

60023
NNO8201, 19

ONDERZOEK NAAR DE VOORUITZICHTEN VAN DE HOUTVERKOLINGSINDUSTRIE IN NEDERLANDSCH-INDIË

PROEFSCHRIFT

TER VERKRIJGING VAN DEN GRAAD VAN DOCTOR
IN DE LANDBOUWKUNDE AAN DE LANDBOUW-
HOOGESCHOOL TE WAGENINGEN, OP GEZAG VAN
DEN RECTOR-MAGNIFICUS B. VAN DER BURG L.I.,
HOOGLEERAAR IN DE ZUIVELBEREIDING EN DE
MELKKUNDE, VOOR EENE, — OVEREENKOMSTIG
ART. 46, LID 4 VAN DE WET VAN 15 DECEMBER 1917
TOT REGELING VAN HET HOOGER LANDBOUW-
EN HOOGER VEEARTSENIJKUNDIG ONDERWIJS
(STAATSBLAD No. 700), ZOOALS DIE LAATSTELIJK
IS GEWIJZIGD BIJ DE WET VAN 29 JUNI 1925
(STAATSBLAD No. 283), — DAARTOE BENOEMDE
COMMISSIE UIT DEN SENAAT, TE VERDEDIGEN
OP DINSDAG, 22 SEPTEMBER 1925,
DES NAMIDDAGS TE VIER URE DOOR

RUTGERT WIND HZN

OOST-IND. HOUTVESTER MET VERLOF
GEBOREN TE GENEMUIDEN



Bibliotheek
der
Landbouw Hogeschool
WAGENINGEN

H. VEENMAN & ZONEN — WAGENINGEN

1m = 104227

NN 7052^{1/2} Publ. Nr. 116-19

ONDERZOEK NAAR DE VOORUITZICHTEN VANDE HOUT-
VERKOLINGSINDUSTRIE IN NEDERLANDSCH-INDIË

Bibliotheek
der
Landbouw Hogeschool
WAGENINGEN

1. The first part of the report is a general introduction to the subject of the study. It discusses the importance of the study and the objectives of the research. It also provides a brief overview of the methodology used in the study.

STELLINGEN

I. Contract-djaticulturen met betaling in vee, kunnen er toe bijdragen, de wilde veeweide in de bosschen te beperken.

II. De vloedbosschen in Nederlandsch-Indië, kunnen voor de groot-industrie van belang worden; het is daarom gewenscht, dat de Dienst van het Boschwezen, zich tijdig meer volledige kennis verschafft nopens de samenstelling van enkele der voornaamste en meest gunstig gelegen complexen, alsmede van de technische eigenschappen der daarin voorkomende houtsoorten en het mogelijke aanbod van arbeidskrachten.

III. Dat aan den boschbeheerder en zijn personeel, voor zoover daarvoor in aanmerking komende, in de nieuwe Jachtordonnantie van Nederlandsch-Indië, Staatsblad 1924, No. 234, geen vrijheid van uitoefening van de jacht is toegestaan, moet als een leemte in die ordonnantie beschouwd worden.

IV. De moeilijkheden, die zich thans voordoen bij het Sachsische Staatsboschbedrijf, mogen niet geweten worden aan de toepassing van de „Bodenreinertragslehre”.

V. Bij de boschinrichting op Java verdient een werkwijze van het groot in het klein, met gelijktijdige verdeeling van alle boschdistricten in kleinere beheerseenheden, de voorkeur boven de tot voor eenige jaren gevolgde werkwijze, waarbij telkens één of enkele boschdistricten in een aantal kleinere houtvesterijen werden verdeeld.

VI. Een algemeene agrogeologische classificeering en karteering van de cultuurgronden van Nederlandsch-Indië is ten eerste gewenscht.

VII. Mocht onverhoopt, om redenen van finantieelen aard, binnen afzienbaren tijd, aan een algemeene classificeering en karteering van de cultuurgronden geen uitvoering gegeven kunnen worden, dan verdient het ten eerste aanbeveling, dat door den Dienst van het Boschwezen met dit werk wordt aangevangen en wel in de eerste plaats voor de djatiboschgronden. Met het oog hierop is het wenschelijk aan enkele houtvesters op te dragen, zich aan de Landbouwhoogeschool verder in de agrogeologie te bekwamen.

VIII. Bij het aangaan van overeenkomsten tusschen de Regeering van Nederlandsch-Indië en houthandelmaatschappijen, betreffende houtleveranties gedurende langeren tijd, verdient het aanbeveling, zich niet aan bepaalde bekappingsmethoden te binden, opdat eventueel ook hout in ruweren vorm zal kunnen worden aangeboden ter verzaging in ter plaatse aanwezige of op te richten zagerijen.

IX. Verkoop van djatibrandhout per gewicht is wenschelijk en bijna altijd mogelijk.

X. Het bepalen van het S.G. van hout aan kleine monsters, op zeer nauwkeurige wijze, heeft alleen dan een beperkte waarde, wanneer aan die zelfde monsters de verdere bepalingen van het houtonderzoek verricht worden.

XI. De conclusie van *Klason*, als zou de bij verkoling van berkenhout, onder normale druk, de opbrengst aan azijnzuur nagenoeg onafhankelijk zijn van de verkolingssnelheid, mag niet zonder meer voor alle verkolingsinrichtingen als juist worden aanvaard.

XII. De zwaveligzuurfuchsine-reactie van Denigès voor het aantoonen van methylalkohol kan, in den door *Von Fellenberg* gewijzigden vorm, gebruikt worden, voor de quantitatieve (colorimetrische) bepaling van methylalkohol in houtdestillaten.

XIII. Het opstellen van de algemeene formule voor de houtverkoling, zooals door *Klason* is geschied, is van weinig beteekenis te achten voor de kennis van de processen, die zich bij de houtverkoling afspelen.

XIV. Het is gewenscht, dat door de Indische Regeering, als werkgever, aan alle te benoemen houtvesters de eisch gesteld worde, dat zij eenige kennis bezitten van minstens twee inheemsche talen, land- en volkenkunde, staatsinstellingen en landhuishoudkunde van Nederlandsch-Indië.

Ingew. 197

0.5 | 100

ONDERZOEK NAAR DE VOORUITZICHTEN VAN DE HOUTVERKOLINGSINDUSTRIE IN NEDERLANDSCH-INDIË

PROEFSCHRIFT

TER VERKRIJGING VAN DEN GRAAD VAN DOCTOR
IN DE LANDBOUWKUNDE AAN DE LANDBOUW-
HOOGESCHOOL TE WAGENINGEN, OP GEZAG VAN
DEN RECTOR-MAGNIFICUS B. VAN DER BURG L.I.,
HOOGLEERAAR IN DE ZUIVELBEREIDING EN DE
MELKKUNDE, VOOR EENE, — OVEREENKOMSTIG
ART. 46, LID 4 VAN DE WET VAN 15 DECEMBER 1917
TOT REGELING VAN HET HOOGER LANDBOUW-
EN HOOGER VEEARTSENIJKUNDIG ONDERWIJS
(STAATSBLAD No. 700), ZOOALS DIE LAATSTELIJK
IS GEWIJZIGD BIJ DE WET VAN 29 JUNI 1925
(STAATSBLAD No. 283), — DAARTOE BENOEMDE
COMMISSIE UIT DEN SENAAT, TE VERDEDIGEN
OP DINSDAG, 22 SEPTEMBER 1925,
DES NAMIDDAGS TE VIER URE DOOR

RUTGERT WIND HZN

OOST-IND. HOUTVESTER MET VERLOF
GEBOREN TE GENEMUIDEN



Bibliotheek
der
Landbouw Hogeschool
WAGENINGEN

H. VEENMAN & ZONEN — WAGENINGEN

1m = 104227

*Aan mijne Ouders
en aan mijne Vrouw*

Bij het verschijnen van dit proefschrift is het mij een aangename plicht, mijne groote dankbaarheid te betuigen aan allen, die tot mijne wetenschappelijke vorming hebben bijgedragen.

In het bijzonder dank ik U, Hooggeleerde *Te Wechel* voor de bereidwilligheid, waarmede gij, Hooggeachte Promotor, mij de bewerking van dit proefschrift hebt mogelijk gemaakt.

Eveneens dank ik U, Hooggeleerde Ham, voor de welwillendheid, waarmede gij mij bij de bewerking van de vier eerste hoofdstukken hebt willen voorlichten.

Niet minder dank ben ik verschuldigd aan U, Weledelgeleerde *Verschuur*, waar gij mij bij mijne proeven onvermoeid met raad en daad behulpzaam zijt geweest.

Voorts is het mij een genoegen de hulp te memoreeren, die het personeel van het laboratorium voor Technologie, mij gedurende het onderzoek, ook buiten de officieele werkuren, steeds in zeer ruime mate verleend heeft.

Ten slotte ben ik de Heeren *Dr. L. P. de Bussy*, *Dr. Julius Mohr* en *Ir. J. van der Waerden* zeer verplicht, voor de mij verstrekte inlichtingen en medewerking.

INHOUD.

HOOFDSTUK I.

	Blz.
De bosschen der aarde en het wereldverbruik van hout ...	1

HOOFDSTUK II.

De bosschen van Nederlandsch-Indië	5
§ 1. Grootte.....	5
§ 2. Samenstelling.	7
§ 3. De mangrove- of vloedbosschen in Nederlandsch-Indië	12
§ 4. De botanisch-technische eigenschappen der houtsoorten	22

HOOFDSTUK III.

De huidige beteekenis der bosschen van de Buitengewesten	32
--	----

HOOFDSTUK IV.

De producten der houtverkoling.....	41
§ 1. De producten der houtverkoling en hun gebruik. ...	41
§ 2. Statistiek	51
I. Vereenigde Staten van Amerika	52
II. Canada	57
III. Zweden	57
IV. Engeland.	62
V. Nederland	63
VI. Frankrijk.	64
VII. Italië	65
VIII. Duitschland.....	66
IX. Rusland.	68
Tabellen betreffende de wereldproductie en het wereldverbruik van terpentijn en hars.	69

HOOFDSTUK V.

Geschiedenis der houtverkoling.	71
--------------------------------------	----

HOOFDSTUK VI.

	Blz.
De houtverkoling op Java en Madoera	76
§ 1. Geschiedkundig overzicht.	76
§ 2. De houtskoolproductie van Java en Madoera	80
§ 3. De mogelijke ontwikkeling van de houtverkoling op Java en Madoera	84

HOOFDSTUK VII.

Houtskoolbereiding in de Buitengewesten.	87
§ 1. De houtskoolwinning op Banka	87
§ 2. De houtskoolwinning op Sumatra	95
§ 3. De mogelijke ontwikkeling van de houtverkoling in de Buitengewesten	97

HOOFDSTUK VIII.

Statistiek van den in- en uitvoer van verkolingsproducten van Nederlandsch-Indië.	104
---	-----

HOOFDSTUK IX.

Tegenwoordige inzichten omtrent de droge destillatie van hout	117
§ 1. Samenstelling van het hout.	117
§ 2. Verschijnselen optredende bij de houtverkoling	126
§ 3. De verkolingstheorie van <i>Klason</i> , vergeleken met de resultaten van verkolingsproeven van andere onder- zoekers	130

HOOFDSTUK X.

Eischen, welke aan het koolhout gesteld moeten worden ..	140
--	-----

HOOFDSTUK XI.

Verkolingsinrichtingen	146
§ 1. Indeeeling in 3 hoofdgroepen (A, B en C)	146
§ 2. Verkolingsinrichtingen voor periodiek bedrijf (A). ...	147
I. Meilers	147
a. De Oesterbymeiler	148
b. De teermeiler.	151
II. Verkolingsinrichtingen van metselwerk.	153
a. Verhitting met toetreding van lucht bij het hout	153
b. Verhitting door directe inwerking van de gassen van den vuurhaard op het hout.	153

	Blz.
c. Verhitting met inwendig aangebrachte buizen waardoor heete gassen circuleeren	153
d. Verhitting door middel van een dubbele om- wanding.	153
III. Verkolingsinrichtingen van ijzer	156
a. Vaststaande installaties	156
b. Vervoerbare (verplaatsbare) installaties.	157
§ 3. Verkolingsinrichtingen met semi-continu bedrijf (B)..	160
I. Liggende retorten	160
II. Staande retorten	162
§ 4. Verkolingsinrichtingen met continu bedrijf (C).....	163
I. Inrichtingen zonder toevoer van lucht.	163
II. Inrichtingen met luchttoetreding	165
§ 5. Overzicht van de voor- en nadeelen van enkele typen van verkolingsinrichtingen.....	165

HOOFDSTUK XII.

Verkolingsproeven met enkele houtsoorten uit Nederlandsch- Indië	168
§ 1. Keuze en korte beschrijving van de houtsoorten. ...	168
§ 2. Herkomst van het hout waarmede de proeven geno- men werden.	172
§ 3. Bepaling van het soortelijk gewicht en vochtgehalte der houtsoorten.	173
§ 4. Bepaling van het aschgehalte en van de gehalten aan zwavel, fosfor en kiezelzuur.	181
§ 5. Het verkolingsapparaat.	186
§ 6. Het exothermisch verloop van de verkoling	188
§ 7. De producten der droge destillatie.....	193
I. Houtskool.....	193
II. Teer.	197
III. Azijnzuur	199
IV. Houtgeest.	200

HOOFDSTUK XIII.

Slotbeschouwingen	205
------------------------	-----

LITERATUUR.

100

HOOFDSTUK I.

DE BOSSCHEN DER AARDE EN HET WERELDVERBRUIK VAN HOUT.

Volgens *M. Madelin* ¹⁾ zou de uitgestrektheid der bosschen voor de vijf werelddeelen bedragen:

Europa	314.468.500	H.A.
Amerika	646.752.200	„
Azië	386.003.100	„
Australië	94.430.000	„
Afrika	229.314.200	„
Samen	1670.968.000	H.A.

Het wereldverbruik van hout wordt op 1600 millioen M.³ per jaar geschat ²⁾, daarvan is ongeveer 735 millioen M.³ zaaghout en 850 millioen M.³ brandhout, alles uitgedrukt in staand hout.

Aannemende, dat deze schatting eenigszins met de werkelijkheid overeenkomt en dat ook de door *Madelin* gegeven oppervlakte der bosschen op de geheele wereld in totaal niet ten eenenmale onjuist is, zou het jaarlijksch houtverbruik der aarde dus 1 M.³ per H.A. boschoppervlakte bedragen.

Als gemiddelde is dit cijfer niet buitensporig hoog, de goed beheerde bosschen in Europa b.v. in Oostenrijk, Czecho-Slowakye, Duitschland, Frankrijk, Zwitserland, België, Nederland, Engeland produceeren jaarlijks 2 tot 3 M.³ per H.A. en meer.

Evenwel nemen lang niet alle bosschen der wereld naar evenredigheid van den houtrijkdom aan deze productie deel.

Plaatselijk wordt er te veel hout gekapt, terwijl in andere streken de bosschen nauwelijks of niet produceeren.

Onder de landen waar het meest overkapt is en nog wordt, nemen

1) *M. Madelin*, Production forestière dans les divers pays du globe. (Prae-advies voor het internationale boschbouwkundige congres te Parijs in 1913).

2) *Timber, Mine or Crop?* by *W. B. Greeley, Earle H. Clapp, Herbert A. Smith, Raphael Zon, W. N. Sparhawk, Ward Shepard and J. Kittredge Jr.* Forest Service. U. S. Department of Agriculture Yearbook 1922.

de Vereenigde Staten een eerste plaats in. Thans beschikt men daar nog over rond 188 millioen H.A. bosch, terwijl het jaarlijksch houtverbruik ruim 635 millioen M.³ (staand hout) bedraagt. Aangezien in- en uitvoer van hout ongeveer gelijk zijn, moeten de bosschen der Vereenigde Staten dus jaarlijks deze houtmassa opleveren.

Indien de bosschen goed beheerd werden, zou het misschien mogelijk zijn een zoo groot kwantum hout te kappen zonder kans te loopen, dat de voorraad vermindert. Zoover is men daar echter niet. Van de 188 millioen H.A. bosch zijn ruim 79 % eigendom van partikulieren, waarvan ruim 88 millioen H.A. in bezit van hout-aankap-, mijnbouw- en spoorwegmaatschappijen.

Van die 188 millioen H.A. bosch zijn nog slechts 55 millioen H.A. z.g. maagdelijk bosch, 45 millioen H.A. zijn overkapt, doch bezitten nog hout van zware afmetingen, terwijl 54 millioen H.A. slechts uit stammen van kleine afmetingen bestaan en 32 millioen H.A. onproductief zijn.

Men ziet het onhoudbare van den toestand in Amerika thans wel in en tracht verbetering aan te brengen, door betere bescherming tegen boschbrand (jaarlijks verbranden ongeveer 70 millioen M.³ staand hout), door meer herbebossching en door zuiniger houtgebruik. Wat dit laatste betreft moet er wel wat te bereiken zijn, als men leest, dat bij de verschillende bewerkingen, die het hout ondergaat vanaf den boom, staande in het bosch, tot aan het gebruiksvoorwerp, ongeveer $\frac{2}{3}$ van het hout verloren gaat. Het meest wordt wel het naaldhout bedreigd, zooals uit onderstaande tabel blijkt:

HOUTVERMINDERING EN HOUTAANWAS IN DE VEREENIGDE
STATEN VAN AMERIKA IN MILLIOENEN M³.

	Totale jaarl. houtvermin- dering der bosschen <i>a</i>	Jaarl. bijgroei <i>b</i>	Ver- houding a : b ¹⁾	Totale jaarl. vermindering der bosschen aan zaaghout <i>c</i>	Jaarl. bijgroei <i>d</i>	Ver- houding c : d
Harde houtsoor- ten (loofhout) . .	318	91	3,5 : 1	44,5	12	3,7 : 1
zachte houtsoor- ten (naaldhout) .	382	79	4,8 : 1	95,5	11	8,6 : 1

Ook in enkele landen in Europa komt of kwam overkapping voor, zoo in Zweden en Noorwegen alsmede in Duitschland tijdens den oorlog. Ook in Frankrijk en België werd in den oorlog veel bosch verwoest.

1) Wil men verzekerd zijn in de toekomst over voldoende hout te kunnen beschikken, dan moet in de eerste plaats de jaarlijksche houtvermindering gelijk zijn aan den bijgroei en de verhouding a : b moet dan gelijk 1 : 1 zijn.

Wat het naaldhout betreft, zoo zijn er buiten de Vereenigde Staten nog drie gebieden met belangrijke houtvoorraden, t.w. Canada, Europa, en Siberië.

Europa kan in de eigen behoefte aan hout niet voorzien. Voor den oorlog waren vooral Scandinavië en Rusland de exporteerende landen. Scandinavië is overkapt en zal de productie moeilijk kunnen opvoeren.

In Rusland zal het nog wel geruimen tijd duren, voor de toestand weer gelijk is aan dien van 1913.

Gedeeltelijk zijn voor Rusland in de plaats getreden de nieuwe Oostzee-staten, waaronder in de eerste plaats Finland.

Dr. Karl Simon, directeur-generaal der Czecho-Slowaksche Staatsbosschen schat de gemiddelde jaarlijksche productie van 20 Europeesche Staten, die samen 300 millioen H.A. bosch bezitten, op 450 millioen M.³, waarvan op Rusland rond 200 millioen M.³ komen. Bij een aantal inwoners van Europa² van 350 millioen en een jaarlijksch houtverbruik per hoofd van c.a. 0.9 M.³, zijn 315 millioen M.³ hout noodig. Men ziet dus welke beteekenis de Russische hout-oogst voor Europa heeft.

Canada en Siberië, ofschoon rijk aan hout, bieden nog al moeilijkheden met den afvoer. Het gemakkelijk te exploiteeren bosch in Canada produceert vnl. voor Engeland. Voor Siberië zal in de toekomst China wel de grootste afnemer zijn. In de tropen zijn uitgestrekte bosschen, die zeker houtsoorten bevatten, welke de Europeesche en Amerikaansche ten deele kunnen vervangen. De groote verscheidenheid aan houtsoorten per H.A., de geringe bekendheid met de eigenschappen dier houtsoorten, het veelal zware soortelijk gewicht, de moeilijkheden, die moeten overwonnen worden bij aankap en uitsleep, bij het uitloogen en drogen alsmede de werkvolkwestie maken het echter hoogst onzeker dat de tropen tijdig in den houtnood van Amerika en Europa zullen kunnen voorzien.

Ondanks het feit, dat hout meer en meer door andere materialen vervangen werd, b.v. door steenkool, olie en waterkracht voor opwekken van energie en door baksteen, beton en ijzer voor bouw-materiaal, is het houtverbruik niet verminderd, veeleer toegenomen.

Tegenover het vervangen van hout door andere grondstoffen of krachtbronnen, staat het toenemend gebruik in de hout als grondstof verwerkende industriën.

De jaarlijksche toename van het houtverbruik bedroeg in de laatste decennia:

in Frankrijk .. 0.1 0/0 per jaar	in België 2.0 0/0 per jaar
„ Duitschland 1.4 0/0 „ „	„ Italië 2.0 0/0 „ „
„ Engeland .. 1.8 0/0 „ „	„ de V. S. A. 1.6 0/0 „ „ ¹⁾

1) *Timber, Mine or Crop*. U.S. Department of Agriculture Yearbook 1922. l.c.

2) Zonder Rusland.

Deze zes landen verbruiken tezamen $\frac{2}{3}$ deel der geheele wereld-productie aan zaaghout.

Niet alleen in de staten in opkomst is het houtverbruik toegenomen, maar ook in oudere cultuurlanden is het belangrijk grooter geworden. In Engeland b.v. een der landen met het kleinste houtverbruik per hoofd der bevolking, nam het van het begin der 19de eeuw tot heden toe van 0.224 M.³ tot 0.336 M.³

Zeër groote hoeveelheden hout zijn noodig voor bouwwerken, woninginrichting en meubelfabrikatie, voor kisten en kratten voor het verzenden van nijverheidsvoortbrengselen, voor land- en tuinbouw, voor dwarsliggers, voor houtslip en houtcellulose (kranten), voor palen voor electrische geleidingen, telegraaf- en telefoondraden, voor mijnbouw, enz., terwijl nog altijd de helft van het wereldverbruik van hout, brandhout is. Waar het verbruik van hout nog steeds toenemende is, terwijl de belangrijkste houtproduceerende landen de productie niet kunnen verhoogen, sommige zelfs in de toekomst minder zullen gaan opleveren, is de kans groot, dat de bosschen in de tropen, meer dan tot dusver, aan voorziening in de wereldbehoefte van hout zullen gaan deelnemen.

Daarbij behoeft niet in de eerste plaats aan oogsten van belangrijke hoeveelheden werkhout gedacht te worden. Zooals reeds boven gezegd is en hier onder voor Nederlandsch-Indië nog uitvoeriger besproken zal worden, ondervindt de timmerhoutexploitatie in de tropen groote moeilijkheden.

Wellicht kunnen de tropen, door het produceeren van houtslip, houtcellulose, houtazijn, houtgeest, houtteer en houtskool, of anderszins beter bijdragen tot de voorziening aan de wereldbehoefte aan hout. Het zijn vooral de zachtere houtsoorten, waarnaar de grootste vraag bestaat en aangezien de groei daarvan in de tropen ongetwijfeld sneller plaats heeft, dan in de gematigde en koude luchtstreken, is het voorts ook niet onmogelijk, dat de massa-productie van plantaardige stoffen meer naar de tropen verplaatst zal worden. Op deze mogelijkheid wees o.a. *Dr. E. C. Julius Mohr* in een voordracht ter gelegenheid van de *Academisch-Indische Week aan de Nederlandsche Handelshoogeschool te Rotterdam, op 14 Maart 1923*.

Overigens kunnen boschproducten als gommen en harsen, melk-sappen en looistoffen in de toekomst een boschcultuur in de tropen loonend maken. De rubbercultuur, die in 1925 in Nederlandsch-Indië reeds een aanplant van ruim 300.000 H.A. omvat, moge hier als voorbeeld gelden.

HOOFDSTUK II.

DE BOSSCHEN VAN NEDERLANDSCH-INDIË.

§ 1. *Grootte.*

Op Java heeft men rond 735.000 H.A. *djatibosschen* en 1.500.000 H.A. *in stand te houden wildhoutbosschen*, benevens ongeveer 700.000 H.A. *niet in stand te houden wildhoutbosschen*.

De *djatibosschen* verheugen zich reeds sedert enkele eeuwen in de bizondere belangstelling van het Europeesch gezag, hetgeen er toe geleid heeft, dat zij voor tropische bosschen thans zeer intensief beheerd worden. Vergeleken met het uitstekende *djatihout*, worden alle andere houtsoorten, van mindere kwaliteit geacht, met den collectieven naam „*wildhout*” bestempeld. Eerst in de laatste decennia trekken ook de wildhoutsoorten meer de aandacht.

De *in stand te houden wildhoutbosschen* zijn *schermbosschen*, veelal op de berghellingen gelegen. Ze worden in hoofdzaak aangehouden ter behartiging van de hydrologische, orologische en klimatologische belangen der volkshuishouding. Kaalkap over groote uitgestrektheden wordt niet toelaatbaar geacht. Wel zouden deze bosschen geplenterd kunnen worden, doch dan is de houtopbrengst per H.A. plaatselijk zoo gering, dat het transport naar de vlakke, bij afwezigheid van vlotbare rivieren, ongetwijfeld te duur zal uitkomen om de aankap in de meeste gevallen loonend te doen zijn. Voor de industrie hebben deze bosschen voorloopig dan ook weinig beteekenis, maar ze zouden, meer dan tot dusver, kunnen bijdragen in de voorziening van de behoefte der bevolking aan hout.

Het *djatihout* is genoegzaam bekend en vindt als bouwhout, meubelhout, voor waterbouwkundige werken als anderszins voldoende afzet. Anders staat het met het afvalhout, en in de toekomst vermoedelijk ook met het brandhout, daar de spoorwegen en de suikerfabrieken, thans de grootste afnemers, vermoedelijk later weinig brandhout meer zullen gebruiken.

Het afvalhout der *djatibosschen*, het brandhout 1e klasse ¹⁾ en

1) Brandhout 1e klasse is in Nederlandsch-Indië 2e kwaliteit brandhout en brandhout 2e klasse 1e kwaliteit brandhout.

misschien ook een deel van het beste brandhout zouden wellicht voor de industrie van belang kunnen zijn. Deze kwestie zal hierna nog iets uitvoeriger besproken worden.

