

Bodemvruchtbaarheid van onbekende  
groeiplaatsen  
114.52:233

## De minerale voedingstoestand van loofbomen op depôt- en andere voor de bosbouw onbekende gronden \*

Mineral nutrition of hardwoods on raised soils and other kinds of sites unknown in forestry

J. van den Burg, J. L. Guldemond en J. P. Peeters

Bosbouwproefstation, Wageningen

### Inleiding

De toenemende behoefte aan recreatieterreinen in het westen van Nederland plaatst de bosbouw voor grote vraagstukken: bosaanleg moet plaatsvinden in het kader van de eisen die aan recreatieve voorzieningen worden gesteld, in een gebied met een dichte bevolking en intensief grondgebruik, op gronden waarvan de bosbouwkundige mogelijkheden en moeilijkheden weinig bekend zijn. Het vraagstuk van de bebossingsmogelijkheden van veengronden neemt hierbij een grote plaats in (8, 18).

Nauw hiermee verbonden zijn de problemen welke ontstaan bij het bebossen van opgespoten gronden, bestaande uit verschillende speciesoorten: haven-specie, specie vrijkomend bij zandwinning (bovengrond van zuigputten), wegeaanleg (cunetspecie), specie vrijkomend bij het graven van kanalen, zandopspuitingen voor industrie en woningbouw, etc.

Een meer voor geheel Nederland geldend vraagstuk is de bebossing van vuilstortterreinen.

Esthetische redenen en de mogelijkheid nieuwe functies aan deze terreinen te geven, nopen als het ware tot bosaanleg.

De complexiteit van de bij de aanleg van bossen op dergelijke groeiplaatsen optredende vraagstukken vraagt gezamenlijke aanpak door diverse deskundigen. Deze samenbundeling van deskundigheid en activiteiten heeft plaatsgevonden in de Werkgroep Bos in Stedelijke Gebieden van het Bosbouwproefstation (15, 16). Onder auspiciën van deze werkgroep vindt het bosbouwkundig onderzoek plaats. (13, 14, 15, 16, 17).

Ten tijde van de oprichting van de Werkgroep Bos in Stedelijke Gebieden (hierna te noemen WBSG) was omtrent de houtsoortenkeuze op de diverse voor bebossing in aanmerking komende gronden weinig bekend. Enige gegevens zijn op korte termijn verkregen door het uitvoeren van een tweetal inventarisaties n.l. betreffende de bosbouwkundige mogelijkheden op veengronden (8) en op vuilstorten

### Summary

Research on silvicultural problems in urban areas started in 1966/1967. Important problems are the often unsuitable climatic and pedological conditions of the sites, where afforestation has to be carried out: peat soils, raised soils (sand, clay, peat or mixed soils) and refuse heaps. In order to investigate the problems of afforestation some 24 trial plots have been established. This article deals with the aspect of mineral nutrition of hardwoods, planted on peats and man-made soils of badly known properties. The method of leaf analysis has been applied because soil analysis raises problems: either the interpretation of data presents many difficulties (peat soils, raised soils) or soil sampling is practically impossible (refuse heaps).

Tree species investigated are poplar (*Aigeiros* and *balsam*), ash, maple, oak and black alder. Sampling took always place during the period August/September. Analyses were carried out for N, P, K, Ca, Mg, Cu, B, Zn, Fe en Mn.

The nutrient status of hardwoods on peat soils is in general satisfactory. Only on wet peat bogs the N concentration in the foliage of *Aigeiros* poplar and ash is sometimes rather low: 2.0 à 2.1%. The same holds for the K status.

On raised, sandy soils with a very low clay content, N status may be below optimum: for ash and maple contents as low as 2.0% N, 1.6% N resp. have been observed.

Raised clayey soils are subject to the process of ripening, which is reflected in the N and Mn status: during ripening the N concentration in the foliage increases, but the Mn concentration drops: to 18 ppm Mn for ash and 12 - 15 ppm for maple. However, no deficiency symptoms or restricted growth were observed.

The data on the nutrient status of hardwoods, planted on refuse heaps, are summarized in table 2. From those data it follows that the macro-element nutrition is in general satisfactory. Signs of damage, caused by luxury consumption of micro-nutrients and heavy metals do not occur. Rather striking is the difference in behaviour between *Aigeiros* poplar and ash: On sites where *Aigeiros* poplar

\* Publikatie nr. 9 van de Werkgroep Bos in Stedelijke Gebieden. Verschijnt tevens als Mededeling nr. 133 van het Bosbouwproefstation.

Foto's: Bosbouwproefstation.

has a high uptake of Zn (a maximum of 1022 ppm has been observed), ash maintains a more or less constant Zn level in its leaves: about 30-50 ppm (sometimes about 80 ppm). Also the B uptake of *Algeiros poplar* may be excessive: a value of 236 ppm has been observed. The health of the poplars seemed not to be impeded by these high values.

(6). Uit deze inventarisaties bleek globaal het volgende:

a Op diverse veengronden vertonen wilg, en vooral es en populier een zeer goede groei, eiken berk een matige tot slechte groei.

b Op vuilstortterreinen geven loofhoutsoorten en vooral de zgn. pioniersoorten (waaronder de *Algeiros* populieren een voorname plaats innemen) de beste resultaten; naaldhoutsoorten stellen over het algemeen teleur.

Volgend op het inventariserend onderzoek is vanaf 1966/67 het onderzoek in speciaal daarvoor aangelegde proefvelden op gang gekomen. In deze proefvelden wordt nagegaan of en zo ja in hoeverre houtsoorten de vaak ongunstige klimatologische omstandigheden en de ongunstige of onbekende eigenschappen van de bodem of het substraat kunnen verdragen.

