RIJKSINSTITUUT VOOR ONDERZOEK IN DE BOS- EN LANDSCHAPSBOUW "DE DORSCHKAMP"
WAGENINGEN

GROEI EN ONTWIKKELING VAN VIJF LOOFHOUTSOORTEN OP ZUIVERINGSSLIB VAN VERSCHILLENDE HERKOMST

(Verslag van een in de periode 1974 t/m 1977 uitgevoerde veldproef)

J. van den Burg, B. van Luit'*), J.P. Peeters
en K.W. Smilde*)

Rapport 189

1979

*) Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, Haren (Gr.)

INHOUD

blz.

Samenvatting 5

1. Inleiding 6

2. Materiaal en methoden 7
2.1. Registratie 7
2.2. Opzet en uitvoering 7
2.3. Zuiveringsslib 8
2.4. Bemesting 9
2.5. Overige teeltmaatregelen 9
2.6. Onderzoek 9
2.7. Overzicht van de proef 10

3. Resultaten 11
3.1. Groei en ontwikkeling 11
3.1.1. Hoogtegroei over de periode 1974 t/m 1977 11
3.1.2. Jaarlijkse hoogtegroei 12
3.1.3. Hoogtegroei op de verschillende substraten 13
3.1.4. Diktegroei over de periode 1974 t/m 1977 15
3.1.5. Ontwikkeling van de beplanting 15
3.1.6. Uitval 17
3.1.7. Beworteling 19
3.2. Minerale voedingstoestand en zware metalenopname 19
3.2.1. Stikstof 19
3.2.2. Fosfor 20
3.2.3. Kalium 21
3.2.4. Calcium 22
3.2.5. Magnesium 23
3.2.6. Ijzer 24
3.2.7. Mangaan 24
3.2.8. Zink 25
3.2.9. Koper 26
3.2.10. Lood 27
3.2.11. Cadmium 28
3.2.12. Nikkel 29
3.2.13. Chroom 30
3.3. De invloed van de samenstelling van het slib op de gehalten van het blad 31
3.3.1. IJzer 31
3.3.2. Mangaan 32
3.3.3. Zink 32
3.3.4. Koper 32
3.3.5. Lood 32
3.3.6. Cadmium 32
3.3.7. Nikkel 33
3.3.8. Chroom 33

4. Discussie 34

5. Voortzetting van het onderzoek 37

6. Conclusies 38

Bijlage 1. Tabellen

A. Chemische samenstelling van de zuiveringsslibsoorten bij de aanvang van de proef (vj. 1974)

B. Hoogtegroeigegevens

C. Diktegroeigegevens

D. Beoordeling van de beplanting, 13 augustus 1974

E. Beoordeling van de beplanting, 7 november 1974

F. Beoordeling van de beplanting, 20 augustus 1975

G. Beoordeling van de beplanting, 10 september 1976

H. Beoordeling van de beplanting, 22 september 1977

I. Bladsamenstelling augustus 1974 (gehalten van de droge stof)

J. Bladsamenstelling augustus 1975 (gehalten van de droge stof)

K. Bladsamenstelling augustus 1976 (gehalten van de droge stof)

L. Bladsamenstelling augustus 1977 (gehalten van de droge stof)

Bijlage 2. Figuren

1 . Opzet van de houtsoortenproef op zuiveringsslibsoorten, vj. 1974 - nj. 1977, VP IB 1144 (terrein Instituut voor Bodemvruchtbaarheid te Haren)

2 . Hoogtegroeiontwikkeling van Populus 'Zeeland', aanleg vj. 1974

3 . Hoogtegroeiontwikkeling van Populus 'Zeeland', aanleg vj. 1976

4 . Hoogtegroeiontwikkeling van zomereik

5 . Hoogtegroeiontwikkeling van zwarte els

6 . Hoogtegroeiontwikkeling van berk

7 . Hoogtegroeiontwikkeling van esdoorn

8 . Jaarlijkse hoogtegroei in de periode 1974 t/m 1977

9 . Diktegroeiontwikkeling van Populus 'Zeeland', aanleg vj. 1974

10. Diktegroeiontwikkeling van Populus 'Zeeland', aanleg vj. 1976

11. Diktegroeiontwikkeling van zomereik

12. Diktegroeiontwikkeling van zwarte els

13. Diktegroeiontwikkeling van berk

14. Diktegroeiontwikkeling van esdoorn

SAMENVATTING

In de periode 1974 t/m 1977 is in een op het terrein van het Instituut voor Bodemvruchtbaarheid te Haren aangelegde proef met zuiveringsslibsoorten van verschillende herkomst de groei en ontwikkeling van vijf loofhoutsoorten ('Zeeland'-populier, zomereik, zwarte els, berk en esdoorn) onderzocht door het Instituut voor Bodemvruchtbaarheid en "De Dorschkamp".

De groei van de houtsoorten op de zuiveringsslibsoorten was beter dan de voor deze soorten onder Nederlandse omstandigheden geldende gemiddelde groei in de jeugdperiode. Ernstige groeistoornissen, veroorzaakt door hoge gehalten aan zware metalen, zijn niet waargenomen. Wel trad op de substraten met hoge gehalten aan zware metalen vooral bij de populier soms enige chlorose op.

Zn en Cd werden preferentiëel door populier en berk opgenomen, Cu door zomereik en zwarte els. Ni werd door alle soorten sterk opgenomen. De opname van Pb en Cr uit zuiveringsslib was niet groter dan die uit de controlegrond.

1. INLEIDING

Over de toepassingsmogelijkheden van zuiveringsslib in de bosbouw is nog weinig bekend. Voor zover proeven door "De Dorschkamp" zijn uitgevoerd, betreft het steeds de toepassing van één zuiveringsslibsoort. Dit is een wat smalle basis aangezien chemische analyses, uitgevoerd door het Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, wijzen op een grote variatie in o.a. de gehalten aan zware metalen.

Omdat zowel "De Dorschkamp" als het Instituut voor Bodemvruchtbaarheid belang stellen in de toepassingsmogelijkheden van zuiveringsslib in bossen en beplantingen, is in 1973 besloten een gezamenlijke veldproef uit te voeren, waarin enige zuiveringsslibsoorten op hun bruikbaarheid zouden worden onderzocht. Als toetsgewassen werden uitsluitend loofhoutsoorten gebruikt, omdat naaldhoutsoorten om diverse redenen niet in aanmerking komen.

In het voorjaar van 1974 is op het terrein van het Instituut voor Bodemvruchtbaarheid een veldproef aangelegd, die in het najaar van 1977 werd afgesloten. De uit dit onderzoek verkregen gegevens zijn in dit rapport verwerkt.

2. MATERIAAL EN METHODEN

2.1. Registratie

De proef stond bij het Instituut voor Bodemvruchtbaarheid geregistreerd als VP (IB) 1144, bij "De Dorschkamp" als 02. 3.05.10.0003 (projectnr. 12).

2.2. Opzet en uitvoering

Het voor het onderzoek gebruikte terrein was een voormalige appelboomgaard met grasstroken. In zes evenwijdige (vroeger met appelbomen beplante) stroken werden in de winter van 1973/74 per strook 24 kuilen gegraven met afmetingen van 1,0 x 1,0 x 0,8 m. De afstand tussen de middelpunten van de kuilen tussen de rijen bedroeg $3\frac{1}{2}$ m, resp. $4\frac{1}{2}$ m (zie figuur 1). De middelpunten van de kuilen in de rijen lagen op een afstand van 2 m, zodat de afstand tussen de kuilranden in de rijen 1 m bedroeg. De kuilen werden aan de bovenzijde van de omringende grond gescheiden door betonnen opsluitbandjes. De kuilwand werd bekleed met plastic folie, zodanig dat de uiteinden elkaar ruimschoots overlapten zodat de wortels niet via de openingen in de omringende grond konden groeien. Afsluiting van de onderzijde van de kuilen werd niet noodzakelijk geacht omdat de ondergrond vrij compact en ongestoord was, zodat het indringen van wortels onwaarschijnlijk leek. Bovendien was vrije afvoer van water mogelijk door het weglaten van een afsluiting aan de onderzijde.

In elke rij werden steeds vier kuilen gevuld met een van de soorten zuiveringsslib, behalve de beide buitenste aan de noord- en zuidzijde van de rijen, die werden ingevuld met zandgrond afkomstig van het terrein zelf. Na het vullen is in maart 1974 geplant. Per rij van west naar oost gaande werden de volgende houtsoorten geplant: esdoorn pseudoplatanus), berk (hoofdzakelijk Betula verrucosa), zwarte els (Alnus glutinosa) en zomereik (Quercus robur). De overblijvende twee rijen werden beplant met Populus 'Zeeland'.

Deze proefopzet is sindsdien praktisch ongewijzigd gebleven. Alleen werden in de westelijke Populus 'Zeeland'-rij de planten in het najaar van 1975 gerooid en in het voorjaar van 1976 vervangen door Populus 'Zeeland' om het effect van aanplant op reeds twee jaren oud zuiveringsslib na te gaan.

Het gebruikte plantsoen is als volgt te karakteriseren:

Soort	leeftijd	gemiddelde lengte (cm)
esdoorn	1+1	109
berk	1+1	129
zwarte els	1+1	81
zomereik	1+1	87
Populus 'Zeeland'	0+1	160
Populus 'Zeeland' (aanleg vj. 1976)	0+1	157

Per kuil zijn in het voorjaar van 1974 de volgende aantallen geplant:

esdoorn	4	(totaal per slibsoort of zandgrond IB: 16)
berk	4	(" : 16)
zwarte els	2	(" : 8)
zomereik	4	(" : 16)
Populus 'Zeeland'	2	(" : 8).

In het voorjaar van 1975 is het aantal planten van alle houtsoorten per kuil tot de helft van het oorspronkelijke aantal teruggebracht, de aantallen zijn daarna - behalve voor de populier en de zomereik - niet meer gewijzigd. Het aantal in het voorjaar van 1976 geplante populieren en het aantal zomereiken is in het najaar van 1976 tot de helft teruggebracht.

2.3. Zuiveringsslib

Het zuiveringsslib was afkomstig van

a. waterzuiveringsinstallaties van de gemeenten Assen (slibsoort MS 4564), Drachten (slibsoort MS 4657), Leiden (slibsoort MS 4571) en Heerenveen (slibsoort MS 4649); deze slibsoorten waren zonder verdere nabehandeling gedurende 3 à 4 maanden gedroogd op bedden en daarna naar het Instituut voor Bodemvruchtbaarheid vervoerd.

b. de waterzuiveringsinstallatie van de gemeente Apeldoorn (slibsoort MS 4569); dit slib was door behandeling onder hoge druk (ca 10 atm.) en hoge temperatuur (ca 150° C) gesteriliseerd. Het werd in deze steriele toestand in de kuilen gebracht maar boven in de kuil gemengd met rijper slib van dezelfde installatie, om het microleven op gang te brengen. De chemische samenstelling van de diverse slibsoorten is vermeld in Tabel A van Bijlage 1.

2.4. Bemesting

De opzet van de proef was zo min mogelijk te bemesten opdat de effecten van het zuiveringsslib op de bomen zo goed mogelijk tot uiting konden komen. Wel zijn enkele bemestingen uitgevoerd om de groei te stimuleren:

mei 1974 : alle houtsoorten (behalve zomereik)
20 kg N/ha (kas)
50 kg P_2O_5/ha (KH_2PO_4)
50 kg MgO/ha (kieseriet)

juni 1974: alle houtsoorten op het zuiveringsslib uit Apeldoorn:
30 kg N/ha (kas)
alle houtsoorten: 30 kg K_2O/ha (zwavelzure kali)

2.5. Overige teeltmaatregelen

Het onkruid is regelmatig met de hand verwijderd. Indien noodzakelijk werd water gegeven. Dit gebeurde slechts een enkele maal per seizoen in hoeveelheden van 50-100 liter per kuil. Zo nodig werden de bomen gespoten met een oplossing van parathion (0,6 ml/l) tegen luis, de zomereik werd bovendien bespoten met Imugan tegen meeldauw, de populier met Dodine (0,9 g/l) tegen bladvlekkenziekte.

2.6. Onderzoek

a. Van alle bomen is in het najaar de hoogte en de diameter gemeten (diameter van zomereik op 60 cm hoogte; overige soorten op 1,30 m hoogte);
b. in augustus of september is de conditie van de beplanting opgenomen waarbij de bladstand (bezetting, bladval, bladkleur, bladgrootte), ziekten, beschadigingen en uitval zijn beoordeeld;
c. in augustus zijn bladmonsters verzameld; van de populieren is volgroeid zomerblad bemonsterd, afkomstig van het middelgedeelte van de takken in het middelste gedeelte van de kroon, van de overige loofhoutsoorten (behalve zomereik) is volgroeid zomerblad van alle takken verzameld, behalve uit het onderste gedeelte van de stam; van de zomereik is steeds een mengmonster genomen van het blad van het voorjaarslot en het Sint-Janslot; daarbij is steeds het materiaal van een houtsoort per slibsoort tot een mengmonster samengevoegd; de bepalingen van N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn en Zn zijn uitgevoerd door "De Dorschkamp", de bepalingen van Cu, Pb, Cd, Ni en

Cr door het Instituut voor Bodemvruchtbaarheid (1974 en 1975) en het Bedrijfslaboratorium voor Grond- en Gewasonderzoek te Oosterbeek (1976, 1977);

d. in het voorjaar van 1974 zijn monsters genomen van de terreingrond en de verschillende zuiveringsslibsoorten;

e. aanvullend zijn tijdens de proef metingen verricht van het volumepercentage zuurstof in de gasvormige fase in de grond en zijn enkele eigenschappen van het zuiveringsslib (pH, gehalte aan organische stof) bepaald.

2.7. Overzicht van de proef

Substraten : zandgrond terrein Instituut voor Bodemvruchtbaarheid (diende als controlegrond)
zuiveringsslib Assen
zuiveringsslib Drachten
zuiveringsslib Apeldoorn
zuiveringsslib Leiden
zuiveringsslib Heerenveen

Houtsoorten: Populus 'Zeeland'
zomereik
zwarte els
berk
esdoorn

De indeling van de proef is weergegeven in Bijlage 2, figuur 1.

In het voorjaar van 1976 is de proef uitgebreid met een "tweede generatie" Populus 'Zeeland'. Het aantal onderzochte combinaties bedroeg dus in de periode vj. 1974 - vj. 1976 6 x 5 = 30, in de periode vj. 1976 - nj. 1977 6 x 6 = 36. Herhalingen zijn niet aangelegd, tenzij men de afzonderlijke kuilen als herhalingen wil beschouwen. Het uiteindelijke aantal planten per behandeling (1 à 2) is hiervoor echter te gering.

3. RESULTATEN

3.1. Groei en ontwikkeling

3.1.1. Hoogtegroei over de periode 1974 t/m 1977

De gegevens betreffende de hoogte- en diktegroei zijn volledig opgenomen in Bijlage 1, Tabel B en C. In het onderstaande wordt een overzicht gegeven van de gemiddelde groei van de soorten en deze wordt vergeleken met standaardwaarden voor de gemiddelde groei van loofhoutsoorten x).

