

CODEN: IBBRAH (3-87) 57 (1987)

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 3-87

ACER OP STEENWOLBLOKKEN: WISSELENDE CONCENTRATIE IN HET GROEISEIZOEN
Verslag van IB 5055 (1979) en IB 5061 (1980)

**With a summary: Acer on rockwool blocks: varied concentration
during the growing season**

door

J. VAN DER BOON EN M.C. MILJOEN-VAN DEN HANDEL

1987

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

Inst. Bodemvruchtbaarheid, Rapp. 3-87 (1987) 57 pp.

INHOUD

1. Doel	3
2. Opzet	4
3. Waarnemingen	7
4. Resultaten	8
4.1. Waarnemingen tijdens de teelt	8
4.1.1. Acer in 1979 en 1980	8
4.1.2. Acer, Morus, Liriodendron en Corylus in 1980	9
4.2. Waarnemingen na overwintering	16
4.3. Gewasonderzoek	20
4.3.1. Acer 'Pyramidale' in 1979 en 1980	20
4.3.2. Acer 'Rubrum', Morus, Liriodendron en Corylus 1980	20
4.4. Analyseresultaten van steenwolvocht	22
4.4.1. $\text{pH-H}_2\text{O}$	22
4.4.2. EC	24
4.4.3. N-, P-, K-, Mg- en Ca-gehalten	25
4.4.4. Spoorelementen en sulfaat	29
4.5. De verbruikte hoeveelheid voedingsstof	31
4.6. Onderzoek naar schommelingen in pH en EC	32
4.6.1. De grootte van de boom	33
4.6.2. De hoeveelheid voedingsoplossing	34
4.6.3. De correlatie van $\text{pH-H}_2\text{O}$ met toegediende hoeveelheid voedingsoplossing en weersfactoren	35
4.6.4. De correlatie van EC met toegediende hoeveelheid voedingsoplossing en weersfactoren	37
5. Discussie	40
6. Samenvatting	44
7. Summary	46
8. Literatuur	48
9. Bijlagen	49

1. DOEL

De twee in dit rapport beschreven proeven (IB 5055, 5061) vormen een voortzetting van het onderzoek naar de groei van boomkwekerijgewassen op steenwol (De Jong, 1978; Niers, 1980). Bij deze proeven is wederom de invloed van de concentratie van de voedingsoplossing bestudeerd. De proeven werden nu bovendien met twee verschillende voedingsoplossingen en een verandering van de concentratie tijdens het groeiseizoen uitgevoerd. Aan het eind van het groeiseizoen werd de invloed van verschillende overwinteringsmethoden op het aanslaan bij uitplanten in de vollegrond en op de groei daarna onderzocht in afhankelijkheid van de vroegere variaties in voeding.

2. OPZET

In IB 5055 (1979) werden 6 verschillende bemestingscombinaties opgezet die in 4 herhalingen werden uitgevoerd. Elk der 24 veldjes bestond uit 8 planten op 6-liter steenwolblokken. De 6 behandelingen omvatten alle combinaties van 2 soorten N-voeding (N als uitsluitend NO_3 of 5% NH_4 en 95% NO_3) met 3 concentratievariatiën in de loop van het groeiseizoen (tabel 1).

TABEL 1. Verandering van de concentratie tijdens het groeiseizoen 1979 en 1980.

TABLE 1. Change of concentration during the growing season in 1979 and 1980.

Behandelings- code	Tijdstip verandering		
	15/6 9/6	13/7 7/7	7/9 tot 2/10 1979 1/9 tot 22/10 1980
	NO_3		
D	c	c	c *
C	$\frac{1}{2}$ c	c	c
B	c	$1\frac{1}{2}$ c	c
	NH_4		
E	c	c	c
A	$\frac{1}{2}$ c	c	c
F	c	$1\frac{1}{2}$ c	c

* c = 'normale' concentratie
 c NO_3 = 1 g kalksalpeter + 0,833 g Nutriflora-t 2+11+40+5 per liter = 152 mg NO_3 -N en 200 mg Ca + 17 mg N, 40 mg P, 276 mg K, 25 mg Mg, 100 mg S, 0,58 mg Fe, 1,08 mg Mn, 0,33 mg B, 0,25 mg Zn, 0,058 mg Mo en 0,017 mg Cu per liter
 c NH_4 = 0,95 g kalksalpeter + 0,833 g Nutriflora-t + 0,036 g $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ per liter. Dit betekent 7 mg NH_4 -N en 8 mg S per liter meer en 8 mg NO_3 en 10 mg Ca/l minder t.o.v. c NO_3

Voor het samenstellen van de voedingsoplossing werd het produkt Nutriflora-t gebruikt. De normale concentratie (c) bevatte 0,833 g Nutriflora-t + 1,0 g kalksalpeter per liter demi-water.

Als gewas werd gekozen *Acer saccharinum* 'Pyramidale' (verder te noemen Acer of esdoorn). De planten werden op 27 februari 1979 in blokken van 1 liter uitgezet en op 18 mei werd elk blok bemest met 50 cc

van een oplossing bevattende 0,5 g per liter van de NPK-mengmeststof Kristallijn. De opkweek vond in de kas plaats. Op 29 mei werd goed beworteld stek van de Acer uitgezocht om in de proef buiten in de blokken van 6 liter te worden geplaatst. Er werd eerst gedruppeld met oplossing van de helft van de 'normale' concentratie. Tijdens het groeiseizoen in 1979 vond, zoals aangegeven in tabel 1, verandering van de concentratie plaats op 15 juni, 13 juli en 7 september. Op 2 oktober 1979 werd de voedingsoplossing voor het laatst bijgedruppeld. Het tijdstip van druppelen van de voedingsoplossing en de hoeveelheid waren afhankelijk van de waterbehoefte van de plant. Eenmaal per dag, zonodig tweemaal per dag, werd er gedruppeld totdat het vocht uit de steenwolblok liep. Zijscheuten werden tijdens het groeiseizoen regelmatig ingeknepen tot 10 cm. Ter vergelijking van de groei in normale teelt werden op 29 mei 10 planten in grond uitgeplant.

In de herfst van 1979 werden de 32 planten die per behandeling aanwezig waren opgedeeld in 4 zoveel mogelijk gelijkwaardige groepen, waarvan 1 groep werd afgeogst en de andere op verschillende wijzen overwinterden (tabel 2).

De in IB 5061 (1980) opgenomen behandelingen waren dezelfde als in 1979, eveneens met *Acer saccharinum* 'Pyramidale'. Deze behandelingen behoorden tot wat werd aangeduid met de "grote proef". In 1979 werden voor elke behandeling 4, en 1980 slechts 3, herhalingen toegepast. Naast de "grote proef" lag de "kleine proef". In deze proef werden slechts 2 verschillende bemestingscombinaties toegepast ($c-1\frac{1}{2}c-c NO_3$ en $c-1\frac{1}{2}c-c NH_4$) die in 6 herhalingen met 4 verschillende gewassen per veldje werden uitgevoerd. Elk der 12 veldjes bestond uit 8 planten. Als gewassen van de kleine proef werden duurdere en/of moeilijk te kweken gewassen genomen als *Acer cappadocicum* 'Rubrum' (esdoorn), *Liriodendron 'tulipiferum'* (tulpeboom), *Corylus colurna* (boomhazelaar), en *Morus alba* (moerbeï). Doel was na te gaan of teelt op steenwol ook voor andere bomen perspectief biedt. Van elk van deze vier gewassen werden 12 planten in de grond uitgeplant.

De planten werden op 24 mei 1980 uitgezet en kregen tijdens het aanslaan de voedingsoplossing in de halve concentratie.

Tijdens het groeiseizoen in 1980 vond de verandering van de concentratie plaats op 9 juni, 7 juli en 1 september (tabel 1). Het druppelen met voedingsoplossing werd 22 oktober beëindigd.

TABEL 2. Wijze van opdelen van de 32 planten in 1979 naar behandeling: afoogsten, overwinteringsmethode en uitplanten.

TABLE 2. Method of partitioning of the 32 plants in 1979 over harvesting, method of wintering or planting.

Groeps- nummer	Overwinteringsmethode	Grondsoort waarop uit- geplant *)	Aantal planten
1	geen: materiaal werd geoogst		8
2	herfst uitgeplant	zand	4
		klei	4
3	herfst, winter in de kas, in voorjaar uitgeplant	zand	4
		klei	4
4	herfst, winter buiten in de steenwolblokken op de grond, in het voorjaar uitgeplant	zand	4
		klei	4

*) zandgrond IB te Haren
kleigrond "De Boutenburg" te Lienden

In de herfst van 1980 werden de 24 planten die per behandeling in de "grote proef" aanwezig waren opgedeeld in vier zoveel mogelijk gelijkwaardige groepen waarvan 1 groep werd afgeoogst en de andere op dezelfde wijze overwinterden als in 1979. Alle planten van de "kleine proef" overwinterden vorstvrij in een kas.

3. WAARNEMINGEN

Tijdens het groeiseizoen in 1979 en 1980 werden de planten beoordeeld op verschillende eigenschappen.

In 1979 en 1980 werd maandelijks de stamdikte en stamlengte van elke plant gemeten. De hoeveelheid plantmassa werd in 1979 per veldje geschat. In 1980 gebeurde dit op 25 juli voor beide proeven per plant en op 8 september en 3 oktober per veldje. Wegens het ontbreken van enig kleurverschil zijn hiervoor in 1979 geen cijfers gegeven. In 1980 werd deze schatting op 25 juli per plant van de kleine proef, en op 3 oktober voor beide proeven per veldje gedaan.

Het versgewicht, drooggewicht en % drogestof van pas volgroeid blad van het groeiseizoen 1980 hebben betrekking op 8 planten per behandeling in tweevoud voor de grote proef en op 12 planten per behandeling van 4 gewassen bij de kleine proef. In 1979 werd deze opbrengst per veldje bepaald.

Aan het einde van het groeiseizoen werd, zowel in 1979 als in 1980, het totaal versgewicht, drooggewicht en % drogestof in het blad en hout bepaald door afoogsten van twee planten per veldje.

In bijlage I staan de datums vermeld waarop vocht- en gewasmonsters werden genomen, met daarbij de uitgevoerde analyses.

4. RESULTATEN

4.1. Waarnemingen tijdens de teelt

4.1.1. Acer in 1979 en 1980

De groei van het gewas werd door schattingen en metingen tijdens het groeiseizoen gevolgd. De correlaties tussen verschillende gewaskenmerken aan het eind van het seizoen bleken zeer nauw en positief te zijn, behalve het percentage drogestof in het blad van 1980 (Bijlage II).

Uit de figuren 1a en 1b blijkt dat de langste stammen in 1979 en 1980 werden verkregen door de behandeling $c-1\frac{1}{2}c-NH_4$. De dikste stammen (figuur 2a + 2b) werden in 1979 verkregen bij de bemestingscombinatie $c-c-c-NH_4$ en in 1980, evenals bij de stamlengte, door $c-1\frac{1}{2}c-c-NH_4$.

De halve concentratie aan het begin van het groeiseizoen met de NO_3 -oplossing of de standaardconcentratie, eveneens met uitsluitend nitraat gedurende het gehele seizoen, gaf zowel in 1979 als in 1980 de slechtste resultaten qua lengte- en diktegroei van de stam.

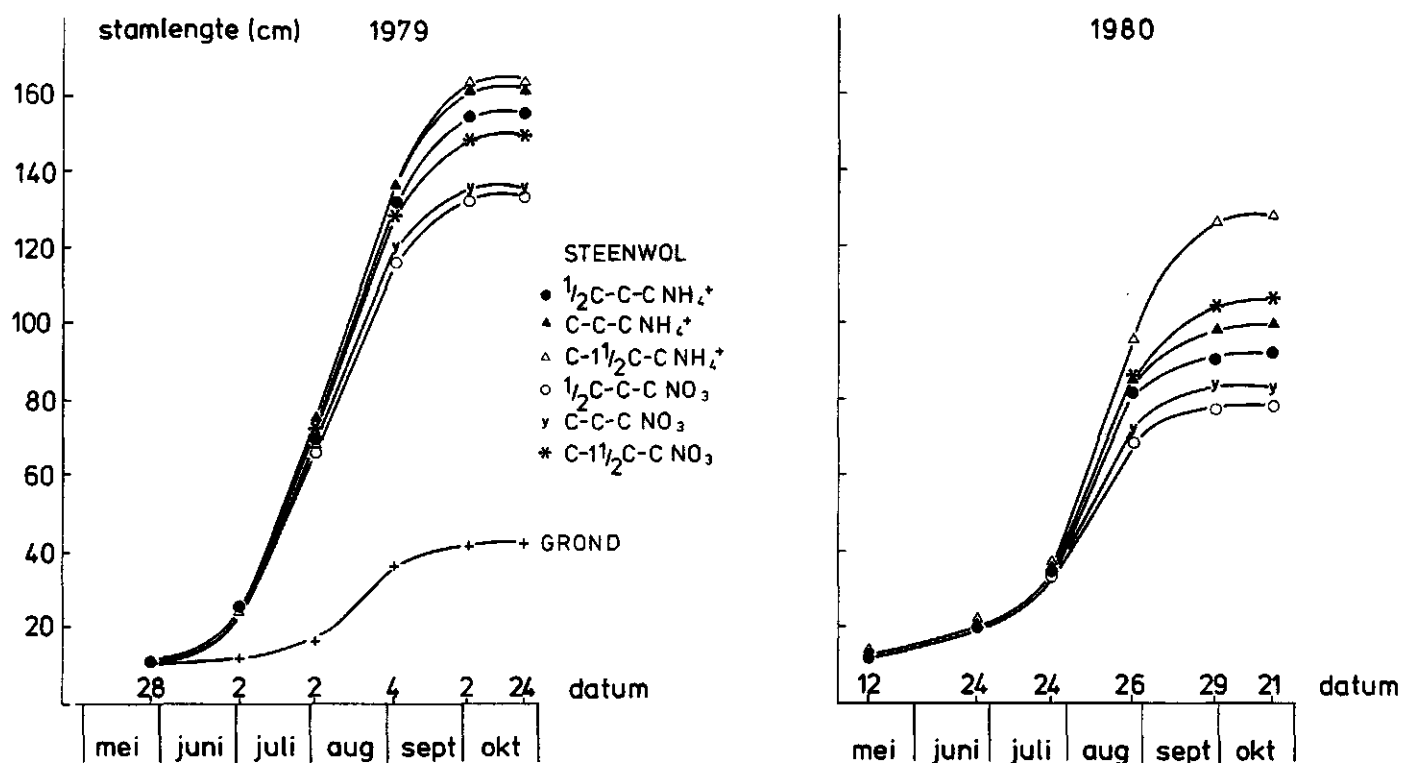
Toediening van $c-c-c-NH_4$ gaf in 1979 niet alleen de dikste stammen, maar ook de beste stand. In 1980 bleek dit, evenals bij de dikte- en lengtegroei, bij $c-1\frac{1}{2}c-c-NH_4$ het geval te zijn. De behandelingen met de slechtste resultaten, qua lengte en dikte van de stam in 1979 en 1980, gaven tevens in beide jaren een minder goede stand.

Tabel 3 laat zien dat de bemestingscombinatie $c-1\frac{1}{2}c-c-NH_4$ het grootste gewicht aan blad en hout (vers en droog) van Acer opleverde, zowel in najaar 1979 als in najaar 1980. Dit geldt ook voor het percentage drogestof. Daarop volgde in 1979 $c-c-c-NH_4$ en in 1980 $c-1\frac{1}{2}c-c-NO_3$, een behandeling met minder goede resultaten in 1979.

Er waren geen verschillen in bladkleur tussen de behandelingen. Op 5 oktober 1979 begon het blad af te takelen. Aan jong blad kwamen zwarte puntjes voor, bij uitsluitend NO_3 -voeding meer dan bij NH_4+NO_3 -voeding, en in het oudste blad trad vooral bij NO_3 -voeding chlorose op.

Het effect van de behandelingen op de aan het eind van het seizoen verkregen ontwikkeling van de Acer werd in een variantie-analyse nader getoetst (Bijlage III).

De groei van Acer op steenwol was in 1979 veel beter dan die van de 10 planten welke ter vergelijking op het instituutsterrein waren uitgezet (figuren 1 en 2). Waarschijnlijk heeft de veel betere water- en nutriëntenvoorziening bij de steenwolteelt en mogelijk ook de hogere



Figuur 1. De stamlengte bij Acer in de loop van de groeiseizoenen 1979 en 1980 bij verschillende behandelingen op steenwol en op grond.

