met het lekwater van dag tot dag verdwijnt werd de EC van het lekwater dagelijks gemeten. In 1979 werden echter geen metingen verricht; in 1980 werd vrijwel in de gehele proefperiode gemeten en in 1981 vanaf de 91e dag. De uitslag van de metingen werd niet gecorrigeerd op de temperatuur, zodat de bewerking van de proefresultaten maar globaal is (bijlage I, figuur I.6). In de analyses van de veertiendaagse en maandelijkse watermonsters staan nauwkeuriger gegevens ter beschikking, die later worden behandeld, maar ze geven geen inzicht in de dagelijkse variatie. De EC-waarde die in een oplossing wordt gemeten met een bepaalde gewichtshoeveelheid voedingsstof hangt ook af van het soort zout en het oorspronkelijke zoutgehalte van het water (bijlage I, figuur I.7). In de volgende berekening is aangenomen dat de samenstelling van het lekwater in grote lijnen dezelfde is als die van de toegediende voedingsoplossing. Selectieve opname door de plant en adsorptieverschillen tussen ionen zijn hierbij verwaarloosd. Voor de omzetting van EC in zoutconcentratie per liter is het gegeven van het Proefstation voor Tuinbouw onder Glas gebruikt dat 1 g Kristalon blauw 17+6+18 per liter overeenkomt met een EC van 1,5 mS/cm. Dit laatste werd min of meer bevestigd bij grafisch uitzetten van EC-waarden in de periodieke watermonsters tegen de gehalten aan N en K (zie bijlage I, figuren I.8 en I.9). Het verband voor fosfaat was minder sprekend.

In 1981 werd het nitraatgehalte van het lekwater geschat met behulp van Merckoquant-nitraatstrookjes.

3.3.1. EC-metingen in Haren

Bijlage I, figuur I.10, bevat een overzicht van het verloop van de EC-waarden tijdens het groeiseizoen. In 1980 is de meting van hoge waarden blijkbaar afgegrensd bij EC = 1,5 mS/cm. Als de bijbemesting ophoudt na 150-160 dagen, nemen de EC-waarden sterk af. In tabel 16 worden voor de vier soorten begroeiingen de gemiddelde EC-waarden vermeld, berekend uit de verhouding van totale hoeveelheid uitgespoeld zout tot de hoeveelheid lekwater over de gehele periode. Ook worden de hoogste EC waarden per behandeling weergegeven (tabel 17). De zoutwaarden zijn van onbegroeid en Pyracantha gemiddeld het hoogst.

TABEL 16. Gemiddelde EC van lekwater (mS/cm) in Haren en Boskoop naar soorten van begroeiing.

TABLE 16. Mean EC of leachate (mS/cm) in Haren and Boskoop, differentiated as to kind of nursery crop.

	Haren		Boskoop							
			slootwater				ontzout leidingwater			
	1980	1981	1979[1]	1979	1980	1981	1979[1]	1979	1980	1981
onbegroeid	0,68	0,90	1,64	1,05	1,76	1,55	1,19	0,77	1,23	1,55
Cham.bew.stek	0,57	0,60	1,62	1,02	1,73	1,59	0,84	0,58	1,17	1,29
Cham.1-j.stek	0,62	0,77	2,36	1,24	2,18	1,69	1,47	0,84	1,55	1,51
Pyracantha	0,86	0,84	1,99	1,19	2,55	2,18	1,35	0,85	1,80	2,03

1) tot 6 december 1979

TABEL 17. Hoogste EC-waarden (mS/cm) in het lekwater in Haren en Boskoop naar soorten van begroeiing.

TABLE 17. Highest EC value (mS/cm) of leachate in Haren and Boskoop, differentiated as to kind of nursery crop.

	Haren	Boskoop					
		slootwater			ontzout leidingwater		
	1981	1979	1980	1981	1979	1980	1981
onbegroeid	3,91	4,05	4,91	4,04	3,83	3,20	3,85
Cham.bew.stek	3,19	3,22	4,21	4,54	3,92	3,07	3,61
Cham.1-j.stek	3,21	3,91	4,69	4,63	3,67	3,05	3,81
Pyracantha	2,87	3,71	5,68	5,22	4,20	4,39	5,40

De gecumuleerde uitgelekte zouthoeveelheden (bijlage I, figuur I.11) zijn het hoogst voor onbegroeid en het laagst voor de potten begroeid met eenjarig stek van Chamaecyparis.

In tabel 18 staat de hoeveelheid NPK-meststof vermeld, die is gegeven in basis- en bijbemesting (uitgerekend op basis van N bij de aangehouden verhouding tussen $N:P_2O_5:K_2O$ van 17:6:18 als in Kristalon) en de uitgespoelde hoeveelheid NPK-meststof, afgeleid uit de EC-waarden. De gegevens zijn hier omgerekend per m^2 beteeld oppervlak. Gezien de afgeknotte EC-waarden in 1980 is de hoeveelheid uitgespoelde meststof onderschat, terwijl het in 1981 de uitspoeling betreft vanaf 23 juli. Van de totale hoeveelheid NPK-meststof in PG-mix en in de bijbemesting, 13 à 18 maal

TABEL 18. Totale hoeveelheid gegeven en uitgespoelde NPK-meststof in g/m^2 in Haren. Berekening via dagelijkse EC-meting.
TABLE 18. Total amounts of NPK-fertilizer supplied and leached out, in g/m^2, Haren. Calculation by means of EC values measured daily.

Jaar	Gegeven	Uitgespoeld		Gegeven	Uitgespoeld	
		g/m^2	%		g/m^2	%
	onbegroeid			**Chamaecyparis eenjarig stek**		
1980	351	209	60	319	167	52
1981[1)]	365	154	42	325	96	27
	Chamaecyparis beworteld stek			**Pyracantha**		
1980	342	167	49	351	151	43
1981[1)]	357	83	23	365	120	33

1) gemeten vanaf 23 juli

uitgevoerd in de twee seizoenen, werd op de boven aangegeven wijze een uitspoeling berekend welke voor de vier begroeiingen in 1980 lag tussen 43-60%. In 1981 ging vanaf eind juli nog 23-42% van de meststof verloren.

Via rechtlijnige regressie werd berekend hoeveel NPK-meststof, als Kristalon berekend, verloren ging bij een gegeven hoeveelheid neerslag, natuurlijk of samen met beregening (tabel 19). Per mm water spoelde 0,17-0,32 g Kristalon per m^2 uit, het meest nog bij onbegroeid. Geen uitspoeling zou er zijn opgetreden waar de regressielijn de x-as snijdt; dat punt ligt voor de vier soorten begroeiing tussen 0 en 1,2 mm, gemiddeld voor regen + beregening bij 0,6 mm en voor regen alleen bij 0,2 mm. Als grootste waarde voor uitspoeling op een dag werd in 1979 (een tiental waarnemingen) 28 g/m^2 gevonden, in 1980 17 g en in 1981 20 g/m^2.

3.3.2. EC-metingen in Boskoop

In de EC-waarden zit geen duidelijke lijn naar de soort begroeiing. Op onbegroeid zijn de waarden zeker niet de hoogste (tabel 16, 17). In 1979 en 1980 zijn er duidelijke verschillen als gevolg van het gebruik van slootwater of ontzout leidingwater, maar in 1981 niet. Tijdens de teelt

TABEL 19. Het verband tussen de hoeveelheid uitgespoeld zout per dag en de neerslaghoeveelheid (natuurlijk + kunstmatig) en de hoeveelheid neerslag (natuurlijk) volgens een rechtlijnige regressie. Invloed van soort begroeiing. Gegevens proeven in Haren. In 1981 uitspoeling vanaf 23 juli. Hoeveelheid NPK-meststof in g/m^2 (geschat uit dagelijkse EC-meting) per mm water.

TABLE 19. Relation between daily amount of nutrients leached out and total water supply (rainfall + irrigation) or rainfall in a linear regression. Influence of kind of nursery stock. Data from Haren. In 1981, leaching loss as from 23 July. Amount of NPK fertilizer in g/m^2, estimated from daily EC values, per mm water.

Begroeiing	Jaar	Regressie-coëfficiënt	St.afwijk. regr.coëff.	Constante term	Corr. coëfficiënt
		Neerslag (regen + ber.) als x-variabele			
onbegroeid	1980	0,297	0,027	-0,216	0,583
	1981	0,273	0,038	0,003	0,436
Cham.bew.st.	1980	0,235	0,023	-0,168	0,549
	1981	0,168	0,021	-0,049	0,481
Cham.l-j.st.	1980	0,252	0,021	-0,217	0,617
	1981	0,241	0,025	-0,147	0,545
Pyracantha	1980	0,224	0,018	-0,261	0,627
	1981	0,239	0,024	-0,064	0,561
		Neerslag (regen) als x-variabele			
onbegroeid	1980	0,315	0,026	-0,017	0,616
	1981	0,271	0,038	0,031	0,434
Cham.bew.st.	1980	0,247	0,023	-0,001	0,580
	1981	0,166	0,021	-0,033	0,479
Cham.l-j.st.	1980	0,272	0,020	-0,060	0,664
	1981	0,240	0,025	-0,128	0,545
Pyracantha	1980	0,253	0,017	-0,087	0,702
	1981	0,237	0,024	-0,038	0,560

in dat jaar werd ontdekt dat de installatie een tijd niet goed functioneerde, terwijl het osmosewater door lekken tijdens de opslag al lang, ook in 1980, gemengd kan zijn geweest met slootwater. De EC-waarde voor Kristalon is in 1981 gemiddeld over het seizoen hoger dan voor Osmocote (tabel 20). In alle drie proefjaren was de dagelijkse EC-waarde in de zomermaanden voor Kristalon hoger (figuur 10). Gezien het feit dat met Osmocote meer voedingsstoffen werden gegeven, is de uitspoeling uit deze meststof toch als lager te beschouwen.

TABEL 20. Gemiddelde en hoogste EC-waarde (mS/cm) in het lekwater in Boskoop. Indeling naar soort beregeningswater en meststof.

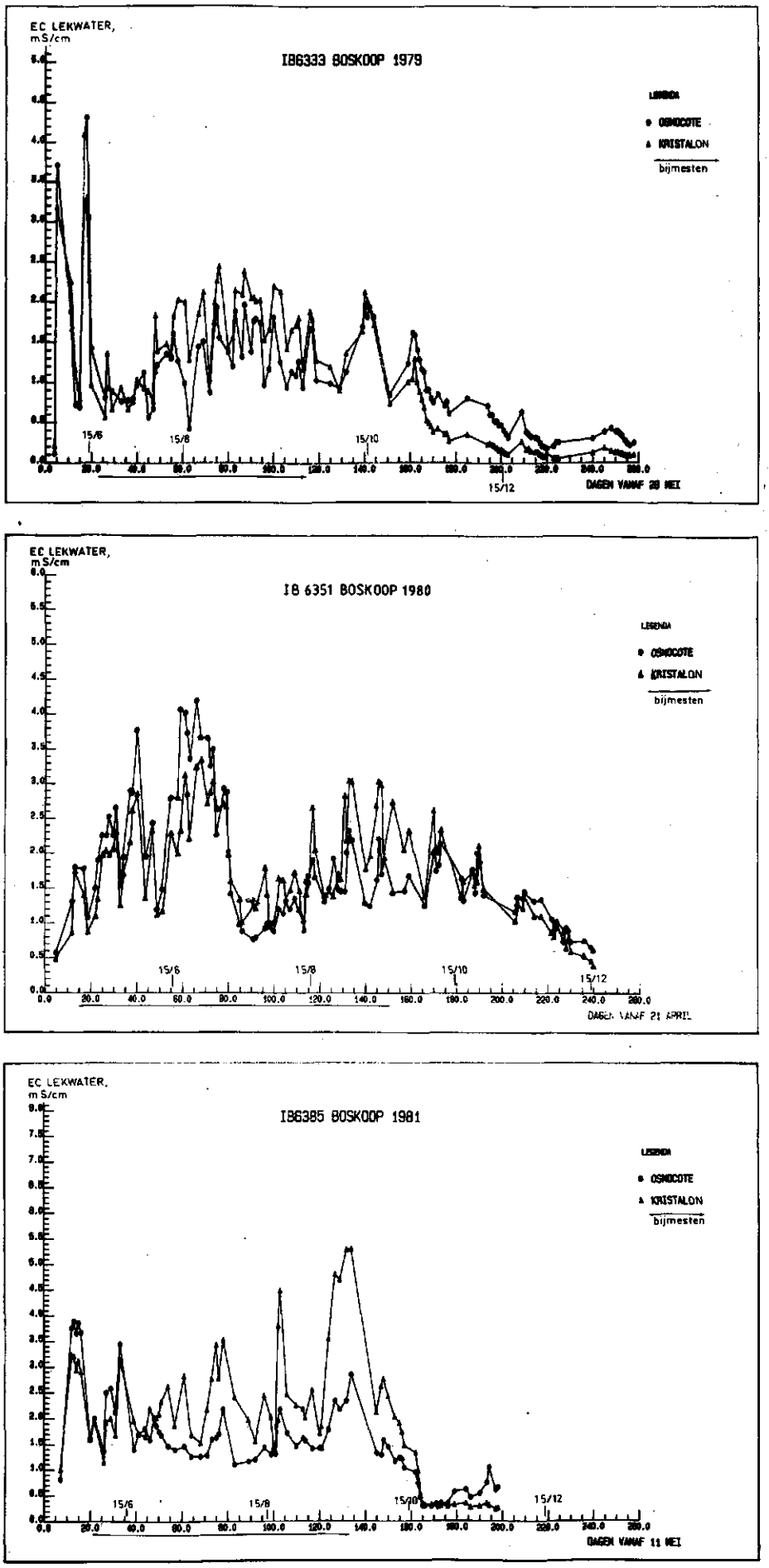
TABLE 20. Mean and highest EC value (mS/cm) of leachate in Boskoop, differentiated as to kind of irrigation water and fertilizer.

	Gemiddelde waarde				Hoogste waarde		
	1979[1]	1979	1980	1981	1979[1)]	1980	1981
ontzout leidingw. Osmocote	1,16	0,77	1,50	1,39	4,32	3,96	4,04
ontzout leidingw. Kristalon	1,20	0,74	1,30	1,77	3,19	3,04	4,78
slootwater Osmocote	2,00	1,25	1,95	1,52	4,24	4,91	3,79
slootwater Kristalon	1,69	0,99	2,06	1,95	3,42	4,29	5,37

1) tot 6 december 1979

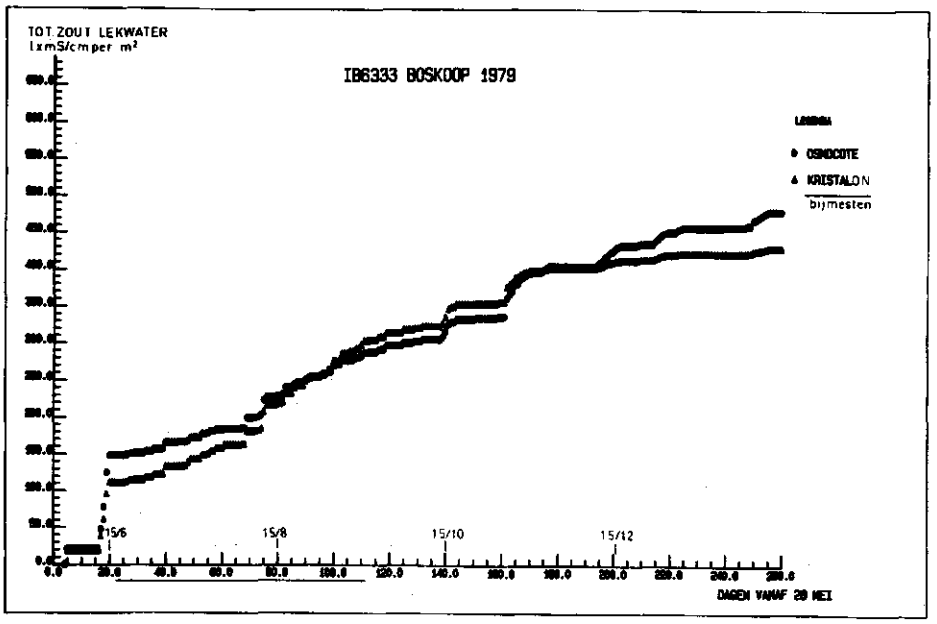
In 1979 en 1980 ontlopen de totale hoeveelheden uitgespoeld zout voor beide meststoffen elkaar weinig; in 1981 gaan met Kristalon meer meststoffen verloren (figuur 11). In de drie jaren zijn de uitgespoelde zouthoeveelheden van de vier soorten bedekkingen het hoogst voor Pyracantha.

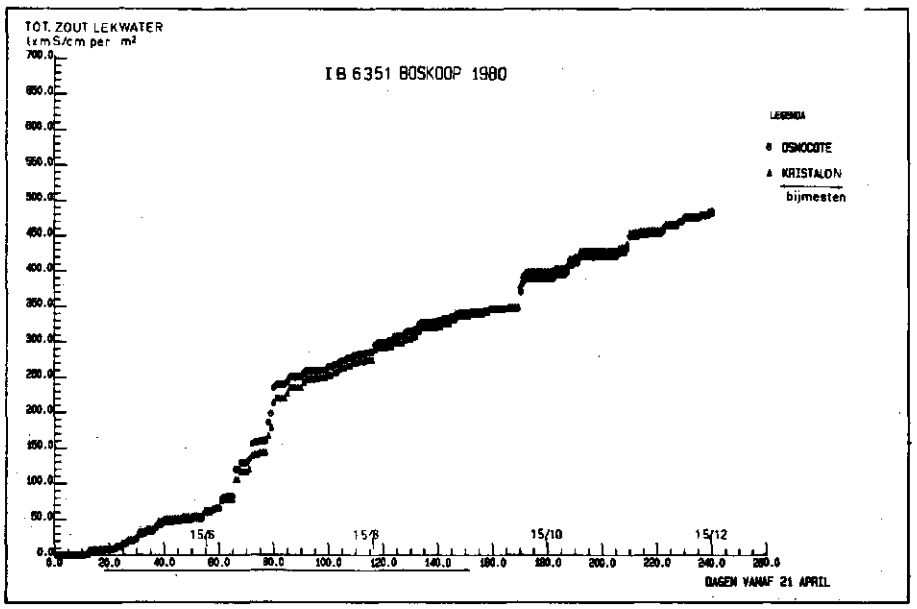
Om een idee te krijgen van de uitgespoelde hoeveelheid meststof werden op basis van de N-gift in de basis- en bijbemesting en op basis van de EC van het lekwater (1 g Kristalon = 1,5 mS/cm) alle gegevens omgezet in grammen NPK-meststof (tabel 21). Er moet echter rekening worden gehouden met het zout in het beregeningswater. Wekelijks werd in Boskoop ook de EC van het slootwater gemeten. Als gemiddelden over 1979 (193 en 260 dagen), 1980 en 1981 werden gevonden 0,798, 0,706, 0,816 en 0,729 mS/cm. Uit deze gehalten valt te berekenen hoeveel zout in het lekwater afkomstig kan zijn uit het slootwater, maar de gevonden hoeveelheid stemt voor 1979 maar matig, en voor 1981 zeer slecht, overeen met het verschil in zouthoeveelheid van het lekwater tussen de bakken van met slootwater, respectievelijk met osmosewater beregende behandelingen. Het onvoldoende ontzouten in 1981 is hierboven al gesignaleerd. De gegevens van tabel 21 zijn toch met laatstgenoemde verschillen zo goed mogelijk op de zoutaanvoer via het slootwater gecorrigeerd. Op onbegroeid is de grootste hoeveelheid NPK-meststof uitgespoeld. Uit de begroeide bakken met eenjarig stek van Chamaecyparis is de uitspoeling het geringst, maar over het

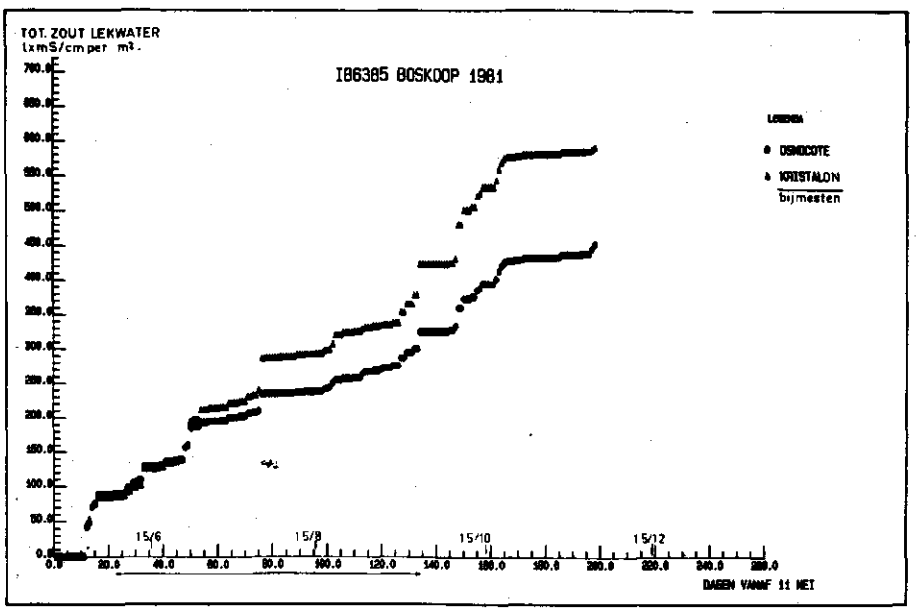


Figuur 10. Dagelijkse EC-waarde van lekwater in Boskoop bij twee soorten meststof.

Figure 10. Daily EC values of leachate in Boskoop for two kinds of fertilizer.







Figuur 11. Totale hoeveelheid uitgespoeld zout in Boskoop voor twee soorten meststof. Schatting via dagelijkse EC-meting.

Figure 11. Total amount of salt, leached out in Boskoop for two kinds of fertilzer. Assessment by means of daily EC values.

TABEL 21. Totale hoeveelheid gegeven en uitgespoelde NPK-meststof in g/m^2 in Boskoop voor vier soorten begroeiing bij beregening met slootwater. Berekening via dagelijkse EC-meting. Correctie op het zout in het slootwater.

TABLE 21. Total amount of NPK fertilizer supplied and leached out in g/m^2 in Boskoop for fallow pots and three kinds of nursery plants irrigated with ditch water. Calculation by means of daily EC values with correction for salt content of ditch water.

Jaar	Gegeven	Uitgespoeld		Gegeven	Uitgespoeld	
		g/m^2	%		g/m^2	%
	onbegroeid			**Chamaecyparis eenjarig stek**		
1979 (193 dagen)	488	250	51	498	170	34
1979 (260 dagen)	488	287	59	498	204	41
1980	548	274	50	558	224	40
1981	518	363	70	528	328	62
	Chamaecyparis beworteld stek			**Pyracantha**		
1979 (193 dagen)	397	203	51	488	231	47
1980 (260 dagen)	397	227	57	488	264	54
1980	457	233	51	548	263	48
1981	427	272	64	518	353	68

geheel gezien is de uitspoeling van meststoffen ongewenst hoog, meer dan een derde, ja soms wel meer dan de helft van de toegediende meststof in de onderzoekperiode (34-59% in 1979 en 1980, 62-70% in 1981). Bij vergelijking van de uitspoeling na bijbemesting met Kristalon en na basis- en bijbemesting met Osmocote komt duidelijk naar voren dat, hoewel via Osmocote aanzienlijk meer stikstof is toegediend, de uitspoeling in het jaar van toedienen van Osmocote toch lager ligt, in 1979 en 1981 zelfs tot de helft (tabel 22).

TABEL 22. Totale hoeveelheid gegeven en uitgespoelde NPK-meststof in g/m^2 in Boskoop. Vergelijking tussen Kristalon en Osmocote bij beregening met ontzout leidingwater. Berekening via dagelijkse EC-meting.

TABLE 22. Total amount of NPK fertilizer, supplied and leached out in g/m^2 in Boskoop. Comparison between Kristalon and Osmocote with irrigation with demineralized tap water. Calculation by means of daily EC values.

Jaar	Gegeven	Uitgespoeld		Gegeven	Uitgespoeld	
		g/m^2	%		g/m^2	%
	Kristalon			**Osmocote**		
1979 (193 dagen)	355	228	64	580	200	34
1979 (260 dagen)	355	245	69	580	245	42
1980	475	251	53	580	246	43
1981	415	386	93	580	272	47

Uit regressieberekeningen volgt dat per 1 mm natuurlijke regen meer, 0,37-0,72 g Kristalon per m^2 uitspoelt en per 1 mm regen + beregenen 0,26-0,47 g meststof (tabel 23). Evenals voor de gegevens in Haren, en nu in grotere mate, zijn de uitspoelingscijfers per eenheid aangevoerd water in het tweede geval lager. Dat zou het gevolg kunnen zijn van het feit, dat kunstmatige beregening op zichzelf weinig tot uitspoeling heeft geleid (droge potten en droog weer), en door de beregening bij de natuurlijke regen te voegen rekenkundig per eenheid vloeistof minder lekverlies aan zout geeft. Ook zal toediening van zouthoudend beregeningswater tot meer verdringing van kunstmestzouten uit de potgrond geleid hebben. Dit treedt reeds op bij lage giften, waardoor mogelijk minder ophoping ontstaat en minder grote verschillen in zouthoeveelheid tussen weinig en veel lekwater ontstaan.

De uitspoeling per mm neerslag is voor Kristalon en Osmocote van dezelfde orde van grootte en houdt weer in dat de hogere gift van de laatste min of meer weer wordt gecompenseerd door het langzamer vrijkomen van zouten. Als grootste uitspoeling op een dag werd voor de gemiddelden van de vier soorten begroeiingen in 1979 31 g NPK-meststof/m^2 gevonden, in 1980 25 g en in 1981 32 g.

3.3.3. Nitraatmetingen in Haren

In 1981 werd in het lekwater het gehalte aan nitraat geschat met behulp van Merckoquant-nitraatstrookjes (tabel 24). De waarnemingen vingen aan

TABEL 23. Het verband tussen de hoeveelheden uitgespoeld zout per dag en resp. de neerslaghoeveelheid (natuurlijk en kunstmatig) en de hoeveelheid neerslag (natuurlijk) volgens een rechtlijnige regressie. Invloed van soort begroeiing met slootwater-beregening. Gegevens proeven van Boskoop. Hoeveelheid in g/m^2 NPK-meststof, geschat uit dagelijkse EC-meting per mm water.

TABLE 23. Relation of daily amount of nutrients leached out with total water supply (rainfall + irrigation) and with rainfall according to a linear regression. Influence of kind of nursery stock irrigated with ditch water. Data from Boskoop. Amount of NPK fertilizer in g/m^2, estimated from daily EC values, per mm water.

Behandeling	Jaar	Regressie-coëff.	St.afwijk. regr.coëff.	Constante term	Corr. coëff.
		Neerslag (regen+beregening) als x-variabele			
onbegroeid	1979[1)]	0,339	0,045	0,196	0,479
	1979	0,300	0,035	0,118	0,471
	1980	0,384	0,046	-0,098	0,473
	1981	0,349	0,048	0,180	0,449
Cham.bew.stek	1979	0,320	0,043	0,007	0,469
	1979	0,279	0,034	-0,047	0,455
	1980	0,258	0,039	0,237	0,391
	1981	0,312	0,040	-0,154	0,475
Cham.l-j.stek	1979	0,343	0,043	-0,198	0,501
	1979	0,306	0,033	-0,202	0,497
	1980	0,345	0,039	-0,177	0,490
	1981	0,377	0,046	-0,126	0,491
Pyracantha	1979	0,348	0,046	0,117	0,476
	1979	0,310	0,036	0,033	0,470
	1980	0,388	0,044	-0,205	0,494
	1981	0,468	0,050	-0,340	0,540
		Neerslag (regen) als x-variabele			
onbegroeid	1979	0,700	0,048	0,210	0,726
	1979	0,474	0,039	0,176	0,603
	1980	0,643	0,044	0,073	0,684
	1981	0,428	0,047	0,527	0,534
Cham.bew.stek	1979	0,631	0,049	0,082	0,678
	1979	0,421	0,039	0,055	0,558
	1980	0,419	0,041	0,383	0,548
	1981	0,373	0,039	0,185	0,551
Cham.l-j.stek	1979	0,715	0,044	-0,195	0,764
	1979	0,494	0,036	-0,170	0,651
	1980	0,551	0,039	0,038	0,676
	1981	0,444	0,045	0,301	0,560
Pyracantha	1979	0,707	0,051	0,156	0,708
	1979	0,481	0,041	0,113	0,592
	1980	0,605	0,044	0,071	0,664
	1981	0,543	0,049	0,210	0,609

TABEL 24. Gemiddelde en hoogste nitraatgehalte (mg/l) van lekwater in Haren en Boskoop naar soorten van begroeiing, soort water en meststof.

TABLE 24. Mean and highest nitrate content of leachate (mg/l) in Haren and Boskoop, differentiated as to kinds of nursery stock, water and fertilizer.

Behandeling	Haren 1981	Boskoop		Behandeling	Boskoop
		slootw. 1981	leidingw. 1981		
	gemiddeld gehalte				
onbegroeid	0,40	0,34	0,38	ontz.ldgw.osm.	0,31
Cham.bew.st.	0,27	0,20	0,16	ontz.ldgw.krist.	0,25
Cham.l-j.st.	0,31	0,25	0,22	slootw.osm.	0,29
Pyracantha	0,35	0,32	0,32	slootw.krist.	0,27
	hoogste gehalte				
onbegroeid	1,91	0,92	0,90	ontz.ldgw.osm.	1,10
Cham.bew.st.	1,54	0,83	0,66	ontz.ldgw.krist.	0,92
Cham.l-j.st.	1,54	0,65	0,65	slootw.osm.	0,91
Pyracantha	1,33	0,90	1,05	slootw.krist.	0,84

op de 49e dag van de proefperiode, 11 juni. Tot 15 september, waarop voor het laatst werd bijbemest, stegen de gehalten vooral voor onbegroeid voortdurend. Onmiddellijk daarna namen de nitraatgehalten voor het lekwater al duidelijk af (bijlage I, figuur I.12). Na 10 oktober lagen de gehalten al onder 100 mg nitraat per liter, behalve voor de potten met een sterk ontwikkeld gewas als Chamaecyparis eenjarig stek en Pyracantha, waar de gehalten langer hoog bleven. Op 21 oktober lagen alle gehalten op één na onder de 100 mg. De hoogste waarden welke aan nitraat per begroeiing gevonden werden gingen tot 1900 mg nitraat per liter. Op onbegroeid werd op een dag als hoogste verlies 14 g nitraat/m^2 waargenomen. Berekend werd wat aan nitraatstikstof verloren ging in een periode van 173 dagen (tabel 25). Op onbegroeid ging volgens schatting 43% van de stikstof met het lekwater verloren, op de begroeide vakken 23 tot 31% en wel voor Pyracantha het meest. In deze schatting is niet het verlies in de beginperiode opgenomen, dat hoog kan zijn als gevolg van de basisbemesting en de geringe opname door het nog zwak groeiend gewas; evenmin is rekening gehouden met uitspoeling van N in ammoniumvorm.

Met een regressieberekening werd bepaald hoeveel nitraat uitspoelt bij een bepaalde hoeveelheid regen, natuurlijk en kunstmatig (tabel 26). Op onbegroeid zou per 1 mm meer neerslag de hoeveelheid uitgespoeld nitraat op de betreffende dag toenemen met 0,057 g per m^2 = 0,57 kg per

TABEL 25. Totaal verlies aan nitraatstikstof, berekend uit dagelijkse schatting met nitraatstrookjes in het lekwater. Gegevens van Haren en Boskoop in 1981 naar soort van begroeiing, soort water en meststof.

TABLE 25. Total loss of nitrate, calculated from daily estimates in leaching water by means of Merck-nitrate strips. Data from Haren and Boskoop in 1981, differentiated as to kinds of nursery stock, water and fertilizer.

Begroeiing/ Soort meststof/ Water	Stikstof toegevoegd	Stikstof uitgelekt	
	g/m^2	g/m^2	%
	Gegevens Haren		
onbegroeid	62,0	26,7	43
Cham.bew.st	60,8	14,5	24
Cham.1-j.st.	55,2	12,9	23
Pyracantha	62,0	19,5	31
	Gegevens Boskoop		
onbegroeid	88,0	30,1	34
cham.bew.st.	72,6	12,2	17
cham.1-j.st.	89,7	17,1	19
pyracantha	88,0	20,1	23
ontz.ldgw.osm.	98,6	20,2	21
ontz.ldgw.krist.	70,5	18,2	26
slootw.osm.	98,6	21,7	22
slootw.krist.	70,5	18,7	26

ha. De stikstofuitspoeling uit de begroeide potten was geringer dan uit de onbegroeide. Van de drie begroeiingen was de nitraatuitspoeling bij Pyracantha het grootst. Uit het snijpunt van de regressielijn met de x-as volgt het moment waarop wel of niet uitspoeling optreedt. Gemiddeld is dat voor onbegroeid al bij de eerste regen, en voor begroeid al voordat 1 mm gevallen is.

