

CODEN: IBBRAH (4-80) 1-60 (1980)

INSTITUUT VOOR BODEMVRUCHTBAARHEID

RAPPORT 4-80

SALIX EN ACER OP STEENWOLBLOKKEN: CONCENTRATIE EN FREQUENTIE VAN TOEDIENEN  
VAN DE VOEDINGSOPLOSSING

Verslag van IB 5036 (1977) en IB 5049 (1978)

*With a summary: Salix and Acer on rockwool blocks: concentration and  
frequency of application of the nutrient solution*

door

H. NIERS

1980

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

---

*Inst. Bodemvruchtbaarheid, Rapp. 4-80 (1980) 60 pp*

## INHOUD

1. Doel	3
2. Opzet en uitvoering	4
3. Resultaten	9
3.1. Waarnemingen aan <i>Salix</i> en <i>Acer</i> tijdens de teelt	9
3.1.1. Het gemiddelde beeld	9
3.1.2. Variantieanalyse	14
3.1.3. Correlatieberekening	20
3.2. Waarnemingen aan de gewassen na overwintering en de groei na uitplanten	21
3.3. Gewasonderzoek	25
3.4. Analyseresultaten van watermonsters	27
3.4.1. pH-H <sub>2</sub> O	27
3.4.2. EC	29
3.4.3. N-, P-, K-, Mg- en Cl-gehalte	29
3.4.4. Spoorelementen en enige andere bestanddelen	32
3.5. Hoeveelheid voedingsoplossing	36
3.6. Onderzoek naar schommelingen in pH en EC	37
3.6.1. De correlatie tussen pH-H <sub>2</sub> O en EC, toegediende hoeveelheid voedingsoplossing en weersfactoren	38
3.6.2. De correlatie tussen EC en toegediende hoeveelheid voedingsoplossing en weersfactoren	40
4. Discussie en conclusies	42
5. Samenvatting	49
6. Summary	52
7. Literatuur	55
Bijlage	57

## 1. DOEL

Nadat uit een proef met verschillende boomkwekerijgewassen was gebleken dat deze goed op steenwol kunnen groeien (De Jong, 1978), kwam de vraag naar voren in hoeverre de groei wordt beïnvloed door de concentratie van de voedingsoplossing en de frequentie waarmee deze wordt gedruppeld. Om hierop een antwoord te krijgen zijn proeven opgezet in 1977 en 1978. Hierbij werd tevens de invloed van verschillende overwinteringsmethoden op het aanslaan na uitplanten in de vollegrond en op de groei daarna bestudeerd.

## 2. OPZET EN UITVOERING

In beide proefjaren was de proefopzet dezelfde, behalve voor wat betreft het geteelde gewas: in 1977 was dit *Salix erythro* 'Flexuosa' (verder genoemd *Salix* of wilg) en in 1978 *Acer saccharinum* 'Pyramidale' (verder te noemen *Acer* of esdoorn). In de proeven waren 6 behandelingen aanwezig die in 4 herhalingen werden uitgevoerd. Elk der 24 veldjes bestond uit 8 planten op 6-liter steenwolblokken die naast elkaar stonden opgesteld. Voor de 6 behandelingen werden 6 combinaties gekozen uit het totaal van 12 dat ontstaat door 3 frequenties van toedienen van een voedingsoplossing te combineren met 4 verschillende concentraties van de oplossing (fig. 1).

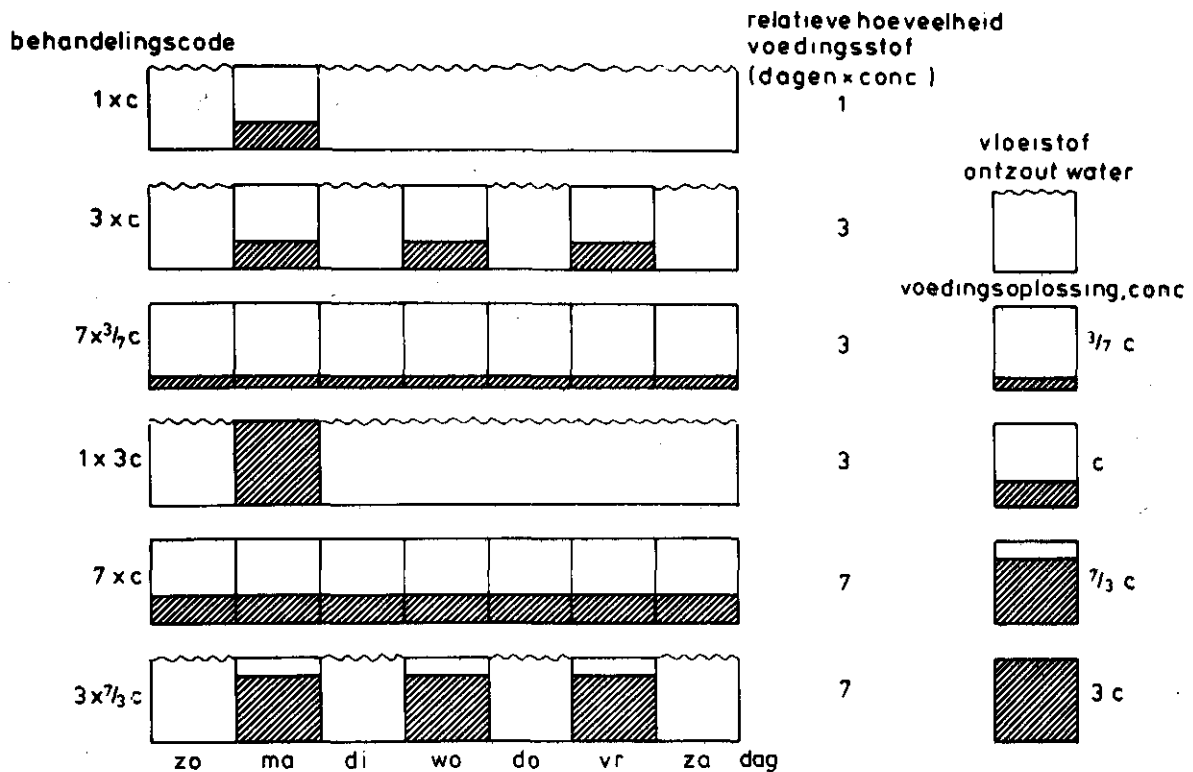


Fig. 1. Omschrijving van de 6 behandelingen (bemestingsmethoden) die werden toegepast. c = 0,833 g Nutriflora-t + 1,0 g kalksalpeter per liter gedemineraliseerd water.

Fig. 1. Description of the 6 treatments (methods of fertilizing) in the experiments. c = 0.833 g Nutriflora-t + 1.0 g calciumnitrate per litre demineralized water.

Voor het samenstellen van de voedingsoplossingen werd het door Windmill Holland BV, voor teelt op steenwol, in de handel gebrachte produkt Nutriflora-t 2+11+40+5 genomen, aangevuld met kalksalpeter. Gebruik werd gemaakt van Nutriflora-t met een iets andere samenstelling dan het produkt dat in IB 5034 (1976) werd gebruikt; het produkt was nu gelig en daarvoor wit. Het Fe-gehalte was nu 0,7% (daarvoor 0,2%) en de Fe-chelaat-vorm DTPA (vervanger van EDTA). Volgens door genoemde firma verstrekte gegevens heeft een oplossing met per liter 0,833 g Nutriflora-t en 1,0 g kalksalpeter de hoeveelheden aan voedingselementen die staan vermeld in tabel I.

TABEL I. Samenstelling van een voedingsoplossing op basis van 0,833 g Nutriflora-t 2+11+40+5 en 1,0 g kalksalpeter per liter water.  
 TABLE I. Composition of a nutrient solution containing 0.833 g Nutriflora-t 2+11+40+5 and 1.0 g calcium nitrate per litre water.

Element	Gehalte mg/liter	Element	Gehalte mg/liter
N	172	Fe	5,8
P	39	Mn	1,1
K	280	B	0,35
Mg	25	Zn	0,25
Ca	170	Cu	0,017
S	103	Mo	0,058

Zowel de door genoemde firma als "standaardoplossing" beschouwde vloeistof (0,833 g Nutriflora-t + 1 g kalksalpeter per liter water) die in de proef IB 5034 (1976) goed had voldaan, als lagere en hogere concentraties werden toegepast (fig. 1). Omdat pH-H<sub>2</sub>O in het afzuigvocht uit de steenwolblokken bij *Salix* in de loop van het seizoen hoger werd dan gewenst, zijn de voedingsoplossingen vanaf 14 juli aangezuurd met H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> tot pH-H<sub>2</sub>O 3,5. Gebruikt is een oplossing van 0,5 normaal H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> en hiervan bleek, in een voorproefje, per liter voedingsoplossing 1,04 cm<sup>3</sup> nodig bij 3/7 C, 1,44 cm<sup>3</sup> bij C, 3,60 cm<sup>3</sup> bij 7/3 C en 3,40 cm<sup>3</sup> bij 3C. Het water dat gebruikt werd was gedemineraliseerd. In figuur 1 staat ook

vermeld het aantal dagen in de week dat met de voedingsoplossing van een bepaalde concentratie werd gedruppeld. Tot eind oktober werd per dag éénmaal, bij sterke verdamping meerdere malen, voedingsoplossing gegeven op het steenwolblok totdat het vocht er juist onderuit kwam. De behandelingen die op een bepaalde dag geen voedingsoplossing ontvingen, kregen, ook via het Camaron-druppelsysteem, naar behoefte gedemineraliseerd water. De technische uitvoering van de proeven kwam verder grotendeels overeen met die van IB 5034 (1976). Voor de proef met *Acer* werden de tot dan gebruikte messing kogelkranen, i.v.m. vrijkomen van metalen hieruit, vervangen door plastic kranen.

Het plantmateriaal was in 1977 in steenwol beworteld stek van *Salix erythro* 'Flexuosa' (stekdatum 4 februari 1977) dat 18 mei, in 6-liter steenwolblokken, op de definitieve plaats werd opgesteld. Vanaf dezelfde datum ontvingen de planten de behandelingen welke staan vermeld in figuur 1, maar tot 1 juni met tot de helft verlaagde concentraties.

In 1978 werd in steenwol beworteld stek van *Acer saccharinum* 'Pyramidale' gebruikt dat op 1 juni in 6-liter steenwolblokken in de proef werd geplaatst en tot 14 juni gedruppeld werd met de halve concentraties van de in figuur 1 vermelde voedingsoplossingen. Om een indruk te krijgen van de groei in de vollegrond zijn de bewortelde esdoornstekken die voorjaar 1978 over waren, uitgeplant op zandgrond (plantdatum 20 juni).

Tijdens het groeiseizoen werden de planten beoordeeld op verschillende eigenschappen (deze staan vermeld in tabel VI voor *Salix* en tabel VII voor *Acer*). De metingen van de stamdikte (net boven het steenwolblok) en de stamlengte bij *Acer* vonden plaats per plant. De schattingen van de aanwezige plantmassa (in de tabellen: "stand"), de kleur, en bij *Salix* de hoeveelheid algen en levermossen op de steenwolblokken werden per veldje verricht. De scheutlengte bij *Salix*, die geteeld werd als struik, was op 11 mei en 20 juni de lengte aan scheuten langer dan 20 cm van alle planten, maar vanaf 19 juli werden van slechts twee planten per veldje de scheuten gemeten die op genoemde datum langer dan 25 cm waren. Daar de scheuten bij dit gewas veel bochten hebben is de exacte scheutlengte moeilijk vast te stellen. Het totaal versgewicht per plant aan het eind van het groeiseizoen bij de wilg en het versgewicht, drooggewicht en % drogestof in het blad en hout bij de esdoorn hebben betrekking op twee planten per veldje (bij *Salix* die waarbij steeds de scheuten zijn gemeten).

Bij de wilg trad tegen het eind van het groeiseizoen in lichte mate afsterving op van twijguiteinden en bladtoppen, deze werd op 1 november globaal vastgelegd.

In tabel II staan vermeld de vocht- en gewasmonsters die werden genomen met daarbij de uitgevoerde analyses.

TABEL II. Omschrijving van de vocht- en gewasmonsters met daarbij de uitgevoerde analyses.

TABLE II. Description of liquid and plant samples and the analyses carried out.

Aard monster	Datum monsternamen		Uitgevoerde analyses
	<i>Salix</i> (1977)	<i>Acer</i> (1978)	
vocht <sup>1)</sup>	27-5 t/m 21-10	9-6 t/m 27-10	EC, pH
	wekelijks	wekelijks	
	10-6, 29-7,	23-6, 14-7,	EC, pH, Cl, N, P, K, Mg
	19-8, 9-9	25-8, 15-9	
	1-7, 23-9	4-8, 6-10	EC, pH, Cl, N ( <i>Salix</i> op 23-9 en <i>Acer</i> : NO <sub>3</sub> ), P ( <i>Acer</i> HPO <sub>4</sub> en H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ), K, Mg, NH <sub>4</sub> , Na, Ca, HCO <sub>3</sub> , SO <sub>4</sub> , Fe, Mn, B, Zn, Cu
blad <sup>2)</sup>	4-11	16-10	N, P, K, drogestof
twijg <sup>3)</sup>	4-11		drogestof

1) afzuigmonsters per behandeling: onderuit (enkele cm's vanaf de bodem) 8 steenwolblokken (2 per herhaling)

2) twee monsters per behandeling (naast elkaar liggende herhalingen bij elkaar)

*Salix*: blad van het midden der scheuten: bemonstering over de halve scheutlengte

*Acer*: pas volgroeid blad (ca. 20 cm onder de top)

3) *Salix*: twijguiteinden van 30 cm zonder blad.

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

TABEL III. Wijze van opdelen van de 32 planten per behandeling voor de overwintering en het uitplanten (1977 voor *Salix* en 1978 voor *Acer*).  
TABLE III. Division of the 32 plants per treatment for wintering and planting out (1977 for *Salix* and 1978 for *Acer*).

Groeps- nummer	Overwinteringsmethode	Grondsoort waarop uitgeplant <sup>1)</sup>	Aantal planten
1	Geen: materiaal werd geoogst		8
2	Herfst uitgeplant <sup>2)</sup>	zand	4
		klei	4
3	In een kas <sup>3)</sup>	zand	4
	in voorjaar <sup>4)</sup> uitgeplant	klei	4
4	Buiten op de grond	zand	4
	in voorjaar <sup>4)</sup> uitgeplant	klei	4

1) zandgrond van het IB te Haren en kleigrond op de proeftuin "De Boutenburg" te Lienden

2) Haren: *Salix* 11 nov., *Acer* 7 nov. Lienden: kort na de voor Haren vermelde datums

3) Voor *Salix* vorstvrij, voor *Acer* niet

4) Haren: *Salix* 2 mei, *Acer* 18 mei. Lienden: kort na de voor Haren genoemde datums.

De beoordelingen te Haren in het jaar na de overwintering zijn weergegeven in tabel IX.



### 3. RESULTATEN

#### 3.1. Waarnemingen aan *Salix* en *Acer* tijdens de teelt

Het cijfermateriaal dat werd verzameld bij de schattingen en metingen is grafisch en statistisch verwerkt. Voor de figuren 2 tot en met 6 en tabel IV zijn de gemiddelden over de herhalingen gebruikt. De resultaten van de variantieanalyse zijn weergegeven in tabel VI voor *Salix* en tabel VII voor *Acer*. Tenslotte zijn voor de wilg correlaties berekend tussen alle kenmerken die in tabel VI staan vermeld en voor de esdoorn tussen die in tabel VII.

##### 3.1.1. Het gemiddelde beeld

Voor een boomteler is de dikte van de stam van het geteelde produkt een belangrijk gegeven omdat die een grote invloed heeft op de prijs die hij ervoor ontvangt.

Uit figuur 2 blijkt dat zowel bij *Salix* als *Acer* de dikste stammen worden verkregen door dagelijks te druppelen met een oplossing van "standaardconcentratie" (= C). Bij verschillende andere behandelingen ( $3 \times 7/3 C$ ,  $7 \times 3/7 C$  en  $3 \times C$ ) is de stamdikte slechts iets geringer. Eenmaal in de week druppelen (met concentratie C of 3C) is niet genoeg voor optimale stamdikte-groei.

Voor de vier beste behandelingen bij esdoorn,  $7 \times 3/7 C$ ,  $3 \times C$ ,  $3 \times 7/3 C$  en  $7 \times C$  geldt dat zowel de stamdikte als de stamlengte in deze volgorde toenemen, maar voor de wilg neemt bij de behandelingen  $7 \times C$ ,  $7 \times 3/7 C$  en  $3 \times 7/3 C$  de stamdikte in deze volgorde af, maar de totale scheutlengte toe (fig. 2 + 3). Hierbij moet worden bedacht dat de scheutlengtemeting bij *Salix* onnauwkeurig was.

De stamdikte van de in de vollegrond uitgeplante esdoornboompjes nam, in de periode van 20 juni tot 2 november, toe van 3,5 tot 8,2 mm en de stamlengte van 11,5 tot 44,0 cm (gemiddelden over 22 planten).

Bij de behandeling  $7 \times C$  hebben de planten niet alleen de dikste stam, maar ook de beste stand (= grootste hoeveelheid plantmassa) en meestal de donkerste bladkleur (fig. 4 en 5).