De *niet in stand te houden wildhoutbosschen* zijn bestemd, bij de steeds voortschrijdende ontginning, langzamerhand te verdwijnen. Belangrijke complexen dezer bosschen liggen vooral in *Oost-Java*. Ze zouden eventueel over belangrijke oppervlakten kaal gekapt kunnen worden en wellicht voor de industrie in de toekomst nog van belang kunnen zijn. Van de technische eigenschappen der meeste houtsoorten, is echter nog bitter weinig bekend.

In den laatsten tijd werden meer gegevens bekend omtrent oppervlakte en samenstelling der bosschen van de andere eilanden van den Indischen Archipel, maar dit is helaas nog lang niet voor alle eilanden het geval en dus is een eenigszins nauwkeurige opgave van de totale oppervlakte der bosschen in de Buitengewesten voorhands nog onmogelijk. We moeten dus met een schatting volstaan.

De reeds thans bekende gegevens van enkele eilanden, vooral van Sumatra, maken zulk een schatting gemakkelijker en met meer nauwkeurigheid mogelijk, dan vroeger het geval kon zijn.

Het blijkt dan dat een totale oppervlakte bosch van 100 miljoen H.A., zooals vroeger voor 15 tot 20 jaren wel aangenomen werd, niet aanwezig is.

*Beekman*¹⁾ taxeert de oppervlakte der bosschen van de Buitengewesten op 60 miljoen H.A., met een op den duur blijvend areaal van 30 miljoen H.A.

*Snepvangers*²⁾ doet mededeelingen over de uitgestrektheid van de boschreserve van een deel van Sumatra en berekent het bebosschingspercentage daarvoor, d.i. 28 %. Hij zegt dan: „Neemt men voor de Buitengewesten als geheel een gezamenlijke boschreserve aan van 28 %, dan komt men daarvoor tot een boschoppervlak van 50 miljoen H.A. welke oppervlakte een wijd verschiët opent, omtrent de noodige personeelsvoorziening en de toekomstige houtopbrengsten.”

Een bebosschingspercentage van 28 % is niet bijzonder hoog en maar weinig hooger, dan b.v. dat van Duitschland.

De oppervlakte der Buitengewesten is ongeveer 14 maal die van Java en Madoera samen. Wanneer we aannemen, dat in de toekomst het blijvend areaal der bosschen in de Buitengewesten, naar evenredigheid der oppervlakte, even groot zal zijn als op Java en Madoera, dan wordt dit areaal 14 maal 2.250.000 H.A., dat is 31.500.000 H.A.

Indien het bebosschingspercentage even groot zou zijn als

1) *Dr. H. Beekman*, Intreerede bij de aanvaarding van het ambt van hoogleeraar aan de Landbouwhoogeschool. Tectona, Dl. XIV (1921), blz. 198 e.v.

2) *F. W. Snepvangers*, Enkele opmerkingen over de boschoppervlakte van Nederlandsch-Indië. Tectona, Dl. XIV (1921), blz. 235 e.v.

thans nog voor Java en Madoera het geval is ¹⁾, dan wordt de totale oppervlakte der bosschen in de Buitengewesten 14 maal 2.950.000 H.A. dat is ruim 41 millioen H.A.

Ongetwijfeld heeft men zich van de uitgestrektheid en houtrijkdom der wouden in de Buitengewesten vroeger een overdreven voorstelling gemaakt. Het blijkt vaak, dat de zware bosschen, die men langs de groote rivieren b.v. op Borneo ziet, landinwaarts veel minder houtrijk worden. Uit de mededeelingen van Prof. *Winkler*, die einde 1924 een expeditie naar het hooggebergte van Centraal Borneo maakte, blijkt dat als gevolg van den roofbouw der bevolking, groote uitgestrektheden oerwoud hebben plaats gemaakt voor secundaire bosschen. Op de minder goede gronden is daarenboven de kans groot, dat in plaats van het oerwoud slechts graswildernis of ijl bosch en struikgewas overblijven.

Zulke terreinen treft men in de Buitengewesten thans reeds aan, b.v. in Atjeh en op Celebes, waarmede echter niet gezegd is, dat steeds roofbouw de oorzaak van het ontstaan van zulke terreinen is geweest.

§ 2. *Samenstelling.*

In Nederlandsch-Indië komen een paar duizend boomsoorten voor, het is dus niet te verwonderen, dat de bosschen belangrijke afwijkingen in de samenstelling vertoonen.

Bodem en klimaat verschillen plaatselijk sterk in den Indischen Archipel, welke verschillen zich ook in de samenstelling der bosschen weerspiegelen. Zoo vertoonen de bosschen langs de rivieren en zeeën, waar bij eb de bodem droog loopt en bij vloed overstroomd wordt, b.v. een geheel ander beeld, dan die der Alpine zone in de bergen. Ook de mensch heeft op de samenstelling der bosschen invloed. Waar de oorspronkelijke bosschen gekapt zijn, omdat de bodem enkele jaren met landbouwgewassen moet worden beplant, treedt nadat de velden (*ladangs*) weer verlaten zijn, een zoogenaamd secundair bosch op, dat gewoonlijk in den aanvang uit snelgroeijende (veelal synoniem met minderwaardige) boomsoorten bestaat. Wel kunnen later de betere, meestal minder snel groeiende boomsoorten, daarin terugkomen.

De flora van Java is voor het eerst door *Junghuhn* op voorbeeldige wijze beschreven, welke beschrijving later door anderen werd gecompleteerd. De flora der overige eilanden is nog slechts voor enkele gedeelten wat beter bekend.

Junghuhn heeft Java vertikaal in vier zone's verdeeld, namelijk

1) Dit bebosschingspercentage is thans voor Java en Madoera circa 22%.

van 0 tot 2000 voet, van 2000 tot 4500 voet, van 4500 tot 7500 voet en van 7500 tot 10000 voet ¹⁾).

Van de zeekust af naar boven gaande, treft men het eerst, op een zachtglooiende kust, die bij vloed overstroomd wordt, de *Rhizophoren-* of *Mangrove-wouden*, ook wel *vloedbosschen* genaamd, aan, waarover straks nader. Plaatselijk vindt men duinen. Naar binnen gaande komen de kustwouden, meestal niet hoog. Soms vindt men ook palmen, vooral aan de Zuidkust van Java, n.l. *Corypha Gebanga* en *Borassus flabelliformis*. Daarna volgt de cultuurstreek, waarin ook bosschen voorkomen.

Deze bosschen kan men verdeelen in zulke, die uit enkele, en zulke die uit vele boomsoorten bestaan.

Tot de eersten behooren de *djatiwouden*, vooral voorkomende in Midden- en Oost-Java, in het bijzonder in de residenties: Rembang, Semarang, Soerabaja, Madioen en Kediri. Buiten Java komen deze bosschen slechts op enkele eilanden, in het Oosten van den Archipel voor, (b.v. Moena, Kangean). Tot deze weinigsoortige wouden hebben ook de *Acaciabosschen* behoord, die vroeger veel in het *Zuidergebergte* voorkwamen. Ze bestonden vnl. uit *Acacia leucophloea* (*pilang*), *Albizzia stipulata* (*sèngon*), *Albizzia procera* (*wěroe*) en *Acacia tomentosa* Willd. var. *chrysocoma* Miq. (*klampis*).

De gemengde bosschen der eerste zone bestaan vnl. uit vertegenwoordigers der families: *Anonaceae*, *Bignoniaceae*, *Dilleniaceae*, *Dipterocarpaceae*, *Leguminosae*, *Magnoliaceae*, *Moraceae*, *Rubiaceae*, *Sapindaceae* en *Tiliaceae*.

In de tweede zone komen tamelijk veel eensoortige hoogstammige wouden voor, b.v. van *Schima Noronhae* (*poespa*), *Liquidamber Altingiana* s. *Altingia excelsa* (*rasamala*) en van verschillende bamboesoorten. Deze laatsten vooral in Oost-Java.

De derde zone wordt voornamelijk door hellingen van vulkaankegels gevormd. Men vindt er in de hoogstammige wouden, meer beneden vooral de geslachten: *Quercus*, *Castanea* en *Engelhardtia*, hooger meer de *Lauraceae* en in Oost-Java vooral ook *Casuarina montana* (*tjemara*). Verder komen er in deze zone voor de *anggringwouden*, gevormd door *Celtis montana* (*Ulmaceae*).

In de vierde zone vindt men geen tropische wouden meer; de boomen zijn er krom en laag.

Dit is in enkele woorden een grove schets van de samenstelling der wouden op Java.

Het dirigeren van meer boschambtenaren en beambten naar de Buitengewesten, heeft vooral tengevolge gehad, dat voor vele land-

1) In meters uitgerekend is dit: 0—650 M., 650—1460 M., 1460—2435 M. en 2435—3250 M.

streken meer bekendheid werd verkregen, betreffende oppervlakte en samenstelling der bosschen.

Voorals dank zij de publicaties in het boschbouwkundig tijdschrift *Tectona*, is de samenstelling van die bosschen meer algemeen bekend geworden. In de laatste twaalf jaren zijn artikelen geschreven in *Tectona* over de bosschen van:

de Lampongsche districten: *Tectona* dl. VI (1913), blz. 1 e.v. door *S. P. Ham*.

Palembang: *Tectona* dl. XV (1922), blz. 763 door *A. Thorenaar*. *Tectona* dl. XVI (1923), blz. 533 door *D. J. G. van Setten*. *Tectona* XVII (1924), blz. 761 door *A. Thorenaar*. *Tectona* dl. XVIII (1925), blz. 401 e.v. door *D. J. G. van Setten*. *Tectona* dl. XVIII (1925), blz. 411 e.v. door *A. Thorenaar*.

Zuid-Sumatra: *Tectona* dl. XVII (1924), blz. 519 e.v. door *A. Thorenaar* en *J. van Roosendaal*.

Djambi: *Tectona* dl. XII (1919), blz. 283 e.v. door *E. Gresser*.

Sumatra's Oostkust: *Tectona* dl. IX (1916), blz. 251 e.v. door *P. van Zon*.

Noord-Sumatra en Atjeh: *Tectona* dl. XVII (1924), blz. 323 e.v. door *A. Luytjes*. *Tectona* dl. XVI (1923), blz. 575 e.v. door *A. Luytjes*.

Sumatra's Westkust: *Tectona* dl. XVI (1923), blz. 711 e.v. door *W. C. Schnepper*.

Tapanoeli: *Tectona* dl. XVI (1923), blz. 264 e.v. door *W. C. Schnepper*.

Z. en O. afd. van Borneo: *Tectona* dl. VII (1914), blz. 616 e.v. door *J. S. van Braam*.

Kangean: *Tectona* dl. XII (1919), blz. 425 e.v. door *A. Reilingh*.

Bawean: *Tectona* dl. XVI (1923), blz. 446 e.v. door *E. H. B. Brascamp*.

De Santi- en Talaudeilanden: *Tectona* dl. XIV (1921), blz. 733 e.v. door *P. K. Heringa*.

Speciaal over de bosschen van *Pinus Merkusii* in Noord-Sumatra: *Tectona* dl. XVII (1924) door *C. Brandts Buys* en *A. Luytjes*, resp. blz. 357 e.v. en 323 e.v.

Celebes: Onderafdeelingen Posso en Parigi: *Tectona* dl. XIV (1921), blz. 795 e.v. door *P. K. Heringa*.

Riouw-Archipel: *Tectona* dl. XV (1922), blz. 883 e.v. door *H. J. Koster*.

Atjeh-Sumatra's Oostkust, Tapanoeli en Sumatra's Westkust: *Tectona* dl. XVIII (1925), blz. 1 e.v. door *F. H. Endert*.

Sumatra's Oostkust: *Tectona* dl. XVII (1924), blz. 254 e.v. door *G. F. Warouw*. Bastproductie vloedbosschen.

In 1903 werd voor het eerst door den Minister van Koloniën

Idenburg opdracht gegeven, een der inspecteurs van het Boschwezen op Java, voor de Buitengewesten aan te wijzen.

Het is vooral aan de voorstellen van den toenmaligen Directeur van Landbouw, wijlen *Prof. Melchior Treub* in 1908 en 1909 te danken, dat in 1912 de eerste houtvesters naar de Buitengewesten gezonden werden. *Treub* wilde de groot-bosch-exploitatie bevorderen, zooals die door de Amerikanen op de Philippijnen was opgezet.

Ondervolgend staatje geeft de sterkte van het gezamenlijke personeel van het Boschwezen, werkzaam in de Buitengewesten en van het geheele personeel van dien dienst.

Jaren	Personeel van het Boschwezen, werkzaam in de Buitengewesten	Totale sterkte van het personeel van het Boschwezen
1909	2	907
1910	3	960
1911	10	1024
1912	13	1081
1913	37	1233
1914	52	1333
1915	79	1494
1916	83	1576
1917	102	1619
1918	124	1715
1919	71 ¹⁾	1820
1920	158	2063
1921	223	2301
1922	224	2277

¹⁾ Zonder het boschpolitiepersoneel, waarvan de sterkte in het Jaarverslag van den Dienst van het Boschwezen over 1919 niet vermeld is.

We zien dus, dat al is het personeel op de Buitengewesten ook sterk uitgebreid, dit nog altijd een klein gedeelte uitmaakt van de totale sterkte van het personeel van het Boschwezen in Nederlandsch-Indië. Houdt men in het oog, dat de bosschen der Buitengewesten zeker 20 maal zoo uitgestrekt zijn, als die van Java, terwijl bovendien het reizen op de eilanden buiten Java dikwijls veel lastiger is, dan op Java zelf, dan behoeft het geen verwondering te wekken, dat ten gevolge van gebrek aan personeel, er nu nog lang niet zooveel bekend is van de bosschen der Buitengewesten als voor handel en industrie wenschelijk zou wezen.

Daarbij mag niet vergeten worden, dat men in de Buitengewesten zooveel later begonnen is dan op Java.

Over het algemeen zijn de bosschen er veelsoortig, al komen plaatselijk complexen voor, die weinig- of eensoortig zijn, zooals de mangrovebosschen en de bosschen van *Pinus Merkusii* in Noord-Suma-

tra, terwijl ook de families en geslachten *Dipterocarpaceae*, (geslachten: *Shorea*, *Hopea*, *Dipterocarpus* en *Dryobalanops*), *Lagerstroemiaceae*, *Verbenaceae* (*Vitex*-soorten) en verder *Gluta Renghas*, *Schima*-soorten, *Fagraea fragans* (tëmbësoe), en *Eusideroxyylon Zwageri*. *T. et B.* (ijzerhout, onglen, boelian of oelin), een- of weinigsoortige bosschen vormen.

Hoewel er in de veelsoortige bosschen een groote verscheidenheid aan boomen voorkomt, zoo moet er toch over den geheelen Archipel een zekere gelijkvormigheid in de boschformatie heerschen, gelijk ook de bosschen van Malaka en de Philippijnen vertoonen.

Dr. R. Broersma beschreef, in een lezing te *Wageningen* op 12 Maart 1925, de bosschen van Zuid-Oost-Borneo aldus:

Vanaf de zeekust krijgen we achtereenvolgens:

1. Mangrove,
2. Laagland- en moeras-bosschen, een gordel van 200 tot 300 K.M. landinwaarts,
3. Overgangszone, met meer zandige bodem, waarop de beste houtsoorten voorkomen,
4. Heuvel- en bergterrein, bedekt met wouden.

Volgens *van Braam*¹⁾ zou de meerderheid der boomsoorten gevormd worden door de plantenfamilies der: *Fagaceae*, (geslachten: *Quercus* en *Castanea*), *Lauracea* (*Medang-Dehaasia*-soorten), *Myrtaceae* (geslacht *Eugenia*), *Sapotaceae* (*Balam*-soorten) en *Dipterocarpaceae* in vochtige wouden, *Lythraceae* (geslacht *Lagerstroemia*), *Verbenaceae* (geslacht *Vitex*) en *Ternstroemiaceae* (geslacht *Schima*) in drogere bosschen. Deze families komen voor, zoowel in de laaglanden, als in de middelhooge heuvel- en bergterreinen.

De goede houtsoorten, voor zoover te gebruiken als bouwhout voor de bevolking, of wel bekend aan den houthandel, vormen een kleine minderheid, te midden der overtalrijke boomsoorten, waaruit de bosschen in de tropen bestaan. Zoowel de veelsoortige als de weinigsoortige wouden, bestaan voor 60 tot 90 % uit zachte houtsoorten. Voor industriele doeleinden komen de weinigsoortige bosschen het eerst in aanmerking. Op Java zijn dat de *djati*- en *rasamala*-bosschen. In de Buitengewesten zijn het *Eusideroxyylon Zwageri* *T. et B.* (ijzerhout-onglen of boelian), *Shorea*-soorten (*mëranti* en *ressak*), *Intsia Amboinensis* *Thouars* (*marbau*), *Dipterocarpus trinervis* *Bl.* (*lagan*), *Diospyros*-soorten (*ebbenhout*), *Pterocarpus indicus* *Willd.* (*Makassaarsch-wortelhout*), die vaak in weinigsoortige bosschen voorkomen en waarvan de exploitatie door de Europeesche hout-aankapmaatschappijen, soms met, veelal zonder succes, is beproefd. Daarnaast verdienen de vloedbosschen, onze aandacht.

1) *J. S. van Braam*. De bosschen van de Buitenbezittingen. De Indische Mercur, 1918, blz. 853 e.v.

Laatstgenoemde zijn veelal gemakkelijk bereikbaar, zijn niet al te veelsoortig en bevatten bruikbaar bouw hout en goed brandhout, goede looibast en kunnen goede houtskool opleveren. De houtmassa per H.A. is niet onaanzienlijk. Daarom mogen deze bosschen hier iets uitvoeriger besproken worden.

§ 3. *De mangrove- of vloedbosschen in Nederlandsch-Indië* ¹⁾.

Daar, waar een zacht glooiende kust bij vloed door het zeewater overstroomd wordt, komen veelal de z.g. *vloed- of mangrovebosschen* voor. Men vindt ze voornamelijk langs baaien en riviermonden, over het algemeen daar, waar het water betrekkelijk kalm is.

Deze bosschen komen overal verspreid in den *Indischen Archipel* voor. Van eenige complexen heeft men gedurende de laatste jaren meer kennis verkregen, wat betreft de samenstelling en de uitgestrektheid: van de vloedbosschen om de *Kinderzee* (Java-residentie Banjoemas) door de onderzoekingen van *Meindersma* ²⁾, van die langs de Noord- en Oostkust van Atjeh, door de onderzoekingen van *Luytjes* ³⁾ en van die in Palembang, door de onderzoekingen van *H. W. Meindersma* en *A. Thorenaar* ⁴⁾.

In de *Indo-Maleische* vloedbosschen komen de hieronder vermelde boomsoorten voor ⁵⁾:

		Familie:
1. <i>Rhizophora conjugata</i> L.	}	<i>Rhizophoraceae</i>
2. „ <i>mucronata</i> Lam.		
3. „ <i>stylosa</i> Griff.		
4. <i>Bruguiera gymnorhiza</i> Lam.		
5. „ <i>eriopetala</i> W. et A.		
6. „ <i>caryophylloides</i> Bl.		
7. „ <i>parviflora</i> W. et A.		
8. <i>Ceriops Candolleana</i> Arn.	}	<i>Meliaceae</i>
9. „ <i>Roxburghiana</i> Arn.		
10. <i>Kandelia candel</i> Druce		
11. <i>Xylocarpus granatum</i> Koen		
12. „ <i>moluccensis</i> Roem		

1) *R. Wind*. Het looistofvraagstuk in Nederlandsch-Indië. Dissertatie-Wageningen, 1924. *Metzger u. Wittig*, Leipzig.

2) *H. W. Meindersma*. Eenige bijzonderheden over mangrovebosschen. *Trop. Natuur*, 1923, blz. 25 e.v., 39 e.v. en 70 e.v.

3) *A. Luytjes*. De vloedbosschen in Atjeh. *Tectona*, Dl. XVI (1923), blz. 575 e.v.

4) *R. Wind*, l.c. blz. 134.

5) *F. W. Foxworthy*. Distribution and utilization of the mangrove-swamps of Malaya. *Ann. d. Jard. Bot. de Buitenzorg*, 2e serie, suppl. III. en *A. F. W. Schimper*, Die indo-malayische Strandflora.

13. <i>Sonneratia alba</i> Smith	}	<i>Sonneratiaceae</i>
14. „ <i>acida</i> L. F.		
15. „ <i>ovata</i> Backer		
16. <i>Avicennia marina</i> Vierh.	}	<i>Verbenaceae</i>
17. „ <i>officinalis</i> L.		
18. <i>Lumnitzera littorea</i> Voigt	}	<i>Combretaceae</i>
19. „ <i>racemosa</i> Willd.		
20. <i>Aegiceras corniculatum</i> Blanco		<i>Myrsinaceae</i>
21. <i>Scyphiphora hydrophyllacea</i> Gaertn.		<i>Rubiaceae</i>
22. <i>Paramygnia angulata</i> Kurz		<i>Rutaceae</i>
23. <i>Cerbera manghas</i> L.		<i>Apocynaceae</i>
24. <i>Excoecaria agallocha</i> L.		<i>Euphorbiaceae</i>
25. <i>Heritiera littoralis</i> Dryand		<i>Sterculiaceae</i>
26. <i>Pithecolobium umbellatum</i> Bth.	}	<i>Leguminosae</i>
27. <i>Cynometra ramiflora</i> L.		
28. <i>Dolichandrone spathacea</i> Schum.		<i>Bignoniaceae</i>
29. <i>Cumingia philippensis</i> Vidal		<i>Bombacaceae</i>

Bij de vloedbosschen aan de Kinderzee gelegen, treft men op de modderbanken en eilandjes, alleen bij laag water droog vallende, volgens Meindersma aan: *Rhizophora mucronata* Lam. (*bako-bako katjang*), *Aegiceras corniculatum* Blanco, *Avicennia marina* Vierh. (*api-api*) en *Sonneratia alba* Smith (*prapat*), doch veelal alleen staande en in struikvorm. Op iets hoger gelegen terreinen treffen we zuivere boschjes aan van *Avicennia marina* Vierh. of *Sonneratia alba* Smith, dan wel gemengde opstanden van deze boomsoorten, in een gesloten begroeiing. Weer wat hogere terreinen zijn vaak begroeid met *Rhizophoren*, deze kunnen namelijk nieuwe steltwortels vormen en hebben dus geen hinder van aanslibbing, in tegenstelling met *Avicennia* en *Sonneratia*. Op de hoogste terreinen, die evenwel bij vloed toch nog overstroomd worden, komen voor: in de eerste plaats *Bruguiera gymnorhiza* Lam. (*tantjang*), en daarnaast *Bruguiera parviflora* W. et A. (*tandjan*) en *Bruguiera caryophyllodes* Bl. (*tantjang soekoen*) en weinig *Bruguiera eriopetala* W. et A. Op de allerhoogste terreinen treft men aan: *Xylocarpus granatum* Koen (*njiri*), veel *Heritiera littoralis* Dryand (*doengoen*) en *Cerbera manghas* L., benevens *Dolichandrone spathacea* Schum.

Luytjes maakt voor de vloedbosschen van Atjeh een meer beknopte indeeling. Hij verdeelt deze terreinen in drieën, namelijk:

- gronden bij normaal vloedwater geheel onderlopend;
- gronden bij normaal vloedwater gedeeltelijk overstroomd;
- gronden, slechts bij springtij geheel of gedeeltelijk onderlopend.

Voor *a.* vermeldt hij het voorkomen van: *Rhizophora conjugata* L. *Rhizophora mucronata* Lam., *Bruguiera gymnorhiza* Lam. en *Bru-*

guiera eriopetala W. et A., *Ceriops Candolleana* Arn., *Bruguiera parviflora* W. et A., *Xylocarpus*soorten, verder *Sonneratia acida* L.F. vooral langs de kreeken, aan riviermonden en naar zee gekeerde boschranden en *Avicenniasoorten*, soms verspreid, soms zuiver voorkomend. *Rhizophora mucronata* Lam. komt meer langs de kreeken voor, terwijl *Rhizophora conjugata* L. meer overheerscht binnen in de vloedbosschen.

Op de gronden sub *b* vindt men dezelfde boomsoorten, als voor sub *a* opgesomd, doch maken ze hier den indruk ouder te zijn. De *Bruguiera*soorten komen wat meer voor, *Rhizophora mucronata* Lam. wat minder vaak.

Op de gronden sub *c*, welke slechts bij springtij geheel of gedeeltelijk onderloopen, komt *Bruguiera gymnorhiza* Lam. slechts in verspreide exemplaren voor. Deze gronden zouden volgens *Luytjes*, door inpoldering voor landbouw geschikt te maken zijn.

De *uitgestrektheid* der vloedbosschen is slechts plaatselijk met eenige nauwkeurigheid bekend. Volgens de rapporten der boschbeheerders en van de houtvesters van het Boschproefstation, kent men bij benadering de oppervlakte der ondervolgende complexen:

Vloedbosschen aan de Kinderzee. . .	11.000 tot	12.000 H.A.
„ bij Kangean	ruim	700 H.A.
„ langs de N. kust van Atjeh	5000 tot	7.000 H.A.
„ langs de O.-kust van Atjeh	ruim	56.000 H.A.
„ bij Simaloer	ruim	700 H.A.
„ bij Bengkalis en ei- landen (S.O.K.) . . .	ongeveer	25.000 H.A.
„ in Noord-Palembang	„	200.000 H.A.
„ bij Billiton	„	4.000 H.A.
„ bij Poeloe Laoet en P. Seboekoe	ruim	15.000 H.A.
„ bij Moena en Boeton en Z.-Celebes (Ken- dari)	ruim	49.000 H.A.

Samen is de oppervlakte van ruim 360.000 H.A. vloedbosch bij benadering bekend. Van de uitgestrekte vloedbosschen in Borneo en Nieuw-Guinea weten we wat de oppervlakte betreft, nog weinig.

Foxworthy zegt o.a. dat langs de Sambasrivier en de Kapoeasrivier groote vloedbosschen voorkomen. Ook langs de Baritorivier en de rivier van Koetei treft men uitgestrekte mangrovebosschen aan.