Tabel 1. Gemiddelde jaarlijkse hoogtegroei over de periode 1974 t/m 1977 (cm/jaar)

Houtsoort	Zandgrond IB	Zuiveringsslibsoort				
		Assen	Drachten	Apeldoorn	Leiden	Heerenveen
Populus 'Zeeland'	200	152	185	133	141	178
Zomereik	63	57	61	46	52	43
Zwarte els	139	113	113	114	93	116
Berk	107	87	117	76	97	101
Esdoorn	104	93	99	79	88	85
Populus 'Zeeland' (geplant vj. 1976)	99	68	85	111	58	56

Tabel 2. Normen voor de gemiddelde groei van loofhoutsoorten in de jeugdperiode (cm/jaar)x)

Populus 'Zeeland'	120
Zomereik	30
Zwarte els	80
Berk	60
Esdoorn	60

x) populier: P.J. Faber en F. Tiemens. 1975. De opbrengstniveaus van populier. Uitvoerig Verslag "De Dorschkamp" band 13 nr 1;
overig loofhout: J.P. Peeters, zj. Voorlopige indeling in groeiklassen voor de beoordeling van de hoogtegroei van loofhoutsoorten. Interne nota "De Dorschkamp".

Gerekend over de gehele onderzoekperiode heeft de hoogtegroei van de in 1974 aangelegde Populus 'Zeeland' belangrijk meer bedragen dan de voor deze populieren geldende gemiddelde groei. De hoogtegroei van de populier op de diverse slibsoorten was wel steeds minder dan op de zandgrond, maar groter dan de gemiddelde groei (figuur 2).

De hoogtegroei van de in het voorjaar van 1976 geplante Populus 'Zeeland' is daarentegen belangrijk minder geweest dan de gemiddelde groei. Dit geldt zowel voor de op de terreingrond als de op het zuiveringsslib aangelegde beplanting: de groei op de terreingrond kwam ongeveer overeen met de gemiddelde groei voor populier, die op de zuiveringsslibsoorten bleef daar bij achter (figuur 3).

Bij de zomereik trad hetzelfde verschijnsel op als bij Populus 'Zeeland' (aanleg vj. 1974); de groei op de terreingrond was het grootst en op de zuiveringsslibsoorten minder, maar beide lagen boven de gemiddelde groei (figuur 4). De groei op de slibsoorten uit Drachten en Assen was nauwelijks geringer dan die op de terreingrond.

De groei van de zwarte els was op de zuiveringsslibsoorten steeds minder dan op de terreingrond (figuur 5).

De berk (figuur 6) en de esdoorn (figuur 7) reageerden op dezelfde wijze op de verschillen tussen de substraten als Populus 'Zeeland' (aanleg vj. 1974) en de zomereik, zij het dat de groei van berk en esdoorn in 1976 en 1977 minder was dan in 1974 en 1975.

Bij zwarte els trad dit laatste verschijnsel slechts onduidelijk op, bij zomereik en Populus 'Zeeland' in het geheel niet.

3.1.2. Jaarlijkse hoogtegroei

Uit het in 3.1.1 gegeven overzicht van de groei in de gehele onderzoekperiode volgt dat het verloop ervan voor de verschillende soorten niet steeds hetzelfde is geweest. Dit wordt duidelijk uit de weergave van de jaarlijkse hoogtegroei in figuur 8: de hoogtegroei is van alle houtsoorten in 1975 op zowel terreingrond als zuiveringsslib het grootst geweest, om in 1976 en 1977 langzaam (Populus 'Zeeland' en zomereik) dan wel vrij sterk (zwarte els en berk) of zeer sterk (esdoorn) af te nemen. Uitgesproken verschillen deden zich in dit opzicht tussen bomen op terreingrond en op zuiveringsslib niet voor, hoewel in 1977 sprake was van enig herstel van de berk op de zuiveringsslibsoorten, in tegenstelling tot de berk op de terreingrond.

3.1.3. De hoogtegroei op de verschillende substraten

Ter vergelijking van de effecten van de zuiveringsslibsoorten kan het effect van de houtsoort worden geëlimineerd door per houtsoort een rangordecijfer aan de hoogtegroei toe te kennen. In tabel 2 zijn de voor de diverse substraten toegekende rangordecijfers vermeld.

Tabel 2. Rangordecijfers van de hoogtegroei (gemiddeld over de periode 1974 t/m 1977) per houtsoort op de verschillende substraten (1 = grootste groei; 6 = kleinste groei)

grondsoort, slibsoort / houtsoort	terreingrond (zandgrond IB)	zuiveringsslib				
		Assen	Drachten	Apeldoorn	Leiden	Heerenveen
Populus 'Zeeland'	1	4	2	6	5	3
zomereik	1	3	2	5	4	6
zwarte els	1	3-5	3-5	3-5	6	2
berk	2	5	1	6	4	3
esdoorn	1	3	2	6	4	5
Populus 'Zeeland' (aanleg vj. 1976)	2	4	3	1	5	6
"gemiddeld" rangordecijfer per substraat	1,3	3,8	2,3	4,7	4,7	4,2

Bij verwaarlozing van de eigenschappen van de afzonderlijke houtsoorten is dus de relatieve geschiktheidsvolgorde voor de aanplant van loofhoutsoorten (van goede groei naar slechte groei):

terreingrond IB
zuiveringsslib Drachten
zuiveringsslib Assen
zuiveringsslib Heerenveen
zuiveringsslib Apeldoorn en Leiden

Deze volgorde komt globaal overeen met die, verkregen door de substraten te rangschikken in de volgorde van de som van hun gehalten aan de meest giftige zware metalen: Zn, Cu, Ni en Cd (= mgZn/kg + mg Cu/kg + mgNi/kg + mg Cd/kg). De rangorde op grond van deze index wordt dan:

substraat	totaal gehalte aan de giftigste zware metalen (mg/kg)	rangordecijfer van de hoogtegroei
zandgrond IB	35	1,3
zuiveringsslib Apeldoorn	1187	4,7
zuiveringsslib Drachten	1588	2,3
zuiveringsslib Assen	2363	3,8
zuiveringsslib Leiden	2665	4,7
zuiveringsslib Heerenveen	7689	4,2

Meer dan een relatieve betekenis heeft het bovenstaande echter niet omdat beschikbaarheid en specifieke giftigheid geheel buiten beschouwing zijn gebleven. Het slib uit Apeldoorn neemt een afwijkende plaats in, omdat de groei erop gemiddeld slechter is dan overeenkomt met het totale gehalte aan zware metalen. De aeratiegraad van dit slib speelt echter een belangrijke rol.

Een andere methode om de kwaliteit van het slib aan te geven is die, waarbij vooral wordt aangenomen dat de giftigheid van Cu tweemaal zo groot is als die van Zn en de giftigheid van Ni achtmaal zo groot als die van Zn. Door de aldus ontstane waarden per slibsoort te sommeren ontstaat een "giftigheidsindex". De rangorde volgens deze index wordt dan

substraat	giftigheidsindex (mg/kg)	rangordecijfer van de hoogtegroei
zandgrond IB	56	1,3
zuiveringsslib Apeldoorn	2060	4,7
zuiveringsslib Assen	3268	3,8
zuiveringsslib Drachten	3800	2,3
zuiveringsslib Leiden	5870	4,7
zuiveringsslib Heerenveen	12960	4,2

Als de waarde voor Apeldoorn buiten beschouwing wordt gelaten, stemmen de volgorden van giftigheidsindex en rangordecijfer van de hoogtegroei globaal overeen.

3.1.4. Diktegroei over de periode 1974 t/m 1977

Het verloop van de diktegroei (bij zomereik gemeten op 60 cm hoogte, bij de overige soorten op 130 cm hoogte) is grafisch weergegeven in de figuren 9 t/m 14 (zie ook tabel C in bijlage 1). Omdat de diktegroei meer dan de hoogtegroei afhankelijk is van de standruimte, hebben de gegevens over de diktegroei vooral een relatieve betekenis. In het algemeen geldt dat per houtsoort de rangorde van diktegroei ongeveer dezelfde was als de rangorde van hoogtegroei, met andere woorden de invloed van de substraten was op hoogte- en diktegroei dezelfde. Opvallend is het regelmatige verloop van de diktegroei bij alle behandelingen, een nadelige invloed van de weersomstandigheden (vooral het droge en hete jaar 1976) is niet vast te stellen.

3.1.5. Ontwikkeling van de beplanting

In de maand augustus of september is de conditie van de beplanting beoordeeld op grond van een aantal criteria (bladstand, bladbezetting, bladkleur, bladval, aantasting door schimmels en insekten). De volledige gegevens zijn opgenomen in de tabellen D t/m H van Bijlage 1.

Op de terreingrond hebben de bomen over het algemeen geen bijzonderheden met betrekking tot bladstand, bladkleur en bladval vertoond.
Op het zuiveringsslib uit Assen waren bij populier in 1974 de oudste bladeren soms lichtgroen gekleurd, in 1975 vertoonde het blad aan de bovenzijde van de scheuten dit verschijnsel. Nadien zijn geen bladverkleuringen meer waargenomen. Het blad van de esdoorn vertoonde in alle jaren een lichte randnecrose en was soms wat licht gekleurd ("vingers" van een lichtere kleur vanaf de bladrand tussen de zijnerven). De oudere bladeren van de berk vertoonden in 1975 gele en necrotische randen; in 1976 en 1977 was het blad klein en de bladbezetting slecht.

Op het zuiveringsslib uit Drachten waren alle houtsoorten over het algemeen gezond. Slechts het oudere blad van de esdoorn was aan de rand sterk necrotisch en in 1977 geelgerand, maar de bladkleur was verder gezond.

Op het zuiveringsslib uit Apeldoorn kwamen meer verschijnselen van bladverkleuring voor dan op dat uit Assen en Drachten. De in 1974 geplante populieren hadden in 1974 lichtgroen topblad, terwijl in 1976 het oudste blad geel verkleurde en necrotische randen vertoonde. Het blad van de in 1976 geplante populieren (vooral het oudere blad) was sterk "gemarmerd" (bont patroon van vlekken van gele, geelgroene en groene

kleur, met vrij scherpe begrenzingen). In 1977 was dit verschijnsel overigens niet waarneembaar. De zwarte els had in 1976 en 1977 op dit zuiveringsslib vrij klein, lichtgroen tot geelachtig gekleurd blad. De berk had meestal klein blad en een ijle stand; vooral het oudere blad had gele tot necrotische randen. De esdoorn vertoonde vooral in 1974 en 1977 enige randnecrose bij het oudere blad. Het jongste blad van zomereik was in 1975 egaal geel, maar dit verschijnsel was in 1976 en 1977 weer verdwenen.

Op het zuiveringsslib uit Leiden was het topblad van de in 1974 geplante populieren lichtgekleurd (1974 en 1975) of het oudste blad was geelachtig en vertoonde necrotische randen. De in 1976 geplante populieren hadden in 1977 gemarmerd tot geel, deels necrotisch blad. Het jongste blad van de zomereik had in 1975 en 1976 geel bladmoes met groene nerven, in 1977 trad dit verschijnsel niet op. De esdoorn vertoonde in alle jaren randnecrose in het oudere blad, soms ook necrotische plekken tussen de nerven en gele bladranden. Het oudere blad van de zwarte els had in 1975 necrotische randen en lichtgroen bladmoes, in 1976 en 1977 was het jongste blad tamelijk geel. De berk vertoonde vanaf 1975 geelgerand ouder blad met vaak necrotische randen en een ijle bladstand.

Op het zuiveringsslib uit Heerenveen waren de bladverkleuringen wat minder uitgesproken dan op het zuiveringsslib uit Apeldoorn en Leiden. De in 1974 geplante populieren hadden alleen in 1974 wat lichtgekleurd blad met "marmering". Het blad van de in 1976 geplante populieren (vooral het oudere blad) was vaak gemarmerd, chlorotisch of geel. Het oudere blad van de esdoorn had in alle jaren necrotische randen, maar dit verschijnsel was minder uitgesproken dan bij het zuiveringsslib uit Drachten. Het oudere blad van de berk had in 1975, 1976 en 1977 gele tot necrotische randen, de zwarte els in 1976 lichtgekleurd blad. De zomereik had op dit zuiveringsslib steeds gezond blad.

Aantasting door ziekten en plagen is weinig voorgekomen. De zwarte els op de terreingrond en op de zuiveringsslibsoorten uit Assen, Drachten en Apeldoorn had in 1977 veel roetdauw, bij de bomen op de zuiveringsslibsoorten uit Leiden en Heerenveen was de aantasting veel minder.

In 1974 en in 1977 werden de populieren in het najaar door roest aangetast. In 1974 was deze aantasting bij de bomen op het zuiveringsslib van Heerenveen niet aanwezig. Bij de in 1974 geplante populieren werd in 1977 ook de beplanting op het zuiveringsslib uit Heerenveen aangetast, maar in veel mindere mate dan op de overige substraten. De in

1976 geplante populieren vertoonde veel roestaantasting in 1977 op de terreingrond en het zuiveringsslib uit Assen, matige roestaantasting op het zuiveringsslib uit Drachten en Apeldoorn, geen tot matige aantasting op het zuiveringsslib van Leiden en Heerenveen. Bij de laatste zuiveringsslibsoort was het opvallend dat het gemarmerde blad geen roestaantasting vertoonde. Marssonina-aantasting kwam in 1977 bij de bomen op het zuiveringsslib uit Heerenveen voor.

3.1.6. Uitval

De uitval is over het algemeen gering geweest. In tabel 3 zijn de plantaantallen op enige stippen weergegeven.

Tabel 3. Overzicht van het aantal planten per behandeling (elke behandeling bestaat uit vier kuilen)

Houtsoort	grondsoort, zuiveringsslibsoort	vj. 1974 (planttijdstip)	nj. 1974	nj. 1975	nj. 1975 (na dunning)	vj. 1976	nj. 1976	
Populus 'Zeeland'	grond IB	16	16		8	4	4	
	Assen	16	16		8	4	4	
	Drachten	16	16		8	4	4	
	Apeldoorn	16	16		8	4	4	
	Leiden	16	16		8	4	4	
	Heerenveen	16	16		8	4	4	
zomereik	grond IB	16	16		8		8	dunning
	Assen	16	16		8		8	
	Drachten	16	16		8		8	
	Apeldoorn	16	15		8		8	
	Leiden	16	16		8		8	
	Heerenveen	16	16		8		8	
zwarte els	grond IB	8	8		4		4	
	Assen	8	8		4		4	
	Drachten	8	8		4		4	
	Apeldoorn	8	8		4		4	
	Leiden	8	8		4		4	
	Heerenveen	8	8		4		4	
berk	grond IB	16	16	dunning	8		8	
	Assen	16	16		8		8	
	Drachten	16	15		8		8	
	Apeldoorn	16	11		8		8	
	Leiden	16	16		8		8	
	Heerenveen	16	16		8		8	
esdoorn	grond IB	16	16		8		8	
	Assen	16	16		8		8	
	Drachten	16	16		8		8	
	Apeldoorn	16	16		8		8	
	Leiden	16	16		8		8	
	Heerenveen	16	16		8		8	
Populus 'Zeeland' aanleg vj.1976	grond IB					8	8	dunning
	Assen					8	7	
	Drachten					8	7	
	Apeldoorn					8	8	
	Leiden					8	6	
	Heerenveen					8	8	

1976 geplante populieren vertoonde veel roestaantasting in 1977 op de terreingrond en het zuiveringsslib uit Assen, matige roestaantasting op het zuiveringsslib uit Drachten en Apeldoorn, geen tot matige aantasting op het zuiveringsslib van Leiden en Heerenveen. Bij de laatste zuiveringsslibsoort was het opvallend dat het gemarmerde blad geen roestaantasting vertoonde. Marssonina-aantasting kwam in 1977 bij de bomen op het zuiveringsslib uit Heerenveen voor.