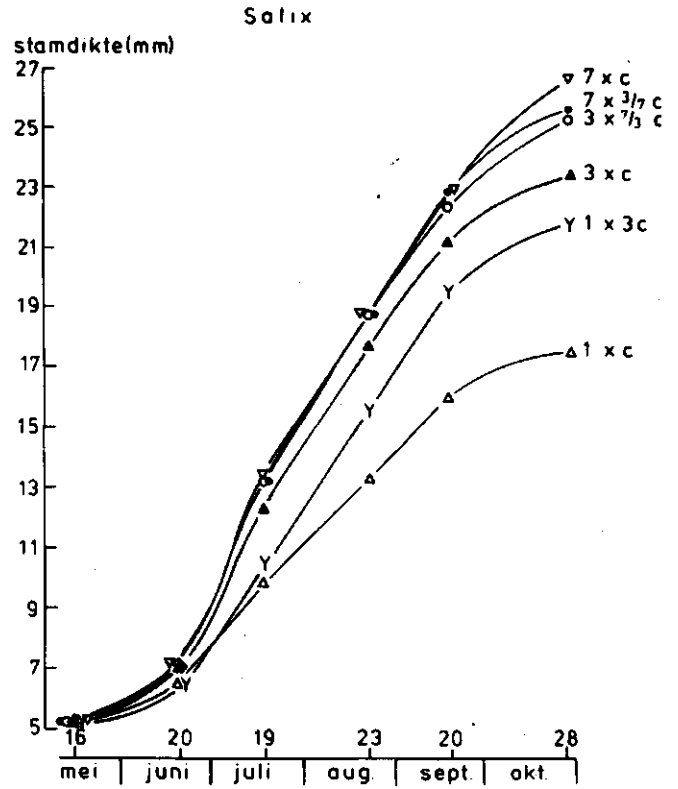
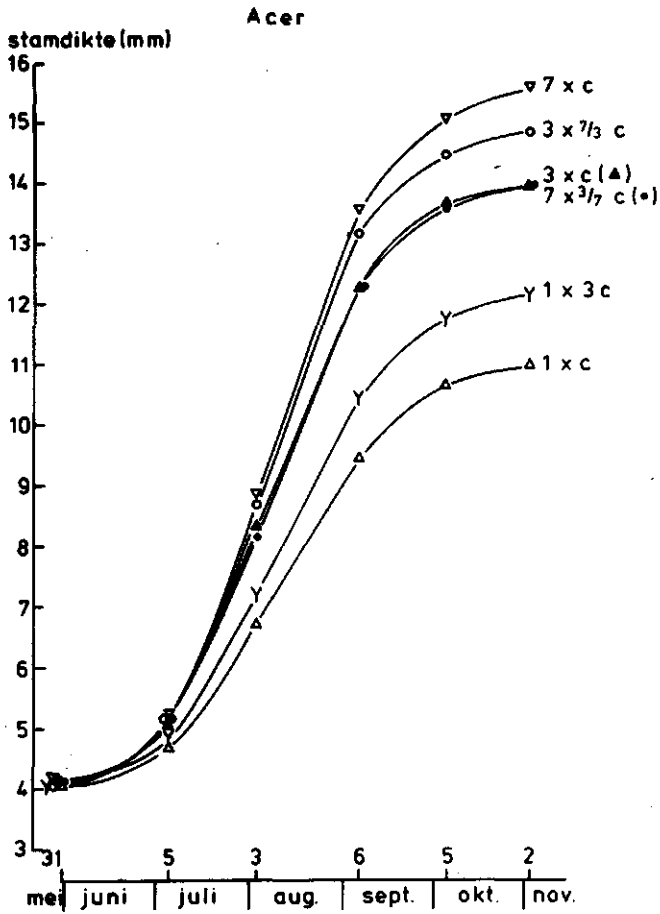


Fig. 2. De toename van de stamdikte in de loop van het groeiseizoen bij de verschillende behandelingen voor *Salix* en *Acer*. Meting net boven het steenwolblok (code: figuur 1).

Fig. 2. The increase in stem thickness during the growing season for the different treatments with *Salix* and *Acer*. Measurement just above rockwool block (code: figure 1).

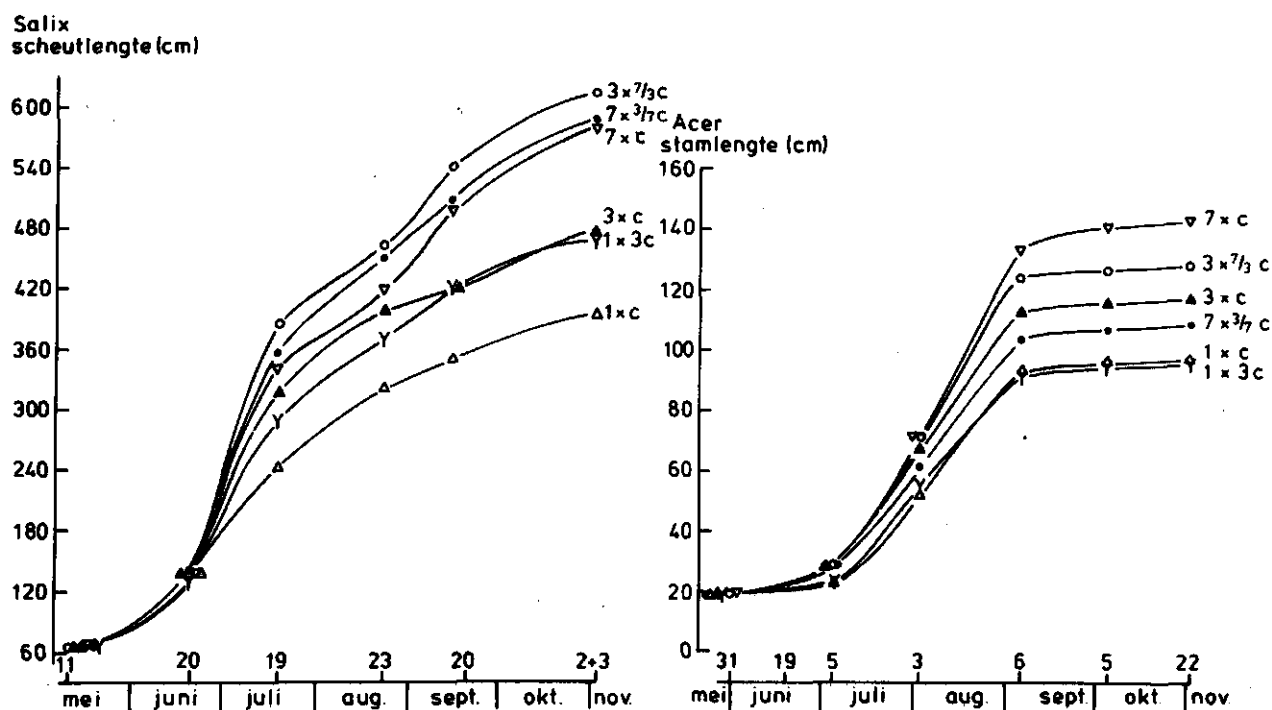


Fig. 3. De toename van de totale scheutlengte bij *Salix* en de stamlengte bij *Acer* in de loop van het groeiseizoen bij de toegepaste behandelingen (code: figuur 1).

Fig. 3. The increase in total shoot length of *Salix* and stem length of *Acer* during the growing season for the different treatments (code: figure 1).

Tabel IV toont aan dat bij de behandeling  $7 \times C$ , die in het voorgaande voor diverse kenmerken als beste uit de bus komt, voor *Salix* het totaal versgewicht van de plant en voor *Acer* het gewicht aan blad en hout (vers en droog) het hoogst is. Daarop volgt bij *Salix*  $7 \times 3/7 C$  en bij *Acer*  $3 \times 7/3 C$ . Dat geldt niet voor het percentage drogestof: dit is zowel voor hout als blad, het hoogst bij  $1 \times C$ , de behandeling met de slechtste groei.

Toediening van veel voedingselementen ( $7 \times C$ ,  $3 \times 7/3 C$  en  $7 \times 3/7 C$ ) gaf bij de wilg niet alleen een goede gewasgroei, maar ook een sterke groei van alg en levermos op de steenwolblokken (fig. 6).

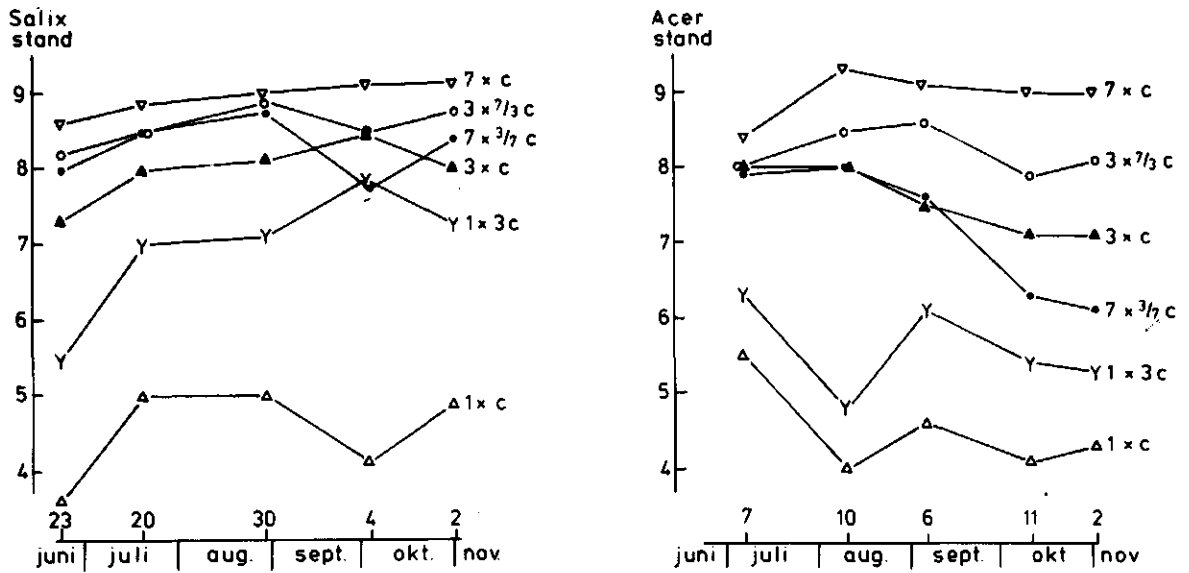


Fig. 4. De stand (0 = geen, 10 = veel plantmassa) op een aantal tijdstippen in het groeiseizoen bij de verschillende behandelingen voor *Salix* en *Acer* (code: figuur 1).

Fig. 4. The plant mass (0 = none, 10 = much) on a number of dates in the growing season for the different treatments with *Salix* and *Acer* (code: figure 1).

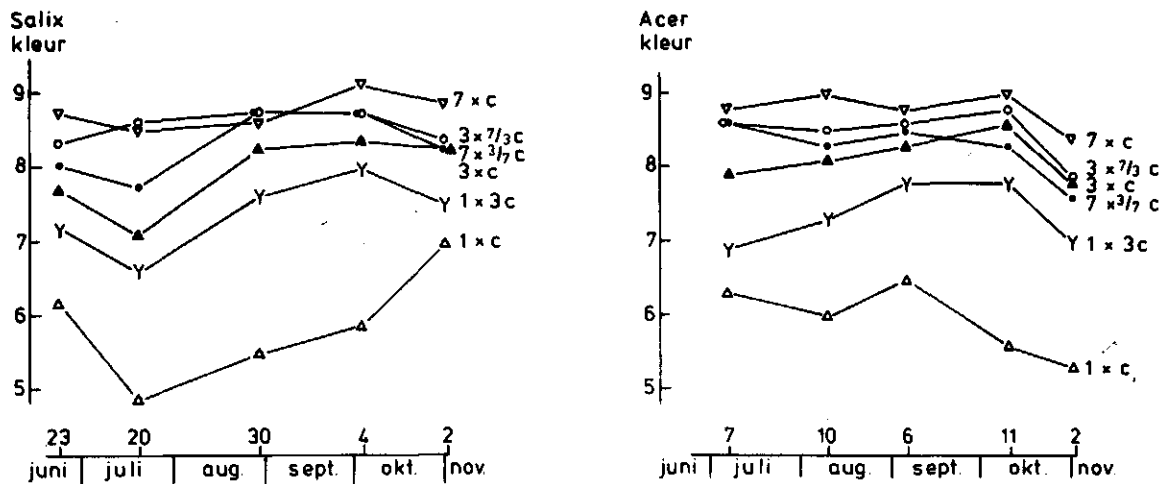


Fig. 5. De kleur van het gewas (0 = licht-, 10 = donkergroen) op een aantal tijdstippen in het groeiseizoen bij de aangelegde behandelingen voor *Salix* en *Acer* (code: figuur 1).

Fig. 5. The color of the plants (0 = light-, 10 = darkgreen) on a number of dates in the growing season for the different treatments. (*Salix* and *Acer*; code: figure 1).

TABEL IV. Invloed van de behandelingen aan het eind van het groeiseizoen op het gewicht van *Salix* (gehele plant zonder wortel) en gewicht en % drogestof van blad en hout bij *Acer* (gem. over 8, soms 7 planten).

TABLE IV. Influence of the treatments at the end of the growing season on weight of *Salix* (whole plant without root) and weight and % dry matter of leaf and wood of *Acer* (means of 8, sometimes 7 plants).

Gewas	Grootheid	Behandeling <sup>1)</sup>					
		7xC	7x3/7C	3x7/3C	3xC	1x3C	1xC
<i>Salix</i>	versgewicht (g)	1250	1075	1013	767	716	335
<i>Acer</i>	blad vers (g)	154	98	117	91	51	34
	droog (g)	37	23	27	22	12	9
	drogestof (%)	24	23	23	24	23	26
	hout vers (g)	124	76	100	82	47	37
	droog (g)	58	35	47	39	22	18
	drogestof (%)	47	47	47	47	47	48

1) code: zie figuur 1.

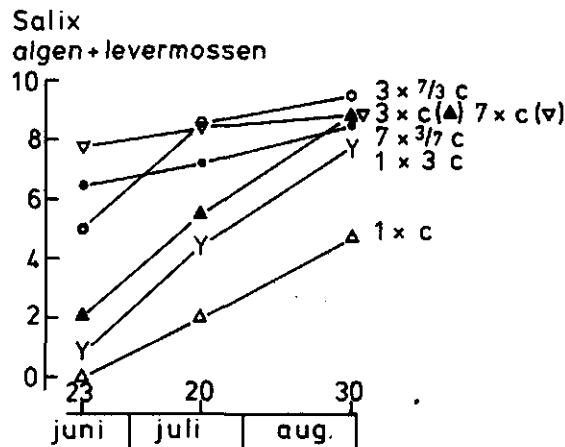


Fig. 6. De hoeveelheid (0 = geen, 10 = veel) algen en levermos op het steenwolblok op drie datums bij de toegepaste behandelingen voor *Salix* (code: figuur 1).

Fig. 6. The amount (0 = none, 10 = much) of algae and moss on the rockwool block on three dates for the different treatments. (*Salix*; code: figure 1).

De wilgestruiken werden op 1 november 1977 beoordeeld op het voorkomen van insterving aan de twijguiteinden en van bladeren met zwarte punten (tabel V). Uit deze gegevens komt de tendens naar voren dat bij het groter worden van de totaal gegeven hoeveelheid meststof het euvel toeneemt.

TABEL V. Afstervingsverschijnselen bij *Salix* op 1 november 1977 voor de verschillende behandelingen.

TABLE V. Dying-off symptoms of *Salix* on 1 November 1977 for the different treatments.

Behan- <sup>1)</sup> delings code	Toegediende <sup>2)</sup> hoeveelheid meststof	Insterving <sup>3)</sup> twijguiteinden	Bladeren met <sup>3)</sup> zwarte punten
7 × C	7	2	4
3 × 7/3C	7	3	3
7 × 3/7C	3	1	2
3 × C	3	3	3
1 × 3C	3	0	0
1 × C	1	1	0

1) zie figuur 1

2) de hoeveelheid bij 1 × C is als de eenheid genomen. De cijfers zijn niet exact, daar toediening van de voedingsoplossing op een bepaalde dag afhankelijk was van de waterbehoefte van de plant

3) 0 = geen, 4 = veel

### 3.1.2. Variantieanalyse (tabel VI en VII)

De uitspraken in deze paragraaf onder de punten b), c) en d) zijn gedeeltelijk gedaan naar aanleiding van grafieken waarbij de diverse grootheden zijn uitgezet tegen de desbetreffende onafhankelijke variabele (achtereenvolgens de frequentie van druppelen, de hoeveelheid meststof en de concentratie). Ter beperking van de omvang van dit rapport zijn deze grafieken niet in dit verslag opgenomen.

TABEL VI. Statistische betrouwbaarheid bij *Salix erythro* 'Flexuosa'. Gegeven zijn de bereikte overschrijdingskansen (5,1 en 0,1%) van de in de variantieanalyse getoetste effecten.

TABLE VI. Statistical significance with *Salix erythro* 'Flexuosa'. The probability level (5.0, 1.0 and 0.1%) reached for the effects tested in analysis of variance.

Groot- heid	Datum	Behandelingseffecten <sup>1)</sup>							
		beh.	hh.x	freq.	freq. = hh <sup>2)</sup>		hh.	concentratie	
			freq.		l.	kw.		l.	kw.
Standikte	16 mei								
	20 juni	0,1		5	1	5		1	1
	19 juli	0,1		0,1	0,1	0,1	1	0,1	
	23 aug.	0,1		1	0,1	0,1	0,1	5	
	20 sept.	0,1	5	0,1	0,1	0,1	0,1	1	5
	28 okt.	0,1		0,1	0,1	0,1	0,1	5	
Scheutlengte	11 mei								
	20 juni	0,1				1	1	0,1	
	19 juli	1			5				
	23 aug.	5			5				
	20 sept.	1	5		1		5		
	2 nov.	1	5		1		5		
Stand	23 juni	0,1		0,1	0,1	0,1	0,1	1	
	20 juli	0,1		0,1	0,1	0,1	0,1		
	30 aug.	0,1		1	0,1	0,1	0,1		
	4 okt.	0,1			0,1	0,1	0,1		
	1 nov.	0,1		5	0,1	0,1	0,1		
Versgewicht	3 nov.	0,1		0,1	0,1		0,1		
Kleur	23 juni	0,1		1	0,1	5	0,1		
	20 juli	0,1	5	5	0,1	0,1	0,1		
	30 aug.	0,1			0,1	0,1	0,1		
	4 okt.	0,1		5	0,1	0,1	0,1		
	1 nov.	0,1		5	0,1	5	5		
Algen en lever- mossen	23 juni	0,1	0,1	0,1	0,1	5	0,1	0,1	
	20 juli	0,1	5	1	0,1	1	0,1		
	30 aug.	0,1			0,1	0,1	0,1		

1) beh. = behandelingen  
hh. = hoeveelheid

freq. = frequentie  
l. = lineair

kw. = kwadratisch  
2) bij "standaardconcentratie"

TABEL VII. Statistische betrouwbaarheid bij *Acer saccharinum* 'Pyramidale'. Gegeven zijn de bereikte overschrijdingskansen (5, 1 en 0,1%) van de in de variantieanalyse getoetste effecten.

TABLE VII. Statistical significance with *Acer saccharinum* 'Pyramidale'. The probability level (5.0, 1.0 and 0.1%) reached for the effects tested in analysis of variance.