Op de klimatologische aspecten zal hier niet verder worden ingegaan, volstaan kan worden met te vermelden dat bij de houtsoortenkeuze het op grond van diverse onderzoekingen en praktijkgegevens gebleken pionierkarakter van een houtsoort een uiterst belangrijk criterium is voor een verantwoord gebruik hiervan.

De bodemkundige problemen vallen uiteen in bodemfysische en bodemchemische aspecten. De bodemfysische eigenschappen bepalen in belangrijke mate de doorwortelbaarheid van de grond (poriënvolume, gelaagdheid, rijpingsgraad, doorlatendheid). Ook de grondwaterstand kan een beperkende factor zijn.

De gegevens van deze onderzoekingen zijn deels gepubliceerd (2, 3, 10, 17), deels is het onderzoek nog in uitvoering of in voorbereiding (7, 11, 12).

Bodemchemisch stellen de diverse materialen waaruit de bodem is opgebouwd, verschillende problemen. Opgespoten zanden zijn vaak chemisch arm en kalkrijk, opgespoten havenslib kan slecht gerijpt zijn, een tamelijk hoog zoutgehalte hebben en diverse bestanddelen bevatten waarvan de invloed op de groei niet bekend is (olieresten, zware metalen). Bij vuilstortterreinen spelen de herkomst van het vuil (huishoudelijk, industrieel), de ouderdom, de voorbehandeling (verkleining, fermentatie), het gehalte aan puin, plastics en andere grove bestanddelen en ook de aard en de dikte van de afdeklaag een grote rol. Tenslotte vormen natte veengronden

als zodanig een probleem omdat het bosbouwkundig onderzoek in Nederland aan deze gronden tot voor kort weinig aandacht kon besteden.

Het uitvoeren van bodemchemisch onderzoek stuit echter op een tweetal bezwaren: in de eerste plaats vormt de extractiemethodiek voor een aantal voor de plant van belang zijnde elementen een probleem, in de tweede plaats is de interpretatie van de gehalten volgens een bepaalde extractiemethodiek bepaald, niet eenvoudig. Voor sommige groeiplaatsen (vuilstortterreinen) is bodemchemisch onderzoek niet uitvoerbaar gezien de grote heterogeniteit van de grond. De methode van het bladanalytisch onderzoek biedt in zulke gevallen meer kans van slagen, omdat een element alleen direct voor de plant van belang is voor zover het wordt opgenomen. Dit betekent vanzelfsprekend niet dat de bodemchemische eigenschappen geen rol spelen: de bedoeling van bovenstaande uitspraak is dat bij bladanalyse de minerale samenstelling van blad van bomen die groeien op gronden met niet of moeilijk interpreteerbare eigenschappen kan worden vergeleken met gehalten van blad van bomen waarvan groei en gezondheidstoestand bekend zijn.

Behalve deze methode van vergelijking met bekende standaardniveaus van de bladsamenstelling kan ook de bladsamenstelling van bomen op gronden met onbekende eigenschappen worden vergeleken met de groei, teneinde specifieke eigenschappen van deze bodems op te sporen (optreden van gebreks- en/of overmaatsverschijnselen van bepaalde elementen, verschillen tussen houtsoorten voor wat betreft de opname van ionen uit de bodem).

In dit onderzoek is daarom door middel van bladanalyse de voedingstoestand bestudeerd, enerzijds van populier, waarvan uit andere onderzoekingen (1) reeds veel gegevens beschikbaar zijn, anderzijds van planten van uiteenlopende vitaliteit van enkele andere houtsoorten, een en ander om een indruk te krijgen van de problemen die zich op de bestudeerde "nieuwe" en andere voor de bosbouw onbekende gronden zouden kunnen voordoen.

### Proefvelden en houtsoorten

In de periode 1966/67 t/m 1971/72 zijn onder auspiciën van de WBSG in totaal 24 proefvelden aangelegd op diverse plaatsen in Nederland. Gedetailleerde beschrijvingen van deze proefvelden zijn vermeld in de jaarverslagen van de WBSG (15, 16, 17). Een overzicht van de WBSG-proefvelden, voor zover onderzoek naar de bladsamenstelling heeft plaatsgevonden, wordt gegeven in tabel 1.

De gegevens betreffende deze proefvelden zijn hier tamelijk summier gehouden. Variaties bestaan nl. in jaar van aanleg, rijpingsstadium van de bodem, grondwaterstand, groundbewerking en groundverbetering. Voor een gedetailleerde omschrijving

ving wordt verwezen naar de jaarverslagen van de WBSG (15, 16, 17).

De onderzochte houtsoorten zijn die, welke geacht werden goede perspectieven voor de bosaanleg te bieden, maar ook diegene waarbij groeistoringen optraden. De Aigeiros populier is het meest frequent onderzocht, waarbij door de toegepaste rassenkeuze de cultivar 'Robusta' op de voorgrond treedt. De andere populierencultivars, waaraan onderzoek is uitgevoerd zijn 'Zeeland' en 'Serotina', terwijl op een proefveld te Lochem de onderzochte populieren uit een menging van de balsemhybriden 'Geneva' en 'Oxford' bestond. Daarnaast is aandacht besteed aan de es (*Fraxinus excelsior*), esdoorn (*Acer pseudoplatanus*), eik (*Quercus robur*) en els (*Alnus glutinosa*).

### Methoden van onderzoek

De bladmonstername heeft plaatsgevonden in augustus/september (periode 1969 t/m 1972), waarbij van de populier het blad van het midden der takken uit het middelste gedeelte van de kroon is verzameld. Bij de overige soorten is volgroeid, geëxponeerd blad van de bovenste helft van de kroon verzameld. Bij de bemonstering is steeds uitgegaan van gezond blad, tenzij er redenen aanwezig waren, zowel bomen met gezond als met afwijkend blad afzonderlijk te bemonsteren.