3.3.4. Nitraatmetingen in Boskoop

Het nitraatgehalte van het lekwater liep als gevolg van de basisgift hoog op, vanaf tien dagen na het begin van de proef in 1981, het meest voor Osmocote (bijlage I, figuur I.13). Daarna daalde het nitraatgehalte om na begin augustus weer geleidelijk op te lopen tot het eind van de bijmestperiode, waarbij vooral met Kristalon hoge nitraatgehalten werden genoteerd in midden september (130e dag). Dan volgde zowel voor Kristalon als Osmocote een sterke daling, waarna met Osmocote het nitraatgehalte hoger bleef. Gemiddeld over de gehele periode was het nitraat-

TABEL 26. Het verband tussen de hoeveelheid uitgespoeld nitraat per dag in g N/m^2 en resp. de neerslaghoeveelheid (natuurlijk en kunstmatig) en de hoeveelheid neerslag (natuurlijk) volgens een rechtlijnige regressie. Gegevens van proeven in Haren en Boskoop in 1981 naar soort van begroeiing, soort water en meststof. Schatting van nitraat met Merckoquant-strookjes.

TABLE 26. Relation of nitrate amount, leached out per day in g N/m^2, with total water supply (rainfall + irrigation) and with rainfall according to a linear regression. Data from Haren and Boskoop in 1981, differentiated as to kinds of nursery stock, water and fertilizer. Nitrate estimated with Merck-nitrate strips.

Gewas/behandeling	Regressie-coëfficiënt	St.afw. regr.coëff.	Constante term	Corr. coëff.
	Neerslag (regen+ber.) als x-variabele			
	Gegevens Haren			
onbegroeid	0,0567	0,0071	-0,0038	0,520
Cham.bew.st.	0,0372	0,0044	-0,0196	0,543
Cham.l-j.st.	0,0378	0,0035	-0,0308	0,635
Pyracantha	0,0452	0,0042	-0,0095	0,631
	Gegevens Boskoop			
onbegroeid	0,0310	0,0041	0,0060	0,467
Cham.bew.st.	0,0180	0,0020	-0,0217	0,534
Cham.l-j.st.	0,0224	0,0024	-0,0175	0,550
Pyracantha	0,0291	0,0027	-0,0334	0,598
ontz.ldgw.osm.	0,0212	0,0025	0,0026	0,499
ontz.ldgw.krist.	0,0257	0,0028	-0,0272	0,535
slootw.osm.	0,0267	0,0029	-0,0150	0,539
slootw.krist.	0,0252	0,0026	-0,0227	0,550
	Neerslag (regen) als x-variabele			
	Gegevens Boskoop			
onbegroeid	0,0560	0,0071	0,0030	0,517
Cham.bew.st.	0,0367	0,0044	-0,0149	0,539
Cham.l-j.st.	0,0374	0,0035	-0,0266	0,633
Pyracantha	0,0459	0,0043	-0,0158	0,635
	Gegevens Boskoop			
onbegroeid	0,0391	0,0039	0,0337	0,573
Cham.bew.st.	0,0216	0,0019	-0,0024	0,621
Cham.l-j.st.	0,0268	0,0022	0,0064	0,640
Pyracantha	0,0339	0,0026	0,0005	0,676
ontz.ldgw.osm.	0,0264	0,0024	0,0224	0,603
ontz.ldgw.krist.	0,0304	0,0027	0,0135	0,614
slootw.osm.	0,0326	0,0027	0,0121	0,638
slootw.krist.	0,0301	0,0025	0,0046	0,637

gehalte in het lekwater na de Osmocotegiften iets hoger dan dat voor Kristalon. Het verschil is echter maar gering, zeker gezien de hogere N gift via Osmocote (tabel 24). Dit geldt ook voor de totale hoeveelheid uitgespoeld nitraat (bijlage I, figuur I.13).

De nitraatgehalten in het lekwater, gerangschikt naar soort van begroeiing, zijn gemiddeld iets hoger voor onbegroeid en Pyracantha (tabel 24). De totale hoeveelheid stikstof uitgespoeld aan het eind van het seizoen is voor onbegroeid het hoogst, daarna volgt Pyracantha (tabel 25). De hoogste hoeveelheid uitgespoeld nitraat op een dag was gemiddeld voor onbegroeid 11,5 g/m^2.

Uit de dagelijkse schatting van het nitraat in het lekwater werd berekend hoeveel nitraatstikstof er werd uitgespoeld, en welk deel dit uitmaakte van de bemesting (tabel 25). Op onbegroeid werd het grootste verlies (34%) aan nitraatstikstof gevonden, daarna volgde Pyracantha. Bij Osmocote werd een lager verlies gevonden, terwijl toch de hogere stikstofgift meer risico inhield, namelijk dat alles binnen het jaar zou vrijkomen. De verliescijfers zijn lager dan die in Haren. Dit komt ook naar voren bij de hoeveelheid nitraatstikstof die uitspoelt per mm regen (tabel 26). Op onbegroeid werd 0,031 g/m^2 per mm regen + beregening gevonden, bij beplanting met beworteld stek van Chamaecyparis bijna de helft minder, 0,018 g/m^2. Ook hier geeft het snijpunt van de regressielijn met de x-as aan dat gemiddeld gezien de uitspoeling van stikstof al begint zodra enige regen valt. Tussen de hoeveelheden stikstof die met een mm neerslag meer uitspoelt zijn voor Osmocote en Kristalon de verschillen gering bij de gegeven hoeveelheden meststof en bemestingsmethode (tabel 26).

3.4. Periodieke analyse van verzameld lekwater

Van het dagelijks verzamelde lekwater werd een deel, 1/4 of 1/10, afgemeten en over een periode van veertien dagen, in 1981 voor sommige behandelingen over vier weken, voor andere over acht weken bijeengevoegd. De zo verkregen mengmonsters werden onderzocht op het gehalte aan N, P en K en aan zout via de EC-bepaling.

3.4.1. Metingen in Haren

Het aantal onderzochte perioden bedroeg 12 in 1979, lopend van 6 juni tot 1 november, in 1980 15, vanaf 3 juni als eerste bemonsteringsdatum

tot 17 december, en in 1981 7, lopend van 27 mei tot 29 oktober. In twee gevallen liep de bemonstering en analyse een tijd door nadat de bijbemesting was gestopt; in 1980 was de laatste bijbemesting namelijk op 22 september en in 1981 op 15 september. De analysecijfers van na die data zijn duidelijk lager. Bij de bestudering van de samenhang tussen neerslag en uitspoeling zullen de gegevens alleen betrokken worden op het tijdvak van de regelmatige wekelijkse bijbemesting. De daling in gehalten na de bijbemesting zou dit beeld verstoren. De gevonden gehalten hebben een grote spreiding (bijlage III, tabel III.1).

In tabel 27 worden vermeld de hoeveelheid N, P en K, die is gegeven in de vorm van basisbemesting en bijbemesting, de hoeveelheid voedingsstof die is verdwenen via het lekwater en tenslotte het percentage van de gegeven hoeveelheid dat verloren ging. De gegevens zijn berekend tot het eind van de bijbemestingsperiode en voor de gehele proefperiode, die in de drie jaren niet dezelfde is.

Op onbegroeid lag midden september het verlies aan N, P en K voor de drie proefjaren tussen resp. 58-78%, 43-78%, en 51-70%. Aan het eind van de proefperiode liepen de verliescijfers nog sterk op. De cijfers voor P en K waren niet lager dan die voor N, behalve in 1979. Lagere verliescijfers kwamen voor op de begroeide grond, voor Chamaecyparis eenjarig stek lager dan voor het kleinere jongere gewas Chamaecyparis beworteld stek. Pyracantha had in 1980, gezien de nog lagere verliescijfers, kennelijk meer voedingsstoffen opgenomen. In 1979 was de teelt van de Pyracantha mislukt en het gewas werd vervangen door heide, voor fosfaat waren daar de verliescijfers hoog.

In de verdere berekening werd per aftapperiode de gemiddelde neerslag per dag en de hoeveelheid mineralen in het lekwater berekend. De tijdens de bijbemesting verkregen gegevens werden in een regressieberekening opgenomen (tabel 28). Per mm neerslagoverschot zou gemiddeld over de drie proefjaren op onbegroeid 356 mg N, 33 mg P_2O_5 en 367 mg K_2O per m^2 zijn uitgespoeld. Bij de bijbemesting per week werd 3,4 g N, 1,2 g P_2O_5 en 3,6 g K_2O per m^2 gegeven. Bij een neerslagoverschot van 10 mm zou de gehele gift aan N en K al verdwenen zijn. Voor fosfaat wordt veel minder uitspoeling gevonden. Uitgaande van de EC-bepaling wordt per mm neerslagoverschot een verlies berekend van 2,8 g meststof per m^2. De uitspoelingsverliezen voor de begroeide potten zijn veel lager. Dit zal het gevolg zijn van opname van voedingsstoffen door het gewas. Door de lagere gehalten in de pot zullen bij een gegeven hoeveelheid lekwater

TABEL 27. Hoeveelheid meststoffen toegevoegd als basis- en bijbemesting tot 15 september en tot het einde van de proef, de hoeveelheid verloren meststoffen, absoluut en als percentage van gegeven, resp. in g/m^2 en als %. Gegevens van Haren.

TABLE 27. Amount of N, P_2O_5 and K_2O supplied in basal dressing and top-dressing until 15 September and until the end of the experiment, and amounts of nutrients lost due to leaching, in absolute figures (g/m^2) or as percentages of supply. Data from Haren.

Proef-jaar	Gewas	N		P_2O_5		K_2O	
		half sept.	eind proef	half sept.	eind proef	half sept.	eind proef
		Gegeven bemesting					
1979	onbegroeid	59,0	75,7	33,2	39,1	66,0	83,7
	Cham.bew.st.	57,4	74,0	31,4	37,2	63,9	81,6
	Cham.1-j.st.	53,5	67,6	32,2	37,2	60,5	75,4
	Heide	59,0	75,7	33,2	39,1	66,0	83,7
1980	onbegroeid	56,4	59,7	32,8	34,0	63,4	66,9
	Cham.bew.st.	54,8	58,1	31,0	32,2	61,3	64,9
	Cham.1-j.st.	51,4	54,2	32,0	33,0	58,4	61,4
	Pyracantha	56,4	59,7	32,8	34,0	63,4	66,9
1981	onbegroeid	62,0		31,4		68,4	
	Pyracantha	62,0		31,4		68,4	
		Uitgespoeld, absoluut					
1979	onbegroeid	45,8	66,9	14,3	21,3	33,6	58,2
	Cham.bew.st.	34,2	49,1	13,5	18,6	27,0	46,0
	Cham.1-j.st.	32,0	41,6	13,1	16,1	22,3	33,1
	Heide	27,0	45,4	16,4	22,7	20,6	41,1
1980	onbegroeid	41,6	54,8	25,5	31,1	44,0	64,9
	Cham.bew.st.	34,2	40,1	23,6	25,8	35,9	47,2
	Cham.1-j.st.	27,9	36,7	20,6	23,0	27,7	38,4
	Pyracantha	23,8	33,1	15,4	18,8	22,0	36,1
1981	onbegroeid	36,2	38,1	15,9	17,6	42,5	49,6
	Pyracantha	27,8	30,4	14,7	16,9	30,8	39,8
		Uitgespoeld, %					
1979	onbegroeid	77,6	88,4	43,0	54,4	50,9	69,5
	Cham.bew.st.	59,7	66,4	43,1	50,0	42,3	56,4
	Cham.1-j.st.	59,8	61,6	40,6	35,2	36,9	43,9
	Heide	45,7	60,1	49,3	58,0	31,3	49,2
1980	onbegroeid	73,8	91,8	77,5	91,4	69,5	96,9
	Cham.bew.st.	62,4	69,0	76,1	80,2	58,5	72,8
	Cham.1-j.st.	54,4	67,7	64,3	69,6	47,4	62,6
	Pyracantha	42,2	55,4	46,7	55,5	34,7	53,9
1981	onbegroeid	58,4	61,4	50,8	56,1	62,2	72,5
	Pyracantha	44,8	49,0	46,7	53,8	45,0	58,2

TABEL 28. Verlies aan N, P_2O_5, K_2O en NPK-meststof in g/m^2 in het lekwater per dag bij 1 mm neerslagoverschot, resp. regen tijdens de bijmestperiode. Gemiddelde over drie proefjaren voor onbegroeid, voor Chamaecyparis over 1979 en 1980 en voor Pyracantha over 1980 en 1981. Gegevens van Haren.

TABLE 28. Loss of N, P_2O_5 and K_2O and of NPK fertilizer in leachate in g/m^2 per day at 1 mm water surplus (= supply minus evaporation) and 1 mm rainfall, during the topdressing period. Mean of three experimental years for fallow pots, mean over 1979 and 1980 for Chamaecyparis and over 1980 and 1981 for Pyracantha. Data from Haren.

Gewas	Regr. coëff.	St.afw. regr. coëff.	Corr.* coëff.	Regr. coëff.	St.afw. regr. coeff.	Corr. coëff.
	Verband met neerslagoverschot					
	N			**P_2O_5**		
onbegroeid	0,356	0,039	0,903	0,033	0,061	0,757
Cham.bew.st.	0,168	0,039	0,841	0,065	0,029	0,682
Cham.1-j.st.	0,124	0,039	0,763	0,038	0,029	0,430
Pyracantha	0,101	0,020	0,871	0,011	0,036	0,547
	K_2O			**EC in g meststof**		
onbegroeid	0,367	0,034	0,926	2,806	0,349	0,880
Cham.bew.st.	0,156	0,032	0,870	0,930	0,247	0,804
Cham.1-j.st.	0,102	0,027	0,813	0,695	0,212	0,775
Pyracantha	0,142	0,021	0,874	0,528	0,237	0,763
	Verband met regen					
	N			**P_2O_5**		
onbegroeid	0,215	0,095	0,812	0,044	0,037	0,668
Cham.bew.st.	0,172	0,044	0,822	0,041	0,027	0,678
Cham.1-j.st.	0,140	0,028	0,874	0,063	0,024	0,602
Pyracantha	0,071	0,034	0,912	0,015	0,032	0,693
	K_2O			**EC in g meststof**		
onbegroeid	0,174	0,112	0,728	1,064	0,510	0,789
Cham.bew.st.	0,131	0,052	0,752	0,953	0,277	0,783
Cham.1-j.st.	0,091	0,029	0,780	0,754	0,161	0,870
Pyracantha	0,092	0,066	0,921	0,402	0,213	0,865

* Statistisch betrouwbaar: $P < 0.05$ voor c.c. > 0.481 en $P < 0.01$ voor c.c. > 0.597

minder meststoffen worden meegevoerd. Het is ook mogelijk dat de doorspoeling op begroeide potten door het waterverbruik van de planten lager is. Ook vangt het bovengrondse gewas het water op, waarna het gedeeltelijk rechtstreeks verdampt. Dit laatste kan vooral bij Chamaecyparis eenjarig stek het geval geweest zijn. Per mm neerslagoverschot zou op de

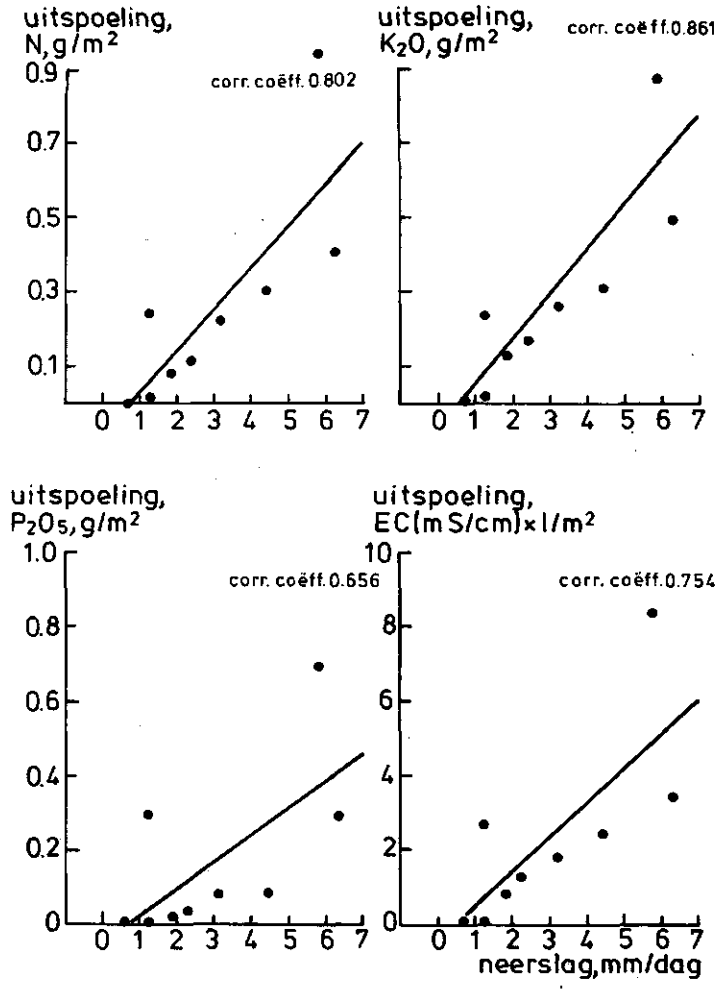
begroeide potten gemiddeld 101-168 mg N, 11-65 mg P_2O_5 en 102-156 mg K_2O verloren gaan per m^2. Aan meststof ging totaal 0,5-0,9 g verloren. Berekend op N zou na 26 mm een bijmestgift door uitspoeling verdwenen zijn op de begroeide potten.

Eenzelfde berekening met de natuurlijke neerslag gaf als resultaat dat per mm regen op de onbegroeide potten 215 mg N, 44 mg P_2O_5, 174 mg K_2O en 1,06 g meststof per m^2 uitspoelen en op de begroeide potten 71-172 mg N, 15-63 mg P_2O_5, 91-131 mg K_2O en 0,40-0,95 g meststof per mm. Op basis van de uitspoeling van de stikstof zou een bijmestgift op onbegroeid uitgespoeld zijn na 16 mm en op begroeid na 27 mm. In figuur 12 wordt als voorbeeld de samenhang tussen hoeveelheid uitgespoelde meststof en neerslag per dag gegeven voor Chamaecyparis beworteld stek in 1980.

3.4.2. Metingen in Boskoop

In 1979 werden de watermonsters verzameld van 22 juni tot in december, totaal 11 monsters, in 1980 van 6 mei tot en met 16 december, totaal 17 te analyseren monsters, en in 1980 5 monsters van 9 juni tot en met 27 oktober, nu niet veertiendaagse maar maandelijkse monsters. De gevonden gehalten toonden weer een grote spreiding en zoals bijlage III.2 aangeeft zijn de hoogste waarden van dezelfde orde van grootte als die in Haren.

Berekend werd de hoeveelheid meststoffen die is uitgespoeld tot het einde van de bijmestperiode en die aan het eind van de proef (tabel 29). Bij deze berekening werd geen rekening gehouden met de aanvoer aan N, P en K via het slootwater. Een onderscheid werd gemaakt naar de soort van begroeiing en meststof. Zeer hoge verliezen werden berekend, vooral in 1981 voor P en K uit Kristalon. Waarden boven 100% tonen aan dat deze verliezen inderdaad zeer hoog zijn, maar ook dat de balans niet klopt, tenzij P en K zijn meegekomen met de potkluit. Mogelijk hangt de onnauwkeurige balansberekening voor dit jaar ook samen met de grote tijdsintervallen tussen de bemonsteringen en analyses. Ondanks de hogere gift aan voedingsstoffen zijn de verliescijfers, betrokken op de gift tot half september, voor Osmocote meestal lager dan die voor Kristalon, want uit Osmocote komt de meststof niet onmiddellijk vrij. Later lopen de relatieve verliescijfers minder uiteen. Merkwaardig is dat de verliezen aan stikstof, die zo beweeglijk is en als nitraat niet door de grond wordt geadsorbeerd, lager zijn. Gedacht moet worden aan een verlies door denitrificatie, wat niet in de cijfers tot uiting komt. Wat de soort



Figuur 12. Relatie tussen uitgespoelde voedingsstoffen en gemiddelde neerslag per dag, berekend uit veertiendaagse periode, tijdens bijbemesting. Gegevens voor beworteld stek van Chamaecyparis in Haren in 1980.

Figure 12. Relation between nutrient loss and daily rainfall, averaged over a fourteen day period, during topdressing. Data for rooted cuttings of Chamaecyparis in Haren 1980.

van begroeiing betreft zijn de verliescijfers over de gehele linie het laagst voor Chamaecyparis eenjarig stek. Voor onbegroeid zijn de verliezen, zoals te verwachten is, aan de hoge kant. Dat is voor begroeiing met Pyracantha ook vaak het geval. Op onbegroeid liggen de uitspoelingsverliezen voor Kristalon tot half september voor de drie proefjaren tussen 30-37% van de gegeven N en tot het eind van de proef tussen 42-51%, voor P resp. tussen 39-69 en 52-83% en voor K tussen 37-56 en 62-77%.

TABEL 29. Hoeveelheid meststoffen toegevoegd als basis- en bijbemesting tot 18 september en tot het eind van de proef, de hoeveelheid verloren meststoffen, absoluut en als percentage van gegeven, resp. in g/m² en als %. Gegevens van Boskoop naar soort van begroeiing en soort meststof. Eind van de proef in 1979 op 6 december.

TABLE 29. Amount of N, P_2O_5 and K_2O, supplied in basal dressing and topdressing until 18 September and until the end of the experiment, and amounts of nutrients lost due to leaching, in absolute figures (g/m²) or as percentages of supply. Data from Boskoop, differentiated as to kind of nursery stock and fertilizer. Experiment concluded in 1979 on 6 December.

Gewas	N				P_2O_5				K_2O			
	Kristalon		Osmocote		Kristalon		Osmocote		Kristalon		Osmocote	
	half sept.	eind	half sept.	eind	half sept.	eind	half sept.	eind	half sept.	eind	half sept.	eind
	Gegeven bemesting											
1979												
onbegroeid	61,2		104,5		35,0		72,9		68,7		70,5	
Cham.bew.st.	56,9		78,0		30,1		54,5		63,1		52,6	
Cham.1-j.st.	61,7		107,5		35,6		75,0		69,3		72,5	
Pyracantha	61,2		104,5		35,0		72,9		68,7		70,5	
1980												
onbegroeid	81,6		104,5		42,2		72,9		90,3		70,5	
Cham.bew.st.	77,3		78,1		37,3		54,5		84,7		52,6	
Cham.1-j.st.	82,1		107,5		42,8		75,0		90,9		72,5	
Pyracantha	81,6		104,5		42,2		72,9		90,3		70,5	
1981												
onbegroeid	71,4		104,5		38,6		72,9		79,5		70,5	
Pyracantha	71,4		104,5		38,6		72,9		79,5		70,5	
	Uitgespoeld, absoluut											
1979												
onbegroeid	18,4	25,7	25,6	54,0	13,6	18,1	18,7	38,1	25,1	42,6	20,9	42,0
Cham.bew.st.	13,8	16,0	18,2	24,8	12,1	13,8	17,0	24,5	23,5	34,2	16,7	22,9
Cham.1-j.st.	10,5	13,6	15,6	26,3	11,0	13,8	14,9	26,1	17,4	36,7	14,2	23,8
Pyracantha	16,5	28,9	24,3	41,2	14,4	21,4	19,4	32,7	28,4	50,8	20,8	33,7
1980												
onbegroeid	29,5	39,7	45,0	73,1	26,7	31,2	36,7	55,7	40,4	55,7	38,9	56,8
Cham.bew.st.	21,5	23,3	31,1	39,4	22,3	23,7	32,2	40,1	38,1	49,0	32,5	38,8
Cham.1-j.st.	15,9	20,4	23,8	35,5	21,1	24,0	28,6	37,7	31,1	48,4	26,9	34,0
Pyracantha	21,3	31,7	27,0	38,5	21,1	28,5	27,9	36,9	36,4	62,9	25,1	34,3
1981												
onbegroeid	26,9	36,1	33,8	45,4	26,7	32,0	32,0	38,3	44,4	61,5	37,3	44,6
Pyracantha	29,3	39,8	21,2	25,5	32,6	40,6	25,7	28,6	54,4	82,3	27,8	31,4
	Uitgespoeld, %											
1979												
onbegroeid	30,1	42,0	24,5	51,7	38,9	51,7	25,6	52,2	36,6	62,1	29,6	59,6
Cham.bew.st.	24,3	28,1	23,3	31,8	40,2	45,8	31,1	45,0	37,2	54,1	31,7	43,5
Cham.1-j.st.	17,0	22,1	14,5	24,5	30,8	38,7	19,9	34,8	25,2	52,9	19,6	32,8
Pyracantha	27,0	47,2	23,3	39,4	41,2	61,1	26,7	44,9	41,4	73,9	29,6	47,8

Voor Osmocote zijn deze verliezen resp. voor N 25-43 en 43-70%, voor P tussen 26-50 en 52-77% en voor K tussen 30-55 en 60-81%.

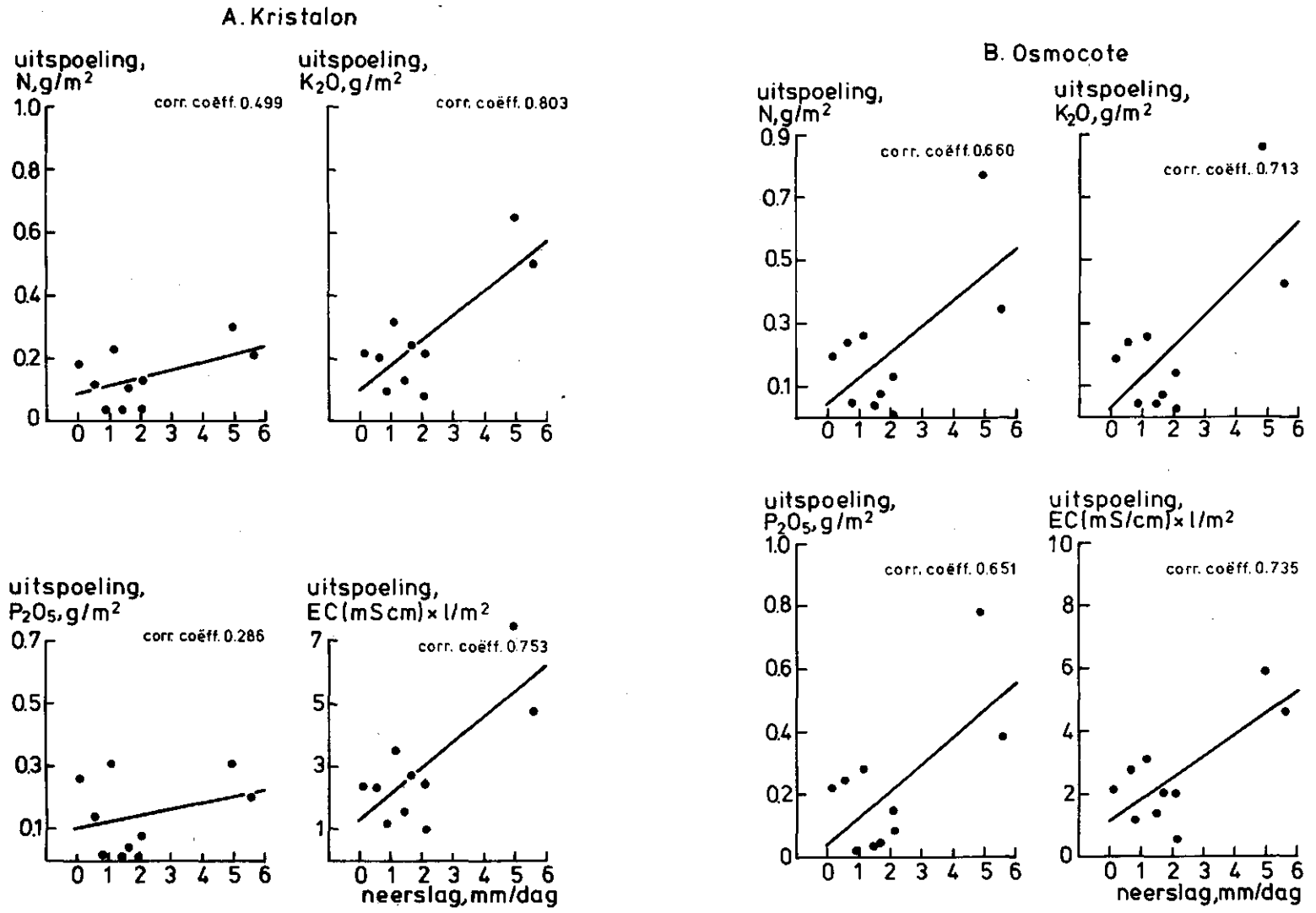
Voor de bijmestperiode werd berekend hoeveel N, P en K gemiddeld over 1979 en 1980 uitspoelde per mm neerslagoverschot en per mm neerslag. Voor 1981 waren maar vier gegevens voorhanden per soort begroeiing. De regressiecoëfficiënt van hoeveelheid uitgespoelde voedingsstof op hoeveelheid regen was in dat jaar tegen de verwachting in vaak negatief en werd daarom onbetrouwbaar geacht en niet voor het berekenen van de gemiddelde uitspoeling gebruikt. Per mm neerslagoverschot werd gemiddeld over 1979 en 1980 per m^2 een uitspoeling berekend op onbegroeid van 121 mg N, 83 mg P_2O_5 en 140 mg K_2O (tabel 30). De cijfers voor N en K zijn een derde van die welke in Haren werden gevonden, maar de uitspoeling aan fosfaat lag voor de gegeven hoeveelheid neerslag in Boskoop aanzienlijk hoger dan in Haren. Aan zouten verdween 1 g NPK-meststof per m^2 per mm op basis van een berekening, waarbij is verondersteld dat 1 g Kristalon een EC-verhoging geeft van 1,5 mS/cm. De uitspoelingsverliezen op de begroeide potten waren lager, vooral bij Chamaecyparis eenjarig stek. Van de drie gewassen lagen de verliezen het hoogst bij Pyracantha. Per mm regen werden de volgende verliezen voor onbegroeid genoteerd: 141 mg N, 92 g P_2O_5 en 150 g K_2O, en voor de zouten gezamenlijk 1,14 g/m^2. De verliezen op begroeid per mm regen bewogen zich tussen 36-101 mg N, 29-68 mg P_2O_5, 64-119 mg K_2O en 576-930 mg meststof. Behalve bij stikstof zijn de verliescijfers op begroeid nu meer in overeenstemming met die uit Haren. In de bijmestgift werden per week 3,4 g N, 1,2 g P_2O_5 en 3,6 g K_2O per m^2 gegeven. Op onbegroeid zou de stikstof in de wekelijkse bijbemesting na 24 mm uitgespoeld kunnen zijn en op begroeid na 56 mm.

Er werd ook gekeken naar verschillen in uitspoelingsverliezen tussen Osmocotebemesting als basis- en bijbemestingsgift en Kristalonbijbemesting (zie als voorbeeld de gegevens van Chamaecyparis beworteld stek in 1980 in figuur 13). Hierbij moet worden bedacht dat in totaal met Osmocote in twee giften aanzienlijk meer N en P, resp, 1,40 en 1,83 maal, en minder kali, nl. 0,85 maal, werd gegeven dan met Kristalon in de bijmestperiode. De regressiecoëfficiënten voor N, P en K zijn voor beide verschillend en weerspiegelen min of meer de verschillen in de hoogte van de gift. Geen aanwijzing werd op deze wijze verkregen voor een verschil in het verloren gaan van de totale NPK-meststof over een lange periode van berekening, de gehele bijmestperiode, die pas een paar weken of een maand begon na aanvang van de proeven. Met slootwater werden

TABEL 30. Verlies aan N, P_2O_5, K_2O en NPK-meststof in g/m^2 in het lekwater per dag bij 1 mm neerslag overschot, resp. regen tijdens de bijmestperiode. Indeling naar soort begroeiing, water en meststof. Gegevens Boskoop van 1979 en 1980.