Groot- heid	Datum	Behandelingseffecten <sup>1)</sup>							
		beh.	hh.x	freq.	freq. = hh <sup>2)</sup>		hh.	Concentratie	
			freq.		l.	kw.		l.	kw.
Stamdikte	31 mei								
	5 juli	1			1				
	3 aug.	0,1		5	0,1	0,1	5	5	1
	6 sept.	0,1		0,1	0,1	0,1	0,1	5	0,1
	5 okt.	0,1		0,1	0,1	0,1	0,1	1	0,1
	2 nov.	0,1	5	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Stamlengte	31 mei						5		
	5 juli	0,1		0,1	0,1	0,1		0,1	
	3 aug.	0,1			0,1	1	1		0,1
	6 sept.	0,1	1	1	0,1		1	5	0,1
	5 okt.	0,1	0,1	0,1	0,1		0,1	5	0,1
	2 nov.	0,1	0,1	0,1	0,1		0,1	5	0,1
Stand	7 juli	0,1		0,1	0,1	0,1	5	1	
	10 aug.	0,1		0,1	0,1	0,1	1	0,1	0,1
	6 sept.	0,1		0,1	0,1	0,1	0,1		1
	11 okt.	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1		0,1
	2 nov.	0,1	1	5	0,1	1	0,1		0,1
	Kleur	7 juli	0,1		1	0,1	5	5	5
10 aug.		0,1		1	0,1	0,1	0,1		
6 sept.		0,1			0,1	1	0,1		
11 okt.		0,1			0,1	0,1	0,1		
2 nov.		0,1			0,1	1	1		
Blad		2 nov.							
	versgewicht	0,1	5	0,1	0,1	5	0,1	0,1	0,1
	drooggewicht	0,1	1	0,1	0,1	5	0,1	0,1	0,1
	% drogestof	1	5		1	5	1	5	1
Hout	2 nov.								
	versgewicht	0,1	1	0,1	0,1	5	0,1	5	0,1
	drooggewicht	0,1	1	0,1	0,1	5	0,1	5	0,1
	% drogestof	1			1		0,1		1

1) beh. = behandelingen  
hh. = hoeveelheid

freq. = frequentie  
l. = lineair

kw. = kwadratisch  
2) bij "standaardconcentratie"



In een variantieanalyse, waarbij als mogelijke variatie-veroorzakende factoren behandelingen, herhalingen en toeval (rest) werden opgenomen, bleek bij de stamdikte en scheutlengte in mei voor wilg en esdoorn nog geen statistisch betrouwbare behandelingsinvloed aanwezig, maar bij de latere waarnemingen was dat wel het geval: daar wordt hier nader op ingegaan. Voor deze grootheden werd het cijfermateriaal gebruikt voor vier analyses waarbij, steeds gebruik makend van de reeds berekende toevalsvariantie, achtereenvolgens de volgende vragen werden gesteld:

a) *Is er een interactie tussen de frequentie van toedienen van de voedingsoplossing en de hoeveelheid meststof die is toegediend?* Gebruikt werd het materiaal van de behandelingen 3×C, 7×C, 3×7/3C en 7×3/7C (tabel VIII). Hierbij werd aangenomen dat er geen invloed van de concentratie is. Bij *Salix* was voor 6 van de 26, bij *Acer* voor 11 van de 28 bekeken kenmerken een betrouwbare interactie aanwezig tussen de frequentie van druppelen en de toegediende hoeveelheid voedingsoplossing. Bij een toegediende hoeveelheid voedingsoplossing 3C nam de waarde van de verschillende grootheden steeds toe indien de frequentie van druppelen werd opgevoerd van 3 dagen in de week naar 7 dagen in de week, maar bij een toegediende hoeveelheid 7C was er bij de stamdikte (een belangrijk kwaliteitscriterium) op 20 september nog wel een toename, maar bij de scheutlengte op 20 september en 2 november, en de kleur op 20 juli een afname door vergroting van de frequentie van druppelen. Bij *Acer* werd door frequenter druppelen bij een hoeveelheid 7C de waarde van de bekeken grootheden steeds vergroot, bij een hoeveelheid 3C was er meestal een afname, voor de stamdikte een constant blijven en voor een gering aantal andere kenmerken nog een toename, maar deze was kleiner dan bij 7C.

b) *Is er invloed van de frequentie van druppelen?* En zo ja, kan dan voor het beschrijven van deze invloed met een vergelijking van de eerste graad worden volstaan? Voor de eerste vraag werden de tegenstellingen tussen de behandelingen 7×3/7C en 1×3C respectievelijk 7×C en 3×7/3C genomen, met de veronderstelling dat geen interactie van frequentie van druppelen met de toegediende hoeveelheid en geen aparte invloed van de concentratie aanwezig is. Omdat voor de tweede vraag alleen de behandelingen werden gebruikt waarbij de "standaardconcentratie" van de voedingsoplossing werd

TABEL VIII. Interacties tussen de toegediende hoeveelheid meststof en de frequentie van druppelen.

TABLE VIII. Interactions between amount of nutrient and frequency of trickling.

Gewas	Grootheid <sup>1)</sup>	Datum	Behandeling <sup>2)</sup>			
			3C-3	3C-7	7C-3	7C-7
Salix	stamdikte (mm)	20 sept.	21,2	22,9	22,4	23,0
	scheutlengte (cm)	20 sept.	420,4	507,4	540,1	494,5
	scheutlengte (cm)	2 nov.	475,9	587,6	615,6	579,0
	kleur	20 juli	7,1	7,8	8,6	8,5
Acer	stamdikte (mm)	2 nov.	14,0	14,0	14,9	15,6
	stamlengte (cm)	6 sept.	112,0	104,0	124,1	133,1
	stamlengte (cm)	5 okt.	116,4	107,2	127,3	141,2
	stamlengte (cm)	2 nov.	117,7	108,4	128,4	143,2
	stand	11 okt.	7,1	6,3	7,9	9,0
	stand	2 nov.	7,1	6,1	8,1	9,0
	blad-vers (g)	2 nov.	90,6	98,3	116,5	153,8
	blad-droog (g)	2 nov.	21,7	22,8	27,1	36,7
	blad-% ds.	2 nov.	24,0	23,0	23,3	23,8
	hout-vers (g)	2 nov.	82,2	75,8	99,5	123,7
	hout-droog (g)	2 nov.	38,6	35,3	46,6	57,9

1) kleur : 0 = licht-, 10 = donkergroen.

groei algen + levermossen : 0 = geen, 10 = veel

stand : 0 = geen, 10 = veel bovengrondse massa

2) voor de streep de toegediende hoeveelheid meststof (produkt van een aantal dagen in de week druppelen met de gebruikte concentratie), achter de streep het aantal dagen in de week dat er voedingsoplossing werd toegediend.

toegediend, kan voor de "frequentie van druppelen" ook "de toegediende hoeveelheid meststof" worden gelezen.

Frequenter druppelen van de voedingsoplossing gaf zowel bij *Salix* als *Acer* dikkere stammen, een betere stand (= geschatte plantmassa) een donkerder kleur (*Acer*: alleen op 7 juli en 10 aug.), bij *Acer* langere planten, een hogere vers- en drooggewicht aan blad en ook aan hout, en bij *Salix* een groter totaal versgewicht en meer algen en levermossen op de steenwolblokken.

Voor beschrijving van de invloed van de frequentie van druppelen kan met een rechtlijnig verband worden volstaan bij de totale scheutlengte in de periode 19 juli tot en met 2 november en bij het totale versgewicht op 3 november van de wilg. Voor de esdoorn is dat het geval bij de stamdikte van 5 juli en de stamlengte van 6 september, 5 oktober en 2 november. Bij alle andere grootheden is er een kwadratisch verband. Behalve voor het % drogestof in blad en hout van *Acer* is daarbij sprake van een afnemende meeropbrengst: de toename per eenheid van frequentie is groter in het traject van 1 tot 3 dagen in de week druppelen dan in het traject van 3 tot 7 dagen in de week druppelen. Voor het % drogestof is er, zowel voor blad als hout, een afname door het verhogen van de frequentie: deze is, per eenheid van frequentie, in het traject van 1 naar 3 groter dan in het traject van 3 naar 7 dagen in de week druppelen.

De invloed van de frequentie van druppelen op de hoeveelheid algen en levermossen bij *Salix* verandert gaande van 23 juni naar 30 augustus van een toenemende meeropbrengst in een afnemende meeropbrengst doordat de hoeveelheid alg en levermos bij de behandeling 3 dagen in de week druppelen sterk toeneemt.

*c) Is er een effect van de hoeveelheid meststof die werd toegediend?*

Gebruik werd gemaakt van het gehele materiaal, waarbij werd aangenomen dat een interactie tussen hoeveelheid en frequentie niet aanwezig is en de concentratie geen aparte invloed heeft.

Wordt naar al het beschikbare materiaal gekeken dan geldt, zowel bij *Salix* als *Acer*, dat de meeste waargenomen kenmerken worden beïnvloed door de toegediende hoeveelheid meststof. Bij uitzetten voor de verschillende grootheden van de waarde tegen de toegediende hoeveelheid meststof (voor de hoeveelheid C : de waarde bij 1×C, voor de hoeveelheid 3C het gemiddelde van 7×3/7C, 3×C en 1×3C, voor de hoeveelheid 7C het gemiddelde van

7×C en 3×7/3C), blijkt er met slechts enkele uitzonderingen steeds sprake van een afnemende meeropbrengst. Deze uitzonderingen zijn bij *Salix* de totale scheutlengte van 20 juni (hier is er een optimum tussen C en 7C) en bij *Acer* de stamlengte van 6 september, 5 oktober en 2 november, en het % drogestof in blad, respectievelijk hout op 2 november. Voor de stamlengte bij *Acer* is er een toenemende meeropbrengst. Omdat dit samengaat met een afnemende meeropbrengst voor de stamdikte duidt dit erop dat de kwaliteit slechter wordt naarmate de planten meer meststof ontvangen. Dit wordt bevestigd door de afnemende meeropbrengst voor versgewicht en drooggewicht van de houtige delen. Het percentage drogestof, gegeven achtereenvolgens voor de hoeveelheden meststof C, 3C, 7C is bij het blad 25,5, 23,3 en 23,6 en voor het hout 47,9, 46,7 en 46,8. Per gewasonderdeel blijken de verschillen maar klein te zijn.

d) Is voor het beschrijven van de invloed van de concentratie een eerste-gradsvergelijking of een tweedegradsvergelijking het meest geschikt? Hierbij werd verondersteld dat de invloed van frequentie van druppelen of toegediende hoeveelheid meststof gering is.

Bij *Salix* heeft de concentratie der voedingsoplossing vooral invloed op de stamdikte. Bij uitzetten van de stamdikte tegen de concentratie werd een onregelmatige figuur verkregen. Dit wijst erop dat andere factoren, bijv. frequentie, een grote invloed hebben op de stamdiktegroeï.

Voor *Acer* heeft de concentratie invloed op de meeste waargenomen eigenschappen: uitzonderingen zijn de stamdikte en stamlengte aan het begin van het groeiseizoen en de gewaskleur vanaf 10 augustus. Voor de stamlengte vanaf 3 augustus, de stand op 2 en 11 oktober en het droog- en versgewicht van het hout is er een optimum waarbij de hoogste waarde bereikt wordt bij 7/3C. Ook voor het % drogestof in blad en hout is er een optimum, maar nu wordt de hoogste waarde bereikt bij C. Voor de andere kenmerken (o.a. vanaf 3 augustus voor de uitkwaliteitsoogpunt belangrijke stamdikte) wordt weer een onregelmatig verband gevonden.

### 3.1.3. Correlatieberekening

*Salix*. De 325 correlatiecoëfficiënten die tussen de 26 kenmerken van tabel VI werden berekend waren allemaal positief: bijna 80% ervan bleek statistisch betrouwbaar van nul te verschillen (bereikte overschrijdings-

kans < 5%) en slechts in enkele gevallen was hierbij de bereikte overschrijdingskans groter dan 1%. Dit wijst op een grote mate van rechtlijnige samenhang tussen veel van de kenmerken. Kennelijk reageren stamdikte, scheutlengte, massa, versgewicht, kleur en algengroei voor een groot deel op eenzelfde manier op de ingestelde behandelingen.

Niet statistisch betrouwbaar waren o.a. de correlaties tussen de stamdikte op 16 mei, respectievelijk de scheutlengte op 11 mei met de overige kenmerken.

Dat er tussen deze twee grootheden aan het begin van het groeiseizoen geen, maar later wel een samenhang bestaat komt doordat de invloed van de behandelingen in de loop van de tijd toeneemt.

*Acer.* Worden stamdikte en boomlengte van 31 mei evenals het % drogestof in blad en houtige delen op 2 november weggelaten, dan blijkt tussen elk paar van twee grootheden uit tabel VII een zeer betrouwbare mate van rechtlijnig verband te bestaan ( $2\alpha = 0,01$ ). De correlatiecoëfficiënten waren steeds positief. Een behandeling die een betere stand tot gevolg heeft, geeft ook een donkerder kleur, dikkere, en langere stam, en meer vers- en drooggewicht aan blad en houtige delen. In het begin van het seizoen is dit effect echter nog niet doorslaggevend.

Een hoger gehalte aan drogestof in het blad ging samen met een hoger gehalte aan drogestof in de houtige delen ( $2\alpha = 0,01$ ), maar tussen deze grootheden en de andere variabelen uit tabel VII werden negatieve correlatiecoëfficiënten berekend. Slechts een deel ervan was statistisch betrouwbaar.

### *3.2. Waarnemingen aan de gewassen na overwintering en de groei na uitplanten*

Tijdens het eerste groeiseizoen waren voor elke behandeling 4 veldjes à 8 planten aanwezig maar in het volgende jaar voor elke behandeling slechts 4 planten (één uit elke herhaling): dit deels door het "oogsten" en deels door opvoeren van het aantal behandelingen. Vanwege deze geringe hoeveelheid materiaal per behandeling is voor het tweede groeiseizoen de verwerking van de waarnemingsuitkomsten beperkt tot het

middelen over de herhalingen: tabel IX geeft resultaten voor de standplaats *Haren* en daarnaast voor *Acer* enige informatie over de standplaats Lienden (hier verdwenen bij 9 boompjes de etiketten). Over de groei van *Salix* te Lienden is geen cijfermateriaal beschikbaar; alleen kan worden gemeld dat, waarschijnlijk ten gevolge van watergebrek, de meeste exemplaren dood gingen en de overige uit handelsoogpunt waardeloos waren. Voor zover niet anders wordt vermeld hebben de volgende gegevens betrekking op de planten in Haren.

De mate van uitlopen van de planten in mei was bij *Salix* voor twee en bij *Acer* voor vier van de in het voorafgaande jaar toegepaste bemestingsmethoden slechter bij het in de kas overwinterde materiaal. Bij de planten die in de herfst zijn uitgeplant of op de grond staande overwinterden is voor *Salix* bij de behandelingen 7×C en 3×7/3C minder nieuw blad aanwezig dan bij de andere behandelingen, maar voor *Acer* is er geen verschil tussen de behandelingen.

In 1978 bleek de wilg aangetast te zijn door zwarte kanker (*Glomerella cingulata*): de mate van aantasting nam toe in de loop van het groeiseizoen. Op 11 augustus zijn de zieke delen weggesneden en gewogen. Het gewicht is uitgedrukt als percentage van het versgewicht. Gemiddeld over de bemestingsmethoden is dit percentage bij de in de kas overwinterde planten 3,6, bij de in de herfst uitgeplante wilgen 4,5 en bij de struikjes die in de winter boven op de grond stonden het hoogst namelijk 10,1%. Voor de verschillende bemestingsmethoden was het percentage, gemiddeld over de overwinteringsmethoden en gerangschikt van laag naar hoog, 4,8(1×3C), 5,8(1×C), 6,0(7×3/7C), 6,2(3×7/3C), 6,6(7×C) en 7,1(3×C). Er is een tendens aanwezig dat er bij hogere meststofgiften een relatief iets groter deel van de plant wordt aangetast, maar de vorm van overwintering is voor de mate van aantasting belangrijker dan de bemestingsmethode.

De invloed van de wijze van overwinteren van de wilg op het bovengronds versgewicht aan het eind van het tweede groeiseizoen is afhankelijk van de bemestingsmethode in het voorgaande jaar. Buiten op de grond staande overwinteren is voor vier bemestingsmethoden de slechtste vorm van overwinteren, voor 7×3/7C is het beter dan in de kas overwinteren en voor 3×7/3C is het de beste manier. Het grootste versgewicht is verkregen door planten van de bemestingsmethode 7×3/7C in de herfst uit te planten.

TABEL IX. Beoordelingen in het jaar na de overwintering (*Salix* 1978, *Acer* 1979). Voor zover niet anders is vermeld: standplaats Haren.

TABLE IX. Observations after wintering (*Salix* 1978, *Acer* 1979). If not mentioned otherwise: plants in Haren.

Gewas	Grootheid <sup>1)</sup>	Datum	-2)	Behandeling <sup>3)</sup>					
				7×3/7C	1×C	3×C	7×C	3×7/3C	1×3C
<i>Salix</i>	mate van uitlopen	12 mei	u	8,0	7,0	6,8	5,3	5,8	6,8
			b	8,0	7,0	7,5	5,8	5,0	6,3
			k	4,3	4,0	6,5	6,5	6,3	5,8
	stengels aangetast door zwarte kanker (gewichtsperscentage)	11 aug.	u	4,5	4,4	5,1	4,5	5,4	3,2
			b	9,0	10,3	12,7	11,2	10,2	7,4
			k	4,6	2,7	3,5	4,0	3,2	3,6
	voorkomen van zwarte kanker	1 nov.	u	1,3	1,8	1,3	1,3	1,0	1,3
			b	1,3	1,0	1,8	2,8	1,3	1,5
			k	1,3	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	versgewicht bovengronds (kg)	1 nov.	u	1,5	0,8	1,2	1,3	1,3	1,1
			b	1,3	0,6	0,9	1,0	1,3	0,9
			k	1,2	0,7	1,3	1,3	1,2	1,3
	wortelkwaliteit	1 nov.	u	1,9	1,1	2,4	1,9	1,6	1,5
			b	3,4	2,0	2,4	2,1	3,0	2,6
			k	2,9	2,9	3,1	2,8	3,8	4,4
<i>Acer</i>	mate van uitlopen	25 mei	u	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
			b	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
			k	3,0	9,0	4,3	9,3	3,5	4,5
	aantal dode bomen (oorspr. 4 levende)	5 okt.	u	0	0	0	0	0	0
			b	0	0	0	0	0	0
			k	3	1	4	3	4	3
	aantal dode bomen te Lienden (oorspr. 4 levende)	24 okt.	u	0	0	0	0	0	0
			b	0	0	0	0	0	0
			k	1	0	0	1	3	2
	bovengrondse plantmassa	5 okt.	u	7,3	7,4	7,4	8,3	8,4	7,9
			b	6,5	7,5	7,8	8,4	8,3	7,1
			k	5,5	6,0	-	3,0	-	4,0
	lengte (cm)	1 nov.	u	195	199	209	228	231	209
			b	176	199	207	216	228	193
			k	161	173	-	79	-	108
	lengte (cm) te Lienden	24 okt.	u	125	80	114	148	128	133
			b	190	155	173	213	179	170
			k	137	149	149	175	130	115
	standdikte (mm)	1 nov.	u	22,6	23,2	23,7	26,0	26,3	23,6
			b	19,3	21,0	23,2	25,1	24,5	21,7
			k	14,1	11,2	-	15,6	-	12,7
standdikte (mm) te Lienden	24 okt.	u	19,1	12,7	18,5	22,0	19,1	20,7	
		b	23,9	18,5	22,9	25,5	23,6	22,9	
		k	17,5	18,5	17,8	20,2	17,5	15,3	
wortelkwaliteit	5 nov.	u	3,6	2,8	3,8	4,0	4,4	3,4	
		b	3,6	2,9	4,0	4,3	4,0	3,5	
		k	2,0	2,0	-	1,0	-	1,5	

1) mate van uitlopen: 0 = niet, 10 = veel  
voorkomen van zwarte kanker: 0 = geen aantasting, 10 = gehele plant aangetast  
wortelkwaliteit: 0 = geen, 5 = veel wortels  
bovengrondse plantmassa: 0 = geen, 10 = veel

2) overwinteringmethode: u = uitgeplant op zandgrond (IB, Haren) of kleigrond (De Boutenburg Lienden): herfst 1977 voor *Salix*, herfst 1978 voor *Acer*. b = buiten zonder bescherming, steenwolblokken op de grond staande. k = overwinterd in een kas.