Na het plukken zijn de bladmonsters zo snel mogelijk bij 65°C gedroogd (gedurende 24 uur), en daarna gemalen. De bepaling van de blad-samenstelling is grotendeels uitgevoerd door het Bedrijfslaboratorium voor Grond- en Gewasonderzoek te Oosterbeek volgens de daar gebruikelijke methoden, enkele aanvullende bepalingen zijn door het bodemkundig laboratorium van het Bosbouwproefstation uitgevoerd.

De bladanalyse heeft plaatsgevonden voor de elementen N, P, K, Ca, Mg, Cu, B, Zn, Fe en Mn.

In een aantal proefvelden (I, II, III, IV, VIII, XVII en XX) zijn grondmonsters verzameld en geanalyseerd. De analyse vond plaats door laboratoria van de Grontmij NV, de KNHM, het Kalkbureau en het Bosbouwproefstation.

### Resultaten en discussie

In de voorgaande paragrafen is er op gewezen dat de onbekende eigenschappen van de diverse gronden en substraten het noodzakelijk maken, de methode van de bladanalyse toe te passen en door vergelijking van de resultaten van deze methode conclusies te trekken omtrent de invloed van de bodemeigenschappen op groei en ontwikkeling der houtsoorten. Deze handelwijze houdt in, dat een bespreking van de resultaten per groep van gronden met min of meer overeenkomstige samenstelling

en eigenschappen de voorkeur verdient boven een groepering volgens houtsoorten, welke in dit onderzoek een belangrijke rol als "indicator plant" spelen. Bij deze bespreking van de resultaten wordt vooral aandacht besteed aan die gevallen waarin de minerale voedingstoestand van loofbomen niet optimaal is. De volledige gegevens per proefveld zijn te vinden in (2) en (3).

#### a Veengronden (proefveld I, II, III, VIII en XVII)

Grote problemen ten aanzien van de minerale voeding blijken zich op veengronden over het algemeen niet voor te doen. Overheersend is hier de invloed van de hoogte van de grondwaterstand, welke in belangrijke mate de stabiliteit van de beplanting bepaalt: hoe lager de gemiddelde grondwaterstand, hoe steviger de bomen zijn verankerd.

De N-voorziening van populier is op natte veengronden matig: 2.0 à 2.3%. Uit onderzoekresultaten



Populier op opgespoten klei aan de Oude Maas na vier groeiseizoenen. WBSG XIII.

Tabel 1. Overzicht van de WBSG-proefvelden (ligging, bodemgesteldheid en houtsoorten) waarin onderzoek naar de bladsamenstelling is uitgevoerd.

WBSG nr.	plaats	bodemsamenstelling	houtsoorten, waarvan de bladsamenstelling is onderzocht
I	Rotterdam (Ommoord-Pres. Wilsonweg)	kleilig veen op rietveen ("koopveengrond")	populier ('Robusta'); es
II	Rotterdam (Ommoord-Albert Einsteinplaats)	venige klei op veen ("koop- en aardveengrond")	populier ('Robusta'); es
III	Rotterdam (Ommoord-Stresemannplaats)	kleilig veen op (zure) klei op rietveen	populier ('Robusta'); es
IV	Amsterdam (Hornhaven)	opgespoten kalkrijk zand	populier ('Serotina'); els
VI	Lochem (Twentekanaal, I)	opgespoten, kalkrijk en grindhoudend zand, met dunne sliblaag	es; esdoorn
VII	Zwolle (Westerfeld)	vullstortplaats (onverkleind, niet afgedekt huisvuil)	es; esdoorn
VIII	Oostzaan (Coentunnelweg)	opgespoten veen, vermengd met klei en zand	populier ('Robusta'); es
IX	Poortugaal (Johanpolder, I)	opgespoten havenspecie (humusrijke klei)	populier ('Robusta'); es
X	Beverwijk (St. Aagtenbos)	vullstortplaats (onverkleind, heterogeen, met zavel afgedekt vuil)	populier ('Robusta'); es
XI	Haarlem (Stads- kwekerij)	vullstortplaats (gefermenteerd en verkleind huisvuil, afgedekt met tuingrond)	populier ('Robusta'); es
XII	Haarlem (Burge- meester Reinalda- park, I)	vullstortplaats (gefermenteerd en verkleind huisvuil, afgedekt met venige klei)	populier ('Robusta'); es
XIII	Barendrecht (Spuiveld)	opgespoten havenspecie (A: zavel; B: lichte klei)	populier ('Robusta'); es; esdoorn; eik
XV	Poortugaal (Johan- napolder, II)	opgespoten havenspecie (zavel en zandige klei)	populier ('Zeeland'); es
XVI	Lochem (Twente- kanaal, II)	opgespoten, kalkrijk zand met sliblaag van wisselende dikte	populier ('Geneva' en 'Oxford'); esdoorn
XVII	Oostzaan (Twiske- polder)	veen (onregelmatig afgegraven en opgebracht)	populier ('Robusta'); els
XX	Vlaardingen (Broek- polder-loswal 7)	opgespoten havenspecie (lichte klei)	es; esdoorn; eik; els
XXI	Tilburg (Spinders- pad)	vullstortplaats (met zandlaag afgedekt)	populier ('Robusta'); es; eik; els
XXII	Groenlo (Eibergse- weg)	vullstortplaats (met dunne zandlaag afgedekt)	populier ('Robusta');

van 'Robusta'populier blijkt dat het optimale N-gehalte van het blad minstens ca. 2.8% bedraagt (1). Diepere ontwatering, grondbewerking en in zekere zin ook een hogere pH verbeteren de N-voorziening. Ook de es heeft op natte veengronden een matige N-voorziening; de gevonden gehalten van 2.1 à 2.4 % N in het blad zijn als tamelijk laag te beoordelen (5).

De P- en K-voorziening van populier en es geven over het algemeen geen problemen, hoewel bij populier en es soms een vrij laag K-gehalte kan optreden (populier 0.62% K, es 0.36% K).