3.1.6. Uitval

De uitval is over het algemeen gering geweest. In tabel 3 zijn de plantaantallen op enige stippen weergegeven.

Tabel 3. Overzicht van het aantal planten per behandeling (elke behandeling bestaat uit vier kuilen)

Houtsoort	grondsoort, zuiveringsslibsoort	vj. 1974 (planttijdstip)	nj. 1974	nj. 1975	nj. 1975 (na dunning)	vj. 1976	nj. 1976		nj. 1977
Populus 'Zeeland'	grond IB	16	16	dunning	8	4	4		4
	Assen	16	16		8	4	4		4
	Drachten	16	16		8	4	4		4
	Apeldoorn	16	16		8	4	4		4
	Leiden	16	16		8	4	4		4
	Heerenveen	16	16		8	4	4		4
zomereik	grond IB	16	16		8		8	dunning	4
	Assen	16	16		8		8		4
	Drachten	16	16		8		8		3
	Apeldoorn	16	15		8		8		4
	Leiden	16	16		8		8		4
	Heerenveen	16	16		8		8		4
zwarte els	grond IB	8	8		4		4		4
	Assen	8	8		4		4		4
	Drachten	8	8		4		4		4
	Apeldoorn	8	8		4		4		4
	Leiden	8	8		4		4		4
	Heerenveen	8	8		4		4		4
berk	grond IB	16	16		8		8		8
	Assen	16	16		8		8		8
	Drachten	16	15		8		8		8
	Apeldoorn	16	11		8		8		8
	Leiden	16	16		8		8		8
	Heerenveen	16	16		8		8		8
esdoorn	grond IB	16	16		8		8		8
	Assen	16	16		8		8		8
	Drachten	16	16		8		8		7
	Apeldoorn	16	16		8		8		8
	Leiden	16	16		8		8		8
	Heerenveen	16	16		8		8		8
Populus 'Zeeland' aanleg vj.1976	grond IB					8	8	dunning	4
	Assen					8	7		4
	Drachten					8	7		4
	Apeldoorn					8	8		4
	Leiden					8	6		4
	Heerenveen					8	8		4

Tabel 5. P-gehalten van de verschillende houtsoorten (P-gehalte blad, in % van de droge stof, augustus) op terreingrond (A) en zuiveringsslib (B)

houtsoort	variatie in N-gehalte							
	1974		1975		1976		1977	
	A	B	A	B	A	B	A	B
P.'Zeeland'	0,22	0,28-1,54	0,24	0,28-0,95	0,19	0,21-0,92	0,43	0,24-0,46
zomereik	0,19	0,15-0,25	0,21	0,16-0,23	0,21	0,15-0,25	0,23	0,18-0,22
zwarte els	0,22	0,22-0,39	0,21	0,20-0,38	0,21	0,19-0,40	0,23	0,21-0,37
berk	0,29	0,32-0,51	0,30	0,34-0,45	0,40	0,24-0,38	0,25	0,24-0,33
esdoorn	0,17	0,24-0,53	0,22	0,24-0,49	0,18	0,18-0,49	0,18	0,20-0,41
P.'Zeeland' (aanleg 1976)					0,24	0,29-1,00	0,21	0,25-1,28

3.2.3. Kalium

Het K-gehalte van de in 1974 geplante populieren vertoonde een continue daling: in 1974 bedroeg het K-gehalte 1,7-2,8%, in 1977 1,3-1,6%. De daling was groter bij de populieren op zuiveringsslib dan op de terreingrond. Bij de zwarte els en de esdoorn was in 1975 hetzelfde verschijnsel waarneembaar. Het K-gehalte van de zwarte els varieerde van 0,7-1,6%, dat van esdoorn van 0,7-1,9%. Bij deze soort is waarschijnlijk van enig K-gebrek sprake geweest (zie hoofdstuk 4). Bij de zomereik (0,7-1,2%) en de berk (0,9-1,4%) was nog geen duidelijke tendens vast te stellen. Het K-gehalte van de in het voorjaar van 1976 aangeplante populieren bedroeg in 1976 1,8-2,2%, in 1977 1,1-2,2%; deze daling in 1977 kwam echter grotendeels voor rekening van de populieren op de terreingrond. Tabel 6 geeft een overzicht van de K-gehalten van het blad in de periode 1974 t/m 1977.

Tabel 6. K-gehalten van de verschillende houtsoorten (K-gehalte blad in % van de droge stof, augustus) op terreingrond (A) en zuiveringsslib (B)

houtsoort	variatie in P-gehalte							
	1974		1975		1976		1977	
	A	B	A	B	A	B	A	B
P.'Zeeland'	1,92	1,67-2,83	1,72	1,50-2,12	1,76	1,25-1,71	1,65	1,35-1,5
zomereik	0,98	0,68-0,96	1,13	0,92-1,15	1,05	0,88-1,01	0,88	0,81-0,9
zwarte els	0,97	1,13-1,30	0,92	1,40-1,61	0,83	0,87-1,19	0,76	0,75-1,0
berk	1,29	1,01-1,34	1,26	0,96-1,28	1,13	1,12-1,40	1,05	0,99-1,1
esdoorn	1,50	1,23-1,77	1,30	1,21-1,91	0,98	0,86-1,07	1,16	0,67-0,9
P.'Zeeland' (aanleg vj.1976)					1,86	1,87-2,21	1,08	1,19-2,2

3.2.4. Calcium

Het Ca-gehalte van het blad van alle houtsoorten vertoonde in de periode 1974 t/m 1976 een tendens tot stijging, om daarna in 1977 abrupt terug te vallen tot een veel lager niveau dan voorheen. Tabel 7 geeft een overzicht van de Ca-gehalten van het blad.

Tabel 7. Ca-gehalten van de verschillende houtsoorten (Ca-gehalte blad in % van de droge stof, augustus) op terreingrond (A) en zuiveringsslib (B)

houtsoort	variatie in P-gehalte							
	1974		1975		1976		1977	
	A	B	A	B	A	B	A	B
P.'Zeeland'	1,29	1,37-2,19	1,64	1,90-2,53	1,33	1,82-2,51	0,48	0,50-0,61
zomereik	0,74	0,65-1,09	0,83	0,83-1,43	0,77	1,04-1,59	0,19	0,18-0,27
zwarte els	1,18	1,10-1,48	1,30	1,35-1,50	1,50	1,62-1,91	0,36	0,38-0,49
berk	0,97	1,26-2,34	1,29	1,61-1,84	1,53	1,77-2,05	0,29	0,36-0,42
esdoorn	1,37	2,17-3,56	2,12	1,83-3,37	2,76	2,95-3,85	0,43	0,64-0,77
P.'Zeeland' (aanleg 1976)					1,40	1,77-2,58	0,38	0,44-0,73

Bij het Ca-gehalte springen twee zaken duidelijk in het oog: in de eerste plaats is het Ca-gehalte van bomen op de terreingrond steeds het laagste,

in de tweede plaats zijn er duidelijke niveauverschillen tussen de houtsoorten: de esdoorn heeft meestal de hoogste Ca-gehalten, de zomereik de laagste.

3.2.5. Magnesium

Het Mg-gehalte van zwarte els, berk en esdoorn vertoonde over het geheel genomen geen duidelijke tendens tot permanente veranderingen, per substraat waren de jaarlijkse variaties soms nogal groot. Bij de populier was een tendens tot stijging van het Mg-gehalte waar te nemen. Het Mg-gehalte van zomereik nam daarentegen in de loop der jaren af. In Tabel 8 wordt een overzicht gegeven van de Mg-gehalten in het blad van de houtsoorten.

Tabel 8. Mg-gehalten van de verschillende houtsoorten (Mg-gehalte blad in % van de droge stof, augustus) op terreingrond (A) en zuiveringsslib (B)

houtsoort	variaties in Mg-gehalten							
	1974		1975		1976		1977	
	A	B	A	B	A	B	A	B
P.'Zeeland'	0,19	0,16-0,40	0,33	0,24-0,41	0,25	0,27-0,40	0,26	0,27-0,31
zomereik	0,19	0,18-0,30	0,18	0,15-0,24	0,15	0,17-0,19	0,17	0,14-0,17
zwarte els	0,29	0,24-0,43	0,24	0,22-0,32	0,28	0,23-0,33	0,26	0,24-0,37
berk	0,21	0,22-0,31	0,30	0,24-0,33	0,31	0,22-0,31	0,29	0,22-0,31
esdoorn	0,22	0,23-0,35	0,25	0,20-0,36	0,32	0,24-0,37	0,20	0,22-0,36
P.'Zeeland' (aanleg 1976)					0,25	0,17-0,24	0,32	0,17-0,33

Abnormaal hoge of lage Mg-gehalten blijken niet te zijn opgetreden. Bomen op het zuiveringsslib uit Leiden hadden vooral in de eerste jaren na aanleg de hoogste Mg-gehalten (tot ca 0,40%). Dit hoge niveau handhaafde zich echter niet. In doorsnede waren de Mg-gehalten van bomen op zuiveringsslibsoorten wat hoger dan op de terreingrond, maar deze tendens was niet uitgesproken: bij berk en esdoorn namen de Mg-gehalten op terreingrond een middenpositie in tussen die op de zuiveringsslibsoorten.

Het Mg-niveau lag meestal hoger dan 0,20%, alleen bij de zomereik bereikte het soms waarden die niet hoger lagen dan ca 0,15%.

3.2.6. IJzer

Het Fe-gehalte van de in 1974 geplante populier is steeds vrij constant geweest (60-80 mg/kg), dat van de bomen op de zuiveringsslibsoorten was over het algemeen iets hoger dan op de terreingrond. Het Fe-niveau van zomereik veranderde vanaf 1975 weinig. Bij berk, zwarte els en esdoorn werden in de latere jaren hogere Fe-niveaus waargenomen (60-220 mg/kg). Bij de berk en de esdoorn trad het hoogste niveau in 1976 op, terwijl bij de zwarte els sprake was van verhoogde niveaus in 1975 en 1976. Bij de in 1976 geplante populier was een tendens tot daling van het Fe-gehalte aanwezig.

Tijdens de proefperiode zijn bij sommige houtsoorten (populier, zwarte els) verschijnselen van chlorose waargenomen, die deden denken aan Fe-gebrek. Hierop wordt in de discussie (Hoofdstuk 4) teruggekomen. In Tabel 9 wordt een overzicht gegeven van de Fe-gehalten van het blad.

Tabel 9. Fe-gehalten van de verschillende houtsoorten (Fe-gehalte blad in mg/kg droge stof, augustus) op terreingrond (A) en zuiveringsslib (B)

houtsoort	variatie in Fe-gehalte							
	1974		1975		1976		1977	
	A	B	A	B	A	B	A	B
P.'Zeeland'	69	52- 81	70	68- 85	74	69- 84	62	70- 81
zomereik	86	67-133	78	57- 79	97	73- 88	92	71- 90
zwarte els	113	99-122	149	141-172	160	138-171	108	110-133
berk	103	102-166	130	117-134	218	178-208	120	112-124
esdoorn	66	71- 83	76	70- 97	127	126-151	84	84-105
P.'Zeeland' (aanleg vj.1976)					79	57- 91	63	36- 74

3.2.7. Mangaan

In het Mn-gehalte van het blad deden zich grote variaties voor: bij de populier overschreed het Mn-gehalte de waarde van 400 mg/kg meestal niet, bij de berk zijn waarden tot ca 2000 mg/kg en bij de zomereik tot ca 1300 mg/kg aangetroffen. De laagste gehalten traden steeds op bij de bomen op de terreingrond. Van een duidelijke tendens kon niet worden gesproken, hoewel bij zomereik, zwarte els en berk in 1975 en 1976 hogere

Mn-gehalten optraden dan in 1974 en 1977. In Tabel 10 wordt een overzicht gegeven van de Mn-voorziening.

Tabel 10. Mn-gehalten van de verschillende houtsoorten (Mn-gehalte blad in mg/kg droge stof, augustus) op terreingrond (A) en zuiveringsslib (B)

houtsoort	variatie in Mn-gehalte							
	1974		1975		1976		1977	
	A	B	A	B	A	B	A	B
P.'Zeeland'	47	68- 584	56	208- 328	45	139- 280	82	145- 348
zomereik	306	385- 832	135	349-1320	136	281-1113	163	194- 518
zwarte els	77	142- 611	105	188- 860	108	210- 848	80	137- 472
berk	120	366-1948	242	429-1793	247	519-1723	128	374-1184
esdoorn	43	101- 788	31	82- 673	44	163- 899	30	201- 552
P.'Zeeland' (aanleg vj. 1976)					64	101- 272	41	157- 426

Er bestond enig verband tussen de Mn-gehalten van het blad op de terreingrond en de zuiveringsslibsoorten: bij soorten als populier en esdoorn met lage Mn-gehalten op de terreingrond liepen de Mn-gehalten op zuiveringsslib minder sterk op dan bij de berk die zowel op de terreingrond als op zuiveringsslib hogere Mn-gehalten vertoonde. Er bestond tevens enig verschil tussen de zuiveringsslibsoorten: over het algemeen waren de Mn-gehalten op het slib uit Apeldoorn het laagst, op het slib uit Heerenveen en Assen het hoogst.

3.2.8. Zink

De reactie van de houtsoorten op de hoeveelheden zink in de substraten is afhankelijk van zowel de houtsoort als het substraat: zomereik, zwarte els, esdoorn en berk hadden op het zuiveringsslib uit Heerenveen steeds de hoogste Zn-gehalten (resp. 100-300, 300-400, 300-450 en 900-1300 mg/kg).