3) behandeling die de planten in 1977 (*Salix*) of 1978 (*Acer*) ontvingen: voor verklaring van de code zie figuur 1.

De toename in versgewicht tijdens het 2<sup>e</sup> jaar is, gemiddeld over de bemestingsmethoden, voor het buiten op de grond overwinterde materiaal 25,6%, voor de planten die in de kas stonden 49,9% en voor het materiaal dat in de herfst werd uitgeplant 52,5%. Op de grond overwinteren voldoet dus slecht. De procentuele toename bij de verschillende bemestingsmethoden is in 1978, gemiddeld over de drie manieren van overwinteren en gerangschikt van een laag naar hoog percentage: -3,2(7×C), 25,7(3×7/3C), 26,5(7×3/7C), 45,5(3×C), 55,2(1×3C) en 106,5(1×C). Behandelingen met een goede groei in 1977 hebben in 1978 een slechte groei gegeven en dat gaat omgekeerd ook op.

Van de in de kas overwinterde esdoorn-boompjes is na uitplanten op zand in Haren, behalve bij 1×C, meer dan de helft doodgegaan. In Lienden op kleigrond was de sterfte iets geringer. Op zandgrond geeft uitplanten in de herfst bij alle bemestingsmethoden boompjes met dikkere stammen en veelal ook grotere lengte dan buiten overwinteren op de grond, maar voor de bovengrondse plantmassa, zoals geschat op 5 oktober, komt niet één van deze twee overwinteringsmethoden als beste naar voren. In Lienden zijn de beste resultaten (gemeten naar lengte en stamdikte) juist verkegen bij het materiaal dat boven op de grond overwinterde. Als beste bemestingsmethoden (voor stamdikte, stamlengte en bovengrondse plantmassa) komen na het tweede jaar in Haren 7×C en 3×7/3C uit de bus. In Lienden is 7×C het beste. Vooral bij de stamlengte komt de tendens naar voren dat de procentuele toename in 1979 groter is geweest naarmate de groei in 1978 minder was (tabel X).

De verschillen in wortelkwaliteit zijn bij *Acer*, indien wordt afgezien van de in de kas overwinterde planten, vrij gering, maar bij *Salix* geldt voor elke bemestingsmethode bijna steeds dat de planten die in de kas zijn overwinterd meer wortels hebben dan die welke buiten zijn overwinterd en dat deze meer wortels hebben dan de struiken die in de herfst zijn uitgeplant (tabel IX).



TABEL X. De procentuele toename in stamlengte en stamdikte van *Acer* te Haren en Lienden in 1979<sup>1)</sup>.

TABLE X. Proportional increase in stem length and stem thickness of *Acer* in Haren and Lienden in 1979.

Grootheid	Standplaats	Behandeling <sup>2)</sup>					
		7x3/7C	1xC	3xC	7xC	3x7/3C	1x3C
Stamlengte	Haren (zand)	71	106	76	55	78	110
	Lienden (klei)	35	35	22	26	22	62
Stamdikte	Haren (zand)	50	102	67	64	71	86
	Lienden (klei)	48	51	48	52	46	80

1) Er is alleen gemiddeld over in de herfst uitplanten en buiten overwinteren. In verband met de sterfte bij het in de kas overwinterde materiaal is dit weggelaten.

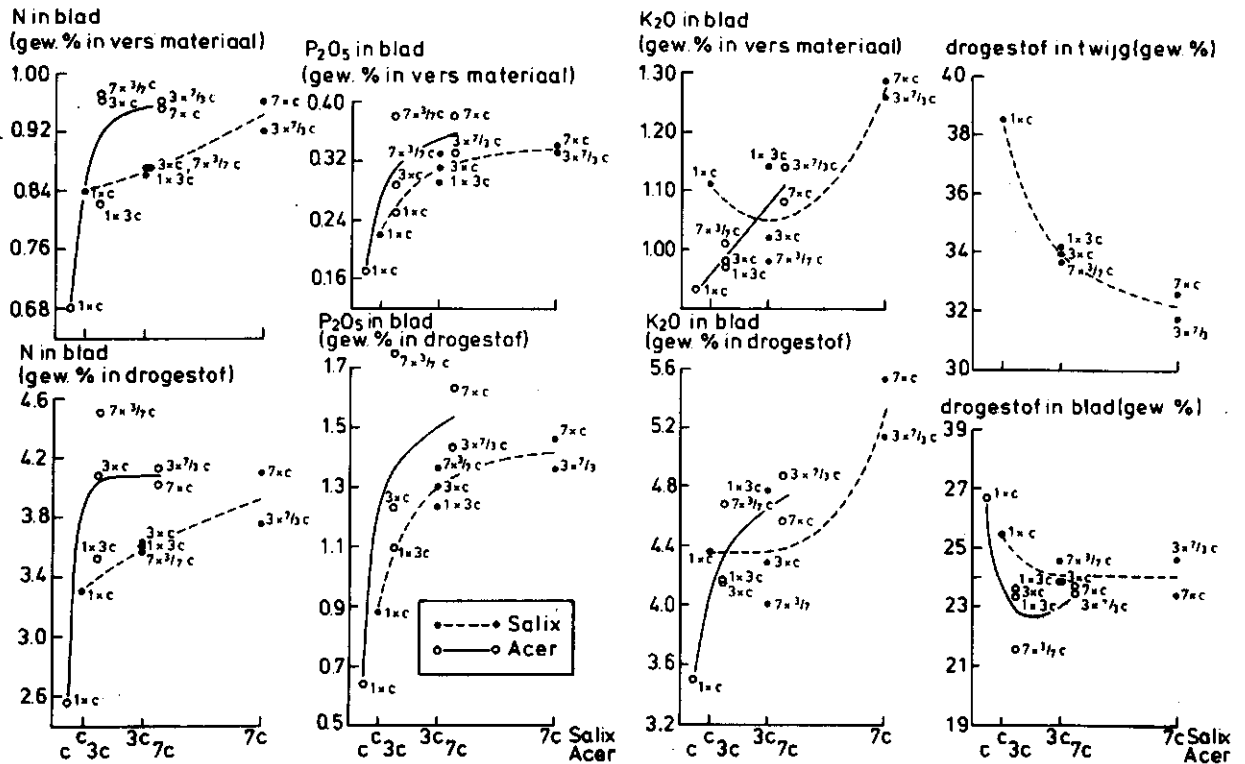
2) Code: figuur 1.

### 3.3. Gewasonderzoek

In figuur 7 zijn de analyseresultaten (gemiddelden over twee monsters) zowel berekend op het verse materiaal als op de drogestof uitgezet tegen het produkt van het aantal dagen in de week dat voedingsoplossing werd toegediend met de concentratie van de toegediende oplossing (verder te noemen C, 3C en 7C). Dit is een goede maatstaf voor de hoeveelheid meststof die is verstrekt, want bij uitzetten van bijvoorbeeld de gegeven hoeveelheid N (tabel XIV) tegen het genoemde produkt liggen de punten ongeveer op een rechte lijn. Omdat bij de wilg ongeveer tweemaal zoveel meststof is gegeven als bij de esdoorn (tabel XIV) is voor eerstgenoemde de X-as tweemaal zo lang genomen.

Alleen voor het  $P_2O_5$ -gehalte van het blad (zowel in het verse materiaal als in de drogestof) geldt steeds dat dit, gerekend bij een bepaalde hoeveelheid meststof, hoger is naarmate vaker (en dus met lagere concentratie) wordt gedruppeld.

Voor de wilg neemt het N-gehalte van het blad zowel in het verse materiaal als in de drogestof, bijna rechtlijnig toe met de toegediende hoeveelheid meststof, maar bij de esdoorn is er, in beide gevallen, een afnemende meeropbrengst. De vorm der lijnen suggereert dat *Salix* meer N nodig heeft dan *Acer*.



Figuur 7. Analyseresultaten van gewasmonsters voor *Salix* en *Acer* bij de verschillende behandelingen (code: figuur 1).  
 Figure 7. Results of analyses of plant samples of *Salix* and *Acer* for the different treatments (code: figure 1).

Het opvoeren van de totale meststofgift heeft bij de wilg en de esdoorn ongeveer hetzelfde gevolg voor het P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-gehalte van het blad: zowel voor het verse materiaal als de drogestof is er een afnemende meeropbrengst.

Voor de reactie van het K<sub>2</sub>O-gehalte van het blad is er verschil tussen *Salix* en *Acer*. Voor de wilg blijft het K<sub>2</sub>O-gehalte in de drogestof ongeveer gelijk en is er in het verse materiaal een daling bij opvoeren van de hoeveelheid meststof van C naar 3C, maar gaande van 3C naar 7C neemt het K<sub>2</sub>O-gehalte in beide gevallen sterk toe. Bij de esdoorn is er voor het K<sub>2</sub>O-gehalte in de drogestof een afnemende meeropbrengst, voor dat in het verse materiaal een rechtlijnige toename bij het vergroten van de meststofhoeveelheid.

Door het vergroten van de totale meststofgift van C naar 3C daalt het % drogestof in blad en twijg bij *Salix* en in het blad van *Acer*. Verdere

vergroting van de totale meststofgift van 3C tot 7C doet bij de wilg het % drogestof in de twijgen nog wel dalen (het % drogestof in het blad verandert weinig), maar bij de esdoorn neemt het gehalte aan drogestof in het blad weer iets toe. Bij de esdoorn wordt zowel in de bladmonsters als in de totale hoeveelheid blad per plant (tabel IV) eenzelfde verloop van het drogestofgehalte met de toegediende hoeveelheid meststof aangetroffen.

Bij de behandeling waarbij de beste stamdikte-groei werd waargenomen (alle dagen druppelen met de "standaardoplossing") was bij *Salix* (*Acer*) het drogestofgehalte aan het eind van het groeiseizoen 33% in de twijguiteinden en 23 (24) % in het blad. In de drogestof van het blad was daarbij 4,1 (4,0)% N, 1,5 (1,6)%  $P_2O_5$  en 5,5 (4,6)%  $K_2O$  aanwezig.

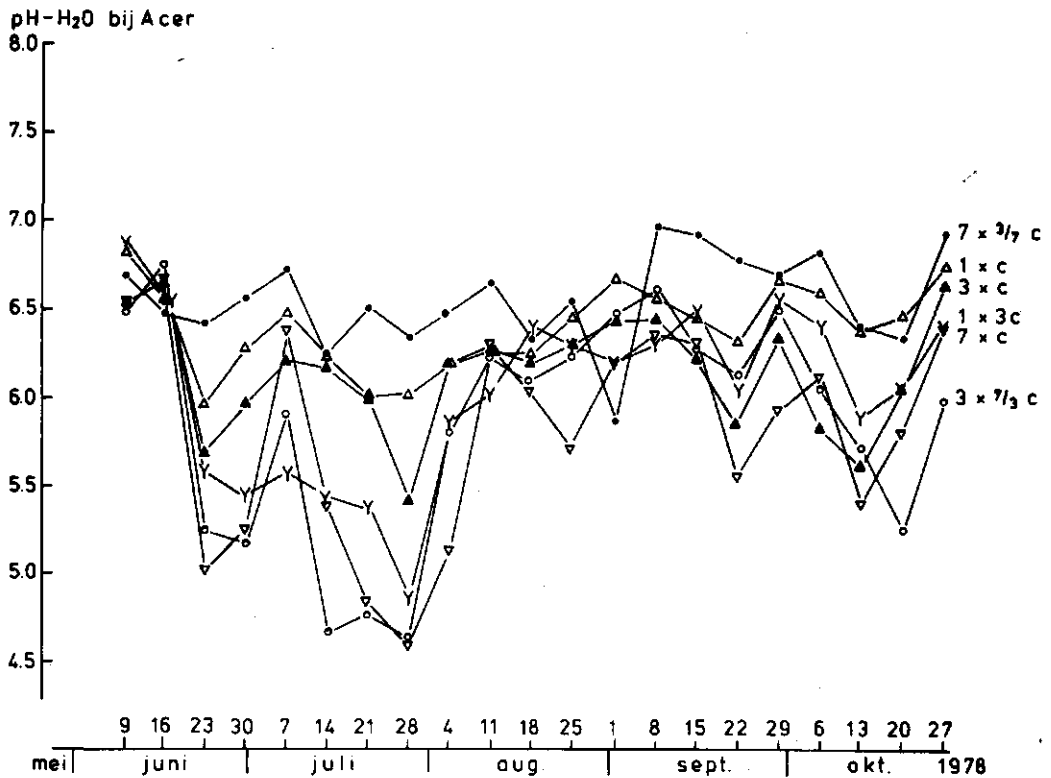
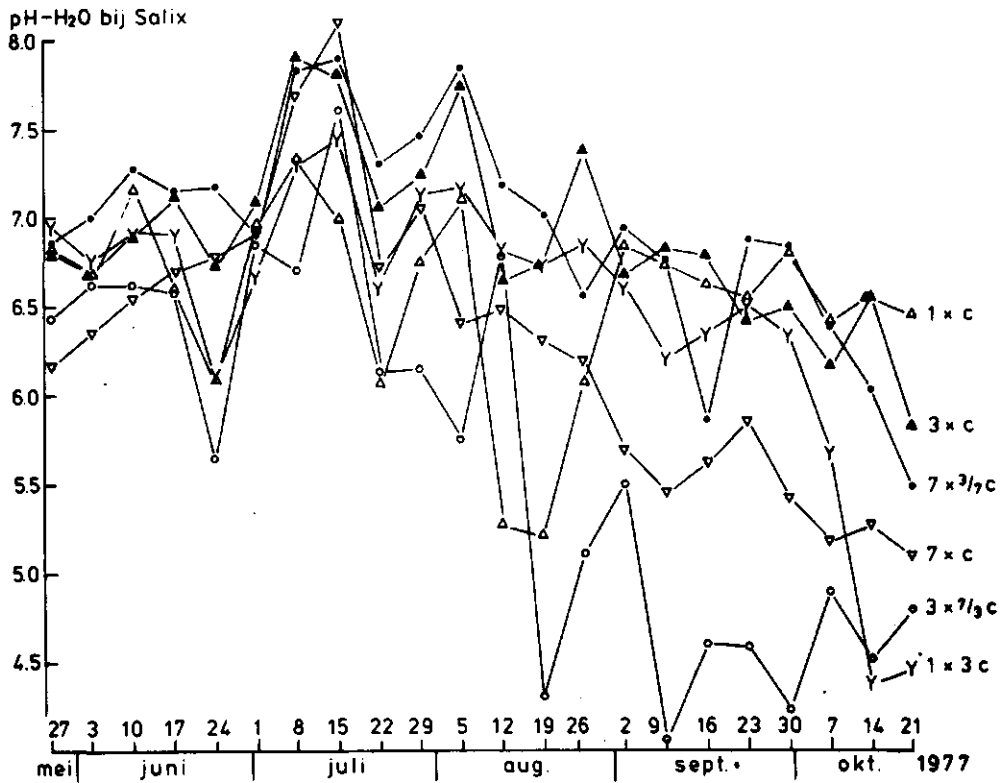
### 3.4. Analyseresultaten van watermonsters

#### 3.4.1. pH-H<sub>2</sub>O

Uit de resultaten van de wekelijkse controle van pH-H<sub>2</sub>O in de steenwolblokken (figuur 8) blijkt dat er niet alleen tussen de diverse bemestingsmethoden, maar ook tussen de beide cultivars verschillen zijn geweest in pH-H<sub>2</sub>O.

Bij *Salix* stijgt pH-H<sub>2</sub>O in de periode van eind mei (waarden tussen 6,0 en 7,0) tot half juli (waarden van 7,0 tot 8,1) bij alle bemestingsmethoden, maar bij *Acer* treedt, behalve bij 7 × 3/7C, een daling op tussen midden juni (waarden tussen 6,4 en 6,8) en eind juli (waarden tussen 4,6 en 6,4). Voor de wilg blijkt er in genoemde periode geen duidelijke samenhang tussen pH-H<sub>2</sub>O en bemestingsmethode te zijn, bij de esdoorn zijn de behandelingen te rangschikken in een volgorde van lage naar hoge pH-H<sub>2</sub>O : 3×7/3C, 7×C, 1×3C, 3×C, 1×C en 7×3/7C.

Na half juli treedt er bij *Salix*, door het aanzuren van de voedingsoplossingen, bij alle behandelingen een pH-daling op zodat de waarden eind oktober liggen in het traject van pH-H<sub>2</sub>O 4,4 tot 6,5. Hierbij lopen de lijnen voor 1×C, 3×C, 7×3/7C, en 1×3C tot eind september door elkaar heen. Bij 7×C (waarden eind oktober tot 5,1), maar vooral 3×7/3C (waarden tot bijna 4,0) is de pH-H<sub>2</sub>O duidelijk lager.



Figuur 8. De pH-H<sub>2</sub>O van het vocht in de steenwolblokken voor *Salix* en *Acer* bij de verschillende behandelingen (code: figuur 1).  
 Figure 8. The pH-H<sub>2</sub>O of the liquid in the rockwool blocks with *Salix* and *Acer* of the different treatments (code: figure 1).

Voor *Acer* stijgen na eind juli, vooral bij de objecten met de laagste pH-H<sub>2</sub>O's, de waarden zodanig dat deze eind oktober uiteen lopen van ongeveer 6,0 tot 7,0.

#### 3.4.2. EC

In figuur 9 zijn de resultaten van de wekelijkse controle van het elektrisch geleidingsvermogen van het vocht in de steenwolblokken weergegeven. Het elektrisch geleidingsvermogen wordt verder afgekort tot EC en de eenheid waarin ze is uitgedrukt (mS/cm bij 18 °C voor uitslagen van IB-metingen en mS/cm bij 25 °C voor de resultaten van bepalingen door Proefstation Naaldwijk) is weggelaten (zie bijlage I).