De Ca- en Mg-voorziening geven geen aanleiding, een ontoereikende voorziening te veronderstellen, hoewel ook hier uitzonderingen kunnen optreden: afdekken met zavel en zand deed in proefveld WBSG III (kleig veen op (zuur) veen) het Mg-gehalte bij zowel populier als es tot 0.15% dalen. Deze gehalten wijken nl. nogal af van wat in de overige WBSG-proefvelden is geconstateerd: het Mg-gehalte van populier bedraagt daar 0.3 à 0.8 %, dat van es 0.4 à 0.7%.

Omtrent de Fe- en Mn-voorziening van populier en es valt uit de voorkomende gehalten af te leiden, dat beide voldoende zijn hetgeen blijkt door vergelijking met beschikbare literatuurgegevens (9, 10).

De es neemt door zijn afwijkende N-voorziening een speciale positie in: het N-gehalte van het blad weerspiegelt niet de N-mineralisatie en -opname, doch de bodemcondities in meer algemene zin. In het proefveld Twiskepolder (WBSG XVII) bedragen de N-gehalten van het blad 3.4 à 3.7%, welke gehalten als indicatie van een voor deze houtsoort goede bodemconditie kunnen worden beschouwd.

#### b *Opgespoten zandige gronden* (proefvelden IV, VI en XVI)

Specifieke gebreks- en/of overmaatverschijnselen zijn tot nu toe (1972) niet geconstateerd op deze gronden. Van overheersende invloed op de groei zijn in de proefvelden IV, VI en XVI de bewortelingsmogelijkheden, die door grondbewerking worden vergroot. De invloed van de grondbewerking op de minerale voedingstoestand is soms moeilijk vast te stellen: in het proefveld te Amsterdam/Hornhaven treedt bij 'Serotina' populier door grondbewerking soms stijging, soms daling van het N-gehalte van het blad op. Bij de es daarentegen stijgt steeds door grondbewerking het N-gehalte van het blad. In de proefvelden VI en XVI is van een grote invloed van grondbewerking op de minerale voedingstoestand geen sprake. Wel doet zich in het proefveld WBSG XVI iets anders voor:

Uit de groeigegevens blijkt dat in 1971 bij vergelijkbare N-gehalten van het blad de lengtegroei

van balsempopulier op geploegde grond groter is dan op ongeploegde grond. In 1972 is in dit opzicht geen duidelijk verschil meer waarneembaar. Duidelijk is hier de invloed van de N-voorziening: bij opklimmende N-gehalten van het blad van balsempopulier van 1,6 tot 2,2% neemt de lengtegroei toe van ca. 20 tot 200 cm. Vergeleken met Aigeiros populier schijnt de N-behoefte van balsempopulier kleiner te zijn.

Voor es en esdoorn is op opgespoten zand de N- en K-voorziening soms matig (es: 2,0 - 2,4% N, 0,6 - 1,0% K; esdoorn: 1,6 - 2,4% N, 0,6 - 0,7% K).

De Cu-voorziening geeft geen aanleiding een minder goede opname van dit sporenelement te veronderstellen: Aigeiros populier ('Serotina') heeft in augustus 1969 gehalten van 8,5 à 11,1 dpm, es 9,8 à 14,4 dpm (beide in proefveld WBSG IV). Op het proefveld WBSG XVI varieert het Cu-gehalte voor de balsempopulier tussen 4,4 en 10,1 dpm, voor de esdoorn tussen 2,7 en 7,4 dpm.

Het Zn-gehalte van rioolslib behoeft niet steeds tot problemen aanleiding te geven: doorwerking van dit slib resulteerde in het proefveld WBSG IV bij populier en es niet tot extreem hoge Zn-gehalten in het blad: populier maximaal 130 dpm Zn, es maximaal 88 dpm (9).

#### c *Opgespoten kleigige gronden* (proefvelden IX, XIII, XV en XX)

Door de aanwezigheid van een zeker gehalte aan lutum spelen bij de bodemvorming in deze gronden de fysische en chemische rijpingsprocessen een aanzienlijke rol. Dit houdt in dat zich op korte termijn, aanzienlijke veranderingen in de bodemgesteldheid voordoen.

Onder natte omstandigheden blijkt de N-voorziening veelal zeer matig te zijn, hetgeen wordt aangeduid door de lage N-gehalten van populiere- en esseblad in de proefvelden IX, XIII en XV (augustus 1969, resp. september 1970): N-gehalten van 2,0 à 2,3% bij populier en 1,7 à 2,2% bij es zijn als laag te kwalificeren (1,5). Wel blijkt dat de lutumrijkdom (en daaraan gekoppeld het organische stofgehalte?) een rol speelt: er zijn aanwijzingen dat op lutumrijker materiaal onder natte omstandigheden de N-voorziening beter is. Na twee jaar (augustus 1972) is in het proefveld XIII (Spuiveld) de N-voorziening sterk verbeterd: de es heeft dan een N-gehalte van ca. 2,65%. De N-voorziening van esdoorn en eik (resp. 2,4 en 2,8% N) in dit proefveld kan in 1972 eveneens als voldoende worden aangemerkt (4). Bij de populier blijkt op de proefvelden nr. IX (Johannapolder I) en XV (Johannapolder II) de K-voorziening onder natte omstandigheden niet gehinderd te worden: K-gehalten van ca. 1,4% en hoger zijn als voldoende te beschouwen. Bij de es wordt de K-



Populier en wilg op vuilstort in Zwolle, na vier groei-seizoenen. WBSG VII.

voorziening door de rijping sterk verbeterd (september 1970 0,7%, augustus 1972 1,2%).