De oppervlakte dier bosschen schat *Foxworthy* op vele honderden vierkante mijlen elk. Er zouden dus enkele honderdduizenden H.A. vloedbosch in Borneo voorkomen.

Wat de *productie* der vloedbosschen aangaat, zoo leverden b.v. de vloedbosschen aan de *Kinderzee* gelegen, de laatste jaren (tot 1923) 30.000 tot 40.000 stapelmeter brandhout jaarlijks op. Dit brandhout was bestemd voor de Serajoedalstoomtram en voor suikerfabrieken. Van de ruim 56.000 H.A. vloedbosch in *Oost-Atjeh*, waren op 1 Januari 1923 ruim 40.000 H.A. in concessie uitgegeven, voornamelijk aan twee maatschappijen, de Handel Mij. Deli-Atjeh (met ruim 17.000 H.A.) en de Handel Mij. Guntzel en Schumacher (met ruim 20.000 H.A.). Hier werden o.a. in 1921 ongeveer 80.000 stapelmeter brandhout gekapt voor de tramwegen. Het gekapte brandhout was voornamelijk afkomstig van *Rhizophora*-soorten en grootbloemige *Bruguiera*'s en in de tweede plaats van *Xylocarpus*.

Langs *Sumatra's Oostkust* en in de *Riouw- en Lingga-archipel* kapten voornamelijk *Chineesche* panglons. Hier zouden jaarlijks 400.000 M.³ hout en 400.000 pikols houtskool geproduceerd worden, waarover hieronder nog nader. Op de meeste plaatsen zouden de vloedbosschen in deze streken reeds sterk uitgekapt zijn.

De vloedbosschen van *Boeton* zouden jaarlijks 10.000 à 20.000 palen en 100.000 à 200.000 dakribben leveren, uitsluitend voor de plaatselijke bevolking. De bosschen bij *Makasser* en *Maros* zouden reeds te zwaar uitgekapt zijn, om te voorzien in de behoeften van de inwoners van *Makasser*. De kleine vloedbosschen langs de kust van *Tapanoeli* leveren brandhout voor de steen- en kalkbranderijen van *Sibolga*. Het tinbedrijf op *Banka* betreft voor de houtskoolbereiding thans jaarlijks ongeveer 100.000 stapelmeter *bako-bako* brandhout van *Sumatra*.

Plaatselijk is dus de exploitatie der vloedbosschen van beteekenis. De houtrijkdom der vloedbosschen is niet overal gelijk. Men kan aannemen, dat de goede, nog niet of weinig uitgekapte bosschen 100 tot 150 M.³ stam- en takhout per H.A. opleveren, te verdeelen ongeveer als onder volgt:

timmerhout	70 M. ³	} samen ongeveer 125 M. ³ hout.
brandhout.	60 S.M.	
klein brandhout (takkenhout) .	40 S.M.	

Een overzicht van de in de vloedbosschen voorkomende boomsoorten, met vermelding van inheemsche namen, voorkomen, boomvorm, eigenschappen en kenmerken van het hout, alsmede het gebruik daarvan vindt men op de volgende bladzijden.

Vele gegevens zijn ontleend aan het proefschrift van R. WIND: *Het looistofvraagstuk in Nederlandsch-Indië*.

BOOMSOORT	FAMILIE	INHEEMSCHEN NAMEN VOOR	
		GESLACHT	SOORT
1. <i>Rhizophora conjugata</i> L.	<i>Rhizophoraceae</i>	<i>bako</i> ^a of <i>bakau</i> ² op verschillende plaatsen in den Archipel, <i>lârah</i> (Moena en Boeton).	<i>bako</i> ^a <i>kêtèk</i> (Kinderzee), <i>taheup</i> [*] (Simaloer), <i>bakau poetih</i> , (Palembang) <i>bakau itam</i> (Atjeh), <i>bakau akit</i> (Siak en Bengkalis), <i>djangkar</i> (Kangean), <i>lolaro</i> (Menado), <i>bakau langadei</i> en <i>b. tèm-poesing</i> (Borneo, Bandjermasin)**), <i>bakau</i> (W.-Borneo, P. Laoet)**), <i>dongoh</i> (Simaloer). *) Zie ook 4. **) Zie ook 5.
2. " <i>mucronata</i> Lam.	"		<i>bako</i> ^a <i>katjang</i> (Kinderzee), <i>bakau poetih</i> (Atjeh), <i>bakau mērah</i> (Palembang), <i>bakau</i> , <i>bakau</i> ² of <i>bakau laki</i> (P. Laoet)*), <i>bakau</i> ² (Borneo), <i>lolaro</i> (Menado), <i>dongoh</i> (Simaloer), <i>djangkar</i> (Kangean), <i>bangkoe</i> (Kendali, Celebes). *) Zie ook 5.
3. " <i>stylosa</i> Griff	"		—
4. <i>Bruguiera gymnorhiza</i> Lam.	"	<i>tongké</i> (Moena en Boeton). <i>Salak</i> ² P. Laoet.	<i>tantjang</i> (Kinderzee), <i>lindoer</i> (Kangean), <i>përtoet</i> , <i>bērnoet</i> of <i>toemoes</i> (Atjeh), <i>taheup</i> [*] (Simaloer), <i>tenggel pajo</i> (Simaloer), <i>toemoe</i> (Siak, Bengkalis), <i>tomo</i> (Palembang), <i>poetoet</i> (W.-Borneo), <i>salak</i> (P. Laoet), <i>salak</i> ² (Borneo), <i>tongkèh</i> (Moena en Boeton), <i>makoerang</i> (Menado). *) Zie ook 1.
5. " <i>eripetala</i> W. et A.	"		<i>mata boeaja of boeroes</i> (Atjeh), <i>toemoe</i> en <i>boesing</i> (Siak, Bengkalis), <i>poetat</i> (Palembang), <i>bakau</i> (P. Laoet)*), <i>bakau langadei</i> en <i>b. tèm-poesing</i> (Bandjermasin)**) *) Zie ook 1 en 2. **) Zie ook 1.
6. " <i>caryophylloides</i> Bl.	"		<i>tantjang soekoen</i> (Kinderzee), <i>bēroes</i> (Kangean).
7. " <i>parviflora</i> W. et A.	"		<i>tandjan</i> (Kinderzee), <i>bēroes</i> (Kangean), <i>tanggadé</i> (Atjeh), <i>mēngē-langan</i> (Palembang), <i>langadai</i> (P. Laoet), <i>tēngit</i> (W.-Borneo), <i>tangir</i> (Moena, Boeton).

VOORKOMEN	BOOMVORM	EIGENSCHAPPEN VAN HET HOUT	GEBRUIK
Komt veelvuldig voor, op de laagste terreinen, meer binnen in de vloedbosschen en vormt daar vaak het hoofdbestand.	1 en 2 vaak slanke boomen, tot 30 M. hoog en ø meer dan 50 c.M. Takvrij stamgedeelte 10—12 Meter.	1 en 2 roodbruin hout, kernhout donkerbruin. Zeer zwaar en hard. 3e houtwaardeklasse.	1 en 2 voor stijlen en balken onder dak, heipalen onder grondwaterlijn, loods-dolken, mijnhout en droogstokken gebruikt. Uitstekend brandhout. Zeer goede houtschool. Zeer goede looibast.
Als boven, doch vnl. alleen aan de buiten-zoom der vloedbosschen.	—	—	—
Komt weinig voor.	—	—	—
Grootbloemig, komt overal voor.	4 en 5 grooter afmetingen dan 6 en 7. Op gunstige plaatsen 4 tot 30 M. hoog en 65 c.M. ø. 4 en 5 niet zo slank als de <i>Rhizophora</i> 's. Laag aangezette kroon.	4, 5, 6 en 7 geelbruin tot rood hout, komt veel overeen met het hout der <i>Rhizophora</i> 's, is iets minder duurzaam in weer en wind. 3e houtwaardeklasse.	Gebruik van het <i>Bruguiera</i> -hout gelijk aan dat der <i>Rhizophora</i> 's. De grootbloemige <i>Bruguiera</i> 's leveren de meest waardevolle bast, vooral <i>Br. gymnorhiza</i> . Hiervan is het looistof gehalte hooger dan bij de <i>Rhizophora</i> 's. Van <i>Br. caryophylloides</i> is het looistofgehalte gelijk aan dat der basten der <i>Rhizophora</i> 's. Goed brandhout.
Grootbloemig, komt minder vaak voor als de vorige.	—	—	—
Kleinbloemig, komt niet zoo veelvuldig voor. Komt vooral aan de Kinderzee voor.	6 en 7 hebben kleiner afmetingen dan 4 en 5. 6 en 7 zeer slank, 10—12 M. takvrijestam, ø 30—35 c.M.	—	—
Kleinbloemig, komt niet zoo veelvuldig voor. Vormt plaatselijk in de Buitengewesten kleine zuivere groepjes, aan de binnenzijde der mangrove.	—	—	—

BOOMSOORT	FAMILIE	INHEEMSCHE NAMEN VOOR	
		GESLACHT	SOORT
8. <i>Ceriops Candolleana</i> Arn.	Rhizophoraceae	boelie (Moena en Boeton). <i>têngar</i> en <i>tingi</i> op verscheidene plaatsen.	<i>tingi</i> (Kangean, Palembang, P. Laoet), <i>têngar</i> (Atjeh, P. Laoet, Simaloer, Siak, Bengkalis, W.-Borneo), <i>api</i> ² (Borneo)*), <i>dadoek rajapen miri</i> of <i>mèrih</i> (P. Laoet), <i>ting</i> (Menado) *) Zie ook 16, 17 en 18.
9. „ <i>Roxburghiana</i> Arn.	„	—	<i>tingi</i> (Kangean), <i>têngar</i> (Simaloer).
10. <i>Kandelia candel</i> Druce	„	—	<i>pisang</i> ² (Atjeh)
11. <i>Xylocarpus granatum</i> Koen	Meliaceae	<i>niri</i> , <i>njiri</i> , <i>ngiri</i> , <i>njèrèh</i> .	<i>njiri</i> (Kinderzee, Palembang, Siak, Bengkalis), <i>njèrèh</i> (Kangean), <i>niri boenga</i> (Atjeh), <i>ngiri</i> (W.-Borneo, Simaloer, Borneo), <i>awa miri</i> en <i>têngar tatoe</i> (Simaloer), <i>kontawo</i> (Moena), <i>niri</i> (Palembang)*), <i>mènjèrèn</i> (Siak, Bengkalis). *) Zie ook 25.
12. „ <i>moluccensis</i> Roem	„	—	<i>niri batoe</i> (Atjeh)*), <i>ngiri</i> (Simaloer), <i>raroe</i> (Palembang). *) Zie ook 25.
13. <i>Sonneratia alba</i> Smith	Sonneratiaceae	<i>balombo</i> (Moena). <i>péropa</i> (Boeg.) <i>prapat</i> of <i>pèrapat</i> of <i>pèrpap</i> verspreid.	<i>prapat</i> (Kinderzee, Kangean, Palembang), <i>pèrapat</i> (Atjeh), <i>pèrpap</i> (Siak, Bengkalis), <i>rambai boengam</i> (P. Laoet, Borneo).
14. „ <i>acida</i> L. F.	„	—	<i>prapat</i> (Kangean), <i>brambang</i> (Atjeh), <i>alatak</i> (Simaloer), <i>rambai</i> (Bandjermasin), <i>pèdada</i> (Palembang en Kendari (Celebes)),
15. „ <i>ovata</i> Backer	„	—	<i>prapat</i> (Kangean), <i>bogèm</i> (Palembang).
16. <i>Avicennia marina</i> Vierh.	Verbenaceae	<i>api</i> ²	<i>api</i> ² (Kinderzee, Kangean, Siak, Bengkalis, P. Laoet, Borneo, Moena, Boeton*), <i>djampei</i> (Atjeh). *) Zie ook 8 en 18.
17. „ <i>officinalis</i> L.	„	—	<i>api</i> ² (Kangean, P. Laoet, Celebes, Moena, Boeton)*), <i>djampei</i> (Atjeh), <i>piapi</i> (Boeg.), <i>péati</i> (Moena). *) Zie ook 8 en 18.

VOORKOMEN	BOOMVORM	EIGENSCHAPPEN VAN HET HOUT	GEBRUIK
Komt algemeen voor.	8 en 9 hoogte 15 M., ø 20—25 c.M., stam- men veelal gaaf, rol- rond, zelden meer dan 5 M. takvrij.	8 en 9 kernhout oranje-bruin, hard vermoedelijk 3e houtwaardeklasse.	8 en 9, dikkere stammen voor huizenbouw en mijn- hout, dünnere voor visch- staken, droogstokken, dak- ribben, enz.. Zeer goed brandhout, bast met hoog looistofgehalte. In de ge- makkelijk bereikbare vloedbosschen vrij wel uit- geroeid.
Zeldzaam.	—	—	—
Komt veelvuldig voor, min of meer gezellig.	Grillige stamvorm, veelal hol, laag aan- gezette kroon, h. 20 M., ø 75 c.M.	Kernhout licht- rood, glanzend, matig hard. 2e houtwaardeklasse.	Meubels, handvaten van wapens e.d.. Goed brand- hout. Goede looibast, doch dun, dus weinig product. Van <i>X. moluccensis</i> is de bast wat dikker.
Komt meer voor op de drogere plaatsen in de vloedbosschen.	Betere stamvorm, rot minder in, laag aangezette kroon, zel- den > 5 M. takvrij.	—	—
Voornamelijk aan de buitenzoom der vloed- bosschen, op zandige geëxponeerde plaatsen soms overheerschend.	Vrij staand een laag vertakte boom, ø vaak meer dan 1 M. In gesloten stand, vaak 15 M. takvrije stam.	Licht- tot donker- bruin kernhout, 3e houtwaardeklasse.	Als looibast niet gebruikt, Huizen- en bruggenbouw, scheepsbouw (ribben en dekplanken). Van <i>S. acida</i> wordt het weeke hout der ademwortels als surrogaat voor kurk gebruikt.
—	—	—	—
—	—	Vermoedelijk 5e houtwaardeklasse.	<i>S. alba</i> levert goed brand- hout, hout en asch bevat- ten veel zout, uit de asch wordt soms zout gewonnen. Van <i>S. acida</i> wordt de fijn- gestampte binnenbast, met mais vermengd, op Madoera gegeten; bladeren en vruch- ten worden ook gegeten.
—	—	—	—
In Palembang komen 2 soorten of variëteiten voor, lempoepoe en api ² geheeten.	—	Vermoedelijk 5e houtwaardeklasse.	Als looibast niet gebruikt. Van <i>A. officinalis</i> wordt het hardere en duurzamere hout, om het hart der oude boomen gelegen, soms ge- bruikt voor stijlen. Rijst- blokken. Als brandhout gebruikt als de betere soor- ten op zijn. Van <i>A. officina-</i> <i>lis</i> worden in tijden van voedselschaarste de zaad- lobben der vruchten ge- geten.
—	—	—	—

BOOMSOORT	FAMILIE	INHEEMSCHE NAMEN VOOR	
		GESLACHT	SOORT
18. <i>Lumnitzera littorea</i> Voigt	Combretaceae	—	doedoek taroentoem (Kangean), taroentoem (Atjeh, W.-Borneo), api ² djamboe (Bandjermasin)* en api ² vala (Similoer)*. *) Zie: 8, 16 en 17.
19. „ <i>racemosa</i> Willd.	„	—	doedoek taroentoem (Kangean), soeroep (Siak, Bengkalis).
20. <i>Aegiceras corniculatum</i> Blanco	Myrsinaceae	—	séntigi (P. Laoet).
21. <i>Scyphiphora hydrophyll-</i> <i>lacea</i> Gaertn.	Rubiaceae	—	—
22. <i>Paramygnia angulata</i> Kurz	Rutaceae	—	—
23. <i>Cerbera manghas</i> L.	Apocynaceae	—	—
24. <i>Excoecaria agallocha</i> L.	Euphorbiaceae	—	měnnēgan (Kangean), boeta ² (P. Laoet, Atjeh), boeto ² (Palem- bang).
25. <i>Heritiera littoralis</i> Dryand	Sterculiaceae	—	doengoen (Kinderzee, W.-Bor- neo, Siak, Bengkalis), doemoen (Siak, Bengkalis), ngiri batoe (Simaloer)*, kalampé (Kapoe- as, Borneo), kandi walon Sampit, Borneo, kaloek laeok (Boentok, Borneo). *) Zie: 11 en 12.
26. <i>Pithecolobium umbel-</i> <i>latum</i> Bth.	Leguminosae	—	—
27. <i>Cynometra ramiflora</i> L.	„	—	—
28. <i>Dolichandrone spatha-</i> <i>cea</i> Schum.	Bignoniaceae	—	—
29. <i>Cumingia philippensis</i> Vidal.	Bombaceae	—	—

VOORKOMEN	BOOMVORM	EIGENSCHAPPEN VAN HET HOUT	GEBRUIK
Verspreid voorkomen, L. racemosa komt nog het meest voor.	Kleine afmetingen, h. tot 18 M., ø tot 50 c.M.	2e houtwaardekl. Kernhout fraai lichtbruin, soms paarsachtig, hard en zwaar.	Indien niet ontschorst vrij goed bouwhout, meubels, dwlg., scheepsbouw, hui- zen, bruggen. Zou bestand zijn tegen paalworm.
—	Kleine afmetingen, h. tot 10 M., ø tot 30 c.M., zelden > 5 M. takvrij.	—	—
—	Meestal een heester.	Vermoedelijk 5e houtwaardeklasse.	I.evert slechts kleine hoe- veelheden brandhout. Bas- ten niet voor looien ge- bruikt.
—	Meestal een heester.	Als boven.	Als boven.
—	—	Als boven.	Geen looibast.
—	—	Als boven.	Geen looibast, uit de zaden lampolie.
—	—	Als boven.	Geen looibast, reukhout, doch hiervan slechts kleine stukken in enkele boomen.
Vrij verspreid voor- komen.	Boomen meestal hol, krom, knoestig.	Vermoedelijk 1e houtwaardeklasse, rood tot zwartbruin kernh., zeer zwaar, hard, duurzaam.	Huizen- en bruggenbouw, scheepsbouw, dwlg.. Bast- gebruik onbekend.
Zeer verspreid voor- komen.	Lage stammen, sterk vertakt, ø tot 70 c.M.	Kernhout donker- bruin, zwaar, hard, 3e houtwaardekl.	Bast niet gebruikt.
Waarsch. verstrooid, soms aan den binnen- zoom der vloedbos- schen gezellig.	h. tot 15 M., ø tot 40 c.M.	Kernhout donker- bruin, zwaar, hard, 3e houtwaardekl.	Huizenbouw, dwlg..
—	Zacht hout, gemak- kelijk bewerkbaar.	5e houtwaarde- klasse.	Huishoudelijke artikelen, armdikke takken als drijf- hout voor netten. Geen looibast-gebruik.
—	—	? 5e houtwaarde- klasse.	Basten niet gebruikt in leerloerijen.

Houtwaardeklassen: Zie Dr. L. G. den Berger. De grondslagen voor de classificatie der Ned. Ind. timmerhoutsoorten. Korte Meded. No. 4, Proefstation voor het Bosch-
wezen, en Tectona, dl. XVI 1923, blz. 602 e.v.

§ 4. *De botanisch-technische eigenschappen der houtsoorten.*

Voor de studie van de houtsoorten is ongetwijfeld onmisbaar het werk van Dr. J. W. Moll en H. H. Janssonius, „*Mikrographie des Holzes der auf Java vorkommenden Baumarten*”. Wel worden in dit werk slechts *Javaansche* houtsoorten behandeld, maar zeer vele daarvan komen ook buiten Java voor. Het werk geeft uitvoerige beschrijvingen van den anatomischen bouw van een groot aantal houtsoorten; bovendien zijn determinatie-tabellen gegeven, waarmede men, binnen de familie, met behulp van anatomische kenmerken van het secundaire houtlichaam, tot een scheiding in kleinere groepen, veelal tot geslachten of soorten kan komen. Sedert 1906 tot op heden verschenen 7 afleveringen, behandelende 55 plantenfamilies.

Echter is voor niet anatomisch geschoolden de microscopische studie van houtsoorten uitermate bezwaarlijk, zoo niet onmogelijk. Om deze redenen is het Proefstation voor het Boschwezen te *Buitenzorg* er dan ook toe overgegaan, beschrijvingen te geven van den bouw van Indische houtsoorten, die ook door practici, beschikkende over een goede loupe (10 maal vergrooting), geraadpleegd kunnen worden.

De eerste publicatie van dezen aard was: *Mededeeling No. 5 van het Proefstation voor het Boschwezen: 78 Preanger-houtsoorten, beschrijving, afbeelding en determinatietabel, door H. Beekman, Directeur van het Proefstation voor het Boschwezen.*

Beekman schrijft hierin o.m.: „Bij het toenemen van het gebruik van z.g. „wildhout”, d.i. zooals het spraakgebruik het wil, alle hout anders dan djatihout, is men, zoowel houtproducent, hout-handelaar als houtverbruiker, meer en meer de behoefte gaan gevoelen aan middelen ter controleering, dat het op de markt gebrachte verhandelde en ingekochte hout ook werkelijk dat hout is, als hoedanig het aangeboden en geleverd werd en gebruikt moet worden. Wel bestaat omtrent de onderscheiding van verschillende houtsoorten ervaring in verschillende graden van volkomenheid bij personen, die geregeld hout verhandelen en verbruiken, doch deze ervaring omvat veelal slechts een eng begrensde plaatselijke markt en is bovendien steeds een zeer persoonlijk, voor anderen niet toegankelijk bezit, dat telkens met den persoon verloren gaat en telkens ook weer moeizaam individueel verworven moet worden. Als geheel bevredigden eindtoestand kan men zich voorstellen de volledige beschrijving van alle in Nederlandsch-Indië bruikbaar te achten houtsoorten, met opgave van hare onderscheidene kenmerken. Dit einddoel moet ongetwijfeld nagestreefd worden, doch bedenkt men, dat uit de in totaal eenige duizenden boomsoorten van dezen Archipel zeker ettelijke honderden reeds dadelijk of in de toekomst

bruikbaar te achten zijn, bedenkt men verder, dat de systematisch-botanische bewerking der boomsoorten van geheel Nederlandsch-Indië nog een onvoldoend ontgonnen arbeidsveld biedt, dan zal het duidelijk zijn, dat nog tal van jaren door meerdere gegadigden aan deze taak gearbeid zal moeten worden, alvorens het geschetste einddoel in zicht zal komen. Het zal de algemeene zaak inmiddels ten goede komen, indien men min of meer scherp omgrensde deelen van het grootere arbeidsveld afzonderlijk bewerkt. Uit deze, voorloopig afzonderlijk in beperkter kring reeds bruikbare bouwstoffen, zal dan ten slotte het gebouw gaandeweg kunnen worden opgetrokken. Een bijdrage tot dezen bouw te leveren is het doel van dit geschrift. Het werk van *Mollen Janssonius* is slechts bruikbaar voor den wetenschappelijken werker, uitgerust met microscoop en een laboratorium, hoe bescheiden dit laatste dan ook moge worden opgevat. Voor den praktijkman uit houthandel en verwerking blijft de schat van gegevens in het bedoelde werk aanwezig, voor het allergrootste gedeelte onbereikbaar."

Verscheidene van de door *Beekman* beschreven houtsoorten komen ook in de Buitengewesten voor, vooral in Zuid-Sumatra.

Tot de beschreven families en soorten ¹⁾ behooren er vele, die zelfs tot de belangrijkste der Buitengewesten behooren, o.a.: de *Dipterocarpaceae* (geslachten: *Shorea*, *Hopea*, *Dipterocarpus*), *Fagaceae* (geslachten: *Quercus* en *Castanea*), *Lythraceae* (geslacht: *Lagerstroemia*), *Myrtaceae* (geslacht *Eugenia*), *Lauraceae* (geslacht *Dekaasia*) en *Verbenaceae* (geslacht *Vitex*).

Als tweede publicatie op dit gebied verscheen *Mededeeling No. 7* „*Inleiding tot de herkenning van het hout in de praktijk*“, door Dr. L. G. den Berger en Prof. Dr. H. Beekman.

Hierin worden slechts een twaalfstal soorten behandeld, als voorbeeld van de wijze waarop men, langs den aangegeven weg, tot bruikbare uitkomsten kan komen.

Van de technische eigenschappen der houtsoorten is nog weinig bekend. Dr. Ir. J. Ph. Pfeiffer, destijds in dienst van de Nederlandsch-Indische Houtaankap Mij., heeft in een voortreffelijk proefschrift ²⁾ de technische eigenschappen van een vijftal houtsoorten der Buitengewesten beschreven en vergeleken met die van djatihout (*Tectona grandis* L.). Deze 5 houtsoorten zijn:

Eusideroxylon Zwageri T. et B. Onglen (Sumatra), *Boelian*, *Blian* of *Oelin* (Borneo).

Shorea spec.

Ressak, afkomstig van *Simaloer* (ten W. van Sumatra).

1) Zie de verhandeling.

2) De waarde van wetenschappelijk onderzoek voor de vaststelling van technische eigenschappen van hout, door J. Ph. Pfeiffer. Proefschrift Delft, 1917.

<i>Dipterocarpus trinervis</i> Bl.	<i>Lagan</i> of <i>Kroewing</i> , ook afkomstig van <i>Simaloer</i> .
<i>Shorea spec.</i>	<i>Měranti</i> .
<i>Alstonia scholaris</i> .	<i>Poelai</i> .

In verschillende werken op het gebied van plantengeografie en systematiek worden mededeelingen gedaan over eigenschappen en gebruik van *Indische* houtsoorten. Deze mededeelingen berusten in hoofdzaak op persoonlijke ervaringen van houthandelaren, houtproducten en houtverbruikers, of wel op mededeelingen van de inheemsche bevolking.

Het werk van *F. W. van Eeden* en *J. J. Duyffjes*: „*Houtsoorten van Nederlandsch-Oost-Indië*”, geeft meermalen aanwijzingen betreffende de bruikbaarheid van houtsoorten voor houtskoolbereiding.

Ook in het werk van *Dr. S. H. Koorders* en *Dr. Th. Valetton*: „*Bijdragen tot de kennis der boomsoorten van Java*”, kan men veel gegevens, ook van boomsoorten, die tevens in de Buitengewesten voorkomen, vinden. Over geschiktheid voor houtskoolbereiding wordt echter in dit werk zeer weinig medegedeeld.