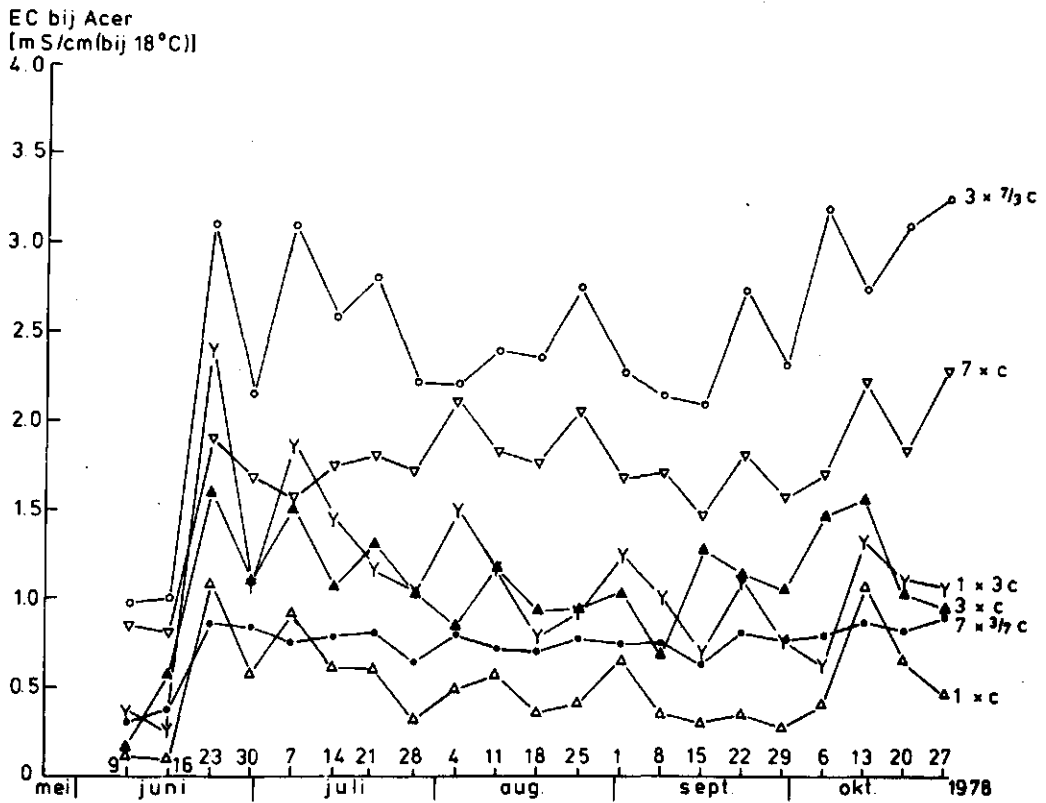
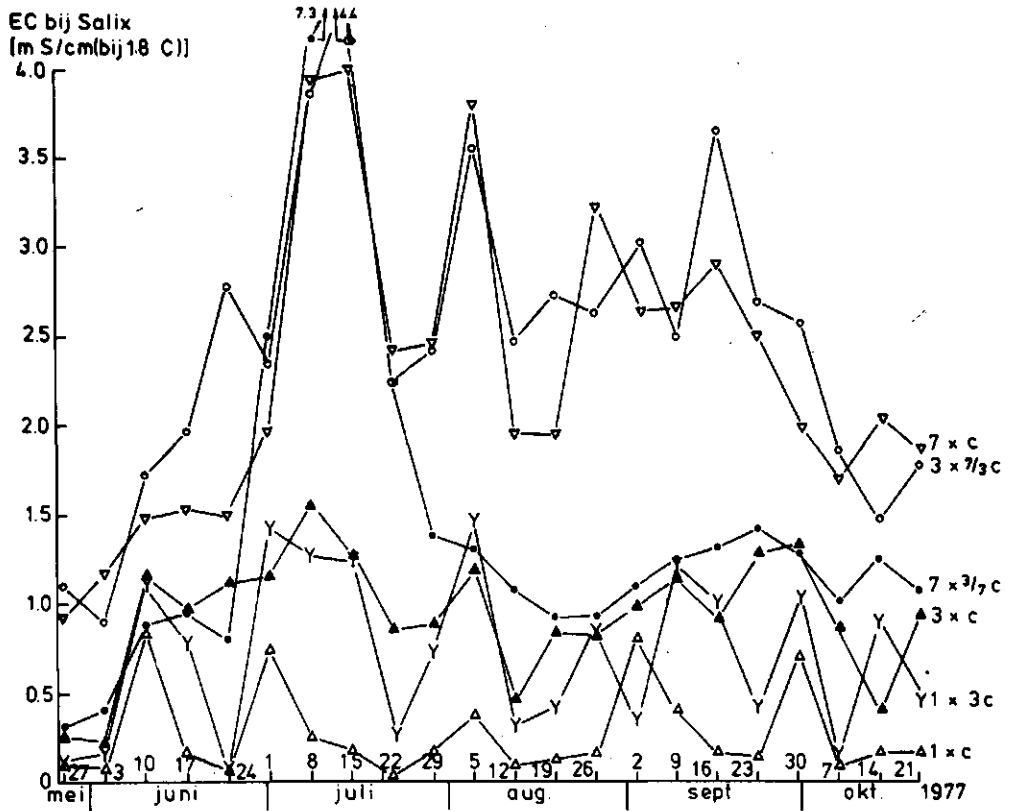
Uit figuur 9 is globaal bepaald welke EC er gemiddeld tijdens het groeiseizoen in de blokken is gemeten. Hierbij is de aanlooperperiode buiten beschouwing gelaten. Bij rangschikken van de behandelingen naar deze "gemiddelde EC", met de waarde ervan tussen haken, ontstaat voor *Salix* de volgorde: 1×C (0,3), 1×3C (0,7), 3×C (1,0), 7×3/7C (ca. 1,5), 7×C (2,5), 3×7/3C (2,8). Bij *Acer* wordt als reeks gevonden: 1×C (0,5), 7×3/7C (0,8), 3×C (1,2), 1×3C (1,2), 7×C (1,8), 3×7/3C (2,1). De volgorde is voor beide cultivars gelijk, behalve voor wat betreft de behandelingen 1×3C en 7×3/7C. Voor de bemestingsmethoden met hoge giften aan voedingselementen wordt bij de wilg, voor de andere bij esdoorn een hogere "gemiddelde EC" gevonden.

De schommelingen in gemeten EC-waarden zijn bij *Salix* veel groter dan bij *Acer*.

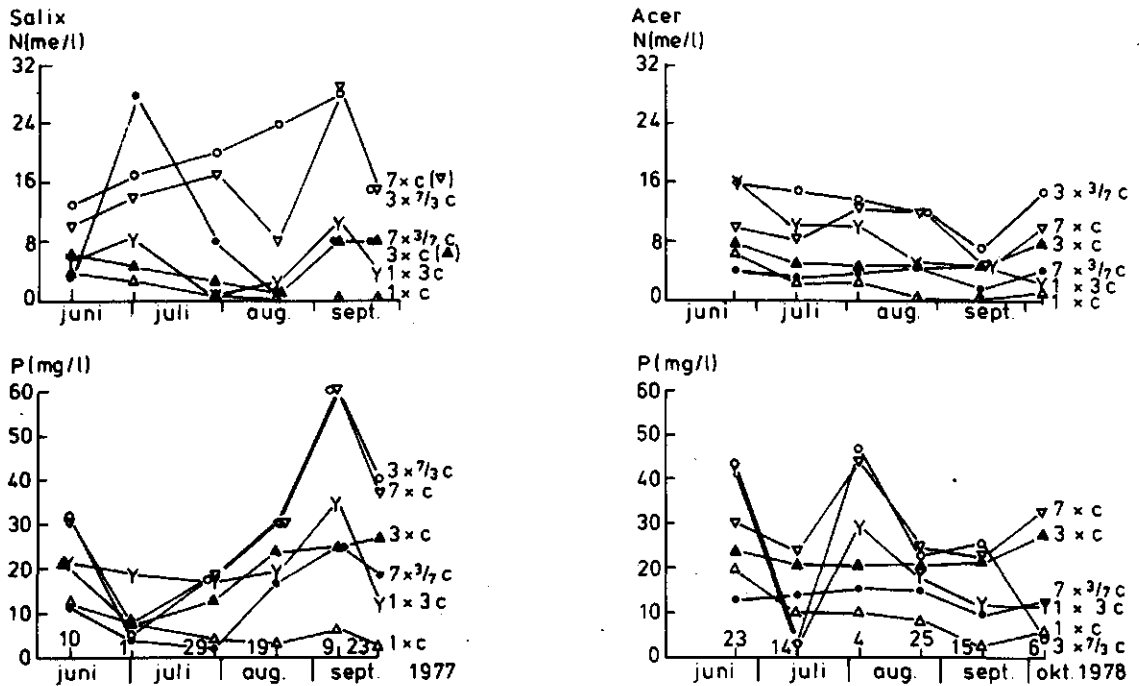
#### 3.4.3. N-, P-, K-, Mg- en Cl-gehalte

De variatie in N- en P-gehalte van het vocht in de steenwolblokken is weergegeven in figuur 10, die van het K- en Mg-gehalte in figuur 11, die van het Cl-gehalte in tabel XI.

Voor wat betreft de invloed van de behandelingen op het N-, P-, K- en Mg-gehalte in de afzuigmonsters kunnen 3 groepen van behandelingen worden onderscheiden: de gehalten zijn het hoogst bij 7×C en 3×7/3C, lager bij 7×3/7C, 3×C en 1×3C, en het laagst bij 1×C. Bij de behandelingen 3×7/3C en 7×C zijn de gehalten van de genoemde elementen voor *Salix* veelal wat hoger dan voor *Acer*.



**Figuur 9.** Het elektrisch geleidingsvermogen (EC) van het vocht in de steenwolblokken voor *Salix* en *Acer* bij de verschillende behandelingen (code: figuur 1).  
*Figure 9.* The electric conductivity (EC) of the liquid in the rockwool blocks with *Salix* and *Acer* for the different treatments (code: figure 1).

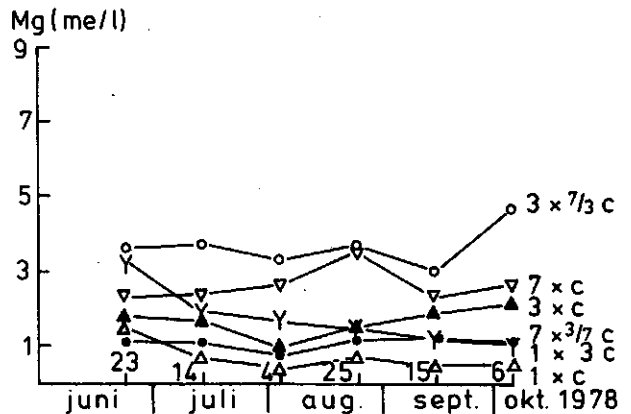
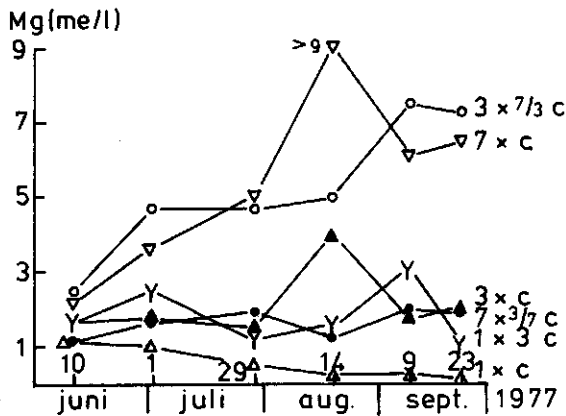
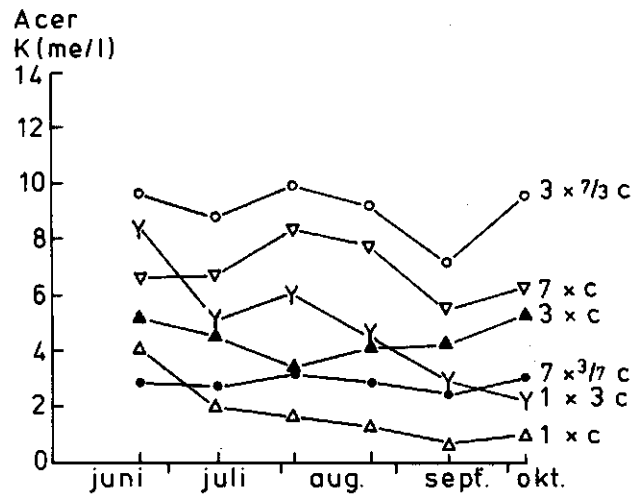
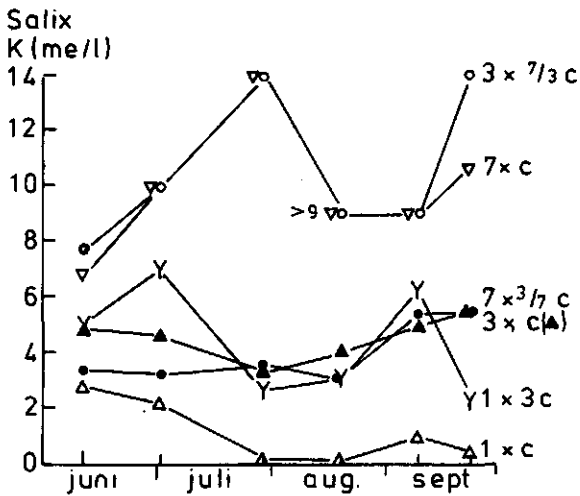


Figuur 10. De verandering in N- en P-gehalte van het vocht in de steenwolblokken tijdens het groeiseizoen bij *Salix* en *Acer* (code: figuur 1).  
 Figure 10. The fluctuation in N- en P-content of the liquid in the rockwool blocks during the growing season for *Salix* en *Acer* (code: figure 1).

Er is ook, maar bij de esdoorn minder dan voor de wilg, een variatie van de gehalten met de tijd. Bij de behandelingen 7x c en 3x 7/3 c van *Salix* neemt, globaal gezien, het N- en Mg-gehalte in de periode tot 9 september toe, het P-gehalte vertoont eerst een daling, daarna een stijging.

Met enkele uitzonderingen (de belangrijkste zijn de uitkomsten voor de metingen op 23 september bij alle behandelingen van *Salix*) liggen de Cl-gehalten beneden 1 me/l.

In hoofdstuk 4 worden de gehalten bij 7x c vergeleken met adviezen voor komkommerteelt op steenwol.



Figuur 11. De verandering in K- en Mg-gehalte van het vocht in de steenwolblokken tijdens het groeiseizoen bij *Salix* en *Acer* (code: figuur 1).  
 Figure 11. The fluctuation in K- and Mg-content of the liquid in the rockwool blocks during the growing season for *Salix* and *Acer* (code: figure 1).

#### 3.4.4. Spoorelementen en enige andere bestanddelen

Uit de tabellen XII en XIII volgt dat met uitzondering van de gegevens voor  $\text{NH}_4$  en  $\text{HCO}_3$ , het gehalte aan de spoorelementen en andere bestanddelen meestal het hoogst is bij de behandelingen  $3 \times 7/3\text{C}$  en  $7 \times \text{C}$  en het laagst bij  $1 \times \text{C}$ . Voor een vergelijking van de beide gewassen voor wat betreft de gehalten kunnen het beste de uitslagen van de bemonstering aan het eind van het groeiseizoen worden genomen omdat hierbij de bemonsteringsdatums (wilg 23-9 en esdoorn 6-10) nog het dichtst bij elkaar liggen.



TABEL XI. Het Cl-gehalte (me/l) in afzuigmonsters die op een aantal datums genomen zijn bij de verschillende behandelingen van *Salix* en *Acer*.

TABLE XI. Cl-content (me/l) in suction samples taken on a number of dates from the different treatments of *Salix* and *Acer*.

Gewas	Behan- <sup>1)</sup> deling	Datum <sup>2)</sup>					
		10-6/23-6	1-7/14-7	29-7/4-8	19-8/25-8	9-9/15-9	23-9/6-10
<i>Salix</i>	7×3/7C	0,3	0,2	0,1	0,2	0,1	2,5
	1×C	0,3	0,2	0,1	0,2	0,1	3,0
	3×C	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	3,7
	7×C	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	2,5
	3×7/3C	0,1	0,3	0,1	0,2	0,1	3,9
	1×3C	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	3,5
<i>Acer</i>	7×3/7C	0,1	1,2	0,07	0,2	0,2	0,13
	1×C	0,1	0,6	0,04	0,1	0,1	0,06
	3×C	0,1	0,7	0,10	0,2	0,3	0,19
	7×C	0,1	0,3	0,27	0,3	0,3	0,21
	3×7/3C	0,1	0,8	0,23	0,3	0,4	0,36
	1×3C	0,1	0,7	0,01	0,1	0,2	0,06

1) Code: figuur 1

2) Eerstgenoemde datum in 1977 voor *Salix* tweede in 1978 voor *Acer*.

Voor 1×C liggen de gehalten bij *Salix* lager, maar voor 7×C en 3×7/3C hoger (niet aan Zn en SO<sub>4</sub>) dan bij *Acer*. SO<sub>4</sub> is voor alle, Zn voor de meeste behandelingen lager bij de wilg dan bij de esdoorn.

Wordt gekeken naar de verandering van de gehalten met de tijd, dan blijkt dat deze voor *Salix* bij 1×C (niet Cu) en 1×3C (niet Fe) dalen, voor andere behandelingen zijn er stijgingen en dalingen. Het Zn-, SO<sub>4</sub>- en HCO<sub>3</sub>- gehalte daalt gaande van 1 juli naar 23 september bij alle bemestingsmethoden, maar het Fe- en Cu-gehalte stijgt bij 5 van de 6 behandelingen. Voor *Acer* dalen de gehalten in 34 van de 48 beschouwde gevallen, en bij 3×C en 3×7/3C komen nog de meeste stijgingen voor (van Fe, B, Ca, SO<sub>4</sub>). Het Mn-, Zn- en Cu-gehalte daalt bij alle bemestingsmethoden.

In hoofdstuk 4 worden de gevonden gehalten vergeleken met adviezen voor de teelt van komkommer op steenwol.

TABEL XII. *Salix*. Het gehalte aan sporelementen, enkele andere elementen en enige verbindingen in afzuigmonsters die op twee datums genomen werden bij de diverse behandelingen en voor de sporelementen en Ca geadviseerde niveaus.

TABLE XII. *Salix*. Content of microelements, some other elements and compounds in suction samples taken on two dates from the different treatments, and the advised levels for the microelements and Ca.