TABLE 30. Loss of N, P_2O_5 and K_2O and of NPK-fertilizer in leachate in g/m^2 per day at 1 mm water surplus (= supply minus evaporation) and 1 mm rainfall, during the topdressing period. Differentiation as to kind of nursery stock, water and fertilizer. Data from Boskoop, 1979 and 1980.

Gewas/ behandeling	Regr. coëff.	St.afw. regr. coëff.	Corr. coëff.	Regr. coëff.	St.afw. regr. coëff.	Corr. coëff.
	Verband met neerslag overschot					
	N			**P_2O_5**		
onbegroeid	0,121	0,061	0,637	0,083	0,053	0,582
Cham.bew.st.	0,027	0,038	0,284	0,010	0,041	0,107
Cham.l-j.st.	0,007	0,028	0,091	-0,003	0,035	-0,029
Pyracantha	0,072	0,047	0,629	0,043	0,038	0,427
ontz.ldgw.osm.	0,064	0,048	0,509	0,053	0,053	0,405
ontz.ldgw.kr.	0,035	0,026	0,551	0,018	0,030	0,258
sl.w.osm.	0,067	0,056	0,416	0,038	0,048	0,326
st.w.krist.	0,041	0,034	0,448	0,021	0,035	0,251
	K_2O			**EC in g meststof**		
onbegroeid	0,140	0,063	0,684	1,036	0,482	0,678
Cham.bew.st.	0,058	0,050	0,438	0,443	0,346	0,450
Cham.l-j.st.	0,026	0,043	0,245	0,280	0,364	0,267
Pyracantha	0,095	0,065	0,610	0,717	0,481	0,602
ontz.ldgw.osm.	0,055	0,043	0,496	0,397	0,301	0,513
ontz.ldgw.kr.	0,067	0,052	0,575	0,397	0,296	0,583
sl.w.osm.	0,067	0,053	0,454	0,670	0,468	0,519
sl.w.kr.	0,098	0,064	0,551	0,707	0,501	0,513
	Verband met regen					
	N			**P_2O_5**		
onbegroeid	0,141	0,031	0,900	0,092	0,025	0,845
Cham.bew.st.	0,046	0,026	0,601	0,029	0,028	0,436
Cham.l-j.st.	0,036	0,019	0,672	0,030	0,023	0,551
Pyracantha	0,101	0,033	0,855	0,068	0,025	0,868
ontz.ldgw.osm.	0,076	0,031	0,854	0,071	0,024	0,806
ontz.ldgw.kr.	0,052	0,016	0,898	0,032	0,019	0,676
sl.w.osm.	0,106	0,035	0,808	0,065	0,028	0,734
sl.w.krist.	0,071	0,018	0,881	0,047	0,020	0,729
	K_2O			**EC in g meststof**		
onbegroeid	0,150	0,035	0,921	1,143	0,286	0,916
Cham.bew.st.	0,075	0,031	0,722	0,576	0,246	0,726
Cham.l-j.st.	0,064	0,027	0,761	0,607	0,248	0,776
Pyracantha	0,119	0,056	0,823	0,930	0,390	0,837
ontz.ldgw.osm.	0,070	0,022	0,866	0,477	0,174	0,868
ontz.ldgw.kr.	0,071	0,046	0,858	0,437	0,256	0,871
sl.w.osm.	0,098	0,033	0,832	0,897	0,336	0,849
sl.w.krist.	0,131	0,042	0,908	1,007	0,321	0,892



Figuur 13. Relatie tussen uitgespoelde voedingsstoffen en gemiddelde neerslag per dag, berekend uit veertiendaagse periode, tijdens bijbemesting. Gegevens voor beworteld stek van Chamaecyparis in Boskoop 1980.
A. bij Kristalonbijbemesting
B. met Osmocote basis- en bijbemesting

Figure 13. Relation between nutrients lost due to leaching and daily rainfall, averaged over a fourteen day period, during topdressing. Data for rooted cuttings of Chamaecyparis in Boskoop 1980 for A) Kristalon topdressing and for B) Osmocote basal dressing and top dressing.

hogere regressiecoëfficiënten, dus meer uitspoeling per hoeveelheid neerslag, voor N en K gevonden dan bij het gebruik van ontzout leidingwater. Met slootwater werden ook N en K aangevoerd. Ook kunnen calcium en magnesium extra kalium van het adsorptiecomplex hebben verdreven.

3.5. Periodiek grondonderzoek

In 1979 en 1980 werd om de veertien dagen potgrondonderzoek uitgevoerd, in 1981 om de maand en dan alleen voor onbegroeid en Pyracantha. Het verschil in gehalten aan voedingsstoffen tussen twee bemonsteringsdata werd gecorreleerd met de hoeveelheid neerslag in de tussenliggende periode, beide teruggebracht tot een gemiddelde per dag. De mate van uitspoeling en daling van de potgrondanalysecijfers tijdens de bijmestperiode onder invloed van het neerslagoverschot resp. de neerslag werd via regressiecoëfficiënten bepaald.

3.5.1. Metingen in Haren

Gemiddeld werd gevonden dat, per mm neerslagoverschot op de onbegroeide vakken, N met 0,268 mmol/l extract is gedaald, K met 0,096 mmol, en de EC met 0,031 mS/cm (tabel 31). De correlaties tussen neerslaghoeveelheid en daling van de potgrondanalysecyfers zijn voor EC het hoogst, dan volgt K en dan N. Voor P zijn de correlaties het laagst; binding aan organische stof en neerslaan van fosfaten in de potgrond zijn hier waarschijnlijk de oorzaak van. De uitspoelingscijfers zijn voor de begroeide vakken veel lager. Het minder hoge niveau van beschikbare voedingsstoffen in de potgrond door de opname door het gewas zou hiervan de oorzaak kunnen zijn, maar ook de vochtopname door het gewas zou de potgrond droger kunnen houden tijdens de teelt, waardoor bij het inzetten van een regenperiode uitspoeling minder gauw plaats vindt. De regressiecoëfficiënten zijn minder betrouwbaar en de correlaties lager naarmate het gewas een sterkere groeier is: van de zwak groeiende Chamaecyparis beworteld stek naar Pyracantha en naar Chamaecyparis eenjarig stek. Volgens de berekening zouden bij Pyracantha met 1 mm neerslagoverschot dalingen optreden van 0,062 mmol N, 0,023 mmol K en 0,007 mS/cm. Bij de waardering van de potgrondanalysecijfers voor het bijbemestingsadvies voor boomkwekerijgewassen in potten tot 5 liter is het verschil tussen waarderingsklassen voor N 1,0 mmol/l extract (Anon., 1982). Een dergelijke verschuiving zou op onbegroeid al kunnen optreden bij een neer-

TABEL 31. Verandering in gehalten aan N, P, K en in EC-waarden in potgrond per mm neerslagoverschot, resp. regen tijdens de bijmestperiode. Gemiddelde over drie proefjaren in Haren.

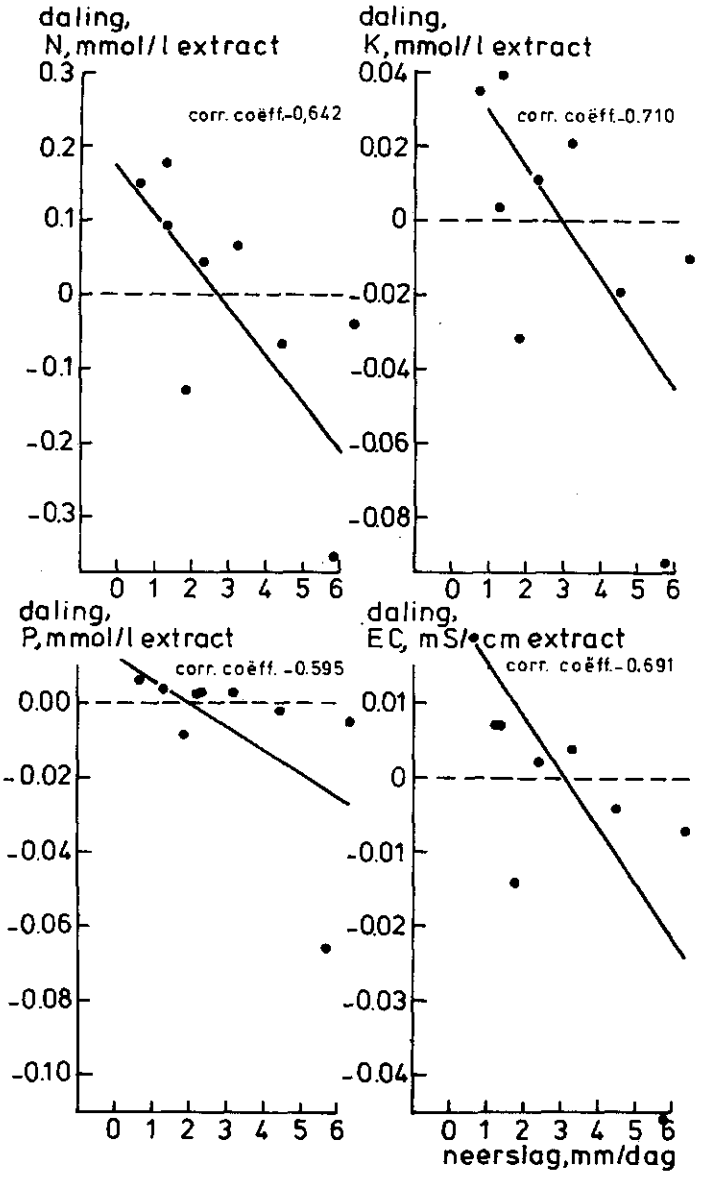
TABLE 31. Regression of contents of N, P, K and EC values in potting soil on water surplus (= supply minus evaporation) and rainfall (mm/dag), respectively, during the topdressing period. Mean of three experimental years in Haren.

Gewas	Regr. coëff.	St.afw. regr. coëff.	Corr. coëff.*	Regr. coëff.	St.afw. regr. coëff.	Corr. coëff.
	Verband met neerslagoverschot					
	N in mmol/l extract			**P in mmol/l extract**		
onbegroeid	-0,268	0,107	-0,724	-0,0101	0,0060	-0,590
Cham.bew.st.	-0,085	0,065	-0,573	-0,0044	0,0034	-0,380
Cham.l-j.st.	-0,057	0,071	-0,380	-0,0014	0,0038	-0,133
Pyracantha	-0,062	0,045	-0,490	-0,0028	0,0031	-0,327
	K in mmol/l extract			**EC in mS/cm**		
onbegroeid	-0,096	0,062	-0,773	-0,031	0,010	-0,822
Cham.bew.st.	-0,019	0,010	-0,605	-0,012	0,004	-0,748
Cham.l-j.st.	-0.007	0,009	-0,310	-0,006	0,004	-0,452
Pyracantha	-0,023	0,027	-0,425	-0,007	0,004	-0,483
	Verband met neerslag					
	N in mmol/l extract			**P in mmol/l extract**		
onbegroeid	-0,164	0,107	-0,733	-0,0069	0,0047	-0,638
Cham.bew.st.	-0,135	0,058	-0,689	-0,0054	0,0032	-0,514
Cham.l-j.st.	-0,102	0,064	-0,519	-0,0041	0,0200	-0,398
Pyracantha	-0,043	0,042	-0,382	-0,0009	0,0021	0,006
	K in mmol/l extract			**EC in mS/cm**		
onbegroeid	-0,044	0,036	-0,734	-0,018	0,010	-0,779
Cham.bew.st.	-0,024	0,009	-0,714	-0,014	0,003	-0,832
Cham.l-j.st.	-0,012	0,007	-0,506	-0,009	0,004	-0,639
Pyracantha	-0,023	0,019	-0,387	-0,008	0,005	-0,414

*Statistisch betrouwbaar: $P < 0.05$ voor c.c. > 0.481 en $P < 0.01$ voor c.c. > 0.597

slagoverschot van 3,7 mm en op begroeid na 14,5 mm neerslagoverschot. De daling in het kaligehalte van de grond onder invloed van neerslag is minder groot, waarschijnlijk door adsorptie aan de organische stof van de potgrond. Op onbegroeid zou een daling van 0,5 mmol K/l extract (klasse-eenheid) voorkomen na een neerslagoverschot van 5,2 mm en op begroeid van 31 mm. Voor de natuurlijke neerslag geldt een daling van 1 mmol/l extract N per 6,1 mm voor onbegroeid. Op begroeid zijn regenhoeveelheden van 10,7 mm nodig voor 1 mmol/l-daling in het extract. Voor K

zou een daling van 0,5 mmol/l ontstaan na 11,4 mm op onbegroeid. Op begroeid zijn de neerslaghoeveelheden 25,4 mm. Figuur 14 geeft als illustratie de samenhang van potgrondanalysecijfers en neerslag per dag weer voor Chamaecyparis beworteld stek in 1980.



Figuur 14. Daling van N, P, K en EC in potgrond door neerslag, als daggemiddelde over veertiendaagse periode, tijdens bijbemesting. Gegevens voor beworteld stek van Chamaecyparis in Haren 1980.

Figure 14. Reduction in N, P, K and EC in potting soil due to rainfall, as a daily mean of a fourteen day period, during topdressing. Data for rooted cuttings Chamaecyparis in Haren 1980.

Hoe de potgrondanalysecijfers zich in de loop van het seizoen zullen gedragen hangt mede af van de hoogte van de basisbemesting, tijdstip en lengte van de bijbemesting en het tijdstip van het afsluiten van de proefperiode. De gevonden regressiecoëfficiënten gelden dus eigenlijk alleen onder omstandigheden die gelijk zijn aan de proefomstandigheden.

3.5.2. Metingen in Boskoop

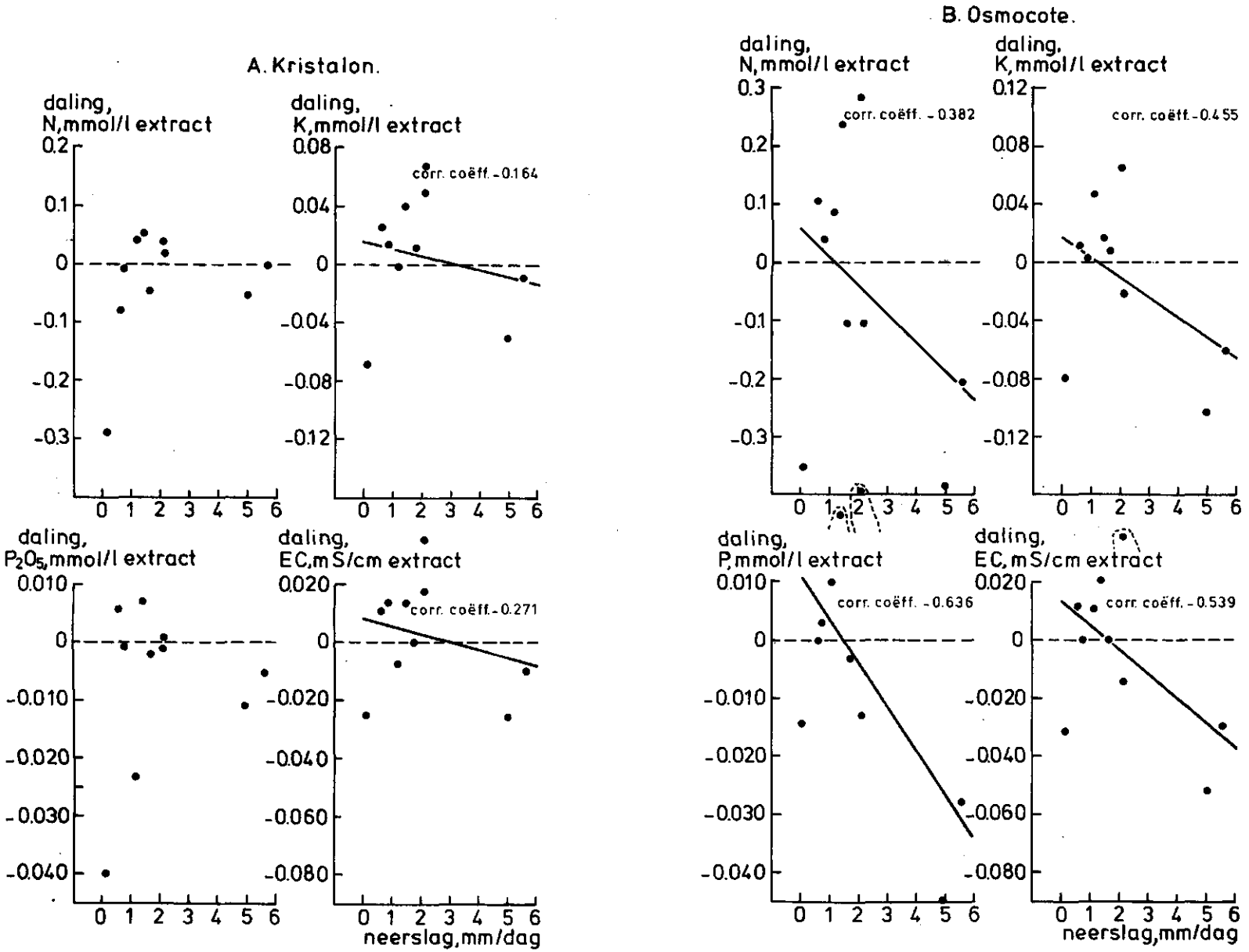
Voor de gegevens van Boskoop werd geen statistisch betrouwbaar verband gevonden tussen de gehalten in de potgrond en de hoeveelheid neerslag. Over het geheel werden nog de hoogste negatieve correlatiecoëfficiënten gevonden voor onbegroeid. De uitspoelingsverliezen per gegeven hoeveelheid neerslag waren veel lager dan die gevonden voor Haren. Om een samenhang te kunnen aantonen zal waarschijnlijk intensiever moeten worden bemonsterd, zodat de intervallen tussen twee bemonsteringsdata kleiner zijn en de invloed van de hoeveelheid regen en beregening in die tussenliggende periode nauwkeuriger wordt geregistreerd. In het verzamelde materiaal van 1980 met veertiendaagse bemonstering was de correlatie tussen de gehalten in de grond en de neerslag tussen twee bemonsteringen vaak negatief, zoals te verwachten is. Figuur 15 geeft als voorbeeld voor Chamaecyparis beworteld stek de samenhang tussen potgrondanalysecijfers en neerslag per dag weer voor beide soorten meststof.

3.6. Achtergebleven voedingsstoffen in de potgrond

Eind december 1980 werd de potgrond geanalyseerd door het routinelaboratorium van het instituut om een idee te krijgen van de hoeveelheid meststoffen waarmee de potgrond de winter in zou gaan. Berekend werd hoeveel van de bemesting nog was achtergebleven. De rest is al verdwenen, hetzij door opname door het gewas, hetzij door uitspoeling. Bij een nog rijke potgrond is nog uitspoeling in de volgende maanden te verwachten.

3.6.1. Gegevens van Haren

Het in water oplosbare gehalte aan voedingsstoffen en de EC werden bepaald in de potgrond met basisbemesting aan het begin van de teelt en voor de behandelingen aan het eind van het jaar (tabel 32). De zoutconcentratie in de begroeide potten aan het eind van de proef is ruwweg een tiende van de beginconcentratie. Voor onbegroeid is het zoutgehalte het dubbele. Aangezien in onbegroeide potten nog in water oplosbare stikstof



Figuur 15. Daling van potgrondanalysecijfers door neerslag als daggemiddelde over veertiendaagse periode, tijdens de bijbemesting. Gegevens voor beworteld stek van Chamaecyparis in Boskoop 1980.
A. bij Kristalonbijbemesting
B. met Osmocote basis- en bijbemesting

Figure 15. Reduction in N, P, K and EC in potting soil due to rainfall as a daily mean of a fourteen day period, during topdressing. Data for rooted cuttings in Boskoop 1980 for A) Kristalon dressing and for B) Osmocote basal dressing and topdressing.

TABEL 32. Gehalte aan in water oplosbare voedingsstoffen aan het begin van de proef in 1980 en eind op 23 december 1980 in mg/l verse potgrond en voor EC in µS/cm. Gegevens van Haren.

TABLE 32. Content of water-soluble nutrients at the start of the experiment in 1980 and at the conclusion on 23 December in mg/l fresh potting soil. EC in µS/cm. Data from Haren.

Tijdstip	Gewas	EC	N	P_2O_5	K_2O	SO_4	Cl	CaO
begin proef	onbegroeid + basisgift	1236	139	282	212	620	9,0	167
eind proef	onbegroeid	272	50	36	55	40	5,0	93
	Cham.bew.stek	115	0	22	38	55	6,6	50
	Cham.1-j.stek	90	0	17	38	65	9,0	48
	Pyracantha	120	0	11	62	68	11,0	23

aanwezig is, is er uitspoeling in de winter te verwachten. In de begroeide potten was geen minerale stikstof aantoonbaar.

Ook andere voedingsstoffen als P, K, S en Ca zijn in de loop van het groeiseizoen duidelijk gedaald. In de bijbemesting werden naast kaliumnitraat ook calciumnitraat en monocalciumfosfaat gebruikt, maar de op deze wijze toegediende hoeveelheid calcium was onvoldoende om het calciumniveau op peil te houden. Merkwaardig is het vrij hoge gehalte aan kalium voor potten met Pyracantha, even hoog als op onbegroeid. Dit zou het gevolg kunnen zijn van afsterven van wortels waaruit het kalium vrijkomt. Ook in de totaalanalyse werd een hoog kaliumgehalte van de grond begroeid met Pyracantha aangetoond. Blijkbaar houdt Pyracantha veel kalium in de wortels vast (tabel 33). Ook in de totaalanalyse wordt gevonden dat ondanks de bijbemesting tot 22 september de gehalten aan het eind van de proef duidelijk zijn gedaald. Een berekening werd uitgevoerd om te bepalen hoeveel eind december 1980 nog over was van de basis- en bijbemesting. Daar geen analyse beschikbaar was van onbemest veen en wel van bemest veen, moest worden berekend hoeveel de gehalten door de basisbemesting waren gestegen om op het niveau te komen van het oorspronkelijke materiaal. Voor N kwam dit neer op 0,56% N-totaal, maar voor P en K werd geen aantoonbare hoeveelheid gevonden. In de literatuur werd daarom gezocht naar gehalten aan N, P en K voor veen en als gemiddelden van de (schaarse) gegevens werden gevonden: 0,8% N, 0,072% P_2O_5 en 0,050% K_2O. Er van uitgaande dat in materiaal van plantaardige oorsprong P en K aanwezig moeten zijn, maar dat het resultaat van analyse en berekening zeer laag uitkwam, werd voor de berekening van de uit de

TABEL 33. Gehalte aan totaal N, P en K in de potgrond bij begin van de proef in 1980 en eind op 23 december 1980. Berekende hoeveelheid achtergebleven voedingselementen als % van in de bemesting gegeven. Gegevens van Haren.

TABLE 33. Content of total N, P and K in the potting soil at the start of the experiment in 1980 and at the conclusion on 23 December. Remaining nutrients expressed as percentage of amount supplied. Data from Haren.

Tijdstip	Gewas	N		P_2O_5		K_2O	
		mg/ 100 g	% van bemest	mg/ 100 g	% van bemest	mg/ 100 g	% van bemest
begin proef	onbegroeid + basisgift	880		339		330	
eind proef	onbegroeid	530	0	132	14,5	153	9,7
	Cham.bew.stek	545	0	121	12,2	139	8,1
	Cham.1-j.stek	513	0	113	13,0	145	10,7
	Pyracantha	515	0	91	8,4	236	16,1

bemesting achtergebleven hoeveelheid voedingsstoffen uitgegaan van 0,56% N, 0,035% P_2O_5 en 0,025% K_2O in het onbemeste veen. Voor de stikstof werd geen overblijfsel meer gevonden. In onbegroeid zou 14,5% van het fosfaat uit de bemesting nog aanwezig zijn en in begroeid 8,4-13,0%. Van de kali was 9,7% over op onbegroeid; op begroeid was het percentage even hoog, met uitzondering van de met Pyracantha begroeide grond, waar het percentage 16,1 was.

3.6.2. Gegevens van Boskoop

Bemeste potgrond werd aan het begin en aan het eind van de proef onderzocht op in water oplosbare voedingselementen (tabel 34). Het zoutgehalte van de potgrond aan het eind van de proef in december 1980 was in Boskoop aanzienlijk hoger dan in Haren. Er zijn nog ruime hoeveelheden voedingsstoffen in Boskoop achtergebleven en wel veel meer na Osmocotebemesting dan na bijbemesting met Kristalon. Een gedeelte hiervan zal zeker in de erop volgende winter gevaar lopen uitgespoeld te worden, zeker als de dan nog gave Osmocotekorrels stuk vriezen. Vooral het fosfaat uit de Osmocote blijft langer in de pot. Evenals in Haren zijn de gehalten aan sulfaat en calciumoxide duidelijk gedaald in de loop van het seizoen. Na Osmocotebemesting is meer sulfaat achtergebleven. De gehalten aan voedingsstoffen zijn voor potten beregend met slootwater hoger dan voor die met ontzout leidingwater, vooral calcium is beduidend

TABEL 34. Gehalte aan in water oplosbare voedingsstoffen aan het begin van de proef in 1980 en eind op 19-12-1980 in mg/l verse grond en voor EC in µS/cm. Gegevens van Boskoop.

TABLE 34. Content of water-soluble nutrients at the start of the experiment in 1980 and at the conclusion on 19 December in mg/l fresh potting soil. EC in µS/cm. Data from Boskoop.

Tijdstip	Gewas/ behandeling	EC	N	P_2O_5	K_2O	SO_4	Cl	CaO
begin proef	onbegroeid + basisgift	1474	81	269	273	550	63,7	162
	onbegroeid + basisgift + Osmocote	3348	583	464	465	820	54,7	241
eind proef	onbegroeid	708	111	112	101	105	9,5	44
	Cham.bew.st.	450	63	124	79	95	18,1	65
	Cham.l-j.st.	811	109	182	137	220	33,3	53
	Pyracantha	784	135	155	135	200	54,9	85
	ontz.leidingw.	617	100	134	109	140	23,6	33
	slootwater	713	108	152	117	190	34,3	91
	ontz.ldgw. Osmocote	902	163	238	144	230	28,9	39
	ontz.ldgw. Kristalon	332	38	32	74	60	18,3	27
	slootw. Osmocote	1051	186	265	162	270	26,4	119
	slootw. Kristalon	376	30	38	71	120	42,3	63

hoger. Voor het chloorgehalte zijn de verschillen niet zo sprekend. Waarschijnlijk heeft de osmose-installatie wel gewerkt, maar mogelijk aan het eind van de proef niet door lekkage in de opslagvoorraad, waardoor slootwater kon binnendringen, met het gevolg dat het chloorgehalte van het ontzoute beregeningswater weer opliep. Wat de verschillen tussen de begroeiing betreft, de potgrondanalysecijfers zijn het laagst voor Chamaecyparis beworteld stek.

Bij de totaalanalyse op N, P en K komen de verschillen naar begroeiing anders te liggen (tabel 35). Bij de twee soorten Chamaecyparisstek is meer P en K in de potgrond achtergebleven dan bij Pyracantha en onbegroeid. Uitgedrukt in de hoeveelheid gegeven bij de bemesting liggen de relatieve hoeveelheden overgebleven voedingsstoffen veel hoger dan in Haren, maar dit blijkt in hoofdzaak terug te voeren te zijn op het gebruik van Osmocote. Bij uitsluitend gebruik van Kristalon werd geen

TABEL 35. Gehalte aan totaal N, P, en K in de potgrond bij begin van de proef in 1980 en eind op 19 december 1980. Berekende hoeveelheid achtergebleven voedingselementen als % van in de bemesting gegeven. Gegevens van Boskoop.

TABLE 35. Content of total N, P and K in the potting soil at the start of the experiment in 1980 and at the end on 19 December. Remaining nutrients expressed as percentage of amount supplied. Data from Boskoop.

Tijdstip	Gewas/ behandeling	N		P_2O_5		K_2O	
		mg/ 100 g	% van bemest	mg/ 100 g	% van bemest	mg/ 100 g	% van bemest
begin proef	onbegroeid + basisgift	1,03		457		491	
	onbegroeid + basisgift + osm.gift	1,36		744		710	
eind proef	onbegroeid	0,89	19,5	226	13,9	309	18,3
	Cham.bew.st.	0,96	21,7	324	31,1	329	17,2
	Cham.l-j.st.	0,89	22,3	334	27,8	435	27,8
	Pyracantha	0,75	9,7	259	17,7	293	17,0
	ontz.ldgw.	0,92	21,7	262	18,3	369	22,6
	slootwater	0,82	14,6	309	27,0	313	18,6
	ontz.ldgw.osm.	1,08	40,1	422	34,1	480	43,0
	ontz.ldgw.kr.	0,75	0,0	101	0,0	258	7,4
	slootw.osm.	0,98	33,8	493	43,7	457	41,8
	slootw.kr.	0,66	0,0	124	3,8	169	1,5

stikstof meer gevonden en iets fosfaat en kali. Daar de analyse van het oorspronkelijke veenmateriaal ontbrak, werd het gehalte aan N, P en K erin via berekening uit gehalten van bemest veen en meststoftoediening geschat om bovengenoemde relatieve waarden te kunnen vaststellen. Een eenduidig verschil naar soort beregeningswater kwam niet naar voren. Met slootwatertoediening bleef minder N en K in de potgrond achter. Het is zeer de vraag of deze cijfers in de tabel een wezenlijk verschil voor de soort beregeningswater inhouden.

3.7. Opname van voedingsstoffen door het gewas

Om vast te stellen waar de voedingsstoffen van basis- en bijbemesting bleven werd in 1979 en 1980 het gewas om de veertien dagen bemonsterd en per object geanalyseerd. In 1981 werd alleen een monster per gewas geno-

men bij het planten; de drie gewassen met de verschillende behandelingen werden aan het eind van de proef onderzocht.

Het verloop van de gehalten in het gewas in de tijd kan aangeven of de bemesting voldoende of te hoog is geweest. In het laatste geval zal een voortdurende stijging kunnen optreden. Een constant niveau na de eerste snelle groeifase in het begin zou er op kunnen wijzen dat aanbod en behoefte van het gewas bij het verder uitgroeien in evenwicht zijn. Berekend werd hoeveel voedingsstoffen (meer) in het bovengronds gewas aanwezig waren bij tussentijdse bemonstering en aan het eind van de teelt en welk deel dit uitmaakt van de gegeven bemesting.

Het aantal planten per monster was klein (1, 2 à 4) waardoor de verkregen onttrekkingscijfers een vrij grote variatie vertonen.

3.7.1. Metingen in Haren

Het N- en P-gehalte van Chamaecyparis beworteld stek steeg in 1979 tot eind juli, waarna het niveau een tijd min of meer gelijk bleef (tabel 36). Bij Chamaecyparis eenjarig stek was er vanaf eind juli een geleidelijke, geringe daling. Daar eind juli, augustus en september coniferen over het algemeen sterk groeien zou dit kunnen wijzen, vooral bij het eenjarig stek, op meer aanwas en behoefte aan nutriënten, die niet geheel door de toevoer van meststoffen wordt gedekt. Het K-gehalte in het gewas steeg bij de voortdurende bijbemesting tot eind augustus, waarna vooral bij eenjarig stek een daling optrad. In vergelijking met de situatie voor N lijkt het hoge gehalte aan K in de toegevoegde meststoffen inderdaad langer tot een verhoging van het gehalte in het gewas te leiden.

In 1980 trad bij Chamaecyparis eenjarig stek al spoedig een maximum op voor N en P en wel bij de bemonstering op 1 juli. Bij Chamaecyparis beworteld stek was er tot midden augustus een stijging van P en tot begin september van N en K; de behoefte aan voedingsstoffen van dit kleine gewas met zijn in absolute zin geringe groeitoename zou door de bijbemesting blijkbaar overtroffen zijn. Dat bij Chamaecyparis eenjarig stek het kaligehalte steeg tot begin september zou ook weer kunnen worden toegeschreven aan het hoge kaligehalte van de meststof. De in verhouding sterke groei van Pyracantha doet het gehalte aan N en P dalen na 1 juli en vanaf die datum tot eind september het K-gehalte schommelen.

Berekend werd hoeveel voedingsstoffen alleen al met de wekelijkse bijbemesting van 20 g Kristalon/m^2, zoals het routine-bemestingsadvies dat

TABEL 36. Verloop van gehalten aan N, P en K in het bovengronds gewas tijdens het groeiseizoen in Haren.
TABLE 36. Contents of N, P and K of aerial plant parts in the course of the growing season in Haren.