Figure 1. Stem length of Acer in the course of the growing seasons 1979 and 1980 as affected by the various treatments on rockwool and on soil.

worteltemperatuur dit verschil veroorzaakt. De vraag kan worden gesteld of het uitplanten van de in steenwol gegroeide Acer het volgende jaar een zodanige terugslag veroorzaakt dat de dan al een jaar vaststaande planten de groeiachterstand inhalen.

4.1.2. Acer, Morus, Liriodendron en Corylus in 1980

De teelt op steenwol van vier dure en/of moeilijk te kweken bomen werd in 1980 op kleine schaal bestudeerd. Per gewas en behandeling waren er maar 12 planten aanwezig. De groei van de bomen op de steenwol was zeer bevredigend. De gevonden groeiverschillen tussen de twee behandelingen $C-1\frac{1}{2}C-NO_3$ en NH_4 waren echter statistisch niet betrouwbaar. Het aan-gebrachte verschil in stikstofsoort was niet doorslaggevend. In het hieronder volgende worden de effecten per boomsoort beschreven, welke in een uitgebreider onderzoek zouden moeten worden geverifieerd.

TABEL 3. Invloed van de behandelingen aan het eind van het groeiseizoen op het gewicht en % drogestof van blad en hout van Acer (gem. van 8 planten in 1979 en 6 planten in 1980).

TABLE 3. Effect of treatments at the end of the growing season on weight and percentage of dry matter of leaf and wood of Acer (mean of 8 plants in 1979 and 6 plants in 1980).

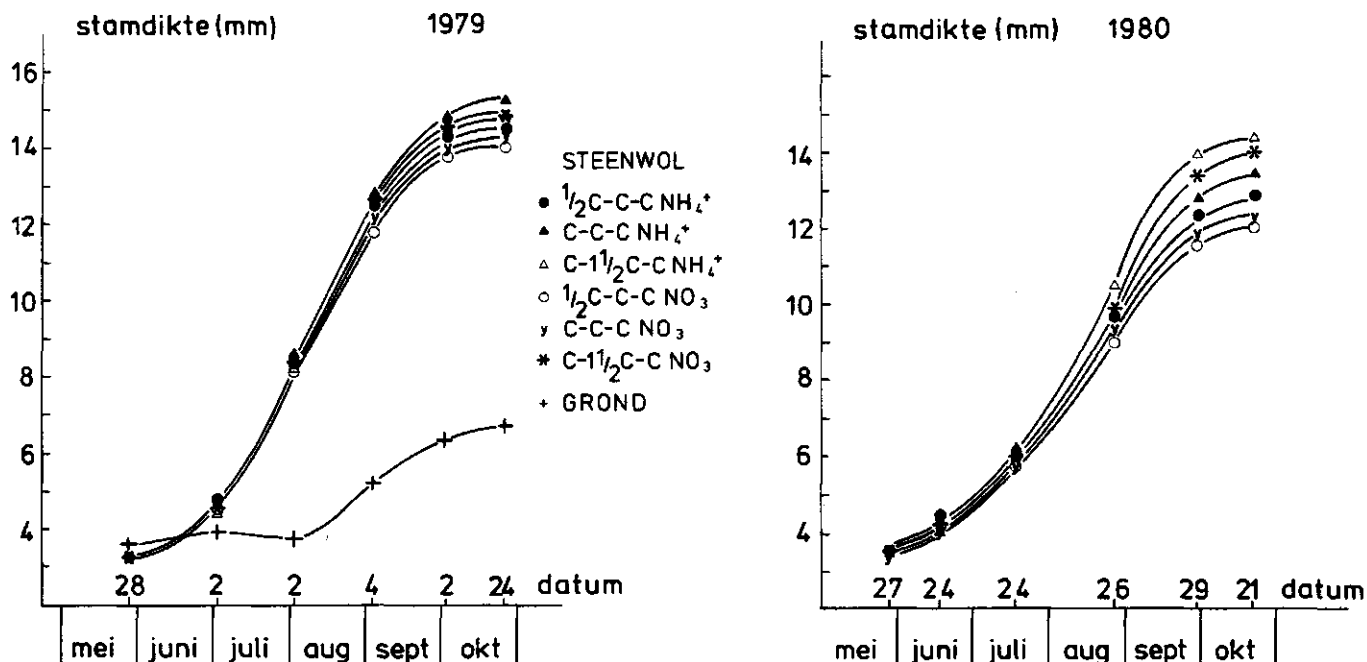
Grootheid	Behandeling					
	NH ₄			NO ₃		
	$\frac{1}{2}$ c-c-c	c-c-c	c- $\frac{1}{2}$ c-c	$\frac{1}{2}$ c-c-c	c-c-c	c- $\frac{1}{2}$ c-c
1979						
Blad vers(g)	173,5	184,4	198,1	133,4	137,8	173,9
droog(g)	42,6	44,8	49,2	31,0	31,2	40,8
dr.st.(%)	24,6	24,3	24,8	23,2	22,6	23,5
Hout vers(g)	131,8	144,9	150,8	99,0	109,5	133,0
droog(g)	61,1	67,1	70,2	44,5	49,7	60,5
dr.st.(%)	46,4	46,3	46,6	45,0	45,4	45,5
1980						
Blad vers(g)	69,3	100,2	137,4	74,5	68,1	110,2
droog(g)	18,0	25,9	35,2	18,2	16,1	26,5
dr.st.(%)	26,5	25,9	25,9	24,4	23,7	24,3
Hout vers(g)	50,8	66,0	102,1	42,0	42,1	72,8
droog(g)	22,8	29,7	46,5	18,7	18,7	32,1
dr.st.(%)	44,7	45,1	45,5	44,2	44,1	43,3

Acer cappadocicum 'Rubrum'

Zoals uit de figuren 3 en 4 blijkt, gaf bij deze Acer c- $\frac{1}{2}$ c-c NH₄ een betere lengtegroei dan c- $\frac{1}{2}$ c-c NO₃, daarentegen was er nauwelijks sprake van een verschil in diktegroei tussen de twee behandelingen. De eerstgenoemde behandeling liet in het begin en het eind van het groeiseizoen ook de grootste procentuele lengte- en diktegroei zien (tabel 4).

Ook uit de resultaten van de schattingen van aanwezige plantmassa en kleur op 3 oktober (tabel 5) kwam de tendens naar voren dat behandeling c- $\frac{1}{2}$ c-c NH₄ uiteindelijk een iets betere groei veroorzaakte dan c- $\frac{1}{2}$ c-c NO₃.

Alleen bij Acer kwamen dode planten voor. Tabel 5 laat zien dat bij de behandeling c- $\frac{1}{2}$ c-c NO₃ van Acer het gewicht aan blad (vers en droog) het hoogst was. Dat geldt niet voor het percentage drogestof;



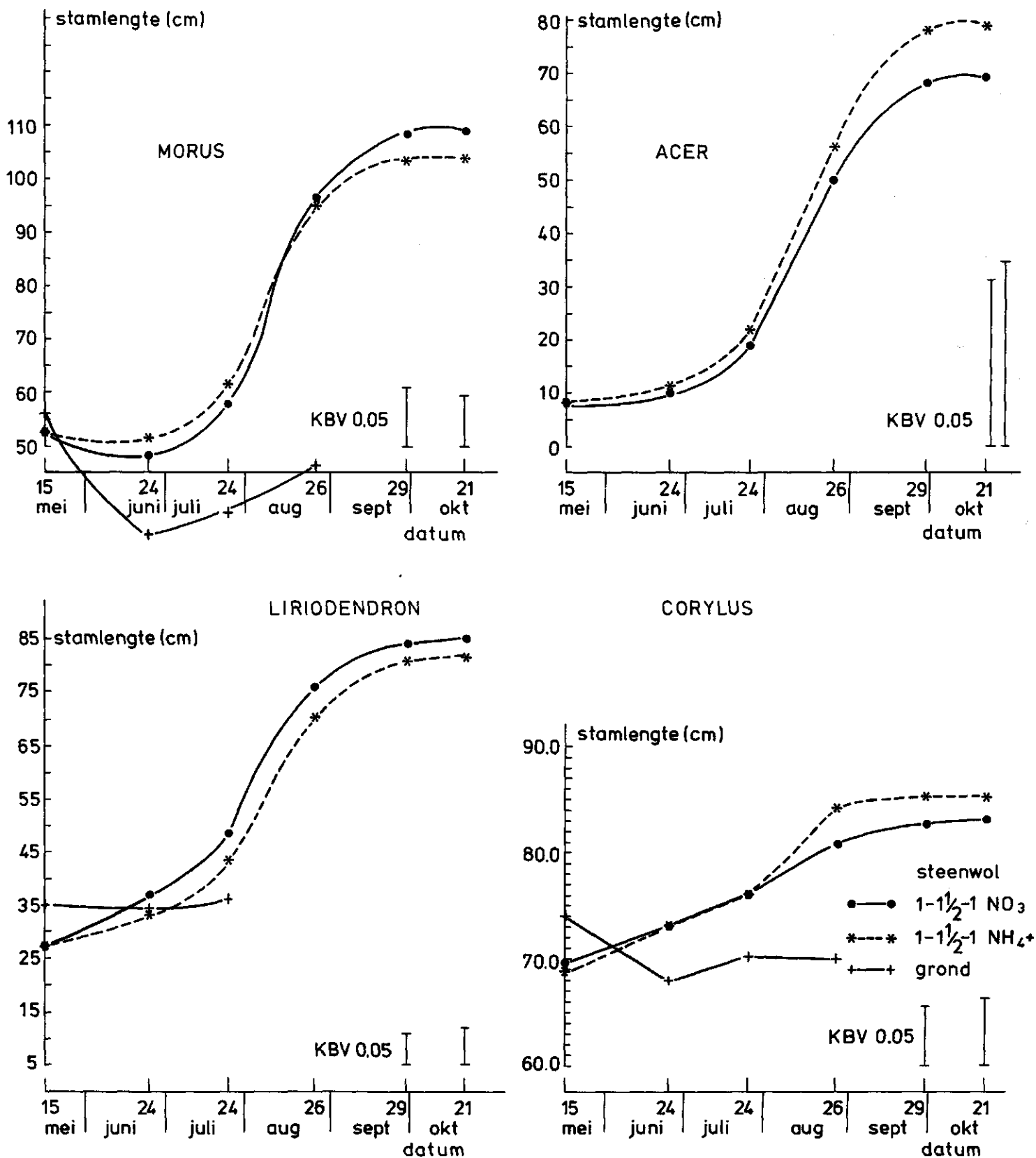
Figuur 2. De stamdikte bij Acer in de loop van de groeiseizoenen 1979 en 1980 bij verschillende behandelingen op steenwol en op grond.

Figure 2. Stem thickness of Acer in the course of the growing seasons 1979 and 1980 as affected by the various treatments on rock-wool and on soil.

dit was het hoogst bij $c-1\frac{1}{2}c-c NH_4$, de behandeling met de beste groei.

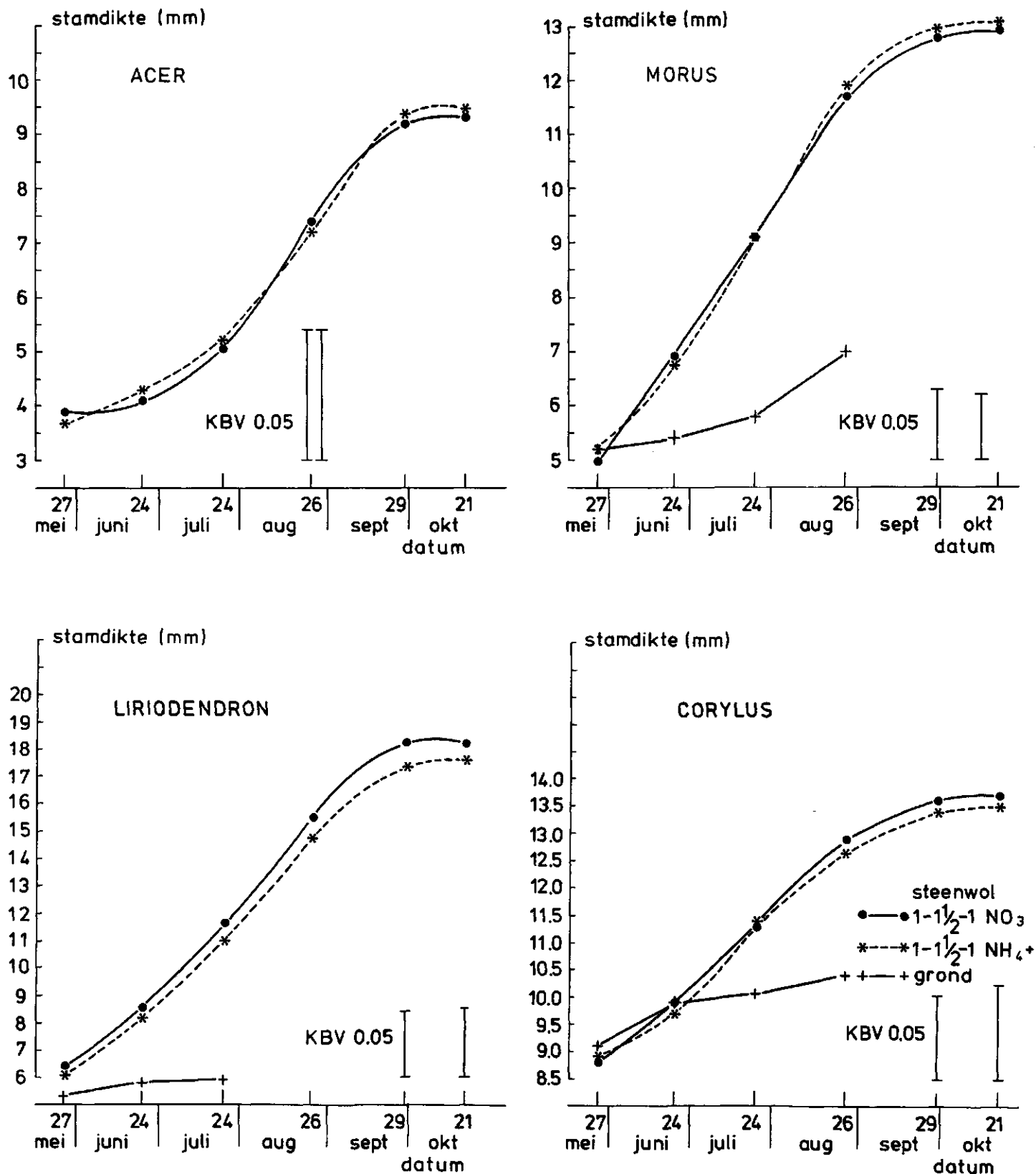
Morus alba

Zoals figuur 4 laat zien was er nauwelijks verschil in diktegroei tussen de twee behandelingen. Tot half augustus leek de lengtegroei bij behandeling $c-1\frac{1}{2}c-c NH_4$ iets beter te zijn dan bij de behandeling $c-1\frac{1}{2}c-c NO_3$ (figuur 3). Dit verschil is tevens te vinden bij de beoordelingen op 25 juli (stand en kleur, tabel 5). Vanaf half augustus veranderde dit beeld, doordat de behandeling $c-1\frac{1}{2}c-c NO_3$ toen een sterkere lengtegroei veroorzaakte. De schattingen voor kleur op 3 oktober waren



Figuur 3. De stamlengte van Acer, Morus, Liriodendron and Corylus in de loop van het groeiseizoen 1980 bij de twee behandelingen op steenwol en bij uitplant in grond.

Figure 3. Stem length of Acer, Morus, Liriodendron and Corylus in the course of the growing season 1980 as affected by the two treatments on rockwool and by planting out on soil.



Figuur 4. De stamdikte van Acer, Morus, Liriodendron en Corylus in de loop van het groeiseizoen 1980 bij de twee behandelingen op steenwol en bij uitplant in grond.

Figure 4. Stem thickness of Acer, Morus, Liriodendron and Corylus in the course of the growing season 1980 as affected by the two treatments on rockwool and by planting out on soil.

TABEL 4. De procentuele toename per tijdvak in stamlengte en stamdikte van vier verschillende gewassen in 1980 (100% = eerste waarneming per tijdvak).

TABLE 4. Relative increase per period of stem length and thickness for four different crops (100% = first observation per period).