Element of ver- binding	Datum monster name	Behandeling <sup>5)</sup>						Advies <sup>1)</sup>	
		7×3/7C	1×C	3×C	7×C	3×7/3C	1×3C	S+V	B
Fe <sup>2)</sup>	1-7	0,18	0,10	0,12	0,25	0,31	0,17	1	0,5 - 1,0
	23-9	0,20	< 0,05	0,42	1,02	1,47	0,28		
Fe-totaal <sup>2)</sup>	1-7	0,6	0,3	0,3	0,6	0,9	0,4		
Mn <sup>2)</sup>	1-7	0,17	0,16	0,19	0,33	0,77	0,86	1	0,25 - 0,50
	23-9	0,17	< 0,05	0,67	1,43	2,50	0,18		
B <sup>2)</sup>	1-7	0,13	0,20	0,31	0,54	0,75	0,44	0,3	0,30 - 0,60
	23-9	0,44	< 0,05	0,32	0,71	1,04	0,13		
Zn <sup>2)</sup>	1-7	1,05	0,96	0,91	0,97	1,13	0,85	0,5	0,25 - 0,50
	23-9	0,52	0,10	0,30	0,38	0,58	0,10		
Cu <sup>3)</sup>	1-7	6	9	12	54	50	48	20	30 - 100
	23-9	12,3	10	66	161	148	39		
Ca <sup>4)</sup>	1-7	30,3	3,8	7,9	13,4	17,5	8,5	8	8 - 12
	23-9	7,9	0,3	8,6	22,4	32,4	3,8		
Na <sup>4)</sup>	1-7	0,3	0,2	0,4	0,1	0,4	0,2		
	23-9	0,2	0,0	0,1	0,3	0,4	0,0		
NH <sub>4</sub> <sup>4)</sup>	1-7	0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1		
	23-9	0,02	0,0	0,1	0,1	0,5	0,0		
SO <sub>4</sub> <sup>4)</sup>	1-7	3,9	2,8	6	10,6	14,6	9,0		
	23-9	1,2	0,1	1,2	2,6	3,8	0,6		
HCO <sub>3</sub> <sup>4)</sup>	1-7	2,2	2,3	4,2	2,9	3,4	1,9		
	23-9	1,2	0,5	0,4	0,5	0,3	0,6		

1) gewenste analysecijfers in de steenwolmat

S+V = voor komkommer en tomaat volgens Sonneveld en Voogt (1976)

B = voor komkommer volgens Boertje *et al.* (1979)

2) mg/l

3) µg/l

4) me/l

5) code: figuur 1

TABEL XIII. *Acer*. Het gehalte aan spoorelementen, enkele andere elementen en enige verbindingen in afzuigmonsters die op twee datums genomen werden bij de diverse behandelingen en voor de spoorelementen en Ca geadviseerde niveaus.

TABLE XIII. *Acer*. Content of microelements, some other elements and compounds in suction samples taken on two dates for the different treatments, and advised levels for the microelements and Ca.

Element of ver- binding	Datum monster- name	Behandeling <sup>5)</sup>						Advies <sup>1)</sup>		
		7x3/7C	1xC	3xC	7xC	3x7/3C	1x3C	S+V	B	
Fe <sup>2)</sup>	4-8	0,18	0,08	0,18	0,59	0,66	0,50	1	0,5-	1,0
	6-10	0,26	0,16	0,46	0,53	0,78	0,22			
Mn <sup>2)</sup>	4-8	0,18	0,29	0,40	1,02	1,08	0,84	1	0,25-	0,50
	6-10	0,05	0,05	0,26	0,26	0,76	0,06			
B <sup>2)</sup>	4-8	0,24	0,08	0,16	0,44	0,50	0,30	0,3	0,30-	0,60
	6-10	0,13	0,06	0,26	0,33	0,54	0,12			
Zn <sup>2)</sup>	4-8	0,42	0,28	0,62	1,46	0,82	0,70	0,5	0,25-	0,50
	6-10	0,22	0,20	0,45	0,44	0,78	0,34			
Cu <sup>3)</sup>	4-8	40	15	34	92	114	38	20	30	-100
	6-10	22	11	33	66	73	20			
Ca <sup>4)</sup>	4-8	4,60	2,83	5,80	12,65	12,62	8,96	8	8	- 12
	6-10	4,40	1,94	7,85	9,66	15,38	3,54			
Na <sup>4)</sup>	4-8	0,13	0,09	0,09	0,26	0,26	0,16			
	6-10	-	-	-	-	-	-			
NH <sub>4</sub> <sup>4)</sup>	4-8	0,02	0,02	0,04	0,10	0,04	0,09			
	6-10	0,02	0,05	0,04	0,02	0,17	0,01			
SO <sub>4</sub> <sup>4)</sup>	4-8	3,76	1,98	3,92	9,04	11,38	6,15			
	6-10	2,46	1,24	5,94	7,29	11,74	2,32			
HCO <sub>3</sub> <sup>4)</sup>	4-8	0,50	0,22	0,32	0,18	0,30	0,10			
	6-10	0,58	0,93	0,32	0,37	0,24	1,02			

1) gewenste analysecijfers in de steenwolmat

S+V = voor komkommer en tomaat volgens Sonneveld en Voogt (1976)

B = voor komkommer volgens Boertje *et al.* (1979)

2) mg/l

3) µg/l

4) me/l

5) code: figuur 1

## 3.5. Hoeveelheid voedingsoplossing

In tabel XIV staat vermeld hoeveel voedingsoplossing en gedemineraliseerd water bij de verschillende behandelingen per *Salix*-struik respectievelijk *Acer*-boompjes in totaal is verstrekt.

TABEL XIV. De tijdens het groeiseizoen per plant gegeven hoeveelheid voedingsoplossing, gedemineraliseerd water, totale hoeveelheid water, N,  $P_2O_5$ ,  $K_2O$  en MgO.  
 Table XIV. The amount of nutrient solution, demineralized water, water, N,  $P_2O_5$ ,  $K_2O$  and MgO given per plant during the growing-season.

Gewas	Grootheid	Behandeling <sup>1)</sup>					
		7×3/7C	1×C	3×C	7×C	3×7/3C	1×3C
<i>Salix</i>	Voedingsoplossing (l)	167,0	19,2	73,0	175,9	73,0	22,3
	Gedemineraliseerd water (l)	-	109,2	96,4	-	95,7	123,9
	Totaal water (l)	167,0	128,4	169,4	175,9	168,7	146,2
	N (g)	11,4	3,0	11,6	29,2	27,1	10,6
	$P_2O_5$ (g)	6,3	1,7	6,4	15,6	15,0	5,9
	$K_2O$ (g)	22,8	6,0	23,2	56,7	54,1	21,2
	MgO (g)	2,5	0,7	2,6	7,1	6,0	2,4
<i>Acer</i>	Voedingsoplossing (l)	86,8	10,8	37,8	88,7	38,0	11,0
	Gedemineraliseerd water (l)	-	60,0	47,9	-	48,6	60,4
	Totaal water (l)	86,8	70,8	85,7	88,7	86,6	71,4
	N (g)	5,9	1,7	6,0	14,5	14,0	5,2
	$P_2O_5$ (g)	3,3	0,9	3,3	7,7	7,8	2,9
	$K_2O$ (g)	11,7	3,4	12,0	28,2	28,1	10,4
	MgO (g)	1,3	0,4	1,3	3,5	3,1	1,2

1) code: figuur 1

De per plant gegeven hoeveelheid N,  $P_2O_5$  en  $K_2O$  (berekend uit de hoeveelheid voedingsoplossing) is ook in de tabel opgenomen.

Bij de behandeling 7×C, waarmee zowel bij de wilg als de esdoorn een goede groei is bereikt, is aan de wilg ongeveer 176 liter voedingsoplossing, 29 g N, 16 g P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 57 g K<sub>2</sub>O en 7 g MgO gegeven, maar aan de esdoorn is slechts de helft van deze hoeveelheden verstrekt.

De vraag kan worden gesteld of de dagelijks gegeven hoeveelheid voedingsoplossing afhangt van weersomstandigheden of grootte van de boom. Om dat te bepalen werd voor de onderscheiden bemonsteringstijdstippen (aantal bij *Salix* 20 en bij *Acer* 18) de hoeveelheid voedingsoplossing die de dag ervoor of enkele dagen ervoor was gegeven gecorreleerd met de op die dag of in die periode heersende weersomstandigheden en ook met de boomgrootte. Terwijl bij *Salix* veelal een duidelijke positieve samenhang tussen gegeven hoeveelheid voedingsoplossing en stamdikte aanwezig is, blijkt bij *Acer* geen samengaan van de gegeven hoeveelheid voedingsoplossing met stamdikte of stamlengte. In tegenstelling tot bij de wilg worden hier in bepaalde gevallen betrouwbare correlatiecoëfficiënten berekend tussen gegeven hoeveelheid voedingsoplossing en meteorologische factoren: de meeste en wel positief bij gemiddelde temperatuur en maximum temperatuur.

Naarmate de *Salix* groter was, had de plant dus blijkbaar meer voedingsoplossing (of wel water) nodig, maar bij *Acer* werden de verschillen in dagelijkse gift meer door het weer bepaald.

### 3.6. Onderzoek naar schommelingen in pH en EC

Voor een goede beheersing van de pH en EC in de voedingsoplossing van het steenwolblok is het van belang te weten welke factoren deze twee grootheden beïnvloeden. De eenvoudigste weg die, met de beschikbare gegevens, openstaat is het bepalen van de mate van lineaire correlatie tussen pH, respectievelijk EC en te onderzoeken factoren. De momentcorrelatiecoëfficiënt meet slechts de mate van rechtlijnige samenhang tussen twee grootheden en kan daarbij nooit als bewijs dienen voor een direct oorzakelijk verband.

In de correlatieberekening werden als factoren opgenomen de toegediende hoeveelheid voedingsoplossing en een aantal weersfactoren: globale straling, maximum temperatuur, gemiddelde temperatuur, gemiddelde winsnelheid, gemiddelde relatieve luchtvochtigheid en neerslag.

De pH- en EC-metingen zijn uitgevoerd in monsters die wekelijks op vrijdagmorgen voor het druppelen werden genomen. Voor de bovengenoemde factoren zijn de waarden op de dag voorafgaand aan de monsternamen gebruikt. Voor de toegediende hoeveelheid voedingsoplossing waren deze gegevens in verband met de aard der behandeling niet altijd aanwezig. De meteorologische gegevens zijn van het weerstation te Eelde en ontleend aan de Maandelijkse Overzichten der Weersgesteldheid van het KNMI. De gemiddelden zijn gemiddelden van uurlijkse waarnemingen (1 tot 24 uur). Naast de gegevens voor de voorafgaande dag werden ook die van twee en drie dagen voor de monsternamen en de sommen daarvan in de correlatieberekening opgenomen.

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 pH- en EC-waarden gecorrigeerd op verschillen in boomgrootte op de bemonsteringstijdstippen. De boomgrootte op een bepaald moment werd geschat uit stamdikte of stamlengte en deze twee zijn afgelezen uit de figuren 2 en 3. De correctie vond plaats via een lineaire regressievergelijking en als de extra correctie betrouwbaar was, via een tweedegraadscurve. Een bezwaar van deze correctie kan zijn dat een gedeelte van de temperatuursinvloed wordt weggelaten indien er een samenhang is tussen temperatuur en stamdikte (stamlengte).

Hier worden alleen de globale lijnen van de resultaten die zijn verkregen weergegeven.

### *3.6.1. De correlatie tussen pH-H<sub>2</sub>O en EC, toegediende hoeveelheid voedingsoplossing en weersfactoren*

De mate van rechtlijnige correlatie tussen pH-H<sub>2</sub>O en in 3.6 genoemde factoren is voor de behandelingen 7×3/7C en 7×C weergegeven in tabel XV. Uit de tabel zijn weggelaten de gemiddelde windsnelheid en neerslag omdat hiervoor correlatiecoëfficiënten met de pH zijn berekend die meestal niet statistisch betrouwbaar waren.

TABEL XV. De mate van lineaire correlatie<sup>1)</sup> tussen pH-H<sub>2</sub>O en respectievelijk EC, toegediende hoeveelheid voedingsoplossing en weersfactoren.  
 TABLE XV. The degree of linear association between pH-H<sub>2</sub>O and EC, amount of nutrient solution and meteorological factors, respectively.

Grootheid	Periode <sup>2)</sup>	pH-H <sub>2</sub> O			
		<i>Salix</i>		<i>Acer</i>	
		7×3/7C <sup>3)</sup>	7×C	7×3/7C	7×C
EC		0,474+	0,410	-0,231	-0,401
Hoeveelheid voedingsoplos- sing	1	-0,470+	-0,645++	-0,115	0,056
	2	-0,482+	-0,653++	0,031	-0,110
	3	-0,353	-0,526+	-0,203	-0,215
	1+2	-0,494+	-0,676+++	-0,054	-0,020
	1+2+3	-0,468+	-0,658++	-0,115	-0,094
Globale straling	1	0,581++	0,599++	-0,319	-0,204
	2	0,322	0,528+	-0,479+	-0,313
	3	0,493+	0,633++	-0,613++	-0,411
	1+2	0,475+	0,604++	-0,446	-0,290
	1+2+3	0,539+	0,687+++	-0,536+	-0,354
Gemiddelde temperatuur	1	0,469+	0,434	-0,065	-0,405
	2	0,652++	0,583++	-0,314	-0,511+
	3	0,682+++	0,565++	-0,342	-0,327
	1+2	0,610++	0,553+	-0,223	-0,488+
	1+2+3	0,691+++	0,602++	-0,287	-0,441
Maximum temperatuur	1	0,294	0,220	-0,263	-0,384
	2	0,428	0,477+	-0,360	-0,467
	3	0,635++	0,524+	-0,455	-0,330
	1+2	0,402	0,392	-0,330	-0,446
	1+2+3	0,542+	0,489+	-0,404	-0,423
Gemiddelde rel. vochtigheid	1	-0,394	-0,596++	0,354	-0,050
	2	-0,341	-0,504+	0,458	0,477+
	3	-0,195	-0,308	0,470+	0,380
	1+2	-0,412	-0,617++	0,491+	0,256
	1+2+3	-0,419	-0,635++	0,560+	0,365

1) met de statistische betrouwbaarheid: 2α = 0,5(+), 0,1(++), 0,01(+++)

2) het aantal dagen voor monsternamen

3) behandelingscode: figuur 1.

Bij *Salix* was  $\text{pH-H}_2\text{O}$  hoger, naarmate de EC, globale straling, gemiddelde temperatuur en, minder stringent, de maximum temperatuur hoger, en de hoeveelheid voedingsoplossing en de relatieve vochtigheid voor monsternamen lager waren. Voor *Acer* was, behalve voor de hoeveelheid voedingsoplossing, steeds het omgekeerde het geval, maar de samenloop was alleen voor globale straling, gemiddelde relatieve vochtigheid en gemiddelde temperatuur soms statistisch betrouwbaar.

Door correctie van  $\text{pH-H}_2\text{O}$  op stamdikte (of stamlengte bij esdoorn) werd de absolute waarde van de meerderheid der correlatiecoëfficiënten geringer. De meeste stijgingen zijn nog verkregen bij de behandelingen  $7\times C$  van esdoorn voor de correlaties van pH met hoeveelheid voedingsoplossing in de voorafgaande dagen.

### 3.6.2. De correlatie tussen EC en toegediende hoeveelheid voedingsoplossing en weersfactoren

De mate van rechtlijnige correlatie tussen de EC en de in 3.6 genoemde factoren is voor de behandelingen  $7\times 3/7C$  en  $7\times C$  weergegeven in tabel XVI. Ook uit deze tabel zijn de gemiddelde windsnelheid en neerslag weggelaten omdat de correlatie met EC meestal niet statistisch betrouwbaar was. Uit de tabel blijkt dat slechts zelden een statistisch betrouwbare samenhang tussen de EC en toegediende hoeveelheid voedingsoplossing en weersfactoren aanwezig is. Voor de wilg was de EC hoger naarmate voor de monsternamen de globale straling en temperatuur hoger waren en de gemiddelde relatieve vochtigheid lager was. Bij de esdoorn was bij de behandeling  $7\times C$  de EC hoger naarmate voor monsternamen de gift aan voedingsoplossing, de gemiddelde en maximum temperatuur hoger en de gemiddelde relatieve luchtvochtigheid lager was geweest. Voor de behandeling  $7\times 3/7C$  zijn geen statistisch betrouwbare samenhangen berekend.

Door correctie van de EC op stamdikte werd voor *Salix* slechts in enkele gevallen een statistisch betrouwbare samenhang tussen gecorrigeerde EC en een andere factor verkregen. Bij *Acer* heeft de correctie op stamdikte (of stamlengte) in veel gevallen geleid tot in absolute waarde iets stijgende correlatiecoëfficiënten, maar de stijging was niet zodanig dat statistische betrouwbaarheid werd bereikt.

Door het corrigeren van de EC op de mate van groei zijn dus geen nieuwe bewijzen verkregen dat bepaalde factoren de EC beïnvloeden.



TABEL XVI. De mate van lineaire correlatie<sup>1)</sup> tussen EC en respectievelijk pH-H<sub>2</sub>O, toegediende hoeveelheid voedingsoplossing en weersfactoren.  
 TABLE XVI. The degree of linear association between EC and pH-H<sub>2</sub>O, amount of nutrient solution and meteorological factors, respectively.

Grootheid	Periode <sup>2)</sup>	EC			
		<i>Salix</i>		<i>Acer</i>	
		7×3/7C <sup>3)</sup>	7×C	7×3/7C	7×C
pH-H <sub>2</sub> O		0,474+	0,410	-0,231	-0,401
Hoeveelheid voedingsoplossing	1	-0,239	0,173	-0,289	0,386
	2	-0,274	0,100	-0,110	0,421
	3	-0,260	0,047	-0,111	0,544+
	1+2	-0,267	0,140	-0,225	0,432
	1+2+3	-0,282	0,111	-0,202	0,510+
Globale straling	1	0,554+	0,449+	-0,348	0,047
	2	0,416	0,101	0,083	0,208
	3	0,447+	0,253	-0,144	0,037
	1+2	0,516	0,281	-0,135	0,145
	1+2+3	0,556+	0,306	-0,145	0,108
Gemiddelde temperatuur	1	0,334	0,354	-0,294	0,266
	2	0,497+	0,460+	-0,319	0,383
	3	0,322	0,289	-0,243	0,478+
	1+2	0,453+	0,442	-0,322	0,350
	1+2+3	0,426	0,404	-0,303	0,425
Maximum temperatuur	1	0,271	0,342	-0,242	0,436
	2	0,497+	0,411	-0,220	0,462
	3	0,359	0,357	-0,201	0,477+
	1+2	0,430	0,417	-0,236	0,465
	1+2+3	0,445+	0,435	-0,235	0,499+
Gemiddelde rel. vochtigheid	1	-0,531+	-0,576++	0,185	-0,312
	2	-0,453+	-0,283	-0,295	-0,465
	3	-0,183	-0,100	0,208	0,042
	1+2	-0,552+	-0,482+	-0,064	-0,469+
	1+2+3	-0,525+	-0,432	0,073	-0,269

1) met de statistische betrouwbaarheid: 2α = 0,5(+), 0,1(++), 0,01(+++)

2) het aantal dagen voor monsternamen

3) behandelingscode: figuur 1.