Proef-jaar	Gewas	Bemonsteringsdatum in 1979, resp. 1980										
		5/6 17/6	29/6 1/7	12/7 15/7	26/7 30/7	9/8 12/8	23/8 26/8	6/9 9/9	20/9 23/9	5/10 7/10	18/10 21/10	1/11 4/11
		N, % op drogestof										
1979	Cham.bew.stek	1,18	1,57	2,27	2,46	2,38	2,33	2,32	2,42	2,32	2,18	2,13
	Cham.1-j.stek	1,44	1,82	2,13	2,31	2,21	2,04	2,00	2,07	1,82	1,89	1,91
1980	Cham.bew.stek	1,28	1,60	1,39	2,03	2,35	2,40	2,45	2,10	2,29	1,90	2,10
	Cham.1-j.stek	1,75	1,99	1,77	1,78	1,87	1,74	1,75	1,86	1,94	1,74	1,79
	Pyracantha	3,12	2,91	2,30	2,25	1,87	1,75	1,73	1,71	1,74	1,56	1,58
		P_2O_5, % op drogestof										
1979	Cham.bew.stek	0,30	0,50	0,90	1,00	0,95	0,97	0,94	0,95	0,82	0,83	0,81
	Cham.1-j.stek	0,41	0,60	0,75	0,86	0,86	0,88	0,81	0,82	0,77	0,74	0,78
1980	Cham.bew.stek	0,40	0,60	0,54	0,82	0,87	0,83	0,82	0,80	0,77	0,66	0,67
	Cham.1-j.stek	0,60	0,84	0,75	0,72	0,73	0,69	0,70	0,76	0,70	0,66	0,64
	Pyracantha	0,85	0,97	0,83	0,82	0,75	0,72	0,66	0,74	0,66	0,60	0,67
		K_2O, % op drogestof										
1979	Cham.bew.stek	0,50	0,71	1,06	1,19	1,49	1,93	1,88	1,82	1,89	1,83	1,70
	Cham.1-j.stek	0,94	1,06	1,15	1,28	1,56	1,85	1,80	1,75	1,66	1,53	1,43
1980	Cham.bew.stek	0,66	0,78	0,82	1,28	1,64	1,67	1,99	1,75	1,63	1,55	1,45
	Cham.1-j.stek	1,01	1,09	0,98	1,19	1,30	1,38	1,61	1,58	1,53	1,50	1,48
	Pyracantha	1,79	1,85	1,55	1,81	1,74	1,74	1,95	1,79	1,68	1,57	1,66

aangeeft, werd toegediend. Hierbij blijkt dat de gift verre de berekende opgenomen hoeveelheid voedingselementen overtreft, de hoeveelheid is soms wel driemaal zo hoog (tabel 37, figuur 16). Als ook de basisgift erbij geteld wordt, is de verhouding nog schever. Hoewel het aanbod aan meststoffen normaliter bij goede groei de opname overtreft, is hier de verhouding tussen opname en aanbod wel veel kleiner dan men algemeen aanneemt (opname 60-70% van aanbod). Het beter doseren van de meststof naar de behoefte van het gewas lijkt dan ook dringend gewenst en het bemestingsadvies moet daarbij worden afgestemd op een periodiek te nemen bijmestmonster.

Nagegaan werd hoeveel van de basis- en bijbemesting terug te vinden is in een verhoging van de hoeveelheid voedingsstoffen in het uitgegroeide gewas. Het jongere gewas Chamaecyparis beworteld stek nam 18-27% van de totale N-gift op, 14-20% van P en 14-25% van K. De opname door het eenjarig plantgoed van deze cultivar ligt duidelijk hoger, wat overeenstemt met de grotere toename in plantmassa, 12-50% meer. De hoeveelheid opgenomen voedingsstoffen door Pyracantha ligt ertussen in, hoewel de stijging in plantmassa meer deed verwachten. Het lage rendement van bemesting van boomteeltgewassen in pot is in overeenstemming met vorige proeven (Van der Boon en Das, 1981).

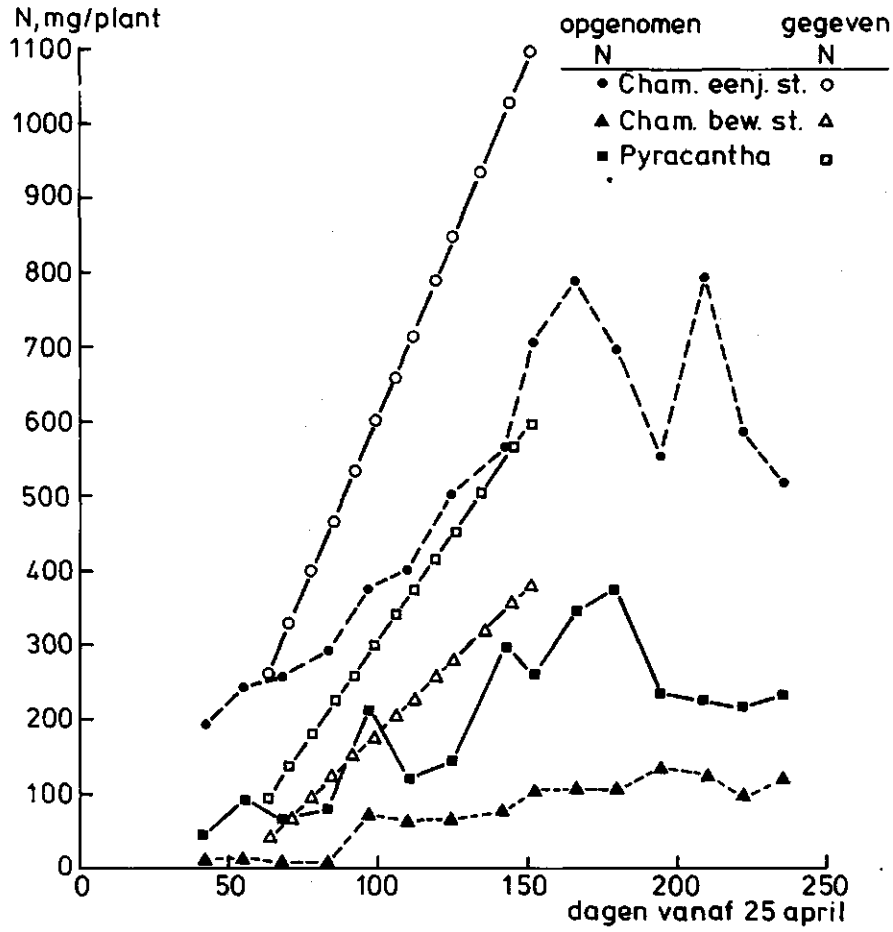
TABEL 37. Hoeveelheid voedingsstoffen gegeven met bijbemesting. Door gewas opgenomen hoeveelheid voedingsstoffen in g per m^2 en als percentage van totale gift in basis- en bijbemesting. Gegevens van Haren.

TABLE 37. Amount of N, P_2O_5 and K_2O supplied in topdressing. Amount of nutrients taken up by nursery plants in g/m^2 and as percentage of total amount supplied in basal dressing and topdressing. Data from Haren.

Proef-jaar	Gewas	N		P_2O_5		K_2O	
		half sept.	eind proef	half sept.	eind proef	half sept.	eind proef
		Gegeven hoeveelheid in bijbemesting in g/m^2					
1979	Cham.bew.stek	43,3		15,3		45,9	
	Cham.1-j.stek	36,6		12,9		38,8	
1980	Cham.bew.stek	40,0		14,1		42,3	
	Cham.1-j.stek	33,8		11,9		35,8	
	Pyracantha	40,0		14,1		42,3	
1981	Cham.bew.stek	50,0		17,6		52,9	
	Cham.1-j.stek	42,2		14,9		44,7	
	Pyracantha	50,0		17,6		52,9	
		Hoeveelheid opgenomen door het gewas in g/m^2					
1979	Cham.bew.stek	6,6	13,5	2,8	5,4	5,5	11,3
	Cham.1-j.stek	15,5	14,2	6,5	6,2	13,8	11,0
1980	Cham.bew.stek	11,3	14,3	4,4	4,5	9,8	10,1
	Cham.1-j.stek	25,0	17,7	10,8	6,3	23,1	16,4
	Pyracantha	17,1	15,2	7,9	7,0	20,4	18,5
1981	Cham.bew.stek	16,4		6,0		16,4	
	Cham.1-j.stek	17,6		7,0		16,5	
	Pyracantha	18,3		7,2		18,7	
		Hoeveelheid opgenomen door het gewas als % van totale gift					
1979	Cham.bew.stek	11,6	18,2	9,0	14,4	8,7	13,9
	Cham.1-j.stek	29,0	21,0	20,2	16,8	22,8	14,6
1980	Cham.bew.stek	20,6	24,7	14,2	14,1	16,1	15,5
	Cham.1-j.stek	48,7	32,6	33,8	19,0	39,6	26,8
	Pyracantha	30,3	25,4	24,2	20,6	32,2	27,7
1981	Cham.bew.stek	27,0		20,0		24,6	
	Cham.1-j.stek	31,9		23,6		26,9	
	Pyracantha	29,5		22,9		27,4	

3.7.2. Metingen in Boskoop

Het stikstofgehalte van Chamaecyparis steeg tot midden augustus, waarna het voor beworteld stek weer ging dalen, maar voor eenjarig stek op niveau bleef (tabel 38). Eenjarig stek van Pyracantha had een hoog stikstofgehalte na het planten, daarna trad na eind juli- midden augustus een voortdurende daling in.



Figuur 16. Stikstofopname door drie gewassen in Haren in 1980 (mg/plant). Toenemende stikstofhoeveelheid door dertien malen bijbemesting met als uitgangspunt de stikstof in de plant op de eerste bemonsteringsdatum.

Figure 16. N uptake by three nursery plants in Haren in 1980 (mg/plant). Increasing N contents with thirteen topdressings, with N content in the plant on first sampling date as starting point.

Het fosfaatgehalte steeg tot eind juli - begin augustus, en bleef daarna, behalve voor Pyracantha, vrijwel op hetzelfde peil.

Het kaligehalte steeg duidelijk in het groeiseizoen; het maximum viel bij Pyracantha eind juli en bij Chamaecyparis half augustus - eind september. Het laat optredende maximum bij Chamaecyparis zou het gevolg kunnen zijn van een te hoog opgevoerde en te lange kalidosering.

TABEL 38. Verloop van gehalten aan N, P en K in het bovengronds gewas tijdens het groeiseizoen in Boskoop. Gegevens bij slootwaterberegening.

TABLE 38. Contents of N, P and K of aerial plant parts in the course of the growing season in Boskoop. Plants irrigated with ditch water.

Proef-jaar	Gewas	Bemonsteringsdatum in 1979, resp. 1980						
		21/6	20/7	2/8	15/8	26/9	16/10	7/11
		17/6	15/7	29/7	12/8	24/9	22/10	5/11
		N, % op de drogestof						
1979	Cham.bew.stek	1,54	2,30	2,73	2,79	2,50	2,42	2,39
	Cham.1-j.stek	1,62	2,38	2,49	2,61	2,59	2,55	2,65
	Pyracantha	3,10	3,12	3,17	3,19	2,49	2,27	2,16
1980	Cham.bew.stek	1,95	2,61	2,45	2,84	2,80	2,51	2,38
	Cham.1-j.stek	2,06	2,06	2,21	2,38	2,18	2,58	2,44
	Pyracantha	2,51	2,40	2,53	2,47	2,25	2,01	1,98
		P_2O_5, % op drogestof						
1979	Cham.bew.stek	0,48	0,78	0,94	0,98	0,90	0,94	0,92
	Cham.1-j.stek	0,59	0,94	0,95	0,94	0,95	0,95	0,99
	Pyracantha	0,78	0,88	0,94	0,92	0,82	0,80	0,74
1980	Cham.bew.stek	0,58	0,91	0,91	0,93	1,01	0,82	0,83
	Cham.1-j.stek	0,73	0,81	0,84	0,81	0,86	0,85	0,88
	Pyracantha	0,72	0,92	0,94	0,84	0,86	0,67	0,68
		K_2O, % op drogestof						
1979	Cham.bew.stek	0,73	1,15	1,53	1,72	1,91	1,70	1,52
	Cham.1-j.stek	0,82	1,22	1,44	1,54	1,56	1,48	1,42
	Pyracantha	1,00	1,75	1,76	1,64	1,47	1,22	1,18
1980	Cham.bew.stek	0,86	1,13	1,32	1,74	1,70	1,61	1,53
	Cham.1-j.stek	1,24	1,24	1,42	1,60	1,53	1,50	1,56
	Pyracantha	1,36	1,45	1,65	1,52	1,55	1,32	1,37

Het N-gehalte, gemiddeld over de drie gewassen, was na Osmocotebemesting tot half juli 1979 hoger, daarna lager dan na bijbemesting met Kristalon (tabel 39). In 1980 was het gehalte bij Kristalonbemesting eerst een langere tijd hoger. Met Osmocote was het P-gehalte hoger tot midden augustus 1979, daarna was het gelijk aan dat bij Kristalonbemesting. Zowel in 1979 als 1980 werd het kaligehalte van het gewas na midden juli duidelijk hoger met Kristalon. Beregening met slootwater of ontzout leidingwater gaf geen duidelijk verschil in de gehalten aan mineralen in het gewas.

Uit een berekening volgt dat de door het gewas opgenomen hoeveelheden voedingsstoffen veel lager zijn dan de hoeveelheden welke in de zomer via bijbemesting met Kristalon en Osmocote werden toegediend. De opname van Pyracantha was de eerste twee proefjaren het laagst (tabel 40). De

TABEL 39. Verloop van over drie gewassen gemiddelde gehalten aan N, P en K in het gewas tijdens het groeiseizoen in Boskoop onder invloed van Osmocote- en Kristalonbemesting.

TABLE 39. Effect of Osmocote and Kristalon on plant content of N, P and K, averaged over three kinds of nursery plants, in the course of the growing season in Boskoop.

Proef-jaar	Bemesting	Bemestingsdatum in 1979, resp. 1980						
		21/6 17/6	20/7 15/7	2/8 29/7	15/8 12/8	26/9 24/9	16/10 22/10	7/11 5/11
		N, % op drogestof						
1979	Osmocote	2,39	2,73	2,71	2,78	2,39	2,47	2,38
	Kristalon	1,79	2,53	2,89	2,95	2,67	2,61	2,38
1980	Osmocote	2,17	2,34	2,39	2,74	2,34	2,56	2,34
	Kristalon	2,30	2,55	2,44	2,59	2,50	2,36	2,37
		P_2O_5, % op drogestof						
1979	Osmocote	0,73	0,93	0,96	0,96	0,90	0,93	0,90
	Kristalon	0,51	0,81	0,93	0,93	0,88	0,94	0,87
1980	Osmocote	0,68	0,87	0,92	0,91	0,94	0,93	0,87
	Kristalon	0,73	0,94	0,91	0,93	0,91	0,75	0,79
		K_2O, % op drogestof						
1979	Osmocote	0,88	1,41	1,57	1,59	1,60	1,43	1,38
	Kristalon	0,83	1,43	1,59	1,68	1,70	1,57	1,40
1980	Osmocote	1,19	1,21	1,44	1,55	1,46	1,45	1,30
	Kristalon	1,24	1,38	1,49	1,80	1,70	1,58	1,59

opname van de twee soorten Chamaecyparis is bezien per oppervlakte-eenheid van dezelfde orde van grootte. De opgenomen hoeveelheden zijn veel lager, de helft tot een derde, en aan fosfaat nog lager, dan de hoeveelheid die tijdens het seizoen werd gegeven in de vorm van Kristalon of die vrij zou kunnen komen uit Osmocote. Van de totale stikstofgift in basis- en bijbemesting werd 32-36% opgenomen door beworteld stek van Chamaecyparis, 21-24% door eenjarig stek van Chamaecyparis en 10-30% door Pyracantha. Dan volgt in opgenomen hoeveelheid de kali, terwijl van het toegediende fosfaat in beworteld stek van Chamaecyparis 18-22%, in eenjarig stek 12-15% en in Pyracantha 5-17% werd teruggevonden. De bemesting overtrof dus de opname aanzienlijk; een beter bemestingssysteem lijkt gewenst, niet alleen economisch gezien, maar ook met het oog op milieuvervuiling. Op de gebruikelijke wijze minder bemesten is niet de oplossing. Uit eerdere proeven is gebleken dat dan de groei niet optimaal is. Het is noodzakelijk maar moeilijk het uitspoelen van de meststoffen te voorkomen.

Bij vergelijking van bijbemesting met Osmocote en Kristalon, waarbij met de eerstgenoemde meststof aanzienlijk meer stikstof en fosfaat, maar minder kali werd gegeven, blijkt de opname aan N en P uit Osmocote geringer te zijn dan die uit Kristalon (tabel 41). De produktie aan bovengronds gewas was met eerstgenoemde meststof ook geringer, maar dit

TABEL 40. Hoeveelheid voedingsstoffen gegeven met Osmocote- en Kristalon-bijbemesting. Door gewas opgenomen hoeveelheid voedingsstoffen per m^2 tot half september en als percentage van totale gift in basis- en bijbemesting. Rangschikking van gegevens van Boskoop naar begroeiing.

TABLE 40. Amount of nutrients supplied with topdressing of Osmocote and Kristalon. Amounts of nutrients taken up by nursery plants until mid-September in g/m^2 and as percentage of total amount supplied by basal dressing and topdressing. Differentiation of data from Boskoop as to kind of nursery plants.

Proefjaar	Gewas	Gegeven in Osmocote- en Kristalon-bijbemesting, g/m^2			Hoeveelheid opgenomen door het gewas, g/m^2			Hoeveelheid opgenomen als % van totale meststofgift (basis- en bijbemesting)		
		N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O
1979	Cham.bew.stek	54,8	27,8	41,6	21,2	7,9	16,3	31,4	18,6	28,2
	Cham.1-j.stek	67,1	35,3	48,4	20,6	7,6	13,0	24,4	13,7	18,3
	Pyracantha	65,8	34,5	47,7	8,1	2,8	5,3	9,3	5,3	7,6
1980	Cham.bew.stek	65,0	21,4	52,4	27,8	10,3	16,3	35,8	22,4	23,8
	Cham.1-j.stek	77,3	38,9	59,2	22,5	8,8	16,4	23,8	15,0	20,1
	Pyracantha	76,0	38,1	58,5	18,2	7,3	12,2	19,6	12,7	15,1
1981	Cham.bew.stek	59,9	29,6	47,0	23,5	7,8	14,9	32,4	17,7	23,5
	Cham.1-j.stek	72,2	37,1	53,8	19,2	6,6	12,6	21,4	11,6	16,5
	Pyracantha	70,9	36,3	53,1	26,1	9,2	21,4	29,7	16,5	28,5

TABEL 41. Hoeveelheid voedingsstoffen gegeven met Osmocote- en Kristalon-bijbemesting. Door gewas opgenomen hoeveelheid voedingsstoffen per m^2 tot half september en als percentage van totale gift in basis- en bijbemesting. Rangschikking van gegevens van Boskoop naar soort bemesting.

TABLE 41. Amount of nutrients supplied with topdressing of Osmocote and Kristalon. Amounts of nutrients taken up by nursery plants until mid-September in g/m^2 and as percentage of total amount supplied in basal dressing and topdressing. Differentiation of data from Boskoop as to kind of fertilizer.

Proefjaar	Meststof	Produktie droge-stof, g/m^2	Gegeven in Osmocote- en Kristalon-bijbemesting, g/m^2			Hoeveelheid opgenomen door het gewas, g/m^2			Hoeveelheid opgenomen als % van totale meststofgift (basis- en bijbemesting)		
			N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O
1979	Osmocote	60,7	80,9	49,5	45,0	16,4	6,4	11,2	20,3	9,5	17,2
	Kristalon	63,0	44,2	15,6	46,8	16,8	5,8	11,2	27,9	17,3	16,6
1980	Osmocote	87,9	80,9	49,5	45,0	20,5	8,5	13,0	21,2	17,1	19,9
	Kristalon	97,7	64,6	22,8	68,4	24,9	9,2	16,9	31,0	22,5	19,1
1981	Osmocote	85,9	80,9	49,5	45,0	18,4	7,1	13,4	19,0	12,8	20,4
	Kristalon	91,7	54,4	19,2	57,6	27,5	8,6	19,1	39,2	23,2	24,6

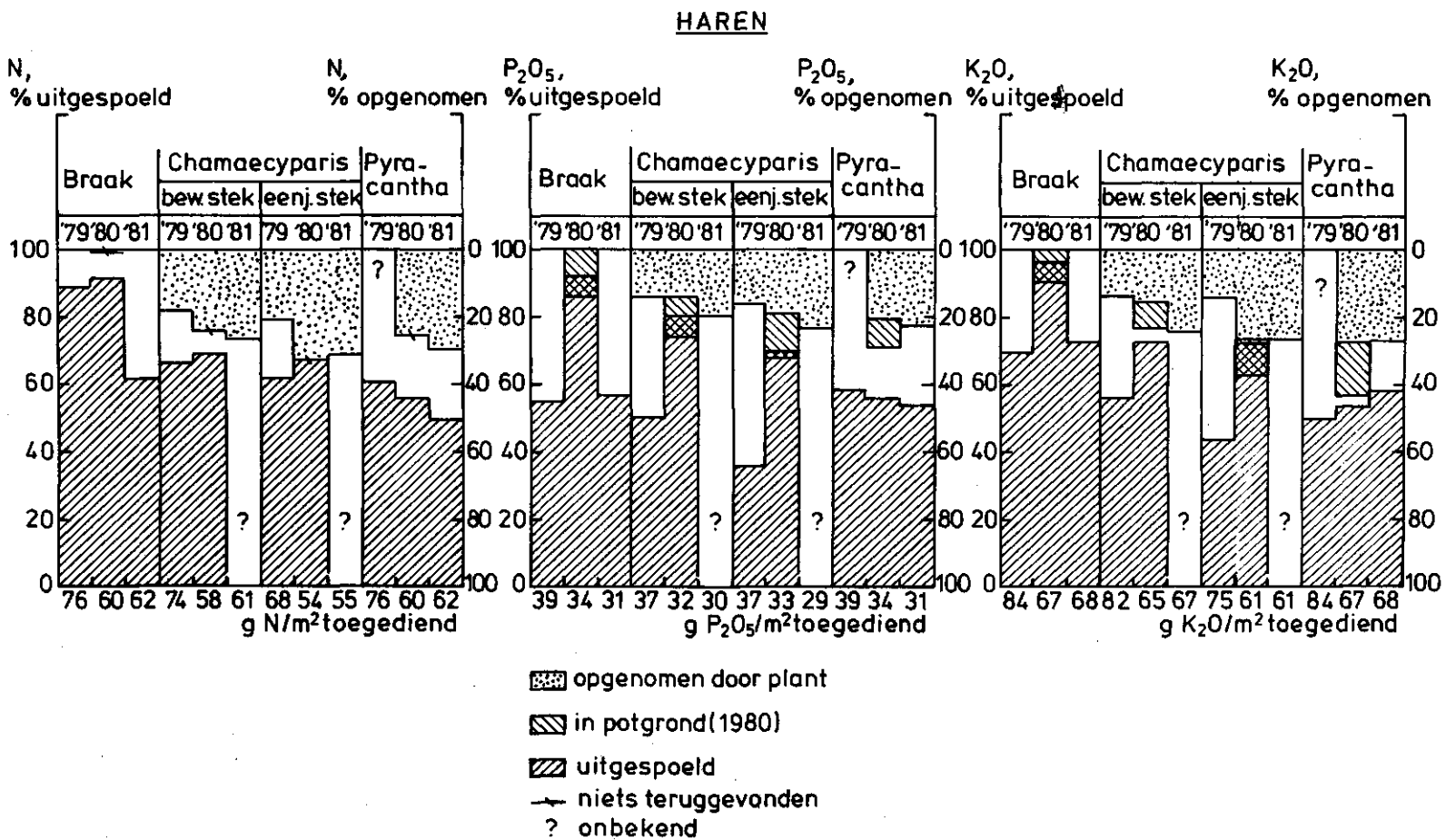
verklaart de gevonden verschillen in opgenomen voedingsstoffenhoeveelheden niet.

3.8. Balans van de voedingsstoffen

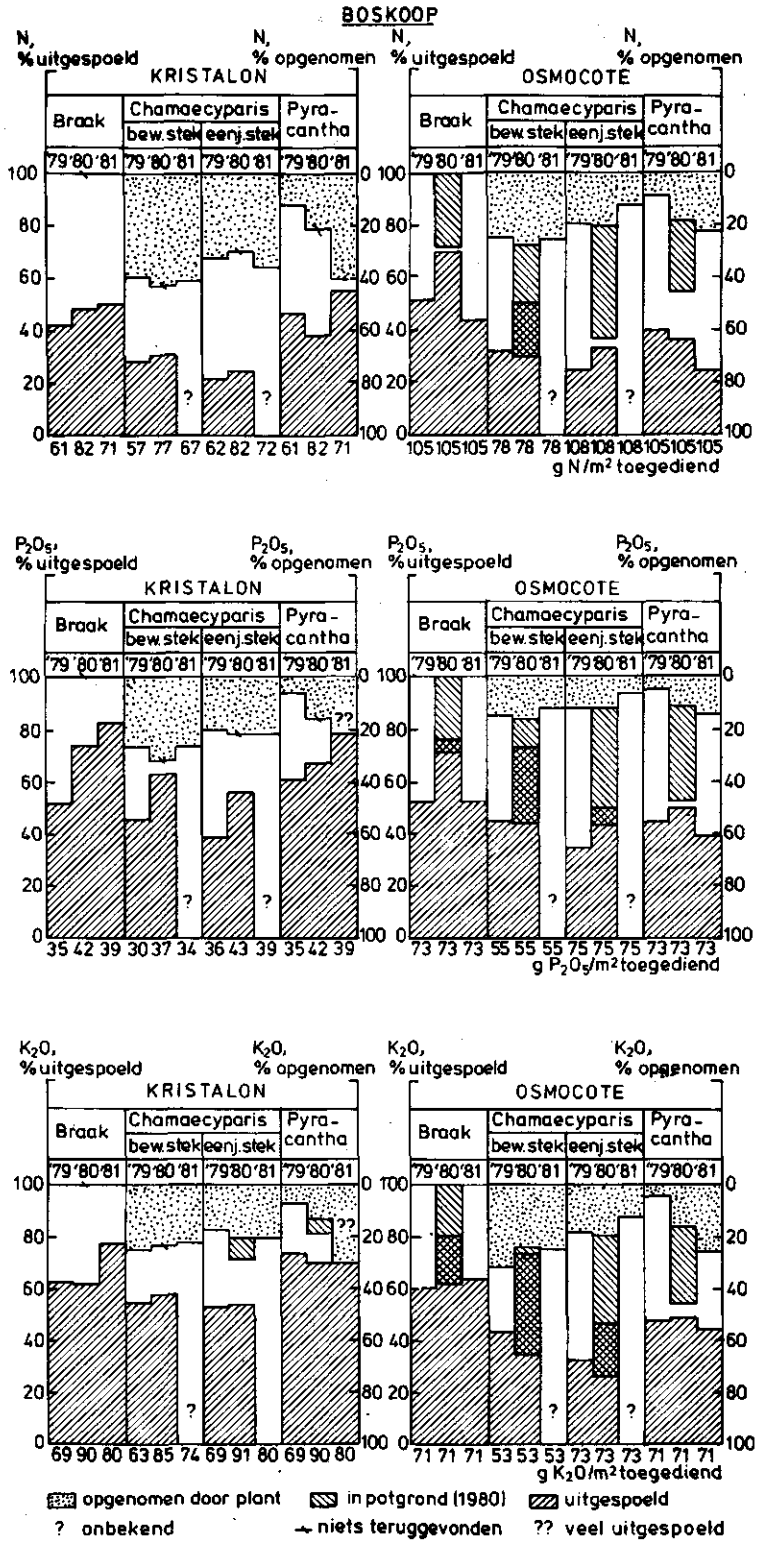
In de voorgaande paragrafen werd berekend hoeveel aan voedingsstoffen door de plant werd opgenomen, hoeveel via het lekwater verdween en hoeveel in 1980 aan het eind van het jaar nog in de potgrond was aan te tonen. De vastgestelde balans sluit niet (figuren 17 en 18, bijlage IV). Voor stikstof is dit verklaarbaar omdat met denitrificatie geen rekening is gehouden. De bepaling van de hoeveelheid die achterbleef in de pot werd maar een jaar uitgevoerd. Dit gebeurde in een betrekkelijk gering aantal potten. Bemonsteringsfout en analysefout van de totaalbepaling zullen vrij groot zijn geweest. De lange periode van het verzamelen van lekwater en het bemonsteren ervan voor de analyse vormden ook een foutenbron. Toch blijft het algemeen beeld bestaan van aanzienlijke uitspoelingsverliezen, in Haren nog meer dan in Boskoop. Bij begroeide potten is het verlies iets lager dan bij onbegroeide. Het verlies aan voedingsstoffen bij gebruik van Osmocote met een werkingsduur van 8-9 maanden in een tweemalige bemesting, als basisgift door de potgrond gemengd en als bijbemesting toegediend midden in het seizoen, is niet duidelijk minder dan het verlies na wekelijks bijbemesten met Kristalon. Hierbij moet wel worden aangetekend dat met de eerste bemestingsmethode meer N en P werd gegeven. Met Osmocote werd minder kali toegediend, waardoor ook duidelijk minder uitspoelt. De meststofbalans voor de potten begroeid met eenjarig stek van Chamaecyparis sluit het beste. De berekende kali-uitspoeling was in 1981 voor Pyracantha met Kristalonbemesting in Boskoop onwaarschijnlijk hoog; in alle drie proefjaren was daar de uitspoeling hoog, ook die van fosfaat.

3.9. Model voor berekening van de hoeveelheid lekwater

Met een eenvoudig simulatieprogramma werd getracht aan de hand van de dagelijkse watertoevoer in de vorm van regen en beregening, verminderd met verdamping, de hoeveelheid lekwater te voorspellen. Voor de dagelijkse berekening is het volgende programma-onderdeel essentieel:



Figuur 17. Meststoffenbalans in Haren, N, P, K opgenomen door plant, in potgrond achtergebleven of uitgespoeld.
Figure 17. Nutrient balance in Haren, N, P, K taken up by plants, retained by potting soil or leached out.



Figuur 18. Meststoffenbalans in Boskoop, hoeveelheden opgenomen door de plant, in potgrond achtergebleven of uitgespoeld voor N(a), P_2O_5(b) en K_2O(c).

Figure 18. Nutrient balance in Boskoop, amounts taken up by plants, retained by potting soil or leached out, for N(a), P_2O_5(b) and K_2O(c).

```
DO 302 M=LA,LB
UIT=UIT-Y(M,5)*EG+Y(M,4)
IF(UIT.LE.WACA(LR))Y(M,L)=0.0
IF(UIT.GT.WACA(LR))Y(M,L)=UIT-WACA(LR)
VV=(UIT-AVA)/(WACA(LR)-AVA)
IF(UIT.GT.WACA(LR))UIT=WACA(LR)
302 CONTINUE
```

waarin de eerste regel het aantal dagen doorloopt van de eerste dag met uitspoeling (LA) tot en met de laatste dag (LB) van de proefperiode; de tweede regel stelt het vochtgehalte in mm (l/m^2) als UIT gelijk aan het vochtgehalte van de vorige dag, vermeerderd met de watertoevoer, regen + beregening= Y(M,4) en verminderd met verdamping Y(M,5) maal reductiefactor EG. De gebruikte verdampingcijfers voor de gegevens van Haren zijn die van een open wateroppervlak, berekend volgens de Penmanformule, zoals opgegeven door het KNMI in decaden voor het weerstation in Eelde. EG is een reductiefactor voor de schatting van de actuele verdamping in evenredigheid met de referentieverdamping. Er werden zes reductiefactoren beproefd om hun effect te bepalen op de voorspelling van de hoeveelheid lekwater en om zo vast te stellen met welke factor de gemeten hoeveelheid het best benaderd werd. De reductiefactoren waren resp.: 0,6, 0,8, 1,0, 1,2 en 1,4. De zesde reductiefactor was niet constant gedurende het seizoen. Hierbij werd verondersteld dat de actuele verdamping in voor- en najaar achterbleef ten opzichte van de potentiële, maar dat in de zomermaanden de referentieverdamping door de verdamping van het gewas werd overtroffen. Voor april en de volgende maanden tot en met november waren de reductiefactoren resp. 0,7, 0,9, 1,0, 1,2, 1,2, 1,0, 0,9 en 0,7. Tenslotte werd in een zevende schatting de verdamping afhankelijk gesteld van het vochtgehalte van de grond (Zandt en De Willigen, 1981). Bij een laag vochtgehalte van de grond (VV) is de relatieve verdamping gering, beneden 50% van de watercapaciteit (beide verminderd met het vochtgehalte bij pF 4,2) is deze 10% van de potentiële verdamping, bij 80% 42%, bij 90% 72,5% en boven 95% groter dan 85%; de derde regel geeft aan dat er geen uitspoeling Y(M,L) plaatsvindt als het vochtgehalte lager is dan de hoeveelheid die de potgrond kan bevatten (WACA(LR), waarin LR de betreffende begroeiing voorstelt; uit de vierde regel volgt dat uitspoeling Y(M,L) zal optreden als de watercapaciteit wordt overschreden; in de vijfde regel wordt het relatieve vochtgehalte van de

potgrond berekend, waarbij het vochtgehalte en de watercapaciteit verminderd zijn met het vochtgehalte bij verwelkingspunt (AVA). Dit berekende relatieve vochtgehalte wordt gebruikt om de reductiefactor voor de van het vochtgehalte afhankelijk gestelde verdamping op de volgende dag te bepalen; daar de grond niet méér vocht kan bevatten dan de watercapaciteit, wordt in de zesde regel een berekend vochtgehalte (UIT) dat de watercapaciteit overschrijdt teruggebracht tot de maximaal mogelijke waarde (WACA).