Gewas	Object c-1½c-c	Datum				
		27/5- 24/6	24/6- 24/7	24/7- 26/8	26/8- 29/9	29/9- 21/10
Acer		stamdikte				
	NO ₃	5,34	23,19	45,10	24,05	0,87
	NH ₄	15,55	20,18	38,96	28,04	1,19
		stamlengte				
	NO ₃	22,89	88,24	161,88	34,06	1,32
	NH ₄	29,18	98,21	151,80	37,92	2,85
Morus		stamdikte				
	NO ₃	37,85	31,07	29,33	9,38	0,86
	NH ₄	28,52	35,06	30,34	9,08	0,46
		stamlengte				
	NO ₃		11,05*	65,00	12,58	0,83
	NH ₄		17,14*	54,96	8,60	0,29
Liriodendron		stamdikte				
	NO ₃	33,28	34,45	33,36	17,21	0,44
	NH ₄	33,28	34,52	34,30	18,56	0,40
		stamlengte				
	NO ₃	38,20	30,89	57,97	10,22	1,07
	NH ₄	28,95	26,24	61,89	15,55	0,99
Corylus		stamdikte				
	NO ₃	11,49	14,44	13,59	5,98	0,59
	NH ₄	8,46	15,81	11,52	6,76	0,37
		stamlengte				
	NO ₃	5,75	3,26	6,45	1,85	0,83
	NH ₄	5,16	3,55	10,14	1,67	0,71

*) 15/5 - 24/7

nog steeds hoger bij c-1½c-c NH₄, maar het verschil tussen de behandel-
 lingen was toen kleiner. De bladstand van Morus op 3 oktober was over
 het geheel slecht, alle blad vertoonde lichte tot ernstige gebreksver-
 schijnselen, waarschijnlijk een tekort aan magnesium. Uit tabel 4
 blijkt dat de toename van de diktegroei in het begin van het seizoen
 (tot 24 juli) het grootst was en dat pas daarna een sterke lengtegroei
 plaats vond. De opbrengst van het blad vertoonde hetzelfde beeld als
 bij Acer.

Liriodendron tulipiferum

Figuur 3 geeft weer dat de lengtegroei van Liriodendron eenzelfde patroon bij de ingestelde objecten vertoonde. Hetzelfde geldt voor de diktegroei van de stam (figuur 4). De behandeling $c-1\frac{1}{2}c-c NO_3$ gaf qua lengte de beste groei. Bij de kleurbeoordeling op 25 juli en 3 oktober kwamen de planten in behandeling $c-1\frac{1}{2}c-c NH_4$ iets beter naar voren (tabel 5). De behandeling $c-1\frac{1}{2}c-c NH_4$ liet een iets sterkere procentuele toename in dikte zien, maar op de toename aan lengte had de behandeling $c-1\frac{1}{2}c-c NO_3$ tot eind juli de grootste invloed (tabel 4). Bij Liriodendron werden op 3 oktober veel symptomen waargenomen, die op Mg-gebrek leken.

Tabel 5 toont aan dat bij de behandeling $c-1\frac{1}{2}c-c NH_4$ voor Liriodendron het gewicht aan blad (vers en droog) het hoogst was. Voor het percentage drogestof geldt dat dit het hoogst was bij $c-1\frac{1}{2}c-c NO_3$, de behandeling met de beste groei.

Corylus colurna

Bij Corylus gaf behandeling $c-1\frac{1}{2}c-c NH_4$ vanaf begin augustus de langste stammen en behandeling $c-1\frac{1}{2}c-c NO_3$ steeds de dikste stammen (figuur 3 en 4). Bij de beoordelingen op de stand en kleur van het gewas kwamen geen grote verschillen tussen de behandelingen naar voren (tabel 5).

Tabel 4 laat zien dat de toename van de diktegroei per tijdvak groter was dan die van de lengtegroei. Een grotere toename van de diktegroei door $c-1\frac{1}{2}c-c NO_3$ in de ene periode werd door $c-1\frac{1}{2}c-c NH_4$ in de volgende weer ingehaald. De toename van de lengtegroei was voor de twee behandelingen tot 24 juli praktisch gelijk, daarna toonde in de daarop volgende maanden $c-1\frac{1}{2}c-c NH_4$ een sterkere stijging. De opbrengst van het blad gaf hetzelfde beeld als bij Acer en Morus.

De groei van de gelijktijdig in de grond uitgeplante gewassen was slecht of heel matig. De 12 planten van *Acer cappadocicum* 'Rubrum' gingen alle dood. Het is niet uitgesloten dat bij de opbouw van de proef met in grootte uniforme planten op steenwol minder geschikte planten zijn overgebleven - de kleine, de grote en planten van minder goed uiterlijk - voor uitplant in de grond. Maar ook bij vergelijking van de vier best groeiende planten van de twaalf bleef de groei van de in de grond geteelde planten in 1979 sterk achter (figuur 3 en 4). Insterven van de top met als gevolg na inknippen een kortere plant kwam bij Liriodendron en Morus bij teelt in de grond veel sterker voor.

TABEL 5. Beoordelingen en bladopbrengst bij Acer, Morus, Liriodendron en Corylus in 1980.

TABLE 5. Visual ratings and leaf weight of Acer, Morus, Liriodendron and Corylus in 1980.

Groot- heid	Datum	Gewas	Behandeling		Stat. toetsing*
			NO ₃ c-1½c-c	NH ₄ c-1½c-c	
Stand	25/7	Acer	6,8	6,3	n.s.
		Morus	6,6	7,6	n.s.
		Liriodendron	8,5	7,8	n.s.
		Corylus	7,3	7,5	n.s.
	3/10	Acer	5,9	6,4	n.s.
		Morus	7,7	7,8	n.s.
		Liriodendron	7,5	7,5	n.s.
		Corylus	5,8	5,6	n.s.
Kleur	25/7	Acer	4,4	4,2	n.s.
		Morus	2,8	3,9	n.s.
		Liriodendron	4,4	4,6	n.s.
		Corylus	4,6	4,3	+
	3/10	Acer	7,3	7,6	n.s.
		Morus	5,1	5,6	n.s.
		Liriodendron	6,1	7,2	++
		Corylus	5,4	5,8	n.s.
Vergewicht blad (g/ 30/9 12 planten)		Acer	133,9	130,1	
		Morus	148,4	127,8	
		Liriodendron	277,4	293,8	
		Corylus	156,7	121,8	
Drooggewicht blad (g/ 30/9 12 planten)		Acer	36,8	36,6	
		Morus	43,3	38,4	
		Liriodendron	76,7	80,0	
		Corylus	60,5	47,1	
% dr.st.blad 30/9		Acer	27,5	28,1	
		Morus	29,2	30,0	
		Liriodendron	27,7	27,2	
		Corylus	38,6	38,7	

*) n.s. = niet significant, (+) = P 0,10, + = P 0,05, ++ = P 0,01

4.2. Waarnemingen na overwintering

De tabellen 6 en 7 geven de resultaten van de invloed van verschillende overwinteringsmethoden op diverse gewaseigenschappen weer voor de standplaatsen Haren en Lienden en de nawerking van de behandelingen in het vorige groeiseizoen.

Bij het in de kas overwinteren van de planten trad in 1980 zowel in

Haren als te Lienden de minste insterving op. De tevens met ammonium gevoede planten waren in Haren gevoeliger voor insterving dan die met uitsluitend nitraat geteeld. Dit lijkt ook het geval in Lienden voor planten die in de kas overwinterden. De plantenmassa op 17 oktober 1980 te Haren toonde bij elke vroegere behandeling na overwintering in de kas de beste resultaten in vergelijking met de twee andere overwinteringsmethoden. Dit is tevens voor 5 van de 6 behandelingen het geval bij de stamlengte op 16 oktober 1980 te Lienden. De planten werden daar langer als ze voordien waren geteeld op NH_4 -bevattende voedingsoplossing. De betere werking van ammonium geldt ook voor de stand van planten, die daar al in de herfst waren uitgeplant. Buiten op de grond staande overwinteren was voor 3 van de 6 bemestingsmethoden de slechtste vorm van overwinteren in Haren voor stamdikte-groei in 1980. Uitplanten in de herfst was wat dit kenmerk betreft bij 4 van de 6 behandelingen de beste manier, maar bij $\text{c-1}\frac{1}{2}\text{c-c NH}_4$ en c-c-c NO_3 was overwintering in de kas beter. In 1980 werden de beste resultaten qua lengte in Lienden en qua dikte in Haren verkregen, bij het materiaal dat in de kas overwinterde in combinatie met de bemestingsmethode $\text{c-1}\frac{1}{2}\text{c-c NH}_4$.

T.o.v. 1980 gaf 1981 een duidelijker beeld van de invloed van de wijze van overwinteren op alle kenmerken. Overwinteren in een kas was de beste vorm, waarbij de bemestingscombinatie $\text{c-1}\frac{1}{2}\text{c-c NH}_4$ meestal de beste resultaten gaf, uitgezonderd de stamlengte en wortelkluit te Haren. Bij deze waarnemingen was c-c-c NH_4 de beste combinatie.

De statistische toetsing van het na-effect van de behandelingen bevestigde meer dan eens de gunstige werking van ammoniumtoevoeging in vergelijking met uitsluitend nitraat.

TABEL 6. Beoordeling van overwinteringsmethode met statistische betrouwbaarheid van behandelingen in nawerking bij Acer (1980).

TABLE 6. Effect of different wintering methods on dieback, plant mass, stand, root ball (visual ratings), and stem diameter (mm) and length (cm) of Acer, with statistical evaluation of effects of preceding treatments (1980).

Kenmerk ²⁾	Datum ¹⁾	u	NH ₄			NO ₃			Gemidd.	Stat. toetsing			
			½c-c-c	c-c-c	c-1½c-c	½c-c-c	c-c-c	c-1½c-c		totaal	NH ₄ /NO ₃	concentratie- variatie	interactie
Insterving Haren	23/6	u	2,3	3,0	3,0	2,5	3,8	2,3	2,8	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
		b	3,0	2,8	3,3	0,5	0,8	3,5	2,3	+	+	+	n.s.
		k	1,3	1,8	1,8	0,3	0,3	1,3	1,1	n.s.	+	n.s.	n.s.
Insterving Lienden	20/5	u	2,0	3,0	2,8	2,0	2,0	3,0	2,5	n.s.	n.s.	(+)	n.s.
		b	3,0	2,3	3,0	2,8	2,5	2,8	2,7	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
		k	2,5	2,3	2,1	1,1	2,0	1,8	2,0	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Massa Haren	17/10	u	6,8	6,1	7,5	5,8	5,8	7,1	6,5	(+)	n.s.	+	n.s.
		b	6,4	6,4	7,1	7,1	6,9	7,3	6,9	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
		k	7,0	7,0	7,5	7,3	6,9	7,6	7,2	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Stand Lienden	13/8	u	3,5	4,3	3,3	2,8	2,5	2,8	3,2	(+)	+	n.s.	n.s.
		b	3,8	3,5	3,8	4,0	3,3	3,0	3,5	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
		k	2,8	3,5	4,0	4,0	3,8	2,8	3,5	(+)	n.s.	n.s.	+
Wortelkluit Haren	22/10	u	6,5	6,8	6,5	6,8	6,1	7,3	6,6	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
		b	7,0	6,6	7,1	6,8	6,9	6,8	6,9	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
		k	6,3	7,4	8,0	7,4	6,9	7,1	7,2	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Stamdikte (mm) Haren	22/10	u	19,4	20,2	20,9	18,6	18,3	19,9	19,5	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
		b	18,7	18,4	19,3	18,2	18,6	18,5	18,6	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
		k	18,7	18,8	21,7	17,4	19,7	19,3	19,2	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Stamlengte (cm) Lienden	16/10	u	167,5	153,8	175,0	145,0	146,3	153,8	156,9	n.s.	+	n.s.	n.s.
		b	180,0	176,3	162,5	171,3	117,5	171,3	163,2	++	+	+	++
		k	175,0	190,0	192,5	182,5	156,3	172,5	178,1	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

1) u = uitgeplant op zandgrond (IB, Haren) of kleigrond (De Boutenburg, Lienden) in de herfst, b = buiten zonder bescherming, steenwolblokken op de grond staande, k = overwinterd in een kas

2) schaal beoordeling 0-5, voor massa en wortelkluit in Haren 0-10

TABEL 7. Beoordeling van overwinteringsmethode met statistische betrouwbaarheid van behandelingen in nawerking bij Acer (1981).
 TABLE 7. Effect of different wintering methods on stand and root ball (visual ratings) and stem diameter (mm) and length (cm) of Acer with statistical evaluation of effects of preceding treatments (1981).

Kenmerk ²⁾	Datum ¹⁾	u	NH ₄			NO ₃			Gemidd.	Stat. toetsing			
			†c-c-c	c-c-c	c-l†c-c	†c-c-c	c-c-c	c-l†c-c		totaal	NH ₄ /NO ₃	concentratie- variatie	interactie
Stamlengthe (cm)	5/11	u	95,2	104,7	167,2	117,3	147,5	116,2	124,7	(+)	n.s.	n.s.	+
		b	135,3	157,5	144,8	109,0	118,0	142,7	134,6	(+)	+	n.s.	n.s.
Haren		k	193,0	207,0	173,8	167,0	206,2	173,0	186,7	n.s.	n.s.	(+)	n.s.
Stamlengthe (cm)	6/5	u											
		b	74,0	77,3	114,3	76,7	61,7	92,3	82,7	n.s.	n.s.	(+)	n.s.
Lienden		k	100,0	89,3	130,0	83,3	86,7	107,7	99,5	n.s.	n.s.	(+)	n.s.
Stamlengthe (cm)	19/10	u	191,7	190,0	200,0	148,3	151,7	148,3	171,7	n.s.	++	n.s.	n.s.
		b	200,0	185,0	200,0	170,0	157,5	161,7	179,0	n.s.	(+)	n.s.	n.s.
Lienden		k	256,7	215,0	258,3	206,7	223,3	245,0	234,2	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Stamdikte (mm)	5/11	u	16,7	17,4	21,1	17,8	16,1	17,8	17,8	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
		b	18,9	19,7	18,9	16,2	18,2	19,0	18,5	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Haren		k	21,2	22,3	23,5	19,3	22,5	21,2	21,7	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Stamdikte (mm)	2/12	u	20,3	19,3	21,3	15,0	17,3	16,3	18,3	n.s.	+	n.s.	n.s.
		b	16,7	16,5	18,7	16,3	16,0	15,0	16,5	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Lienden		k	22,3	19,3	23,0	20,3	21,0	22,7	21,4	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Stand	5/11	u	4,5	6,0	7,3	5,0	6,0	6,2	5,8	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Haren		b	7,0	6,7	7,3	5,0	6,3	7,0	6,5	+	+	(+)	n.s.
		k	8,0	7,5	8,3	6,5	7,8	7,7	7,6	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Wortelkluit	5/11	u	4,0	5,7	6,3	3,5	3,3	3,7	4,4	n.s.	(+)	n.s.	n.s.
Haren		b	6,0	6,7	6,3	4,7	4,0	6,0	5,6	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
		k	7,3	8,3	7,3	6,7	7,0	7,7	7,4	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

1) u = uitgeplant op zandgrond (IB, Haren) of kleigrond (De Boutenburg, Lienden) in de herfst, b = buiten zonder bescherming, steenwoblokken op de grond staande, k = overwinterd in een kas

2) schaal beoordeling 0-10

4.3. Gewasonderzoek

4.3.1. Acer 'Pyramidale' in 1979 en 1980

Aan het eind van het groeiseizoen werd de chemische samenstelling van het laatst volgroeide Acer-blad in tweevoud onderzocht.

De behandelingen met 5% NH_4 /95% NO_3 gaven een hoger percentage drogestof en lagere gehalten aan minerale elementen, berekend op de drogestof (tabel 8). Vorming, verwerking of transport van assimilaten onderging blijkbaar door de toevoeging van ammonium aan de voedingsoplossing een verandering.

De concentratieverhoging van de voedingsoplossing in de zomermaanden leidde tot een daling van het Ca- en Mg-gehalte van het blad in beide jaren. In 1980 leek het kaligehalte achter te blijven bij de behandeling $\frac{1}{2}$ c-c-c, dus bij een lagere concentratie in de beginfase van de groei.

Bij de behandelingen met de beste groei, c- $\frac{1}{2}$ c-c NH_4 en ook c-c-c NH_4 , was de gemiddelde samenstelling van het blad van Acer: 3,8-4,0% N, 1,2-1,5% P_2O_5 , 4,0-4,2% K_2O , 1,3-1,4% CaO en 0,3-0,4% MgO, de laatste twee alleen afgeleid uit de behandeling met c- $\frac{1}{2}$ c-c NH_4 .

Bij grafisch uitzetten van de stamontrek, gemeten in eind oktober, tegen het stikstofgehalte van het blad in begin oktober, bleek er een tendens te bestaan naar afname van de diktegroei bij de hogere stikstofgehalten. Bij 3,6-3,8% N zou de diktegroei optimaal zijn. Daar N-P-K-Mg te zamen werd gegeven kan het verband echter door een teveel aan een ander voedingselement bepaald zijn.

4.3.2. Acer 'Rubrum', Morus, Liriodendron en Corylus, 1980

Bij drie van de vier gewassen was het drogestofgehalte van het blad iets hoger bij de behandeling waarin ook ammonium aanwezig was (tabel 9).