Een uitzonderingspositie wordt in deze groep van uit opgespoten kleiig materiaal bestaande gronden ingenomen door het proefveld te Vlaardingen (WBSG XX) door het optreden van groeistoornissen bij o.a. eik, els en esdoorn (geel blad met groene nerven, soms ook mindere groei). Grote verschillen in minerale voedingstoestand van normaal uitziende en aan groeistoornissen lijdende bomen konden echter niet worden aangetoond. Alleen van "zieke" elzen was het N-gehalte van het blad (2,19%) veel lager dan van gezonde elzen (3,58%), hetgeen echter een afspiegeling van de bodemeigenschappen is. Misschien speelden verontreinigingen (olieresten) en/of zout grondwater een rol.

De sporenelementhuishouding op opgespoten kleiige grond vertoont enige bijzonderheden, welke samenhangen met zowel de bodemgesteldheid als de houtsoort.

De Cu-gehalten liggen bij de onderzochte hout-

soorten meestal iets hoger dan onder normale omstandigheden: es 9,3 - 12,2 dpm; esdoorn 9,2 - 12,7 dpm; eik 8,7 - 18,7 dpm en els 21,8 - 24,1 dpm. (9): ze geven echter geen aanleiding tot vergiftigingsverschijnselen.

De variaties in B-gehalten zijn tamelijk groot: bij populier zijn B-gehalten van 64 en 95 dpm gevonden, bij es 25-30 dpm, esdoorn 60-139 dpm, eik 66-104 dpm, els 72 en 79 dpm. De es kenmerkt zich dus door een relatief laag B-gehalte, vergeleken met de andere houtsoorten.

Ten aanzien van het Zn-gehalte is er een grote tegenstelling tussen de populier en de es: op het proefveld WBSG XIII bedraagt in september 1970 het Zn-gehalte van populier ca 640 dpm, dat van es slechts ca 50 dpm. De els, esdoorn en eik nemen een tussenpositie in, hoewel bij de els ook gehalten omstreeks 210 dpm (proefveld WBSG XX) geconstateerd zijn. Vergiftigingsverschijnselen door Zn-overmaat zijn niet geconstateerd.

Voor de Fe- en Mn-voorziening is de rijpingstoestand van de bodem van belang. Vooral komt dit ten aanzien van de Mn-voorziening bij de es en de esdoorn tot uiting: in september 1970 bedroeg bij de es het Mn-gehalte nog ca 30 dpm, in augustus 1972 was dit gedaald tot ca 18 dpm. Esdoorn vertoont eveneens uiterst lage gehalten in augustus 1972 (12 en 15 dpm, vergelijk (9)). Duidelijke gebreksverschijnselen deden zich in WBSG XIII bij de esdoorn niet voor in augustus 1972, hoewel opviel dat het blad tussen de nerven wat lichter gekleurd was. De bomen waren echter gezond en hadden een goede lengtegroei. De Fe-voorziening van es, esdoorn en eik blijft ondanks de rijping op een voldoende hoog niveau (ca. 80-170 dpm).

d *Vuilstortterreinen* (proefvelden VII, X, XI, XII, XXI en XXII)

Deze standplaatsen hebben sterk variërende eigenschappen, welke op de voedingsstoffenopname een specifieke invloed uitoefenen. Gezien de vaak grote variaties in bladsamenstelling zijn de beschikbare gegevens van het bladonderzoek afzonderlijk vermeld in tabel 2.

Over het algemeen geven vuilstortterreinen (nog) geen storingen bij de minerale voeding: N De N-voorziening van soorten als populier, es, esdoorn, eik en els is over het algemeen ruim voldoende. Alleen oud, niet afgedekt vuil (WBSG VII) kan aanleiding geven tot een zeer matige N-voorziening van es en esdoorn (< 2,0% N), evenals verdicht vuil met een dunne afdeklaag (populier in WBSG XXII: 2,14% N).

P Het P-gehalte van diverse loofhoutsoorten is meestal hoger dan 0,20%, hetgeen als voldoende kan worden beschouwd (1, 4, 5).

K, Ca en Mg. Te oordelen naar de in tabel 2 :

Tabel 2. Minerale samenstelling van blad van Aigeiros populier, zomereik, es, esdoorn en zwarte els in beplantingen op diverse vuilstortplaatsen (1969-1972)