Op het gebied der houtverkoling zijn de eerste belangrijke proeven met wildhoutsoorten der Buitengewesten verricht door *B. Lindberg*. Mededeelingen daarover zijn gepubliceerd in een „*Verslag over een onderzoek van eenige houtsoorten, die op Banka gebruikt worden voor houtskoolbereiding*.” (*De Mijnningenieur*, 1921.)

P. K. Heringa deed eenige onderzoekingen naar de verbrandingswaarde van een zevental Indische houtsoorten (*Iets over de verbrandingswaarde van eenige Indische houtsoorten. Tectona* dl. IX (1916), blz. 375 e.v.).

In een artikel in *Tectona* dl. XI (1918), blz. 1—82, getiteld: „*Het door het Proefstation voor het Boschwezen te verrichten houtonderzoek*”, doet *H. Beekman* mededeeling van hetgeen er op dit gebied tot ultimo September 1917 is verricht.

Het doel van dit onderzoek is, onder meer, het nagaan van de eigenschappen, welke de algemeene bruikbaarheid van houtsoorten (voor constructiedoeleinden b.v.) en de bruikbaarheid voor bijzondere doeleinden (b.v. meubels, papier, kisten, bestrating enz.) bepalen. Het onderzoek omvat:

- 1e. de identificatie,
 - a. uitwendig voorkomen,
 - b. anatomische bouw,
- 2e. de mechanische eigenschappen,
- 3e. de fysische eigenschappen,
- 4e. de chemische samenstelling,
- 5e. duurzaamheid en verduurzaming.

35 Houtsoorten werden onderzocht op: buiging, drukvastheid, drukelasticiteit, drukweerstand 1 vezel, afschuiving, splijting, hardheid, vasthouden van tirefonds en railspijkers, terwijl daarnaast het vochtgehalte en het S. G. werden bepaald.

In *Tectona* dl. XIV (1921), blz. 331—378, deelt Dr. L. G. den Berger in een artikel getiteld: „*Mechanisch-technische eigenschappen van Nederlandsch-Indische houtsoorten*”, de resultaten van het onderzoek tot einde 1920 mede. Daarbij worden de mechanisch-technische eigenschappen van 42 houtsoorten vermeld.

Over de mechanisch-technische eigenschappen van houtsoorten van Britsch-Indië en van de Philippijnen bestaat een meer uitvoerige literatuur. Gegevens betreffende de houtverkoling werden aangetroffen in de navolgende werken:

J. S. Gamble, „*A Manual of Indian Timbers*”.

Fred. W. Foxworthy, „*Indo-Malayan woods*”.

F. W. Foxworthy, I „*Timbers of British North-Borneo*”,

II „*Minor forest products & jungle produce*”,
(Government of British North-Borneo, Department of Forestry. Bulletin No. 1).

H. M. Bunbury, „*The destructive distillation of wood*”, vermeldt op blz. 62 en 63 de resultaten van proefverkolingen, door Sudborough en medewerkers gedaan, met 50 houtsoorten uit Britsch-Indië (*Mysore en Baroda*). De meeste van deze houtsoorten komen ook in Nederlandsch-Indië voor.

P. Dumesny en J. Noyer, „*Wood products; distillates and extracts*”, deelen de uitkomsten van proefverkolingen van A. H. Wells, met 12 houtsoorten van de Philippijnen, mede (zie blz. 7).

Ook van deze houtsoorten komen er vele in Nederlandsch-Indië voor. Volgens S. Sankaran „*Preparation of charcoal in the octagonal kilns in Neunam Block, Coonoor Range*” (*Madras Forest College Magazine* VI, 4—1922 pg. 288—293 (referaal *Tectona*, dl. XV (1922) blz. 824), zou verkoling van dunningshout van *Eucalyptus globulus* Labell gunstige resultaten opleveren.

Een overzicht van de Nederlandsch-Indische boomsoorten, waarvan in de ons bekende literatuur wordt medegedeeld, dat het hout ervan geschikt zou zijn voor houtskoolbereiding, vindt men hierachter opgenomen.

NAAM	FAMILIE	INHEEMSCHE NAAM	VERSPREIDINGSGEBIED	EIGENSCHAPPEN VAN HET HOUT. GEBRUIK VAN HET HOUT OF ANDERE DEELEN VAN DEN BOOM.	AANTEKENINGEN ¹⁾
1. <i>Schleichera trijuga</i> Willd.	Sapindaceae	kēsambi, sambi (J., S., Ml.), bado (Makas.), ading (Boeg.), wēsēm (Ml.).	Geheele archipel. Op Java in Bantam en op Noesa Kembangan niet van nature voorkomend. Verder in geheel Z.-Azië en op Ceylon. In 1903 (volgens K. en V., IX, blz. 176 t/m. 180) nog niet in Malakka waargenomen. Verder in tropisch Azië.	Hard en zwaar hout. Meestal boven andere houtsoorten verkozen voor bereiding van houtskool. Houtskool in het groot voor de lokale markt aangemaakt. Van het hout maakt men walsen voor Inlandsche suikerrietmolens. De jonge zuursmakende vruchten worden gegeten, eveneens de jonge bladeren, als groente bij de rijst. Uit de zaden verkrijgt men de Makasserolie. Veelal vrij hoge, dikke, sterk vertakte boom. Ook in de djatibosschen, vooral in Madioen en Kediri.	Zie K. en V., bijdrage IX, blz. 176 t/m 180; v. E. en D., blz. 81, No. 253. R. Wind Hm.: De houtskoolovens te Saradan. Tectona, dl. XVI (1923), blz. 515 t/m 532 en dl. XVII (1924), blz. 613 t/m 619. M. en J. II, no. 291, blz. 354 t/m 359. Zie verder: J. S. Gamble, A Manual of Indian Timbers, blz. 195, en ook: Fred. W. Foxworthy, Indo-Malayan Woods, blz. 495. (Uit: The Philippine Journal of Science, Vol. IV, Oct. 1909, No. 4).
2. <i>Tectona grandis</i> L.	Verbenaceae	djati (J., S., Ml.), djatèh (Md.). De bevolking onderscheidt nog: dj. soengoe, dj. lēnga, dj. kapoer, dj. kijong, dj. wēroet, dj. ri, dj. dorēng, dj. kēmbang, dj. gēmbol (J.).	Java, Moena, Kangean-eilanden. Britsch-Indië, Burma en Siam.	Eigenschappen en gebruik van hout algemeen bekend. Bladeren en schors voor dakbedekking. Bladeren gebruikt voor pakmateriaal. Van het hout wordt op Java zeer veel houtskool gebrand.	Zie: Mededeeling No. 5, van het Boschproefstation l.c., blz. 177 e.v.. Dr. Ir. J. Ph. Pfeiffer, De waarde van wetenschappelijk onderzoek voor de vaststelling van technische eigenschappen van hout. Proefschrift Delft, 1917. K. en V. VII, blz. 164—171. v. E. en D., blz. 189 t/m 194, No. 570. Zie verder: J. W. H. Cordes: De djatibosschen van Java. Talrijke artikelen in het boschbouwkundig tijdschrift Tectona. Verslagen over den Dienst van het Boschwezen in Nederlandsch-Indië.
3. <i>Rhizophora conjugata</i> L.	Rhizophoraceae	bako ² of bakau ² met verschillende toevoegingen als: kētèk (Kinderzee), poetih, itam (Palembang), akit (Atjeh), langadei en tēmpoesing (Borneo).	O.-Afrika, Azië (Br.-Indië, Burma, Andamanen), Australië en Mal. Archipel. Veelvuldig in de vloedbosschen, op de laagste terreinen, meer binnen in die bosschen. Vormt daar dikwijls het hoofdbestand.	Veelal vrij hoge boom, slank, met 10—12 M. takvrijen stam. Zeer zwaar en hard hout. Kernhout donkerbruin. Gebruikt voor stijlen en balken onder dak, heipalen onder grondwaterlijn, loods dolken, mijnhout, droogstokken enz. Uitstekend brandhout, zeer goede loobast en zeer goede houtskool.	Zie: Dr. R. Wind, Het looistofvraagstuk in Nederlandsch-Indië. Proefschrift, Wageningen, 1924, blz. 60. M. en J. III, No. 412, blz. 333 t/m 338. Zie verder: F. W. Foxworthy, I. Timbers of British North-Borneo, II. Minor forest products and jungle produce, Government of British North-Borneo, Department of Forestry, Bulletin No. 1, blz. 59 en 60.
4. <i>Rhizophora mucronata</i> Lam.	Rhizophoraceae	bako ² of bakau ² met toevoegingen als: katjang (Kinderzee), poetih (Atjeh), mērah (Palembang), laki (P. Laoet).	Mal. Archipel. Als boven, doch meer aan den buitenkant der vloedbosschen. Speciaal in Zanzibar, verder op de Seychellen, Madagascar en op de Andamanen, in Br.-Indië, Burma en Australië.	Gebruik enz. als voor R. conjugata L. vermeld.	R. Wind, l.c., blz. 60.
5. <i>Bruguiera gymnorhiza</i> Lam.	Rhizophoraceae	tantjang (Kinderzee), pētoet, bēmoet of toemoes (Atjeh), toemoe (Siak, Bengkalis), tomo (Palembang), poetiet (W. Borneo), salak of salak ² (P. Laoet en Z.O.-Borneo), tongkèh (Moena en Boeton), ma-koerang (Menado).	Mal. Archipel en vanaf O.-Afrika tot aan Australië. Komt veelvuldig in de vloedbosschen voor.	Vrij hoge boom op gunstige groeiplaatsen, met laag aangezette kroon. Hout geelbruin tot rood, iets minder duurzaam, dan dat der Rhizophora's. Gebruik van het hout als bij de Rhizophora's. De loobast is nog beter. Goed brandhout en goede houtskool.	R. Wind, l.c., blz. 60 en 61. C. H. Japing, Het houtskoolbedrijf in Atjeh, Tectona XVII (1924), blz. 247 t/m 253. M. en J. III, No. 416, blz. 344 en 345.

¹⁾ Dr. S. H. Koorders en Dr. Th. Valetton. Bijdragen tot de kennis der boomsoorten van Java. (Mededeelingen uit 's Lands Plantentuin); verder aangehaald als: K. en V.

Dr. J. W. Moll en H. H. Janssonius, Mikrographie des Holzes der auf Java vorkommenden Baumarten; aangehaald als: M. en J.

Beschrijvende catalogus. Houtsoorten van Nederlandsch-Indië, door F. W. van Eeden, 3e uitgave bewerkt door J. J. Duyffjes; verder aangehaald als: v. E. en D.

NAAM	FAMILIE	INHEEMSCHE NAAM	VERSPREIDINGSGEBIED
6. <i>Bruguiera parviflora</i> W. et A.	Rhizophoraceae	tandjan (Kinderz.), lang-gadé (Atjeh), mēngēlangan (Palembang), langadai (P. Laoet), tēngit (W. Borneo), tangir (Moena, Boeton).	Mal. Archipel, Br.-Indië, Philippijnen. Komt niet zoo veelvuldig voor, vormt plaatselijk kleine zuivere groepjes aan den binnenkant der Mangrove-bosschen.
7. <i>Ceriops Candolleana</i> Arn.	Rhizophoraceae	tingi (Palembang, P. Laoet en Kangean), tēngar (Atjeh, Simaloer, Siak, Bengkalis, W.-Borneo), api-api (Borneo), ting (Menado).	Mal. Archipel en verder in de vloedbosschen in de tropen van de Oude Wereld. Komt algemeen voor.
8. <i>Gluta Renghas</i> L.	Anacardiaceae	ingas of rēngas (J.).	Geheele Maleische archipel. Oost-Afrika, Madagaskar. Op Java in W. en M. Java van 0—300 Meter boven zee.
9. <i>Tristania obovata</i> (R. Br.) idem variëteit.	Myrtaceae	pēlawan (Ml.), ook prawan op Banka. De variëteit heet op Billiton: pēlawan toedak, op Banka pēlawan toenjan.	Sumatra, Borneo, Banka en Billiton.
10. <i>Syzygium rufifolium</i> Miq. of <i>Eugenia spec.</i>	Myrtaceae	samak (Ml.).	Banka en Billiton.
11. <i>Tamarindus indica</i> L.	Leguminosae	asēm (Ml., J., Md.), asēm (Sd.).	Vaderland waarschijnlijk tropisch Afrika. Veel aangeplant langs de wegen in Ned. Indië. Komt soms verspreid in de djatibosschen voor (Madioen). Verder in Britsch-Indië, Burma, Ceylon en Maleische Archipel.
12. <i>Quercus spicata</i> Smith.	Fagaceae	pasang (J., S.), masang (Md.), bērangān padi, b. pipit, kēpoel, mēngkēpoel, mēmpēning boengkoes (Ml.), pasang batoe of p. soesoe (S.).	Mal. Archipel. Op Java beneden 2000 Meter boven zee. Verder in Britsch-Indië.

EIGENSCHAPPEN VAN HET HOUT. GEBRUIK VAN HET HOUT OF ANDERE DEELEN VAN DEN BOOM.	AANTEKENINGEN
Deze boom is kleiner dan Br. gymnorrhiza Lam., doch heeft een slanken stam (10—12 Meter takvrij). Hout en gebruik daarvan als bij Br. gymnorrhiza Lam.. Goede looibast, goed brandhout, goede houtschool.	R. Wind, l.c., blz. 60 en 61. C. H. Japing, l.c., blz. 247 t/m 253. M. en J. III, No. 417, blz. 345 en 346.
Lage boom, rolronde stam, zelden meer dan 5 Meter takvrij. Kernhout: oranje-bruin, hard; gebruikt voor huizenbouw, mijnhout, vischstaken, droogstokken, dakribben. Zeer goed brandhout, goede houtschool, zeer goede looibast. Op gemakkelijk bereikbare plaatsen vaak uitgeroeid.	R. Wind, l.c., blz. 58. C. H. Japing, l.c., blz. 247 t/m 253. Zie verder: Gamble, l.c., blz. 333; ook: Foxworthy, Gov. of British North-Borneo. Dept. of Forestry, Bulletin No. 1, blz. 59 en 60.
Fraai meubelhout, doch veelal veel minderwaardig spint. Hooge boom, zuilvormige stam, veelal hoog vertakt. Op Sumatra (Tapanoeli) wordt houtschool van deze houtsoort gemaakt.	Zie: K. en V. IV, blz. 94 t/m 97. M. en J. II, No. 319, blz. 468 t/m 474. Dr. L. G. den Berger en Prof. Dr. H. Beekman, Inleiding tot de herkenning van het hout in de praktijk. Mededeeling No. 7 van het Proefstation voor het Boschwezen te Buitenzorg, blz. 53 t/m 55.
Groote heester of kleine boom. Zwaar hout. Gewild voor houtschoolbereiding.	Zie: v. E. en D., blz. 140, Nos. 415 en 416.
Hooge boom; de bast wordt gebruikt voor lederbereiding, het hout voor houtschoolbranden.	Zie: v. E. en D., blz. 138, No. 407.
Fraai donkerbruin tot zwart kernhout, o.a. gebruikt voor kamwielen en wandelstokken. Bladeren, zaden en vruchtmoes ook gebruikt. Vrij hooge, dikke, sterk vertakte boom. Langzame groeier. Het hout levert zeer goede houtschool.	Zie: K. en V. I, blz. 272. M. en J. III, No. 355, blz. 129 t/m 135. Zie verder: Fred. W. Foxworthy l.c., blz. 463.
Vrij hooge boom; hoog in de bergen echter laag. Zeer hard hout, soms gebruikt voor huizenbouw, ook voor houtschoolbereiding.	Zie: K. en V. X, blz. 39 t/m 43 en v. E. en D., blz. 250, No. 784. Mededeeling No. 5 van het Proefstation voor het Boschwezen te Buitenzorg: 78 Preanger-houtsoorten enz., door H. Beekman, Dir. van het Proefstation, blz. 88 en 89. Zie verder: Gamble l.c., blz. 680.

NAAM	FAMILIE	INHEEMSCHE NAAM	VERSPREIDINGSGEBIED
13. <i>Phyllanthus Emblica</i> L. of <i>Emblica officinalis</i> Gaertn.	Euphorbiaceae	malaka (Ml., S.), kēm-loko (J.) en mlaka (Md.), kalimoko (Bali).	Java, Sumatra, Celebes, Flores, Timor, verder in China, Japan, Britsch-Indië, Malaka en op Ceylon. Veelvuldig voorkomend, vooral in glagah- en alang-alang wildernissen, zoowel in de laagvlakke (djatibosschen) als op de bergen.
14. <i>Rhodamnia cinerea</i> Jack of <i>R. trinervia</i> Bl.	Myrtaceae	mērapoejèn (W.k. Sumatra), marapojan (Atjeh), mērhojan (Ml.), rēnjoeng en ki-beusi (S.), andong (J.).	Op Java in het westen en midden, in de wildhoutbosschen der vlakke en op de bergen. Niet in de djatibosschen, noch aan het strand. Op Sumatra, Borneo, in Voor- en Achter-Indië, Malaka en Australië.
15. <i>Symplocos ferruginea</i> Bl.	Styracaceae	djirak of sasah (S.), djirak (J.), kandoeëng (Sum.), kēndoeng (Banka.)	Java, Sumatra, Banka (Mal. Archipel).
16. <i>Cratoxylon racemosum</i> Bl.	Hypericaceae	klampët, lampët (J.), ki harēmēng, harēmēnggēdē, ki rēmēng of rēmang (S.), oerang-oerangan (J.) bij Banjoewangi.	Op geheel Java, beneden 300 M.; niet veelvuldig voorkomend. Buiten Java bekend in N.O.-Celebes, waar men er ook houtschool van brandt.
17. <i>Anacardium Occidentale</i> L.	Anacardiaceae	djamboe mētē (J.), djamboe monjēt (Ml.), boewajaki (Ml., Menado), darē (Makas.).	Afkomstig uit Z.-Amerika. Vruchtboom op Java gekweekt. Volgens Rumphius sedert de 16e eeuw aldaar ingevoerd. Overal gecultiveerd in de tropen.

EIGENSCHAPPEN VAN HET HOUT. GEBRUIK VAN HET HOUT OF ANDERE DEELEN VAN DEN BOOM.	AANTEEKENINGEN ¹⁾
Kleine of middelmatig groote boom. De zure vruchten worden soms gekonfijt. De bladeren worden gebruikt voor het zwart verven van kains. Het hout is hard en fijn van draad, het scheurt spoedig. Voor werkhout veelal te geringe afmetingen. Goede houtschool.	Zie: K. en V. XII, blz. 70 t/m 74, en v. E. en D., blz. 227, No. 704.
Veelal hooge boom, zuilvormige stam, hoog vertakt in vochtige bergstreken. In droge streken is de boom veel minder hoog en meer vertakt. Buitengewoon zwaar en hard hout, wel ijzerhout genoemd en in bergstreken voor huizenbouw gebezigd. De schors werd vroeger voor zwart verven gebruikt. De houtschool is zeer gezocht door goudsmeden.	Zie: K. en V. VI, blz. 30 t/m 33, en v. E. en D., blz. 139 en 140, No. 413. M. en J. III, No. 431, blz. 409 t/m 415. Zie ook: Mededeeling No. 5 van het Boschproefstation l.c., blz. 154 e.v..
Kleine boom, soms laag en krom, soms slank. In W.-Java van 150—1200 Meter boven zee, in O.- en M.-Java alleen boven 1700 Meter. Hout voor werkhout onbruikbaar. Schors gebruikt voor bruin verven. Gebruikt voor houtschoolbereiding.	Zie: K. en V. VII, blz. 141 t/m 144 en v. E. en D., blz. 172, No. 512. M. en J. IV, No. 659, blz. 482 t/m 490.
Matig hooge en matig dikke boom, op 6 Meter boven den grond komen reeds zware takken voor. Hout met gelijke, fijne vezel, tamelijk hard. Goede houtschool. Het hout wordt ook wel voor huizenbouw en voor het maken van huisraad gebruikt.	Zie: K. en V. V, blz. 135 t/m 137, en v. E. en D., blz. 14, No. 53. M. en J. I, No. 59, blz. 249.
Middelmatig groote boom. Het hout is nogal hard en fijndradig. Het wordt gebruikt voor pakkisten en in den scheepsbouw. In Burma wordt er houtschool van gemaakt. De boom heeft een krommen en laag vertakten stam.	Zie: K. en V. IV, blz. 137 t/m 139, en v. E. en D., blz. 83 en 84, No. 259. Zie verder: Gamble l.c., blz. 214.

HOOFDSTUK III.

DE HUIDIGE BETEKENIS DER BOSSCHEN VAN DE BUITENGEWESTEN.

Evenals op Java, zijn er in de Buitengewesten bosschen, die in de eerste plaats in stand dienen te worden gehouden om klimatologische, hydrologische en orologische redenen. Met de reserveering dezer „schermbosschen” is men in enkele streken reeds tamelijk ver gevorderd. Het is noodzakelijk dat in deze aangelegenheid de grootste ijver betracht worde, overal daar waar de ontginningen der bevolking, of die voor de groote cultures, reeds uitgestrekte bosschen deden verdwijnen, hetgeen vooral op *Sumatra* reeds het geval was. Dat de bevolking plaatselijk van het nut dier schermbosschen overtuigd is, bleek kortelings weer uit het, in den Volksraad, tot de Regeering gerichte verzoek om een houtvester naar *Bali* te zenden.

Verder zullen plaatselijk boschcomplexen gereserveerd moeten worden, om te voorzien in de houtbehoefte van de aldaar gevestigde en toekomstige bevolking.

De aldus te reserveeren schermbosschen en de productiebosschen van lokale beteekenis, zullen een aanzienlijke oppervlakte der thans aanwezige bosschen beslaan; voor de houtverwerkende groot-industrie zijn ze, voorloopig althans, van geen belang.

Niet zonder beteekenis zijn ze daarentegen voor den handel in boschproducten, welke handel, zooals wij nader zullen zien, zeer belangrijk is.

Na deze reserveering blijven er echter nog ettelijke millioenen H.A. bosch over, bestemd om als productiebosch voor den uitvoer te worden aangehouden, dan wel bestemd om meer geleidelijk te verdwijnen en plaats te maken voor landbouw en de cultuur van meerjarige gewassen door Inlanders. In de hier bedoelde bosschen heeft thans in hoofdzaak de hout-exploitatie plaats en het zijn dan ook deze bosschen, die van belang kunnen worden voor de groot-industrie. Met uitzondering van eenige kleine lokale exploitaties door het Gouvernement (o.a. in West-Sumatra, Atjeh en Sumatra's Oostkust — *Pinus Merkusii* — en de in 1921 gestaakte aankap in de Lampongsche districten) heeft de houtoogst plaats door partikulieren. Die houtaankapbedrijven leveren vele moeilijk-

heden op, in de meeste gevallen toch zal de exploitant zich met een vrij groot aantal houtsoorten moeten bezig houden en hiervoor een markt moeten zoeken. De verspreide kap zal het vervoer duur maken, werkvolk zal veelal niet in voldoende hoeveelheid aanwezig zijn. Om nabestelling mogelijk te maken, moeten groote voorraden van verschillende houtsoorten worden opgeslagen, terwijl het meeste hout, bij langdurig verblijf op de stapelplaatsen, belangrijk in kwaliteit achteruitgaat.

Daarbij komt, dat van vele houtsoorten de technische eigenschappen niet of onvoldoende bekend zijn.

Het is dan ook geen wonder, dat zoovele exploitanten schipbreuk leden; daarbij schijnt ook meermalen gebrek aan vakkennis of aan het vermogen zich die te verwerven, meer oorzaak van het falen geweest te zijn, dan gebrek aan kapitaal.

Momenteel zijn de meeste aankappen in handen van *Chineezzen*, soms ook van *Europeanen* en *Japanners*. De groote, zeer modern opgezette exploitatie van *ressakhout* (*Shorea spec.*) en *lagan- of kroewinghout* (*Dipterocarpus spec.*) op het eiland Simaloer, ten westen van Noord-Sumatra, van de Atjehsche Boschexploitatie Mij moest helaas om financieele redenen worden stop gezet. Evenzoo de exploitatie van de Nederlandsch-Indische Houtaankap Mij in Palembang. Beide maatschappijen waren sedert 1917 verenigd in de Vereenigde Indische Boschexploitatie Mij (*Vibem*), een zustermaatschappij van de N.V. Vereenigde Javasche Houthandel Mijen (*Vejahoma*).

Aanzienlijke bedragen zijn in deze ondernemingen gestoken.

In 1922 stonden de ondernemingen *Simaloer*, *Palembang* en *Moena* (aankap van djatihout) te boek voor f 6.923.382.—, f 2.215.278.— en f 573.272.— De effectieve waarde dezer ondernemingen was belangrijk minder. In 1921 meende de *Vejahoma* het verschil in waarde tusschen deze activa en de vordering van de *Vejahoma* op de *Vibem* (in 1922 ruim f 4.100.000), vermeerderd met een obligatieleening van f 2.000.000.— bij overname te kunnen dekken met een bedrag van ruim f 1.600.000.

In het jaarverslag over 1923 deelt de *Vejahoma* mede, dat zal worden overgegaan tot overname der voornaamste bezittingen der *Vibem*, met de obligatieleening hooger genoemd, waarvoor reeds eenige jaren plannen bestonden. Of de *Vejahoma* veel succes zal hebben met Simaloer is zeer de vraag. Zelfs in de gunstigste jaren leverde dit bedrijf nog geen winst op. De *Vibem* houdt na deze schikking niet veel over, de maatschappij heeft nog de onderneming *Paloh* en de deelname in *Menoembar*, *Roembio* en *Mendis*, waaraan weinig waarde kan worden toegekend.

Bij de overeenkomst tusschen de *Vejahoma* (later genoemd *Java-hout*) en de Rechtspersoon Nederlandsch-Indië van 22 Januari

1925, waarbij gedurende 20 jaren het Gouvernement jaarlijks een zeer belangrijk kwantum hout, tegen kostprijs vermeerderd met een vaste retributie, inbrengt in de maatschap gevormd door het Gouvernement en de *Javahout* wordt o.m. bepaald, dat de *Javahout* verder geen kapitaal in de *Vibem* mag steken, terwijl de bedrijven op Simaloer en in Palembang niet zullen mogen worden heropend, zonder toestemming van den Gouverneur-Generaal.