De invloed van de twee behandelingen op de chemische bladsamenstelling was voor de vier onderzochte gewassen niet eensluidend. In overeenstemming met hetgeen bij Acer in de hoofdproef werd gevonden daalde het CaO-gehalte (in drie van de vier gevallen) door toevoeging van ammonium.

TABEL 8. Invloed van behandelingen op bladsamenstelling van Acer 'Pyramidale'.

TABLE 8. Effect of treatments on leaf composition of Acer 'Pyramidale'.

Behandeling	N-vorm	Concentratie	% drogestof		% op drogestof									
			'79	'80	N		P ₂ O ₅		K ₂ O		CaO		MgO	
			'79	'80	'79	'80	'79	'80	'79	'80	'79	'80	'79	'80
C	NO ₃	½c-c-c	23,4	20,4	3,86	4,00	1,52	1,58	4,42	4,38	2,25	2,89	0,41	0,51
D		c-c-c	23,3	19,8	3,69	4,69	1,49	1,62	4,38	4,53	2,31	2,65	0,41	0,50
B		c-1½c-c	24,2	21,2	3,89	4,18	1,46	1,59	4,46	4,46	1,75	2,00	0,35	0,39
A	NH ₄	½c-c-c	24,8	22,4	3,81	3,93	1,25	1,48	4,02	4,10	1,37	2,20	0,30	0,45
E		c-c-c	24,8	22,1	3,76	3,97	1,26	1,48	4,03	4,21	1,52	1,99	0,32	0,46
F		c-1½c-c	25,8	22,8	3,75	3,95	1,24	1,49	4,02	4,23	1,29	1,35	0,38	0,35
Stat. toetsing														
F-toets behandeling			+	n.s.	n.s.	n.s.	+	n.s.	++	n.s.	+++	++	+++	+
LSD 0,05			1,1	2,7	0,38	0,67	0,15	0,45	0,16	0,80	0,20	0,57	0,02	0,09

TABEL 9. Gewassamenstelling van vier gewassen bij twee N-soorten.

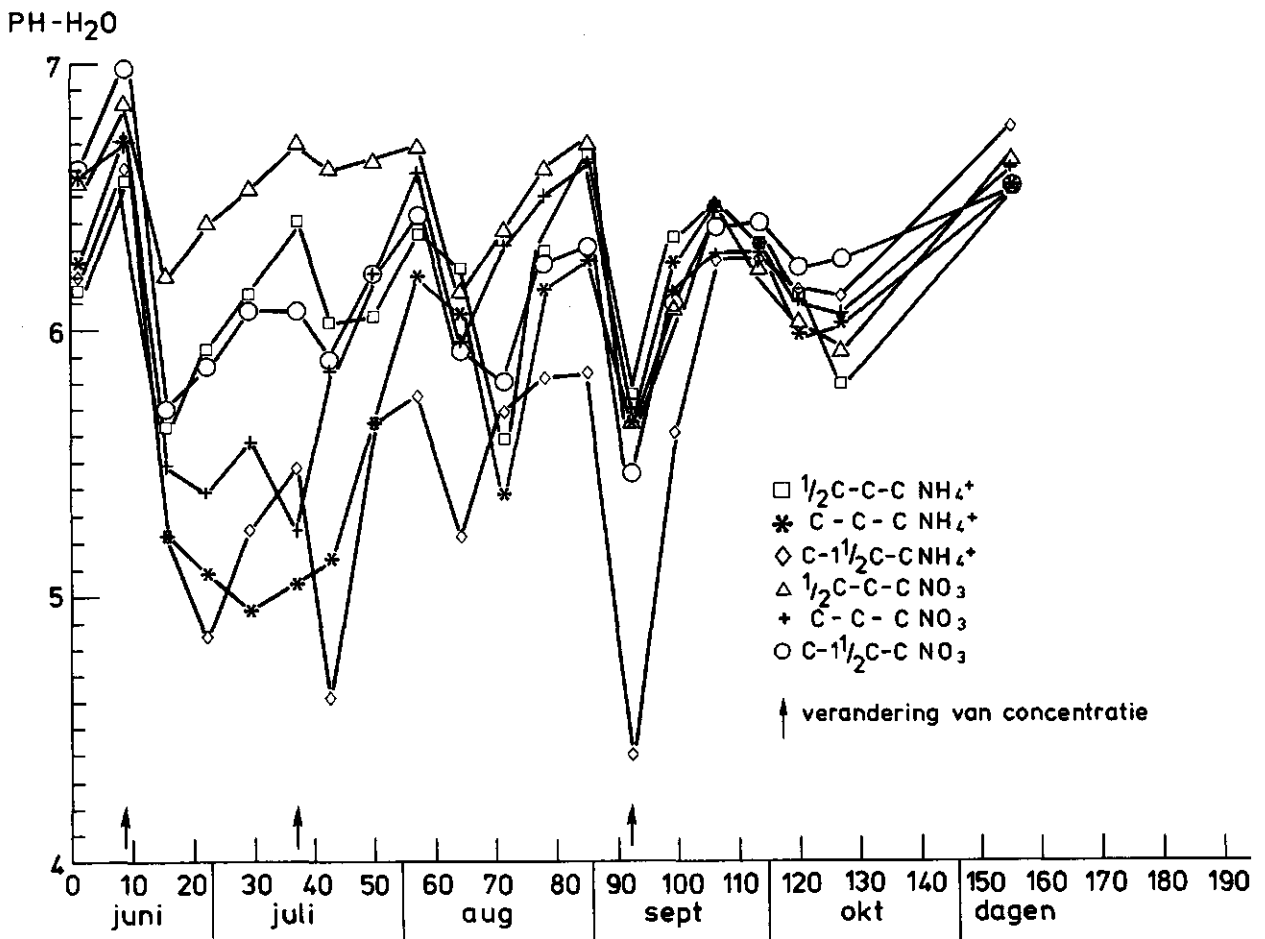
TABLE 9. Leaf composition of four crops as affected by two forms of nitrogen.

Gewas	Behandeling	% dr.stof	% op drogestof				
			c-1½c-c	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO
Acer	NO ₃	27,5	4,03	1,65	3,26	1,26	0,29
	NH ₄	28,1	3,98	1,64	3,37	1,07	0,29
Morus	NO ₃	29,2	4,13	1,15	3,66	1,95	0,16
	NH ₄	30,0	3,94	1,07	3,51	1,81	0,14
Lirio- dendron	NO ₃	27,7	3,12	0,75	3,57	2,03	0,17
	NH ₄	27,2	3,51	0,73	3,66	1,51	0,16
Corylus	NO ₃	38,6	3,26	1,06	2,86	1,21	0,22
	NH ₄	38,7	3,48	1,08	2,69	1,26	0,23

4.4. Analyseresultaten van steenwolvocht

4.4.1. $\text{pH-H}_2\text{O}$

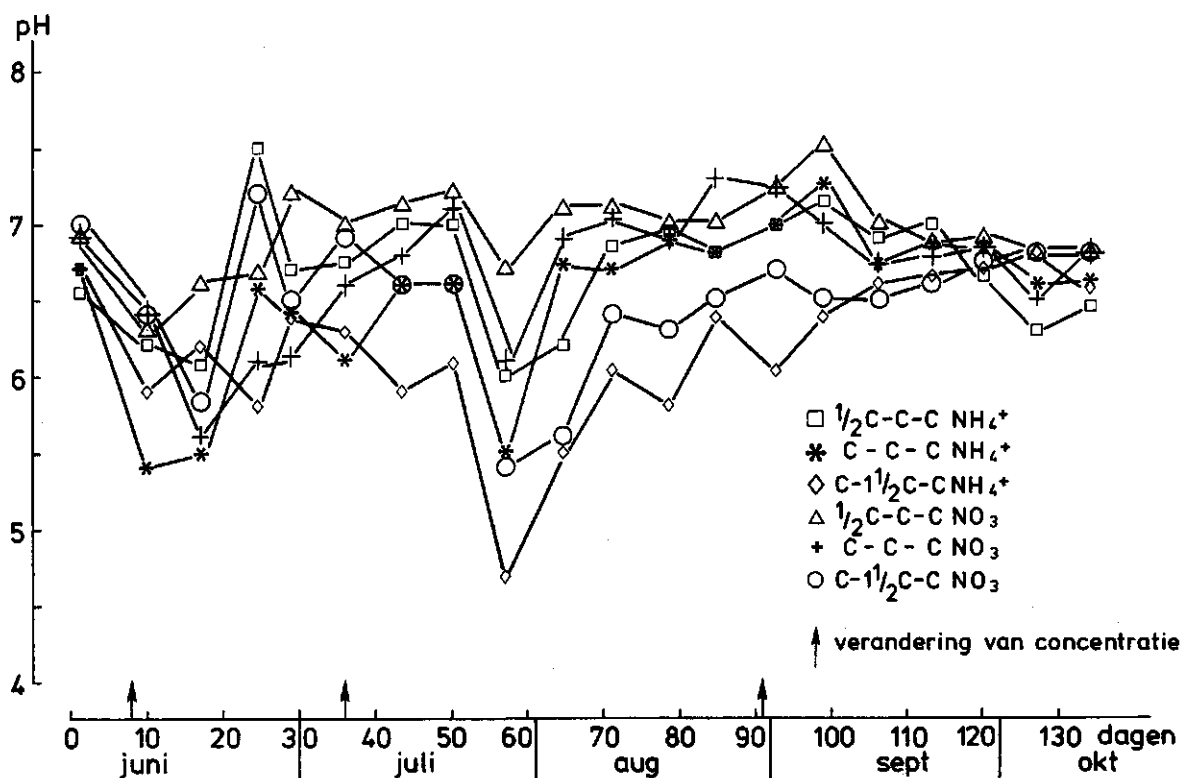
In figuur 5 en 6 zijn de resultaten van de wekelijkse controle, in 1979 en 1980, van de $\text{pH-H}_2\text{O}$ in de steenwolblokken weergegeven. In juli en augustus, perioden met snelle groei, liepen de pH-waarden het meest uiteen voor de zes behandelingen. De pH was het laagst voor $\text{C-1}\frac{1}{2}\text{C-C NH}_4$ met uitschieters tot pH 4,5. Na toediening in september van dezelfde concentraties in alle behandelingen komen de pH-waarden weer dicht bij elkaar op een gemiddelde waarde van pH 6,5. Het pH-verlagend effect van ammoniumtoevoeging werd daarbij minder sprekend. Bij rangschikken van de behandelingen naar de gemiddelde pH met de waarde ervan tussen haakjes, ontstaat de volgorde voor 1979:



Figuur 5. De pH van het vocht in de steenwolblokken bij de verschillende behandelingen in 1979.

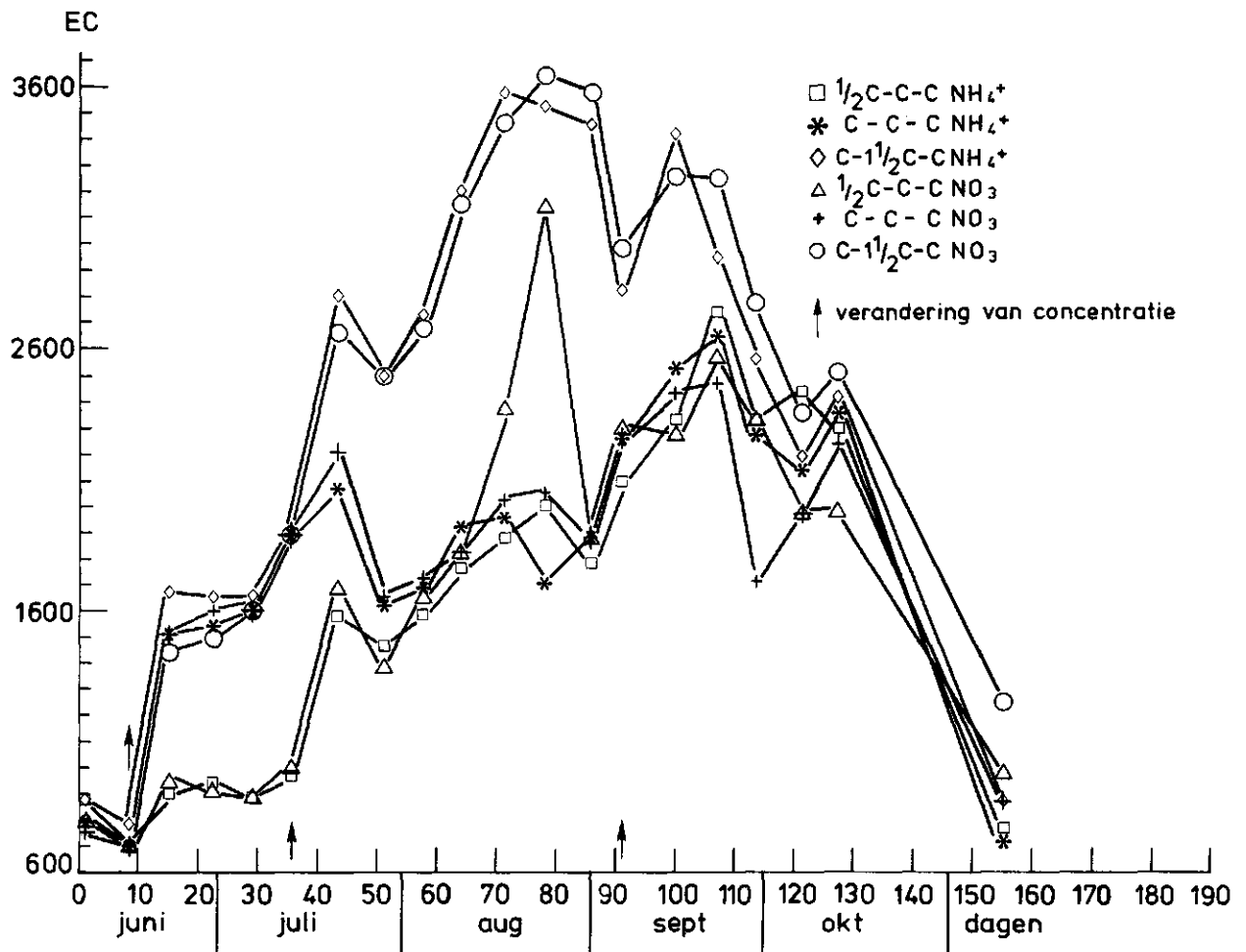
Figure 5. The pH of the rockwool extracts in the different treatments in 1979.

c-1½c-c NH₄ (5,69), c-c-c NH₄ (5,88), c-c-c NO₃ (6,10), ½c-c-c NH₄ (6,16), c-1½c-c NO₃ (6,17), ½c-c-c NO₃ (6,39). Voor 1980 wordt als reeks gevonden: c-1½c-c NH₄ (6,20), c-1½c-c NO₃ (6,49), c-c-c NH₄ (6,54), c-c-c NO₃ (6,64), ½c-c-c NH₄ (6,72), ½c-c-c NO₃ (6,94). De pH-H₂O lag in 1980 gemiddeld hoger dan in 1979. Voor beide jaren geldt dat de behandelingen met NO₃ gemiddeld een hogere pH-H₂O gaven dan die met NH₄+NO₃. Ook leek een hogere concentratie tot een lagere pH te leiden.



Figuur 6. De pH van het vocht in de steenwolblokken bij de verschillende behandelingen in 1980.

Figure 6. The pH of the rockwool extracts in the different treatments in 1980.