datum	WBSG prv.	aard van het vuil	aard en dikte van de afdeklaag	houtsoort	minerale samenstelling van het blad							opmerkingen(groei,ontwikkeling etc.)	
					% N	% P	% K	%Ca	%Mg	dpm Cu	dpm B		dpm Zn
aug.1969	VII	heterogeen*)I ca.30 jaar oud vuil II ca.5-10 jaar oud III vers gestort vuil id. I ca.30 jaar oud II ca.5-10 jaar oud III vers gestort vuil	} geen afdeklaag	es	1.58	0.31	1.14	2.32	0.30	-	-	-	Geplant 1967/1968 Lengte najaar 1969: 78 cm Lengte najaar 1969: 108 cm Lengte najaar 1969: 198 cm Lengte najaar 1969: 109 cm Lengte najaar 1969: 72 cm Lengte najaar 1969: 195 cm september 1969
					2.80	0.24	1.12	2.09	0.34	-	-	-	
					3.09	0.21	1.36	2.23	0.23	-	-	-	
				esdoorn	1.97	0.26	0.95	1.89	0.26	-	-	-	
					2.48	0.20	0.91	1.89	0.25	-	-	-	
					2.74	0.21	1.48	1.38	0.20	-	-	-	
sept.1970	X	heterogeen vuil *)	15-20 cm zavel ca.80 cm zavel 15-20 cm zavel ca.80 cm zavel	populier	3.33	0.27	2.09	1.42	0.29	12.4	70	671	licht gekleurd, klein blad september 1969 licht gekleurd, klein blad donker, gezond blad donker, gezond blad donker, gezond blad oktober 1969 donker, gezond blad donker, gezond blad ijle bladstand, donker en gezond blad gelig, necrotisch blad gelig, necrotisch blad gezond blad gezond blad gezond blad, iets necrose
				es	3.49	0.27	1.96	1.53	0.38	8.9	95	236	
				es	5.20	0.24	1.04	1.94	0.30	15.3	38	83	
				es	2.64	0.17	1.15	1.72	0.40	11.4	42	70	
sept.1970	XI	verkleind, gefermenteerd huisvuil (goed ontwaterd) en tuingsgrond id.	} tuingsgrond, 10 cm dik tuingsgrond, 40 cm dik volledig tuingsgrondprofiel tuingsgrond, 10 cm dik tuingsgrond, 40 cm dik volledig tuingsgrondprofiel	populier	2.86	0.28	2.17	2.01	0.24	10.0	74	507	donker, gezond blad donker, gezond blad ijle bladstand, donker en gezond blad gelig, necrotisch blad gelig, necrotisch blad gezond blad gezond blad gezond blad, iets necrose
				es	3.15	0.32	2.04	1.96	0.24	10.4	90	452	
				es	3.20	0.40	2.66	1.72	0.17	7.8	59	562	
				es	3.18	0.24	1.50	1.74	0.36	9.4	37	36	
				es	3.44	0.24	1.94	1.42	0.22	8.7	24	28	
				es	3.54	0.27	2.32	1.53	0.23	9.0	26	32	
sept.1970	XII	verkleind, grotendeels gefermenteerd huisvuil, (slecht ontwaterd)	ca. 40 cm venige klei ca. 40 cm venige klei	populier	3.32	0.34	1.97	1.61	0.36	12.7	236	802	gezond blad gezond blad, iets necrose
				es	3.24	0.22	1.53	1.50	0.29	15.2	41	42	
aug.1972	X	heterogeen vuil *)	15-20 cm zavel ca.80 cm zavel 15-20 cm zavel ca.80 cm zavel	populier	3.55	0.28	1.65	1.56	0.27	14.0	79	331	augustus 1972 gezond blad gezond blad gezond blad gezond blad
				es	3.65	0.28	1.63	1.50	0.31	13.8	92	357	
aug.1972	XXI	heterogeen vuil *)	zandige afdeklaag van wisselende dikte (30-90 cm)	populier	2.90	0.21	1.32	1.82	0.48	14.0	28	46	matige groei, klein en licht gekleurd blad goede groei, donker blad slechte groei, klein en licht gekleurd blad goede groei, donker blad slechte tot matige groei, zeer klein en licht gekleurd blad goede groei, donker blad goede groei, donker blad (slecht groeiende eiken op dit proef- veld niet aanwezig) slechte groei, klein en lichtgroen blad goede groei, donker blad
				populier	2.72	0.17	1.20	1.97	0.50	9.1	27	33	
				populier	2.43	0.23	2.42	0.89	0.15	8.8	34	190	
				es	3.14	0.23	2.22	0.84	0.23	10.7	35	226	
				es	2.14	0.23	1.92	1.41	0.33	12.0	28	52	
				els	3.06	0.28	2.56	0.84	0.28	16.1	24	45	
				els	2.70	0.22	1.16	1.09	0.22	15.3	31	95	
				eik	3.49	0.24	0.96	1.25	0.24	17.9	20	177	
aug.1972	XXII	heterogeen vuil *)	dunne zandige afdeklaag (0-30 cm)	populier	2.78	0.24	0.95	0.57	0.16	10.7	26	57	slechte groei, klein en lichtgroen blad goede groei, donker blad
				populier	2.14	0.21	2.49	1.17	0.21	7.2	78	273	
					3.82	0.48	2.28	1.70	0.24	8.5	65	1022	

NB : De geplante populierecultivar is steeds 'Robusta' dan wel 'Zeeland'

\*) heterogeen vuil = een heterogene samenstelling van huisvuil, grof materiaal (mijn, hout e.d.), plantaardig materiaal etc., in onbewerkte toestand gestort.

Table 2. Element concentrations in leaves of Aigeiros poplar, oak, ash, maple and black alder in plantations on various refuse heaps