De statistieken van den handel en de in- en uit-voerrechten verschaffen ons slechts weinig inzicht in de houtbeweging der Buitengewesten.

Soms is alleen de geldswaarde van het uitgevoerde hout opgenomen, zoodat men de houtmassa slechts kan schatten. Maar ook blijkt hier en daar uit de cijfers, dat deze onmogelijk juist kunnen zijn. Wij zullen hiervan straks een voorbeeld geven. Van beteekenis zijn momenteel de talrijke concessies in handen van Chineezzen uit Singapore, werkende in Bengkalis en in de Riouw- en Lingga-archipel. Met gebrekkige hulpmiddelen en weinig kapitaal produceert deze *Chineesche panglong-exploitatie* toch nog vrij veel hout. Volgens mededeeling van den Directeur van Landbouw, Nijverheid en Handel in de 17e vergadering van den Volksraad op 24 November 1923, mag de opbrengst aan hout van de panglongs op circa 400.000 M.³ timmerhout 's jaars geschat worden dat is dus 1½ maal zooveel als de djatihout-exploitatie op Java oplevert. Bovendien produceeren ze nog 400.000 pikols houtskool. Deze panglongs kappen het hout uit de bosschen, gelegen aan zee of langs de rivieren en gaan daarbij niet veel verder, dan 3 K.M. het land in.

Volgens de statistieken (zie blz. 36 en 37) bedroeg in de jaren:

	1921	1922
De uitvoer vanuit de Buitengewesten:		
Van Hout (geen djati) f	592.168	f 630.818
Van Hout en Houtskool n.a.g. -	559.609	- 300.209
Samen f	1.151.777	f 931.027

We zullen thans aantoonen, dat de waarde van het uitgevoerde hout in werkelijkheid vermoedelijk veel grooter geweest zal zijn.

Daartoe nemen we eens aan, dat alle wildhout van Java uitgevoerd, van den panglongkap afkomstig is, dus in de Java havens overgeladen wordt. In 1921 en 1922 bedroeg de waarde van dit hout (zie tabel blz. 36 en 37) resp. f 101.257.— en f 41.001.—; ebbenhout en sandelhout zijn zeker niet van den panglongkap afkomstig, de uitvoerwaarde daarvan kan dus buiten beschouwing blijven. Tellen we nu deze bedragen op, bij de boven vermelde totaal

bedragen, dan zou de waarde van het in 1921 en 1922 uitgevoerde hout respectievelijk f 1.253.034.— en f 972.028.— zijn.

Nemen we nu verder aan, dat van de 400.000 M.³ door den Directeur van Landbouw genoemd, er 100.000 M.³ naar Java gaan (wat in 1922 zeker niet het geval was) en eveneens 100.000 M.³ ter plaatse gebruikt worden (hetgeen eveneens weinig waarschijnlijk is), zoodat dus slechts de helft van den aankap, n.l. 200.000 M.³ zouden zijn uitgevoerd, dan zou de waarde per M.³ bedragen hebben in de jaren 1921 en 1922 resp. ruim f 6.— en nog geen f 5.—; hetgeen niet zeer aannemelijk is. De waarde van het uitgevoerde hout is vermoedelijk eenige malen zoo groot geweest en het is waarschijnlijk, dat er veel hout geëxporteerd is, waarvan de tolkantoren geen opgave gekregen hebben.

De controle op de panglongs is bovendien lastig en tijdrovend. Het nieuwe panglongreglement, Staatsblad 1923, No. 220 zal wel verbetering hierin brengen.

Behalve hout en houtskool leveren de bosschen der Buitengewesten nog vele andere producten. Deze worden door *Inlandsche* verzamelaars ingezameld en aan de opkoopters op de kustplaatsen overgegeven. Soms komen deze opkoopters ook zelf het land in en volgen de rivier, waarlangs zij, in de daaraan gelegen nederzettingen, hunne winkeltjes hebben. De opkoopters, die de rivier opgaan en voorschotten verleenen aan de *Inlanders*, zijn meestal *Hadjis* en *Chineezers*; zij verkoopen de waren weer in de kustplaatsen aan de handelshuizen en de agenten daarvan.

Wij hebben getracht met behulp der statistieken van den handel en van de in- en uitvoerrechten in Nederlandsch-Indië, een overzicht te geven van den uitvoer van boschproducten sedert 1913 (zie tabel blz. 36 en 37).

We willen echter vooropstellen, dat deze tabel geen aanspraak op volledigheid en volkomen juistheid kan maken.

In het kort valt over die producten het volgende te zeggen:

Balam en soenteivruchten, zijn afkomstig van *Payena Leerii Kurz (Burck)* of *Payena Suringariana Burck*. De eerste is hier en daar aangeplant door het Boschwezen. Uit de zaden wordt plantenvet geperst. Deze boomen leveren ook een minder goede soort getah pertja.

Benzoë (menjan) is een afscheidingsproduct van *Styrax Benzoin Dryander*. De boom komt veel voor op Sumatra en wordt veel gekweekt in Palembang en Tapanoeli.

Boomschors: Koelit bakau-tengar. *Koelit bakau* is schors van *Rhizophora spec.*, *koelit tengar* van *Ceriops Candolleana Arn.*, zij bevatten veel looistoffen.

Copal en damar: gom copal is de naam, die in den handel (Rotterdam en Amsterdam) gegeven wordt aan *damar radja*,

UITVOER VAN BOSCHPRODUCTEN DER BUITEN-

	1913		1914		1915		1916		1917	
	K.Gr.	Glds.	K.Gr.	Glds.	K.Gr.	Glds.	K.Gr.	Glds.	K.Gr.	Glds.
Balam-soentel-vruchten	47636	2382	746810	37341	788174	78817	615005	61501	25977	2598
Benzoë	1669916	2671866	1197481	778362	1262125	883489	1501481	1051037	1434864	803524
Boomschors (koelit bakau-tengar)	10808839	1621326	12847957	192720	13746627	206199	19464995	291975	17242364	344848
Copal	6976206	1744051	6594365	13188736	6554556	1048729	7561026	1209764	3819654	534751
Cutch	—	—	—	—	1726915	863458	1762562	881282	1144904	686942
Damar	7794602	2182489	5831543	2215988	6841838	2052553	7562905	2268872	8630121	2589037
Drakenbloed	27458	27458	36444	42275	32864	64743	31152	61370	45095	83425
Getah-pertjah (boschproduct)	810685	1783507	253784	418744	308962	386203	282047	352560	324578	460901
Getah djeloetoeng	17015623	2552343	8078565	1615713	8135752	1301721	10374536	1659925	8710325	1219446
„ hangkang	2700979	1080392	1904698	895208	2465872	937031	2316347	880211	2730499	955675
„ andere soorten	33889	4066	85778	35169	228652	57163	301163	75292	395216	79044
Hout, (scheepsb.-en timmerh.-geen djati)	—	286130	—	232210	—	269876	—	394421	—	431940
Hout: ebben	9024146	270724	4180436	167217	3016589	120664	2164911	86596	4167730	250064
„ gahroe	13995	69975	11023	28109	25857	49129	15279	29031	17578	37265
„ sandel	398297	199149	81466	51324	111357	55680	118440	59220	201933	76734
„ wortel	782190	195548	360667	209188	109037	49067	70304	31636	129957	51983
„ en houtwerk n. a. g.	—	110156	—	206607	—	140020	—	147522	—	138755
Houtskool	311682	311682	822726	82273	916704	91670	1034860	103486	2295669	229567
Kamfer	724	40182	458	25419	755	44432	703	41372	552	38088
Kajoeipoeth-olie	124228	248456	65469	130938	79863	159726	84219	168438	77429	154858
Kassia vruchten (Cassia fistula)	369957	22197	240335	14420	50943	3057	—	—	—	—
Rotting	60458186	7254982	40836836	4900417	45062499	5407502	32365698	3883886	26831582	3219791
Rottingstokken	—	239040	—	65863	330481	39659	905029	108603	662609	79513
Tengkawang-pitten	12962	1296	9855543	2463887	8185092	1391466	1165751	198177	72163	15154
Caoutchouc (ficus, boschproducten)	45890	137670	29103	49475	622271	871180	394019	551626	—	—
Verfhout (lakka)	38726	5809	49804	2988	277856	16672	82392	4943	—	—
Totaal waarde	—	22782362	—	16180728	—	16589906	—	14602746	—	12483903

BOSCHPRODUCTEN, UITGEVOERD VAN JAVA, DOCH WAAR-

Benzoë	4869	1461	—	—	5052	3536	2065	1446	—	—
Copal	104037	26009	222507	44501	22182	3549	41285	6606	135189	18926
Damar	2198978	615714	1828460	694815	1592220	477666	1663024	498907	1636688	491007
Kajoeipoeth-olie	2507	5014	472	944	855	1710	4453	8906	2374	4748
Rotting	100645	12077	99186	11902	453849	54461	346142	41536	173560	20826
Hout (geen djati)	—	16633	—	9403	—	19632	—	19543	—	30325
Totaal waarde	—	676908	—	761565	—	560554	—	576944	—	565832

GEWESTEN VAN NEDERLANDSCH-OOST-INDIË

	1918		1919		1920		1921		1922		1923	
	K.Gr.	Glds.	K.Gr.	Glds.	K.Gr.	Glds.	K.Gr.	Glds.	K.Gr.	Glds.	K.Gr.	Glds.
351987	35199	439078	43908	14508	1451	264339	26434	433146	34652	333064	26645	
988606	573390	1804003	1046321	1110882	722074	1984810	1290127	1866468	1213204	1688652	1165170	
9869892	197398	16593231	331865	7111757	355589	8794550	351783	12070613	362118	17043225	431326*)	
3468427	589632	7342853	1358429	9046429	3437642	3014807	723554	8930398	2143296	11912775	3156885	
541554	324932	3049540	1829723	1494077	612572	830418	166083	260259	67667	1224403	342833	
5690114	1707034	7580970	6898682	7926167	5627579	4006452	1602582	3574875	1251205	5094099	1884817	
58157	112825	42683	83872	16895	36662	41248	83733	43050	104181	31239	70600	
980785	1422139	1183027	2040722	748106	1354072	544580	942123	565203	616072	647133	834801	
3098494	433790	7262560	1888266	5369211	1557071	808154	153551	2014531	221597	3251507	455210	
1856986	649946	1454491	509072	1416920	963506	772921	425106	1373188	727790	1302124	807317	
458450	91690	863021	1026995	1473117	2312793	251254	241204	118898	55882	594263	279303	
—	450891	—	559412	—	830412	—	592168	—	630818	—	981409	
2057679	52438	4918125	371537	8038341	1044986	3859727	501764	5000412	500041	6432364	450265	
10388	17556	13665	23914	5757	19170	8235	36481	7826	33886	14393	71965	
74273	37138	346454	259842	155451	143014	160714	138213	104547	65865	87306	43655	
59611	33383	95727	42853	34578	11755	77075	38538	47664	28599	33185	7891	
—	230082	—	196264	—	472490	—	559609	—	300209	—	522786	
988200	98820	738060	17203	3886217	121324	3498422	349842	9276866	278306	7070377	176760	
204	15300	817	51064	853	46693	990	52470	864	72576	679	45358	
33028	60441	101344	144923	58258	116516	60403	94833	54867	102602	64573	140122	
—	—	—	—	384449	42289	39840	4382	373774	33640	161264	12901	
25240557	3028866	37332298	6159829	53704401	10203838	33854459	6432348	40153252	6424520	40314980	6450399	
593691	71243	924383	115549	1849340	129454	826771	78544	931995	74561	893498	71481	
22283	3343	8577990	1286698	2914788	728698	152555	24409	334224	73529	11269568	2141218	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
305210	18313	356610	24963	160323	11222	78628	3931	12278	614	144758	10133	
—	10255789	—	26311906	—	30902872	—	14913812	—	15417430	—	20581252	

*) Waarvan 95366 K.Gr. met een waarde van f 7629: boomschors: niet anders gespecificeerd.

SCHIJNLIJK OOK AFKOMSTIG VAN DE BUITENGEWESTEN

8139	4720	8777	5091	9801	6371	5028	3268	6600	4290	—	—
157634	26799	363402	67230	413703	157206	14564	3496	12143	2914	27637	7324
1056610	316983	2766198	2517241	1771916	1258062	1137988	455195	1952773	2343328	2139926	2739104
1624	2972	10867	15540	4202	8404	4888	7673	3714	6946	4093	8882
200075	24009	1100106	181516	1621942	308170	958423	180383	200121	80048	143319	34396
—	9004	—	259058	—	573537	—	101257	—	41001	—	30624
—	384487	—	3045676	—	2311750	—	751272	—	2478527	—	2820330

volgens Ham¹⁾ op Obi afkomstig van *Agathis Dammara Rich s. Dammara alba Rumph.* (Ham, blz. 205 en 214). Daarmee is niet gezegd, dat alle onder den naam van *gom copal* uit den Archipel in den handel komende hars afkomstig is van *Agathis Dammara Rich s. Dammara alba Rumph.* en *Agathis Celebica s. Dammara Celebica Krdrs.*, door Dr. Koorders op Celebes ontdekt (Ham, 214 en 311).

De *damar radja* wordt ook wel *damar poetih* genoemd (Ham, 211). *Damar masihoe* is de door de wortels afgescheiden en onder den grond hard geworden hars van den *damar radja*-boom (Ham, 301). Harde *gom copal* is *damar masihoe*, half harde en zachte *gom copal* is *damar radja* (Ham, 214).

Damar tenang is op Batjan en Groot-Obi afkomstig van een boomsoort, behoorende tot de *Dipterocarpaceae* volgens Dr. Boerlage van een *Hopea*-soort (Ham, 317) en *damar Baeo lamo* op Groot-Obi van een eveneens tot de *Dipterocarpaceae* behoorende boomsoort, volgens Dr. Boerlage van een *Shorea*-soort (Ham, 336). Ham trof op Groot-Obi ook een boom aan, die *Rasamala*-hars levert, volgens Dr. Boerlage is dit *Canarium microcarpum Willd.*, behoorende tot de *Burseraceae* (Ham, 338).

Cutch is looistof, afkomstig van de schors van verschillende boomsoorten uit de vloedbosschen.

Drakenbloed. Deze hars, *Sagalinggam* geheeten, is afkomstig van rotansoorten, waarvan *Daemonorops (Calamus) Draco Bl.*, de drakenbloedpalm de voornaamste is. Zij komen voor op Sumatra, vnl. in Palembang en Djambi. De roodachtige hars, die tusschen de vruchtschubben te voorschijn komt, levert verhard het drakenbloed.

Getah pertja, is als boschproduct afkomstig van verschillende *Palaquium*- en *Payena*-soorten, behoorende tot de *Sapotaceae*.

De *Getah djeloetoeng* is afkomstig van *Dyera*-soorten (*Apocynaceae*) en de *Getah hangkang* is afkomstig van *Palaquium*soorten (*Wiesner* dl. I blz. 444).

Ebbenhout afkomstig van *Diospyrossoorten (Ebenaceae)*, komt vnl. uit de Molukken.

Gahroehout of aga(h)roehout is wierookhout, afkomstig van *Aquilaria malacensis* Lam. (*Thymelaeaceae*). *Excoecaria Agallocha L.* (*Euphorbiaceae*) levert ook reukhout, het *garoe laoet* of *garoe mata*, slechts in kleine stukken in enkele boomen voorkomend.

Sandelhout ook wierookhout, waaruit de sandelolie bereid wordt, is afkomstig van *Santalum album L.* en komt vnl. op Soemba voor, maar wordt op Java ook aangeplant.

1) S. P. Ham. Over de damarwinning op Obi. Tectona, Dl. IV (1911), blz. 205 tot en met 238 en 301 tot en met 339.

Wortelhout is afkomstig van *Pterocarpus indicus* Willd., de *sonokembang*, die overal in den Archipel voorkomt. Het wortelhout komt vnl. uit de Minahassa.

Kamfer. Hieronder wordt verstaan de z.g. *Baroskamfer*, afkomstig van *Dryobalanops aromatica* Gaertn. (*Dipterocarpaceae*), voorkomen- de vnl. in N.W.-Borneo en de Bataklanden. De baroskamfer zit in gangen en spleten van het hout of tusschen hout en schors als droge kristallen, dan wel een min of meer weeke massa. Vele boomen bevatten geen kamfer en zoo worden er bij het zoeken daarnaar veel boomen noodeloos beschadigd.

Kajoepoeti-olie wordt bereid uit de vruchten en bladeren van *Melaleuca Leucadendron* L., die vooral op Boeroe veel voorkomt.

Kassiavruchten zijn de vruchten van *Cassia Fistula* (*trenggoeli*). De schors van deze boom bevat looistoffen, de vruchten worden gebruikt als geneesmiddel.

Rotting of Rotan is afkomstig van diverse palmen van de geslachten: *Korthalsia*, *Ceratolobus*, *Plectocomia*, *Calamus* en *Dæmonorops*.

Tengkawangpitten zijn afkomstig uit de vruchten van boomen, behorende tot de *Dipterocarpaceae*, n.l. *Shorea*soorten en *Isoptera borneensis* Scheff.. Hiervan wordt alleen *Shorea stenoptera* Burck ook aangeplant. *Tengkawangvet of Borneotalg* (bestanddeelen: stearinezuur, palmitinezuur en oliezuur) wordt gebruikt in de kaarsenfabrieken en zeepziederijen.

Lakkahout. Van Eeden en Duyffjes vermelden *lakahout*, afkomstig uit de Lampongsche districten. Een aftreksel van het donker-rood gevlamde hout zou gebruikt worden voor het tanen van netten. Het zou afkomstig zijn van een *Dalbergiasoort* (fam. Leg. P.).

Het overzicht van den uitvoer van boschproducten geeft ons eenigermate een inzicht in de meerdere of mindere belangrijkheid dier producten. In de eerste plaats zien we, dat de totale waarde daarvan zeer aanzienlijk is en zeker op 30 millioen gulden per jaar gesteld mag worden. Men moet verder niet vergeten, dat de handelswaarde der producten nog belangrijk grooter zal zijn, dan de waarde in de staten van den in- en uitvoer vermeld.

In 1913 waren de belangrijkste producten: harsen en gommen, met 29 %, rotan met 33 %, caoutchouc met 24 %, boomschors en cutch met 7 % en hout met 5 % van de totale uitvoerwaarde.

In 1922 waren harsen en gommen met 30½ %, getahsoorten en caoutchouc met 10½ %, rotan met 42 %, hout met 10 %, boom- schors en cutch met ruim 21½ % en houtskool met bijna 2 % van de totale uitvoerwaarde, de belangrijkste.

Hout is dus zoowel relatief als absoluut vooruitgegaan en houts-

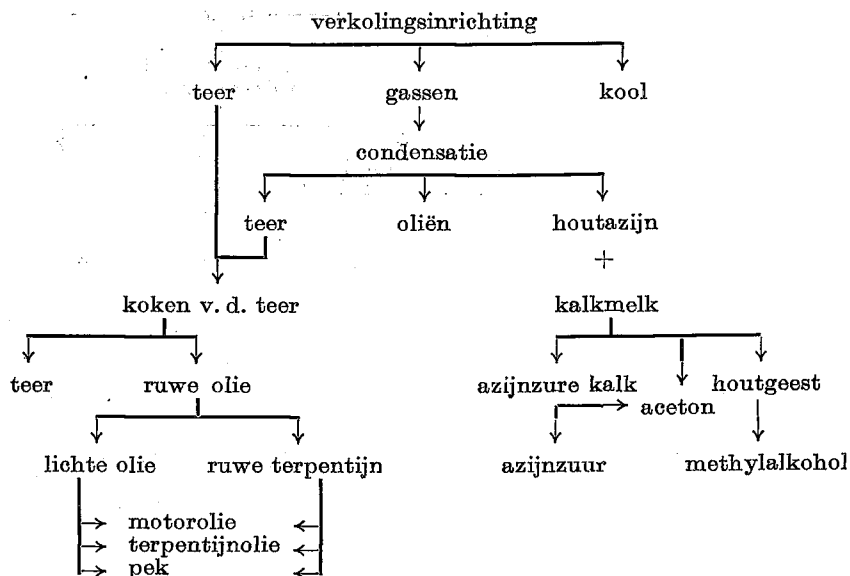
kool is zeer sterk vooruitgegaan. Overigens is de uitvoer van hout en houtskool thans nog niet zeer belangrijk ten opzichte van die der andere boschproducten. De stijging der uitvoerwaarde van houtskool van f 31.168,— in 1913 tot f 278.306,— in 1922, is niettemin hoopvol; in 1923 is de uitvoerwaarde weer verminderd. Ten slotte willen we er op wijzen, dat de bevolking der Buitengewesten indien al geen bestaan, dan toch een belangrijke bijverdiensite vindt in het verzamelen der boschproducten.

HOOFDSTUK IV.

DE PRODUCTEN DER HOUTVERKOLING.

§ 1. *De producten der houtverkoling en hun gebruik.*

In de ondervolgende samenstelling is het verkolings-procedé van *naaldhout* schematisch weergegeven ¹⁾.



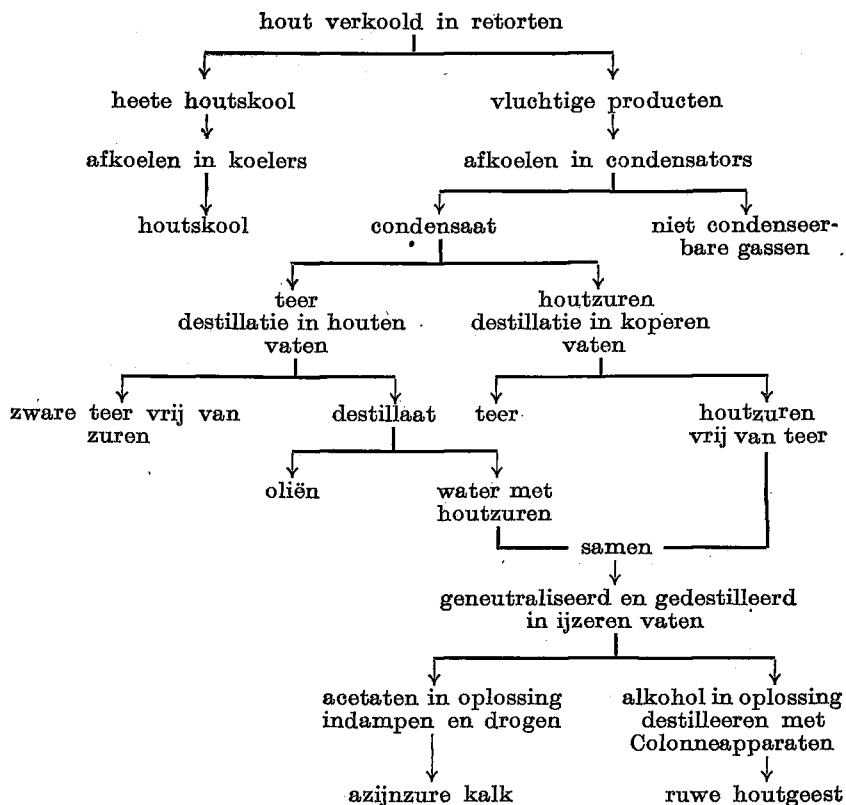
In geval van *loofhoutdestillatie* verkrijgt men geen terpentijn.

De tropische loofhoutsoorten, welke harsen bevatten, zijn voor zoover bekend, hierop nog niet onderzocht.

De verkoling van loofhout in retorten is in de ondervolgende samenstelling schematisch weergegeven ²⁾.

1) Dr. Fritz Ullmann. Enzyklopädie der technischen Chemie, band 6, blz. 453.

2) L. F. Hawley, Wood Distillation, blz. 23.



In bovenstaande schema's zijn slechts de voornaamste producten der droge destillatie vermeld. Het waterige destillaat b.v. bevat naast azijnzuur, aceton en methylalkohol, nog talrijke andere stoffen als mierenzuur, furfurol, verschillende vetzuren, alcoholen, ketonen enz.; ook de teer, een uiterst samengesteld product, bevat ketonen, vetzuren en verbindingen daarvan.

In de praktijk bepalen de houtverkolingsinrichtingen zich echter tot het winnen van de hoofdproducten. Men heeft installaties die uitsluitend houtskool, teer en terpentijn winnen, andere waar uitsluitend houtskool, azijnzuur en methylalkohol, benevens teer bereid worden, weer anderen, in Zweden bv., waar slechts azijnzuur, houtskool en teer gewonnen worden.

De belangrijkste producten zijn ongetwijfeld: azijnzure kalk, teer, methylalkohol en houtskool.

In de praktijk verkrijgt men uit gezond, luchtdroog hout, in retorten, bij een temperatuur van ca. 400° C., de volgende opbrengsten ¹⁾:

1) Ullmann, l.c. band 6, blz. 443.

1. *Azijnzure kalk* (80 %)

uit loofhout	1 K.G. hout	70 gram azijnzure kalk.
	1 M. ³ hout	25 K.G.
uit naaldhout	1 K.G. hout	33 gram
	1 M. ³ hout	9 K.G.

2. *Teer (watervrij) en oliën*

uit loofhout	1 K.G. hout	60 gram teer en oliën.
	1 M. ³ hout	22 K.G.
uit hout van	1 K.G. hout	62 gram
<i>Pinus silvestris</i>	1 M. ³ hout	18 K.G.
uit hout van	1 K.G. hout	62 gram
<i>Picea excelsa</i>	1 M. ³ hout	14 K.G.

3. *Methylalkohol* (100 %))

uit loofhout	1 K.G. hout	15 gram houtgeest.
	1 M. ³ hout	5.4 K.G.
uit naaldhout	1 K.G. hout	7.3 gram
	1 M. ³ hout	2 K.G.

4. *Houtskool*

uit loofhout	1 K.G. hout	310 gram kool.
	1 M. ³ hout	110 K.G.
uit naaldhout	1 K.G. hout	340 gram
	1 M. ³ hout	93 K.G.