3.9.1. Bewerking van de gegevens van Haren

Met uitzondering van Pyracantha in 1979 bewegen de correlatiecoëfficiënten voor de relatie tussen gemeten hoeveelheden dagelijks lekwater en het neerslagoverschot zich tussen 0,669 en 0,855 (tabel 42). Bij reductie van de referentieverdamping met een vast getal (gewasfactor) gedurende het gehele seizoen worden de hoogste correlaties tussen de volgens het model berekende hoeveelheden dagelijks lekwater en gemeten hoeveelheden gevonden als de reductiefactor 0,6 of 0,8 is. Bij een reductiefactor 1, d.w.z. bij een verdamping gelijk aan de open-panverdamping van Penman, is de correlatie in 1979 en 1980 tussen de volgens het model

TABEL 42. Correlatiecoëfficiënten voor verband tussen gemeten hoeveelheid lekwater per dag en neerslagoverschot, resp. regen + beregening en tussen dagelijks gemeten hoeveelheid lekwater en de hoeveelheid lekwater berekend uit watertoevoer met verschillende actuele verdampingen als constant deel van de referentieverdamping of als deel afhankelijk van vochtgehalte van de potgrond (c.coëff x 1000). Gegevens van Haren.

TABLE 42. Correlation between daily, measured amount of leachate and water surplus (= supply minus open-pan evaporation) and rainfall + irrigation, respectively, and correlation between daily amount measured and amount calculated from water supply and various actual evaporation rates, either as a constant fraction of open-pan evaporation or as dependent on water content of the potting soil (corr. coëff. x 1000). Data from Haren.

Proefjaar	Gewas	Corr. gemeten hoeveelheid met		Corr. gemeten /berekende hoeveelheid met reductiefactor						
		neerslag overschot	regen + beregening	0,6xE pot.	0,8x	1,0x	1,2x	1,4x	0,6-1,2x	verdamping afhank. vochtgehalte potgrond
1979	onbegroeid	785	756	871	889	818	519	105	684	887
	Cham.bew.stek	763	753	861	874	759	468	7	598	875
	Cham.1-j.stek	770	758	855	874	866	645	329	796	885
1980	onbegroeid	692	654	731	769	760	703	579	718	750
	Cham.bew.stek	690	655	731	768	789	732	596	739	750
	Cham.1-j.stek	706	667	749	776	818	770	659	798	777
	Pyracantha	669	654	713	729	741	709	516	745	734
1981	onbegroeid	857	831	826	728	481	259	0	439	901
	Cham.bew.stek	830	809	856	780	513	297	0	485	907
	Cham.1-j.stek	814	796	866	792	536	338	0	517	910
	Pyracantha	855	845	844	745	495	306	0	469	904

berekende en de gemeten hoeveelheid lekwater nog sterker dan de correlatie, berekend volgens een rechtlijnige regressie, tussen gemeten hoeveelheid lekwater en het neerslagoverschot. Bij excessieve verdamping - reductiefactor boven 1,0 - neemt de correlatie zienderogen af. De veronderstelling dat de actuele verdamping in voor- en najaar geringer en in de zomermaanden sterker zou zijn dan de potentiële verdamping leidt niet tot betere correlaties dan het gebruik van een vaste reductiefactor tussen 0,6-1,0. Het niveau van de correlatiecoëfficiënten is minstens even hoog als bij een reductiefactor 0,6 als de actuele verdamping afhankelijk wordt gesteld van het vochtgehalte van de potgrond.

Tabel 43 geeft de regressie van de gemeten hoeveelheid lekwater op het neerslagoverschot, en de regressie van de op twee manieren berekende hoeveelheden lekwater op de gemeten hoeveelheid. Zoals in de vorige tabel al werd aangegeven is de correlatie van de laatste twee verbanden sterker dan van het eerstgenoemde verband. Waarschijnlijk maakt het voorkomen van dagen zonder lekwater met toch neerslagoverschot het

TABEL 43. Regressie van gemeten hoeveelheid lekwater per dag op neerslagoverschot en van de berekende hoeveelheid op de dagelijks gemeten hoeveelheid. De hoeveelheid lekwater zoals berekend uit neerslag + beregening en verdamping, geréduceerd tot "actuele" verdamping met een factor van 0,6 van de open waterverdamping of een reductiefactor, afhankelijk van het vochtgehalte van de potgrond. Gegevens van Haren.

TABLE 43. Regression of daily, measured amount of leachate on water surplus (= supply minus open-pan evaporation), and regression of the calculated amount of leachate on amount measured daily. The amount of leachate was calculated from water supply minus evaporation, reduced to actual evaporation either by a constant reduction factor of 0.6 times the open-pan evaporation or by a reduction factor dependent on the water content of the potting soil. Data from Haren.

Proefjaar	y-variabele	x-variabele	Regr. coëff.	St.afw. regr. coëff.	Corr. coëff.	Regr. coëff.	St.afw. regr. coëff.	Corr. coëff.
			onbegroeid			**Cham.bew.stek**		
1979	gemeten hh.	neersl.ov.	0,647	0,039	0,785	0,576	0,037	0,763
	ber.hh.0,6xE	gemeten hh.	0,916	0,040	0,871	0,982	0,045	0,861
	ber.hh.afh. vocht	gemeten hh.	0,788	0,035	0,887	0,938	0,040	0,875
1980	gemeten hh.	neersl.ov.	0,598	0,042	0,692	0,574	0,041	0,690
	ber.hh.0,6xE	gemeten hh.	0,741	0,047	0,731	0,771	0,049	0,731
	ber.hh.afh. vocht	gemeten hh.	0,712	0,042	0,750	0,745	0,044	0,750
1981	gemeten hh.	neersl.ov.	0,557	0,024	0,857	0,509	0,025	0,830
	ber.hh.0,6xE	gemeten hh.	0,917	0,045	0,826	1,006	0,044	0,856
	ber.hh.afh. vocht	gemeten hh.	1,014	0,035	0,901	1,089	0,036	0,907
			Cham. 1-j. stek			**Pyracantha**		
1979	gemeten hh.	neersl.ov.	0,491	0,031	0,770			
	ber.hh.0,6xE	gemeten hh.	1,178	0,055	0,855			
	ber.hh.afh. vocht	gemeten hh.	1,143	0,046	0,885			
1980	gemeten hh.	neersl.ov.	0,472	0,032	0,706	0,370	0,028	0,669
	ber.hh.0,6xE	gemeten hh.	0,987	0,059	0,749	1,137	0,075	0,713
	ber.hh.afh. vocht	gemeten hh.	0,961	0,053	0,777	1,099	0,069	0,734
1981	gemeten hh.	neersl.ov.	0,418	0,022	0,814	0,503	0,022	0,855
	ber.hh.0,6xE	gemeten hh.	1,218	0,051	0,866	1,036	0,048	0,844
	ber.hh.afh. vocht	gemeten hh.	1,287	0,042	0,910	1,125	0,038	0,904

snijpunt met de x-as van de regressielijn onzekerder, terwijl in de twee modelberekeningen juister wordt gereageerd op het feit dat in een droge periode aanvankelijk het water nog geheel door de potgrond wordt geabsorbeerd voordat er van uitlekken sprake is. Als de berekende hoeveelheid lekwater juist is moet de regressiecoëfficiënt op gemeten hoeveelheid 1 zijn. In de regressievergelijkingen wordt dit redelijk goed benaderd. Volgens dit model is dus tot op zekere hoogte te voorspellen wat de hoeveelheid lekwater is als de neerslaghoeveelheid bekend is en de referentieverdamping, volgens de Penmanformule berekend, op een van de twee manieren wordt gereduceerd. De regressiecoëfficiënt was hoger in het geval van begroeide potten dan bij onbegroeide. Bij onbegroeide potten lekt bij een gegeven hoeveelheid neerslag en beregening volgens het model dus minder uit. Dit zou kunnen betekenen dat bij onbegroeide grond de verdamping anders zou moeten worden ingeschat dan bij begroeide (lagere reductiefactor).

3.9.2. Bewerking van de gegevens van Boskoop

Op het Proefstation te Boskoop werd de verdamping gemeten met de verdampingsmeter van Hellings. De verdampingscijfers verkregen met dit apparaat werden in de modelberekening gebruikt. Het toepassen van reductiefactoren om de actuele verdamping op de onbegroeide en begroeide potten beter te benaderen bleek nu een minder gunstig resultaat af te werpen. Een betere schatting van de hoeveelheid gemeten lekwater werd nu verkregen als de werkelijk plaats gevonden verdamping hoger werd gesteld dan de via de verdampingsmeter gemeten verdamping en wel voor 1979 en 1980 met een factor van 1,2 en 1,4 (tabel 44). Voor de gegevens van 1981 wordt de hoogste correlatie tussen gemeten en berekende hoeveelheid lekwater gevonden bij het hanteren van een factor 1. Het rekenen met een van het seizoen afhankelijk gestelde correctiefactor gaf geen wezenlijke verbetering, vergeleken met de beste benadering via een constante reductiefactor. Een van het vochtgehalte van de grond afhankelijk gestelde verdamping gaf ook een redelijk, maar geen beter resultaat. De correlaties tussen gemeten en berekende hoeveelheid lekwater volgens het model zijn sterker dan de correlaties voor de regressieberekening van gemeten hoeveelheid op neerslagoverschot, resp. regen en beregening. Naar soort begroeiing zijn er geen duidelijke verschillen in de hoogte van de correlatiecoëfficiënt.

TABEL 44. Correlatiecoëfficiënten van verband tussen gemeten hoeveelheid lekwater per dag en neerslagoverschot, resp. regen + beregening en tussen dagelijks gemeten hoeveelheid lekwater en die, berekend uit watertoevoer met verschillende actuele verdampingen als constant deel van de referentieverdamping of als deel afhankelijk van het vochtgehalte van de potgrond. Corr.coëfficiënten x 1000. Gegevens van Boskoop.

TABLE 44. Correlation between daily, measured amount of leachate and water surplus (= supply minus open-pan evaporation) and rainfall + irrigation, respectively, and correlation between daily amount measured and amount calculated from water supply and various actual evaporation rates, either as a constant fraction of open-pan evaporation or as dependent on water content of the potting soil (corr.coeff. x 1000). Data from Boskoop.

Proefjaar	Gewas	Correlatie gemeten hoeveelheid met		Correlatie gemeten/berekende hoeveelheid met reductiefactor						
		neerslag overschot	regen+ beregening	0,6xE pot.	0,8x	1,0x	1,2x	1,4x	0,06-1,2x	verdamping afh. vochtgehalte potgrond
1979	onbegroeid	609	564	650	680	710	738	766	722	693
	Cham.bew.st.	627	595	679	709	738	764	792	747	719
	Cham.l-j.st.	633	587	676	709	742	772	803	756	723
	Pyracantha	632	588	676	707	738	767	796	751	720
1980	onbegroeid	525	491	546	562	576	591	603	578	570
	Cham.bew.st.	501	483	532	546	560	574	584	559	553
	Cham.l-j.st.	480	472	511	522	534	546	554	537	530
	Pyracantha	491	465	515	528	540	553	562	540	535
1981	onbegroeid	558	524	594	612	620	602	486	620	608
	Cham.bew.st.	592	581	642	657	659	641	534	665	653
	Cham.l-j.st.	602	600	655	666	660	632	523	667	662
	Pyracantha	611	599	665	682	685	666	541	686	679

De berekening van de regressie van gemeten hoeveelheid lekwater op neerslagoverschot, resp. hoeveelheid regen en beregening leverde regressiecoëfficiënten op die lager waren dan 1, tot 0,221 toe (tabel 45). Dit laatste betekent dat slechts een vijfde van de toegediende waterhoeveelheid als lekwater werd teruggevonden. Dit zal o.a. het gevolg zijn van de vrij zwakke correlatie, waardoor de regressielijn bij de gegeven grote spreiding de neiging heeft vrij horizontaal te verlopen. Ook het feit dat op vele dagen geen lekwater werd opgevangen, heeft het vaststellen van het verband bemoeilijkt. Het zou misschien juister zijn geweest dergelijke dagen buiten de berekening te houden. Dan zou de voorspelling gebaseerd zijn geweest op de dagen dat wel lekwater werd opgevangen en zou de mate van uitlekken bij een bepaalde hoeveelheid neerslag mogelijk beter hebben aangegeven. In de modelberekening naderden de regressiecoëfficiënten het gewenste getal 1. Als de "werkelijke" verdamping werd gelijkgesteld aan de verdamping gemeten met de verdampingsmeter (reductiefactor 1), schommelden de regressiecoëfficiënten tussen 0,713 en 1,066. Er waren geen uitgesproken verschillen naar de soorten van begroeiing. Als de verdamping mede afhankelijk werd gesteld van het vochtgehalte van de potgrond werden regressiecoëfficiënten tussen 0,711 en 1,060 gevonden.

TABEL 45. Regressie van gemeten hoeveelheid lekwater per dag op neerslagoverschot en van berekende hoeveelheid op de dagelijks gemeten hoeveelheid. De hoeveelheid lekwater zoals berekend uit neerslag + beregening en verdamping. De laatste zoals bepaald in de verdampingsmeter van Hellings of berekend in afhankelijkheid van het vochtgehalte van de potgrond. Gegevens van Boskoop.

TABEL 45. Regression of daily, measured amount of leachate on water surplus (= supply minus open-pan evaporation), and regression of calculated amount of leachate on amount measured daily. The amount of leachate was calculated from water supply minus evaporation, reduced to actual evaporation either as measured by the evaporation meter of Hellings or by a reduction factor, dependent on the water content of the potting soil. Data from Boskoop.

Proefjaar.	y-variabele	x-variabele	Regr. coëff.	St.afw. regr. coëff.	Corr. coëff.	Regr. coëff.	St.afw. regr. coëff.	Corr. coëff.
		onbegroeid			**Cham.bew.stek**			
1979	gemeten hh.	neersl.ov.	0,465	0,038	0,609	0,457	0,036	0,627
	ber.hh. E=1	gemeten hh.	0,800	0,050	0,710	0,871	0,050	0,738
	ber.hh.afh. vocht	gemeten hh.	0,790	0,052	0,693	0,860	0,052	0,719
1980	gemeten hh.	neersl.ov.	0,323	0,034	0,525	0,279	0,031	0,501
	ber.hh. E=1	gemeten hh.	0,832	0,076	0,576	0,891	0,086	0,560
	ber.hh.afh. vocht	gemeten hh.	0,826	0,077	0,570	0,886	0,086	0,553
1981	gemeten hh.	neersl.ov.	0,405	0,042	0,558	0,371	0,036	0,592
	ber.hh. E=1	gemeten hh.	0,713	0,064	0,620	0,877	0,071	0,659
	ber.hh.afh. vocht	gemeten hh.	0,711	0,065	0,608	0,886	0,073	0,653
		Cham.1-j.stek		**Pyracantha**				
1979	gemeten hh.	neersl.ov.	0,419	0,032	0,633	0,454	0,035	0,632
	ber.hh. E=1	gemeten hh.	0,964	0,055	0,742	0,884	0,051	0,738
	ber.hh.afh. vocht	gemeten hh.	0,952	0,057	0,723	0,874	0,053	0,720
1980	gemeten hh.	neersl.ov.	0,231	0,027	0,480	0,221	0,025	0,491
	ber.hh. E=1	gemeten hh.	0,983	0,101	0,534	1,066	0,108	0,540
	ber.hh.afh. vocht	gemeten hh.	0,980	0,102	0,530	1,060	0,108	0,535
1981	gemeten hh.	neersl.ov.	0,406	0,038	0,602	0,368	0,034	0,611
	ber.hh. E=1	gemeten hh.	0,816	0,066	0,660	0,949	0,071	0,685
	ber.hh.afh. vocht	gemeten hh.	0,834	0,067	0,662	0,956	0,073	0,679

3.9.3. Invloed van regenverdeling op de hoeveelheid lekwater

Met behulp van het model werd een schatting gemaakt van de hoeveelheid lekwater die men kan verwachten bij een bepaalde regenverdeling en verdamping. Uitgegaan werd van een watertoevoer van 40 mm over 16 dagen, op negen verschillende wijzen verdeeld: dagelijkse continue regen van 2,5 mm, regen om de dag van 5 mm, twee dagen achtereen regen van 5 mm gevolgd door twee droge dagen, etc. (tabel 46). Voor de verdamping werden vijf verschillende niveaus (0,5, 1, 2, 3, of 4 mm per dag) aangehouden, elk constant over de periode van 16 dagen. De eerstgenoemde verdamping is zeer gering; deze kwam voor in de proefperiode in november. De hoogste verdamping kan worden aangetroffen in de zomermaanden. De berekening was gebaseerd op een vak van 1 m^2 met 11-cm potten en dezelfde watercapaciteit als van het Fins mosveen ST 400 AO dat in 1981 werd gebruikt. De actuele verdamping werd weer op twee manieren gesteld: 0,6 x de referentieverdamping, berekend volgens de Penmanformule, of afhankelijk

TABEL 46. Volgens model berekende hoeveelheid lekwater bij verschillende verdeling van 40 mm regen over 16 dagen, uitgedrukt als percentage van totale hoeveelheid neerslag. Vijf trappen van referentieverdamping, gereduceerd in afhankelijkheid van vochtgehalte van de potgrond of met factor = 0,6 x referentieverdamping. Braak, 11-cm potten met Fins sphagnum veen, verzadigd bij begin van de proef.

TABLE 46. Amount of leachate, calculated according to a simple simulation model with different distribution patterns of 40 mm rainfall over a period of 16 days, and expressed as percentage of total amount of rainfall. Five rates of open-pan evaporation, reduced to actual evaporation either as dependent on water content of the potting soil or by a reduction factor of 0.6 times open-pan evaporation. Fallow, 11 cm pots with Finnish sphagnum peat, saturated at the beginning of the experiment.

Aantal dagen	Regenverdeling over vier dagen op 9 verschillende manieren, mm								
1e dag	2,5	5,0	5,0	5,0	7,5	7,5	2,5	2,5	10,0
2e dag	2,5	0,0	5,0	2,5	2,5	0,0	7,5	0,0	0,0
3e dag	2,5	5,0	0,0	2,5	0,0	2,5	0,0	7,5	0,0
4e dag	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
E pot mm/day	**Berekende hoeveelheid lekwater als % van totale neerslag**								
	Verdamping afhankelijk van het vochtgehalte van de potgrond								
0,5	78	80	81	80	81	80	81	80	83
1,0	59	63	65	62	65	65	66	63	70
2,0	20	30	35	27	35	35	38	32	46
3,0	0	5	12	5	11	15	15	8	25
4,0	0	3	5	3	9	9	6	0	15
	Verdamping: 0,6 x E pot								
0,5	86	87	88	87	88	87	88	87	89
1,0	75	76	77	76	77	76	77	76	79
2,0	51	54	57	54	57	54	57	54	60
3,0	27	32	36	32	36	35	36	32	41
4,0	4	10	16	10	16	14	16	10	22

van het vochtgehalte van de potgrond volgens het exponentiële verband van dit gehalte met de relatieve verhouding tussen actuele en referentieverdamping. Bij het opstellen van het model werd er van uitgegaan dat er alleen lekwater wordt opgevangen op de dag dat er regen valt en de vochtcapaciteit van de potgrond wordt overschreden. Dit stemt overeen met het feit dat de in de proeven gemeten hoeveelheid lekwater overwegend was gecorreleerd met de regenval op dezelfde dag en minder met de regenval op voorgaande dagen (zie par 3.2.1 en 3.2.2). Dat er in het

laatste geval toch een correlatie werd gevonden, zou indirect kunnen ontstaan door het al of niet verzadigd raken van de potgrond voor de dag van uitlekken. Als er dagelijks weinig regen valt is er uiteindelijk minder lekwater dan wanneer dezelfde hoeveelheid neerslag over de zestien dagen in enkele buien neerkomt (tabel 46). Bij een dagelijkse neerslag van 2,5 mm per dag en een verdamping van 4 mm met reductiefactor (actuele/referentieverdamping van 0,6) spoelt slechts 4% uit, maar bij vier buien van 10 mm 22% van de toegediende watermassa. Als de verdamping afhankelijk wordt gesteld van het vochtgehalte van de potgrond, dan wordt een kleinere hoeveelheid gevonden, in de twee hiervoorgenoemde gevallen resp. 0 en 15%. Als het vochtgehalte van de potgrond mede bepalend is voor de uitspoeling, dan wordt bij de berekening meer variatie gevonden in de percentages uitgespoeld regenwater dan bij een vaste reductiefactor van 0,6.

Uit het voorgaande volgt dat zware buien tot meer lekwater leiden dan een regelmatig patroon van neerslag met lichte buien. Dit zal ook gelden voor de uitspoeling van voedingsstoffen. Naarmate de potgrond meer water kan vasthouden zal het risico van uitspoelen bij grote buien kleiner zijn, maar bij een groot waterhoudend vermogen is de luchthuishouding voor de plant vaak onvoldoende; bovendien zal in de winter een groot waterhoudend vermogen van de potgrond ongewenst zijn en eerder leiden tot schade aan de plant.

In deze beschouwing onbreekt de invloed van begroeiing. De potten met het goed gesloten bovengrondse gewas Chamaecyparis eenjarig stek hielden het water nog vast als onbegroeide potten al begonnen uit te lekken. Pyracantha met verspreide blaadjes schermde veel minder af dan Chamaecyparis. Ook door rechtstreekse verdamping uit het bladerdek zal bij kleine buien het uitlekken bij begroeide potten geringer zijn dan bij onbegroeide.

3.10. Uitspoelingsproef met geforceerde kunstmatige regen

In de winterperiode verzadigde potten werden in Haren aan een geforceerde uitspoelingsproef onderworpen om meer inzicht te krijgen in de verplaatsing van de toegediende voedingsstoffen in de pot en in de uitspoeling uit de pot. Na een bijmestgift in de gebruikelijke hoeveelheid en concentratie en nadat de potten waren uitgelekt, werd 5 mm water gegeven. Na uitlekken werd opnieuw 5 mm toegediend, vervolgens gewacht tot

het uitlekken was afgelopen, waarna een beregening volgde van 10 mm; de procedure werd afgesloten met een beregening van 20 mm. Het lekwater werd na iedere toediening opgevangen, gemeten en globaal geanalyseerd met Merckoquant-strips op nitraatgehalte. Het nitraatgehalte bleek vaak hoog te zijn onmiddelijk na de bijmestgift; het daalde daarna, en steeg later weer (tabel 47 en 48). Een nadere verklaring van dit verschijnsel

TABEL 47. Hoeveelheid lekwater, nitraatgehalte daarvan en nitraatverlies na vijf trappen van kunstmatige beregening. Proef IB 6326, 1979.

TABLE 47. Amount of leachate, its nitrate concentration, and loss of nitrate at five rates of irrigation. Experiment IB 6326, 1979.

Gewas	Na beregening met					
	0	5	10	20	40 mm	totaal
	Hoeveelheid lekwater in l/m^2					
onbegroeid	4,15	5,41	5,40	10,76	21,60	47,32
Cham.bew.stek	3,75	4,82	4,67	9,91	25,16	48,31
Cham.1-j.stek	2,10	4,49	5,17	10,06	21,68	43,50
heide	4,59	5,21	5,29	9,73	20,62	45,45
gemidd.	3,65	4,99	5,13	10,12	22,63	
gesommeerd	3,65	8,63	13,77	23,88	46,14	
	Nitraat in lekwater, mg/l					
onbegroeid	120	85	105	210	245	
Cham.bew.stek	270	100	110	240	300	
Cham.1-j.stek	255	265	425	460	425	
heide	255	95	80	90	270	
	Hoeveelheid uitgelekt nitraat in g/m^2					
onbegroeid	0,50	0,46	0,56	2,25	5,30	9,07
Cham.bew.stek	1,01	0,48	0,52	2,38	7,54	11,92
Cham.1-j.stek	0,53	1,19	2,20	4,64	9,25	17,81
heide	1,17	0,49	0,42	0,87	5,55	8,50
gemidd.	0,80	0,66	0,93	2,53	6,91	
gesommeerd	0,80	1,46	2,38	4,92	11,83	

TABEL 48. Hoeveelheid lekwater, nitraatgehalte daarvan en nitraatverlies na vijf trappen van kunstmatige beregening. Proef IB 6350, 1980.

TABLE 48. Amount of leachate, its nitrate concentration, and loss of nitrate at five rates of irrigation. Experiment IB 6350, 1980.

Gewas	Na beregening met					
	0	5	10	20	40 mm	totaal
	Hoeveelheid lekwater in l/m^2					
onbegroeid	3,06	5,69	6,05	11,41	23,88	50,09
Cham.bew.stek	3,71	6,36	6,43	12,32	26,40	55,23
Cham.1-j.stek	3,56	6,23	6,73	13,53	30,45	60,50
Pyracantha	1,25	3,91	4,79	10,64	21,89	42,47
gemidd.	2,90	5,55	6,00	11,97	25,65	
gesommeerd	2,90	8,45	14,45	26,42	52,07	
	Nitraat in lekwater, mg/l					
onbegroeid	383	73	48	100	215	
Cham.bew.stek	125	128	180	268	300	
Cham.1-j.stek	375	288	333	325	293	
Pyracantha	600	350	213	175	210	
	Hoeveelheid uitgelekt nitraat in g/m^2					
onbegroeid	1,17	0,40	0,30	1,25	5,11	8,24
Cham.bew.stek	0,46	0,88	1,24	3,51	7,80	13,88
Cham.1-j.stek	1,35	1,83	2,30	4,51	8,98	18,96
Pyracantha	0,77	1,38	1,03	1,89	4,63	9,69
gemidd.	0,97	1,12	1,21	2,79	6,62	
gesommeerd	0,97	2,06	3,27	6,06	12,69	

werd gevonden uit de beelden onder de fluorescentielamp, waarmee de verplaatsing van natriumfluorescinaat kon worden nagegaan dat tijdens de bijmestperiode aan een deel van de potten was toegediend. Hoewel de beelden onderling vergeleken zeer onregelmatig waren, is in grote lijnen het volgende duidelijk: een groot deel van de kleurstof blijft in de bovenste laag hangen. De verplaatsing ervan naar beneden onder invloed van toenemende hoeveelheden kunstmatige regen is kleiner dan die van nitraat. Een deel van de fluorescerende kleurstof heeft zich echter langs de potwand naar beneden verplaatst met het bij de bijbemesting toegediende water; het bereikt in sommige gevallen op korte termijn zelfs de bodem van de pot. Dit zal tijdens de teelt zeker voorkomen als de potkluit door droogte, althans door niet geheel verzadigd te zijn, iets is gekrompen en er ruimte ontstaat langs de potwand. Een dergelijk gedrag

zal, als dat ook voor een voedingsstof als nitraat geldt, aanleiding geven tot een hoog nitraatgehalte in het eerste lekwater na de bijmestperiode. Tussen de potten met de drie begroeiingen en de onbegroeide potten zijn verschillen in hoeveelheid lekwater over de proefperiode en ook in de hoeveelheid uitgespoeld nitraat. In beide proefjaren was bij de twee soorten Chamaecyparis de hoeveelheid lekwater en uitgespoeld nitraat het hoogst. Wat hiervan de oorzaak is is niet duidelijk; de percolatie door de potgrond kan beter zijn geweest door de aard van het wortelstelsel, of de porositeit van het potgrondmateriaal tijdens de groeiperiode kan zich beter hebben gehandhaafd. Bij sommige behandelingen is de toegediende stikstof praktisch geheel uitgespoeld.

Het doorsnijden van de potgrond in vier horizontale schijven en analyse van elke schijf op nitraat in een 1:1½ extract met behulp van de Merckoquantstrip geeft een goed inzicht in de verplaatsing van de stikstof onder invloed van de kunstmatige beregening (tabel 49 en 50, en figuur 19). Na de bijbemesting en de eerste kunstmatige regen waren de nitraatgehalten van de bovenlaag hoog. Bij verdere watertoediening verplaatste de stikstof zich duidelijk naar de onderste lagen in de pot. In de onbemeste potten was het gehalte aan nitraat laag. Door bemesting steeg deze uiteraard. Opvallend is dat na 5 mm regen meer nitraat in de pot werd gevonden dan onmiddellijk na de bemesting. Verondersteld wordt dat het te maken heeft met de aan- of afwezigheid van begroeiing van de potten. Bij begroeiing bleef een deel van de meststof achter op het bovengrondse gewas, dat met de 5 mm regen daarna uiteindelijk in de pot terecht kwam. Op onbegroeid was er na 5 mm regen nog weinig uitspoeling, te oordelen naar de vier gehalten aan nitraat in de potgrondschijven. Ook volgens de voorgaande tabellen 47 en 48 zijn de uitspoelingsverliezen door de eerste 5 mm beregening na bemesting niet groot. Als 10 mm regen is toegediend toonde de som van de vier nitraatgehalten in de potgrond een duidelijke achteruitgang, van 20 naar 40 mm totaal is deze uitgesproken, op een uitzondering na. Na iedere "regenperiode" werden potten opgeofferd voor grondonderzoek door het routinelaboratorium van het Proefstation te Naaldwijk om te bepalen in welke mate de grondanalysecijfers dalen bij een gegeven hoeveelheid kunstmatige regen. De uitslag van het grondonderzoek was vrij onregelmatig. Dit komt door het vrij lage niveau van de gehalten, terwijl de cijfers, zoals gebruikelijk voor de praktijk, vrij fors zijn afgerond. Gezien de korte periode van proefneming en de winterrust van het gewas zal er geen opname door het

TABEL 49. Nitraat in vier lagen van de potgrond vóór bemesting, en na bemesting en vijf trappen van kunstmatige beregening. Proef IB 6326, 1979. Nitraat in mg/l extract (1:1½).

TABLE 49. Nitrate in four layers of the potting soil before fertilizer application, and after fertilizer application and five rates of irrigation. Experiment IB 6326, 1979. Nitrate in mg/l extract (1:1½).

Plaats van laag	Voor bem.	Na bemesting met mm regen				
		0	5	10	20	40
	Onbegroeid					
boven	1	333	240	80	38	3
boven midden	0	83	98	218	98	11
onder midden	1	25	68	80	90	63
onder	3	9	45	63	48	88
gemidd.	1	112	113	110	68	41
	Cham.bew.stek					
boven	1	223	178	163	60	14
boven midden	4	75	265	75	88	59
onder midden	3	16	74	78	173	143
onder	1	16	16	198	180	88
gemidd.	2	83	133	128	125	76
	Cham.1-j.stek					
boven	267	245	205	135	80	24
boven midden	19	105	98	100	93	43
onder midden	25	83	123	68	115	60
onder	55	103	135	90	100	80
gemidd.	31	134	140	98	97	52
	Heide					
boven	3	370	350	125	29	3
boven midden	4	68	197	175	158	16
onder midden	10	18	38	40	175	88
onder	8	11	8	21	36	115
gemidd.	6	117	148	90	99	55

gewas geweest zijn. Wel is een andere verdeling van het inspoelings- en uitlekpatroon in het groeiseizoen niet uitgesloten als gevolg van verschillen in wortelstelsel en de geleidelijk toenemende afscherming door het bovengrondse gewas. Als ondanks de variatie toch over de verschillende begroeiingen wordt gemiddeld om een rechte lijn te krijgen, dan werd gevonden dat per mm regen het grondanalysecijfer voor N in mmol/l extract daalde met 0,022 in het materiaal van 1979 en met 0,0166 in 1980. Voor P waren de dalingen 0,0022 mmol en 0,0008 en voor K 0,0134 en 0,005. De correlatie tussen de potgrondanalysecijfers en de hoeveelheid kunstmatige neerslag waren voor het materiaal van 1979 duidelijk

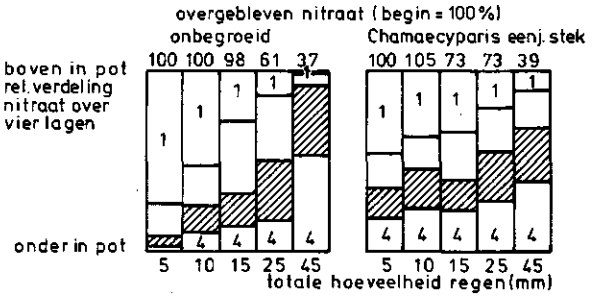
TABEL 50. Nitraat in vier lagen van de potgrond vóór bemesting, en na bemesting en vijf trappen van kunstmatige beregening. Proef IB 6350, 1980. Nitraat in mg/l extract (1:1½).