De populier reageerde verschillend, afhankelijk van het jaar van aanleg: de in 1974 geplante populieren hadden alleen in 1974 en 1977 op het zuiveringsslib uit Heerenveen een Zn-gehalte (700-900 mg/kg) dat zich duidelijk onderscheidde van de bomen op de overige substraten (200-450 mg/kg). De in 1976 geplante populieren hadden zowel in 1976 als in 1977 hogere Zn-gehalten (600-900 mg/kg) op het zuiveringsslib uit Heerenveen

dan op de overige substraten (100-500 mg/kg). Niet alleen het substraat maar ook de houtsoort was bepalend voor het Zn-gehalte van het blad; bij zomereik en esdoorn kwam het Zn-gehalte van het blad niet veel boven 100 mg/kg en bij de zwarte els niet boven 200 mg/kg (afgezien van het zuiveringsslib uit Heerenveen), bij de berk bedroeg het Zn-gehalte op de overige substraten 200-900 mg/kg, bij de populier 200-500 mg/kg.

Een derde verschil was merkbaar tussen de bomen op terreingrond en op zuiveringsslib: zomereik, zwarte els en esdoorn hadden meestal op de terreingrond de laagste Zn-gehalten, bij de berk en de populier was het Zn-gehalte op terreingrond soms hoger dan op enkele zuiveringsslibsoorten.

In Tabel 11 wordt een overzicht gegeven van de waargenomen Zn-gehalten per houtsoorten en groepen van substraten.

Tabel 11. Zn-gehalten van de verschillende houtsoorten (Zn-gehalte blad in mg/kg droge stof, augustus) op terreingrond (A) en zuiveringsslib (B)

houtsoort	variatie in Zn-gehalten							
	1974		1975		1976		1977	
	A	B	A	B	A	B	A	B
P.'Zeeland'	170	273-420(894)	312	217-400(428)	308	210- 423(459)	476	252- 392(715)
zomereik	68	49- 69(128)	61	73-107(298)	53	56- 134(315)	47	38- 77(160)
zwarte els	98	126-160(300)	112	105-202(380)	124	102- 175(419)	138	101- 158(315)
berk	383	299-641(1284)	445	236-667(986)	527	252- 879(1132)	363	236- 841(936)
esdoorn	48	45-109(425)	53	54-107(315)	57	77- 453(1226)	50	76- 93(340)
P.'Zeeland' (aanleg vj.'76)					335	130- 412(636)	318	168- 477(895)

( ) Zn-gehalten op zuiveringsslib uit Heerenveen

3.2.9. Koper

Waren met betrekking tot zink de populier en de berk de houtsoorten waarvan het Zn-gehalte van het blad de hoogste waarden vertoonde, met betrekking tot koper ligt dit juist andersom: het Cu-gehalte bij populier bedroeg hoogstens 9 mg/kg, dat van berk hoogstens 11 mg/kg, daarentegen waren de maximale Cu-gehalten bij zomereik (24 mg/kg) en zwarte els (16 mg/kg) hoger. De esdoorn was in dit opzicht met populier vergelijk-

baar. De invloed van de zuiveringsslibsoorten kwam enigszins tot uiting in de relatief hoge Cu-gehalten op het zuiveringsslib uit Assen en de lage gehalten op het zuiveringsslib uit Leiden. In Tabel 12 wordt een overzicht gegeven van de Cu-gehalten per houtsoort en substraat.

Tabel 12. Cu-gehalten van de verschillende houtsoorten (Cu-gehalte blad in mg/kg droge stof, augustus) op terreingrond (A) en zuiveringsslib (B)

houtsoort	variaties in Cu-gehalte							
	1974		1975		1976		1977	
	A	B	A	B	A	B	A	B
P.'Zeeland'	2,2	5,0- 8,2	5,8	5,3- 8,5	6,1	3,3- 6,8	7,9	4,7- 6,5
zomereik	6,2	6,3-16,0	7,2	6,4-23,1	6,7	5,6-23,8	6,7	4,4-13,7
zwarte els	9,6	10,0-15,0	9,2	5,8-16,1	10,6	6,0-15,1	11,8	6,0-11,5
berk	7,7	6,1-10,2	7,0	5,6-11,3	7,9	5,7- 9,9	7,0	5,0- 8,9
esdoorn	3,4	2,2- 4,4	8,2	2,0- 4,6	5,6	3,1- 5,2	5,4	3,3- 5,4
P.'Zeeland' (aanleg vj.1976)					6,5	3,1- 7,8	5,7	3,0- 8,1

Beziet men het gedrag van de houtsoorten dan valt op dat het Cu-gehalte van de in 1974 geplante populieren op terreingrond langzaam stijgt, terwijl dat van de populieren op zuiveringsslib min of meer constant blijft. Bij de zomereik en de zwarte els is in het Cu-gehalte op terreingrond geen duidelijke lijn vast te stellen, het is soms hoger dan dat van bomen op zuiveringsslibsoorten. Het Cu-gehalte van de esdoorn op terreingrond is meestal hoger dan op zuiveringsslib.

3.2.10. Lood

Uit het verloop van de gehalten aan Fe, Mn, Zn en Cu van de verschillende houtsoorten kon niet worden afgeleid dat bepaalde tendenzen in deze gehalten aanwezig waren, d.w.z. er was niet duidelijk sprake van een gemiddelde toe- of afname. Bij lood lijkt dit wel het geval te zijn: bij populier, zwarte els, berk en esdoorn (afgezien van een onregelmatigheid in 1975) is sprake van een zekere toename, gevolgd door een stabilisatie in 1977. Bij de zomereik was een dergelijke trend niet vast te stellen.

Specifieke verschillen tussen de houtsoorten ten aanzien van de loodop-

name traden eigenlijk niet op. Van enig verschil tussen de zuiveringsslibsoorten was in dit opzicht evenmin sprake. Ook waren de verschillen in loodgehalten tussen de bomen op de terreingrond en op de zuiveringsslibsoorten gering. Tabel 13 geeft een overzicht van de loodgehalten.

Tabel 13. Pb-gehalten van de verschillende houtsoorten (Pb-gehalte blad in mg/kg droge stof, augustus) op terreingrond (A) en zuiveringsslib (B)

houtsoort	variatie in Pb-gehalte							
	1974		1975		1976		1977	
	A	B	A	B	A	B	A	B
P.'Zeeland'	2,0	2,4- 4,4	1,6	0,6- 1,5	5,1	4,0- 6,8	5,6	5,8- 6,
zomereik	3,3	1,7- 4,6	1,9	1,1- 2,1	3,7	3,1- 4,9	3,4	3,4- 4,
zwarte els	2,4	2,7- 3,7	0,4	1,6- 6,4	5,8	5,5- 7,9	5,7	6,1- 7,
berk	3,8	3,7- 6,5	1,7	0,5- 8,3	9,5	6,9- 9,4	5,7	5,1-10,
esdoorn	1,3	0,7- 1,9	3,3	2,2- 4,7	6,8	7,1- 8,0	4,7	5,4- 6,
P.'Zeeland' (aanleg vj. 1976)					3,5	4,9- 5,6	5,7	6,5- 8,

3.2.11. Cadmium

Het gedrag van de onderzochte houtsoorten ten opzichte van Cd is min of meer vergelijkbaar met dat ten opzichte van Zn: Populier en berk hebben steeds hogere Cd-gehalten dan zomereik en zwarte els, terwijl het Cd-gehalte van esdoorn slechts iets hoger is dan dat van laatstgenoemde houtsoorten. De hoogste Cd-gehalten werden aangetroffen bij bomen op het zuiveringsslib uit Leiden: niet alleen de populier en de berk, maar ook de esdoorn en de zwarte els hadden hier merkbaar verhoogde Cd-gehalten.

Van een duidelijk verloop in het Cd-gehalte kan niet worden gesproken. De hoge Cd-gehalten van populier en berk op het zuiveringsslib uit Leiden namen in de loop van de tijd af, die van esdoorn bleven min of meer gelijk. Alleen bij de in 1976 aangelegde populieren was in 1977 sprake van een gemiddeld hoger Cd-niveau op zuiveringsslib dan in 1976. De laagste Cd-gehalten werden steeds gevonden in het blad van de op de terreingrond groeiende bomen. In Tabel 14 wordt een overzicht gegeven van de Cd-gehalten zoals die in 1974 t/m 1977 zijn aangetroffen.

Tabel 14. Cd-gehalten van de verschillende houtsoorten (Cd-gehalte blad in mg/kg droge stof, augustus) op terreingrond (A) en zuiveringsslib (B)

houtsoort	variaties in Cd-gehalte							
	1974		1975		1976		1977	
	A	B	A	B	A	B	A	B
P.'Zeeland'	1,0	2,2-6,4(67,8)	0,6	0,6-3,5(4,7)	1,4	1,5-8,8(23,2)	2,6	2,9-7,9(11,4
zomereik	0,2	0,2-0,3(0,7)	0,2	0,2-0,5(0,7)	0,2	0,4-0,7(0,6)	0,2	0,2-0,5(0,5
zwarte els	0,4	0,4-0,5(2,5)	0,1	0,2-0,5(0,7)	0,2	0,4-0,6(1,2)	0,3	0,4-0,5(1,0
berk	0,4	2,6-4,7(16,6)	0,1	1,2-2,9(17)	0,6	2,5-3,2(12,0)	0,5	1,0-2,3(7,5
esdoorn	0,9	1,0-1,4(4,4)	0,0	0,2-0,7(2,7)	0,4	0,7-1,5(4,9)	0,4	0,6-1,7(4,0
P.'Zeeland' (aanleg vj.'76)					1,4	1,3-8,3(22,8)	1,3	2,9-10,9(30,1

( ): Cd-gehalten op zuiveringsslib uit Leiden

3.2.12. Nikkel

Kwam bij Pb de invloed van de zuiveringsslibsoorten bijna niet tot uiting en bij Zn en Cd in zekere mate, bij Ni was de invloed van de zuiveringsslibsoorten op het Ni-gehalte van het blad overheersend. De specifieke eigenschappen van de houtsoorten speelden bij de Ni-opname een geringere rol dan bij Zn en Cd. Op de zuiveringsslibsoorten uit Drachten, Leiden en Heerenveen bedroeg het Ni-gehalte van het blad 10-90 mg/kg; op de terreingrond en de overige zuiveringsslibsoorten werd meestal geen hoger niveau dan 5 mg/kg bereikt. Opvallend was dat zomereik en zwarte els (die gemiddeld lagere Zn- en Cd-gehalten hadden dan populier en berk) de neiging vertoonden wat meer Ni op te nemen. In Tabel 15 wordt een overzicht gegeven van de Ni-gehalten.

Tabel 15. Ni-gehalten van de verschillende houtsoorten (Ni-gehalten blad, in mg/kg droge stof, augustus) op terreingrond (A) en zuiveringsslib (B)

houtsoort	variatie in Ni-gehalte							
	1974		1975		1976		1977	
	A	B	A	B	A	B	A	B
P.'Zeeland'	0,3	0,3-65,9	1,0	1,0- 29	1,1	1,6-53,2	1,3	1,8-18,7
zomereik	0,4	0,6-31,4	1,2	2,9- 88	1,1	2,9-71,3	1,3	2,4-41,6
zwarte els	1,3	1,9-64,1	0,9	3,6-120	1,5	3,6-89,1	1,8	3,2-69,1
berk	0,8	1,1-42,9	0,1	0,6- 73	1,9	3,0-64,7	1,3	2,9-47,9
esdoorn	1,0	0,7-30,3	0,1	0,1- 46	1,6	1,6-42,0	1,3	1,4-23,0
P.'Zeeland' (aanleg vj.'76)					1,2	1,1-71,5	0,6	2,3-87,4

3.2.13. Chroom

Het gedrag van Cr blijkt veel overeenkomst te vertonen met dat van Pb. In de periode 1974 t/m 1976 is sprake van enige toename in het Cr-gehalte van het blad, terwijl in 1977 weer enige daling lijkt op te treden. Er zijn geen duidelijke verschillen gevonden tussen de houtsoorten of tussen de slibsoorten ten aanzien van het Cr-gehalte.

Het Cr-gehalte van de bomen op terreingrond wijkt weinig af van dat op de zuiveringsslibsoorten. De gegevens over het Cr-gehalte van de verschillende behandelingen en houtsoorten zijn in Tabel 16 samengevat.

Tabel 16. Cr-gehalten van de verschillende houtsoorten (Cr-gehalten blad in mg/kg droge stof, augustus) op terreingrond (A) en zuiveringsslib (B)

houtsoort	variaties in Cr-gehalte							
	1974		1975		1976		1977	
	A	B	A	B	A	B	A	B
P.'Zeeland'	0,2	0,1-0,3	0,5	0,3-0,8	1,3	1,3-2,1	1,5	0,9-3,4
zomereik	0,2	0,2-0,5	0,7	0,5-0,7	1,3	1,1-2,3	0,0	0,0-1,2
zwarte els	0,3	0,2-0,4	0,3	0,3-1,2	2,0	0,6-2,4	0,0	0,1-1,2
berk	-	0,1-1,6	1,0	0,2-0,7	0,7	1,3-1,8	1,6	0,4-1,7
esdoorn	0,0	0,1-0,3	0,6	0,4-0,6	2,0	1,7-2,8	1,5	0,9-3,4
P.'Zeeland' (aanleg vj. '76)					1,1	1,1-2,0	3,2	0,5-2,5

3.3. De invloed van de samenstelling van het slib op de gehalten van het blad

De zware-metalengehalten van de terreingrond en de zuiveringsslibsoorten zijn bepaald bij de aanvang van de proef (vj. 1974). In hoofdstuk 3.2 is reeds ingegaan op de verschillen in bladsamenstelling tussen bomen op terreingrond en zuiveringsslib; in dit hoofdstuk worden de zware-metalengehalten van substraat en blad met elkaar vergeleken.

3.3.1. IJzer

Het totale Fe-gehalte van de verschillende substraten varieert tussen 0,3% (terreingrond IB) en 4,5% (zuiveringsslib Heerenveen). Ondanks dit verschil in Fe-gehalten lopen de Fe-gehalten van het blad per houtsoort weinig uiteen. Opvallend is wel dat de populieren die in 1976 zijn aangelegd, op het zuiveringsslib uit Heerenveen de laagste Fe-gehalten in het blad hebben (1976: 57 mg/kg; 1977: 36 mg/kg; op de overige substraten in 1976: 71-91 mg/kg; in 1977: 63-74 mg/kg). Deze lagere Fe-gehalten vielen samen met uitgesproken chloroseverschijnselen.

3.3.2. Mangaan

De bomen op het zuiveringsslib uit Heerenveen hadden vaak de hoogste Mn-gehalten in het blad, dikwijls gevolgd door de bomen op het zuiveringsslib uit Assen. Het geringe Mn-gehalte van het zuiveringsslib uit Apeldoorn kwam over het algemeen tot uiting in relatief lage Mn-gehalten van het blad.

3.3.3. Zink

Het Zn-totaal-gehalte van de substraten varieerde tussen 26 en 5700 mg/kg. Uit de vergelijking van blad- en substraatgehalten zou men kunnen concluderen dat tot Zn-totaalgehalten van ca 2000 mg/kg in het substraat er geen verband bestaat tussen substraat- en bladgehalten. Het aantal waarnemingen is echter te gering om scherpe conclusies te trekken. Bij het hoogste Zn-totaalgehalte van het substraat (5700 mg/kg, zuiveringsslib uit Heerenveen) was het Zn-gehalte van het blad gemiddeld met een factor 2 à 3 toegenomen ten opzichte van de overige substraten. Alleen bij de esdoorn nam het Zn-gehalte sterker toe. Het Zn-niveau lijkt meer af te hangen van de houtsoort dan van de substraten.