*Klar*¹⁾ geeft de volgende opbrengsteijfers, uitgedrukt in gewichtsprocenten van het absoluut droge hout (= 100 %):

Houtsoort	Houtskool		Azijnzure kalk van 80 %		Ruwe hout- geest v. 100 %		Teer		Harsoliën „Kienöl”	
	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.
<i>Fagus</i> <i>silvatica</i>	33	28	10,5	8	2,5	1,7	6	5	—	—
<i>Abiës</i> <i>pectinata</i>	36	33	3,6	3	0,8	0,6	12	6	5	0,4

Deze opbrengsten zijn verkregen in retorten.

1) *M. Klar*. Technologie der Holzverkohlung, blz. 43.

Bunbury ¹⁾ geeft voor *Amerikaansche* houtsoorten en wel voor: beuk, suikerahorn en berk, die het meest in de Vereenigde Staten verkoold worden, de ondervolgende rendementen:

Houtsoort	Opbrengst in gewichtsprocenten van absoluut droog hout	Opbrengst per M. ³ hout (abs. droog)
<i>Houtskool:</i>		
Beuk	41.9	Indiana 170 K.G.
		Pennsylvania 170 "
Suikerahorn	40.6	Wisconsin .. 169 "
		Pennsylvania 165 "
Berk	40.6	Wisconsin .. 164 "
		Pennsylvania 159 "
<i>Totaal teer:</i>		
Beuk	9.4	Indiana 42 "
		Pennsylvania 41 "
Suikerahorn	12.8	Wisconsin .. 57 "
		Pennsylvania 53 "
Berk	12.0	Wisconsin .. 39 "
		Pennsylvania 49 "
<i>Houtgeest:</i>		
Beuk	Indiana 1.87	12.4 Liter
	Pennsylvania 2.16	14.2 " }
Suikerahorn	Wisconsin .. 1.93	12.7 " }
	Pennsylvania 1.86	12.6 " }
Berk	Wisconsin .. 1.50	9.3 " }
	Pennsylvania 1.605	10.0 " }
		hout-geest van 82%
<i>Aziijnzuur:</i>		
Beuk	Indiana 5.87	40 K.G. }
	Pennsylvania 5.99	41 " }
Suikerahorn	Wisconsin .. 5.26	36.9 " }
	Pennsylvania 5.55	38.8 " }
Berk	Wisconsin .. 6.80	44.1 " }
	Pennsylvania 6.15	39.7 " }
		azijn-zure kalk van 80%

Op het rendement oefent de herkomst blijkbaar betrekkelijk grooten invloed uit. Volgens *L. F. Hawley* ²⁾ is de gemiddelde opbrengst aan producten der droge destillatie van loofhout in de *Vereenigde Staten*:

1) *H. M. Bunbury*. The destructive distillation of wood, blz. 59 e.v. en blz. 66 e.v.

2) *L. F. Hawley*. Wood distillation, blz. 24.

1 cord = $\frac{25}{7}$ M.³

100 lbs = 45.36 K.G.

1 Amerikaansche gallon = 3.785 liter (*Bunbury* l.c., blz. 69, 1 U.S. gallon = 0.833 Imperial Gallons).

1 bushel houtskool = circa 25 lbs.

per cord hout: 180 lbs. „acetate of lime”, 10 gall. „crude wood alcohol” en 48 bushels of „charcoal”. Omgerekend per M.³ zou dit zijn: 22,9 K.G. azijnzure kalk, 10.6 liter ruwe houtgeest (vermoedelijk van 75 %) en 152 K.G. houtskool.

Azijnzure kalk.

Als zoodanig komt het azijnzuur als product van de droge destillatie meestal in den handel, soms echter als natriumacetaat.

Het goede handelsproduct moet circa 80 % $\text{Ca}(\text{OOCCH}_3)$ bevatten, en draagt dan den naam van *Grauwe kalk*. De *Bruine kalk*, ook in den handel gebracht, is minder zuiver en bevat 67 % *Calciumacetaat*. De voornaamste productielanden zijn: de Vereenigde Staten van Amerika en Canada, verder Zweden, Czecho-Slowakije, Engeland, Joego-Slavië, Duitschland, Frankrijk en Japan. In eenige andere landen zijn ook nog een of enkele fabrieken, b.v. in Polen, Hongarije, Italië, Spanje en Argentinië, echter met een geringe productie.

Azijnzuur wordt gebruikt voor genotmiddel (verdund), bereiding van geneesmiddelen, als antipirine, aspirine, antifebrine e.d., bereiding van kunstmatige reukstoffen, b.v. borneolacetaat, bereiding van synthetische verfstoffen, als indigo, van beitsvloeistoffen in de textielindustrie, het oplossen van basische verfstoffen in ververijen, bereiding van aceton, het coaguleeren van latex (tegenwoordig wel door andere procedés vervangen), de loodwitbereiding, het neutraliseeren van droge platen, de kunstzijdefabrikatie, het glanzen en schoonmaken van celluloid en collodiumwol, de bereiding van lakken en politoeren, enz..

Het gebruik van azijnzuur is dus wel veelzijdig en daar de bereiding van azijnzuur uit azijnzure kalk, verkregen als product der houtverkoling, het goedkoopst is, is deze bereiding dan ook zeer belangrijk geworden. Per jaar en per hoofd der bevolking bedraagt het verbruik van azijnzure kalk in *Europa* en *Noord-Amerika* ongeveer 0.2 K.G. (*Ullmann's Enzyklopädie Bnd. V, blz. 9 en Bnd. VI, blz. 459*).

Teer en oliën.

De meeste houtteer wordt vermoedelijk in Zweden bereid en de *Zweedsche of Stockholmsche teer* is dan ook over de geheele wereld bekend. Ook in Finland, Rusland en Polen wordt veel teer bereid. De *Moscovische teer* is een gezocht artikel. Deze Europeesche teer wordt gestookt uit hout van *Pinus silvestris*, terwijl in Noord-Amerika het hout van *Pinus palustris* daarvoor dient. De als zoodanig algemeen gebruikte houtteer is grootendeels *naaldhoutteer* en wordt gebezigd voor het teeren van schepen, houten woningen, omheiningen, houten bruggen, steigers en beschoeiingen, kortom voor alle hout dat aan weer en wind is blootgesteld of met water in aanraking komt en verder voor het teeren van touwwerk.

Loofhoutteer wordt meer gebruikt in verbrandingsmotoren evenals de lichte oliën. De zware oliën dienen voor het impregneeren van hout.

Methylalkohol.

Methylalkohol of houtgeest, wordt gebruikt voor het denatureeren van spiritus en verder in de aniline-kleurstoffen- en in de vernis-industrie. Als oplosmiddel speelt deze alkohol een rol van beteekenis in de filmindustrie. Ook wordt methylalkohol gebruikt in de pharmacie, in het bijzonder voor de bereiding van formaldehyde.

De belangrijkste productielanden zijn de Vereenigde Staten van Noord-Amerika en Canada ¹⁾.

Het *Chemische Weekblad* brengt in het Bijblad: „*Chemie en Industrie*” van 18 April 1925, No. 16, het bericht, dat volgens mededeeling uit Amerika, Amerikaansche verbruikers langdurige contracten hebben afgesloten met Duitsche producenten (bedoeld is de *Badische Anilin- und Soda Fabrik*) voor synthetische methylalkohol, tegen prijzen, welke 25 % lager zijn, dan de op het oogenblik geldende. De productie wordt voorloopig op 5000 ton per jaar geschat.

Reeds in 1913 bereidde deze fabriek synthetische methylalkohol, door een mengsel van koolmonoxyde en waterstof bij hooge temperatuur en hoogen druk over catalysatoren te leiden. Na den oorlog heeft men het probleem weer met kracht aangepakt en klaarblijkelijk met succes.

De houtverkolingsindustrie, speciaal in de V. S. A. en Canada, waar de methylalkohol een der voornaamste en best betaalde producten is, zou hiervan zeker de nadeelen ondervinden.

Volgens een later bericht in de dagbladen zou echter de *Badische Anilin- und Soda-Fabrik* de verklaring hebben afgelegd, dat dit procedé thans nog te duur is, om commercieele waarde te bezitten.

Houtskool.

Houtskool, hoewel in bijna alle landen nog bereid wordende, is echter zelden een belangrijk uitvoer-product, aangezien het bij vervoer te gemakkelijk vergruist en bovendien bij een gering gewicht een vrij groot volume heeft en dus het transport ervan al spoedig vrij duur wordt.

Een uitzondering vormt Nederland dat houtskool uit Duitschland importeert en de Oostkust van Sumatra vanwaar houtskool naar Singapore verscheept wordt. Vroeger werd houtskool algemeen

1) In den handel komt: 1e. Ruwe houtgeest, die voor circa 75 % (gewichts-) uit houtgeest bestaat en voor 25 % uit water. 2e. Half geraffineerde, die circa 95 % houtgeest bevat en als zoodanig gebruikt wordt voor het denatureeren van spiritus. 3e. Geraffineerde houtgeest, die voor circa 98—99.5 % uit houtgeest bestaat, dus bijna zuivere methylalkohol is en waarvan het acetongehalte 0.01—0.5 % bedraagt.

aangemaakt voor de reductie van ertsen, thans geschiedt dit nog in landen, als Zweden, waar cokes zou moeten worden ingevoerd, terwijl de rijkdom aan bosschen groot en dus de beschikking over hout voor houtverkoling ruim is; of in landen, als Frankrijk, waar men houtskool voor reductie van ertsen tot kwaliteitsijzer gebruikt.

Ook werd vroeger veel houtskool gebruikt voor de fabricatie van buskruit, terwijl dit thans veel minder is.

In vele landen, vooral in Azië, gebruikt men houtskool voor huishoudelijke doeleinden, en in verschillende industriën, waar een klein, weinig rookend, vuur noodig is, zooals in de edelmetalenijverheid en de batikindustrie in Nederlandsch-Indië.

Waschbazen in Indië en kleermakers in Nederland gebruiken veel houtskool voor het strijken. Verder hebben café's, voor houtskoolkachels, b.v. in Parijs (en in 1925 ook in Amsterdam ingevoerd) houtskool noodig, zoo ook gasfitters.

Van de eigenschap dat houtskool zeer poreus is, wordt gebruik gemaakt door filters en voor het reinigen van talrijke chemicaliën. In den oorlog heeft men van het absorptievermogen gebruik gemaakt bij het vervaardigen van gasmaskers.

In gieterijen wordt de kool gebruikt voor het bestrooien der gietvormen. Ook wordt ze gebezigd in de glasfabrieken.

Voor isoleeringen is houtskool, als slechte warmtegeleider eveneens zeer geschikt.

Mariller ¹⁾, zegt, dat houtskool, bij een hoogere temperatuur bereid (boven 350° C.), de warmte en ook de electriciteit beter geleidt.

Terpentijn en hars(olie).

Hoewel terpentijn en hars niet in hoofdzaak door middel van droge destillatie van hout gewonnen worden, komt deze bereidingswijze toch in verschillende landen voor en is zij daar niet van belang ontbloot. Terpentijn en hars worden door droge destillatie van stronkenhout van *naaldhout* bereid, waarvoor in Polen, Finland en Rusland de *grove den* (*Pinus silvestris*) en in Amerika de „*Yellow pine*” of „*light wood*” (*Pinus palustris*), wordt gebezigd.

Volgens Mayr ²⁾ bevat 1 M.³ spinhout aan den staanden boom bij de ondervolgende houtsoorten:

<i>Grove den</i>	21,1 K.G.	hars, met 33,1 %	terpentijnolie.
<i>Larix</i>	18,3 K.G.	„ „	38,2 „ „
<i>Spar</i>	9,4 K.G.	„ „	32,4 „ „
<i>Zilverden</i> .	3,2 K.G.	„ „	60,0 „ „

1) Ch. Mariller. La Carbonisation des bois, lignites et tourbes, blz. 27.

2) H. Mayr. Das Harz der Nadelhölzer, resp. blz. 81, 82 en 83.

Bij het tappen van den levenden boom wordt volgens *Mayr*¹⁾ gedurende het eerste jaar verkregen uit middelboomen met een staminhoud van 1 M.²⁾:

<i>Grove den</i> 7,4 K.G.	<i>Pinus Khasiana (Khasya)</i> 7,0 K.G.
<i>Larix</i> 6,1 K.G.	„ <i>Merkusii</i> 6,0 K.G.
<i>Spar</i> 3,1 K.G.	„ <i>austriaca</i> 3,8 K.G.
<i>Zilverden</i> . 1,1 K.G.	„ <i>maritima</i> 3.0 K.G.

*Fabricius*²⁾ geeft op: voor *Pinus palustris* 4,2 K.G., *Pinus longifolia* 2,5 K.G. en in afwijking van *Mayr* voor de *Spar* 0,5 K.G. en *Pinus austriaca* 2,1 K.G.

Pinus Merkusii maakt dus in het bovenstaand lijstje geen slecht figuur en het schijnt gewenscht de proeven hiermede in Atjeh voort te zetten.

Volgens *Mayr*³⁾ neemt de harsproductie der pijnboomen af naarmate het klimaat koeler wordt; terwijl bij de Europeesche naaldhoutsoorten gebleken zou zijn, dat met vermindering der harsproductie, een verhoogde terpentijnolie-opbrengst samengaat.

Terpentijn wordt gebruikt in de lak- en vernisfabrikatie, in de olieverfindustrie, in de zeepindustrie, bij de papierfabrikatie en in boekdrukkerijen. Verder wordt terpentijnolie gebezigd voor de bereiding van kunstmatige kamfer.

Hars of colophonium wordt gebruikt in de lak- en vernisindustrie, voor het maken van zegel- en flesschenlak, voor het insmeren van drijfriemen, voor het maken van lijmen, harszeepen en siccatieven. Ook vindt het toepassing als vervalschingsmiddel voor schellak, copal, damar, bijenwas en andere stoffen. In den oorlog werd het gebruikt bij de vervaardiging van explosieve stoffen.

Ook brouwers- en schoenmakerspek wordt bereid met colophonium. De fijne terpentijnsoorten worden in de pharmacie gebruikt en voor het opbrengen van kleuren op metaal en porcelein.

*Circular No. 258 van U. S. Department of Agriculture*⁴⁾ geeft een overzicht van het gebruik van terpentijn en hars in de Vereenigde Staten, Engeland en Duitschland:

1) *H. Mayr*. Das Harz der Nadelhölzer, resp. blz. 81, 82 en 83.

2) *Dr. Karl Gayer* und *Dr. Ludwig Fabricius*. Die Forstbenutzung, 1921, blz. 543.

3) *H. Mayr*, l.c. blz. 83.

4) *V. E. Grottisch*. Turpentine and rosin. Distribution of the World's production, trade and consumption. U. S. D. of Agriculture Dept. Circular No. 258, April 1923.

	Vereenigde Staten en Engeland	Duitschland
<i>Terpentijn</i>		
Verf- en vernisindustrie	45 0/0	16 0/0
Schoen-, vloer-, e.a. politoer ..	6 „	26 „
Aanlengen verf en vernis ..	40 „	42 „
Chem. industrie (synthetische kamfer, rubber etc.)	—	16 „
Automobiel-, wagon- en wagenverf	3 „	—
Medicinaal gebruik	2 „	—
Andere industrieën	4 „	—

Hars

Zeeppabrikatie	42 „	10 „
Papierfabrikatie	25 „	29 „
Verf en vernis	17 „	8 „
Harsolie, pek en drukinkt ..	6 „ Harsolie, pek e.d. Drukinkt e.d.	30 „ 5,5 „
Linoleum e.d.	3 „	6,5 „
Isoleerinrichtingen (electr.) ..	—	5 „
Ander gebruik	7 „	6 „

De V. S. A. voorzien voor 60 à 65% in de wereldbehoefte aan terpentijn en voor 70 à 75 0/0 in de wereldbehoefte aan hars.

Het verschil in het percentage wordt veroorzaakt, doordat bij de destillatie in Rusland, Finland, Zweden, Noorwegen en Polen geen hars, doch alleen terpentijn wordt gewonnen.

Niet onbelangrijk is de uitbreiding van de productie in China (afzet naar: Hongkong, Japan, Australië, Nw.-Zeeland en Ned. Oost-Indië), Finland, Indië en Frankrijk.

Bekende terpentijnsoorten zijn:

Venetiaansche terpentijn (*Therebenthine de Venise, Larch Turpentine, Venetianischer Terpentijn, Terebinthina veneta of T. laricina*) afkomstig van den *larix*. In Frankrijk verstaat men er ook een betere soort terpentijn van den strandpijn onder, n.l. dat gedeelte dat uit de tonnen sijpelt. (Volgens Wiesner blz. 264 ¹⁾).

Straatsburger terpentijn (*Terebenthine d'Alsace of T. au citron, Strasburger Terpentijn, Terebenthina argentoratensis*) afkomstig van den zilverden (*Abiës alba S. pectinata*) uit de Vogezen. (Wiesner blz. 265).

Karpathische terpentijn (*Karpatischer Terpentijn*) afkomstig van *Pinus Cembra* uit de Karpathen. (Wiesner blz. 266).

1) Dr. Julius von Wiesner. Die Rohstoffe des Pflanzenreiches.

Een bekende harssoort is de *Canadabalsem* (*Kanada balsam*, *Terebinthina canadensis* of *Balsamum canadense*) afkomstig van *Abiës balsamea* en ook van *Pinus Fraseri* en misschien van de „Hemlock Spruce” *Tsuga Canadensis* (Wiesner blz. 266).

Bourgondische pek (*Pice burgundica*) is afkomstig van *Picea excelsa*¹⁾.

De gewone terpentijn is afkomstig van verschillende boomsoorten, als: *Pinus Pinaster s. maritima* (Frankrijk, Portugal, Algiers), *Pinus Laricio* (Oostenrijk, Frankrijk), *Pinus silvestris* (Duitschland, Galicië, Rusland, Finland, Zweden, etc.) *Pinus palustris*, *Pinus Taeda* en *Pinus ponderosa* (Amerika), *Pinus longifolia* (*Chir pine*) en *Pinus excelsa* (*Bhotan pine*) (Indië) enz.

Aceton.

Dit wordt bereid uit azijnzure kalk, in het groot sedert den opbloei van de celluloidindustrie, in het laatst der 19de eeuw. Verder wordt het ook in groote hoeveelheden gebruikt voor de fabrikatie van rookloos kruit. In kleinere hoeveelheden wordt het gebezigd voor bereiding van jodoform en chloroform en verder als oplosmiddel van acetyleen voor draagbare verlichting (bij de spoorwegen veel gebruikt) en voor laschapparaten. Als oplosmiddel dient het ook bij de vervaardiging van cellulose-acetaat films.

Gassen.

Bij de verkoling van hout ontwijken vele niet of slechts gedeeltelijk condenseerbare gassen, waaronder CO_2 , CO, koolwaterstoffen als C.H_4 en waterstof.

Allereerst, bij temperaturen tot circa 270°C. , heeft voornamelijk ontwikkeling van CO_2 en CO plaats, daarna, bij stijgende temperatuur, worden hoofdzakelijk waterstof en koolwaterstoffen gevormd.

Philippe Lebon was de eerste, die van deze gassen een nuttig gebruik wist te maken, door er *Le Havre* mee te verlichten. Het steenkolengas heeft echter spoedig het houtgas verdrongen. In het begin der twintigste eeuw heeft men deze gassen eerst weder weten te gebruiken, door ze in de moderne houtverkolingsinrichtingen naar den vuurhaard te leiden en daar te verbranden, dan wel door ze voor directe verwarming van het koolhout te gebruiken.

Maar in de laatste jaren zijn er weer stemmen opgegaan, die het gebruik van houtgas voor verlichting, verwarming en voor verbranding in motoren bepleiten.

Houtskoolgasgeneratoren werden aangeprezen op de groote

1) Zie ook: *C. A. J. A. Oudemans*. Handleiding tot de Pharmacognosie van het Planten- en Dierenrijk, blz. 530 e.v.

automobieltentoonstelling te *Praag* in 1923. *Dr. Ing. B. Waeser* heeft in het tijdschrift „*Zeitschrift für angewandte Chemie*” gewezen op het fabrikaat van de „*Holzgas-Kleinanlagen-Gesellschaft m.b. H. Leipzig-E*”, een zeer eenvoudige inrichting voor bereiding van houtgas.

Waeser beschrijft de inrichting aldus ¹⁾. Een getrokken buis van 160 m.M. middellijn en 10 m.M. wanddikte, bij een lengte van 740 m.M., totaal wegende 14,85 K.G., wordt als retort in een eenvoudige oven aangebracht. Deze retort heeft een beugelsluiting met groef en pakking en is voorzien van drie reinigungsapparaten, waarvan de eerste twee met water zijn gevuld, om de houtteer, het azijnzuur enz. tegen te houden, terwijl het derde een ijzerhoudende zuiveringsmassa bevat.

Verder behoort bij de installatie een gashouder, met een middellijn van 1040 m.M. en een hoogte van 1000 m.M., die 500 tot 650 liter gas kan bevatten. De druk kan geregeld worden door over katrollen loopende gewichten. Het gas is bruikbaar voor gewone gloeikousjes (zoowel staande als hangende) en kooktoestellen, doch niet zonder meer voor gasmotoren. Het gevaar voor ontploffingen is niet grooter, dan bij de gewone steenkolengasfabrieken en veel geringer dan bij acetyleeninstallaties.

Gedurende den oorlog heeft men in verschillende landen (Zweden, Denemarken, Zwitserland en Duitschland) hout gebezigd voor de gasfabrikatie. In de gasfabriek te *Stockholm* werd einde 1917 reeds voor 40 tot 50 % van hout gebruik gemaakt.

Ook in Nederland heeft men proeven genomen. In de gasfabriek te *Bergen op Zoom* zijn in de jaren 1917—1918 proeven met het stoken van gas uit hout met succes bekroond, zoodat bij beperking van den steenkolenaanvoer levering van gas toch mogelijk bleef. Het gaswater werd door het ontstane azijnzuur vrijwel bedorven; zoodra weer voldoende steenkolen te verkrijgen waren, is deze wijze van gasbereiding weer verlaten.

In de gasfabriek te *Stockholm* verkreeg men bij menging van 90 gewichtsdeelen hout met 10 gewichtsdeelen steenkool, gas met slechts 11,4 tot 16,0 % CO₂. Uit 100 K.G. hout van *Pinus silvestris* kreeg men 61 tot 72 M.³ gas, van 3000—3300 calorieën.

§ 2. Statistiek.

Statistische gegevens betreffende de droge destillatie van hout, het verbruik en den in- en uitvoer van destillatieproducten in:

1) *Dr. Ing. B. Waeser*. Die Entgasung von Torf und Holz. *Zeitschrift für angewandte Chemie*, 1921, blz. 51 e.v.

I. De Vereenigde Staten van Amerika.

AANTAL VERKOLINGSINRICHTINGEN

In de jaren.....	1914	1909	1905	1899
Aantal verkolingsinrichtingen	95	95	141	102
Fabrieken, waarin de hout- verkolingsproducten, bijpro- ducten zijn	6	16	9	9
Verbruik van hout in cords (1 cord = 3,43 M. ³)	1.042.517	1.265.157	1.049.503	490.939
hiervan hardhout = loofhout	970.308	1.149.847	1.018.072	487.805
hiervan zachthout = naaldhout	72.209	115.310	31.431	3.134
Waarde totaal product in \$..	10.529.829	10.312.657	9.037.313	ruim 6 miljoen

UITRUSTING DER VERKOLINGSINRICHTINGEN

In 1914 794 retorten, capaciteit 1850 cords (ruim 500 M.³).
 228 ovens, „ 1717 „ (bijna 500 M.³).
 326 „kilns“, „ 23140 „ (bijna 6500 M.³).

(Uit *Bunbury*, blz. 300 t.m. 303).

„*The War Industries Board Price Bulletin*” Nr. 51 vermeldt een verbruik van koolhout in 1917 van 1.000.000 cords.

Volgens *Hawley*, blz. 28, 29, 95 en 96, bedroeg het aantal verkolingsinrichtingen in 1919:

Houtsoort	Aantal Inrich- tingen	Hoeveelheid verbruikt hout	Houtwaarde totaal	Houtwaarde	
				per cord	per M. ³
loofhout	87	1.186.477 cords	\$ 7.965.069	\$ 6,71	f 4,70
naaldhout	25	256.198 cords	\$ 1.593.977	\$ 6,22	f 4,35
Samen	112	1.442.675 cords	\$ 9.559.046		

De uitrusting der verkolingsinrichtingen was in 1919:

loofhout: 628 retorten, capaciteit 2.676 cords (750 M.³).
 naaldhout: 196 „ „ 464 „ (130 M.³).
 loofhout: 232 ovens, „ 1.936 „ (550 M.³).
 naaldhout: 11 „ „ 70 „ (20 M.³).
 loofhout: 167 „kilns“, „ 10.070 „ (2.820 M.³).

Voor de capaciteit is opgegeven de inhoud van de verkolings-
 ruimte, maar dit is geen zuivere maatstaf; waar bij de zooveel

langere verkolingsduur bij de „kilns”, de totale jaarlijksche productie zelfs geringer is, dan bij de retorten en ovens, wordt voor de „kilns” dus een sterk geflatteerd beeld gegeven.

In Amerika bestaat er nog verwarring in de benamingen „oven” en „retort”. Daar waar moderne ovens gebouwd werden, terwijl er te voren geen retortenverkoling was, spreekt men ook wel van retorten in plaats van ovens.

Volgens *R. C. Palmer (Oil, Paint and Drug Report — March 9 — 1914)* bedroeg het aantal verkolingsinrichtingen, waar behalve houtskool ook andere producten der droge destillatie gewonnen werden:

in 1880 — 17	in 1900 — 93	in 1909 — 116.
in 1890 — 53	in 1907 — 100	in 1910 — 117.
		in 1911 — 105.