TABLE 50. Nitrate in four layers of the potting soil before fertilizer application, and after fertilizer application and five rates of irrigation. Experiment IB 6350, 1980. Nitrate in mg/l extract (1:1½).

Plaats van laag	Voor bem.	Na bemesting met mm regen				
		0	5	10	20	40
	Onbegroeid					
boven	1	214	201	109	30	3
boven midden	2	86	139	158	116	24
onder midden	3	13	33	68	149	71
onder	3	4	9	26	104	88
gemidd.	2	79	95	90	100	47
	Cham.bew.stek					
boven	1	230	199	96	29	4
boven midden	11	60	196	164	104	28
onder midden	2	13	129	89	113	59
onder	0	14	67	47	75	73
gemidd.	4	79	148	99	80	41
	Cham.1-j.stek					
boven	7	335	194	135	85	63
boven midden	3	263	171	161	113	56
onder midden	7	108	185	168	174	108
onder	12	64	161	148	206	160
gemidd.	7	192	178	153	145	97
	Pyracantha					
boven	18	278	281	188	95	50
boven midden	8	58	108	92	139	123
onder midden	4	39	61	48	78	159
onder	13	50	64	36	59	118
gemidd.	11	106	129	91	93	112

betrouwbaarder dan voor dat van 1980.

Volgens het Bemestingsadvies voor Boomkwekerijgewassen in pot zal een verandering van 1 mmol N/l extract tot een ander advies leiden voor de bijbemesting via de regenleiding. Uit de hiervoor genoemde berekening zou dit te verwachten zijn voor stikstof na 52 mm regen als de overige condities dezelfde zouden zijn als in de praktijk. Bij een afwijkende N/K-verhouding leidt een verschuiving in K met 0,5 mmol tot een ander advies. Gemiddeld zou dit kunnen ontstaan na 54 mm. Deze uitspoelingscijfers zijn bepaald in een periode zonder bijbemesting, in tegenstelling met hetgeen in de vakproeven werd afgeleid (par. 3.5).



Figuur 19. Relatieve verdeling van nitraat in vier horizontale lagen in de pot na verschillende hoeveelheden van kunstmatige regen (bovenste laag = 1, onderste laag = 4). Daling van nitraat-hoeveelheid (begin = 100%).

Figure 19. Relative distribution of nitrate over four horizontal layers in the pot after various rates of irrigation (upper layer = 1, lower layer = 4.) Decrease in amount of nitrate (initial amount = 100%).

4. DISCUSSIE

Bij bemestingsproeven met boomteeltgewassen in potten werd 10-20 g NPK-meststof Kristalon 17+6+18 per m^2 als optimale wekelijkse bijbemesting gevonden, 10 g bij coniferen, 20 g en soms wel hoger voor heesters (Van der Boon en Das, 1981). Op deze wijze worden grote hoeveelheden meststof per oppervlakte-eenheid toegediend, nog afgezien van de basisbemesting van de potgrond. De vraag kan worden gesteld wat van deze hoeveelheden aan het gewas ten goede komt en welk deel in het milieu terecht komt. Als twintig keer in het groeiseizoen wordt bijbemest met een totale gift van 2000-3000 kg meststof per ha, waarin 340-510 kg N, kan men zich moeilijk voorstellen dat dit alles volledig door het gewas wordt opgenomen. Een andere manier om de voeding van het gewas in de zomer op peil te houden is het toevoegen van een langzaamwerkende meststof door de potgrond heen als basisbemesting. Ook hier worden echter bij het normale recept van 3 g/l Osmocote, 8-9 maanden werkzaam (18+6+12 vroeger, de laatste tijd 18+10+11), zo nodig in juli te herhalen, nu niet door de potgrond heen, maar er bovenop, aanzienlijke hoeveelheden gegeven. In de hier beschreven proeven werd zelfs meer stikstof en fosfaat toegediend dan met de Kristalon-bijbemesting. In een vergelijkende proef met de in water oplosbare NPK-meststof Kristalon en de langzaamwerkende meststof Osmocote werd gevonden dat door de gewassen Chamaecyparis en Cupressocyparis maar 10-17% van de toegediende meststoffen in een seizoen werd opgenomen en door Pyracantha 21-32% (Van der Boon en Das, 1981). Aan het eind van het seizoen bleek ook niet veel van de voedingsstoffen in de pot te zijn achtergebleven. Met wat opgenomen was en in de pot achtergebleven werd voor de coniferen 24-53% van de gegeven hoeveelheid opgespoord en voor Pyracantha 32-73%. De rest zou door uitspoeling in de bodem verdwenen moeten zijn, afgezien misschien van een deel van de stikstof als gevolg van denitrificatie. De resultaten van deze proef waren aanleiding om een nauwkeurigere studie te maken van de mate van uitspoeling en het teloor gaan van meststoffen.

Er zijn veel factoren die het lot van de toegediende meststoffen bepalen en daarom is het moeilijk na te gaan waar de meststof blijft:

a) De groei van het gewas in de tijd en het opnamepatroon van de voedingsstoffen. Het ene gewas groeit sneller dan het andere. In het groeiseizoen is de groeisnelheid niet constant. De plant is bij de opname selectief.
b) Het al of niet oplosbaar blijven van de voedingselementen, het al of niet geadsorbeerd worden aan de organische stof (en klei) in de potgrond. Ook de grootte van het adsorptiecomplex is daarbij van invloed.
c) Het al of niet nitrificeren van ammoniumstikstof; mogelijke denitrificatie. Ook door de mineralisatie van organische stof is het opstellen van een stikstofbalans gecompliceerd.
d) De wijze waarop de meststof wordt toegediend: door de potgrond heen of er boven op, als korrel of als poeder, droog toegediend of als oplossing ingegoten.
e) De invloed van regen en beregening: de hoeveelheid regen, veel ineens of eenzelfde hoeveelheid in verschillende kleine porties. Ook wordt de uitspoeling bepaald door de mate waarin de potgrond is verkleefd aan de potwand. Bij krimp zal veel water direct langs de potwand kunnen wegvloeien. Na een droge periode kan veenhoudende potgrond min of meer waterafstotend werken voordat hij door en door bevochtigd is.
f) Bij uitspoeling zijn ook de grootte en de vorm van de potten van belang. Hoe is de aansluiting tussen de potten, hoeveel gaten zitten er in de pot en waar, en hebben de potten een kiel of niet, allerlei aspecten die mede de uitspoeling van voedingsstoffen bepalen.

Al deze factoren waren aanleiding "praktijkproeven" uit te voeren gedurende enkele jaren en op twee plaatsen met een paar belangrijke boomteeltgewassen. Het doel was een beter beeld te krijgen van de uitspoeling van meststoffen in afhankelijkheid van weersomstandigheden bij de voor de boomteelt aanbevolen basis- en bijbemesting. Mogelijk zou vastgesteld kunnen worden na welke hoeveelheid neerslag de potgrond zodanig is uitgeput dat een daaraan aangepaste bijbemesting nodig is. Het volgens vast patroon op de kalender toedienen zou op deze wijze kunnen worden onderbroken totdat de potgrond werkelijk is uitgeput en de hoeveelheid toe te dienen meststoffen zou zo mogelijkerwijze verminderd kunnen worden. Ook zou door de proeven uit het verloop van de hoeveelheden voedingsstoffen in het lekwater en van de potgrondanalysecijfers tijdens het groeiseizoen kunnen volgen of er door de wekelijkse bijbemesting van Kristalon, de veel gebruikte wateroplosbare NPK-mengmeststof, ophopingen

of tekorten worden veroorzaakt. Voor de behandeling met Osmocote zou door dergelijke analyses bepaald kunnen worden hoe het vrij komen van de voedingsstoffen gewoonlijk verloopt.

Ondanks de vele waarnemingen, zoals het dagelijkse aftappen van het lekwater, kon toch geen richtlijn afgeleid worden waarbij voldoende betrouwbaar het bijbemestingsschema kon worden afgestemd enerzijds op de regenval en anderzijds op de hoeveelheid in de potgrond aanwezige en beschikbare voedingsstoffen. Wel bleken de gehalten in de grond en de hoeveelheid voedingsstoffen in het lekwater tijdens het groeiseizoen steeds meer op te lopen bij de voortdurende bijbemesting of na de tweede gift Osmocote. Analyse van de potgrond leverde cijfers op die voor de voeding van de plant als veel te hoog moeten worden beschouwd. Een betere controle op de bijbemesting via bijbemestingsonderzoek lijkt een eerste stap op de weg naar vermindering van de verontreiniging van het milieu en naar besparing op aankoop van meststoffen. Duidelijk werd ook dat veel voedingsstoffen verloren gingen. Globaal werd de hoeveelheid regenwater vastgesteld waarmee evenveel meststoffen verloren gingen als bij een wekelijkse dosering werden toegevoegd. Uit Osmocote kwam tijdens het groeiseizoen minder meststof vrij, berekend op de totale gift. Aan het eind van het seizoen waren met Osmocote de gehalten in de potgrond echter aanmerkelijk hoger, zodat er in de volgende wintermaanden meer uitspoeling van voedingsstoffen te vrezen valt, o.a. als nog gave Osmocotekorrels kapot vriezen. Nader onderzoek is nodig om te bepalen wat er op de duur nog vrijkomt. Het bleek niet mogelijk tijdens de bijmestperiode een criterium te vinden voor de daling van de potgrondanalysecijfers onder de invloed van de neerslag: de gegevens van Haren gaven nog wel een richtgetal, maar die van Boskoop niet. Dit betekent dat als men een meer gerichte bijbemesting wil toepassen, periodiek bijmestonderzoek van de potgrond moet plaats vinden. Uit de analyse van uit de praktijk ingestuurde potgrondmonsters is wel gebleken dat deze na een periode van zware buien een sterke daling in gehalten vertonen. Uit de modelberekening volgde ook dat het uitlekken van potgronden vooral wordt bepaald door het regenpatroon en niet zozeer door de hoeveelheid regen over een bepaalde periode. Vele lichte buien zullen veel minder tot uitspoeling aanleiding geven dan enkele zware buien. Na een periode van veel en zware regenval kan men wel aannemen dat veel is uitgespoeld en bijbemesting nodig is en dat potgrondonderzoek op dat moment niet behoeft te worden uitgevoerd. Na een periode van betrekkelijke droogte of een

waarin niet al te zware buien zijn gevallen zal bijmestonderzoek van de potgrond aan te bevelen zijn om te bepalen of men het gewas voldoende voedt zonder het milieu al te zeer te belasten of althans zonder verhoging van het risico dat veel meststof uit zal spoelen bij weersomslag.

Gezien de wisselvalligheid van het Nederlandse klimaat lijkt het niet mogelijk een aanzienlijk verlies van voedingsstoffen te voorkomen als men boomteeltgewassen op potgronden met een voldoende luchtcapaciteit op bevredigende wijze wil telen. Te overwegen valt na te gaan of het uitlekwater na opvangen weer te gebruiken is als voedingswater. Het spaart niet alleen voedingsstoffen maar ook water (Bünemann, 1983). Het vraagt een bepaalde investering en de methode zal op economische haalbaarheid beoordeeld moeten worden. Ook moeten oplossingen gezocht worden ter voorkoming van herbesmetting met ziekten.

5. SAMENVATTING

Gedurende de periode 1979-1981 werd op het Proefstation voor de Boomkwekerij* te Boskoop en op het Instituut voor Bodemvruchtbaarheid te Haren onderzoek verricht naar de uitspoeling van water en voedingsstoffen uit potten met boomteeltgewassen. Er waren naast onbegroeide potten drie soorten van begroeiing, te weten beworteld en eenjarig stek van **Chamaecyparis lawsonia** 'Alumii' en beworteld stek van Pyracantha 'Orange Glow'. In Haren was naast "normale" beregening, afgestemd op de geschatte behoefte van het gewas, een object aanwezig met 20% extra beregening. Door de potgrond bestaande uit Fins mosveen was de gebruikelijke basisbemesting van 1,5 kg per m^3 PG-mix 14+16+18, (NPK-meststof + spoorelementen) gemengd, terwijl in het groeiseizoen wekelijks werd bijbemest met N, P en K naar rato van 20 g NPK-mengmeststof Kristalon 17+6+18 per m^2. Op het proefterrein te Boskoop werd bijbemest met dezelfde hoeveelheid voedingsstoffen in de vorm van Kristalon of er werd gewerkt met de langzaamwerkende NPK-mengmeststof Osmocote 18+10+11, 8-9 maanden werkzaam. Bij de aanvang van de proef werd 3 g/l Osmocote door de potgrond gewerkt en in juli werd nog eens 3 g/l toegevoegd, nu bovenop de pot. Twee herhalingen van de proef werden beregend met slootwater, aan één herhaling werd ontzout leidingwater toegediend.

Dagelijks werd de opgevangen hoeveelheid lekwater gemeten, de EC ervan bepaald en in 1981 ook het nitraatgehalte geschat met Merckoquantstrookjes. Min of meer frequent werden monsters uit het lekwater verzameld en nader geanalyseerd op de hoofdvoedingselementen. Ook werd periodiek potgrond geanalyseerd, terwijl door gewasonderzoek de opname van voedingsstoffen door het gewas werd nagegaan.

De per dag opgevangen hoeveelheden lekwater waren zeer wisselend, de EC ervan ook. De laatste was met de eerste zwak negatief gecorreleerd. De dagelijkse hoeveelheid lekwater hing met de neerslaghoeveelheid positief samen, maar met de kunstmatige beregening zwak negatief, waaruit volgt dat de beregening werd uitgevoerd in drogere perioden zonder lek-

---

* Tegenwoordig het Proefstation voor de Boomteelt en het Stedelijk Groen

water van betekenis. De correlatie van hoeveelheid lekwater was met de dagelijkse neerslag van dezelfde dag het sterkst en werd niet beter als de neerslag van voorgaande dagen in de berekening werd opgenomen.

De gehalten aan voedingsstoffen in het lekwater waren aan grote schommelingen onderhevig. Ze waren in het voorjaar bij de aanvang van de proef hoog. Dit wijst erop dat in de eerste tijd, toen opname door het gewas gering was, de basisbemesting van de potgrond uitspoelde. Door een voortgezette wekelijkse bijbemesting liepen de gehalten in het lekwater na een aanvankelijke daling op, wat betekent dat meer werd gegeven dan het gewas opnam. Analyse van de potgrond gaf een hiermee overeenstemmend beeld.

Via de dagelijkse EC-metingen in watermonsters werd een globale schatting gemaakt van de hoeveelheid uitgespoelde voedingsstoffen. Door middel van periodieke analyse op de hoofdvoedingselementen, werd daarvan een nauwkeuriger berekening gemaakt. Zeer hoge verliezen werden gevonden, bij bepaalde combinaties van soort begroeiing en proefjaar, zelfs meer dan tweederde van de meststofgift. Geen grote verschillen in verlies werden gevonden tussen begroeide en onbegroeide potten. Dit wijst erop dat de bemesting de behoefte van het gewas ver overtrof; voor het handhaven van een voldoend niveau in de potgrond ontkomt men echter bij de tot nu toe gebruikte teeltwijze niet aan een meststofgift die hoger is dan de behoefte van de plant. De meststoffenbalans werd sluitend gemaakt door berekening van de hoeveelheid voedingsstoffen die door het gewas werd opgenomen en de hoeveelheid die in de winter 1980/1981 na de proef in de potgrond was achtergebleven. Na toediening van Osmocote spoelde in de zomermaanden evenveel stikstof en fosfaat uit als na bijbemesting met Kristalon, hoewel met Osmocote grotere doses stikstof en fosfaat werden toegediend. In de winter waren de gehalten in de potgrond met Osmocote echter duidelijk hoger, wat een gevaar in kan houden voor het milieu.

Via regressieberekening werd geschat na hoeveel neerslag het uitlekken begint en hoeveel voedingsstoffen dan via het lekwater per mm neerslag verdwijnen. Dit gegeven zou als richtlijn kunnen dienen voor het beter afstemmen van het bemestingsadvies op de weersgesteldheid. Een dergelijke berekening over de daling van de gehalten aan nutriënten in potgrond onder invloed van neerslag leverde weinig op. De gegevens van Haren verschaften enig inzicht, maar bij de in Boskoop periodiek verzamelde potgrondanalysecijfers was er geen duidelijke samenhang.

In een eenvoudig simulatiemodel werd dag voor dag de hoeveelheid lekwater geschat die bij de gegeven hoeveelheid neerslag en beregening uitspoelt. De correlaties waren het sterkst en de regressiecoëfficiënten naderden 1 als voor de gegevens van Haren de actuele verdamping werd gesteld op 0,6 x de open-waterverdamping, berekend volgens de Penmanformule. In de Boskoopse gegevens was de verdamping, gemeten met de verdampingsmeter van Hellings, voldoende maatgevend. Een andere goede benadering was die waarin de actuele verdamping volgens een exponentieel verband afhankelijk werd gesteld van het vochtgehalte van de potgrond. Uit de modelberekening volgde dat bij een gegeven regenhoeveelheid over een bepaalde periode de hoeveelheid lekwater vooral bepaald wordt door de verdeling van de neerslag. Weinig lekwater werd gevonden bij regelmatige neerslag in de vorm van lichte buien en veel uitspoeling als dezelfde hoeveelheid in enkele zware buien neer zou komen.

In een kunstmatige-regenproef, binnen uitgevoerd met toenemende hoeveelheid neerslag, werd aangetoond dat na de meststofgift het nitraat zich min of meer laagsgewijze door de potgrond verplaatst, maar dat bij de eerste regenhoeveelheid een deel van de meststof langs de potgrond en potwand snel de bodem van de pot bereikt, hetgeen dan tijdelijk een hoog gehalte aan zouten in het lekwater veroorzaakt.

6. SUMMARY

For three years (1979-1981), trials were carried out at the Research Station for Nursery Stock and Urban Greenery in Boskoop and at the Institute for Soil Fertility in Haren to study the leaching of water and nutrients from pots with nursery plants. Beside fallow pots, three kinds of nursery stock were used, viz., rooted cuttings and one-year old rooted cuttings of **Chamaecyparis lawsoniana** 'Alumii' and rooted cuttings of Pyracantha 'Orange Glow'. In Haren two irrigation treatments were carried out: a) "normal" irrigation, as best as possible attuned to the need of the plants and b) an additional (20%) amount of water. At the start of the experiments in the spring the usual basal dressing; 1.5 kg/m^3 PG-mix 14+16+18 with trace elements, was mixed with the potting soil consisting of Finnish sphagnum peat. During the growing season a weekly topdressing with N, P and K was applied in the form of 20 g/m^2 Kristalon 17+6+18 with trace elements. In the trials in Boskoop the same was done, but in addition in a second treatment the slow-release fertilizer Osmocote 18+10+11 (8-9 months release period) was used. At the start 3 g/l Osmocote was mixed with the potting soil. In July, 3 g/l was added on top of the potting soil. The plants in two replications were irrigated with ditch water, those in one replication with demineralised tap water in accordance with plant need.

The amounts of leachate were collected and measured daily. The EC was measured, and in 1981 also the nitrate content was determined with Merck-nitrate strips. The leachate was stored for periods of two weeks (in 1981 for four weeks) and then EC and contents of N, P and K were determined. Periodically soil samples were taken for analysis, and aerial plant parts were sampled to determine nutrient uptake.

The daily amounts of leachate and EC-values varied strongly. Between the two a weakly negative correlation existed. The daily amount of leachate was positively correlated with rainfall, but its relation with the amount of irrigation was weakly negative, which indicates that irrigation was carried out during dry spells with little leaching. The correlation of the daily amount of leachate with the amount of rain fallen on the same day was highest, and did not improve when the rainfall of preceding days was also taken into account.

The nutrient concentrations of the leachate varied strongly. After the trials were started in spring, the concentrations were high. This indicates that, initially, when uptake by the plants was low, the basal dressing was being lost due to leaching. After a decrease the nutrient concentrations in the leachate increased due to the weekly topdressing. This means that more nutrients were supplied than the plants could take up. Analysis of the potting soil yielded a similar pattern.

Through the daily EC-measurements a rough estimate was obtained of the loss of nutrient elements with the leaching water; through periodical analysis of leachate samples a more accurate calculation of the nutrient losses was made. Very high losses of nutrients were found, in some cases even more than two thirds of the amount applied. No large differences were found in nutrient losses between pots with and without nursery plants. This means that the fertilizer supply greatly exceeded plant demand. However, to maintain a sufficient nutrient level in the potting soil, a fertilizer application rate in excess of plant requirement cannot be avoided in this growing system with free leaching. To balance the nutrient budget, the amounts of nutrients taken up by the plants and the amounts of nutrients remaining in the potting soils at the end of the trial in the winter of 1980-1981 were calculated. After application of Osmocote, as much nitrogen and phosphate were leached out in the course of the summer as after weakly topdressing with Kristalon, even though larger anmounts of nitrogen and phosphate were supplied in the Osmocote. However, in winter the contents in the potting soil with Osmocote were markedly higher, which constitutes an increased risk of environmental pollution.

From regression equations the minimum amount of rainfall needed to produce leaching was estimated as well as the amount of nutrients that will subsequently be lost per mm rainfall. The results of such calculations can perhaps be used to improve fertilizer recommendations by taking the influence of weather conditions into account. However, such a calculation for the effect of rainfall on the level of nutrients in the potting soil was only moderately successful for the data from Haren while the data from Boskoop yielded practically no useful information in this respect.

In a simple simulation model the daily quantity of leachate was calculated on the basis of water supply and evapotransporation. The correlation between the measured and calculated amounts of leachate water, was

highest and the regression coefficients approached unity when for the data from Haren the actual evapotranspiration was set at 0.6 times the open-pan evaporation, calculated with Penman's formula. For the data from Boskoop, evaporation as measured with the Hellings evaporation meter was sufficiently conclusive. Another good approximation was obtained by relating the actual evapotranspiration to the water content of the potting soil according to an exponential relationship. The model also indicated that for a given amount of rainfall in a given period the amount of leachate is determined especially by the distribution of the rainfall over this period. Little leachate appeared in the case of regular, light showers and much if the same quantity of rain would come down in a few heavy showers.

In an irrigation trial, carried out indoors with increasing rates of water, it was shown that fertilizer nitrate is displaced downward in layers through the potting soil, but that with the first quantity of irrigation water a part of the fertilizer quickly reaches the bottom of the pot by moving along the interface between potting soil and pot wall; this results in a temporarily high salt concentration of the leachate.

7. LITERATUUR

Anon., 1982. Bemestingsadvies boomkwekerijgewassen in potten tot 5 liter. Cons. Bodemaangelegenh. Tuinbouw, Wageningen, 8 pp.

Boon, J. van der, en Das, A., 1981. Een langzaamwerkende mengmeststof voor boomteeltgewassen in potten. Inst. Bodemvruchtbaarheid, Rapp. 10-81, 75 pp.

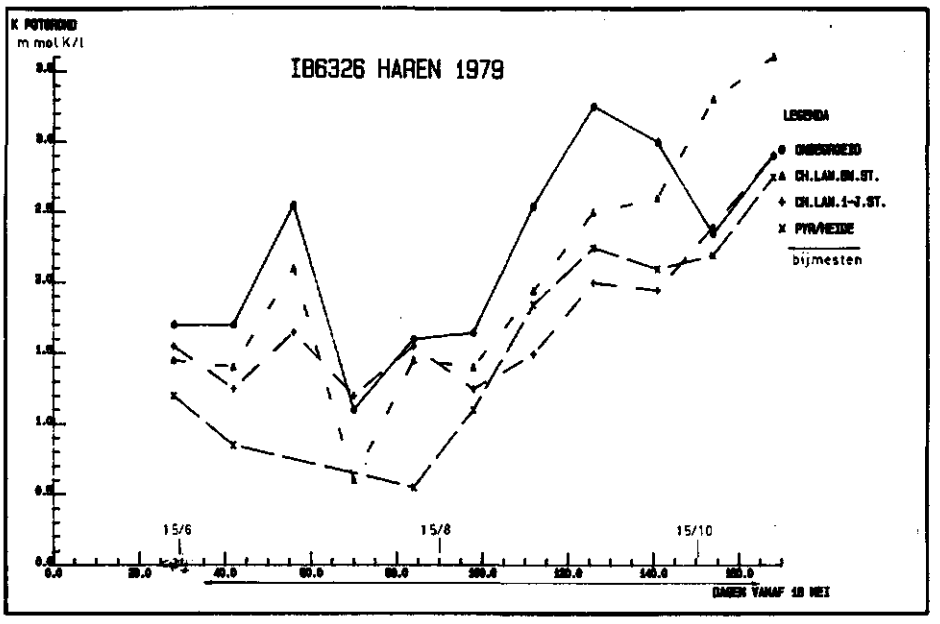
Bünemann, G., 1983. Wasserwiederverwendung in Baumschulen. Deutsche Baumschule 9: 341-345.

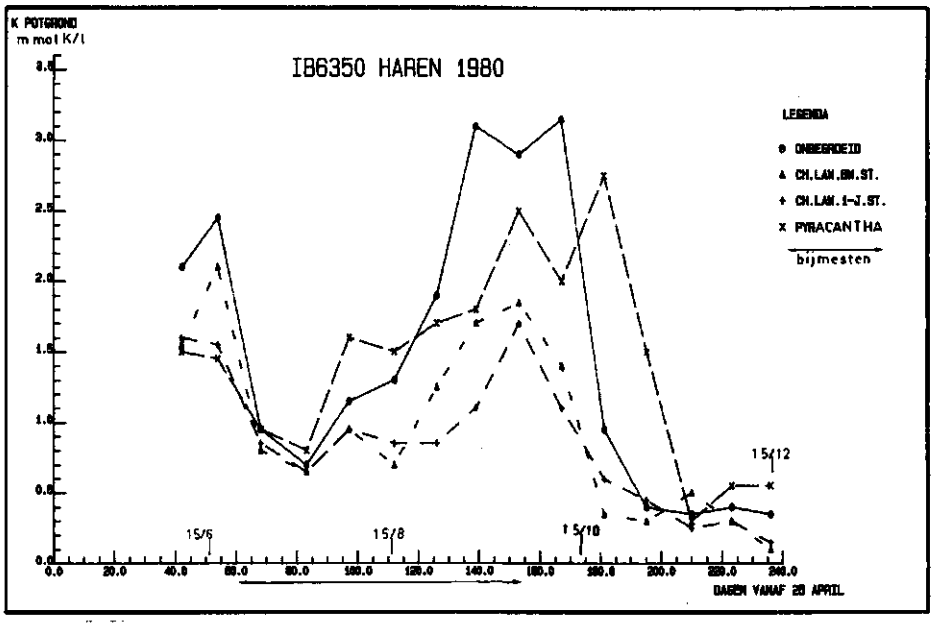
Zandt, P.A. en Willigen, P. de., 1981. Simulatie van stikstofverdeling in de grond in winter en voorjaar. Inst. Bodemvruchtbaarheid, Rapp. 4-81, 33 pp. + bijlage.

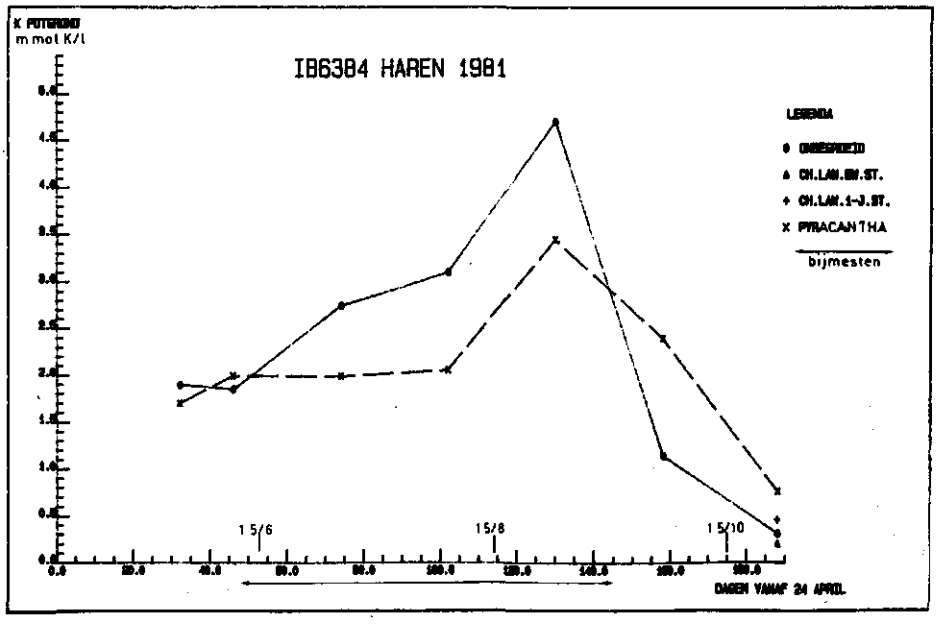
8. BIJLAGEN

BIJLAGE I. Grafische weergave van relaties.

APPENDIX I. Graphical representation of relations found.