3.3.4. Koper

Het gedrag van de houtsoorten met betrekking tot koper bleek nogal af te wijken van dat met betrekking tot zink. Ondanks de grote variatie in Cu-gehalte van de substraten (6-1430 mg totaal-Cu/kg; de hoogste waarde is gevonden bij het zuiveringsslib uit Heerenveen) reageerden populier, berk en esdoorn in het geheel niet op deze verschillen. Daarentegen lijkt bij stijgend Cu-gehalte van het substraat het Cu-gehalte van het blad van zwarte els en vooral zomereik wel toe te nemen.

3.3.5. Lood

Het totale Pb-gehalte van de substraten (21-1650 mg/kg) had geen invloed op de Pb-gehalten van het blad.

3.3.6. Cadmium

Het Cd-gehalte van de onderzochte substraten varieerde tussen 0,3 en 125 mg/kg. De invloed van de Cd-gehalten van de substraten was duidelijk merkbaar bij populier en berk: de bomen op de zuiveringsslibsoorten uit Leiden (127 mg Cd/kg) hadden steeds hogere Cd-gehalten dan de bomen op de overige substraten. Bij de populier en de berk is sprake van enige

toename van het Cd-gehalte van het blad bij toename van het totale Cd-gehalte van het substraat, de overige soorten reageerden veel minder scherp.

3.3.7. Nikkel

De grote variatie in het totaal Ni-gehalte van de substraten (2-550 mg/kg) kwam min of meer tot uiting in de Ni-gehalten van het blad. Opvallend is dat, in tegenstelling tot Cd, geen van de onderzochte houtsoorten een laag Ni-niveau kon handhaven bij hoge Ni-gehalten van het substraat: zomereik, esdoorn en zwarte els reageerden op hogere Ni-gehalten op dezelfde wijze als berk en populier.

3.3.8. Chroom

Het Cr-gehalte van de substraten wisselde sterk (18-1830 mg/kg) maar de bomen reageerden niet op deze grote verschillen. Het gedrag van de bomen ten opzichte van Cr is vergelijkbaar met dat ten opzichte van Pb.

4. DISCUSSIE

Er zijn twee omstandigheden die maken dat de interpretatie van de onderzoekresultaten onder voorbehoud dient te geschieden. In de eerste plaats betreft het een proef die voor bosbouwkundige begrippen slechts kort heeft geduurd (vier jaar), zodat de eigenschappen van het zuiveringsslib op de lange termijn niet tot uiting konden komen. In de tweede plaats zijn twee van de vier groeiseizoenen waarin de proef plaatsvond, tamelijk extreem geweest, aangezien de zomers van 1975 en vooral 1976 zeer droog en warm waren.

Een van de belangrijkste parameters voor het beoordelen van de geschiktheid van het substraat is de hoogtegroei. Voor alle onderzochte loofhoutsoorten geldt dat hun groei vanaf het tweede jaar na aanleg meer heeft bedragen dan de voor deze soorten als gemiddelde te beschouwen groei (Een uitzondering hierop vormt de groei van de in 1976 geplante populieren: deze was meestal minder dan de als gemiddeld te beschouwen groei, die van populieren op de zuiveringsslibsoorten lag daar zelfs onder). Wel was meestal de groei van de bomen op de zuiveringsslibsoorten geringer dan op de zandgrond, die als controle diende. Beziet men het groeiverloop meer gedetailleerd dan vallen enkele verschillen op:

- de in 1974 geplante populier en de zomereik hebben een min of meer constante groeisnelheid gehad, hoewel in 1976 en 1977 enige groeiafname optrad,
- de groeisnelheid van de in 1976 geplante populieren was geringer dan die van de in 1974 geplante, vooral op de zuiveringsslibsoorten,
- de zwarte els en de berk vertoonden in 1976 en 1977 een terugval in groei,
- de esdoorn vertoonde in 1976 en 1977 een sterke terugval in groei.

In hoeverre de weersomstandigheden dan wel de substraateigenschappen dit groeiverloop in overwegende mate hebben bepaald, is niet met volledige zekerheid vast te stellen. Uit de weergave van de jaarlijkse hoogtegroei in figuur 8 lijkt echter te volgen dat het groeiverloop van populier, zomereik, berk en esdoorn op de controlegrond en op de zuiveringsslibsoorten in relatieve zin gelijk was. De conclusie ligt dan voor de hand dat de zomer van 1976 de groei heeft geremd en dat in 1977 vooral bij de esdoorn sprake was van vervolgschade. Bij de zwarte els daarentegen lijkt het alsof de bomen op de controlegrond zich in 1977 hebben hersteld, maar dat dit op de zuiveringsslibsoorten meestal niet het geval is geweest (behalve op het zuiveringsslib uit Heerenveen).

Voor zover uit de waarnemingen valt af te leiden zijn er geen duidelijke tekenen geweest van een verslechtering van de minerale voedingstoestand voor wat betreft de macro-elementen: de N-, P- en Mg-voorziening zijn steeds goed geweest. Wel waren er aanwijzingen dat de K-voorziening van de populier en de esdoorn langzamerhand slechter werd, maar het K-gehalte van het blad van populier bleef boven de kritische grens voor zichtbaar gebrek. Bij de esdoorn is in 1977 op het zuiveringsslib uit Drachten waarschijnlijk licht K-gebrek opgetreden, omdat het K-gehalte van het blad (0,67%) daalde tot beneden de grenswaarde voor zichtbaar K-gebrek (ca 0,7%). Overigens kwamen bij de esdoorn op dit slib ook necroseverschijnselen voor die de interpretatie bemoeilijken. Het optreden van gele bladranden wijst echter eerder op K-gebrek. Hoge P-gehalten in het blad bleken bij populier soms voor te komen, maar dit heeft niet tot storingen geleid. De daling van het Ca-gehalte van het blad in 1977 trad in de gehele proef op en is in andere beplantingen in Nederland ook geconstateerd. Vermoedelijk is te denken aan samenhang met de wisselende weersomstandigheden tijdens de proef, het verschijnsel had niets te maken met de aard van de substraten.

De voorziening met sporenelementen (Fe, Mn, Zn en Cu) is over het algemeen voldoende geweest. Wel traden soms verschijnselen van Fe-gebrek op bij populier, variërend van lichter gekleurd blad via "marmering" naar geel blad met groene nerven, dat laatste vooral bij de in 1976 geplante populieren. Alleen bij de in 1976 geplante populieren was er verband tussen chlorose en Fe-gehalten van het blad. Verbanden tussen chlorose en Fe-gehalten zijn echter meer uitzondering dan regel. Wel was er enig verband tussen het optreden van chlorose en het gehalte aan de meer toxische zware metalen (Zu, Cu, Ni, Cd) van de zuiveringsslibsoorten: de bladverkleuringen traden vooral op in de populieren op het zuiveringsslib van Leiden en Heerenveen, die hoge zware-metalengehalten hebben. Bij de overige houtsoorten was dit verschil minder uitgesproken. De zomereik vertoonde in de eerste jaren op ijzergebrek gelijkende chloroseverschijnselen op het zuiveringsslib uit Apeldoorn. Dit slib neemt echter wat zware metalen betreft een tussenpositie in zodat de oorzaak van de chlorose niet duidelijk is. Het verschijnsel van chlorose is overigens bij de zomereik op gronden met een hoge pH meer dan eens aangetroffen. De esdoorn vertoonde op alle zuiveringsslibsoorten vaak necrotisch ouder blad, vooral op het zuiveringsslib uit Drachten. De oorzaak hiervan is niet duidelijk omdat de esdoorn geen preferentie voor opname van een bepaald zwaar metaal lijkt te hebben.

Een verschijnsel dat het voorspellen van zware-metalenopname compliceert, is de preferentiële opname van zware metalen door bepaalde houtsoorten. Lood en chroom bleken eigenlijk door geen enkele houtsoort hetzij in hoge mate, hetzij preferent te worden opgenomen. Nikkel daarentegen werd steeds sterk opgenomen, onafhankelijk van de houtsoort. Het element cadmium wordt vooral geaccumuleerd door populier en berk en in veel mindere mate door esdoorn.

De preferentie van bepaalde houtsoorten (populier, berk) voor zink is identiek met die voor cadmium, een feit dat overigens uit het bosbouwkundig onderzoek bekend is. Zomereik en zwarte els blijken koper te accumuleren, terwijl de populier en de berk dit in het geheel niet doen. De opname van mangaan is in overeenstemming met de groeiplaatseisen van de houtsoorten. De populier, die zijn optimum op zwak zure tot neutrale gronden heeft, neemt minder mangaan op dan de esdoorn en de zwarte els, die een wat lager pH-optimum hebben, terwijl de zomereik en de berk, die tamelijk tolerant zijn tegen lage pH-waarden, het meeste Mn opnemen. Hetzelfde geldt voor ijzer, hoewel de zomereik en de populier lagere ijzergehalten hadden dan de overige soorten.

5. VOORTZETTING VAN HET ONDERZOEK

Na het afsluiten van de proef is het zuiveringsslib uit de kuilen verwijderd en opgeslagen. In het voorjaar van 1978 is het opgeslagen zuiveringsslib (dat toen ruim vier jaar oud was) gebruikt voor het aanleggen van een min of meer identieke proef, maar met dit verschil dat de bomen worden geplant in in de grond ingegraven potten van 150 l inhoud, om wortelgroei in de omringende tuingrond geheel uit te sluiten. Hierbij worden als houtsoorten beuk, zomereik, zwarte els en esdoorn gebruikt. De zuiveringsslibsoorten uit Assen, Drachten, Leiden en Heerenveen zijn weer als substraat gebruikt. Het slib uit Apedloorn is niet meer opgenomen in de proefopzet, omdat de beschikbare hoeveelheid ervan te klein was.

Deze in het voorjaar van 1978 aangelegde proef staat geregistreerd als IB nr 6279 en "De Dorschkamp" nr 02.3.05.10.0010. De proef zal enige jaren in beslag nemen.

6. CONCLUSIES

a. In een vier jaar durende proef met loofhoutsoorten op zuiveringsslib van diverse herkomsten hebben populier ('Zeeland'), zomereik, zwarte els, berk en esdoorn bevredigend gegroeid.

b. De N-, P-, Ca- en Mg-voorziening waren steeds voldoende tot goed, de K-voorziening leek bij populier en esdoorn in de loop van de tijd iets af te nemen.

c. Duidelijke verschijnselen van zware metalenvergiftiging hebben zich niet voorgedaan. Wel was de groei van de houtsoorten gemiddeld geringer op de zuiveringsslibsoorten met de hoogste zware-metalengehalten.

d. Niet alleen de eigenschappen van de substraten maar ook de eigenschappen van de bomen spelen bij de zware-metalenopname een rol:
   - populier en berk nemen veel Zn en Cd op,
   - zomereik en zwarte els nemen veel Cu op,
   - alle soorten nemen veel Ni op,
   - geen enkele soort vertoont preferentie voor Pb en Cr; ondanks soms hoge gehalten aan deze metalen in het substraat neemt de opname niet noemenswaard toe.

BIJLAGE 1

Tabellen

Tabel A. Chemische samensteiling van de zuiveringsslibsoorten bij de aanvang van de proef (wj. 1974)

Nr. monster	Nr slibsoort (IB)	herkomst	datum bemonstering	droge stof (%)	pH-KCl	gehalten in de droge stof													
						N-tot (%)	P_2O_5-tot (%)	CaO (%)	MgO (%)	Fe (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Cr (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Ni (mg/kg)	Cd (mg/kg)	Hg (mg/kg)	Al (mg/kg)
-	-	zandgrond IB, Haren	april 1974	-	5,1	0,11	-	-	-	2881	-	26,3	6,4	18,2	21,2	2.20	0.29	-	-
-	MS 4564	Assen	jan. 1974	95,1	6,3*	2,3	4,81	4,81	0,4	30500	300	1600	730	48	315	26	7	15	9000
M 7748/49	MS 4657	Drachten	30 juni 1974	48,0	6,5	1,26	-	3,79	-	20400	394	860	470	340	215	250	8	-	-
M 7752/53	MS 4569	Apeldoorn	30 juni 1974	37,3	5,5	0,72	-	1,23	-	7540	177	800	290	630	1650	85	12	-	-
M 7750/51	MS 4571	Leiden	30 juni 1974	47,2	6,3	1,02	-	5,66	-	12000	385	1700	425	1070	225	415	125	-	-
M 7746/47	MS 4649	Heerenveen	30 juni 1974	43,1	6,0	1,74	-	4,05	-	44800	777	5700	1430	1830	530	550	9	-	-

*) Gemeten is de pH-H_2O: 7,1
**) oplosbaar in mineraal zuur
-: niet bepaald

Tabel B. Hoogtegroeigegevens

houtsoort	grondsoort, slibsoort	gemiddelde hoogte (cm), nj.					hoogtegroei (cm) in				gemiddelde jaarlijkse hoogtegroei (cm jaar^{-1})
		1973	1974	1975	1976	1977	1974	1975	1976	1977	
Populus 'Zeeland'	Grond IB	148	299	561	771	948	151	262	210	177	200
	Assen	168	272	460	623	775	104	188	163	152	152
	Drachten	162	273	568	729	900	111	295	161	171	185
	Apeldoorn	152	235	394	563	685	82	159	169	122	133
	Leiden	176	279	459	580	740	103	180	121	160	141
	Heerenveen	157	249	501	698	870	92	252	197	172	178
Zomereik	Grond IB	96	124	215	287	348	28	91	72	61	63
	Assen	82	112	210	273	311	30	98	63	38	57
	Drachten	92	112	202	263	336	20	90	61	73	61
	Apeldoorn	76	97	162	220	259	21	65	58	39	46
	Leiden	88	117	176	238	297	29	59	62	59	52
	Heerenveen	86	90	140	217	259	4	50	77	42	43
Zwarte els	Grond IB	93	228	412	531	650	135	184	119	119	139
	Assen	72	210	368	466	522	138	158	98	56	113
	Drachten	78	178	330	458	528	100	152	128	70	113
	Apeldoorn	71	190	364	454	525	119	174	90	71	114
	Leiden	83	201	324	404	455	118	123	80	51	93
	Heerenveen	88	154	318	425	550	66	164	107	125	116
Berk	Grond IB	139	274	421	493	566	135	147	72	73	107
	Assen	127	209	348	417	476	82	139	69	59	87
	Drachten	123	243	379	473	591	120	136	94	118	117
	Apeldoorn	120	180	312	363	424	60	132	51	61	76
	Leiden	129	244	336	427	515	115	92	91	88	97
	Heerenveen	133	205	333	429	538	72	128	96	109	101
Esdoorn	Grond IB	111	246	411	483	525	135	165	72	42	104
	Assen	107	239	358	423	479	132	118	65	56	93
	Drachten	118	240	348	444	514	122	108	96	70	99
	Apeldoorn	107	150	305	363	421	43	155	58	58	79
	Leiden	104	227	336	421	455	123	109	85	34	88
	Heerenveen	109	149	302	395	450	40	153	93	55	85
Populus 'Zeeland' (aanleg vj.1976)	Grond IB			169	261	366			93	105	99
	Assen			156	224	293			68	69	68
	Drachten			156	265	326			109	61	85
	Apeldoorn			152	241	374			89	133	111
	Leiden			153	213	268			60	55	58
	Heerenveen			153	203	265			50	62	56