*Dumesny en Noyer*¹⁾ vermelden (blz. 147 e.v.) de volgende gegevens, genomen uit de „*Forest Service Reports*” van de V.S.A.:

	1906	1907	1908	1909
Aantal verkolingsinrichtingen:				
loofhout	86	100	101	—
naaldhout.	33	31	30	31
Hoeveelheid koolhout: (cords)				
loofhout	1.144.896	1.219.771	878.632	1.149.847
naaldhout.	50.234	62.349	90.212	115.310
Waarde van het koolhout (\$):				
loofhout	3.716.423	3.824.669	2.710.745	3.818.282
naaldhout.	129.358	210.844	207.202	241.726
Opbr. aan houtskool in bushels:				
loofhout	45.657.721	50.772.234	37.286.520	53.075.102
naaldhout	791.887	1.158.364	1.995.728	2.403.401
Waarde van de houtskool (\$):				
loofhout	2.965.940	3.838.392	2.644.923	3.299.002
naaldhout.	129.358	102.411	186.616	210.017
Ruwe houtgeest (gallons):				
loofhout	7.871.494	7.741.645	6.285.678	8.468.083
naaldhout.	—	—	—	—
Waarde van de houtgeest (\$):				
loofhout	2.676.191	1.153.307	1.084.223	2.082.253
Grauwe azijnzure kalk (lbs):				
loofhout	96.376.497	133.374.941	106.098.846	148.769.479

1) *P. Dumesny & J. Noyer*. Wood products: distillates and extracts.

	1906	1907	1908	1909
Waarde daarvan in \$.	2.017.331	2.565.938	1.636.825	2.202.847
Bruine azijnzure kalk (lbs):				
loofhout	6.960.933	8.152.848	1.586.441	2.156.907
Waarde daarvan in \$	85.777	94.446	13.457	22.203
Houtazijn uit naaldhout:				
gallons	305.000	—	8.100	4.850
Waarde daarvan in \$	15.380	—	810	218
Teerolie (gallons):				
loofhout	250.610	382.959	57.829	37.995
naaldhout	125.008	391.916	304.979	323.226
Waarde daarvan in \$:				
loofhout	19.877	9.296	3.813	3.082
naaldhout	17.249	69.399	56.043	70.080
Houtteer (gallons)				
naaldhout	648.120	760.836	966.675	1.364.984
Waarde daarvan in \$.	64.368	58.132	81.349	104.671

De loofhoutdestillatie is het belangrijkst in *Michigan*, vervolgens komen: *Pennsylvania*, *Wisconsin* en *New York*; het aandeel in het houtverbruik voor de verkoling bedraagt in deze staten respectievelijk: 54,7 %, 23,7 %, 5,1 % en 8,8 %.

De naaldhoutdestillatie (inclusief de stoomdestillatie¹⁾) is het belangrijkst in de staten: *Georgie*, *Florida*, *Alabama* en *Louisiana*. Het percentage van het houtverbruik bedraagt respectievelijk: 40,6 %, 33,6 %, 16,2 % en 7,0 %.

De meest gebruikte loofhoutsoorten voor de verkoling zijn: beuk, berk en suikerahorn. De meest verkoolde naaldhoutsoort is: *Pinus palustris*.

Het kapitaal gestoken in houtverkolingsfabrieken, bedroeg volgens *Bunbury* (blz. 300) in de jaren:

1899	1904	1909	1914
\$ 6.729.127	\$ 10.506.979	\$ 13.017.192	\$ 17.562.849
dat is dus per verkolingsinrichting:			
ruim f 164.000	ruim f 186.000	ruim f 271.000	ruim f 462.000

1) Bij de stoomdestillatie wordt stoom in de retort geblazen, ten einde uit het in kleine stukken verdeelde hout, de hars- en terpentijnolie te doen overdestilleeren. Hierbij wordt zeer harsrijk naaldhout gebruikt. Dit proces is geen destructieve destillatie, wel wordt het hout, waaraan de hars- en terpentijnolie zijn onttrokken, daarna meestal op de gewone wijze verkoold, ten einde de producten der droge destillatie te winnen.

Productie, in- en uitvoer van producten der houtverkoling in de Vereenigde Staten:

HOUTSKOOL

<i>Hawley</i> geeft op voor de productie in: (vide bldz. 28 en 95)	<i>Bunbury</i> geeft op voor de productie in: (vide bldz. 309)	Volgens <i>Dept. Bulletin</i> <i>No. 753. The Use of Wood</i> <i>for fuel.</i> bladz. 23, in:
1919 loofhout naaldhout 46.354.342 1.702.103	1919 —	1919 —
1914 —	1914 44.827.836	1914 —
1909 —	1909 39.952.235	1909 39.017,247
1904 —	1904 2.9917.212	1904 —
1899 —	1899 17.154.302	1899 —

Alle opgaven zijn gedaan in bushels Een bushel houtskool weegt circa 25 pounds, dus ongeveer 11,3 K.G.

De waarde van een bushel houtskool was in de jaren:

1919: ?

1914: \$ 0,051 (*Bunbury* blz. 302)

1909: \$ 0,06 „ „ „ en *Dept. Bulletin No. 753*, blz. 23.

1904: \$ 0,05 „ „ „

1899: \$ 0,042 „ „ „

De prijs was dus voor den oorlog vrij constant en bedroeg circa f 11.— à f 13.— per ton houtskool.

HOUTTEER, TEEROLIE EN HOUTCREOSOOT

Productie:

In de jaren	Houtteer	Teerolie	Houtcreosoot	
1919 naaldhout	2125757 gall.	581042 gall.	207050 lbs.	(<i>Hawley</i> , bldz. 95)
„ loofhout	552124 „	222398 „	945605 „	(„ „ 28)
1914	2965354 „	?	2073057 „	(<i>Bunbury</i> , „ 302)
1909	?	?	2549190 „	(„ „ 302)

De waarde van de houtteer was in 1914 per gallon ongeveer

0,1 dollar, d.i. ongeveer 4 cent per liter, de waarde van de houtcreosoot was in 1914 ongeveer 9 cent per K.G.

AZIJNZUUR, ACETON EN ACETATEN

Jaar	Hoeveelheid	Waarde	Hoeveelheid	Waarde
	Invoer: Acetaten:		Invoer: Aceton:	
1913	—	—	—	—
1914	—	—	1.252 K.G.	f 768
1915	—	—	107.012 „	- 52.763
1916	—	—	81.420 „	- 36.060
1917	—	—	—	—
1918	21.246.726 K.G.	f 4.576.235	67.170 „	- 67.275
	Invoer: Azijnzuur:		Uitvoer: Acetaten:	
1913	1.798 K.G.	f 7.590	36.551.015 K.G.	f 5.553.568
1914	12.587 „	- 4.880	30.917.478 „	- 3.902.333
1915	141.909 „	- 41.043	11.191.785 „	- 1.216.013
1916	229.004 „	- 134.923	8.529.935 „	- 2.404.113
1917	91.448 „	- 71.230	5.878.303 „	- 1.519.618
1918	120.203 „	- 119.183	6.844.839 „	- 1.994.990

Bunbury schat de productie van azijnzure kalk in 1914 op circa 75 miljoen K.G., met eene waarde van f 5.400.000,—. *Hawley* geeft als productiecijfer voor 1914 op voor azijnzure kalk e.d. (acetaten) 80 miljoen K.G.

Volgens „*The War Industries Board Price Bulletin*” No. 51 was de productie van azijnzure kalk in 1917 c.a. 90 miljoen K.G.

Volgens „*Die Chemische Industrie*” blz. 374 en 527 van 1924 was de productie van azijnzure kalk in 1922 ruim 56¹/₂ miljoen K.G., en in 1923 ruim 74¹/₂ miljoen K.G.

HOUTGEEST.

Jaar	Uitvoer		Invoer	
	in liters	in guldens	in liters	in guldens
1913	8.346.000 ¹⁾	1.970.360	1.640	970
1914	7.263.000	1.631.215	495.000 ¹⁾	106.495
1915	4.290.000	1.097.115	179.000	29.700
1916	6.688.000	2.142.903	212.000	23.740
1917	3.750.000	1.617.348	51.000	11.255
1918	11.530.000	5.175.065	933.000	507.485

1) Afgerond op 1000den liters.

Bunbury geeft als productiecijfer van houtgeest op voor 1914 43.624.000 ¹⁾ liter, met een waarde van f 0.12 per liter en als productiecijfer van gezuiverde methylalkohol 29.370.000 ¹⁾ liter, waarde f 0.24 per liter. *Hawley* geeft als productiecijfer van houtgeest op voor 1914 34.888.000 liter.

Volgens de gegevens van „*The War Industries Board Price Bulletin*” No. 51, was de productie van gezuiverde houtgeest in 1917: 31 miljoen liter en van methylacetaat 5.425.000 liter.

Volgens „*Die Chemische Industrie*,” 1924 blz. 374 en 527 was de productie van methylalkohol in 1922 6,8 miljoen gallons = 30,9 miljoen liter en in 1923 8,6 miljoen gallons = 39 miljoen liter.

II. Canada.

Dumesny en *Noyer* „*Wood products: distillates and extracts*” (blz. 150) vermelden voor 1918:

Capaciteit der verkolingsinrichtingen: 500 cords of 1000 ton loofhout per etmaal.

Jaarlijksche productie: 75000 ton houtskool, 13000 ton azijnzure kalk en 1.250.000 gallons methylalkohol.

Bunbury vermeldt voor 1913 een productie van 14.000 ton acetaten, 400 ton aceton en 1.019.000 gallons houtgeest, benevens 8.000.000 bushels houtskool van ruim 9 K.G. per bushel (20 lbs.).

IN HET-EXPLOITATIEJAAR 1923—1924, EINDIGENDE 31 MAART, WAS DE UITVOER VAN AZIJNZUUR VAN CANADA NAAR: ²⁾

Landen	Hoeveelheid	Waarde
Engeland	10.855.100 lbs.	\$ 1.073.819
Ver. Staten	939.400 „	„ 110.569
Br. O. Indië	17.600 „	„ 2.107
Br. Achter Indië	158.900 „	„ 18.831
Overige landen	463.600 „	„ 51.388
Totaal	12.434.600 lbs.	\$ 1.256.714

d.i. ruim 5.640 ton, met een waarde van f 3.141.785.

III. Zweden.

Aantal verkolingsinrichtingen ³⁾:

1913	1914	1915	1916	1917
22	25	23	30	45

1) Afgerond op 1000den liters.

2) *Die Chemische Zeitung*, 1924, blz. 602.

3) *Bunbury*, l.c. blz. 305.

Ongeveer 10 % van het jaarlijksch houtverbruik (40 miljoen S.M.), dus ongeveer 4 miljoen S.M. worden in de laatste jaren verkoold.

In 1913 behoorden van de 14 belangrijkste verkolingsinrichtingen er

tot het wagen-oven type 6,
tot het Carbo-oven type 4,
tot het Schacht- en wagen-oven type 1,
tot het Ljungberg-oven type 1,
tot het Aminoff-oven type 1,
tot het buizen-oven type 1.

In de jaren van hoogconjunctuur zijn er meerdere ovens bijgebouwd, doch in 1921 moest bij vele het bedrijf belangrijk ingekrompen worden.

OVERZICHT VAN DE VERDEELING VAN HOUTSKOOL GEMAAKT
VAN GEKLOOFD BRANDHOUT EN VAN LATTENHOUT (AFVAL
ZAGERIJEN) EN VAN MEILER- EN OVENHOUTSKOOL IN DE
JAREN 1911—1921. ¹⁾

Jaar	Totaal houtskool voor de hoogovens in M. ³	Kool van brandhout		Kool van lattenhout	
		Meilerkool	Ovenkool	Meilerkool	Ovenkool
		(in procenten van de totale hoeveelheid houtskool)			
1911	4.054.134	68	6	24	2
1912	4.321.957	70	7	22	1
1913	4.265.943	69	6	22	3
1914	3.792.658	66	7	26	1
1915	4.529.437	74	5	20	1
1916	4.381.056	75	6	18	1
1917	4.655.721	80	4	15	1
1918	4.287.406	80	7	13	—
1919	3.100.920	77	8	14	1
1920	2.836.529	74	9	16	1
1921	1.616.207	77	5	16	2
Gemiddeld:		73.6	6,4	18,7	1,3

1) Handbok I Skogsteknologi, l.c. blz. 603.

**HOUTSKOOLVERBRUIK, IJZERPRODUCTIE, PRIJZEN VAN
HOUTSKOOL EN IJZER, IN- EN UITVOER VAN HOUTSKOOL
IN ZWEDEN IN DE JAREN 1893—1921 ¹⁾**

Jaar	Jaarlijksch verbruik van houtskool in de hoogovens in M ³ .	Productie in tonnen		Prijs in kronen		Houtskool	
		gietijzer	lancashire- ijzer	per M. ³ houtskool	per ton gietijzer	invoer in M. ³	uitvoer in M. ³
1893	4.413.000	453.421	208.802	3,54	54,—	2.172	3.062
1894	4.380.000	462.809	198.355	3,32	53,—	760	3.396
1895	4.313.000	462.930	172.883	3,51	53,—	1.281	4.671
1896	4.518.000	494.418	174.866	3,88	60,—	8.006	5.889
1897	4.831.000	538.197	177.525	4,45	66,—	19.673	7.497
1898	4.826.000	531.766	184.336	4,10	63,—	33.423	10.086
1899	4.418.000	497.727	179.689	4,37	70,—	36.153	7.035
1900	4.686.000	526.868	171.339	6,10	106,—	49.667	8.183
1901	4.531.000	528.375	149.519	5,30	64,—	40.866	9.758
1902	4.529.000	538.113	170.252	4,50	64,—	27.983	12.110
1903	4.329.000	506.825	176.931	4,50	63,—	41.674	12.138
1904	4.406.000	528.525	176.039	4,60	63,—	92.250	10.897
1905	4.347.000	539.437	171.358	5,10	70,—	93.488	12.042
1906	4.641.000	604.789	168.214	5,40	77,—	96.503	13.694
1907	4.695.000	615.778	164.639	5,50	74,—	87.885	13.624
1908	4.145.000	567.821	142.700	5,50	66,—	71.783	16.234
1909	3.142.000	444.764	113.279	5,80	72,—	84.029	11.677
1910	4.083.000	603.939	142.199	6,30	80,—	97.882	8.653
1911	4.054.000	634.392	137.247	6,65	78,—	102.566	15.371
1912	4.122.000	699.816	138.294	6,58	76,—	106.222	9.489
1913	4.266.000	730.257	142.787	6,61	77,—	119.882	6.482
1914	3.793.000	639.718	102.810	7,10	82,—	114.990	5.933
1915	4.529.000	760.701	109.106	7,56	93,—	90.345	5.524
1916	4.381.000	732.734	106.870	12,34	157,—	3.131	3.682
1917	4.656.000	828.969	103.474	19,64	282,—	7.126	4.751
1918	4.287.406	761.822	84.724	25,48	302,14	1.571	3.849
1919	3.100.920	493.701	57.064	22,21	236,65	596	3.011
1920	2.836.529	470.550	52.967	23,32	255,—	24.904	5.379
1921	1.615.396	313.080	21.485	20,08	144,75	4.750	6.210

1) Uit: Handbok I Skogsteknologi, Utgiven av *Wilh. Ekman, O. Eneroth, H. Hanngren, O. Hellström, G. Kinnman, P. Klason, Axel Löf, G. Magnuson, M. Nordquist, G. Sundblad, G. Wesslén*; blz. 599. Stockholm, *C. E. Fritzes* Bokförlags Aktiebolag, 1922.

Volgens het „Handbok I Skogsteknologi” blz. 714 is het gewicht van droge meilerhoutskool van:

sparrenhout 11—12 K.G. per H.L.
 grove dennenhout 13—14 ” ” ”
 berkenhout 16—17 ” ” ”

en van ovenkool:

van spar en grove den 11 ” ” ”
 van zagerijafval en latten daar-
 van, lengte 2—4 d.M. 8—11 ” ” ”

IN- EN UITVOER VAN PRODUCTEN DER HOUTVERKOLING¹⁾.

	In de jaren 1890		1900		1905	
	Uitvoer	Invoer	Uitvoer	Invoer	Uitvoer	Invoer
	Waarde in kronen					
Houtskool.....	38.000	56.000	41.000	248.000	60.000	467.000
Azijn	8.000	9.000	28.000	9.000	700	11.000
Houtgeest	2.500	300	49.000	10.000	255.000	100
Terpentijn	—	226.000	900	209.000	27.000	190.000
Houtteer.	893.000	168.000	466.000	206.000	865.000	158.000

UITVOER VAN HOUTTEER IN 1905 VAN UIT: ²⁾

Luleå	1.068.000 K.G.
Skellefteå.	792.000 „
Umeå	2.632.000 „
Gefle.	66.000 „
Stockholm	514.000 „
Helsingborg.	71.000 „
Göteborg	234.000 „
over Noorwegen.	337.000 „
Div. kleine havens	61.000 „

Totaal. 5.755.000 K.G.

PRODUCTIE VAN AZIJNZUUR, ACETATEN EN ACETON ³⁾.

Jaar	Aziijnzuur	Acetaten (Ca)	Aceton
	Waarde in glds.	Waarde in glds.	Waarde in glds.
1913	389.387	100.201	?
1914	273.842	71.471	6.867
1915	431.579	148.036	82.547
1916	880.127	275.492	120.529
1917	1.409.369	327.495	312.444
1918	1.463.027	773.175	902.389

1) *Wilh. Ekman*. Skogsteknisk Handbok, blz. 267.2) *Ekman*, l.c. blz. 272.3) *Bunbury*, l.c. blz. 304 tot en met 306.

IN- EN UITVOER VAN AZIJNZUUR, ACETATEN EN ACETON ¹⁾.

Jaar	Azijnzuur		Acetaten		Aceton	
	K.G.	Waarde Glds.	K.G.	Waarde Glds.	K.G.	Waarde Glds.

INVOER

1912		28		46.157		71.107
1913		103		8.989		57.839
1914		—		—		—
1915		237		97		76.053
1916		—		123		152.164
1917		1.091		5.065		20.700
1918		22.819		—		67
1919		—	251	—	51.966	—

UITVOER

1912		70.661		46.157		1.679
1913		63.591		80.526		9.893
1914		—		—		—
1915		104.484		66.263		50.201
1916		381.523		82.148		111.343
1917		436.613		15.333		71.173
1918		499.095		—		89.565
1919	106.561	—	180.130	—	46.524	—

METHYLALKOHOL ¹⁾.

Jaar	Productie	Uitvoer	Invoer
	Waarde in Glds.	Waarde in Glds.	Waarde in Glds.
1913	207.579	136.418	290
1914	202.614	—	—
1915	307.478	45.782	2.069
1916	363.727	162.440	1.141
1917	531.161	126.179	—
1918	1.091.424	20.062 *)	15

*) Gezuiverde.

1) *Bunbury* l.c. bldz. 304 tot en met 306.

IV. *Engeland.*(Cijfers van *Bunbury*, l.c. blz. 306—307).

INVOER VAN ACETON, AZIJNZUUR EN ACETATEN.

Jaar	Aceton		Aziijnzuur		Acetaten	
	K.G.	Waarde glds.	K.G.	Waarde glds.	K.G.	Waarde glds.
1910	1.113.377	684.144	4.546.423	1.055.028	4.384.467	509.640
1911	1.648.220	1.006.992	4.542.258	1.090.872	4.271.331	487.884
1912	2.586.381	2.029.944	4.149.863	1.004.892	3.805.984	458.244
1913	2.357.568	1.951.596	3.816.653	1.029.480	5.058.965	592.104
1914	2.398.058	1.665.756	3.958.339	1.123.752	4.283.167	467.028
1915	5.870.374	6.298.524	5.246.170	2.564.172	5.144.566	1.010.856
1916	2.607.362	3.518.628	2.991.273	4.441.788	3.461.343	1.762.476
1917	6.372.806	9.246.840	5.301.036	8.014.728	2.193.681	1.293.516
1918	8.838.634	20.710.800	4.559.632	6.886.536	1.105.401	749.256
1919	3.789.321	6.422.760	3.804.003	3.394.380	3.079.617	840.024
1920	44.604	55.332	5.029.398	4.714.140	5.184.395	1.411.284

UITVOER EN HERUITVOER VAN AZIJNZUUR,
ACETATEN EN ACETON.

Jaar	Aceton		Aziijnzuur		Acetaten	
	K.G.	Waarde glds.	K.G.	Waarde glds.	K.G.	Waarde glds.
1910	15.799	11.220	2.845	1.116	142.195	16.356
1911	30.938	20.796	2.438	660	—	—
1912	10.719	7.896	9.246	3.192	13.717	1.776
1913	55.577	48.084	—	—	20.321	1.800
1914	59.083	44.148	—	—	116.794	12.588
1915	29.313	36.108	44.909	26.520	—	—
1916	—	—	138.385	184.488	—	—
1917	1.016	2.160	73.053	114.456	—	—
1918	100.588	182.544	37.847	61.200	2.489	1.452
1919	25.452	29.340	142.449	129.444	—	—
1920	1.521.367	1.751.640	461.282	66.432	105.770	38.808

De cijfers voor 1910 tot en met 1919 hebben alleen betrekking op heruitvoer, die voor 1920 zijn van uitvoer en heruitvoer samen.

INVOER, UITVOER EN HERUITVOER VAN TEER.

Jaar	Invoer		Uitvoer en heruitvoer	
	K.G.	Waarde in Glds.	K.G.	Waarde in Glds.
1910	14.204.645	1.050.384	1.364.082	127.956
1911	13.457.479	968.148	1.242.720	119.220
1912	14.442.237	1.049.244	1.317.193	124.368
1913	14.562.531	1.091.184	883.006	93.564
1914	12.891.414	1.086.288	1.017.219	110.328
1915	12.665.405	1.412.064	1.188.822	167.592
1916	5.874.563	1.198.248	1.669.999	313.908
1917	7.452.817	3.167.028	819.099	331.884
1918	3.300.578	1.848.000	642.874	370.020
1919	9.487.662	3.731.928	527.202	252.264
1920	5.834.888	1.583.256	2.007.616	636.444

De cijfers voor 1910 tot en met 1919 hebben alleen betrekking op heruitvoer, die voor 1920 zijn van uitvoer en heruitvoer samen.

INVOER, UITVOER EN HERUITVOER VAN METHYLALKOHOL.

Jaar	Uitvoer en heruitvoer		Invoer	
	Hoeveelheid liters	Waarde in Glds.	Hoeveelheid liters	Waarde in Glds.
1913	1.113.004	363.948	2.809.723	842.100
1914	830.404	269.736	2.260.467	639.168
1915	704.666	263.808	2.965.574	912.600
1916	632.525	337.944	2.851.669	1.241.472
1917	84.819	57.228	1.544.535	1.040.100
1918	54.456	110.400	1.440.586	2.078.184
1919	140.489	202.056	2.610.831	3.491.484
1920	919.478	1.390.572	667.816	1.129.320

V. Nederland. ¹⁾

INVOER EN UITVOER VAN AZIJNZUUR EN ACETON.

Jaar	Invoer				Uitvoer			
	Azijnzuur		Aceton		Azijnzuur		Aceton	
	K.G.	Glds.	K.G.	Glds.	K.G.	Glds.	K.G.	Glds.
1917	86.134	65.676	4.151	7.030	147.243	172.231	57	302
1918	14.228	15.507	—	—	20.556	13.593	—	—
1919	358.368	341.873	35.603	36.318	563.452	383.152	319	1.168
1920	1.822.494	1.015.005	55.040	56.548	2.912.986	2.151.033	2.033	2.856

1) *Bunbury*, l.c. blz. 308.

INVOER EN UITVOER VAN HOUTSKOOL. IN K.G.

Jaar	Invoer	Uitvoer	Jaar	Invoer	Uitvoer
1900	5.439.899	304.920	1911	5.604.082	2.513.849
1901	6.026.578	244.848	1912	5.186.262	1.010.012
1902	5.333.271	398.446	1913	5.496.851	859.853
1903	7.307.851	889.587	1914	4.683.841	661.214
1904	6.338.955	299.347	1915	4.675.128	227.630
1905	6.608.107	1.593.352	1916	3.059.896	229.721
1906	7.711.705	931.130	1917	345.422	19.518
1907	5.487.863	465.380	1918	3.735.391	—
1908	6.037.164	727.421	1919	3.444.517	1.409
1909	5.253.497	772.997	1920	3.194.549	6.359
1910	5.258.992	1.117.369			

In de oorlogsjaren en na-oorlogsjaren: 1917 t.m. 1920 was de prijs van de ingevoerde houtskool f 120.— tot f 160.— per ton (1000 K.G.).

IN- EN UITVOER VAN HOUTGEEST.

Jaar	Invoer		Uitvoer	
1917	1.026 K.G.	f 1.429	—	—
1918	380 "	- 636	—	—
1919	31.523 "	- 34.762	537 K G	f 938
1920	28.545 "	- 42.305	102 "	- 286

VI. *Frankrijk* ¹⁾.

INVOER EN UITVOER VAN AZIJNZUUR EN ACETON.

Jaar	Invoer		Uitvoer	
	Azijnzuur	Aceton	Azijnzuur	Aceton
1910	601.200 K.G.	372.100 K.G.	736.200 K.G.	68.100 K.G.
1911	471.700 "	1.651.100 "	601.500 "	14.300 "
1912	626.700 "	1.492.500 "	910.200 "	30.900 "
1913	653.400 "	2.012.100 "	827.800 "	6.600 "
1914	365.200 "	1.312.100 "	539.900 "	61.000 "
1915	431.300 "	317.300 "	417.800 "	22.300 "
1916	883.300 "	361.800 "	1.092.400 "	22.200 "
1917	1.178.200 "	367.700 "	1.023.000 "	31.100 "
1918	647.600 "	1.326.400 "	314.400 "	2.900 "

1) *Bunbury*, l.c. blz. 309.

IN- EN UITVOER VAN METHYLALKOHOL.

Jaar	Invoer	Uitvoer	
	K.G.	K.G.	
1910	2.249.000	220.400	De invoer van methylalkohol is in Frankrijk steeds veel grooter geweest, dan de uitvoer. Voor 1903 zijn b.v. de cijfers: invoer. 770.500 K.G. uitvoer. 20.000 K.G. en voor 1904: invoer. 1.713.000 K.G. uitvoer. 43.000 K.G. ¹⁾
1911	2.120.800	62.700	
1912	1.257.600	146.600	
1913	2.267.400	140.100	
1914	1.307.300	48.600	
1915	1.896.000	224.900	
1916	2.410.500	746.300	
1917	2.055.700	171.100	
1918	3.340.100	334.200	

De uitvoer van azijnzuur was voor den oorlog meestal veel grooter dan de invoer. Voor 1903 en 1904 zijn de verhoudingen:

	Invoer	Uitvoer
1903	4750 K.G.	168.000 K.G.
1904	1500 K.G.	237.000 K.G. ¹⁾

De houtskoolproductie in Frankrijk bedroeg in de jaren 1923—1924 c.a. 150.000 ton 's jaars. (*Die Chemische Zeitung*, 1924, blz. 720).