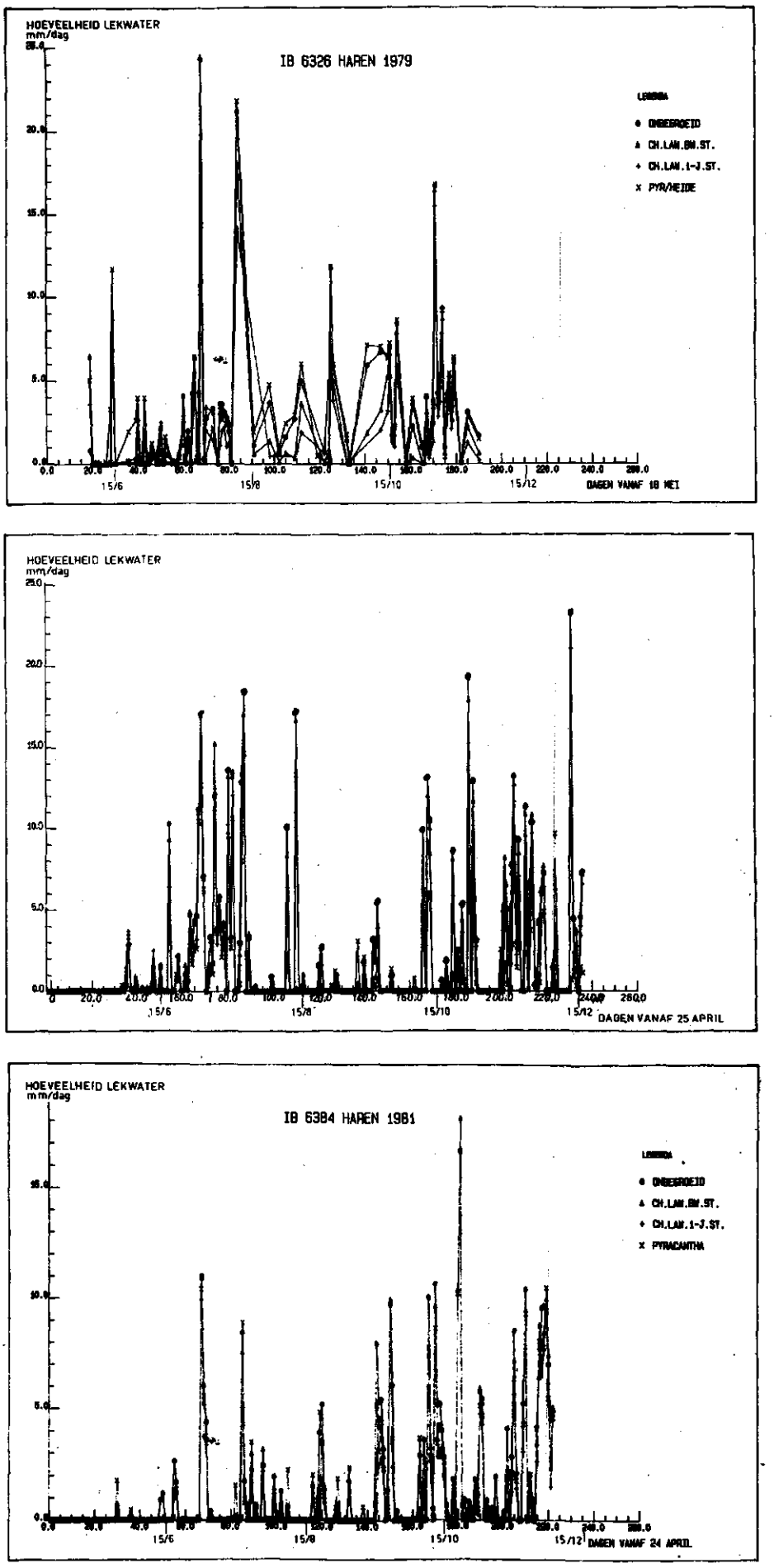






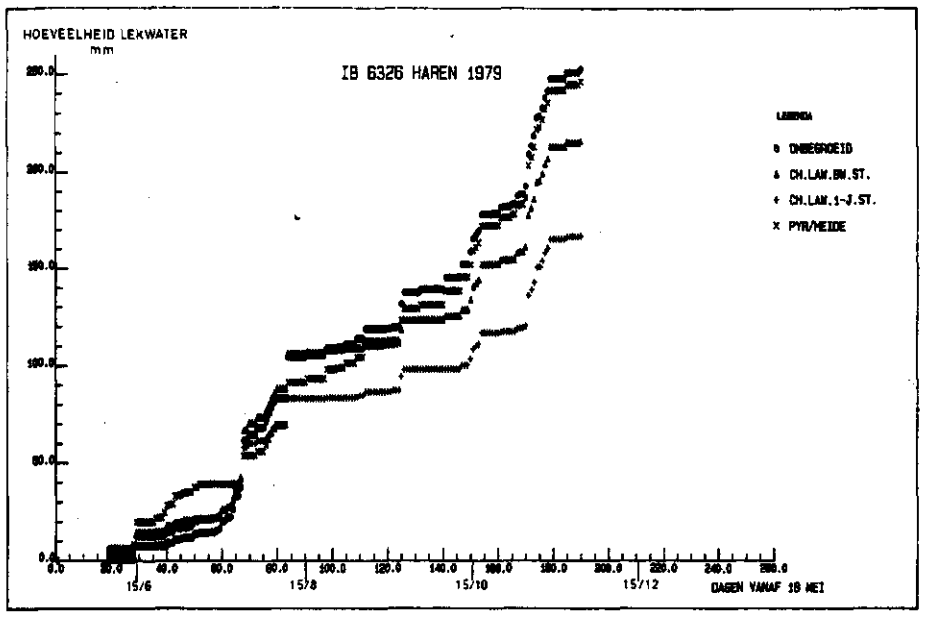
Figuur I.1. Verloop van K-potgrond in Haren bij vier soorten van begroeiing.

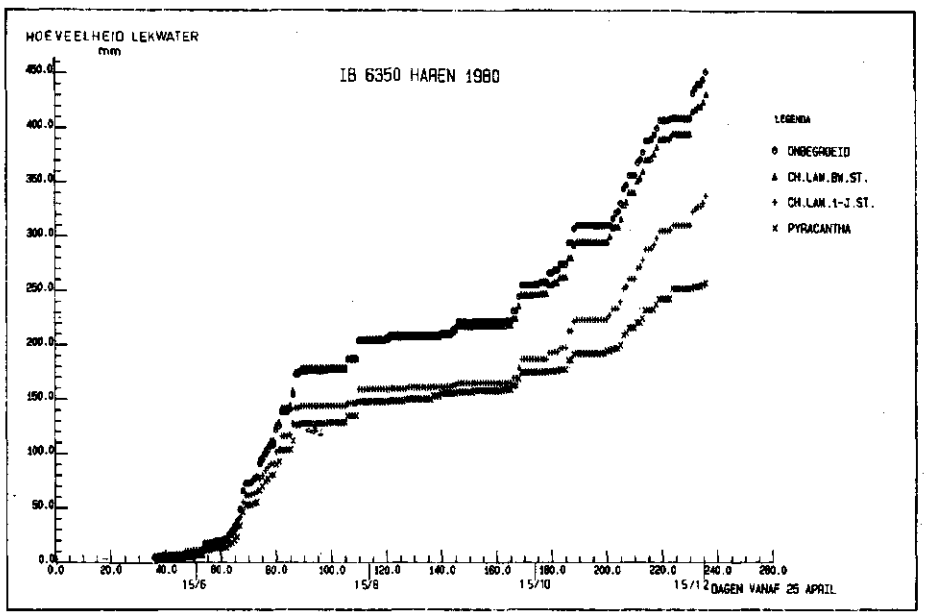
Figure I.1. Course of water-soluble K in potting soil, Haren. Four kinds of nursery stock.

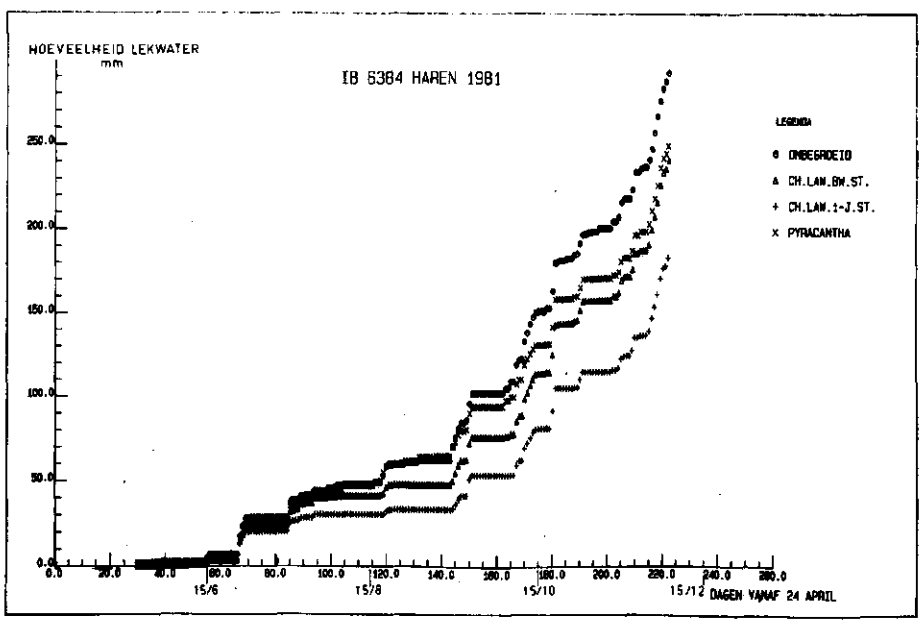


Figuur I.2. Dagelijkse hoeveelheid lekwater in Haren. Vier soorten van begroeiing.

Figure I.2. Daily amount of leachate, Haren. Four kinds of nursery stock.

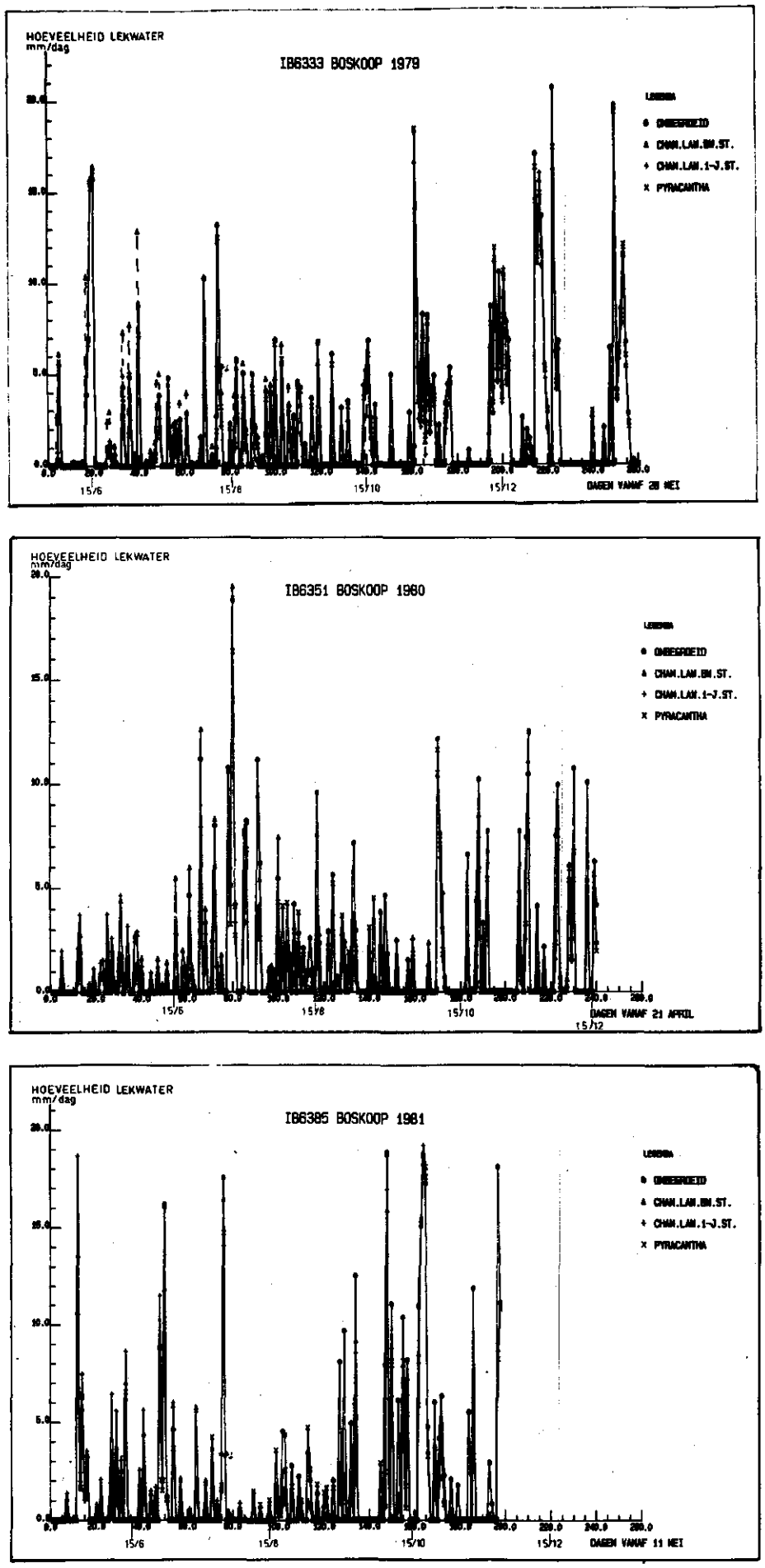






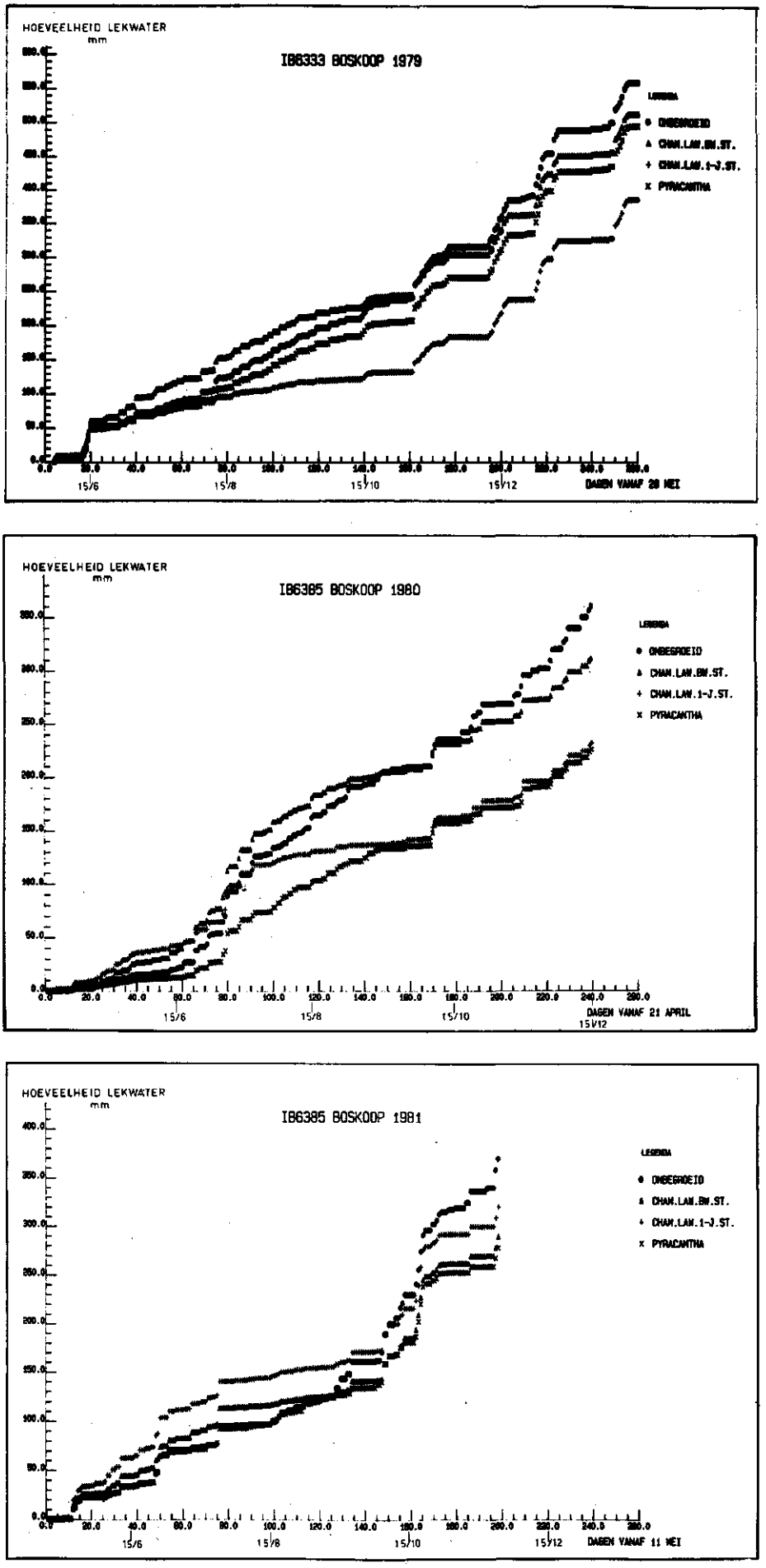
Figuur I.3. Cumulatieve hoeveelheid lekwater voor vier soorten begroeiingen in Haren.

Figure I.3. Cumulative amount of leachate, Haren. Four kinds of nursery stock.



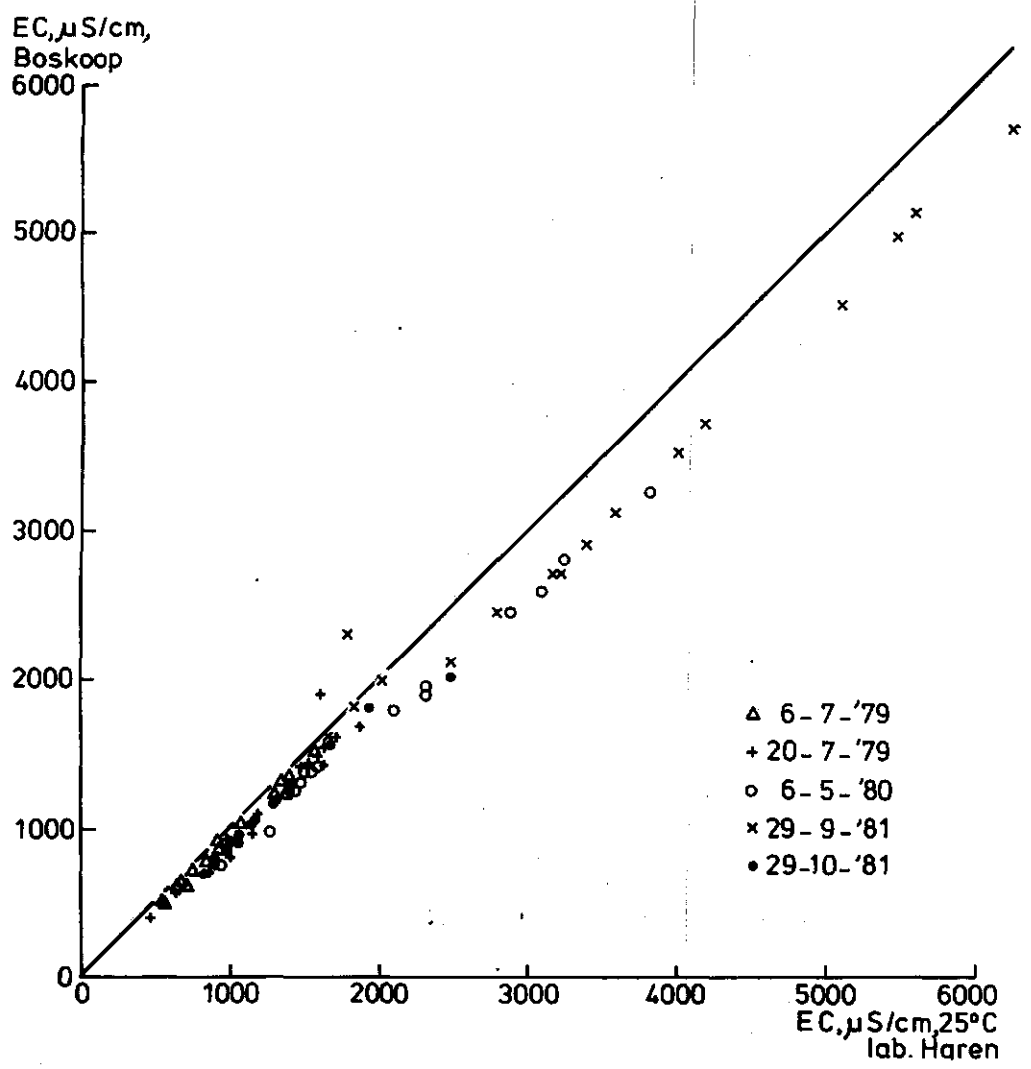
Figuur I.4. Dagelijkse hoeveelheid lekwater in Boskoop. Vier soorten van begroeiing.

Figure I.4. Daily amount of leachate, Boskoop. Four kinds of nursery stock.



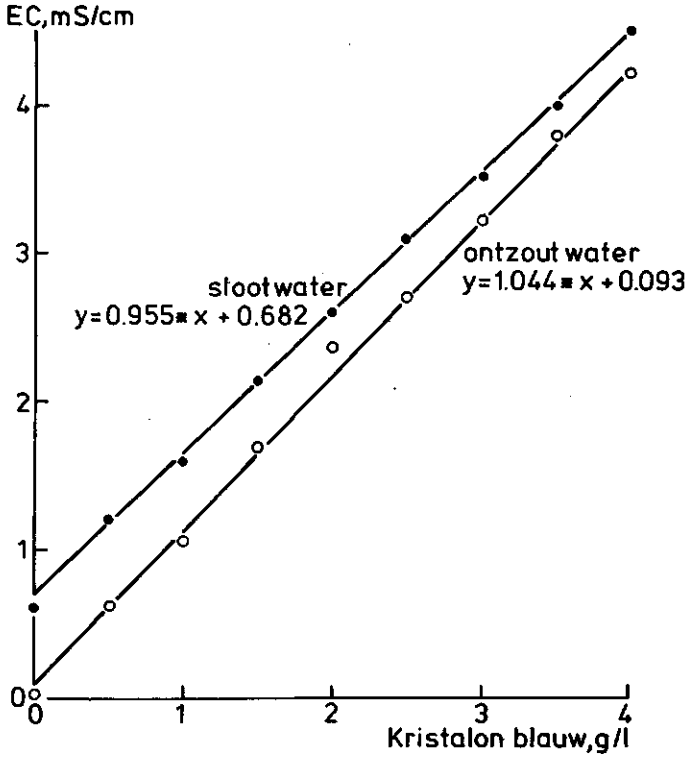
Figuur I.5. Cumulatieve hoeveelheid lekwater voor vier soorten begroeiingen in Boskoop.

Figure I.5. Cumulative amount of leachate, Boskoop. Four kinds of nursery stock.



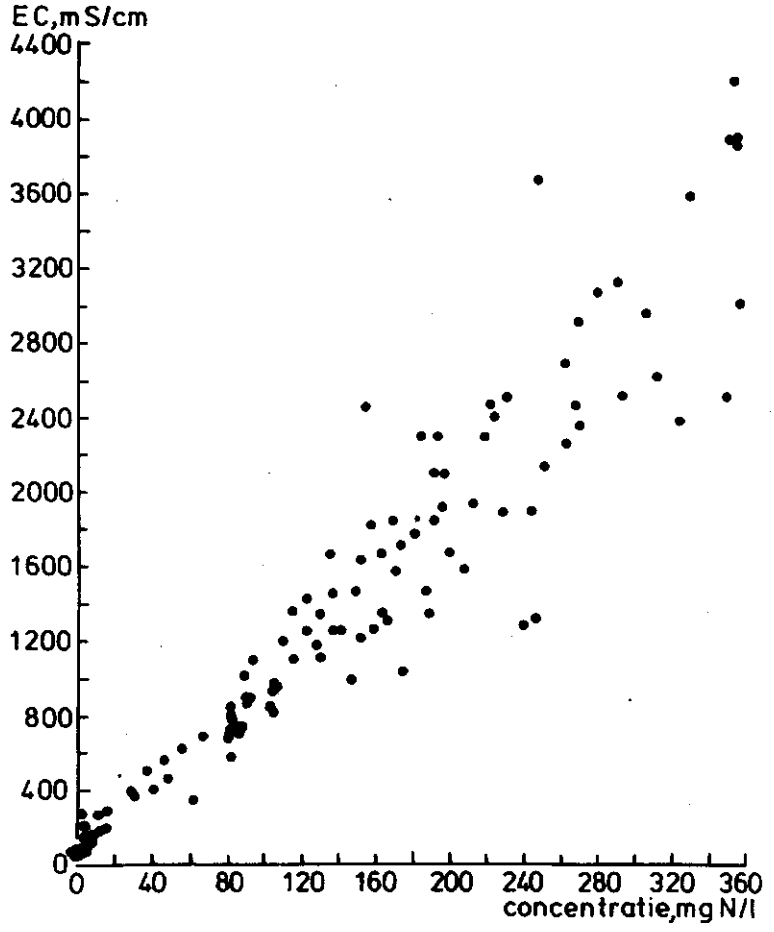
Figuur I.6. EC-metingen in Boskoop zonder temperatuurcorrectie tegen EC van Centraal Laboratorium IB (25 °C).

Figure 1.6. EC measurements in Boskoop without correction for temperature plotted against EC values from central laboratory of the institute (25 °C).



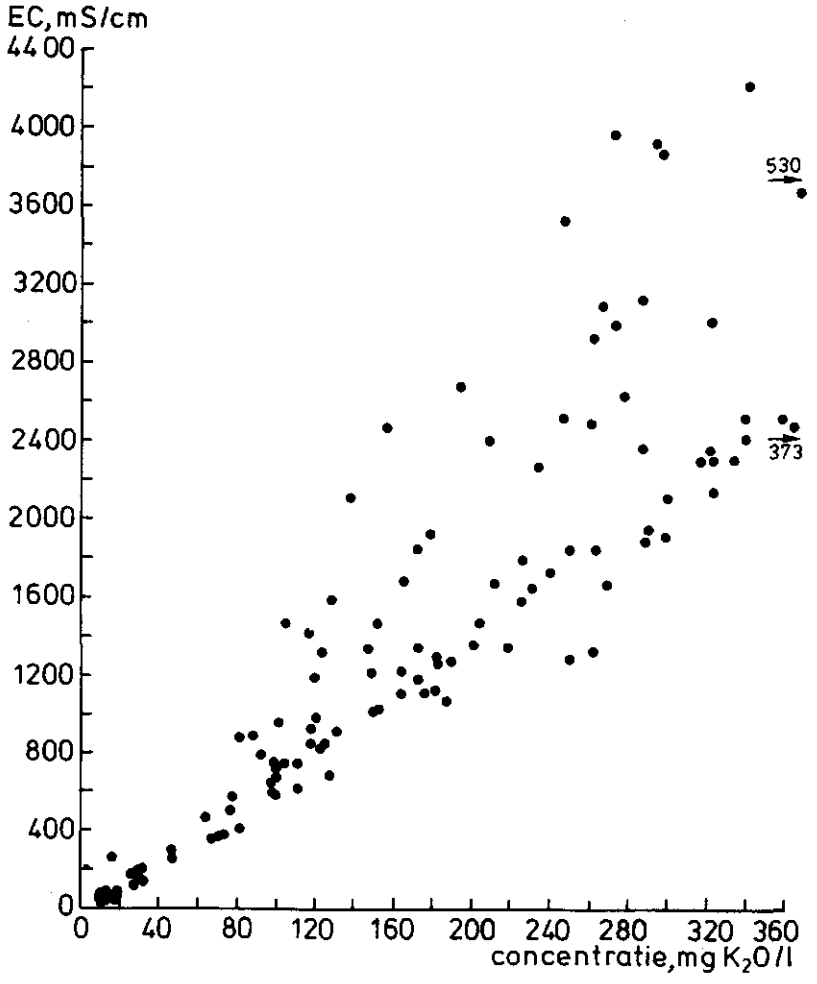
Figuur I.7. EC bij toenemende hoeveelheden Kristalon in slootwater en ontzout leidingwater (Boskoop).

Figure I.7. EC values at increasing levels of Kristalon in ditch water and in demineralised tapwater in Boskoop.



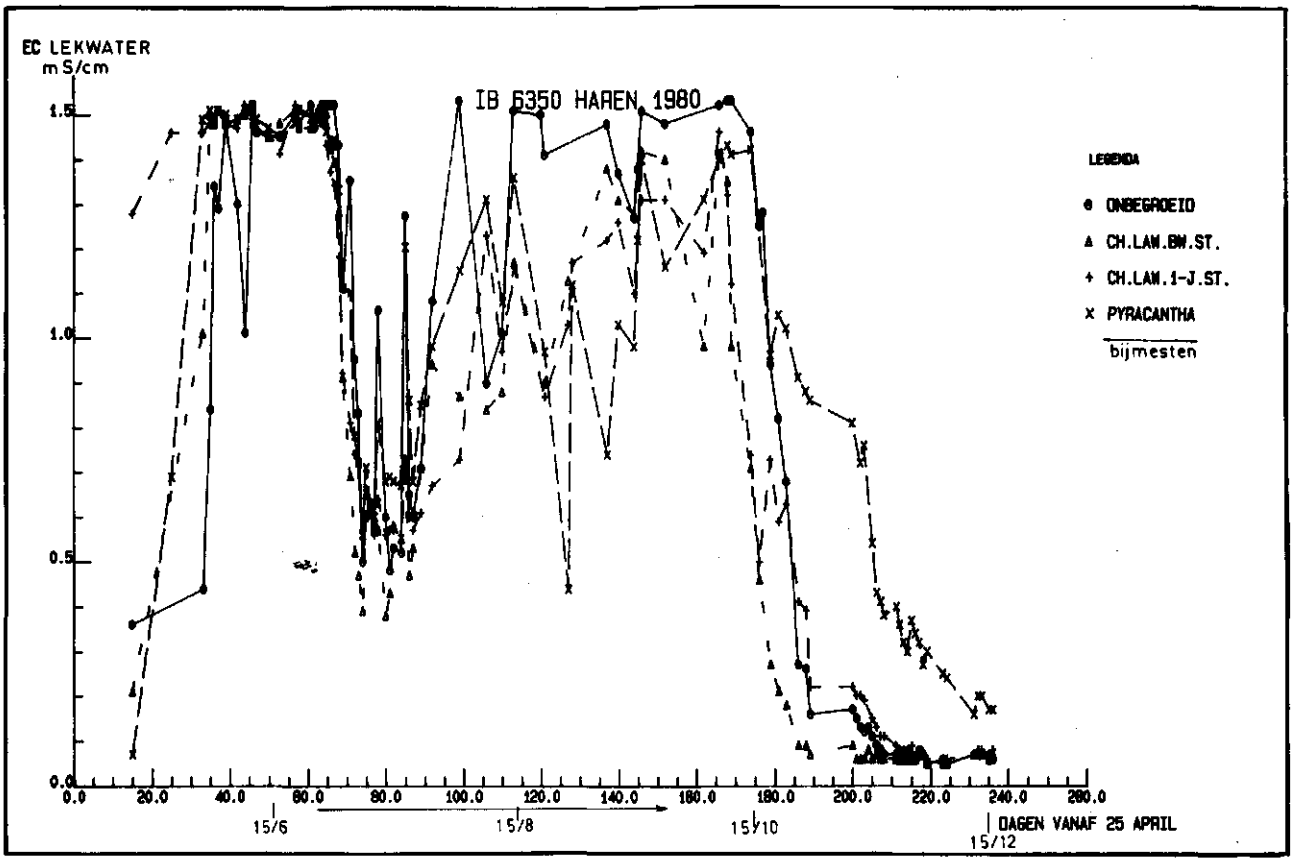
Figuur I.8. Relatie tussen EC en N-gehalte in de periodieke watermonsters. Gegevens Haren 1980.

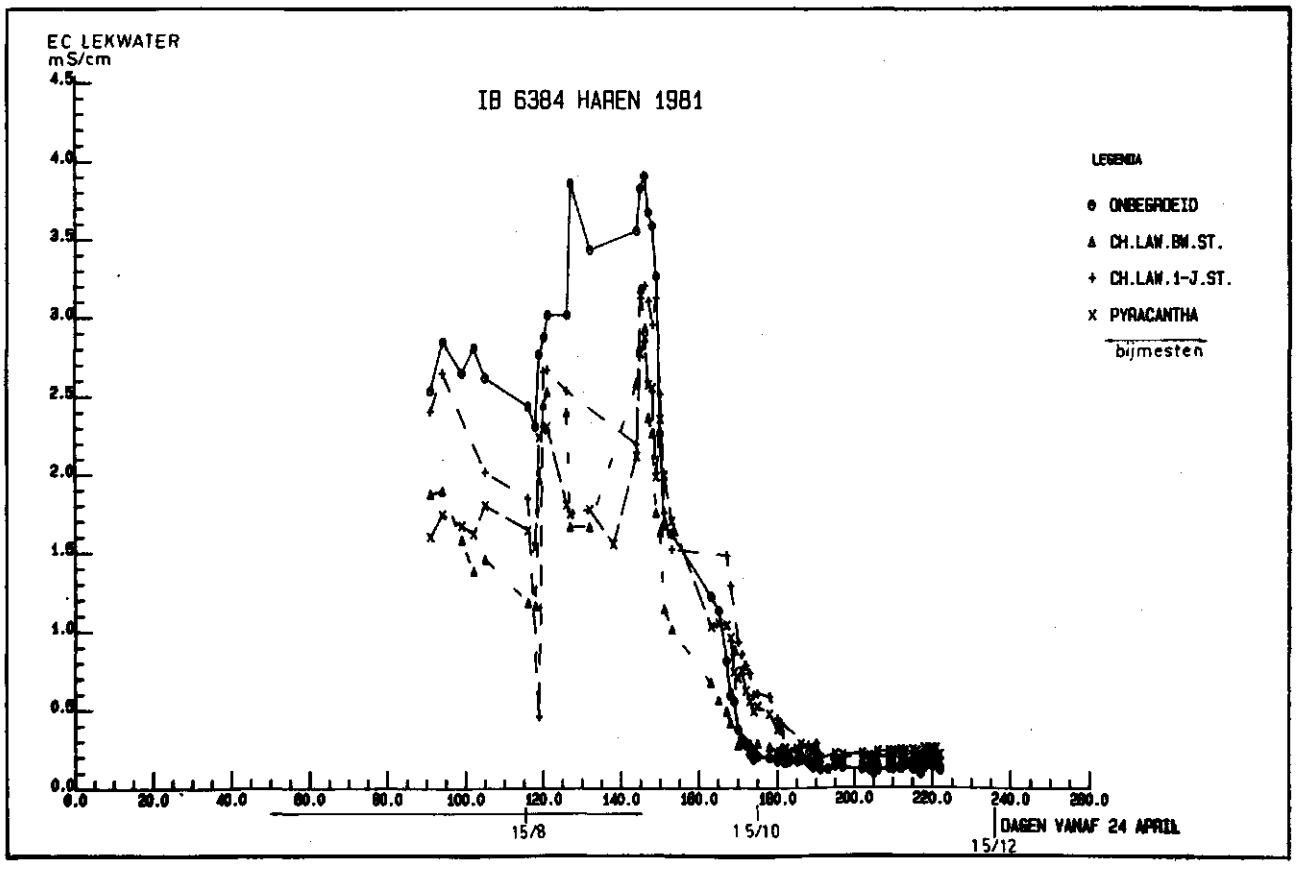
Figure I.8. Relation between EC and N concentration in periodic samples of leachate. Data from Haren, 1980.