Tabel C. Diktegroeigegevens (zomereik: gemeten op 60 cm hoogte; overige soorten gemeten op 1.30 m hoogte)

houtsoort	grondsoort slibsoort	gemiddelde dikte (mm), nj.					diktegroei (mm) in			
		1973	1974	1975	1976	1977	1974	1975	1976	1977
Populus 'Zeeland'	Grond IB	-	23	57	94	129	-	34	37	35
	Assen	-	22	42	66	87	-	20	24	21
	Drachten	-	23	64	86	116	-	41	22	30
	Apeldoorn	-	16	33	55	76	-	17	22	21
	Leiden	-	22	42	61	84	-	20	19	23
	Heerenveen	-	19	50	82	111	-	31	32	29
Zomereik	Grond IB	-	12	24	38	53	-	12	14	15
	Assen	-	11	23	35	47	-	12	12	12
	Drachten	-	10	22	34	46	-	12	12	12
	Apeldoorn	-	8	16	28	34	-	8	12	6
	Leiden	-	11	18	29	42	-	7	11	13
	Heerenveen	-	7	14	25	35	-	7	11	10
Zwarte els	Grond IB	-	14	35	56	80	-	21	21	24
	Assen	-	12	28	43	54	-	16	15	11
	Drachten	-	9	26	44	58	-	17	18	14
	Apeldoorn	-	10	26	36	52	-	16	10	16
	Leiden	-	9	21	32	44	-	12	11	12
	Heerenveen	-	7	20	34	47	-	13	14	13
Berk	Grond IB	-	16	29	40	55	-	13	11	15
	Assen	-	11	24	34	41	-	13	10	7
	Drachten	-	13	25	37	55	-	12	12	18
	Apeldoorn	-	7	17	25	32	-	10	8	7
	Leiden	-	12	22	32	44	-	10	10	12
	Heerenveen	-	9	20	30	44	-	11	10	14
Esdoorn	Grond IB	-	14	25	37	49	-	11	12	12
	Assen	-	14	24	34	46	-	10	10	12
	Drachten	-	13	24	37	54	-	11	13	17
	Apeldoorn	-	8	20	27	35	-	12	7	8
	Leiden	-	12	20	29	42	-	8	9	13
	Heerenveen	-	8	18	28	40	-	10	10	12
Populus 'Zeeland' (aanleg vj.1976)	Grond IB			-	14	30			-	16
	Assen			-	12	21			-	9
	Drachten			-	16	25			-	9
	Apeldoorn			-	12	28			-	16
	Leiden			-	11	19			-	8
	Heerenveen			-	10	18			-	8

Tabel D. Beoordeling van de beplanting, 13 augustus 1974

grondsoort slibsoort	houtsoort					Opmerkingen
	Populus 'Zeeland'	zomereik	zwarte els	berk	esdoorn	
Grond IB	gemiddelde waardering: 4-5; matig donkergroen blad	gemiddelde waardering: 4; matig donkergroen blad	gemiddelde waardering: 4-5; groot donkergroen blad	gemiddelde waardering: 4-5; groot, gezond en matig donkergroen tot donkergroen blad	gemiddelde waardering: 5; gezond, donkergroen blad	a. gemiddelde waardering: 0 = dood 1 = zeer slecht 2 = slecht 3 = matig 4 = goed 5 = zeer goed 4 - 5 = goed tot zeer goed 4 - 5 = overwegend goed (waarderingen gebaseerd op combina van bladstand, groei (hoogte en br en gezondheid)
Assen	gemiddelde waardering: 4-5; matig donkergroen tot donkergroen blad; oudste blad heeft soms lichtgekleurd bladmoes en is soms necrotisch	gemiddelde waardering: 4; groot, donkergroen blad	gemiddelde waardering: 4-5; groot, matig donkergroen blad	gemiddelde waardering: 3-4; gezond en donkergroen blad	gemiddelde waardering: 5; gezond, donkergroen blad; oudere blad soms randnecrose	
Drachten	gemiddelde waardering: 4-5; groot, donkergroen blad; onderkroon heeft dichte bladstand	gemiddelde waardering: 3-5; matig donkergroen blad, blad nogal klein	gemiddelde waardering: 4; groot, matig donkergroen blad	gemiddelde waardering: 4; gezond en donkergroen blad, alleen in onderkroon klein en ijl;	gemiddelde waardering: 5; gezond, donkergroen blad; oudere blad sterk necrotisch	b. bladval: het tussen haakjes geplaatste wa ringscijfers geeft de mate van b val weer: 0 = geen blad meer aanwezig 1 = vrijwel kaal 2 = alleen nog blad aan topscheuten en grote zijtaktoppen; binnenkroon kaal 3 = meer dan 1/3 maar minder 2/3 van het blad afgeval 4 = minder dan 1/3 van het bl afgevallen maar minder da bij 5 5 = vrijwel geen bladval, hoogstens een enkel blad nen de kroon afgevallen
Apeldoorn	gemiddelde waardering: 4; donkergroen blad, topblad soms iets lichtgroen	gemiddelde waardering: 3-4; tamelijk groot, donkergroen blad;	gemiddelde waardering: 4; matig groot, matig donkergroen blad	gemiddelde waardering: 2-4; sommige planten klein en ijl blad, soms ingestorven top; andere planten gezond, met donkergroen blad;	gemiddelde waardering: 3-4; dof, donkergroen blad; oudere blad klein met randnecrose; smalle planten	
Leiden	gemiddelde waardering: 4-5; matig donkergroen blad, oudste blad soms lichtgroen bladmoes	gemiddelde waardering: 4; matig donkergroen blad;	gemiddelde waardering: 4; matig groot, matig donkergroen blad	gemiddelde waardering: 4: groot, gezond en donkergroen blad	gemiddelde waardering: 5; gezond, donkergroen blad; oudere blad randnecrose en necrose tussen de nerven	
Heerenveen	gemiddelde waardering: 4; matig donkergroen blad, jongste blad lichtgroen bladmoes, soms gelig tussen de nerven (mozaiekachtige verkleuringen met groene nerven)	gemiddelde waardering: 3; klein, donkergroen blad, topscheuten van 1973 vaak ingestorven	gemiddelde waardering: 3-4: groen en tamelijk klein blad	gemiddelde waardering: 3-4: bovenste blad gezond en donkergroen, onderste blad klein en ijl	gemiddelde waardering: 3-4; matig groot, gezond, donkergroen blad; oudere blad iets necrotisch	

Tabel E. Beoordeling van de beplanting, 7 november 1974

grondsoort slibsoort	houtsoort				
	Populus 'Zeeland'	zomereik	zwarte els	berk	esdoorn
Grond IB	90% bladval, o.a. door roest	groot, gezond blad	donkergroen blad	geen bijzonderheden	geen bijzonderheden
Assen	100% bladval, o.a. door roest	goede bladstand	donkergroen blad	geen bijzonderheden	geen bijzonderheden
Drachten	50% bladval, o.a. door roest	matige bladstand	donkergroen blad	geen bijzonderheden	geen bijzonderheden
Apeldoorn	door roest aangetast, maar nog vrijwel geen bladval	slechte bladstand, klein blad	opvallend donkergroen blad; groei kwam later dan bij overige slibsoorten op gang en ging langer door	als zwarte els	als zwarte els
Leiden	100% bladval, reeds in september opgetreden	goede bladstand	donkergroen blad	geen bijzonderheden	geen bijzonderheden
Heerenveen	geen bladval en geen roest; blad is "gemarmerd"	veel verdord, klein blad	donkergroen blad	geen bijzonderheden	geen bijzonderheden

Tabel F. Beoordeling van de beplanting, 20 augustus 1975

grondsoort, slibsoort	houtsoort					Opmerkingen
	Populus 'Zeeland'	zomereik	zwarte els	berk	esdoorn	
Grond IB	gemiddelde waardering: 4(5); matig donkergroen blad	gemiddelde waardering: 4½(5); groot, donkergroen blad	gemiddelde waardering: 4½(5); groot, donkergroen blad	gemiddelde waardering: 4(4¾); groot, matig donkerblad; oudste blad afgevallen of gelig, met necrotische punten	gemiddelde waardering: 4½(5); groot, matig donkergroen blad	Voor de betekenis van de coderingen: zie tabel D
Assen	gemiddelde waardering: 4(4); donkergroen blad, topblad soms lichtgekleurd; veel bladval en val van kortloten	gemiddelde waardering: 4½(5); groot donkergroen blad	gemiddelde waardering: 4¼(4); groot, matig donkergroen blad	gemiddelde waardering: 4(4¾); glanzend, donker tot zeer donker blad; oudste blad soms gele en necrotische randen	gemiddelde waardering: 4¼(5); groot, donkergroen blad; oudste blad vaak dofgroen, lichtgekleurd gedeelte van bladmoes uitvingerend tussen de nerven, vaak necrotische randen	
Drachten	gemiddelde waardering: 5(5) donkergroen blad	gemiddelde waardering: 4½(5); groot, donkergroen blad	gemiddelde waardering: 4¼(4); groot, matig donkergroen blad	gemiddelde waardering: 4¼(5); normale kleur en grootte; oudste blad some gele en necrotische randen	gemiddelde waardering: 4¼(5); matig groot tot groot, donkerblad; oudste blad sterk necrotisch en met omkrullende randen, soms lichtgekleurd bladmoes	
Apeldoorn	gemiddelde waardering: 3½-4 (3½-5) matig donkergroen blad	gemiddelde waardering: 4(5); matig groot, matig donkergroen blad; jongste blad aan onderste takken soms egaal geel	gemiddelde waardering: 4(3½); matig groot, matig donkergroen blad	gemiddelde waardering: 4(5); groot, donkergroen blad; jongste blad soms met geelachtig bladmoes, uitvingerend tussen de nerven; oudste blad soms sterk geelgerand, maar niet necrotisch	gemiddelde waardering: 4½(5); groot, donkergroen blad	
Leiden	gemiddelde waardering: 3-4(3-4); donkergroen blad, soms lichtgekleurd bladmoes; oudste blad heeft gele en necrotische randen en necrotische plekken	gemiddelde waardering: 3¾(5); matig groot, matig donkergroen blad; vooral jongste blad egaal geel bladmoes	gemiddelde waardering: 3¾(3½); matig groot, donkergroen blad, oudste blad met necrotische randen en lichtgeel bladmoes	gemiddelde waardering: 3¾(5); matig groot, donkergroen blad; oudste blad eerst gele randen, daarna randnecrose	gemiddelde waardering: 4, soms 4½(5); zeer dof blad; oudste blad is geel tussen de nerven, sterk necrotische, gekrulde bladranden, soms ook necrotische plekken op de bladschijf	
Heerenveen	gemiddelde waardering: 4¾(5); donkergroen blad	gemiddelde waardering: 4(5); donker- tot zeer donkergroen blad	gemiddelde waardering: 4¼(4½); groot en donkergroen blad	gemiddelde waardering: 4(5); matig groot, donkergroen blad; oudste blad zeer klein, met necrotische rand; brede gele zone tussen	gemiddelde waardering: 4½(5); meestal groot, donkergroen blad, soms licht, dofgroen; oudste blad vaak met iets necrotische randen	

Tabel G. Beoordeling van de beplanting, 10 september 1976

grondsoort, slibsoort	houtsoort						Opmerkingen
	Populus 'Zeeland'	Zomereik	zwarte el	berk	esdoorn	Populus 'Zeeland', aanleg vj. 1976	
Grond IB	gemiddelde waardering: 4½; KL = 4 GR = 4 BLV = 4¾ groot, donkergroen blad	gemiddelde waardering: 4; KL = 4 GR = 4 geen bladval; groot, donkergroen blad	gemiddelde waardering: 4; KL = 4 GR = 4 BLV = 4 groot, donkergroen blad	gemiddelde waardering: 4; KL = 4 GR = 4 geen bladval; normale bladkleur, soms oudste blad geelgerand	gemiddelde waardering: 4; KL = 4 GR = 4 normale bladkleur: geen bladval	gemiddelde waardering: 4½; KL = 4 GR = 4 BLV = 5	a. gemiddelde waardering: zie tabel D b. KL = bladkleur 5 = zeer donker 4 = donker (= normale kleur) 3 = matig donker 2 = licht 1 = zeer licht GR = bladgrootte 5 = zeer groot 4 = groot (= normale grootte) 3 = matig groot 2 = klein 1 = zeer klein BLV= bladval: zie tabel D
Assen	gemiddelde waardering: 4¾; KL = 5 GR = 5 BLV = 4½ groot, donkergroen blad	gemiddelde waardering: 4½; KL = 4½ GR = 4½ geen bladval groot, zeer donkergroen blad	gemiddelde waardering: 4¼; KL = 4¼ GR = 4 BLV = 4¼ donkergroen blad, korte scheuten	gemiddelde waardering: 4; KL = 4½ GR = 3½ soms zeer klein blad; geen bladval	gemiddelde waardering: 4¼; KL = 4¼ GR = 4 alle bomen hebben necrotische bladranden, vooral het oudste blad; geen bladval	gemiddelde waardering: 4½; KL = 4½ GR = 4 BLV = 5	
Drachten	gemiddelde waardering: 4½; KL = 4½ GR = 5 BLV = 4½ matig donkergroen blad	gemiddelde waardering: 4½; KL = 4½ GR = 4½ geen bladval; groot, zeer donkergroen blad	gemiddelde waardering: 4; KL = 4¼ GR = 3¾ BLV = 4¼ normale bladkleur	gemiddelde waardering: 4 KL = 4½ GR = 3½ normale bladstand; geen bladval	gemiddelde waardering: 3¾; KL = 4 GR = 3¼ alle bomen hebben necrotische bladranden, die sterk krullen; de necrose dringt diep in de bladschijf; geen bladval	gemiddelde waardering: 5; KL = 5 GR = 5 BLV = 5	
Apeldoorn	gemiddelde waardering: 4½; KL = 4½ GR = 4¼ BLV = 4½ oudste blad is geelachtig met necrotische randen	gemiddelde waardering: 3¾; KL = 4 GR = 3½ geen bladval; matig groot blad	gemiddelde waardering: 3½; KL = 4 GR = 3 BLV = 3½ klein, lichtgekleurd blad	gemiddelde waardering: 3½; KL = 4 GR = 3 klein blad; oudere blad geelgerand, naar buiten overgaand in necrose: geen bladval	gemiddelde waardering : 4; KL = 4 GR = 4 normale bladkleur, geen bladval	gemiddelde waardering: 5; KL = 5 GR = 4 oudste blad opvallend "gemarmerd"; grote individuele verschillen	
Leiden	gemiddelde waardering: 4¾; KL = 4¼ GR = 4½ BLV = 4¼ oudste blad is geelachtig met necrotische randen	gemiddelde waardering: 3½; KL = 3½ GR = 3¾ jongste blad opvallend chlorotisch en klein; oudste blad soms geelgerand en necrotisch; geen bladval	gemiddelde waardering: 3½; KL = 4 GR = 3 BLV = 3½ klein, lichtgekleurd blad	gemiddelde waardering: 3¾; KL = 3½ GR = 3¾ jongste blad normale kleur; oudste blad gemarmerd, soms necrotische randen; geen bladval	gemiddelde waardering: 3¾; KL = 3½ GR = 3¾ alle bomen hebben sterke necrotische bladranden, die sterk krullen; blad vaak dof, en lichtgekleurd; geen bladval	gemiddelde waardering: 4¾; KL = 4½ GR = 4½ BLV = 5	
Heerenveen	gemiddelde waardering: 4½; KL = 4½ GR = 4½ BLV = 4½ weinig necrose, opvallend gezonde ontwikkeling	gemiddelde waardering: 4; KL = 4 GR = 4 geen bladval; groot, donkergroen blad	gemiddelde waardering: 3¾; KL = 4 GR = 3½ BLV = 4 klein, lichtgekleurd blad	gemiddelde waardering: 4; KL = 4¼ GR = 4 jongste blad normale bladkleur, oudste blad met vanaf de rand tussen de nerven vingerende gele vlekken	gemiddelde waardering: 3½; KL = 4 GR = 3½ alle bomen hebben necrotische bladranden; geen bladval	gemiddelde waardering: 4¾; KL = 3½ GR = 3¾ BLV = 5 blad aan de scheutbasis klein en sterk chlorotisch	