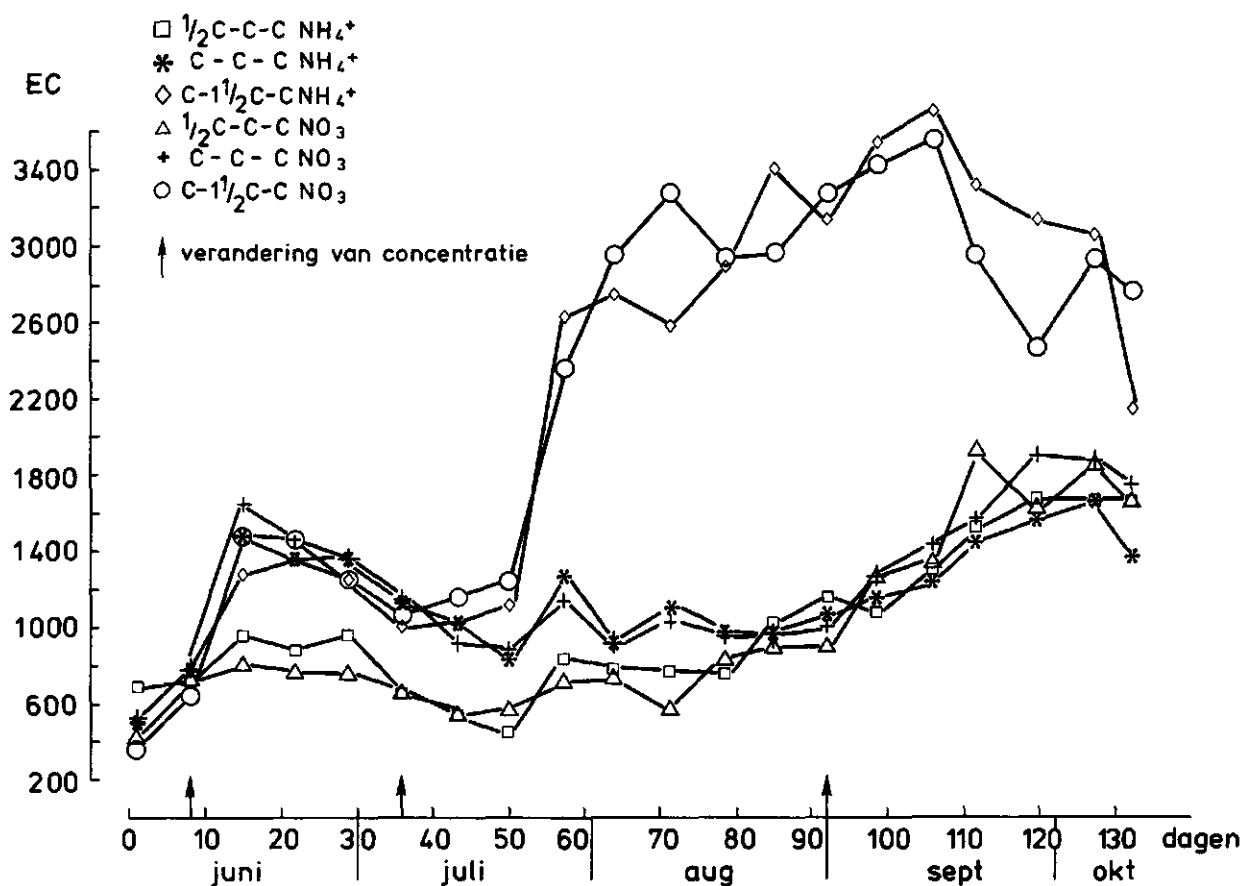


Figuur 7. Het elektrisch geleidingsvermogen (EC) van het vocht in de steenwolblokken bij de verschillende behandelingen in 1979.
 Figure 7. The electrical conductivity (EC) of the rockwool extracts in the different treatments in 1979.

4.4.2. EC

In 1979 steeg de EC in de periode van begin juni (waarden van 789 tot 867 $\mu S/cm$) bij $c-1\frac{1}{2}c-c NO_3$ en $c-1\frac{1}{2}c-c NH_4$ tot eind augustus met waarden van 3524 en 3634 (figuur 7). Bij de behandelingen $c-c-c NH_4$, $c-c-c NO_3$ en $\frac{1}{2}c-c-c NH_4$ (beginwaarden van 740 tot 872) zette de stijging door tot eind september (waarden van 2488 tot 2747). Na eind september trad bij alle behandelingen een daling op doordat geen voedingsoplossing meer werd toegediend. De waarden liepen begin november uiteen van 725 tot 1239. Bij $c-1\frac{1}{2}c-c NH_4$ en $c-1\frac{1}{2}c-c NO_3$ was de EC gemiddeld over de gehele periode duidelijk hoger. In 1980 steeg de EC in de periode van begin juni (387 tot 560) tot half september (3593 tot 3695) het sterkst bij

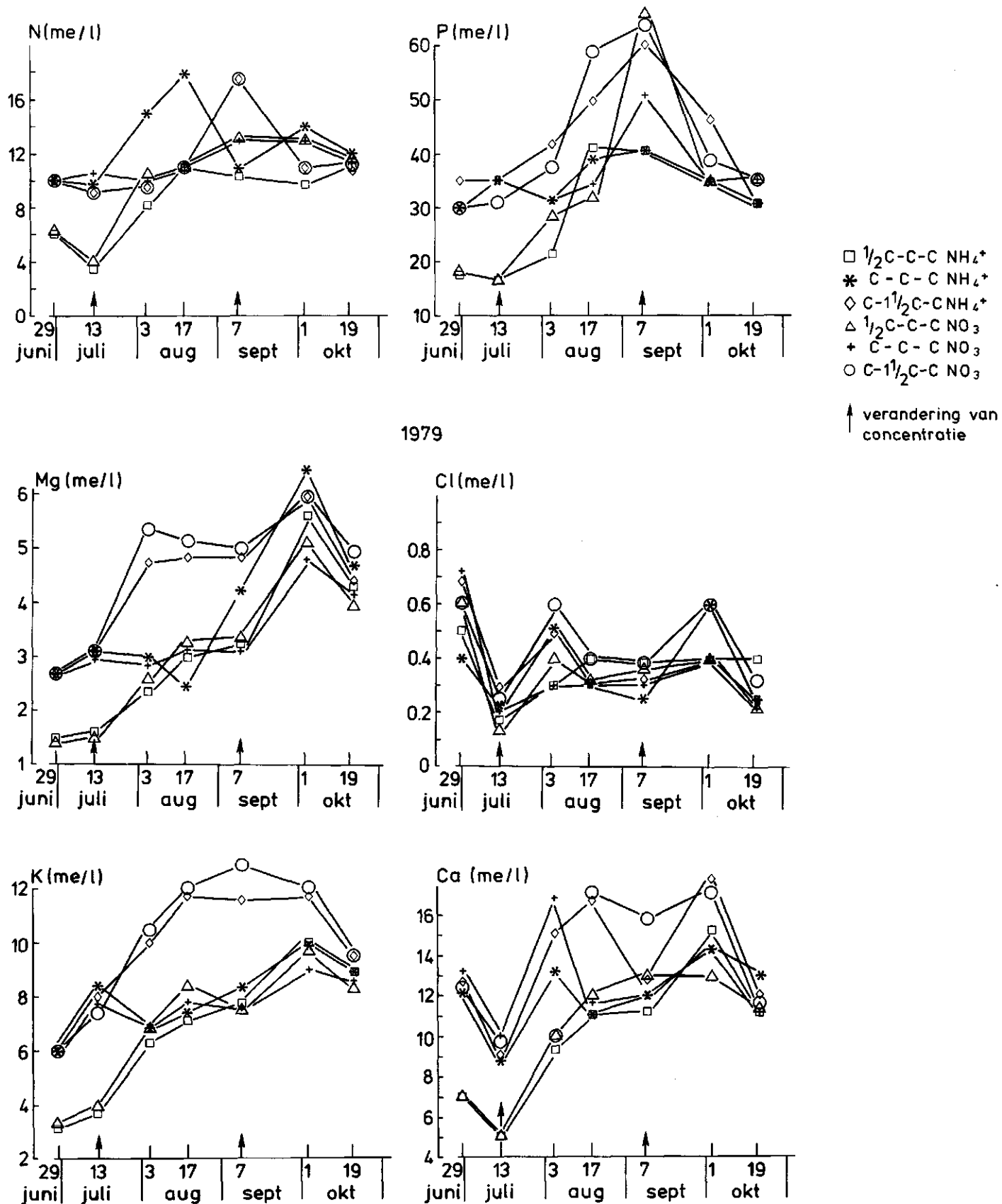
c-1½c-c NO₃ en c-1½c-c NH₄ (figuur 8). De overige behandelingen (beginwaarden 466 tot 679) stegen tot begin oktober (1331 tot 1720). Evenals in 1979 hadden de behandelingen c-1½c-c NH₄ en c-1½c-c NO₃, gemiddeld voor het teeltseizoen, hogere EC-waarden dan de overige behandelingen. De lagere EC's bij de ½c-c-c behandelingen bleven lang zichtbaar na overgang tot de standaardconcentratie, en wel tot midden augustus.



Figuur 8. Het elektrisch geleidingsvermogen (EC) van het vocht in de steenwolblokken bij de verschillende behandelingen in 1980.
Figure 8. The electrical conductivity (EC) of the rockwool extracts in the different treatments in 1980.

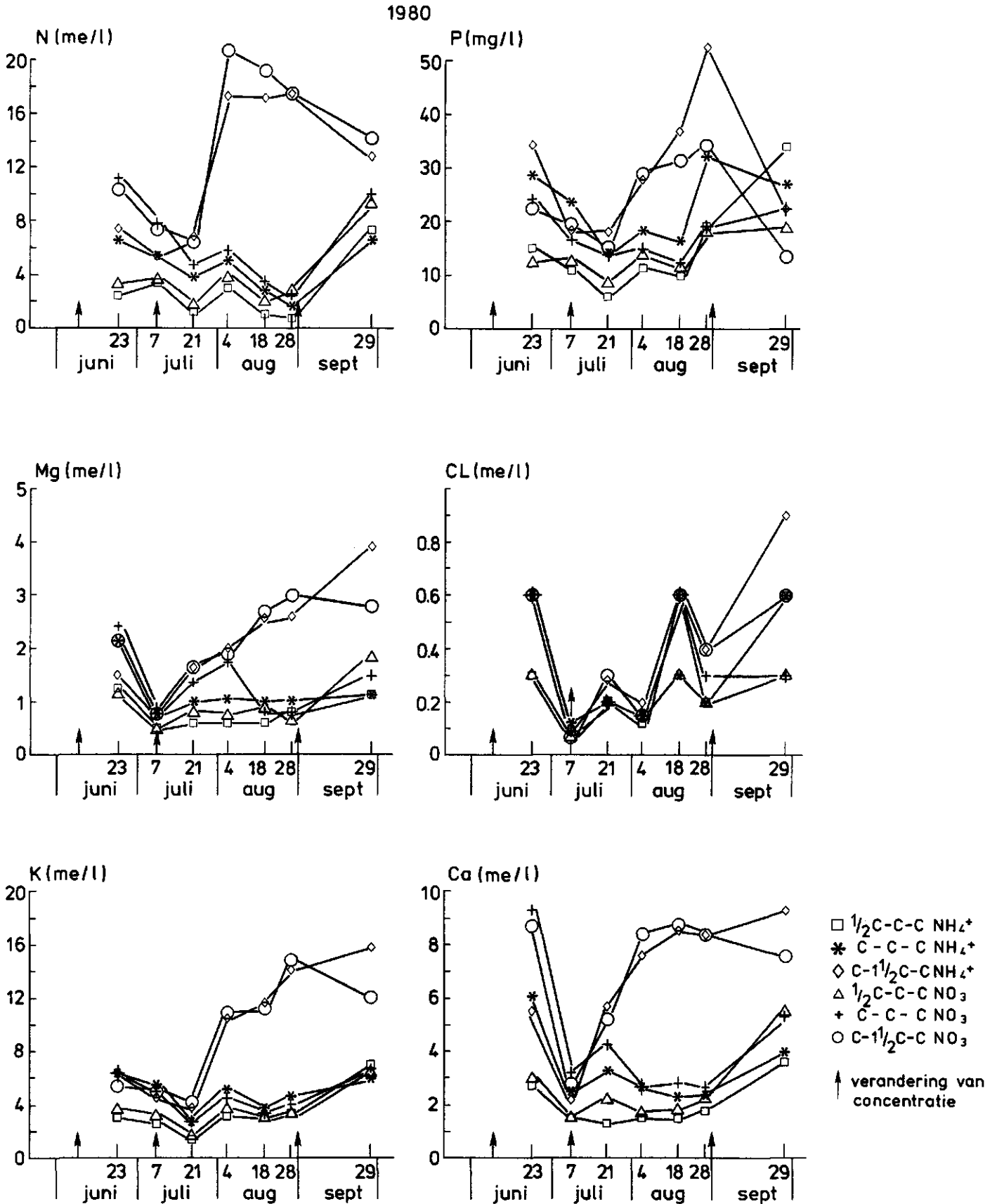
4.4.3. N-, P-, K-, Mg- en Ca-gehalten

De variatie in N-, P-, K-, Mg- en Ca- gehalten van het vocht in de steenwolblokken is voor 1979 weergegeven in figuur 9, die voor 1980 in figuur 10.



Figuur 9. Het N-, P-, K-, Ca- en Mg-gehalte van het vocht in de steenwolblokken tijdens het groeiseizoen van 1979.

Figure 9. The N, P, K, Ca and Mg content of the rockwool extracts during the growing season of 1979.



Figuur 10. Het N-, P-, K-, Ca- en Mg-gehalte van het vocht in de steenwolblokken tijdens het groeiseizoen van 1980.

Figure 10. The N, P, K, Ca and Mg content of the rockwool extracts during the growing season of 1980.

1979

De verhoging van de zoutconcentratie in de zomermaanden kwam duidelijk tot uiting in hogere K- en Mg-gehalten in het steenwolvocht, voor de NO_3 -oplossing iets meer dan voor de $\text{NH}_4 + \text{NO}_3$ -oplossing. Hetzelfde was voor het P-gehalte het geval, zij het in mindere mate. De lagere beginconcentratie, $\frac{1}{2}\text{c-c}$, uitte zich in alle gehalten en duurde voort tot begin augustus.

Er was ook een variatie van de gehalten in de tijd. Bij de behandelingen $\text{c-1}\frac{1}{2}\text{c-c NH}_4$ en $\text{c-1}\frac{1}{2}\text{c-c NO}_3$ nam, globaal gezien, het N-, P- en K-gehalte in de periode tot 7 september toe, het Mg-gehalte steeg tot 1 oktober. Het Ca-gehalte vertoonde eerst een daling, daarna een stijging tot 1 oktober.

1980

In 1980 kunnen de behandelingen voor wat betreft de invloed op het N-, P-, K-, Mg- en Ca-gehalte, in 2 duidelijke groepen worden onderscheiden: de gehalten waren het hoogst bij $\text{c-1}\frac{1}{2}\text{c-c NO}_3$ en $\text{c-1}\frac{1}{2}\text{c-c NH}_4$, lager bij de overige behandelingen. Na een sterke stijging als gevolg van het invoeren van $\frac{1}{2}\text{c}$ daalde het N-gehalte al na 4 augustus, het P-gehalte na 28 augustus, maar de overige gehalten niet. De lagere gehalten na de lage ($\frac{1}{2}\text{c}$) beginconcentratie waren pas eind augustus weer op een hoger niveau. Van eind juni tot eind juli daalden alle gehalten (Ca- en Mg-gehalten tot 7 juli). De daling was het geringst voor de behandeling met de lage beginconcentratie.

Algemeen

Voor teelten onder glas zijn normen afgeleid voor gewenste gehalten in afzuigvocht uit steenwolblokken (Sonneveld en De Kreij, 1985). De normen voor tomaat en roos werden vergeleken met de gehalten van Acer in augustus voor de $\text{c-1}\frac{1}{2}\text{c-c}$ behandeling, waarbij Acer de beste groei gaf (tabel 10).

Het gewenste niveau voor EC, N, P en Mg in steenwolvocht lijkt in grote lijnen hetzelfde, maar Acer groeide goed bij een veel hoger K-gehalte in het steenwolvocht. Het hoge K-gehalte is een gevolg van de gebruikte Nutriflora-t met een vrij hoog K-gehalte t.o.v. N. De vraag is of een dergelijke verhouding gewenst is. Een goede vaststelling van de normen vereist echter een andere proefopzet, en wel zodanig dat oplopende trappen van het te onderzoeken element worden ingesteld,

terwijl de concentratie van de andere elementen constant wordt gehouden.

4.4.4. Spoorelementen en sulfaat

Driemaal in het groeiseizoen werd het steenwolvocht onderzocht op spoorelementen en sulfaat (tabel 11 en 12).

In het algemeen stegen de gehalten van de onderzochte elementen in de loop van het seizoen, behalve de mangaangehalten, die bij de laatste bemonstering weer duidelijk waren gedaald. Dit was ook voor zink in 1979 min of meer het geval.

TABEL 10. Gewenste gehalten in afzuigvocht uit steenwolblokken voor roos en tomaat en gehalten verkregen bij Acer voor de behandeling c-1½c-c NH₄ in midden-eind augustus.

TABLE 10. Optimum nutrient concentrations and conductivity of rockwool extract for tomato and rose, compared with concentrations obtained with Acer on treatment c-1½c-c NH₄ in the second half of August.