#### 4. DISCUSSIE EN CONCLUSIES

Uit de besproken proeven komt naar voren dat teelt van *Salix* en *Acer* op 6-liter steenwolblokken goed mogelijk is. Van de geteste bemestingsmethoden voldeed voor verschillende groeikermerken die het beste waarbij dagelijks en bij sterke verdamping meermalen per dag gedruppeld werd met een oplossing die 0,8 g Nutriflora-t en 1,0 g kalksalpeter per liter gedemineraliseerd water bevatte. Eenmaal druppelen in de week met voedingsoplossing, en op de andere dagen zo nodig met gedemineraliseerd water, gaf zelfs indien dit gebeurde met een oplossing die 2,5 g Nutriflora-t en 3,0 g kalksalpeter per liter bevatte, een veel slechtere groei.

Door verschillende oorzaken zijn de in vollegrond op zand uitgeplante *Acer*-stekken niet geheel met die op de steenwolblokken te vergelijken, maar de stamdikte en stamlengte bleven er duidelijk achter zelfs ten opzichte van de slechtste behandeling op steenwol. Wellicht is in de vollegrond de voorziening met vocht en voedingselementen niet optimaal geweest. Dit wordt bevestigd door het feit dat boomteeltvoorlichters vonden dat de groei bij de betere objecten op de steenwol in de proef meer overeenstemde met het beeld dat gewoonlijk bij in de vollegrond geplante bomen wordt aangetroffen.

Op het in het eerste groeiseizoen verzamelde cijfermateriaal werd een aantal variantie-analyses uitgevoerd, elk met een andere vraagstelling en andere vooronderstellingen en soms gebruik makend van slechts een deel van het beschikbare materiaal, om na te gaan welke invloeden statistisch betrouwbaar konden worden vastgesteld. Het beeld dat naar voren komt blijkt complex te zijn. Een statistisch betrouwbare interactie tussen de frequentie van druppelen en de toegediende hoeveelheid meststof (= produkt van het aantal dagen in de week dat er wordt gedruppeld met de concentratie van de voedingsoplossing waarmee wordt gedruppeld) blijkt slechts voor een deel der kenmerken (o.a. bij de, uit kwaliteitsoogpunt belangrijke, stamdikte) aanwezig te zijn. De aard van de interactie komt globaal gezien hierop neer dat frequenter druppelen voor *Salix* positief werkt in geval van een meststofhoeveelheid van 3C en minder positief en

voor bepaalde kenmerken zelfs negatief bij een meststofhoeveelheid van 7C, maar voor *Acer* is juist het omgekeerde het geval.

De frequentie van druppelen blijkt een statistisch betrouwbare invloed te hebben op veel gewaskenmerken: naarmate op een groter aantal dagen in de week met voedingsoplossing werd gedruppeld, werd een beter produkt verkregen.

De in totaal toegediende hoeveelheid meststof (= produkt van het aantal dagen in de week dat er wordt gedruppeld met de concentratie van de voedingsoplossing waarmee wordt gedruppeld) had voor de meeste bekeken kenmerken een statistisch significante invloed; naarmate de totale hoeveelheid toegediende meststof groter was, werd een zwaarder produkt verkregen. Bij *Acer* komt bij hoge gift een kwaliteitsachteruitgang om de hoek kijken: de stamdikte neemt minder snel toe dan de stamlengte.

Een concentratie van de voedingsoplossing van 7/3C gaf bij *Acer* voor een aantal eigenschappen de hoogste waarde. De aard van de invloed is echter voor de meeste kenmerken van *Acer* en *Salix* onregelmatig omdat de frequentie van druppelen er doorheen speelt.

Een groot deel van de gewaskenmerken, die werden waargenomen om de groeiverschillen tussen de behandelingen vast te leggen, is, zowel bij de wilg als de esdoorn, positief gecorreleerd. Een belangrijke uitzondering hierop vormden de negatieve correlatiecoëfficiënten bij *Acer* tussen het gehalte aan drogestof in blad, respectievelijk houtige delen en andere kenmerken. Naarmate de groei bevorderd werd daalde blijkbaar het gehalte aan drogestof.

Nadat de *Salix*-struiken en *Acer*-boompjes op drie verschillende manieren overwinterden (in de herfst uitgeplant, met het steenwolblok op de grond staande of in een kas die voor de wilg wel, maar voor de esdoorn niet vorstvrij kon worden gehouden), werden ze, voor zover dat nog niet reeds was gebeurd, uitgeplant in het voorjaar. Het uitplanten gebeurde steeds voor een deel op zandgrond (IB, Haren) en voor een deel op kleigrond (De Boutenburg, Lienden).

De op kleigrond uitgeplante *Salix* sloeg niet aan, de groei was slecht en aan het eind van het jaar was het produkt waardeloos. De oorzaak moet gezocht worden in het feit dat steenwolblokken reeds bij lage vochtspanning nog slechts weinig water bevatten: de omringende grond zuigt het vocht uit het steenwolblok met als gevolg dat de nog niet in de grond uitgewor-

telde plant watergebrek krijgt. Het zal waarschijnlijk nodig zijn gedurende een bepaalde periode na uitplanten water te geven. De wortels van de plant vormen onderin het blok een dichte mat. Verstoring van deze mat kan misschien ook leiden tot een betere doorgroei na het uitplanten. Van de in de kas overwinterde *Acer*-boompjes gingen, zowel op zandgrond als kleigrond, veel dood. De oorzaak hiervan is niet duidelijk. De planten zijn mogelijk ondermijnd door de zware luisaantasting die in de kas optrad en misschien zijn de steenwolblokken te ver uitgedroogd. Hoe dan ook, overwintering in de kas vraagt voortdurende oplettendheid. Opmerkelijk is dat, gemeten naar lengte en stamdikte, op zandgrond uitplanten in de herfst, maar op kleigrond het boven op de grond overwinteren de beste resultaten gaf. Vroeg uitplanten heeft als voordeel dat de plant een langere periode heeft waarin ze kan uitwortelen in de grond zonder dat een veel water verdampend bladerdek aanwezig is. Dit verklaart het gunstige effect van in de herfst uitplanten op zand. Op klei kwam dit niet tot uiting: waarschijnlijk was de water/luchthuishouding in de grond daar tijdens de winter ongunstig.

Als meststoffen zijn in de beschreven proeven Nutriflora-t en kalksalpeter gebruikt. Wordt deze combinatie als één meststof beschouwd, dan heeft deze de samenstelling 9+5+18+2 en dus een  $N:P_2O_5:K_2O$ -verhouding van 1:0,6:2. Meststoffen die veel bij boomteelt worden gebruikt zijn de oplosmeststof Kristalon 17+6+18 en NPK-korrel 12+10+18. In deze meststoffen is de  $N:P_2O_5:K_2O$ -verhouding respectievelijk 1:0,4:1,1 en 1:0,8:1,5. Wordt met de drie genoemde meststoffen eenzelfde hoeveelheid N verstrekt, dan wordt met de combinatie van Nutriflora-t en kalksalpeter een hoeveelheid  $P_2O_5$  gegeven die ligt tussen de  $P_2O_5$ -giften bij de twee andere meststoffen, maar de hoeveelheid  $K_2O$  is bij de combinatie groter dan die bij NPK-korrel 12+10+18 en Kristalon 17+6+18. Het is niet bekend welke  $N:P_2O_5:K_2O$ -verhouding het beste aansluit bij de gemiddelde behoefte van boomteeltgewassen.

Over de bij boomteelt op steenwolblokken gewenste pH, EC en gehalten aan voedingselementen van het vocht in de blokken zijn in Nederland geen gegevens voorhanden. Wel is ervaring opgedaan met teelt van komkommer op steenwol, hoewel ook hier nog verandering van de advisering plaats heeft (vergelijk Sonneveld en Voogt, 1976 met Boertje *et al.*, 1979). De voor boomteeltgewassen optimale gehalten kunnen alleen in bemestingsproeven worden vastgesteld, waarbij het grote aantal geteelde gewassen, met mogelijk verschillende behoeften, een grote hinderpaal is voor het vaststellen

van de gewenste niveaus. Bij het opzetten van de beschreven proeven is er in eerste instantie van uitgegaan dat opvolging van de door Sonneveld en Voogt (1976) genoemde adviezen voor komkommerteelt op steenwol, bij boomteelt op steenwol een goede groei mogelijk maakt. Als belangrijkste gegevens komen hieruit naar voren: handhaaf een pH-H<sub>2</sub>O van 6,0 tot 6,5 en een EC van 2,0 tot 2,5 mS . cm<sup>-1</sup> (25 °C). Deze vrij nauwe trajecten maken al bij geringe verschuivingen een ingrijpen in de samenstelling van de voedingsoplossing noodzakelijk. Hierbij komt echter de eenvoud van de proefopzet in het geding en elke extra ingreep maakt het systeem voor de boomteler ingewikkelder.

Het is opmerkelijk dat, beginnend met ongeveer dezelfde pH, deze bij de wilg gaat stijgen en bij de esdoorn gaat dalen (fig. 8). Naar de achtergrond valt slechts te gissen. Het oplopen van de pH tot 8,0 geeft geen moeilijkheden met de Fe-voorziening bij de teelt in voedingsoplossing indien Fe-DTPA wordt gebruikt (pers. med. R. Boxma) en daarom werd besloten pas in te grijpen zodra bij een behandeling de pH in de buurt van 8,0 zou komen te liggen. Figuur 8 toont dat na de aanzuring vanaf 14 juli de pH bij alle behandelingen daalde tot begin oktober, het sterkst bij 3×7/3C en 7×C. De sterkere daling bij deze twee bemestingsmethoden zal zijn veroorzaakt doordat de toegediende hoeveelheid voedingsoplossing hier het grootst was. Hoewel de pH bij enkele behandelingen een stuk lager werd dan het hierboven genoemde traject van 6,0 tot 6,5, is de samenstelling van de voedingsoplossing niet meer veranderd. Er werd namelijk geen schade gezien aan het gewas. Hierbij wordt opgemerkt dat het gewenste traject van pH-waarden bij teelt van komkommer op steenwol intussen is verruimd en nu loopt van 5,5 tot 6,5 (Boertje *et al.*, 1979).

Opvallend zijn de grote schommelingen die optreden in het pH-verloop bij een bepaalde bemestingsmethode: verschillen van een halve eenheid tussen monsters die een week na elkaar werden genomen zijn geen zeldzaamheid. Dat bij pH-waarden <6,0 vaak grotere schommelingen optreden dan bij pH-waarden >6,0 komt omdat de oplossing beneden pH 6,0 slechter is gebufferd dan daarboven (pers. med. J.J. Veldhuis, Windmill Holland BV).

Met het dagelijks druppelen van een voedingsoplossing van "standaardconcentratie" werd zowel bij de wilg als de esdoorn de beste stamdikte-groei verkregen. Globaal gezien was hier de "gemiddelde EC" bij *Salix*

2,5 en bij *Acer* 1,8. Dat bij *Salix* de "gemiddelde EC" en de fluctuaties van de EC groter zijn dan bij *Acer* wordt veroorzaakt door de grotere waterbehoefte van de wilg (tabel XIV).

Het laten meten van pH en EC in dezelfde monsters door verschillende laboratoria geeft een mogelijkheid tot controle. In 1978 (proefgewas *Acer*) waren, zowel voor pH als EC, de meetresultaten van het Proefstation te Naaldwijk en het IB meer met elkaar in overeenstemming dan in 1977 (proefgewas *Salix*).

Omdat bij het dagelijks druppelen van een oplossing met "standaardconcentratie" (7×c), zowel bij de wilg als de esdoorn, de beste stamdikte-groei is waargenomen, worden de gehalten aan verschillende bestanddelen van het vocht bij deze behandeling vergeleken met de adviezen van Boertje *et al.* (1979) voor komkommerteelt op steenwol. Het N-gehalte ligt voor *Acer* gedurende het grootste deel van het groeiseizoen in het geadviseerde traject (8-12 me/l), maar bij de *Salix* er meestal boven (oplopend tot 28 me/l op 9 september). Het P-gehalte was zowel bij *Salix* als *Acer* gedurende een groot deel van het groeiseizoen lager dan het advies (31 tot 46,5 mg/l). Opmerkelijk zijn de grote fluctuaties in de gehalten en het lage P-gehalte (9 mg/l) op 1 juli bij de wilg. Voor K is het advies 4-6 me/l. Zowel bij de wilg (gehalten tot 14 me/l) als de esdoorn (gehalten tot 10 me/l) zijn steeds hogere K-gehalten gemeten. In het voorgaande is reeds gewezen op het relatief hoge K-gehalte van de combinatie Nutriflora-t en kalksalpeter. Bij *Acer* ligt het Mg-gehalte tijdens het grootste deel van het groeiseizoen aan de onderkant van het geadviseerde traject (2,5-3,5 me/l), maar bij *Salix* duidelijk hoger: daar loopt het Mg-gehalte in de loop van de tijd op tot >9 me/l.

Zowel bij *Salix* als *Acer* wordt op alle meetdatums en voor alle behandelingen voldaan aan het advies dat het Cl-gehalte <4 me/l moet zijn. Het overgrote deel van de analysecijfers ligt veel lager. Dit komt doordat gebruik is gemaakt van gedemineraliseerd water.

In de watermonsters van 1 juli werd zowel het totaal Fe-gehalte bepaald als dat deel van het Fe dat voor de plant beschikbaar is. Het totaal ijzergehalte is van belang in verband met mogelijke vervuiling van de oppervlakken waarover het water loopt en verstopping van druppelpunten. Dit Fe-gehalte moet liefst beneden 2 mg/l zijn, maar tussen 2 en 5 mg/l zijn gewoonlijk geen grote moeilijkheden te verwachten (Anon., 1977).

Bij geen der behandelingen was het totaal Fe-gehalte op 1 juli hoger dan 0,9 mg/l, en genoemde problemen mochten dus niet worden verwacht, en hebben zich ook niet voorgedaan. Deze lage Fe-gehalten zijn ontstaan ten gevolge van het gebruik van gedemineraliseerd water.

Bij vergelijking van de gevonden gehalten aan Fe, Mn, B, Zn, Cu en Ca bij 7×C met de geadviseerde gehalten blijkt dat, uitgaande van gehalten die middenin de zomer ongeveer voor de helft in het geadviseerde traject liggen, bij de wilg het gehalte aan Fe, Mn, B, Cu en Ca stijgt, met als gevolg Mn-gehalten die driemaal Cu-gehalten die anderhalf maal en Ca-gehalten die tweemaal zo groot zijn dan de bovengrenzen van de adviezen. Bij de esdoorn treedt in de periode van 4 augustus tot 6 oktober juist een daling op van de gehalten der genoemde elementen, deze brengt alle gehalten binnen het traject van geadviseerde waarden. Het Zn-gehalte daalt bij beide gewassen tot geadviseerde waarden, uitgaande van een gehalte in de zomer dat bij *Salix* tweemaal en bij *Acer* driemaal zo groot is als de bovengrens van het advies. Na de proef met wilg (1977) zijn de messing kogelkranen die in de installatie aanwezig waren, vervangen door plastic kranen. Dit heeft minder effect gehad op de Cu- en Zn-gehalten dan werd verwacht.

Uit de analyseresultaten van de gewasmonsters wordt de indruk verkregen dat meststofgiften hoger dan die welke in de proeven zijn toegepast niet zullen leiden tot een veel hoger N- en P-gehalte bij de esdoorn en P-gehalte bij de wilg. Waarschijnlijk zal het N-gehalte bij *Salix* en het K-gehalte bij beide gewassen nog wel sterk kunnen toenemen indien meer meststof wordt verstrekt. Mogelijk zit er aan de hoge meststofgiften ook een negatieve kant. Het kan zijn dat de twijgen, die hierbij minder drogestof bevatten, een geringe winterhardheid hebben dan de twijgen bij lagere meststofgift die meer drogestof bevatten. Dat de bemesting de winterhardheid kan beïnvloeden is beschreven door Kelley (1972) die een hoge negatieve correlatiecoëfficiënt (-0,88) vond tussen N-gift, respectievelijk N-gehalte van het blad en het % van de *Pyracantha coccinea* 'Lalandi' die de winter overleefden. Pellett (1973) echter meldt slechts geringe verschillen tussen de temperatuur waarbij stengels en wortels van *Forsythia intermedia* 'Lynwood' en *Cornus alba* 'Sibirica', die verschillende NP-bemestingen ontvingen, werden beschadigd.

In de loop van het groeiseizoen vertoonden pH en EC grote schommelingen. Een betere beheersing hiervan lijkt gewenst.

De pH's die bij de aanvang van de teelt zijn gemeten lijken vooral bepaald door de invloed van het steenwolblok. Van Noordwijk (1979) vond in 3 meetseries, steeds als gemiddelde over een groot aantal monsters, achtereenvolgens pH 6,5; 6,8 en 7,7. Omdat wordt gedruppeld met een voedingsoplossing met lagere pH, De Jong (1978) geeft als waarde 5,1, is de verwachting dat er in de loop van het seizoen een pH-daling gaat optreden. Dat is inderdaad zo bij *Acer*, maar bij *Salix* blijkt de pH juist te stijgen. Dit verschil zal moeten worden toegeschreven aan een verschil in kationen-anionen-balans tussen de beide gewassen. De daling bij *Salix* na half juli is veroorzaakt door de verlaagde pH van de voedingsoplossing. Dit heeft, omdat globale straling en temperatuur ook dalen, tot gevolg dat bij de wilg een positieve samenhang tussen pH en respectievelijk globale stralingen temperatuur wordt gevonden. Dat bij de esdoorn juist een negatieve samenhang aanwezig is, evenzo bij De Jong (1977) kan de volgende oorzaken hebben. In een periode met hoge temperatuur en grote instraling is de waterbehoefte groter, en dus wordt er veel voedingsoplossing met lage pH toegediend. Verder zal bij een hogere temperatuur de opname van ionen, en daarmee de beïnvloeding van de pH, groter zijn dan bij lagere temperatuur.

Een analyse van de invloed van weersomstandigheden en toegediende hoeveelheid voedingsoplossing gaf aanwijzing dat na dagen met grote instraling en hoge temperatuur, waarop naar men kan verwachten meer voedingsoplossing werd bijgedruppeld, de EC in het vocht van het steenwolblok stijgt. Het gewas gebruikt dan veel water en een deel van de aangeboden voedingsstoffen wordt dan niet opgenomen. Men kan zich afvragen of op dagen met hoge verdamping een verlaging van de concentratie van de voedingsoplossing in aanmerking komt (Wiersum, 1973). Toepassing van een verdunde oplossing, 7x3/7C, bij *Acer* waar een negatieve correlatie tussen EC en temperatuur werd gevonden wijst op deze mogelijkheid.



## 5. SAMENVATTING

Om na te gaan in hoeverre de groei van op 6-liter steenwolblokken geteelde boomkwekerijgewassen kan worden beïnvloed door de concentratie waarin en de frequentie waarmee de voedingsoplossing op het steenwolblok wordt gedruppeld, is in 1977 een proef opgezet met 6 behandelingen. Zij worden in code omschreven met 7×3/7C, 1×C, 3×C, 7×C, 3×7/3C en 1×3C, waarbij het getal voor het maalteken aangeeft op hoeveel dagen in de week voedingsoplossing wordt toegediend en het getal achter het maalteken de concentratie waarmee is gedruppeld. Hierbij staat C voor de "standaardconcentratie": 0,833 g Nutriflora-t + 1,0 g kalksalpeter per liter gedemineraliseerd water. Op de dagen zonder voedingsoplossing kregen de planten gedemineraliseerd water naar behoefte.