K

Tabel N. Beoordeling van de beplanting, 22 september 1977

grondsoort, slibsoort	houtsoort						Opmerkingen
	Populus 'Zeeland'	zomereik	zwarte els	berk	esdoorn	Populus 'Zeeland', aanlegvj. 1976	
Grond IB	gemiddelde waardering: $4\frac{3}{4}$; BEZ = $4\frac{3}{4}$ KL = $4\frac{3}{4}$ GR = $4\frac{3}{4}$ geen bladval; veel roest	gemiddelde waardering: $4\frac{1}{2}$; BEZ = $4\frac{1}{2}$ KL = 4 GR = 4 normale bladkleur, geen bladval	gemiddelde waardering: $4\frac{1}{2}$; BEZ = $4\frac{1}{2}$ KL = $4\frac{1}{2}$ GR = $4\frac{1}{2}$ geen bladval; veel roetdauw	gemiddelde waardering: 4; BEZ = 4 KL = 4 GR = 4 geen bladval	gemiddelde waardering: 4; BEZ = $4\frac{1}{2}$ KL = 4 GR = 4 geen bladval	gemiddelde waardering: 4; KL = $3\frac{1}{2}$ GR = 4 BLV = 4 veel roestblad met necrose	a. gemiddelde waardering: zie tabel D b. BEZ = bladbezetting 5 = zeer vol 4 = vol (= normale bezetting) 3 = matig vol 2 = ijl 1 = zeer ijl KL = bladkleur: zie tabel G GR = bladgrootte: zie tabel G BLV = bladval: zie tabel G
Assen	gemiddelde waardering: $4\frac{3}{4}$; BEZ = $4\frac{1}{2}$ KL = 5 GR = $4\frac{3}{4}$ geen bladval; veel roest, echter nog in beginstadium	gemiddelde waardering: 4; BEZ = $4\frac{1}{2}$ KL = $4\frac{1}{2}$ GR = $3\frac{3}{4}$ normale, gezonde bladkleur; deels, zuigschade (bastaardslak?); geen bladval	gemiddelde waardering: $3\frac{1}{2}$; BEZ = 3 KL = $3\frac{1}{2}$ GR = $3\frac{1}{2}$ geen bladval; veel roetdauw	gemiddelde waardering: $3\frac{1}{2}$; BEZ = $3\frac{1}{2}$ KL = 4 GR = $3\frac{3}{4}$ geen bladval; 1 ex. dood, 1 ex. slecht; klein, ijl blad	gemiddelde waardering: 4; BEZ = $4\frac{1}{2}$ KL = 4 GR = 4 geen bladval; lichtgekleurd bladmoes langs nerven	gemiddelde waardering: 3; KL = $3\frac{3}{4}$ GR = $4\frac{1}{4}$ BLV = 2 veel bladval door roest	
Drachten	gemiddelde waardering: 5; BEZ = 5 KL = 5 GR = 5 geen bladval; veel roest, echter nog in beginstadium	gemiddelde waardering: $4\frac{1}{2}$; BEZ = $4\frac{1}{2}$ KL = $4\frac{1}{2}$ GR = $4\frac{1}{2}$ normale bladkleur; 1 ex. vrijwel dood	gemiddelde waardering: $3\frac{3}{4}$; BEZ = $3\frac{1}{2}$ KL = 4 GR = 4 geen bladval; veel roestdauw	gemiddelde waardering: 4; BEZ = 4 KL = $4\frac{3}{4}$ GR = 4 geen bladval; 1 ex. dood; 1 ex. slecht	gemiddelde waardering: $4\frac{1}{2}$; BEZ = $4\frac{3}{4}$ KL = $4\frac{1}{2}$ GR = $4\frac{1}{2}$ geen bladval; gezond blad, soms langs rand iets geel gekleurd; 1 ex. met lichtgekleurd blad	gemiddelde waardering: $3\frac{1}{2}$; KL = 4 GR = 4 BLV = $2\frac{1}{2}$ topblad groen; individuele verschillen t.a.v. bladval en roest	
Apeldoorn	gemiddelde waardering: $4\frac{1}{2}$; BEZ = $4\frac{1}{2}$ KL = $4\frac{1}{2}$ GR = $4\frac{1}{2}$ geen bladval: vrij veel roest	gemiddelde waardering: $3\frac{3}{4}$; BEZ = $4\frac{1}{4}$ KL = $3\frac{3}{4}$ GR = $3\frac{1}{2}$ normale bladkleur, echter ijle bladstand; geen bladval	gemiddelde waardering: $3\frac{1}{2}$; BEZ = $3\frac{1}{2}$ KL = $3\frac{1}{2}$ GR = $3\frac{1}{2}$ jongste blad geelachtig; veel roetdauw; geen bladval	gemiddelde waardering: $3\frac{1}{2}$; BEZ = $3\frac{1}{2}$ KL = 4 GR = $3\frac{1}{2}$ geen bladval, veel kale takgedeelten	gemiddelde waardering: $4\frac{1}{4}$; BEZ = $4\frac{1}{2}$ KL = 4 GR = 4 geen bladval; bladranden wat necrotisch; 1 ex. met egaal geelachtig blad	gemiddelde waardering: 4; KL = $4\frac{1}{4}$ GR = $4\frac{1}{4}$ BLV = 4 matig veel roest, weinig necrose	
Leiden	gemiddelde waardering: $4\frac{3}{4}$; BEZ = 5 KL = $4\frac{3}{4}$ GR = $4\frac{3}{4}$ geen bladval; veel roest met plaatselijk "nesten", blad in necrosestadium	gemiddelde waardering: $4\frac{1}{4}$; BEZ = $4\frac{1}{2}$ KL = $4\frac{1}{4}$ GR = $4\frac{1}{4}$ normale bladkleur, 1 ex. lichtgekleurd blad	gemiddelde waardering: $3\frac{1}{2}$; BEZ = $3\frac{1}{2}$ KL = $3\frac{3}{4}$ GR = $3\frac{1}{2}$ jongste blad geelachtig	gemiddelde waardering: 4; BEZ = 4 KL = 4 GR = 4 geen bladval; volle kroon	gemiddelde waardering: $4\frac{1}{4}$; BEZ = $4\frac{1}{2}$ KL = 4 GR = 4 geen bladval; opvallend gelige, veel necrotische sterk omkrullende randen	gemiddelde waardering: $3\frac{1}{2}$; KL = 4 GR = $4\frac{1}{4}$ BLV = 3 geen tot matige roestaantasting: blad is "gemarmerd" tot geel, deels necrotisch	
Heerenveen	gemiddelde waardering: 5; BEZ = 5 KL = 5 GR = 5 geen bladval, matig veel roest	gemiddelde waardering: 4; BEZ = 4 KL = 4 GR = 4 normale bladkleur	gemiddelde waardering: $3\frac{1}{2}$; BEZ = $3\frac{1}{2}$ KL = $3\frac{1}{2}$ GR = $3\frac{3}{4}$ geen bladval; middenkroon ijl	gemiddelde waardering: 4; BEZ = 4 KL = $4\frac{1}{2}$ GR = 4 geen bladval: vitaal, maar deels necrotische bladranden	gemiddelde waardering: $4\frac{1}{2}$; BEZ = $4\frac{1}{2}$ KL = $4\frac{1}{4}$ GR = 4 meeste bomen met iets necrotische bladranden, soms gelige randen	gemiddelde waardering: 4; KL = 4 GR = 4 BLV = 4 weinig roest, wel Marssonina: oude blad vaak "gemarmerd" tot geel; gemarmerd blad heeft geen roest	

Tabel I. Bladsamenstelling augustus 1974 (gehalten van de droge stof)

Houtsoort	Grondsoort, slibsoort	Mnr	%					mg/kg							
			N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu	Pb	Cd	Ni	Cr
Populus 'Zeeland'	Grond IB	22647	2.86	0.22	1.92	1.29	0.19	69	47	170	2,2	2,0	1,0	0,3	0,2
	Assen	22642	4.11	1.13	2.83	1.76	0.20	81	230	294	8,2	3,1	4,0	0,3	0,2
	Drachten	22643	3.93	0.83	2.28	1.87	0.24	76	348	280	7,6	3,8	6,4	14,5	0,1
	Apeldoorn	22644	3.37	0.28	1.67	1.37	0.20	65	68	273	8,1	2,4	6,1	0,7	0,3
	Leiden	22645	3.71	1.54	2.65	1.98	0.40	75	301	420	5,0	3,8	67,8	57,3	0,1
	Heerenveen	22646	3.58	0.30	2.22	2.19	0.16	52	584	894	5,4	4,4	2,2	65,9	0,2
Zomereik	Grond IB	22641	2.82	0.19	0.98	0.74	0.19	86	306	68	6,2	3,3	0,2	0,4	0,2
	Assen	22636	3.35	0.25	0.93	0.65	0.18	67	832	65	16,0	1,7	0,3	1,2	0,3
	Drachten	22637	3.23	0.24	0.96	0.80	0.19	85	708	63	10,9	2,8	0,3	16,8	0,5
	Apeldoorn	22638	2.90	0.15	0.80	0.77	0.21	96	385	49	6,3	3,3	0,2	0,6	0,2
	Leiden	22639	3.03	0.23	0.84	0.80	0.27	104	678	69	7,6	4,5	0,7	31,4	0,3
	Heerenveen	22640	3.23	0.17	0.68	1.09	0.30	133	612	128	7,7	4,6	0,2	21,3	0,4
Zwarte els	Grond IB	22635	3.35	0.22	0.97	1.18	0.29	113	77	98	9,6	2,4	0,4	1,3	0,3
	Assen	22630	3.47	0.35	1.30	1.10	0.29	99	356	160	15,0	3,0	0,4	1,9	0,2
	Drachten	22631	3.64	0.31	1.27	1.25	0.31	113	450	126	13,6	3,6	0,4	46,4	0,3
	Apeldoorn	22632	3.53	0.22	1.13	1.42	0.24	108	142	159	14,5	2,7	0,4	3,0	0,4
	Leiden	22633	3.53	0.39	1.21	1.32	0.43	106	389	133	10,0	3,2	2,5	64,1	0,3
	Heerenveen	22634	3.53	0.24	1.28	1.48	0.27	122	611	300	13,1	3,7	0,5	62,7	0,2
Berk	Grond IB	22629	3.72	0.29	1.29	0.97	0.21	103	120	383	7,7	3,8	0,4	0,8	-
	Assen	22624	4.29	0.51	1.34	1.67	0.23	166	816	641	10,0	5,9	2,7	1,2	1,6
	Drachten	22625	4.01	0.47	1.34	1.98	0.27	128	1783	467	8,6	6,5	4,7	20,9	0,1
	Apeldoorn	22626	3.61	0.32	1.10	1.68	0.22	127	366	561	10,2	3,7	2,6	1,1	0,5
	Leiden	22627	4.17	0.44	1.18	1.26	0.31	102	703	299	6,1	5,1	16,6	42,9	0,1
	Heerenveen	22628	3.82	0.34	1.01	2.34	0.28	123	1948	1284	8,2	-	-	-	-
Esdoorn	Grond IB	22623	2.46	0.17	1.50	1.37	0.22	66	43	48	3,4	1,3	0,9	1,0	0,0
	Assen	22618	3.05	0.48	1.77	2.17	0.25	78	269	76	3,5	0,9	1,0	0,7	0,1
	Drachten	22619	3.09	0.44	1.42	2.38	0.30	83	525	83	4,0	1,7	1,4	7,6	0,2
	Apeldoorn	22620	2.72	0.24	1.28	2.12	0.23	78	101	45	4,4	1,9	1,2	1,1	0,3
	Leiden	22621	2.87	0.53	1.52	2.37	0.35	71	344	109	2,9	0,7	4,4	28,6	0,1
	Heerenveen	22622	3.18	0.26	1.23	3.56	0.28	80	788	425	2,2	1,4	1,4	30,3	0,1

-: niet bepaald wegens gebrek aan materiaal

Tabel J. Bladsamenstelling augustus 1975 (gehalten van de droge stof)