Analyse	Norm		Gehalte augustus bij c-1½c-c NH ₄ behandeling	
	tomaat	roos	1979	1980
EC (mS/cm)	3,0	2,2	3,4	2,8
N (mmol/l)	16,0	12,5	18,0	17,0
P (H ₂ PO ₄)	1,5	1,5	1,6	1,2
K	7,0	6,0	12,0	12,0
Ca	7,0	5,0	9,0	9,0
Mg	3,0	2,0	2,5	3,0
SO ₄	4,5	3,0	6,0	8,3
Fe (µmol/l)	15,0	25,0	19,0	16,0
Mn	7,0	3,0	30,0	14,0
B	50,0	20,0	65,0	46,0
Zn	7,0	3,5	11,0	8,6
Cu	0,7	1,0	1,7	2,0

De gehalten waren bij de behandeling ½c-c-c lager dan die bij de twee andere behandelingen, vooral in de eerste bemonstering. In 1980 werden de gehalten bij de behandeling c-1½c-c duidelijk hoger dan die van de behandeling c-c-c.

De behandeling met NH₄ had een wat hoger sulfaatgehalte in het vocht in het steenwolblok tot gevolg. Uiteraard was dit het gevolg van de toevoeging van ammoniumsulfaat. Ook de gehalten aan de spoorelementen

waren wat hoger bij de toediening van de ammoniumhoudende voedingsoplossing in vergelijking met uitsluitend nitraat.

Bij vergelijking van de gehalten voor de qua groei beste behandeling c-1½c-c NH₄ in midden en eind augustus met de normen voor tomaat en roos blijken die voor sulfaat, mangaan, zink en koper in de teelt van Acer in de openlucht aanzienlijk hoger te liggen (tabel 10). Bij de gevolgde proefopzet is het niet uit te maken of deze hoge gehalten toch gewenst zijn of als ongewenste overmaat zijn te beschouwen.

TABEL 11. Het gehalte aan spoorelementen en sulfaat in afzuigmonsters die op drie datums genomen werden bij de diverse behandelingen, 1979.

Table 11. Content of microelements and sulphate in suction extracts of rockwool blocks on three dates for the different treatments, 1979.

Element of ver- binding	Datum monster- name	Behandeling					
		NH ₄			NO ₃		
		½c-c-c	c-c-c	c-1½c-c	½c-c-c	c-c-c	c-1½c-c
Fe 1)	13/7	0,14	0,65	0,56	0,16	0,49	0,38
	7/9	0,62	0,79	1,07	0,56	0,56	1,04
	19/10	0,72	0,85	0,74	0,67	0,78	0,84
Mn 1)	13/7	0,14	0,78	0,86	0,10	0,80	0,59
	7/9	0,55	0,58	1,66	0,61	0,63	1,03
	19/10	0,12	0,17	0,12	0,07	0,08	0,07
B 1)	13/7	0,28	0,44	0,45	0,24	0,39	0,42
	7/9	0,59	0,60	0,70	0,50	0,50	0,83
	19/10	0,59	0,68	0,70	0,62	0,62	0,68
Zn 1)	13/7	0,57	0,66	0,61	0,34	0,62	0,52
	7/9	0,46	0,52	0,73	0,58	0,50	0,66
	19/10	0,49	0,40	0,42	0,41	0,37	0,42
Cu 2)	13/7	30,00	84,00	86,00	39,00	55,00	61,00
	7/9	92,00	123,00	106,00	74,00	78,00	120,00
	19/10	104,00	105,00	85,00	86,00	86,00	96,00
SO ₄ 3)	13/7	2,91	4,80	5,36	2,11	4,28	4,22
	7/9	4,83	5,55	6,03	3,70	3,78	6,83
	19/10	5,58	6,26	5,74	4,92	5,32	5,56

1) mg/l

2) µg/l

3) mmol/l

4.5. De verbruikte hoeveelheid voedingsstof

Nagegaan werd hoeveel voedingsoplossing gedurende het groeiseizoen per

plant en via het steenwolblok van 6 liter in totaal werd toegediend. Ook de daarmee gegeven hoeveelheden voedingselementen werden berekend (tabel 13). Een- of tweemaal per dag, al naar behoefte, werd de voedingsoplossing gegeven tot de steenwolblokken gingen uitlekken. Het lekwater werd niet opgevangen, zodat niet kan worden bepaald hoeveel voedingsstoffen verloren gingen.

Het verbruik in 1979 was aanzienlijk hoger dan dat in 1980, maar lag aanmerkelijk lager dan de hoeveelheid water die in 1978 aan Acer in een vergelijkbare behandeling werd gegeven, nl. 88,7 l, en nog lager dan de gift aan Salix in een proef in 1977, 175,9 l (Niers, 1980).

TABEL 12. Het gehalte aan spoorelementen en sulfaat in afzuigmonsters die op drie datums genomen werden bij de diverse behandelingen, 1980.

TABLE 12. Content of microelements and sulphate in suction samples on three dates for the different treatments, 1980.

Element of ver- binding	Datum monster- name	Behandelingen					
		NH ₄			NO ₃		
		$\frac{1}{2}$ c-c-c	c-c-c	c- $\frac{1}{2}$ c-c	$\frac{1}{2}$ c-c-c	c-c-c	c- $\frac{1}{2}$ c-c
Fe 1)	7/7	0,06	0,26	0,23	0,06	0,15	0,19
	4/8	0,11	0,21	0,61	0,11	0,17	0,31
	28/8	0,11	0,30	0,89	0,19	0,23	0,78
Mn 1)	7/7	0,06	0,36	0,28	0,12	0,32	0,31
	4/8	0,08	0,30	1,21	0,19	0,16	1,04
	28/8	0,07	0,03	0,77	0,06	0,03	0,30
B 1)	7/7	0,14	0,24	0,21	0,15	0,22	0,22
	4/8	0,21	0,24	0,49	0,26	0,22	0,50
	28/8	0,26	0,31	0,50	0,21	0,23	0,50
Zn 1)	7/7	0,38	0,34	0,43	0,29	0,36	0,34
	4/8	0,18	0,26	0,54	0,22	0,24	0,44
	28/8	0,26	0,33	0,56	0,25	0,28	0,56
Cu 2)	7/7	39,00	89,00	58,00	37,00	51,00	60,00
	4/8	47,00	83,00	145,00	52,00	57,00	109,00
	28/8	51,00	64,00	128,00	42,00	51,00	135,00
SO ₄ 3)	7/7	1,31	2,60	2,20	1,32	1,98	1,99
	4/8	1,82	2,90	5,76	1,89	2,40	4,96
	28/8	2,80	3,50	8,30	2,30	2,80	8,90

1) mg/l

2) µg/l

3) mmol/l

Het verschil kan aan de gebruikte plantesoort (wilg) en aan het weer in een bepaald jaar worden toegeschreven. Het kan ook zijn dat in de loop van de jaren beter werd gelet op het voorkomen van te veel doorlekken van de voedingsoplossing door het steenwolblok.

In 1980 was de toename van stamlengte en stamhoogte tijdens het groeiseizoen het grootst bij de hoogste totale meststofgift, namelijk bij de behandelingen $c-1\frac{1}{2}c-c$ NO_3 en NH_4 . In 1979 was bij deze objecten de groei ook goed, maar met $\frac{1}{2}c-c-c$ en $c-c-c$ NH_4 werd een even goede groei bereikt bij een lagere gift aan meststoffen.

De per oppervlakte gegeven hoeveelheden meststof bij een afstand als in beddenteelt van 12 bij 33 cm bleek zeer hoog te zijn, en lag voor stikstof tussen 1500 en 2500 kg N/ha.

TABEL 13. Gegeven hoeveelheid voedingsoplossing en -elementen per plant in het gehele groeiseizoen.

TABLE 13. Amount of nutrient solution and elements given per plant during the growing season.

Per plant	NH_4			NO_3		
	$\frac{1}{2}c-c-c$	$c-c-c$	$c-1\frac{1}{2}c-c$	$\frac{1}{2}c-c-c$	$c-c-c$	$c-1\frac{1}{2}c-c$
1/6-2/10 1979						
Totaal verbruik in l	53,3	54,2	58,1	58,3	56,6	57,8
Hoeveelh. per keer cc	319,0	324,0	348,0	349,0	339,0	346,0
Max. hh. per dag in cc	990,0	1020,0	1020,0	1030,0	1150,0	990,0
Totaal N (g)	8,0	8,9	12,0	8,6	9,3	11,9
Totaal P_2O_5 (g)	4,4	4,8	6,5	4,7	5,1	6,5
Totaal K_2O (g)	15,8	17,5	23,7	17,0	18,4	23,5
Totaal MgO (g)	2,0	2,2	3,0	2,1	2,3	2,9
27/5-20/10 1980						
Totaal verbruik in l	35,0	35,5	37,4	32,5	34,4	34,1
Hoeveelh. per keer cc	216,0	219,0	231,0	201,0	213,0	211,0
Max. hh. per dag in cc	800,0	790,0	830,0	780,0	780,0	830,0
Totaal N (g)	5,5	6,4	6,9	5,4	6,1	7,4
Totaal P_2O_5 (g)	3,0	3,5	3,8	3,0	3,3	4,0
Totaal K_2O (g)	10,9	12,7	13,7	10,7	12,0	14,5
Totaal MgO (g)	1,4	1,6	1,7	1,3	1,5	1,8

4.6. Onderzoek naar schommelingen in pH en EC

Voor een goede beheersing van pH en EC in de voedingsoplossing van het steenwolblok is het van belang te weten welke factoren naast de aangebrachte behandelingen deze twee grootheden mede beïnvloeden.

In een correlatieberekening werden als factoren opgenomen de toegediende hoeveelheid voedingsoplossing en een aantal weersfactoren: globale straling, maximum temperatuur, gemiddelde temperatuur en gemiddelde relatieve vochtigheid. Bij het ordenen van deze factoren werden als uitgangspunt de resultaten van de pH- en EC-metingen gekozen, die gedurende de proef wekelijks werden uitgevoerd. De waarden voor de hoeveelheid toegediende voedingsoplossing, globale straling, maximum temperatuur, gemiddelde temperatuur en gemiddelde relatieve vochtigheid werden steeds verzameld op de dag van de metingen tot en met twee dagen voorafgaand aan de pH-EC-metingen. Deze gegevens werden tevens gesommeerd over de voorafgaande dagen. De gebruikte weergegevens waren afkomstig van het KNMI-waarnemingsstation in Eelde.

4.6.1. De grootte van de boom

Een gedeelte van de schommelingen in pH en EC kan veroorzaakt zijn door het feit dat de boom in de loop van het seizoen groter wordt en daarbij meer water en/of voedsel gaat opnemen. Om deze invloed weg te nemen werden de pH- en EC-waarden gecorrigeerd op verschillen in boomgrootte op de bemonsteringstijdstippen. De boomgrootte op een bepaald moment werd geschat uit stamdikte en deze is afgelezen uit figuur 2. De correlatie tussen stamdikte en EC was positief en zeer hoog, het minst hoog als over het gehele seizoen dezelfde concentratie in de voedingsoplossing werd gebruikt (tabel 14). Naarmate het seizoen voortschreed, was de stamdikte groter en de zoutoplossing in de steenwolblokken in het algemeen hoger als gevolg van de dagelijkse bijdruppeling van de voedingsoplossing (zie ook figuren 7 en 8). In het onderzoek van 1976 (De Jong, 1978) was echter het verband tussen stamdikte en EC negatief. In dat groeiseizoen bereikte de EC een maximum in begin augustus, waarna hij weer geleidelijk daalde. Ook in daarop volgend onderzoek met *Salix* en *Acer* in 1977 en 1978 (Niers, 1980) was het verband negatief.

De lineaire correlaties tussen stamdikten en pH's in het groeiseizoen waren voor de behandelingen in 1979 niet alle positief, maar die in 1980 wel, waarvan drie van de zes statistisch betrouwbaar. Ook nu is er geen algemene lijn vast te stellen. In het onderzoek van De Jong (1978) was de relatie tussen de grootte van de boom en de pH van het steenwolvocht positief als *Nutriflora-t* met kalksalpeter was gebruikt en negatief voor een voedingsoplossing van verschillende meststoffen, samengesteld zoals toen gebruikelijk bij de tomateteelt in de glastuinbouw. In 1977 met *Salix* was er een uitgesproken negatieve relatie

TABEL 14. De correlaties tussen stamdikte en respectievelijk pH en EC (moment correlatiecoëfficiënten).
 TABLE 14. Correlations between stem thickness and pH and EC, respectively (moment correlation coefficients).

Component	Jaar	Stamdikte					
		NH ₄			NO ₃		
		$\frac{1}{2}$ c-c-c	c-c-c	c- $\frac{1}{2}$ c-c	$\frac{1}{2}$ c-c-c	c-c-c	c- $\frac{1}{2}$ c-c
1979 pH							
Lineair		0,209	0,418(+)	0,091	-0,436(+)	0,290	-0,128
Kwadratisch		0,254	0,546+	0,384	0,481+	0,305	0,332
		EC					
Lineair		0,962+++	0,831+++	0,817+++	0,900+++	0,745+++	0,880+++
Kwadratisch		0,962+++	0,838+++	0,956+++	0,912+++	0,802+++	0,971+++
1980 pH							
Lineair		0,023	0,474+	0,493+	0,078	0,613++	0,230
Kwadratisch		0,136	0,579++	0,651++	0,571++	0,823+++	0,443(+)
		EC					
Lineair		0,822+++	0,321	0,801+++	0,826+++	0,390(+)	0,769+++
Kwadratisch		0,950+++	0,834+++	0,904+++	0,942+++	0,944+++	0,910+++

en in 1978 met Acer een positieve samenhang.

Naast de correctie van pH en EC op de grootte van de boom via een lineaire regressievergelijking is ook nagegaan of er via een tweedegraads curve een betere schatting van deze factoren uit de stamdikte mogelijk is. Ook al is deze veronderstelling juist, zoals tabel 14 aangeeft, toch rijst de vraag, gezien de van jaar tot jaar wisselende verbanden, welke invloeden met deze correctie van pH en EC op boomgrootte nog meer worden "meegenomen", o.a. van weers- en klimaatsfactoren.

4.6.2. De hoeveelheid voedingsoplossing

Naarmate het seizoen voortschreed, nam de temperatuur toe en werd de boom groter, zodat dagelijks een grotere hoeveelheid voedingsoplossing zal zijn toegediend. Na midden- en eind augustus is door de dalende temperatuur een afname in de dagelijks toegediende hoeveelheid te verwachten (zie o.a. De Jong (1978), figuur 3).

Nagegaan werd in welke mate de dagelijks gegeven hoeveelheid voe-

dingsoplossing afhang van de weersomstandigheden. De gegevens van 1980 geven zeer duidelijk de verwachte samenhang weer: meer waterverbruik bij meer straling, hogere maximum temperatuur, hogere gemiddelde temperatuur en lagere gemiddelde luchtvochtigheid (tabel 15). De correlatie met de maximum temperatuur was het hoogst. Wanneer de temperatuur van dezelfde dag werd genomen waren de correlaties het hoogst. Zij waren lager als de temperaturen van 1 of 2 dagen ervoor werden genomen. De correlatie verbeterde alleen iets bij de factoren globale straling en luchtvochtigheid als de weergegevens van dezelfde dag en de dag ervoor werden gecombineerd. Voor de gegevens van 1979 waren de correlaties zwak. Alleen de maximum temperatuur van dezelfde dag gaf een statistisch betrouwbare positieve, hoewel zwakke, correlatie met het verbruik aan voedingsoplossing te zien. Voor de gegevens van 1976 werd een hoge correlatie gevonden tussen de toegediende hoeveelheid voedingsoplossing en de maximum temperatuur van dezelfde dag ($r = 0,56+$). Bij Salix in 1977 was er een duidelijk positieve samenhang tussen de gegeven hoeveelheid voedingsoplossing en stamdikte en geen samenhang met weersfactoren. Bij Acer in 1978 werden de verschillen in dagelijkse gift daarentegen meer door het weer bepaald. De correlatie met stamdikte was gering. Het lijkt erop dat de correlatie met de onderzochte weersfactoren geringer of zelfs afwezig is als de gift aan voedingsoplossing vooral door de boomgrootte wordt bepaald (1977 en 1979).

4.6.3. De correlatie van $\text{pH-H}_2\text{O}$ met toegediende hoeveelheid voedingsoplossing en weersfactoren

De pH van het steenwolvocht was over het algemeen hoger naarmate de maximum temperatuur en de gemiddelde temperatuur lager waren (tabel 16).

Ook was dit het geval voor een lagere globale straling in 1979. In dat jaar ging een hogere pH bij de meeste behandelingen ook samen met een hogere relatieve luchtvochtigheid. De correlaties waren over het algemeen het duidelijkst voor de behandeling met de hogere concentratie in de zomermaanden. Dan volgde de c-c-c behandeling. Dit zal samenhangen met een geringer verbruik van de voedingsoplossing bij lagere temperatuur, waardoor de pH in het steenwolblok meer opliep. In 1980 was er inderdaad een negatieve correlatie tussen hoeveelheid voedingsoplossing en pH.