sampling date	WBSG-trial plot	character of refuse	character and thickness of covering layer	tree species	element concentrations(oven-dry matter)									notes (growth, development, etc.)
					% N	% P	% K	% Ca	Mg	ppm Cu	ppm B	ppm Zn		
aug. 1969	VII	hetero-*) I ca. 30 years old gencous II ca. 5-10 years old refuse III recently dumped refuse	no covering layer	ash	1.58	0.31	1.14	2.32	0.30	-	-	-	Planted 1967/1968 total height autumn 1969: 78 cm total height autumn 1969: 108 cm total height autumn 1969: 198 cm	
					2.80	0.24	1.12	2.09	0.34	-	-	-		
					3.09	0.21	1.36	2.23	0.25	-	-	-		
		id. I ca. 30 years old II ca. 5-10 years old III recently dumped refuse	no covering layer	maple	1.97	0.26	0.95	1.89	0.26	-	-	-		total height autumn 1969: 109 cm total height autumn 1969: 72 cm total height autumn 1969: 195 cm
					2.48	0.20	0.91	1.89	0.25	-	-	-		
					2.74	0.21	1.48	1.38	0.20	-	-	-		
sept. 1970	X	heterogeneous refuse *)	15-20 cm sandy clay ca. 80 cm sandy clay	poplar	5.33	0.27	2.09	1.42	0.29	12.4	70	671	September 1969 light coloured, small sized foliage dark, healthy foliage dark, healthy foliage dark, healthy foliage	
					3.49	0.27	1.96	1.53	0.38	8.9	95	236		
			15-20 cm sandy clay ca. 80 cm sandy clay	ash	3.20	0.24	1.04	1.94	0.30	15.3	38	83		
					2.64	0.17	1.15	1.72	0.40	11.4	42	70		
sept. 1970	XI	broken up, fermented household refuse (well drained) and garden mould id.	garden mould, 10 cm garden mould, 40 cm entire profile	poplar	2.86	0.28	2.17	2.01	0.24	10.0	74	507	October 1969 dark, healthy foliage dark, healthy foliage dark, healthy but thin foliage yellowish, necrotic foliage yellowish, necrotic foliage healthy foliage	
					3.15	0.32	2.04	1.96	0.24	10.4	90	452		
			garden mould, 10 cm garden mould, 40 cm entire profile	ash	3.20	0.40	2.66	1.72	0.17	7.8	59	562		
					3.18	0.24	1.50	1.74	0.36	9.4	37	36		
sept. 1970	XII	broken up, for the most part fermented household refuse (poorly drained)	ca. 40 cm peaty clay ca. 40 cm peaty clay	poplar	3.32	0.34	1.97	1.61	0.36	12.7	236	802	October 1969 healthy foliage, some necrosis healthy foliage, some necrosis	
					3.24	0.22	1.53	1.50	0.29	15.2	41	42		
aug. 1972	X	heterogeneous refuse *)	15-20 cm sandy clay ca. 80 cm sandy clay	poplar	3.55	0.28	1.65	1.56	0.27	14.0	79	331	August 1972 healthy foliage healthy foliage healthy foliage healthy foliage	
					3.65	0.28	1.63	1.50	0.31	13.8	92	357		
			15-20 cm sandy clay ca. 80 cm sandy clay	ash	2.90	0.21	1.32	1.82	0.48	14.0	28	46		
					2.72	0.17	1.20	1.97	0.50	9.1	27	33		
aug. 1972	XXI	heterogeneous refuse *)	sandy covering layer of varying thickness (30-90 cm)	nonlar	2.43	0.23	2.42	0.89	0.15	8.8	34	190	moderate growth, small-sized and light coloured foliage good growth, dark foliage poor growth, small-sized and light coloured foliage good growth, dark foliage poor to moderate growth, very small sized and light coloured foliage good growth, dark foliage good growth, dark foliage poorly growing oaks do not occur in this trial plot	
					3.14	0.23	2.22	0.84	0.23	10.7	35	226		
				ash	2.14	0.23	1.92	1.41	0.33	12.0	28	52		
					3.06	0.28	2.56	0.84	0.28	16.1	24	45		
				alder	2.70	0.22	1.16	1.09	0.22	15.3	31	95		
					3.49	0.24	0.96	1.25	0.24	17.9	20	177		
oak	2.78	0.24	0.95	0.57	0.16	10.7	26	57						
	aug. 1972	XXII	heterogeneous refuse *)	thin sandy covering layer (max. 20 cm)	poplar	2.14	0.21	2.49	1.17	0.21	7.2	78	273	poor growth, small-sized and light greenish foliage good growth, dark foliage
3.82						0.48	2.28	1.70	0.24	8.5	65	1022		

NB : Aigeiros poplar clones: 'Robusta' and 'Zeeland'.

\*) Heterogeneous refuse = a heterogeneous mixture, made up of household refuse, large-sized refuse (rubbish, wood, etc.) organic waste, etc. dumped without any pretreatment.



vermelde gehalten zijn geen gebreksverschijnselen te verwachten.

Sporenelementen. Zeer opvallend is weer de tegenstelling tussen populier en es, voor wat betreft de Zn-opname: het Zn-gehalte van populier blijkt te kunnen variëren tussen 190 en 1022 dpm, zonder dat enige zichtbare schade optreedt, terwijl op dezelfde standplaatsen het blad van de es meestal niet meer dan 30 à 50 dpm Zn bevat. Bij de populier is een B-gehalte van 236 dpm geconstateerd (WBSG XII), zonder enige groeistoornissen te veroorzaken. Dit gehalte kan, vergeleken met de gegevens van (1) en (9), als zeer hoog worden beschouwd.

Het Cu niveau ligt in het blad van populier, eik, es en els op vuilstortterreinen tussen ca 7 en 18 dpm en wijkt dus weinig af van dat op opgespoten kleiige gronden.

Een opmerking dient te worden gemaakt omtrent de keuze van de onderzochte sporenelementen. Het is goed denkbaar dat behalve zware metalen als Cu, Zn, Fe en Mn ook andere (Pb, Ni, Cr etc.) een rol spelen. Omtrent de eerste groep zijn echter enige referentiewaarden bekend, hetgeen bij de tweede niet het geval is, terwijl bovendien metalen als Fe en Mn van groot belang zijn in verband met het rijpingsproces in opgespoten gronden.

## Conclusies

Sinds het WBSG-proefveldenonderzoek een aanvang nam met het plantseizoen 1966/1967 is een groot aantal gegevens ter beschikking gekomen, dat is samengevat in een aantal publikaties (2, 3, 6, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18): op korte termijn kon reeds een aantal conclusies worden geformuleerd welke als uitgangspunt bij de beplanting van diverse terreinen konden dienen. In deze geest moet ook het voorgaande worden gezien: omtrent de minerale voeding van loofhoutsoorten is reeds e.e.a. bekend, dat aanwijzingen geeft omtrent hetgeen bij nieuwe aanplantingen te verwachten is. Anderzijds kan in een aantal gevallen (zoals op rijpende substraten) slechts van voorlopige conclusies sprake zijn.

1 De macro-elementhuishouding (opname van N, P, K, Ca en Mg) geeft bij de diverse loofhoutsoorten (populier, els, es, esdoorn en eik) weinig problemen. In enkele gevallen (natte opgespoten kleiige gronden; onbewerkte, natte veengronden; zandige opgespoten gronden; oude, niet afgedekte vuilstortterreinen; vuilstortterreinen met dunne afdeklaag en verdichte bovenste vuillaag) kan de N-voorziening enigszins in het gedrang komen.