Drie methoden van overwinteren-respectievelijk in de herfst uitgeplant; buiten op de grond staande en in het voorjaar uitgeplant; in een kas staande en in het voorjaar uitgeplant - werden in de proef opgenomen om te bekijken op welke manier het gewas het beste de winter door te krijgen is. Het uitplanten gebeurde gedeeltelijk op zandgrond, gedeeltelijk op kleigrond, om inzicht te verkrijgen in de invloed van de grondsoort op het aanslaan na uitplanten. Als proefgewas diende *Salix erythro* 'Flexuosa'. In 1978 werd de proef herhaald met *Acer saccharinum* 'Pyramidale'.

Uit beide proeven blijkt dat op steenwol een goede groei van boomkwekerijgewassen mogelijk is. De beste groei, gemeten naar verschillende maatstaven, werd bij beide gewassen verkregen door het dagelijks druppelen van een oplossing van "standaardconcentratie". Het op één dag druppelen in de week gaf, zelfs met drievoudig verhoogde concentratie, een veel slechtere groei.

In de variantieanalyse werd het effect van de 6 behandelingen in diverse factoren ontleed. Tussen frequentie van druppelen en toegediende hoeveelheid meststof (= produkt van het aantal dagen in de week druppelen met de concentratie van de voedingsoplossing) werd meer dan eens voor de gegeven gewaskenmerken een interactie aangetoond. Deze kwam er bij *Salix* op neer dat verhoging van de meststofhoeveelheid de groei vooral

stimuleerde bij een lage frequentie van druppelen van de voedingsoplossing, bij 3 dagen in de week druppelen meer dan bij 7 dagen in de week druppelen, maar bij *Acer* was juist het omgekeerde het geval. Verder bleek dat naarmate op een groter aantal dagen in de week werd gedruppeld en naarmate de totaal toegediende hoeveelheid meststof groter was er een zwaarder produkt werd verkregen. Bij *Acer* was er echter een aanwijzing dat bij het oplopen van de meststofgift de kwaliteit terugloopt doordat de stamlengte meer toeneemt dan de standikte. Rangschikken van de behandelingen naar toenemende concentratie van de voedingsoplossing gaf bij *Acer* meer groei te zien tot de concentratie 7/30.

Uit een correlatieberekening volgde dat er tussen de meeste vastgelegde gewaseigenschappen een grote mate van positieve rechtlijnige samenhang aanwezig was, maar dat bij *Acer* toename van de waarde van eigenschappen die de groei van de plant kenmerken, zoals het belangrijke kenmerk van standikte, gepaard ging met een lager gehalte aan drogestof in het blad en de houtige delen.

Het na de teelt in de herfst uitplanten van het materiaal was op zandgrond een veilige vorm van overwinteren voor beide gewassen. Het in de winter buiten op de grond laten staan van de planten gaf slechte resultaten bij de wilg: een gevolg van een zwaardere schimmelaantasting. De esdoorns die in de kas overwinterden leden aan een luizenplaag en na het uitplanten gingen veel bomen dood. In het jaar na uitplanten was bij beide gewassen de procentuele toename van de bekeken gewaskenmerken groter naarmate de groei in het eerste jaar geringer was geweest. Dit leidde ertoe dat 7×C, als in eerste instantie beste behandeling, soms verdrongen werd door andere bemestingsmethoden.

Op kleigrond gingen alle *Salix* en, evenals op zandgrond, veel van de in de kas overwinterde *Acer*-boompjes dood. De beste resultaten zijn hier bij esdoorn verkregen met de boven op de grond overwinterde planten. Aan het eind van het tweede jaar was 7×C nog steeds de beste behandeling.

Elke week zijn vochtmonsters genomen door afzuigen van vocht onderuit steenwolblokken. Hierin zijn steeds de EC en pH-H<sub>2</sub>O bepaald. Bij 7×C was de "gemiddelde EC" voor *Salix* 2,5 en voor *Acer* 1,8. Opmerkelijk was dat, beginnend met ongeveer dezelfde pH, deze bij de wilg ging stijgen en wel zodanig dat aanzuren van de voedingsoplossing nodig werd geacht, maar dat er bij de esdoorn bij veel behandelingen juist een pH-daling optrad.

Om inzicht te krijgen in de mogelijke samenhang tussen de fluctuaties in pH-H<sub>2</sub>O en EC enerzijds en toegediende hoeveelheid voedingsoplossing, en meteorologische factoren anderzijds zijn correlatieberekeningen uitgevoerd. Een aanwijzing werd verkegen dat na perioden met hogere temperatuur en meer instraling de EC van het vocht in de steenwolblokken opliep. Bij *Acer* ging dat samen met een lage pH.

Het N-gehalte van het vocht in de steenwolblokken lag bij *Acer* voor 7°C binnen het voor komkommer op steenwol geadviseerde traject, en voor *Salix* daarboven. Dit laatste was voor beide rassen met het K-gehalte ook het geval, maar het P-gehalte was vaak lager. Analyse op spoorelementen, van vochtmonsters genomen op twee tijdstippen in het groeiseizoen liet zien dat bij 7°C voor bepaalde elementen soms gehalten aanwezig waren tot driemaal de bovengrens van het voor komkommer geldende advies. Er waren grote verschillen tussen de jaren (gewassen).

Uit gewasanalyse wordt de indruk verkregen dat in het blad met hogere meststofgiften het N-gehalte bij *Salix* en het K-gehalte bij beide gewassen nog valt te verhogen. Hoge meststofgiften blijken het drogestofgehalte van de twijgen te verlagen. Dit moet, in verband met de winterhardheid, mogelijk als een negatief effect worden beschouwd.

## 6. SUMMARY

To investigate the extent to which the growth of nursery crops grown on 6-litre rockwool blocks can be influenced by the concentration and the frequency of trickling of the nutrient solution on the rockwool block, an experiment was started in 1977 with 6 treatments. The treatment codes were: 7×3/7C, 1×C, 3×C, 7×C, 3×7/3C and 1×3C; the figure before the multiplication sign gives the number of days per week on which nutrient solution was trickled and the second figure denotes the concentration of the nutrient solution. In the code, C = "standard concentration" = 0.833 g Nutriflora-t and 1.0 g calciumnitrate per litre of demineralized water. On days when no nutrient solution was supplied the plants were given as much water as needed. To establish the best method of wintering, the following three systems were included in the experiment: planting in autumn; standing outside on the ground and planted in spring; standing in a greenhouse and planted in spring. The plants were planted out, partly in a sandy soil and partly in a river clay soil, to obtain information about the influence of soil type on growth. The cultivar used in the experiment was *Salix erythro* 'Flexuosa', grown as a shrub. In 1978 the experiment was repeated with the tree *Acer saccharinum* 'Pyramidale'.

Both experiments show that on rockwool good growth of nursery crops is possible. The best growth, according to different criteria, for both crops was observed with daily trickling of a solution of "standard concentration". Trickling on one day per week, even with a threefold concentration, gave distinctly poorer growth.

In an analysis of variance the effect of the 6 treatments was divided into different factors. For a number of plant characteristics an interaction between frequency of trickling and amount of fertilizer given (=number of days per week trickled × concentration of the nutrient solution) was shown. Higher amounts of fertilizer stimulated growth of *Salix* especially at a low frequency of trickling - more so for trickling 3 days per week than for trickling 7 days a week - for *Acer* however exactly the reverse was true. Apart from this, the plants were heavier when trickling took place on more days per week and when the total amount

of nutrients given was higher. For *Acer*, there was an indication that with increasing amounts of fertilizer, quality declined, because stem length increased more strongly than stem thickness. Arrangement of the treatments according to increasing concentration of the nutrient solution showed more growth for *Acer* up to concentration 7/3C.

A high degree of positive linear correlation was found between most crop characteristics recorded but for *Acer* there was a negative association between dry matter in leaf and wood and the properties that characterize plant growth.

Planting out of the trees in autumn proved to be a safe wintering method for both tree species on sand. Standing outside on the ground in this trial gave poor results for the willow because of a heavy fungus attack. The maples wintering in the greenhouse suffered from aphids and many trees died after planting out. The percentage increase in the measured growth characteristics for both cultivars was greater as growth in the first year had been less. This meant that 7×C, initially the best treatment, was sometimes surpassed by other treatments.

On the river clay soil, all *Salix* and, as on the sandy soil, many of the *Acer* trees, that wintered in the greenhouse, died. Wintering outside on the ground gave the best results for maple on river clay soil. At the end of the second year, 7×C was still the best treatment.

Every week, samples of liquid were taken from the bottom of the rockwool blocks by suction, in which pH and EC were measured. The "mean EC" for 7×C was 2.5 for *Salix* and 1.8 for *Acer*. It was striking that, starting with about the same pH, with willow it increased so that adding acid to the nutrient solution was considered necessary; with maple, however, pH decreased in many of the treatments.

The degree of linear correlation between pH-H<sub>2</sub>O and EC on the one hand and amount of nutrient solution and meteorological factors on the other, was established. It seemed that often periods with elevated temperatures and more solar radiation, the EC of the liquid in the rockwool blocks increased. For *Acer* this was associated with a reduction in pH.

With *Acer*, the N-content of the liquid in the rockwool blocks in treatment 7×C was similar to the level advised for cucumbers on rockwool.

For *Salix*, however, it was higher. For both cultivars K was higher and P often lower than advised. Analysis for microelements of samples taken on two dates during the growing season showed that, for 7×C, the content of some elements was sometimes up to three times as high as the upper limit of the values advised for cucumber. There were great differences between years (crops).

Plant analysis gave the impression that higher fertilizer rates than applied, will increase the level of N in the leaf of *Salix* and the level of K in the leaf of both cultivars tested. Dry-matter content of twigs decreased with higher fertilizer doses. Thus, high rates possibly have a negative effect on winter hardiness.

## 7. LITERATUUR

- Anonymus, 1977. Analyseverslag wateronderzoek. Proefstation voor de Groenten- en Fruitteelt onder Glas. Naaldwijk: 2 pp.
- Boertje, G., Groenewegen, J., Hoog, J. de, Keizer, J., Schie, J. van, Sonneveld, C., Voogt, S., 1979. Komkommerteelt op steenwol. Tuinderij 19 (4): 1-4, 19 (5): 5-8, 19 (6): 9-12, 19 (7): 13-16.
- Jong, S.H. de, 1978. De invloed van twee verschillende voedingsoplossingen bij de teelt van boomkwekerijgewassen op steenwol. Inst. Bodemvruchtbaarheid, Nota 52, 37 pp.
- Kelley, J.D., 1972. Nitrogen and potassium rate effects on growth, leaf nitrogen and winter hardiness of *Pyracantha coccinea* 'Lalandi' and *Ilex crenata* 'Rotundifolia'. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 97 (4): 446-448.
- Noordwijk, M. van, 1979. Fysische en chemische eigenschappen van steenwol als substraat voor plantenteelt zonder aarde. Inst. Bodemvruchtbaarheid, Nota 73, 25 pp.
- Pellett, N.E., 1973. Influence of nitrogen and phosphorus fertility on cold acclimation of roots and stems of two container-grown woody plant species. J. Am. Soc. Hortic. Sci. 98 (1): 82-86.
- Sonneveld, C., Voogt, S.J., 1976. Voedingsoplossingen voor het telen in steenwol. Proefstation voor de Groenten- en Fruitteelt onder Glas en Consulentenschap voor de Tuinbouw te Naaldwijk. Informatiereeks no. 40: 17 pp.
- Wiersum, L.K., 1973. Supply of nutrient ions to the root surface in artificial substrates. Proc. I.W.O.S.C. 3rd Congress, 119-127.

BIJLAGE



## BIJLAGE I. pH- EN EC-METING DOOR HET PROEFSTATION NAALDWIJK EN HET IB

In fig. I.1. zijn, zowel voor de wilg als de esdoorn, de resultaten van pH-metingen te Naaldwijk uitgezet tegen de uitkomsten van bepalingen in dezelfde monsters op het IB. Fig. I.2. is een analoge figuur, maar nu voor de EC. Voor alle vier gevallen zijn de lineaire regressieformules en de mate van rechtlijnigesamenhang berekend. Er blijkt voor elk der gevallen een statistisch uiterst betrouwbare positieve correlatie tussen de x- en y-waarden aanwezig te zijn (bij 30 vrijheidsgraden ligt de correlatiecoëfficiënt in 99,9% der gevallen tussen -0,55 en 0,55). De samenhang is voor de EC iets groter dan voor de pH.

Voor de pH geldt dat de berekende rechte voor 1978 (*Acer*) nauwer bij het verwachte verband ( $y=x$ ) aansluit dan die van 1977 (*Salix*). Hetzelfde is het geval voor de EC, voor wat betreft de aansluiting aan  $y=1,16x$ . (1,16 is een factor die corrigeert op het verschil in meettemperatuur ( $18^{\circ}$  of  $25^{\circ}$  C) tussen het Proefstation en het IB.)

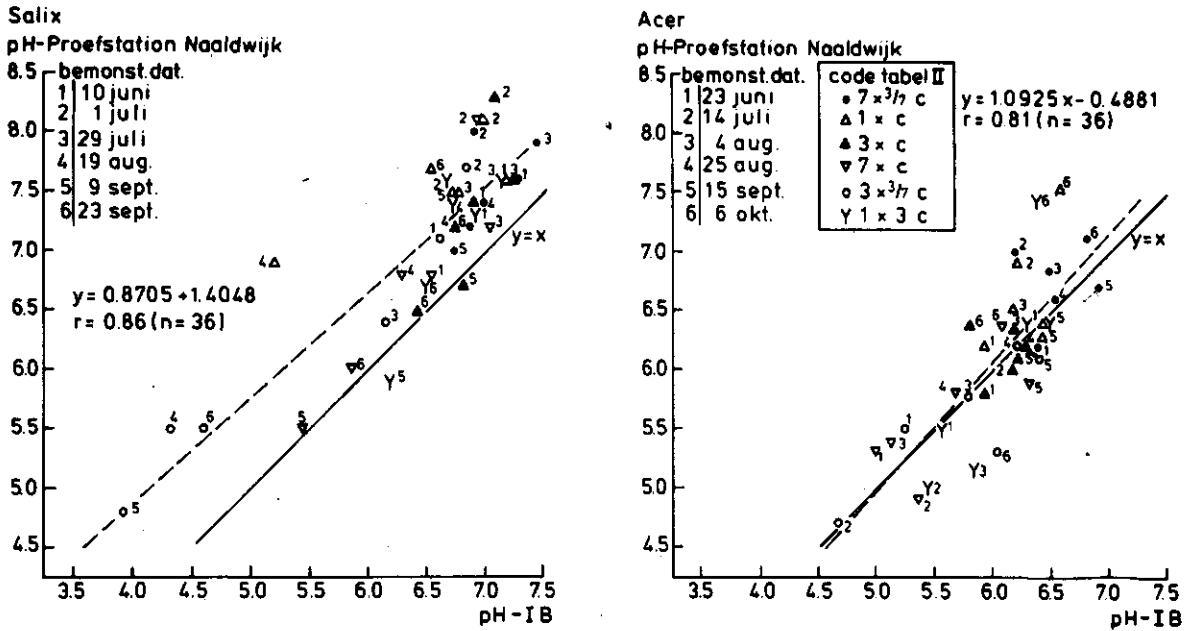


Fig. I.1. De pH-water gemeten door het Proefstation te Naaldwijk uitgezet tegen pH-water gemeten door het IB voor *Salix* en *Acer* (code: figuur 1).  
 Fig. I.1. The pH-water measured by the Experimental Station for Glasshouse Crops at Naaldwijk plotted against pH-water measured by the Institute for Soil Fertility (*Salix* and *Acer*; code: figure 1).

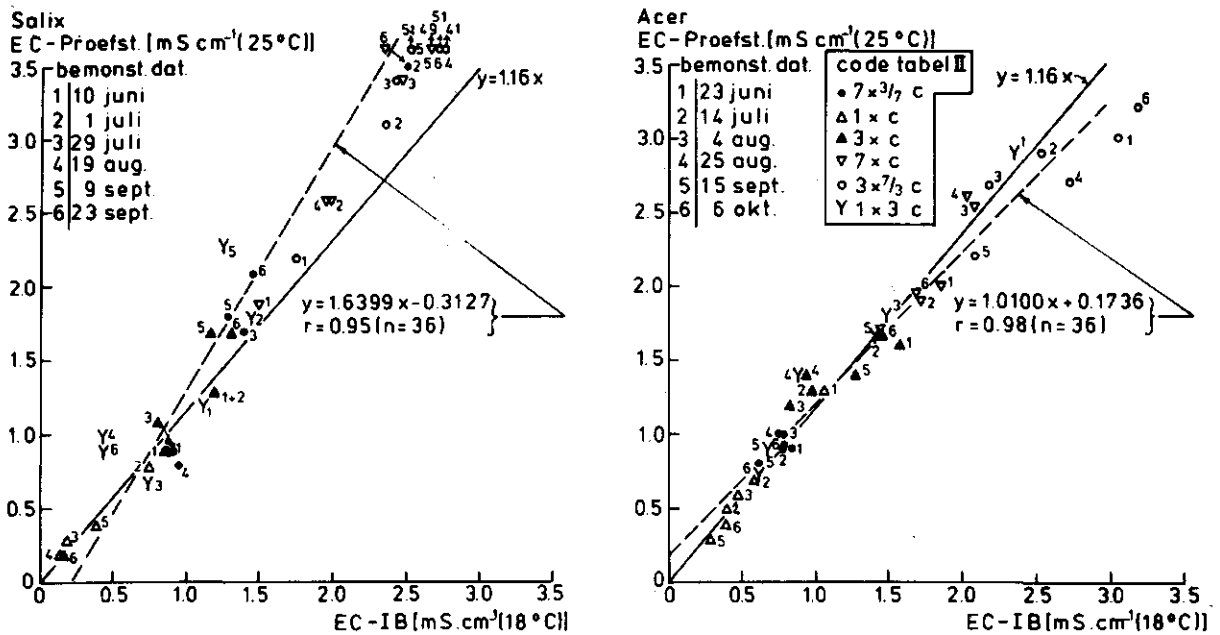


Fig. I.2. De EC gemeten door het Proefstation te Naaldwijk uitgezet tegen de EC gemeten door het IB van *Salix* en *Acer* (code: figuur 1).  
 Fig. I.2. The EC measured by the Experimental Station at Naaldwijk plotted against the EC measured by the Institute for Soil Fertility (*Salix* and *Acer*; code: figure 1).