TABEL 15. De correlatie tussen de toegediende hoeveelheid voedingsoplossing, stamdikte en weersfactoren in 1979 en 1980 (moment correlatiecoëfficiënten).

TABEL 15. Correlations between amount of nutrient solution applied and stem thickness and weather factors in 1979 and 1980 (moment correlation coefficients).

Grootheid	Periode*	Hoeveelheid voedingsoplossing			
		1979		1980	
		c-c-c NH ₄	c-1½c-c NH ₄	c-c-c NH ₄	c-1½c-c NH ₄
Globale straling	1	-0,03	0,02	0,49+++	0,45+++
	2	-0,14	-0,12	0,48+++	0,43+++
	3	-0,14	-0,15	0,34+++	0,33+++
	1+2	-0,10	-0,06	0,56+++	0,51+++
	1+2+3	-0,14	-0,12	0,56+++	0,51+++
Maximum temperatuur	1	0,23++	0,27++	0,64+++	0,60+++
	2	0,09	0,08	0,54+++	0,50+++
	3	0,09	0,07	0,38+++	0,34+++
	1+2	0,17(+)	0,19+	0,62+++	0,58+++
	1+2+3	0,16	0,16(+)	0,57+++	0,53+++
Gem. temperatuur	1	0,09	0,10	0,50+++	0,45+++
	2	0,01	0,00	0,40+++	0,36+++
	3	0,05	0,04	0,29+++	0,25+++
	1+2	0,05	0,06	0,46+++	0,42+++
	1+2+3	0,06	0,06	0,42+++	0,37+++
Gem. vochtigheid	1	-0,15	-0,17(+)	-0,54+++	-0,54+++
	2	0,07	0,07	-0,47+++	-0,46+++
	3	0,02	0,02	-0,36+++	-0,35+++
	1+2	-0,05	-0,06	-0,58+++	-0,57+++
	1+2+3	-0,03	-0,04	-0,57+++	-0,56+++
stamdikte		0,60+++	0,56+++	0,10	0,09

*) 1 = dezelfde dag, 2 = voorgaande dag, 3 = twee dagen ervoor

Na correctie op stamdikte bleef, hoewel verzwakt, het negatieve verband tussen pH enerzijds en maximum en gemiddelde temperatuur anderzijds bestaan. De correlatie tussen pH en relatieve luchtvochtigheid in 1979 bleef nog duidelijk positief.

Wat de vorige proeven betreft, in 1976 was de pH in het steenwolvocht met diverse boomteelgewassen eveneens negatief gecorreleerd met de temperatuur, en ook in 1978 voor Acer, zij het niet statistisch betrouwbaar. Met Salix in 1977 was echter het omgekeerde het geval: de correlatie van pH met temperatuur en globale straling was positief. In 1976 was de pH lager als meer voedingsoplossing per keer werd toegediend.

TABEL 16. De lineaire correlatie van pH met EC, toegediende hoeveelheid voedingsoplossing en weersfactoren in 1979 en 1980 (correlatiecoëfficiënten).

TABLE 16. The degree of linear correlation of pH with EC, amount of nutrient solution and meteorological factors in 1979 and 1980 correlation coefficients).

Grootheid	Jaar	Periode*	pH-H ₂ O					
			NH ₄		NO ₃			
			½c-c-c	c-c-c	c-1½c-c	½c-c-c	c-c-c	c-1½c-c
EC	1979		0,32	0,55	0,32	-0,23	0,26	0,28
	1980		-0,14	-0,37(+)	0,11	-0,22	-0,31	-0,14
Hoeveelheid voedingsop- lossing	1979	1	0,13	0,08	0,10	0,04	0,17	-0,04
		1+2	0,03	0,11	-0,06	-0,28	0,10	-0,28
	1980	1	-0,25	0,12	0,02	-0,09	0,41+	-0,23
		1+2	-0,39(+)	-0,07	-0,30	-0,28	0,27	-0,50+
Globale straling	1979	1	0,14	-0,56+	-0,31	0,39(+)	-0,53+	-0,13
		1+2	-0,08	-0,66++	-0,46+	0,30	-0,62++	-0,27
	1980	1	0,24	0,04	-0,30	0,08	0,06	-0,03
		1+2	-0,02	-0,17	-0,10	-0,18	0,07	0,11
Maximum tempera- tuur	1979	1	0,04	-0,24	-0,30	0,10	-0,08	-0,20
		1+2	-0,32	-0,49+	-0,53+	-0,23	-0,37	-0,59++
	1980	1	-0,06	-0,06	-0,55++	0,22	0,18	-0,58++
		1+2	-0,15	-0,13	-0,51+	0,03	0,11	-0,60++
Gemiddelde tempera- tuur	1979	1	-0,25	-0,54+	-0,44+	0,29	-0,21	-0,33
		1+2	-0,38	-0,57+	-0,50+	0,03	-0,38	-0,47+
	1980	1	-0,17	-0,14	-0,51+	0,13	0,00	-0,64++
		1+2	-0,17	-0,15	-0,52+	0,04	-0,06	-0,66++
Gem. rela- tieve lucht- vochtigheid	1979	1	-0,07	0,40(+)	0,24	-0,17	0,39+	0,15
		1+2	0,11	0,53+	0,47+	0,06	0,62++	0,36
	1980	1	-0,10	-0,28	0,25	-0,38(+)	-0,43+	0,19
		1+2	0,14	0,08	0,09	0,07	-0,40(+)	0,02

*) 1= dezelfde dag, 2= voorgaande dag

4.6.4. De correlatie van EC met toegediende hoeveelheid voedingsoplossing en weersfactoren

Bij toediening van minder geconcentreerde voedingsoplossingen, ½c-c-c en c-c-c, was de EC van het vocht in de steenwolblokken minder hoog als de maximum en gemiddelde dagtemperaturen hoger waren, en ook de globale straling van dezelfde dag, of van dezelfde dag en de dag ervoor, intenser was (tabel 17). De EC was hoger als meer voedingsoplossing was toegediend, vooral van de oplossing met hogere concentratie. Bij hogere relatieve luchtvochtigheid was in 1980 de EC van het steenwolvocht ook hoger voor de voedingsoplossingen ½c-c-c en c-c-c.

Na correctie van EC op boomgrootte waren de correlaties voor de gegevens van 1979 verzwakt. Zo was de positieve samenhang tussen EC en toegediende hoeveelheid voedingsoplossing verdwenen. De negatieve correlatie met de temperatuur bleef voor 1979 min of meer aanwezig, maar sloeg voor 1980 om in positieve richting. Toenemende temperatuur gaf nu na correctie op de boomgrootte een hogere EC, mogelijk een gevolg van toediening van meer voedingsoplossing, wat volgens de berekende correlaties resulteerde in hogere EC's.

In het proefmateriaal van 1976 was de EC statistisch betrouwbaar positief gecorreleerd met globale straling, en met gemiddelde en maximum temperatuur. De positieve samenhang was ook in 1977 aanwezig voor Salix en in 1978 voor Acer bij de dagelijkse toediening van de

TABEL 17. De lineaire correlatie van EC met pH, toegediende hoeveelheid voedingsoplossing en weersfactoren in 1979 en 1980. (correlatiecoëfficiënten).

Table 17. The degree of linear correlation of EC with pH, amount of nutrient solution and meteorological factors in 1979 and 1980 (correlation coefficients).

Grootheid	Jaar Peri- ode*	NH ₄		NO ₃			
		EC		pH		voedingsoplossing	
		‡c-c-c	c-c-c	c-1‡c-c	‡c-c-c	c-c-c	c-1‡c-c
pH	1979	0,32	0,55+	0,32	-0,23	0,26	0,28
	1980	-0,14	-0,37(+)	0,11	-0,22	-0,31	0,14
Hoeveelheid voedingsop- lossing	1979 1	0,45(+)	0,54(+)	0,42(+)	0,36	0,53+	0,44(+)
	1+2	0,60++	0,62++	0,55+	0,44(+)	0,64++	0,56+
	1980 1	0,31	-0,09	0,84+++	0,22	0,02	0,71+++
	1+2	0,26	0,02	0,71+++	0,23	-0,03	0,58++
Globale straling	1979 1	-0,49+	-0,25	-0,35	-0,48+	-0,15	-0,34
	1+2	-0,60++	-0,26	-0,35	-0,55+	-0,13	-0,36
	1980 1	-0,28	-0,30	0,02	-0,44+	-0,29	0,07
	1+2	-0,44+	-0,58+	-0,41(+)	-0,53+	-0,51+	-0,39(+)
Maximum tempera- tuur	1979 1	-0,35	-0,34	-0,08	-0,32	-0,25	-0,06
	1+2	-0,05	0,17	0,23	-0,02	0,25	0,22
	1980 1	-0,36(+)	-0,32	0,29	-0,30	-0,41(+)	0,32
	1+2	-0,32	-0,25	0,21	-0,19	-0,33	0,19
Gemiddelde tempera- tuur	1979 1	-0,67++	-0,69++	-0,24	-0,54+	-0,47+	-0,29
	1+2	-0,42(+)	-0,17	-0,05	-0,36	-0,03	0,09
	1980 1	-0,34	-0,19	0,24	-0,22	-0,32	0,18
	1+2	-0,35	-0,18	0,18	-0,19	-0,29	0,14
Gem, rela- tieve lucht- vochtigheid	1979 1	0,19	-0,08	0,22	0,26	-0,12	0,21
	1+2	0,34	0,01	0,27	0,36	-0,07	0,28
	1980 1	0,29	0,59++	-0,26	0,44+	0,57++	-0,34
	1+2	0,38(+)	0,70+++	0,15	0,46+	0,65++	0,13

*) 1 = dezelfde dag, 2 = voorgaande dag

standaardoplossing, maar niet bij die van de verdunde. Correctie op stamdikte maakte de samenhang in de gegevens van 1976 en 1977 minder duidelijk, maar leidde in 1978 bij Acer tot iets hogere, maar nog niet statistisch betrouwbare correlatie-coëfficiënten.

5. DISCUSSIE

Nadat het in 1976 mogelijk was gebleken laanbomen op steenwol te telen in de open lucht, werd in de twee volgende jaren geëxperimenteerd met verschillen in de concentratie van de voedingsoplossing en de frequentie waarmee van dag tot dag werd gedruppeld (Van der Boon et al., 1980). Bij twee gewassen, Salix en Acer, werd de beste groei gemeten door het dagelijks druppelen, een- of tweemaal per dag, van een oplossing van "standaardconcentratie" (0,833 g Nutriflora-t + 1 g kalksalpeter per liter). Het op een dag in de week druppelen met de voedingsoplossing en de resterende dagen met water gaf een veel slechtere groei, zelfs als de concentratie van de oplossing driemaal zo hoog was als die van de standaardoplossing.

In de hiervoor genoemde proeven werden de behandelingen het gehele seizoen op dezelfde wijze uitgevoerd. De vraag kwam op of een nog betere groei verkregen zou kunnen worden door de concentratie van de voedingsoplossing te variëren in afhankelijkheid van de ontwikkeling van de boom en het jaargetijde. Er werd daarbij gedacht aan een variant met een minder hoge concentratie van de voedingsoplossing in een jong stadium van het gewas als dit net is beworteld. Voor de ontwikkeling van nieuwe wortels zou een lagere zoutconcentratie van de oplossing wel eens gunstiger kunnen zijn. In de zomer wanneer het gewas snel groeit zou een hoger aanbod van voedingsstoffen de behoefte van de plant wellicht beter kunnen bijhouden. In de proef met Acer in 1978 bleef de EC van het steenwolvocht min of meer constant gedurende de zomermaanden als dagelijks van een voedingsoplossing met de "standaardconcentratie" werd gedruppeld. Het geleidingsvermogen was ca, 1,7 mS/cm. Als echter gedurende een periode met hoge temperatuur de waterbehoefte van de plant meer stijgt dan de behoefte aan nutriënten, is een stijging van de zoutconcentratie van het steenwolvocht te verwachten. Dit was het geval met de proef met Salix in 1977. De gehalten aan voedingsstoffen, N en speciaal K en Mg, liepen daarbij sterk op. Bij dit gewas zou een verlaging van de concentratie van de voedingsoplossing in de zomermaanden een onderwerp van studie moeten zijn (Wiersum, 1973) om te zien of inderdaad een betere groei wordt bereikt.

Het bijdruppelen van oplossing met de helft van de standaardconcentratie gedurende 14 dagen na het overplanten van de in 1-liter

steenwolblokken bewortelde stekken op de 6-liter blokken en het buiten plaatsen bleek voldoende voor de plant om de schok van verplanten en verandering van milieu op te vangen. Een voortzetting met de verlaagde concentratie gedurende een maand bleek niet nodig te zijn. De verlaagde concentratie had vrij lang daarna nog lagere gehalten in het steenwolvocht ten gevolge. Dit zal hebben bijgedragen aan de geringere groei-kracht bij deze behandeling.

Aan Acer werd terecht de behoefte aan een verhoogde concentratie in de zomermaanden toegeschreven. De beste groei werd verkregen met de behandeling c-1½c-c. Het sterk oplopen van de EC in de zomermaanden, vooral in september 1980, rechtvaardigt echter de vraag of deze verhoogde concentratie wel zo lang moet worden volgehouden.

Het toedienen van 5% van de N in de vorm van ammonium in plaats van nitraat bevorderde de groei enigszins. Een ander voordeel daarvan is dat de pH beter op niveau blijft en niet te hoog oploopt (figuur 6). In par. 4.4.3. werd al besproken dat de concentratie van de meeste nutriënten in het steenwolvocht van hetzelfde niveau waren dat ook voor andere gewassen in de glasteelt wordt aanbevolen, behalve die van kalium (Sonneveld en De Kreijf, 1985).

Wekelijks werden de pH en EC van het steenwolvocht gemeten. Het is gewenst dat de waarden hiervan zich tijdens de teelt binnen bepaalde grenzen bevinden. Onderzocht werd in welke mate weersfactoren de EC en pH beïnvloeden, zodat dan aanbevelingen kunnen worden ontwikkeld om deze waarden tijdens de teelt op een constant niveau te houden. Soms werden verbanden met straling, temperatuur en relatieve luchtvochtigheid gevonden, maar deze bleken niet algemeen geldig te zijn. Er was geen overeenstemming met de resultaten van vroegere proefnemingen. Men blijft ook bij de steenwolteelt in de open lucht aangewezen op periodieke analyse van het afzuigvocht uit de steenwolblokken voor controle en mogelijk aanpassing van de concentratie en samenstelling van de daarna toe te dienen voedingsoplossing.

In de proeven werd een vaste verhouding tussen de voedingselementen aangehouden. Dit hoeft niet te betekenen dat deze verhouding voor het gebruikte proefgewas de meest gunstige was. Om hierin meer inzicht te krijgen werd de verhouding bestudeerd tussen de elementen in de voedingsoplossing, in het blad, en in het afzuigvocht uit steenwolblokken in begin tot midden augustus (tabel 18). Op grond van op de bladsamenstelling enerzijds en de samenstelling van het afzuigvocht uit het steenwolblok anderzijds moet de samenstelling van de toegediende voe-

dingsoplossing als te hoog in kalium in verhouding tot stikstof worden beschouwd. Voor fosfaat geldt dit ook in zekere mate.

TABEL 18. Verhouding tussen voedingselementen en N in de meststof, het blad van Acer en het afzuigvocht uit het steenwolblok van begin tot midden augustus.

TABLE 18. Ratio between nutrient elements and N (mol) in the fertilizer, in leaf of Acer and in rockwool extract in the first half of August.

	Verhouding tussen N (= 1) en			
	P	K	Mg	Ca
Nutriflora-t + kalksalpeter	0,11	0,58	0,08	0,41
Blad Acer 1979	0,07	0,32	0,03	0,09
Blad Acer 1980	0,07	0,32	0,03	0,09
Steenwolvocht aug. 1979	0,12	0,84	0,17	0,61
Steenwolvocht aug. 1980	0,05	0,63	0,11	0,43

De samenhang tussen de hoeveelheid die de plant opneemt en het niveau van calcium en magnesium in de voedingsoplossing is gecompliceerder dan voor N, P en K het geval is; de opname van calcium en magnesium wordt namelijk door N, P en K beïnvloed. Daarom is het moeilijk te zeggen of calcium en magnesium inderdaad in verhouding tot de stikstof in te grote hoeveelheden waren aangeboden. Een zekere overmaat aan calcium en magnesium ten opzichte van hun opname en dus ook ten opzichte van stikstof is noodzakelijk, maar de grootte van de overmaat is niet aan te geven.

De ontwikkeling van de laanbomen was op steenwol veel beter dan op zandgrond met iets leem en humus. De vraag is echter of een dergelijk verschil ook zou zijn geconstateerd als bij de in de grond geplaatste bomen druppelbevloeiing laat staan fertigatie was toegepast.