2 De Cu-, B-, Zn- en Fe-voorziening geeft geen grote problemen. Hoewel de Cu- en B-gehalten van blad soms wat hoger zijn dan onder normale omstandigheden het geval is, bestaat geen reden om

aan een kans op vergiftigingsverschijnselen te denken. De conclusie ten aanzien van de Fe-voorziening geldt voor rijpende gronden onder enig voorbehoud.

3 De Mn-voorziening geeft bij voortgaande bodemrijping voor houtsoorten als es en esdoorn aanleiding, deze soorten nauwlettend te volgen, aangezien niet duidelijk is, of de in enkele gevallen geconstateerde daling van het Mn-gehalte tot zeer lage waarden permanent zal zijn.

4 De Zn-voorziening geeft nog geen aanleiding tot vergiftigingsverschijnselen: populier vertoont vooral op vuilstortterreinen zijn eigenschap als Zn-accumulator (tot 1000 dpm), terwijl de es op dezelfde terreinen meestal niet meer dan 30 à 50 dpm Zn bevat. De els neemt soms (op opgespoten kleiige gronden) tamelijk grote hoeveelheden Zn op (ca 210 dpm).

5 Duidelijke groeistoornissen zijn in 1972 geconstateerd op het, uit opgespoten havenspecie bestaande proefveld WBSG XX (Vlaardingen). Waardoor deze groeistoornissen worden veroorzaakt, is nog niet opgehelderd.

6 Onderzoek omtrent effecten op langere termijn, vooral naar de invloed van diverse zware metalen, blijft van groot belang.

## Literatuur

- 1 Burg, J. van den. 1972. Minerale voeding van populier (I: cv. 'Robusta') (Een samenvatting van proefveldresultaten): Intern Rapport Stichting Bosbouwproefstation "De Dorschkamp", nr. 7.
- 2 Burg, J. van den, en J. P. Peeters. 1971. Minerale voeding van enkele loofhoutsoorten op depot- en andere voor de bosbouw onbekende gronden (I: Resultaten van proefveldonderzoek 1967-1970); Intern Rapport Stichting Bosbouwproefstation "De Dorschkamp", nr. 11.
- 3 Burg, J. van den, en J. P. Peeters. 1973. Minerale voeding van enkele loofhoutsoorten op depot- en andere voor de bosbouw onbekende gronden (II: Resultaten van proefveldonderzoek 1971-1972). Intern Rapport Stichting Bosbouwproefstation "De Dorschkamp", nr. 34.
- 4 Burg, J. van den, en P. H. Schoenfeld. 1971. Minerale voeding van eik (Een samenvatting van proefveldresultaten). Intern Rapport Stichting Bosbouwproefstation "De Dorschkamp", nr. 6.
- 5 Burg, J. van den, J. P. Peeters en P. H. Schoenfeld. 1972. Minerale voeding van es (Een samenvatting van proefveldresultaten). Intern rapport Stichting Bosbouwproefstation "De Dorschkamp", nr. 12.
- 6 Guldmond, J. L. 1970. Mogelijkheden voor beplanting van vuilstorten. Groen 26 (12): 292-301; Mededeling Stichting Bosbouwproefstation "De Dorschkamp" nr. 112 (publ. nr. 6 WBSG)
- 7 Hielkema, J. Bodemkundig onderzoek in een

beplanting op een opgespoten zandig terrein nabij Lochem (WBSG XVI) (in voorbereiding).

8 Lynden, K. R. van, J. L. Guldemond en W. H. van der Molen. 1968. De bosbouwkundige mogelijkheden op veengronden. Ned. Bosb. Tijdschr. 40 (11): 403-408; Korte Mededeling Stichting Bosbouwproefstation "De Dorschkamp" nr. 96; (publ. nr. 2 WBSG).

9 Stone, E. L. 1968. Micro-element nutrition of forest trees: A review in: Forest fertilization, theory and practice; Papers presented at the Symposium on Forest Fertilization April 1967 at Gainesville, Florida.

10 Stuurman, F. J. 1972. Aanleg van bos op bagger uit Rotterdamse havens; Groen 28 (11); 300-302.

11 Stuurman, F. J., en J. P. Peeters. 1971. Bepantingsproefveld Broekpolder Vlaardingen (WBSG XX): rapport over de periode voorjaar 1970 - voorjaar 1971; Stencil Bosbouwproefstation 1971/51.

12 Stuurman, F. J., en J. P. Peeters. 1972. Bepantingsproefveld Broekpolder Vlaardingen (WBSG XX): rapport over de periode voorjaar 1971 - voorjaar 1972; Stencil Bosbouwproefstation 1972/44.

13 Werkgroep Bos in Stedelijke Gebieden. Jaarverslag 1967.

14 Werkgroep Bos in Stedelijke Gebieden. Jaarverslag 1968.

15 Werkgroep Bos in Stedelijke Gebieden. Jaarverslag 1969.

16 Werkgroep Bos in Stedelijke Gebieden. Jaarverslag 1970.

17 Werkgroep Bos in Stedelijke Gebieden. Jaarverslag 1971.

18 Werkgroep Bos in Stedelijke Gebieden (v/h Werkgroep Bosbouw Randstad Holland). Inleiding tot de technische problemen van het stichten van nieuwe recreatiebossen in de Randstad Holland; Korte Mededeling Stichting Bosbouwproefstation "De Dorschkamp", nr. 89 (publ. nr. 1 WBRH).

#### Diplomerings Bosbouw en Cultuurtechnische School - Arnhem

Op 29 juni 1973 werd het diploma van de Hogere Bosbouw en Cultuurtechnische School uitgereikt aan acht studenten in de afdeling Bosbouw en aan zesentwintig studenten in de afdeling Cultuurtechniek.

Het diploma van de Middelbare Bosbouw en Cultuurtechnische School werd uitgereikt aan negentien studenten in de afdeling Bosbouw en aan drie en zestig studenten in de afdeling Cultuurtechniek.