Figuur I.9. Relatie tussen EC en K-gehalte in de periodieke watermonsters. Gegevens Haren 1980.

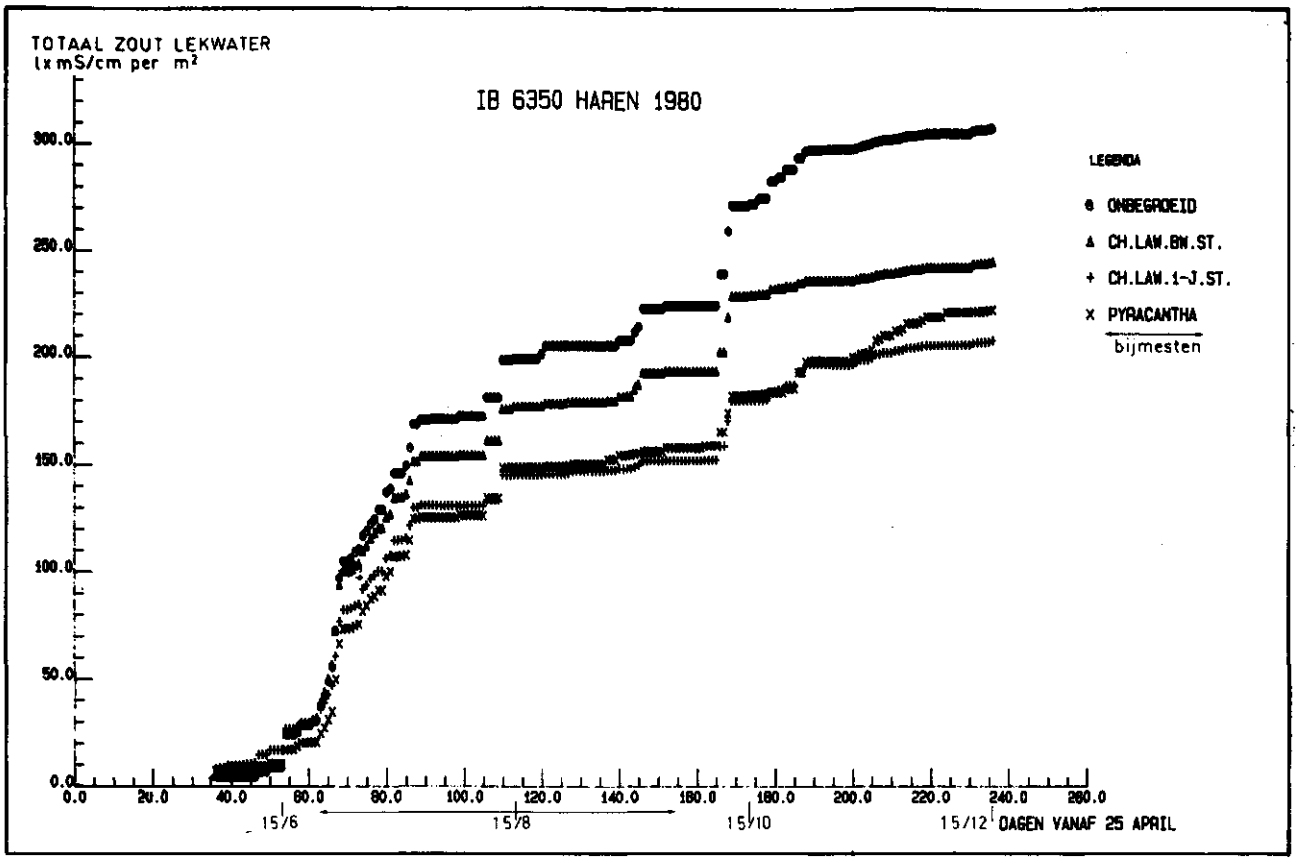
Figure I.9. Relation between EC en K concentration in periodic samples of leachate. Data from Haren, 1980.

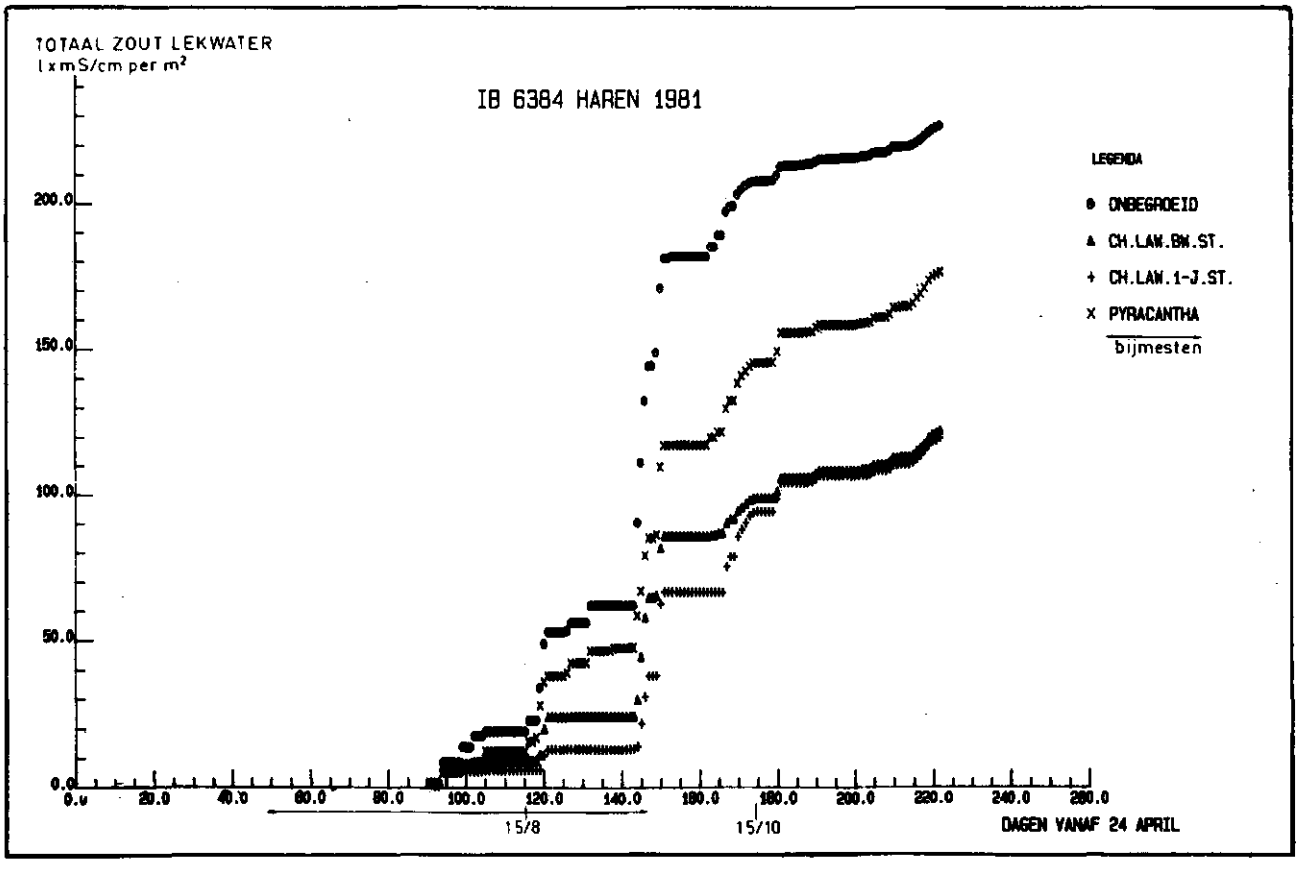




Figuur I.10. Dagelijkse EC van lekwater in Haren in 1980 en 1981 (gedeeltelijk). Vier soorten van begroeiing.

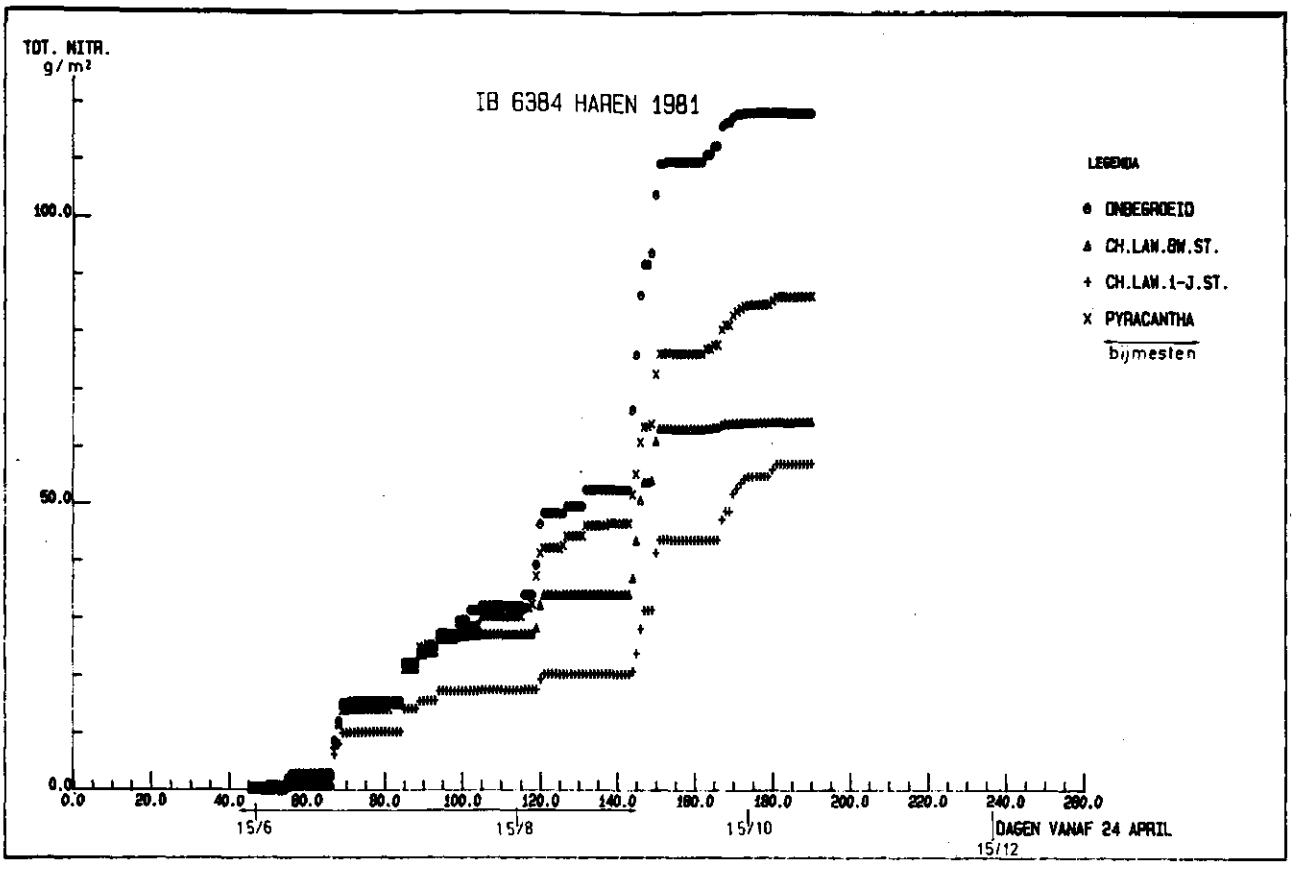
Figure I.10. Daily EC values of leachate in Haren in 1980 and 1981 (partly). Four kinds of nursery stock.

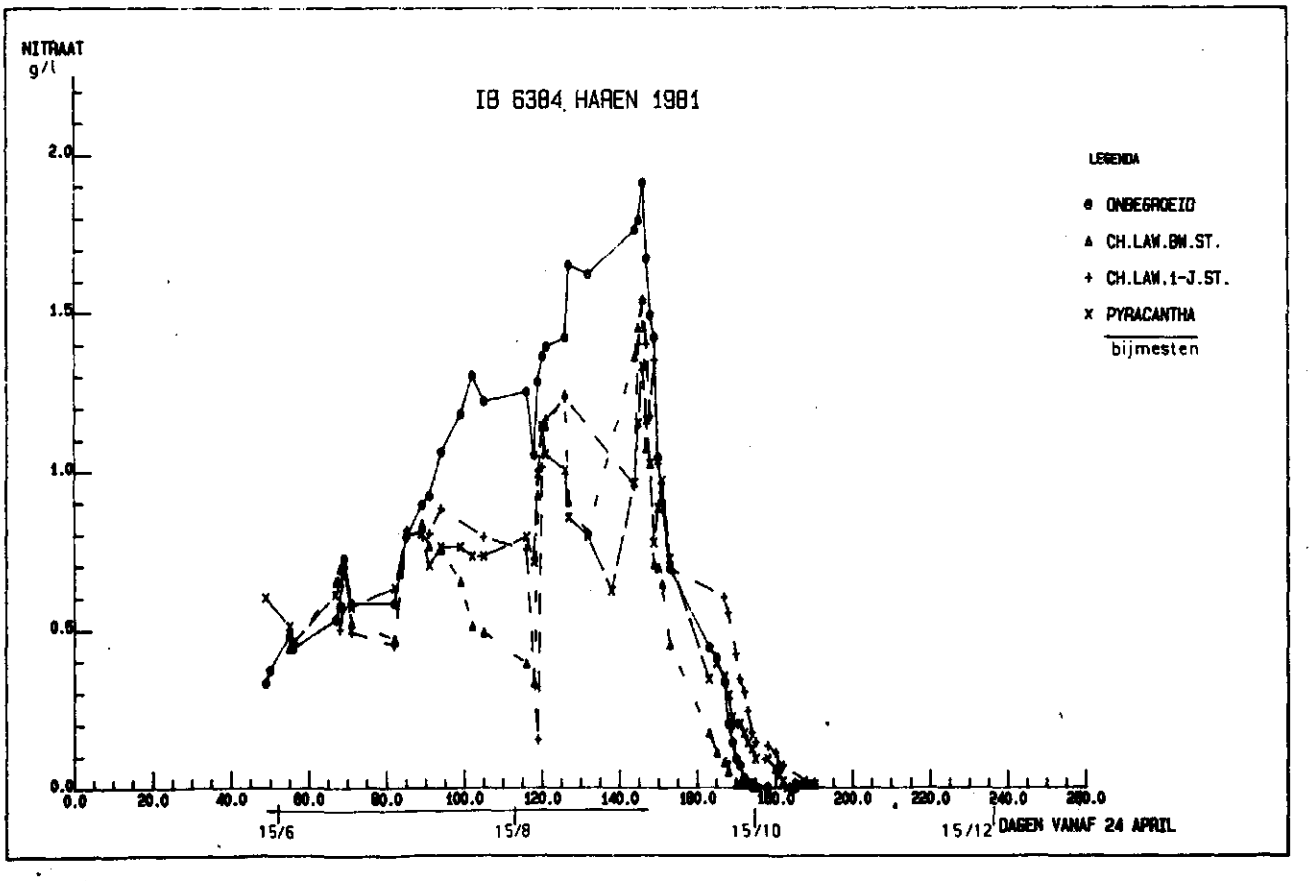




Figuur I.11. Totale hoeveelheid uitgelekt zout in Haren in 1980 en 1981 (gedeeltelijk) (berekend via dagelijkse EC-meting).

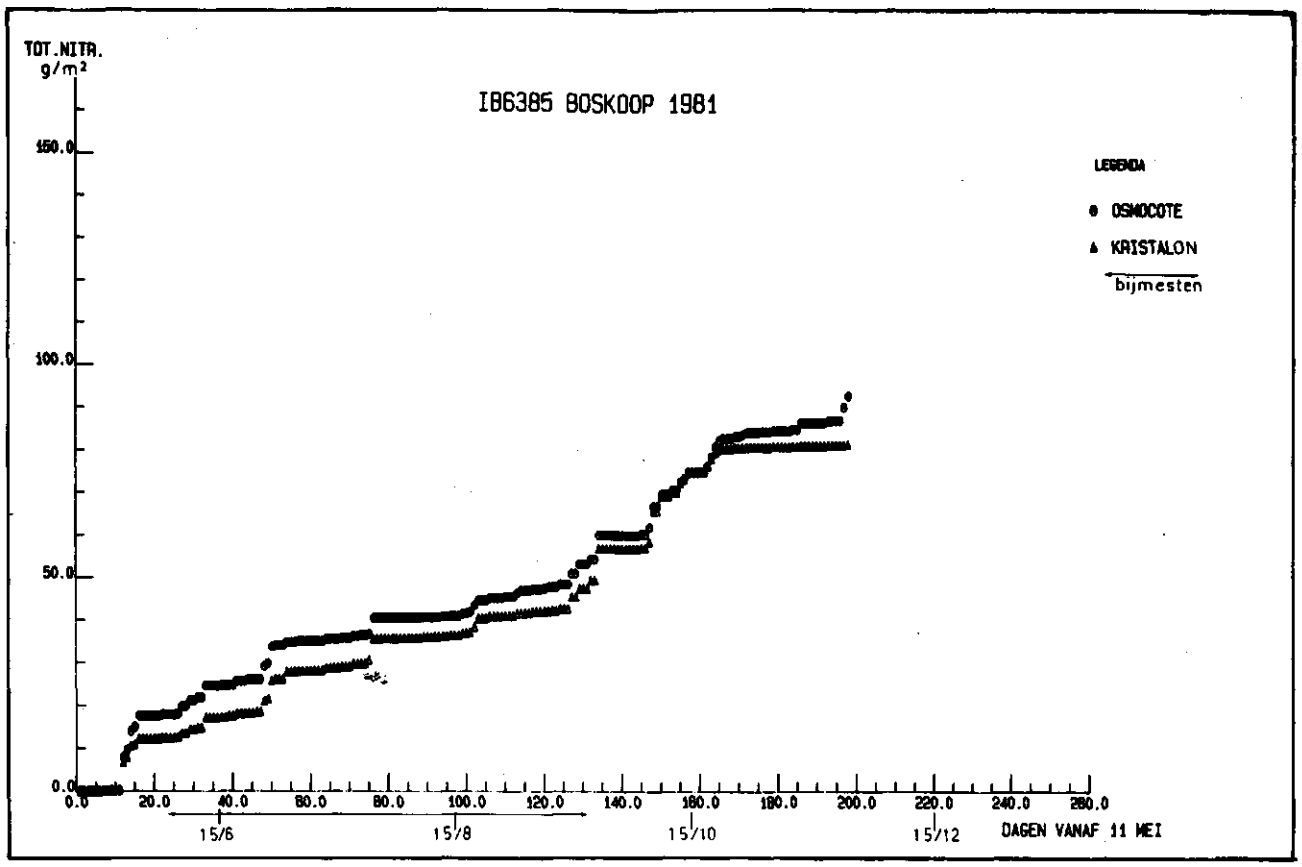
Figure I.11. Cumulative amount of salts, leached out in Haren. (Calculation by means of EC-values). Four kinds of nursery stock.

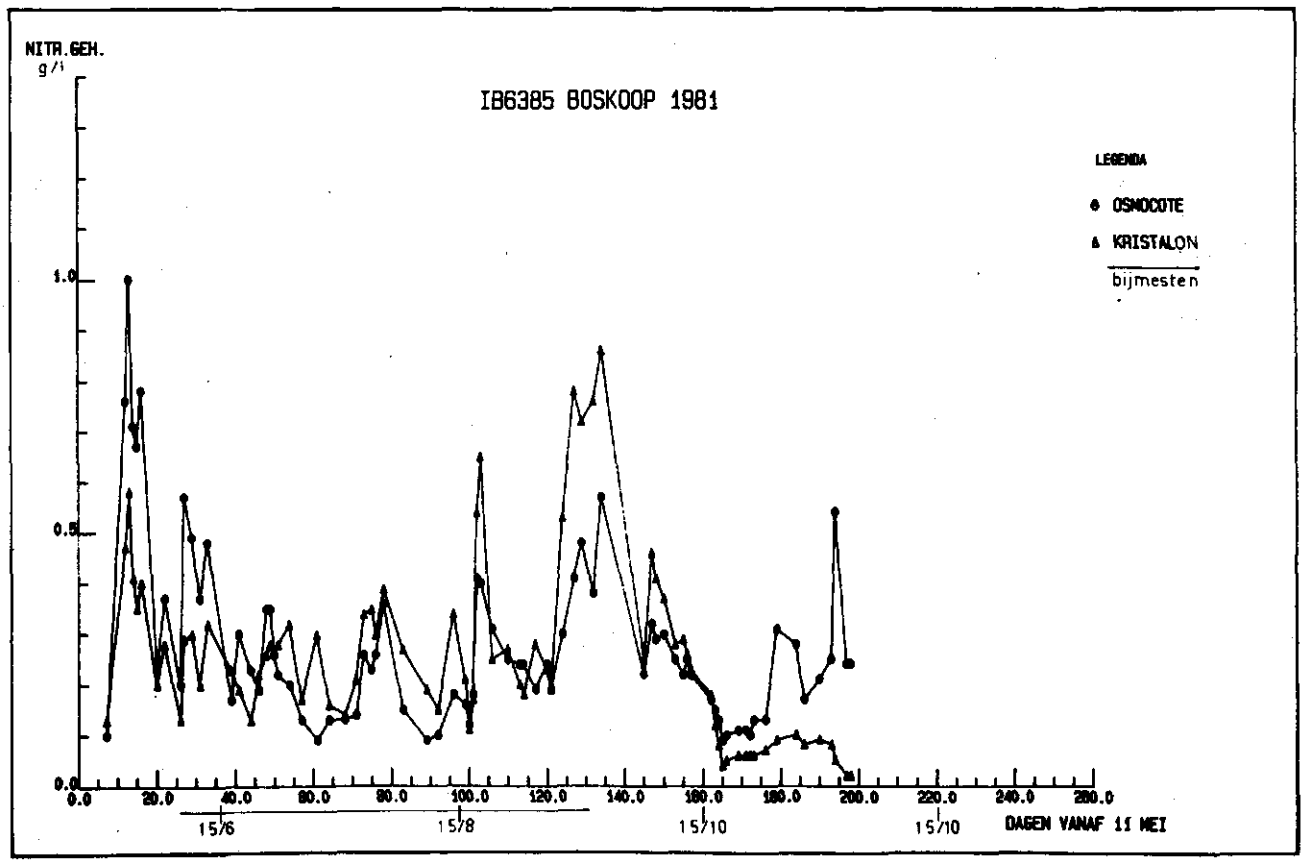




Figuur I.12. Nitraatgehalte van lekwater in Haren in 1981 en totale hoeveelheid uitgespoeld nitraat bij vier soorten begroeiingen.

Figure I.12. Nitrate concentration of leachate in Haren in 1981 and cumulative amount of nitrate leached out. Four kinds of nursery stock.





Figuur I.13. Nitraatgehalte van lekwater in Boskoop in 1981 en totale hoeveelheid uitgespoeld nitraat bij twee soorten meststof.

Figure I.13. Nitrate concentration of leachate in Boskoop in 1981 and cumulative amount of nitrate leached out. Two kinds of fertilizer.

BIJLAGE II. Fysische eigenschappen van de potgrond.
APPENDIX II. Physical properties of the potting soil.

TABEL II.1. pF-curve.
TABLE II.1. pF-curve.

Kenmerken	Uitgangsmateriaal		Eind van de teelt			
	IB 6384 Haren 1981	IB 6385 Boskoop 1981	IB 6350 Haren 1980		IB 6351 Boskoop 1980	
			onbe-groeid	Cham. 1-j. stek	onbe-groeid	Cham. 1-j. stek
pF	vol. % water					
1,0	86,2	82,8	71,0	76,2	79,9	83,2
1,5	52,1	52,0	52,2	55,8	60,6	64,7
1,7	44,5	44,2				
2,0	37,1	38,6	34,5	39,0	39,7	46,3
3,4	11,9	10,6				
4,2	7,0	6,3	8,6		10,6	
6,0	1,1	0,7	5,3		6,4	
volume gewicht						
g/100cc	8,7	8,5	6,5		8,2	9,4
vol. % grond	5,2	5,1	4,2		5,1	5,8
por.vol. %	94,8	94,9	95,8		94,9	94,2

BIJLAGE III. Laagste en hoogste gehalten in lekwater tijdens bijmestperiode.

APPENDIX III. Lowest and highest nutrient content of leachate during the topdressing period.

TABEL III. 1. Laagste en hoogste gehalte gevonden tijdens bijbemesting in het lekwater over een periode van 14 dagen in 1979 en 1980 en over 28 en 56 dagen in 1981. In 1980 en 1981 (2/12 resp. 29/10) ook de laagste cijfers van late bemonstering, een tijd na de periode van bijbemesting. Gegevens van Haren.

TABLE III. 1. Lowest and highest nutrient content of leachate during the topdressing period in periods of 14 days in 1979 and 1980 and of 28 and 56 days in 1981. For late sampling on 2 December 1980 and 29 October 1981, some time after topdressing, also the lowest figures. Data from Haren.

Jaar	mg/l N			mg/l P_2O_5			mg/l K_2O			EC mS/cm		
	laagste	hoogste	laagste eind	laagste	hoogste	laagste eind	laagste	hoogste	laagste eind	laagste	hoogste	laagste eind
1979	68	535		36	425		43	590		0,75	4,39	
1980	48	356	0,2	18	508	1,9	78	341	13	0,58	4,23	0,05
1981	133	444	27	57	381	18	141	518	75	1,91	3,89	0,32

TABEL III. 2. Laagste en hoogste gehalte gevonden tijdens bijbemesting in het lekwater over een periode van 14 dagen in 1979 en 1980 en over 28 en 56 dagen in 1981. Ook de laagste cijfers in late bemonstering na de bijmestperiode. Gegevens van Boskoop. Eind van de proeven in de drie jaren resp. december, 16 december en 27 oktober.

TABLE III. 2. Lowest and highest nutrient content of leachate during the topdressing period in periods of 14 days in 1979 and 1980 and of 28 and 56 days in 1981. Also lowest levels in late samplings after topdressing period. Data from Boskoop. End of the experiments in the three years in December, 16 December and 27 October, respectively.

Jaar	mg/l N			mg/l P_2O_5			mg/l K_2O			EC mS/cm		
	laagste	hoogste	laagste eind	laagste	hoogste	laagste eind	laagste	hoogste	laagste eind	laagste	hoogste	laagste eind
1979	17	445	3	20	388	5	10	401	21	0,29	4,39	0,29
1980	24	526	3	10	541	9	29	490	50	0,42	6,04	0,75
1981	33	382	17	33	571	20	48	617	18	1,08	6,25	0,86

BIJLAGE IV. Balans van voedingsstoffen.

APPENDIX IV. Nutrient balance.

TABEL IV. 1. Balans van voedingsstoffen opgenomen door het gewas, vastgehouden in de potgrond of uitgespoeld na Kristalon-bemesting. Gegevens Haren.

TABLE IV. 1. Balance of nutrient elements taken up by the plants, retained in the potting soil or leached out after top-dressing with Kristalon. Data from Haren.

	Braak			Chamaecyparis						Pyracantha[1)]		
				bew.stek			1-j.stek					
	79	80	81	79	80	81	79	80	81	79	80	81
	Percentage van totale gift											
	Kristalon											
N												
gewas				18,2	24,7	27,0	21,0	32,6	31,9		25,4	29,5
grond		0,0			0,0			0,0			0,0	
lekwater	88,4	91,8	61,4	66,4	69,0		61,6	67,7		60,1	55,4	49,0
P_2O_5												
gewas				14,4	14,1	20,0	16,8	19,0	23,6		20,6	22,9
grond		14,5			12,2			13,0			8,4	
lekwater	54,4	91,4	56,1	50,0	80,2		35,2	69,6		58,0	55,5	53,8
K_2O												
gewas				13,9	15,5	24,6	14,6	26,8	26,9		27,7	27,4
grond		9,7			8,1			10,7			16,1	
lekwater	69,5	96,9	72,5	56,4	72,8		43,9	62,6		49,2	53,9	58,2
	Toegediende meststof, g/m^2											
N	75,7	59,7	62,0	74,0	58,1		67,6	54,2		75,7	59,7	62,0
P_2O_5	39,1	34,0	31,4	37,2	32,2		37,2	33,0		39,1	34,0	31,4
K_2O	83,7	66,9	68,4	81,6	64,9		75,4	61,4		83,7	66,9	68,4

1) 1979 heide

TABEL IV. 2. Balans van voedingsstoffen opgenomen door het gewas, vastgehouden in de potgrond of uitgespoeld na Kristalonbemesting. Gegevens Boskoop.

TABLE IV. 2. Balance of nutrient elements taken up by the plants, retained in the potting soil or leached out after topdressing with Kristalon. Data from Boskoop.

	Braak			Chamaecyparis						Pyracantha[1)]		
				bew.stek			1-j.stek					
	79	80	81	79	80	81	79	80	81	79	80	81
	Percentage van totale gift											
	Kristalon											
N												
gewas				39,3	42,6	40,8	33,3	29,5	36,2	11,9	21,3	40,7
grond		0,0			0,0			0,0			0,0	
lekwater	42,0	48,7	50,5	28,1	30,1		22,1	24,8		47,2	38,9	55,7
P_2O_5												
gewas				26,1	31,6	26,6	20,0	21,8	21,8	6,9	15,4	21,8
grond		0,0			0,0			0,0			0,0	
lekwater	51,7	74,0	82,9	45,8	63,4		38,7	56,0		61,9	67,5	105,1
K_2O												
gewas				25,9	23,6	22,8	17,7	20,3	20,4	7,1	13,7	30,5
grond		0,7			0,0			8,6			5,5	
lekwater	62,1	61,6	77,4	54,1	57,8		52,9	53,3		73,9	69,6	103,5
	Toegediende meststof, g/m^2											
N	61,2	81,6	71,4	56,9	77,3	67,1	61,7	82,1	71,9	61,2	81,6	71,4
P_2O_5	35,0	42,2	38,6	30,1	37,3	33,7	35,6	42,8	39,2	35,0	42,2	38,6
K_2O	68,7	90,3	79,5	63,1	84,7	73,9	69,3	90,9	80,1	68,7	90,3	79,5

TABEL IV. 3. Balans van voedingsstoffen opgenomen door het gewas, vastgehouden in de potgrond of uitgespoeld na Osmocote toediening. Gegevens Boskoop.

TABLE IV. 3. Balance of nutrient elements taken up by the plants, retained in the potting soil or leached out after topdressing with Osmocote. Data from Boskoop.

	Braak			Chamaecyparis						Pyracantha[1)]		
				bew.stek			1-j.stek					
	79	80	81	79	80	81	79	80	81	79	80	81
	Percentage van totale gift											
	Osmocote											
N												
gewas				24,9	27,5	25,1	19,4	19,6	11,5	8,5	18,2	22,1
grond		29,2			44,0			43,7			28,6	
lekwater	51,7	70,0	43,4	31,8	50,5		24,5	33,0		39,4	36,9	24,4
P_2O_5												
gewas				14,4	16,1	12,1	10,8	11,2	6,2	4,4	10,8	13,7
grond		29,0			40,6			45,2			37,0	
lekwater	52,2	76,5	52,5	45,0	73,6		34,8	50,2		44,9	50,6	39,2
K_2O												
gewas				32,2	24,2	24,5	18,6	19,6	12,3	4,6	16,9	26,2
grond		38,8			41,2			54,3			29,7	
lekwater	59,6	80,5	63,3	43,5	73,7		32,8	46,9		47,8	48,6	44,6
	Toegediende meststof, g/m²											
N	104,5	104,5	104,5	78,0	78,0	78,0	107,5	107,5	107,5	104,5	104,5	104,5
P_2O_5	72,9	72,9	72,9	54,5	54,5	54,5	75,0	75,0	75,0	72,9	72,9	72,9
K_2O	70,5	70,5	70,5	52,6	52,6	52,6	72,5	72,5	72,5	70,5	70,5	70,5