De teelt van dure en/of moeilijk te telen laanbomen bleek dus op steenwol goed mogelijk. Een belangrijke vraag is hoe het geteelde produkt zich houdt na uitplanten. Evenals in twee voorgaande proeven werden de bomen aan het eind van het eerste proefjaar op drie verschillende manieren uitgeplant, zowel op een zandgrond als op een kleigrond. In tegenstelling met vroeger sloegen de planten nu goed aan. Overwintert in de kas bleek weer de beste methode. De aanvankelijk verkregen groeiverschillen tussen de behandelingen werden kleiner in het tweede proefjaar, al was de behandeling met $c-1\frac{1}{2}c-c \cdot NH_4$ over het algemeen de beste. Omdat het water vrij gemakkelijk aan het steenwolblok wordt

onttrokken door de hogere zuigkracht van de omringende grond met kleinere poriën, zal de eerste tijd na het planten extra aandacht aan het watergeven besteed moeten worden.

Het telen op steenwolblokken levert een wortelstelsel dat vrij is van bodemparasieten. Exportbelemmering op grond van fytosanitaire maatregelen zou hierdoor opgeheven kunnen worden. De 6-liter blokken zijn echter volumineus en moeilijk hanteerbaar. In een volgende proef werd daarom geëxperimenteerd met kleinere steenwolblokken om zo een beter verhandelbaar produkt te verkrijgen.

6. SAMENVATTING

Gedurende twee jaar werd *Acer saccharinum* geteeld op steenwolblokken van 6 liter, waarop voedingsoplossingen werden gedruppeld waarvan de concentratie tijdens bepaalde perioden van het groeiseizoen werd verhoogd of verlaagd ten opzichte van een 'standaard' concentratie. Er werden twee soorten stikstofvoeding gebruikt, namelijk uitsluitend nitraat, en 95% van de totale hoeveelheid stikstof als nitraat en 5% in de vorm van ammonium. In het tweede proefjaar werd tevens in een oriënterend onderzoek nagegaan of vier dure en moeilijk te telen laanboomsoorten kunnen worden opgekweekt op steenwol. Aan het begin van het volgende groeiseizoen werd *Acer* uitgeplant op zand of klei na overwintering volgens drie verschillende methoden, te weten uitplanten in de herfst; overwinteren in de kas en uitplanten in het voorjaar; buiten overwinteren op steenwolblokken, uitplanten in het voorjaar.

Toediening gedurende de zomermaanden van een oplossing met anderhalf maal de concentratie van de "standaardoplossing" (0,833 g Nutriflora-t + 0,95 g kalksalpeter per liter met 5% van de N als ammonium en de rest als nitraat) gaf bij *Acer* de beste groei. Daarop volgde de continue standaardoplossing met 5% ammonium-N. Het toedienen aan de jonge planten van de oplossing met de helft van de standaardconcentratie tot begin juli had meestal enige stagnatie van de groei tot gevolg. De *Acer* die bij het starten van de proef in 1979 in de grond was uitgeplant bleef sterk in groei achter. *Acer* sloeg doorgaans het beste aan en groeide het beste uit na overwinteren in de kas. De nawerking van de behandelingen met verschillende concentraties was kleiner, maar de verhoogde concentratie in de zomer, met ammonium, bleef de gunstigste.

Ook de teelt van de bijzondere gewassen als *Acer cappadocicum*, *Liriodendron tulipiferum*, *Morus alba* en *Corylus colurna* was op steenwol goed mogelijk.

Bij periodieke analyse van het steenwolvocht kwam toepassing van de verhoogde concentratie in de zomer tot uiting in een hogere EC aan het eind van de zomer. De pH was lager bij de ammonium/nitraatvoeding en bij hogere concentratie van de voedingsoplossing. De gehalten aan spoorelementen liepen op, behalve die van mangaan en zink.

Het blad van de met 5% ammonium- en 95% nitraat-N gevoede planten had een hoger drogestofpercentage en lagere gehalten aan voedingselementen

(op de drogestof). Hogere concentraties Nutriflora-t + kalksalpeter gedurende de zomermaanden verlaagden het calcium- en magnesiumgehalte van het blad.

Tussen de boomgrootte en de EC in het steenwolvocht in de loop van het groeiseizoen bestond een sterke positieve correlatie. Meer voedingsoplossing werd verbruikt op dagen met een hoge maximumtemperatuur. Een groot verbruik leidde tot een hogere EC, maar in de behandelingen met lage concentratie was de EC negatief gecorreleerd met de temperatuur. De pH was hoger bij lagere dagtemperatuur en straling. De gevonden verbanden van pH en EC met de boomgrootte en de weersfactoren waren voor beide jaren echter niet even duidelijk en stemmen ook niet overeen met de resultaten van vroeger onderzoek.

7. SUMMARY

For two years *Acer saccharinum* was grown on 6-1 rockwool blocks on which nutrient solution was trickled, the concentration of which was raised or lowered with respect to a 'standard' concentration for certain lengths of time in the course of the growing season. Nitrogen was supplied in two ways, viz., nitrate alone or 95% of the total nitrogen supply as nitrate and 5% as ammonium. In the second year an additional, exploratory investigation was carried out to ascertain if four tree species that are expensive and difficult to grow can be raised successfully on rockwool. At the end of the growing season *Acer* was wintered in three ways, viz., planted out on a sand and a clay in autumn; wintered in a greenhouse and planted out on a sand and a clay in spring; wintered out of doors on rockwool blocks and planted out on a sand and a clay in spring.

Acer grew best on a solution of 1.5 times the concentration of a 'standard solution' containing 0.833 g Nutriflora-t (2-11-40-5 + trace elements, see table 1) + 0.95 g calcium nitrate per litre, with 5% of the N in the form of ammonium, applied during the summer months. Second best was the standard solution with 5% ammonium N. Growth of the young plants was usually slower when they were given the half-strength solution until the beginning of July. Poor growth was exhibited by the *Acer* trees that were directly planted out in the soil at the start of the experiment in 1979. Establishment and growth of *Acer* grown on rockwool blocks during a year were usually best after the trees had been wintered in the greenhouse. The after-effects of the treatments with different solution concentrations were less pronounced; the increased concentration used in summer, with ammonium, remained superior.

It was found to be quite feasible to grow the special species *Acer cappadocicum*, *Liriodendron tulipiferum*, *Morus alba* and *Corylus colurna* on rockwool.

Summer application of the solution with the higher concentration resulted in elevated EC values of the rockwool extract at the end of summer. Ammonium/nitrate and the higher solution concentration lowered the pH of the extract. In the course of the season the trace element concentrations of the extract rose, except those of Mn and Zn.

The leaves of plants grown on the solution containing 5% ammonium-N

and 95% nitrate-N had a higher dry-matter content and a lower content of minerals (on a dry-matter basis).

A high positive correlation existed between tree size and EC of the rockwool extract in the course of the growing season. Consumption of nutrient solution was higher on days with a high maximum temperature. Heavy consumption resulted in a higher EC, but in the treatments with the lower concentration the EC was negatively correlated with temperature. pH was higher at lower daytime temperatures and radiation. However, the relations of pH and EC with tree size and weather conditions were not equally pronounced in the two years and are not in agreement with the results of earlier investigations.

8. LITERATUUR

- Boon, J. van der and Niers, H., 1980. Growing nursery trees on rockwool. Proc. Fifth Intern. Congr. on Soilless Culture, Wageningen, pp. 289-300.
- Boon, J. van der, H. Niers en G. Schalk, 1980. Bomen telen op steenwol. Groen 36: 570-573.
- Jong, S.H. de, 1978. De invloed van twee verschillende voedingsoplossingen bij de teelt van boomkwekerijgewassen op steenwol. Inst. Bodemvruchtbaarheid, Nota 52, 37 pp.
- Niers, H., 1980. Salix en Acer op steenwolblokken: concentratie en frequentie van toedienen van de voedingsoplossing. Inst. Bodemvruchtbaarheid, Rapp. 4-80, 60 pp.
- Sonneveld, C. en Kreij, C. de, 1985. Voedingsoplossingen voor groenten en bloemen, geteeld in water of substraten. Prfstn Tuinbouw onder Glas, e.a., Naaldwijk. Serie: Voedingsoplossingen glastuinbouw, no. 8, 30 pp.
- Wiersum, L.K., 1973. Supply of nutrient ions to the root surface in artificial substrates. Proc. Third Intern. Congr. on Soilless Culture, Wageningen, pp 119-127.

9. BIJLAGEN

BIJLAGE I. VOCHT- EN GEWASMONSTERS: datum monstername en uitgevoerde analyses.

TABEL I.1. Datums waarop vocht- en gewasmonsters zijn genomen met daarbij de uitgevoerde analyses in 1979 en 1980.

Aard	Datum monstername		Uitgevoerde analyses
	1979	1980	
Vocht	8/6-9/11 wekelijks	2/6-13/10 wekelijks	EC, pH
	29/6, 13/7, 3/8, 17/8,	23/6, 7/7, 21/7, 4/8, 18/8	pH, EC, Cl, N, P,
	7/9, 1/10, 19/10	28/8, 29/9	K, Mg, Ca
	13/7, 7/9, 19/10	7/7, 4/8, 28/8	Fe, Mn, Zn,
Blad	2/10	1/10	B, Cu, Na,
			SO ₄ , HCO ₃ , N, P, K, Ca, Mg, drogestof

BIJLAGE II. CORRELATIEBEREKENING

Gegevens 1979

Tussen verschillende gewaskenmerken, welke stand en groei in schattingscijfers of metingen vastlegden aan het eind van de teelt, werden de onderlinge correlaties berekend. Alle correlatiecoëfficiënten waren positief. 86% van de 66 correlatiecoëfficiënten waren uiterst betrouwbaar. De overige correlaties, op één na varieerden van betrouwbaar tot zeer betrouwbaar. Dit wijst op een grote mate van rechtlijnige samenhang tussen veel van de kenmerken. Bijna betrouwbaar was de correlatie tussen het percentage drogestof van het blad en de stamdikte op 24 oktober.

Gegevens 1980

Worden het % drogestof in blad en houtige delen, evenals het standcijfer van 25 juli, buiten beschouwing gelaten, dan blijkt tussen elk paar van twee grootheden uit de overige gewaskenmerken een betrouwbare tot uiterst betrouwbare mate van rechtlijnig verband te bestaan. De correlatiecoëfficiënten waren, behalve voor het % drogestof in blad, steeds positief. 50% van de berekende correlatiecoëfficiënten waren uiterst betrouwbaar. Duidelijk sterker waren de correlaties tussen de stamdikte, respectievelijk de stamlengte en het versgewicht aan houtige delen in 1980 t.o.v. die in 1979.

BIJLAGE III. STATISTISCHE TOETSING VAN GEWASKENMERKEN AAN HET EIND VAN
HET GROEISEIZOEN

De waarnemingen aan het eind van het seizoen werden in een variantie-analyse getoetst, waarbij als mogelijke variatie-veroorzakende factoren behandelingen, herhaling en toeval werden genomen. Er bleek bij de stamdikte en stamlengte een statistisch betrouwbare behandelingsinvloed aanwezig te zijn (tabel III.1 en III.2).

Bij Acer bestond in 1979 voor slechts 1 van de 12 onderzochte kenmerken een betrouwbare interactie tussen de concentratievariaties en de twee soorten N-voeding. In 1980 was er geen enkele betrouwbare interactie.

De invloed van de drie verschillende concentratievariaties was in beide proeven bijna betrouwbaar tot uiterst betrouwbaar. Uitzonderingen in 1979 waren het % drogestof van het hout, en de stamdikte op 24 oktober. In 1980 waren dit het % drogestof van zowel het blad als het hout en het standcijfer op 25 juli.

Het gebruik van een concentratievariatie met hogere totale hoeveelheid meststof gaf zowel in 1979 als in 1980 langere planten, een hoger vers- en drooggewicht aan blad en hout, een toename van het % drogestof in 1979 bij het blad en van de stamdikte in 1980. In 1979 was de stand het beste bij de behandeling c-c-c.

De invloed van de ammonium:nitraat voedingsoplossing was eveneens in beide proeven bijna betrouwbaar tot uiterst betrouwbaar, dit met uitzondering van het standcijfer in 1980. Zowel in 1979 als in 1980 gaf van de twee soorten voedingsoplossingen de NH_4 -voedingsoplossing de beste resultaten. Wordt naar al het beschikbare materiaal gekeken, ook dat na overwintering en uitplanten (tabel 6 en 7), dan geldt dat de meeste waargenomen kenmerken bij Acer in 1979 vooral werden beïnvloed door de toegediende soort N-voeding en in 1980 door de toegediende concentratievariatie tijdens het groeiseizoen.

TABEL III.1. Gemiddelden en statistische betrouwbaarheid en F-waarden van de in de variantie-analyse getoetste effecten in 197

Grootheid	Datum	Behandeling	Behandelingen gesplitst in					interactie
			NH ₄	NO ₃	$\frac{1}{2}$ c-c-c	c-c-c	c- $\frac{1}{2}$ c-c	
Stamdikte	2/10		14,5	14,1	14,0	14,5	14,4	
	24/10		14,8	14,4	14,3	14,8	14,8	
Stat.verw.	2/10	4,39+		9,35++		4,23+		2,08
	24/10	2,50(+)		4,45(+)		2,66		1,35
Stamlengthe (cm)	2/10		158,3	138,4	143,3	147,2	154,5	
	24/10		158,6	138,1	143,1	147,0	154,9	
Stat.verw.	2/10	29,92+++		115,83+++		12,74+++		4,14+
	24/10	32,43+++		125,83+++		14,52+++		3,64(+)
Standcijfer	10/9		8,71	6,92	7,50	8,38	7,56	
	5/10		8,58	6,88	7,25	8,25	7,69	
Stat.verw.	10/9	7,51++		28,80+++		2,85(+)		1,51
	5/10	13,64+++		53,55+++		6,15+		1,18
Blad vers gewicht (g)	25/10		185,3	148,3	153,4	161,1	186,0	
		6,83++		20,97++		5,92+		0,68
Blad droog- gewicht (g)			45,6	34,3	36,8	38,0	45,0	
		9,15++		31,57+++		6,52++		0,56
Blad % dro- ge stof			24,6	23,1	23,9	23,5	24,2	
		25,76+++		110,96+++		8,28++		0,63
Hout vers gewicht (g)	25/10		142,5	113,8	115,4	127,2	141,9	
		6,89++		20,94+++		6,00+		0,77
Hout droog- gewicht (g)			66,1	51,6	52,8	58,4	65,4	
		7,03++		22,65+++		5,62+		0,64
Hout % dro- ge stof			46,4	45,3	45,6	45,8	46,0	
		3,59(+)		15,97++		0,63		0,38

TABEL III.2. Gemiddelden en statistische betrouwbaarheid en F-waarden van de in de variantie-analyse getoetste effecten in 1980.

Grootheid	Datum	Behandeling	Behandelingen gesplitst in					
			NH ₄	NO ₃	½c-c-c	c-c-c	c-1½c-c	interactie
standdikte (mm)	29/9		13,1	12,3	12,0	12,4	13,7	
	21/10		13,6	12,7	12,5	12,8	14,2	
stat.verw.	29/9	8,05++		7,57+		17,20+++		0,62
	21/10	9,03++		9,97+		16,66+++		0,94
stamlengte (cm)	29/9		105,0	87,2	83,2	90,1	115,1	
	21/10		106,1	87,6	83,9	90,6	116,2	
stat.verw.	29/9	39,71+++		58,44+++		69,29+++		0,76
	21/10	37,70+++		57,31+++		64,99+++		0,62
standcijfer	25/7		6,42	6,14	6,13	6,27	6,44	
	3/10		7,56	7,06	6,25	7,33	8,33	
stat.verw.	25/7	1,54		2,95		1,26		1,12
	3/10	5,13+		1,83		10,61++		1,29
blad vers gewicht(g)	20/10		102,3	84,3	71,9	84,2	123,8	
		8,16++		5,18+		15,63+++		2,18
blad droog- gewicht(g)	20/10		26,3	20,2	18,1	21,0	30,8	
		9,39++		9,92+		15,87+++		2,65
blad % droog- ge stof	20/10		26,1	24,1	25,4	24,8	25,1	
		3,68+		17,03++		0,56		0,11
hout vers gewicht(g)	20/10		72,9	50,8	46,4	54,0	87,4	
		19,64+++		23,61+++		35,22+++		2,07
hout droog- gewicht(g)	20/10		33,0	23,1	20,7	24,2	39,3	
		17,26+++		22,30+++		29,88+++		2,12
hout % droog- ge stof	20/10		45,1	43,9	44,5	44,6	44,4	
		1,44		5,19+		0,08		0,92