Houtsoort	Grondsoort, slibsoort	Mnr	%					mg/kg							
			N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu	Pb	Cd	Ni	Cr
Populus 'Zeeland'	Grond IB	21389	2,72	0,24	1,72	1,64	0,33	70	56	312	5,8	1.6	0,6	1,0	0,5
	Assen	21390	3,46	0,81	2,12	2,42	0,25	85	328	334	8,5	0.6	1,5	1,0	0,6
	Drachten	21391	3,17	0,95	1,50	2,10	0,30	70	225	217	7,2	1.1	1,6	10,4	0,6
	Apeldoorn	21392	3,13	0,30	1,59	1,91	0,24	68	208	400	7,8	1.5	3,5	1,3	0,3
	Leiden	21393	3,14	0,90	1,78	2,53	0,41	76	308	265	5,3	1.5	4,7	29	0,8
	Heerenveen	21394	3,26	0,28	1,58	1,90	0,26	79	230	428	6,3	1.2	0,6	13	0,7
Zomereik	Grond IB	21395	2,42	0,21	1,13	0,83	0,18	78	135	61	7,2	1.9	0,2	1,2	0,7
	Assen	21396	2,99	0,23	1,08	0,99	0,17	79	1232	107	23,1	1.1	0,2	4,5	0,6
	Drachten	21397	2,88	0,23	1,15	0,83	0,15	71	703	80	13,0	2.1	0,5	22	0,5
	Apeldoorn	21398	2,67	0,16	1,06	1,43	0,17	57	349	105	16,9	1.3	0,5	2,9	0,6
	Leiden	21399	2,74	0,20	0,92	1,08	0,24	69	459	73	6,4	1.1	0,7	80	0,7
	Heerenveen	21400	3,05	0,19	1,09	1,23	0,16	67	1320	298	20,7	1,2	0,3	88	0,5
Zwarte els	Grond IB	21401	3,46	0,21	0,92	1,30	0,24	149	105	112	9,2	0.4	0,1	0,9	0,3
	Assen	21402	3,62	0,35	1,61	1,35	0,22	141	541	202	12,3	1,6	0,4	3,6	0,3
	Drachten	21403	3,49	0,33	1,50	1,36	0,26	172	346	151	13,2	3.1	0,2	72	1,2
	Apeldoorn	21404	3,22	0,20	1,42	1,50	0,22	151	188	197	10,8	6.0	0,5	5,2	1,0
	Leiden	21405	3,55	0,38	1,40	1,42	0,32	143	230	105	5,8	6.4	0,7	76	1,0
	Heerenveen	21406	3,48	0,24	1,45	1,50	0,27	150	860	380	16,1	4,7	0,3	120	1,1
Berk	Grond IB	21407	2,87	0,30	1,26	1,29	0,30	130	242	445	7,0	1,7	0,1	0,1	1,0
	Assen	21408	3,73	0,45	1,27	1,70	0,24	134	974	667	11,3	3.3	2,2	2,5	0,7
	Drachten	21409	3,41	0,43	1,28	1,84	0,30	124	1088	399	8,3	8.3	2,9	42	0,2
	Apeldoorn	21410	3,25	0,34	1,16	1,84	0,26	123	429	611	8,6	0.5	1,4	0,6	0,4
	Leiden	21411	3,28	0,36	0,96	1,61	0,33	118	491	236	5,6	7.6	17	73	0,6
	Heerenveen	21412	3,53	0,35	1,19	1,83	0,24	117	1793	986	8,1	4.2	1,2	72	0,6
Esdoorn	Grond IB	21413	2,26	0,22	1,30	2,12	0,25	76	31	53	8,2	3.3	0,0	0,1	0,6
	Assen	21414	3,13	0,42	1,21	3,37	0,31	97	568	97	4,6	2.2	0,7	0,7	0,6
	Drachten	21415	2,88	0,48	1,42	2,77	0,36	91	357	87	2,7	4.7	0,5	6,1	0,6
	Apeldoorn	21416	2,53	0,27	1,91	1,83	0,20	70	82	54	4,5	2.7	0,2	0,1	0,6
	Leiden	21417	2,74	0,49	1,24	3,06	0,34	79	266	107	2,0	3.0	2,7	46	0,4
	Heerenveen	21418	2,68	0,24	1,32	2,62	0,24	74	673	315	2,5	4.3	0,2	19	0,5

Tabel K. Bladsamenstelling augustus 1976 (gehalten van de droge stof)

houtsoort	grondsoort, slibsoort	mnr	%					mg/kg							
			N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu	Pb	Cd	Ni	Cr
Populus 'Zeeland'	Grond IB	24149	2,74	0,19	1,76	1,33	0,25	74	45	308	6,1	5,1	1,38	1,1	1,3
	Assen	24150	3,14	0,39	1,68	2,32	0,30	78	234	264	6,8	4,3	2,37	1,6	1,7
	Drachten	24151	2,94	0,26	1,25	1,95	0,36	69	139	213	4,7	5,6	2,49	6,3	1,3
	Apeldoorn	24152	2,98	0,28	1,49	2,03	0,28	84	280	459	7,5	6,8	8,77	2,4	2,1
	Leiden	24153	2,94	0,92	1,70	2,51	0,40	74	263	210	3,3	6,2	23,25	53,2	1,4
	Heerenveen	24154	2,98	0,21	1,71	1,82	0,27	78	158	423	5,2	4,0	1,50	12,1	1,6
zomereik	Grond IB	24155	2,32	0,21	1,05	0,77	0,15	97	136	53	6,7	3,7	0,19	1,1	1,3
	Assen	24156	3,01	0,25	0,88	1,11	0,18	78	994	134	16,2	3,7	0,36	3,0	1,1
	Drachten	24157	3,03	0,24	0,94	1,06	0,17	88	523	74	9,6	3,1	0,35	21,3	1,4
	Apeldoorn	24158	2,66	0,15	0,88	1,59	0,19	76	435	106	11,5	4,9	0,66	2,9	2,0
	Leiden	24159	2,72	0,22	0,90	1,04	0,18	78	281	56	5,6	3,4	0,65	35,7	2,3
	Heerenveen	24160	2,75	0,19	1,01	1,51	0,18	73	1113	315	23,8	4,2	0,36	71,3	1,6
zwarte els	Grond IB	24161	3,39	0,21	0,83	1,50	0,28	160	108	124	10,6	5,8	0,23	1,5	2,0
	Assen	24162	4,21	0,36	0,87	1,62	0,26	138	438	175	12,2	5,9	0,47	4,3	1,7
	Drachten	24163	3,46	0,30	1,07	1,75	0,30	159	238	122	11,3	5,6	0,38	51,5	2,0
	Apeldoorn	24164	3,24	0,19	1,19	1,76	0,23	138	210	175	8,9	7,9	0,65	3,6	2,4
	Leiden	24165	3,10	0,40	0,96	1,91	0,33	138	211	102	6,0	5,5	1,24	82,7	1,7
	Heerenveen	24166	3,40	0,29	1,03	1,77	0,33	171	848	419	15,1	6,4	0,41	89,1	0,6
berk	Grond IB	24167	2,99	0,40	1,13	1,53	0,31	218	247	527	7,9	9,5	0,62	1,9	0,7
	Assen	24168	3,66	0,30	1,36	1,87	0,25	208	1147	721	9,9	6,9	2,49	3,0	1,8
	Drachten	24169	3,47	0,36	1,40	1,78	0,30	208	866	528	7,5	8,2	2,59	31,2	1,6
	Apeldoorn	24170	3,26	0,24	1,21	1,78	0,22	193	519	879	9,8	9,4	3,19	3,8	1,8
	Leiden	24171	3,65	0,38	1,25	1,77	0,31	178	606	252	5,7	7,2	12,03	64,7	1,7
	Heerenveen	24172	3,14	0,34	1,12	2,05	0,26	188	1723	1132	8,2	8,0	2,80	56,6	1,3
esdoorn	Grond IB	24173	2,46	0,18	0,98	2,76	0,32	127	44	57	5,6	6,8	0,43	1,6	2,0
	Assen	24174	3,11	0,36	0,98	3,85	0,37	139	899	122	5,2	8,0	1,44	2,9	1,7
	Drachten	24175	2,98	0,49	1,03	3,47	0,35	151	360	95	3,2	7,1	1,51	7,0	1,8
	Apeldoorn	24176	2,55	0,18	0,86	2,95	0,26	129	163	77	4,2	7,2	1,40	1,6	2,8
	Leiden	24177	2,73	0,41	0,91	3,70	0,36	126	248	117	3,1	7,9	4,94	42,0	2,0
	Heerenveen	24178	2,85	0,26	1,07	3,71	0,24	126	787	453	3,4	7,1	0,73	36,0	1,8
Populus 'Zeeland' (aanleg voorjaar 1976)	Grond IB	24179	3,40	0,24	1,86	1,40	0,25	79	64	335	6,5	3,5	1,42	1,2	1,1
	Assen	24180	4,02	1,00	2,21	2,13	0,24	91	251	327	5,8	5,3	3,43	2,4	1,9
	Drachten	24181	3,94	0,63	1,87	1,96	0,23	84	127	164	4,8	5,0	3,95	16,6	1,6
	Apeldoorn	24182	3,58	0,29	2,21	1,77	0,17	71	101	412	7,8	4,9	8,30	1,1	1,1
	Leiden	24183	3,49	0,67	1,92	2,58	0,19	77	187	130	3,1	5,6	22,75	71,5	2,0
	Heerenveen	24184	3,25	0,29	1,91	2,19	0,22	57	272	636	3,3	5,2	1,34	64,4	1,2

Tabel L. Bladsamenstelling augustus 1977 (gehalten van de droge stof)

houtsoort	grondsoort, slibsoort	mnr	%					mg/kg							
			N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu	Pb	Cd	Ni	Cr
Populus 'Zeeland' (aanleg vj. 1974)	Grond IB	24645	2,97	0,43	1,65	0,48	0,26	62	82	476	7,9	5.6	2,58	1,3	1,5
	Assen	24646	3,36	0,39	1,35	0,59	0,27	81	223	323	5,3	6,0	2,79	1,8	1,0
	Drachten	24647	3,22	0,35	1,41	0,59	0,31	72	186	337	5,8	5,9	5,02	6,4	1,1
	Apeldoorn	24648	3,03	0,24	1,39	0,61	0,27	74	257	392	6,5	6,7	7,91	2,1	0,9
	Leiden	24649	3,32	0,46	1,55	0,50	0,28	70	145	252	4,7	6,6	11,43	15,2	1,3
	Heerenveen	24650	3,27	0,34	1,42	0,59	0,29	76	348	715	6,4	5,8	2,94	18,7	3,4
zomereik	Grond IB	24627	2,56	0,23	0,88	0,19	0,17	92	163	47	6,7	3,4	0,15	1,3	0,0
	Assen	24628	2,98	0,22	0,85	0,23	0,17	71	502	68	13,7	3,6	0,24	2,9	0,8
	Drachten	24629	2,83	0,22	0,94	0,18	0,15	72	390	38	7,8	3,4	0,21	15,0	0,0
	Apeldoorn	24630	2,93	0,18	0,83	0,27	0,15	83	473	77	9,5	4,1	0,49	2,4	0,5
	Leiden	24631	2,74	0,21	0,81	0,20	0,16	77	194	41	4,4	4,8	0,46	20,9	0,2
	Heerenveen	24632	2,87	0,19	0,83	0,21	0,14	90	518	160	13,4	4,5	0,25	41,6	1,2
zwarte els	Grond IB	24633	3,51	0,23	0,76	0,36	0,26	108	80	138	11,8	5,7	0,30	1,8	0,0
	Assen	24634	3,48	0,31	1,08	0,45	0,27	110	273	146	10,5	7,4	0,48	4,5	0,1
	Drachten	24635	3,43	0,24	0,79	0,40	0,31	133	137	101	8,4	6,1	0,45	36,7	0,1
	Apeldoorn	24636	3,57	0,21	0,96	0,38	0,24	128	159	158	9,5	6,6	0,43	3,2	0,5
	Leiden	24637	3,59	0,37	0,79	0,49	0,37	121	218	113	6,0	6,6	0,97	64,4	1,2
	Heerenveen	24638	3,15	0,23	0,75	0,43	0,30	121	472	315	11,5	6,9	0,38	69,1	0,9
berk	Grond IB	24639	3,37	0,25	1,05	0,29	0,29	120	128	363	7,0	5,7	0,48	1,3	1,6
	Assen	24640	3,53	0,33	1,16	0,40	0,29	118	724	592	8,9	5,9	1,54	2,9	0,4
	Drachten	24641	3,35	0,29	1,04	0,39	0,31	115	374	357	7,3	5,1	1,49	23,5	0,5
	Apeldoorn	24642	3,07	0,24	1,06	0,41	0,22	116	443	841	8,8	10,1	2,28	3,7	1,7
	Leiden	24643	3,17	0,33	0,99	0,36	0,28	124	486	236	5,0	6,7	7,49	47,9	1,0
	Heerenveen	24644	3,23	0,28	1,08	0,42	0,23	112	1184	936	7,7	6,9	1,02	39,2	1,7
esdoorn	Grond IB	24621	2,49	0,18	1,16	0,43	0,20	84	30	50	5,4	4,7	0,39	1,3	1,5
	Assen	24622	3,14	0,28	0,89	0,67	0,31	91	552	93	5,4	5.4	1,15	2,0	1,0
	Drachten	24623	2,95	0,41	0,67	0,77	0,36	105	218	76	3,3	5,8	1,45	4,4	1,1
	Apeldoorn	24624	2,57	0,20	0,96	0,64	0,22	84	201	84	4.2	6,9	1,66	1,4	0,9
	Leiden	24625	2,87	0,38	0,79	0,76	0,32	104	250	92	4,1	5,7	4,02	23,0	1,3
	Heerenveen	24626	3,00	0,23	0,87	0,72	0,22	89	504	340	4,9	6,3	0,65	22,9	3,4
idem (aanleg vj. 1976)	Grond IB	24651	2,74	0,21	1,08	0,38	0,32	63	41	318	5,7	5,7	1,34	0,6	3,2
	Assen	24652	3,48	1,28	2,25	0,64	0,26	74	241	477	8,1	6,7	4,39	3,6	1,1
	Drachten	24653	3,21	0,66	1,19	0,62	0,33	73	174	306	5,8	7,8	6,74	19,7	1,1
	Apeldoorn	24654	3,29	0,25	1,86	0,44	0,17	74	157	475	6,8	6,5	10,86	2,3	0,5
	Leiden	24655	3,30	0,50	1,75	0,73	0,21	69	237	168	3,0	8,1	30,06	87,4	2,5
	Heerenveen	24656	3,12	0,30	1,44	0,64	0,22	36	426	895	4.6	7.8	2,00	60,1	[illegible]

BIJLAGE 2

Figuren

Figuur 1. Opzet van de houtsoortenproef op zuiveringsslibsoorten vj. 1974 - nj. 1977, VP IB 1144 (terein Instituut voor Bodemvruchtbaarheid te Haren)

Figuur 2. Hoogtegroeiontwikkeling van Populus 'Zeeland', aanleg vj.

Figuur 3. Hoogtegroeiontwikkeling van Populus 'Zeeland', aanleg vj. 1976

Figuur 4. Hoogtegroeiontwikkeling van zomereik

Figuur 5. Hoogtegrociontwikkeling van zwarte els

Figuur 6. Hoogtegroeiontwikkeling van berk

Figuur 7. Hoogtegroeiontwikkeling van esdoorn

Figuur 8. Jaarlijkse hoogtegroei in de periode 1974 t/m 1977

Figuur 9. Diktegroeiontwikkeling van Populus 'Zeeland'

aanleg vj. 1974

Figuur 10. Diktegroeiontwikkeling van Populus 'Zeeland', aanleg vj. 1976

Figuur 11. Diktegroeiontwikkeling van zomereik

Figuur 12. Diktegroeiontwikkeling van zwarte els

Figuur 13. Diktegroeiontwikkeling van berk

Figuur 14. Diktegroeiontwikkeling van esdoorn