VII. *Italië* ²⁾.IN- EN UITVOER VAN METHYLALKOHOL, AZIJNZUUR
EN ACETON.

Jaar	Methylalkohol in liters		Aceton in liters		Azijnzuur in K.G.	
	Invoer	Uitvoer	Invoer	Uitvoer	Invoer	Uitvoer
1918	100	100	2.658.400	—	67.600	200
1919	—	100	892.400	3.400	487.500	200
1925	100	13100	32.100	67.700	535.300	1.700

1) *Dumesny* en *Noyer*, l.c. blz. 2.

2) *Bunbury*, l.c. blz. 309.

VIII. *Deutschland.*

In de jaren	1908	1909	1910	1911	1912	1913 ¹⁾
-------------	------	------	------	------	------	--------------------

INVOER

Ruwe houtgeest:						
hoeveelheid *)	58.043	69.915	87.268	87.593	93.980	107.002
waarde **)	2.902	4.195	5.672	5.694	5.639	6.420
Gewone houtgeest, acet-						
ton en formaldehyde:						
hoeveelheid	1.197	317	18	74	16	470
waarde	120	31	2	7	2	47
Houtteerolie, caout-						
choucolie en dierlijke						
oliën:						
hoeveelheid	2.854	2.914	2.379	3.964	6.776	5.508
waarde	100	102	83	139	237	193
Houtteer- en turfteer-						
creosoot:						
hoeveelheid	63	172	1.349	349	1.358	570
waarde	16	43	337	87	340	143

UITVOER

Ruwe houtgeest:						
hoeveelheid ***) ...	9.026	13.024	4.932	7.655	2.633	3.843
waarde **)	722	1.042	395	588	200	318
Gewone houtgeest, ace-						
ton en formaldehyde:						
hoeveelheid	29.278	33.273	34.397	39.537	46.554	65.924
waarde	2.317	2.782	2.888	3.370	4.014	5.271
Houtteerolie, caout-						
choucolie en dierlijke						
oliën:						
hoeveelheid	311	525	327	559	755	920
waarde	12	20	12	33	30	29
Houtteer- en turfteer-						
creosoot:						
hoeveelheid	330	428	389	453	493	559
waarde	83	107	105	139	148	163

*) Invoer in dz. (= 100 K.G.).

**) Waarde in honderd Mark.

***) Uitvoer in dz. (= 100 K.G.).

1) *Ullmann*, l.c., band 5, blz. 9 en band 6, blz. 459.

IN- EN UITVOER VAN AZIJNZUUR EN AZIJNZURE KALK ¹⁾

In de jaren	Azijnzuur niet sterker dan 15% × 100 K.G.	Azijnzuur niet sterker dan 30% × 100 K.G.	Azijnzuur meer dan 30% × 100 K.G.	Azijnzure kalk × 100 K.G.
Invoer 1907	67	—	—	250.195
Uitvoer 1907	—	1.861	12.038	522
Invoer 1908	42	—	—	173.935
Uitvoer 1908	—	1.241	11.452	1.072
Invoer 1909	—	—	—	235.238
Uitvoer 1909	41	1.629	19.289	825
Invoer 1910	18	—	—	178.594
Uitvoer 1910	—	1.371	15.678	2.046
Invoer 1911	90	—	—	204.085
Uitvoer 1911	—	687	14.228	746
Invoer 1912	—	178	—	216.896
Uitvoer 1912	—	17.742	—	—
Invoer 1913	—	379	—	209.200
Uitvoer 1913	—	15.972	—	—

Voor den oorlog werd per jaar gemiddeld ingevoerd 20.000 ton azijnzure kalk, vnl. uit de V. S. A., maar ook uit Oostenrijk-Hongarije. De eigen productie bedroeg in Duitschland ongeveer 15.000 ton; zoodat dus totaal 35.000 ton azijnzure kalk verwerkt werden op azijnzuur, de derivaten daarvan en aceton. (*Ullmann*, band 5, blz. 9).

IN- EN UITVOER IN 1913 VAN DESTILLATIEPRODUCTEN ²⁾

	Invoer		Uitvoer	
	× 100 K.G.	× 100 Mk	× 100 K.G.	× 100 Mk
Azijnzure kalk ³⁾	209.920	4.812	—	—
Houtgeest	107.002	6.420	—	—
Aceton	3.081	262	3.843*)	318
Methylalkohol en formaldehyde ...	470	47	65.924**)	5.271
Houtskoöl (ook poeder en briketten)	43.134	930	267.142	2.126

*) Houtgeest en aceton (ruw).

**) 35263 dz. houtgeest, 10434 dz. aceton en 20277 dz. formaldehyde.

Duitschland produceerde voor den oorlog jaarlijks gemiddeld 18.000 ton azijnzure kalk, 3600 ton houtgeest en 66.000 ton houtskoöl ²⁾.

1) *Ullmann*, l.c., band 5, blz. 9 en band 6, blz. 459.

2) Die Chemische Industrie, XXXXIV (1921), No. 14 (954), blz. 125.

3) De invoercijfers voor 1913 van azijnzure kalk zijn niet volkomen gelijk, doch het verschil is van weinig beteekenis.

Duitschland en Oostenrijk samen produceerden voor den oorlog, na de Vereenigde Staten, de meeste acetaten en houtgeest.

Hawley, l.c. (blz. 30) geeft voor 1914 voor de productie der drie voornaamste landen:

	Acetaten in tonnen	Houtgeest in Gall.	Gebruikt hout (cords)
Vereenigde Staten	80.000	9.000.000	1.000.000
Duitschland en Oostenrijk	25.000	2.800.000	300.000
Canada	8.500	950.000	110.000

IX. *Rusland.*

In 1913 was de productie van Rusland naar schatting¹⁾:

teer.....	28.123.000	K.G.
terpentijn	980.000	„
pek.....	56.245.500	„

1) *Bunbury*, l.c. blz. 310.

**GEMIDDELDE JAARLIJKSCHЕ WERELDPRODUCTIE
VAN TERPENTIJN EN HARS ¹⁾.**

Landen	Voor-oorlogsjaren 1910—1913		Oorlogsjaren 1915—1918		Na-oorlogsjaren 1919—1920	
	Terpentijn	Hars	Terpentijn	Hars	Terpentijn	Hars
Ver. Staten v. Amerika.	32.925.000	2.142.000	23.875.000	1.584.000	23.000.000	1.576.000
Frankrijk	7.150.000	433.000	5.282.000	319.000	9.186.000	546.000
Rusland	7.500.000	12.800	?	?	?	?
Spanje	1.566.000	93.000	1.688.000	98.000	1.363.000	88.000
Griekenland.	700.000	51.000	400.000	28.000	375.000	25.000
Portugal.	550.000	34.000	443.000	25.000	827.000	50.000
Zweden.....	?	?	700.000	14.000	600.000	8.000
Finland.....	200.000	3.000	250.000	10.000	300.000	14.000
Indië (Britsch)	50.000	4.000	155.000	11.000	183.000	14.000
Mexico	50.000	4.000	15.000	1.000	30.000	3.500
Oostenrijk	60.000	4.500	?	?	?	?
Italië.	32.000	2.000	22.000	1.500	?	?
Noorwegen.	?	?	?	?	400.000	5.000
China	60.000	5.000	180.000	15.000	250.000	20.000
Duitschland.	—	—	20.000	1.500	30.000	2.000
Polen						
Fransch Indo-China...						
Centraal Amerika.....						
Japan						
Algerië						
Britsch Z.-Afrika						
Totaal.....	52.000.000	2.900.000	36.000.000	2.200.000	38.000.000	2.400.000
(waarbij naar boven af- gerond voor de landen, waarvan de productie niet bekend is).	gallons	round barrels	gallons	round barrels	gallons	round barrels
	=	=	=	=	=	=
	197.000.000	658.000.000	136.000.000	500.000.000	144.000.000	544.000.000
	liters	K.G.	liters	K.G.	liters	K.G.

1 Amerikaansche gallon = 3,785 liter.

1 Engelsche Imperial gallon = 4,543 liter.

1 round barrel = 500 lbs. gross weight, d.i. 226,8 K.G. bruto.

In Circular No. 258 ¹⁾ wordt de Amerikaansche gallon in dit geval berekend op 7,2 lbs., d.i. 3,265 K.G..

1) Uit: Turpentine and rosin. Distribution of the World's production, trade and consumption by V. H. Grottisch. U. S. D. of Agriculture, Dept. Circular No. 258, April 1923, blz. 3.

GEMIDDELD JAARLIJKSCH WERELDVERBRUIK VAN TERPENTIJN EN HARS. ¹⁾

Landen	Voor-oorlogsjaren 1910—1913		Oorlogsjaren 1915—1918		Na-oorlogsjaren 1919—1920	
	Terpentijn	Hars	Terpentijn	Hars	Terpentijn	Hars
Ver. Staten v. Amerika	14.435.000	761.800	16.055.500	864.100	12.957.500	911.450
Duitschland.	8.716.000	428.800	?	?	1.234.000	111.000
Engeland.	8.077.000	412.370	4.359.000	380.960	6.695.000	387.730
Frankrijk.	4.560.000	156.960	4.589.000	157.330	6.402.500	256.800
Rusland.	4.380.000	171.000	?	?	?	?
Oostenrijk-Hongarije ..	3.162.000	162.000	?	?	?	?
België.	1.313.000	52.000	weinig	weinig	433.000	34.000
Canada.	1.160.000	53.360	1.176.000	75.150	974.000	69.350
Italië.	998.000	81.920	795.000	92.320	831.500	73.060
Nederland.	1.146.000	34.400	454.000	13.060	770.000	19.200
Argentinië.	589.000	81.900	464.000	80.530	585.000	74.670
Australië.	616.500	36.000	650.500	36.000	460.000	28.620
Brazilië.	329.000	93.330	264.000	86.510	318.000	90.670
Spanje.	408.000	44.590	678.000	45.060	200.000	21.340
Zwitserland.	469.000	12.340	416.000	18.180	511.000	8.970
Griekenland.	300.000	23.460	250.000	10.000	270.000	13.350
Portugal.	330.000	16.000	350.000	10.660	600.000	10.000
Zweden.	260.000	29.800	635.000	11.950	525.000	18.500
Indië (Britsch).	303.000	17.010	245.000	16.700	262.000	13.380
Denemarken.	146.000	7.650	97.000	7.150	162.500	11.070
Britsch Z. Afrika.	155.500	5.350	155.000	7.510	138.500	8.850
Chili.	171.000	4.910	167.000	7.300	156.000	6.850
Nw. Zeeland.	198.000	5.180	118.000	5.090	67.500	3.500
Japan.	40.000	27.200	50.000	60.530	35.000	65.000
Cuba.	65.000	16.000	100.000	17.330	83.000	14.930
Ned. Oost-Indië.	30.000	32.300	21.000	24.300	10.000	17.100
Roemenië.	97.500	12.900	?	?	?	?
Uruguay.	60.000	17.000	54.000	13.600	75.000	13.000
Noorwegen.	45.000	16.140	75.000	18.420	90.000	10.800
Peru.	51.000	3.160	51.000	2.120	50.000	1.800
Mexico.	25.000	5.000	20.000	2.000	75.000	6.000
Totaal.	52.635.500	2.821.830	32.289.000	2.063.860	34.971.000	2.300.990
	gallons	round barrels	gallons	round barrels	gallons	round barrels
	=	=	=	=	=	=
	199.000.000	640.000.000	122.000.000	468.000.000	95.000.000	522.000.000
	liters	K.G.	liters	K.G.	liters	K.G.

1) Uit: Turpentine and rosin. Distribution of the World's production, trade and consumption by V. E. Grottisch. U. S. D. of Agriculture, Dept. Circular No. 258, April 1923, blz. 4.

HOOFDSTUK V.

GESCHIEDENIS DER HOUTVERKOLING.

De verkoling van hout is reeds van zeer ouden datum. Het is bekend, dat de oude Egyptenaren voor het balsemen van hunne dooden gebruik maakten van houtazijn, afkomstig uit het destillaat der houtverkoling. De Egyptische smeden gebruikten de harde houtige wortels van de *Sari* of *Saripha* (*Cyperus fastigiatus* Rottb.) voor de bereiding van goede houtskool. ¹⁾ In Genesis VI : 14 leest men, dat voor de Ark pek gebruikt werd, om de naden te dichten.

In China werd ook in de vroegste tijden reeds houtskool gebrand in kuilen, met aarde afgedekt, opdat de lucht niet zou kunnen toetreden. In ieder geval is de houtskoolbereiding even oud, als de winning van metalen uit ertsen, omdat houtskool noodig was voor de reductie van die ertsen. Voor het smelten van erts in de zilvermijnen van Laurium (Zd. O. punt van Attika) gebruikten de Grieken houtskool van *Sorbus Aria* Crtz. en *Arbutus Unedo* L. ²⁾, zelfs werd er houtskool (vermoedelijk van *beukenhout* gebrand) uit de staatsbosschen van Attika, op den Kithaeron gelegen, naar Laurium vervoerd ³⁾.

Hars- en teerwinning hadden plaats op de Noord-helling van den Olympus en tijdens de overheersching der Romeinen was Bruttium het centrum daarvan en de Bruttische pek was de beste in de Oudheid ⁴⁾. Houtskool voor de smeden werd eveneens van een *Pinus*-soort gemaakt, *Reisner* noemt *Pinus silvestris*, doch dit is onwaarschijnlijk, daar deze den thans niet in Griekenland voorkomt, wel groeien daar *Pinus leucodermis* Ant. en *Pinus Peuce*. Van den bouw van de meiler vindt men beschrijvingen bij *Theophrastus* en *Plinius* ⁵⁾.

1) *August Seidensticker*. Waldgeschichte des Alterthums, 1886, band I, blz. 303 (*Theophrastus* IV, 8, 5; 13, 3) en band II, blz. 316 (*Plinius* XIII, 23, 45).

2) *Seidensticker*, l.c., band I, blz. 304 (*Theophr.* V, 9, 1).

3) *Seidensticker*, l.c., band II, blz. 316/317 (*Plinius* XXXV, 6, 25).

4) *Dipl. Ing. Reisner-Essen*. „Aus der Geschichte der Holzdestillation“, Z. f. angew. Chemie, 1924, blz. 233.

5) *Seidensticker*, l.c., band I, blz. 304 (*Theophr.* V, 9, 4) en band II, blz. 317 (*Plinius* XVI, 6, 8).

Plinius heeft ook den bouw van een oven beschreven, waarin uit stobben teer en pek gestookt werd ¹⁾).

Wellicht is de verkoling in kuilen de oudste vorm van verkoling geweest, we vinden die ook buiten Europa terug, onder anderen in China, Japan en den Indischen Archipel.

Of na dan wel naast deze verkolingswijze, de meilerverkoling het eerst is toegepast, dan wel de ovenverkoling, is niet zeker. Oogen-schijnlijk is men geneigd aan te nemen, dat de meilerverkoling een verbeterde werkwijze zou zijn, volgende onmiddellijk op de verkoling in kuilen, doch zooals boven is aangehaald, beschrijft *Plinius* reeds het gebruik van ovens.

De meilerverkoling wordt nog heden veelvuldig toegepast, vooral in Noord- en Oost-Europa en in de Vereenigde Staten van Amerika, ofschoon meer en meer deze werkwijze vervangen wordt door verkoling in ovens. In Nederland werd in Noord-Brabant en op de Veluwe ook hout in meilers verkoold ²⁾).

Uit de meilers zijn ontstaan de steenen bijenkorfovens, die gebruikt worden in de Vereenigde Staten, China, Polen en Rusland.

De steenen ovens werden weer gedeeltelijk vervangen, door ovens met wanden van plaatijzer en ijzeren retorten. Van den laatsten tijd zijn de groote installaties in Noord-Amerika, Zweden, Canada, Engeland, Duitschland en Frankrijk, waarbij men vooral getracht heeft, naast een continu bedrijf, zooveel mogelijk een goed gebruik der bij de verkoling ontsnappende gassen te verkrijgen, die als brandstof worden gebruikt, of dienen voor vóórverwarming van het te verkolen hout.

Een eigenaardige verkolingswijze wordt nog in Rusland toegepast, voor de bereiding van berkenteer. Een aarden pot wordt in den grond ingegraven en daar omgekeerd bovenop een tweede pot, gevuld met berkenbast, geplaatst. Tusschen beide potten is een platte deksel, waarin een opening om de teer door te laten. Bovenop de potten maakt men dan een vuurtje. Soms worden vier of vijf paren potten door een muurtje van steenen omringd, waardoor het vuur goed bijeen gehouden wordt. De potten zijn van vuurvaste klei gemaakt. Berkenteer wordt o.m. gebruikt voor de bereiding van juchtleer ³⁾).

Bij de houtverkoling in Midden- en Noord-Europa was het vroeger slechts om winning van houtskool te doen. Deze werd vooral gebruikt voor de reductie van metaalertsen. Vooral in Zweden was en is thans nog de bereiding van houtskool voor de hoogovens van veel beteekenis. Met zekerheid meent men te mogen vaststellen, dat

1) *Reisner*, l.c.

2) *M. de Vries*. Het kolenbranden in de praktijk. Tijdschrift Nederl. Heidemaatschappij, 1909, 21e jaargang, blz. 111 e.v.

3) *Dr. Georg Thenius*. Die Meiler- und Retorten-verkohlung. *A. Hartleben's Verlag*, Wien und Leipzig, 1912, blz. 130/131.

omstreeks 1300 in Zweden reeds hout in zoogenaamde „*liggende meilers*” verkoold werd; eerst later, omstreeks 1500, zijn daar de „*staande meilers*” naar Duitsch model ingevoerd.

Verder werd vroeger en ook nu nog houtskool bereid voor de buskruitfabrikatie.

Naar men zegt gebruikte men vroeger op Java voor den aanmaak van houtskool voor kruit het hout van *Guazuma tomentosa* H. B. et Kunth, de *djati blanda*, een boom uit tropisch Amerika afkomstig. Verder werd en wordt houtskool daar veel gebezigd voor huishoudelijk gebruik en voor bepaalde industrieën, b.v. de batikindustrie.

In de achttiende eeuw verscheen een meer internationale literatuur op het gebied der houtdestillatie. Bij sommige schrijvers, o.a. in de publicaties van *Von Berg* (1828—1860) is reeds sprake van winning van azijnzure kalk, teer en azijnzuur. Evenwel was er nog geen sprake van verkoling in retorten of ovens zonder luchttoevoer.

In Frankrijk vond *Philippe Lebon* in 1798 zijn „*thermolampe*” uit. Hij ontdekte, dat bij verkoling van hout gas wordt gevormd, dat brandbaar is en voor verlichting gebruikt kan worden. Praktisch paste hij zijne vinding toe door de verlichting van le Havre. Ook in Engeland was dit toenmaals reeds bekend, doch door de ontdekking van *William Murdoch*, die in 1792 uit steenkool een dergelijk gas bereidde, is de vergassing van hout verdrongen, door de gasfabrikatie uit steenkool.

Eigenaardig en niet van belang ontbloot is het, dat in den jongsten tijd in geschriften voor gasfabrikatie uit hout weer propaganda wordt gemaakt. Zoo verscheen in 1921 een verhandeling van *Dr. Ing. B. Waeser* in het *Z. f. a. Chemie*, waarbij gewezen wordt op het nut van kleine en goedkope gasinstallaties met turf en hout als grondstof, vooral voor dorpen en gehuchten gelegen in boschrijke streken, waar aansluiting aan het electrische net dikwijls te duur zou uitkomen.

Wellicht zouden zulke installaties ook voor ons Indië plaatselijk van nut kunnen zijn. Hierbij is echter te bedenken, dat ginds het hout als brandstof zoo goedkoop is, dat men wellicht voordeeliger door middel van stoommachine of houtgasmotor en dynamo een electrische verlichting tot stand kan brengen.

Zoo werden b.v. op de automobieltentoonstelling te Praag in 1923 houtskoolgasgeneratoren aangeprezen, die bij gelijke prestatie, een besparing van 75 % op de bedrijfskosten, tegenover benzine-gebruik mogelijk maken.

Ook elders werden reeds veel eerder dergelijke motoren gebouwd. In het laatst der achttiende eeuw zijn reeds door verschillende onderzoekers proeven genomen met het winnen van de bijproducten der houtverkoling, echter zonder loonend resultaat. Door de con-

currentie van de steenkoolproducten, waaronder vooral cokes, scheen het alsof de houtskoolfabrikatie geheel teruggedrongen zou worden tot slechts enkele steenkoolarme, maar houtrijke streken, zooals Zweden; of tot streken waar de houtskool gebruikt wordt voor de bereiding van kwaliteits-ijzer, zooals in Frankrijk.

Langzamerhand ontstonden echter grootere afzetmogelijkheden voor de bijproducten van de houtverkoling, vooral toen het omstreeks 1790 aan *Lowitz* gelukte, met behulp van Colonneapparaten, azijnzuur chemisch zuiver uit de houtzuren te bereiden.

Met het opkomen der anilinekleurstoffenindustrie (omstreeks 1865) en met het gebruik van methylalkohol voor het denatureeren van spiritus (omstreeks 1890) werden groote hoeveelheden azijnzuur en methylalkohol gevraagd en werd de bereiding hiervan uit hout ook loonend.

De acetonebereiding, hoewel reeds lang bekend, vond geen praktische toepassing, vóór het opbloeien van de celluloidindustrie.

Sedert omstreeks 1880 wordt aceton door droge destillatie van hout in het groot bereid.

In het begin van de twintigste eeuw heeft men er vooral naar gestreefd, de uit de retort-haarden ontsnappende rookgassen zooveel mogelijk te benutten voor het drogen, of voor het vóórverwarmen van het te verkolen hout, terwijl de uit de koelers ontwijkende niet-condenseerbare gassen voor verbranding in de vuurhaarden teruggeleid werden, dan wel gebruikt om het te verkolen hout voor te verwarmen. Ook heeft men deze gassen wel gebruikt voor verbranding in motoren.

Tenslotte heeft men getracht, den afval van hout, als zaagsel, latten, plankjes enz. te verkolen, waarvoor dan soms speciale verkolings-inrichtingen gebouwd moesten worden. Deze verkoling gelukt wel, maar is veelal in de praktijk niet zeer loonend. In Zweden, waar de verkolingsinrichtingen in de nabijheid der houtzagerijen, aan de meertjes, door de talrijke rivieren gevormd, zijn gelegen en het transport goedkoop is, heeft men met de verkoling van houtafval goede resultaten bereikt. Men weet veelal geen of weinig afzet voor de poedervormige houtskool (gruis). Persen tot briketten is zeer goed mogelijk, doch veelal niet loonend.

Daar waar houtskool in groote hoeveelheden wordt gebrand en men dus ook veel gruis krijgt, zou dit laatste, indien voldoende fijn verpoederd, misschien als brandstof gebruikt kunnen worden.

*Dr. J. P. Wibaut*¹⁾ schrijft in het Polytechnisch Weekblad over het stoken met gepoederde brandstof:

1) *Dr. J. P. Wibaut*. Vergassen en ontgassen van brandstoffen in verband met het gebruik der brandstoffen als krachtbron. Polytechnisch Weekblad, 1922, blz. 105—129—151 (153).

Zie ook: *F. H. Scheffler and H. C. Barnhurst*. Pulverised Coal for Station-

„In de laatste jaren is het stoken van ketels met gepoederde brandstof zeer op den voorgrond gekomen. De zeer fijn gepoederde brandstof wordt door blaaslucht medegevoerd en ontstoken, de lucht wordt nog voorgewarmd. Het explosieve mengsel van lucht en kolenstof verbrandt met een groote vlam en heeft een minimale overmaat lucht noodig. De asch uit de kool smelt door de groote hitte en valt in druppels onder in de aschruimte.

Het verstoken van gepoederde brandstof zal waarschijnlijk veel toekomst hebben voor minderwaardige kolen. De voordeelen van het stoken met gas zijn hier verkregen, zonder de brandstof te vergassen; winnen van bijproducten is natuurlijk uitgesloten.

De verdere ontwikkeling van dit systeem betreft de mechanische inrichting der installaties.”

Behalve hout en afval daarvan, worden ook andere houtige producten uit het plantenrijk verkoold, als koffieschillen, palm-pitten, klapperdoppen, uitgeperste olijvenpitten e.d.

Zoo wordt b.v. in Italië en Spanje uit de uitgeperste olijvenpitten door droge destillatie azijnzure kalk en methyalkohol bereid, alsmede kool, samengeperst tot briketten. De opbrengst aan kool uit de olijvenpitten is 30—37 %, aschgehalte 6—15 %, verbrandingswaarde 6000 cal. (*Polytechnisch weekblad*, 1922 blz. 961, *Verhandeling van Dr. Eduardo Victoria, Memoires de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona. Tercera Epoca, Vol. XV, no. 2, Mai 1919*).

Klapperdoppen geven vrij gunstige resultaten bij droge destillatie; een bezwaar blijft echter de transportmoeilijkheid, daar de inzameling der nooten over uitgestrekte terreinen plaats heeft. Hieronder mogen de resultaten van proefverkolingen met klapperdoppen door *Sudborough*¹⁾ en *Wells*²⁾ volgen.

DROGE DESTILLATIE VAN DOPPEN VAN COCOS NUCIFERA:

Volgens:	Water %	Totaal destillaat %	Houts- kool %	Gas %	Aziijn- zuur %	Methyl- alkohol %	Teer %
Sudborough ..	7.6	46.4	35.2	18.4	5.79	1.12	5.8
Wells	abs. droog	41.3	32.5	16.2	6.31	1.0	10.1

De eindtemperatuur bedroeg bij de proefverkoling van *Wells* 500° C.; van de 10.1 % teer, was 6.9 % als zoodanig afgescheiden en 3.2 % opgelost in het waterig destillaat (houtzuren).

ary Boilers. Spring Meeting of the American Society of Mechanical Engineers. Detroit Michigan 16, 19 June 1919.

1) *Sudborough* c.s. Journal of the Indian Institute of Science, Vol. II, 107 en Vol. III 281, *Bunbury* cit. blz. 63.

2) *Wells*. Philippine Journal of Science A., XII, 117 (1917), *Bunbury* cit. blz. 63.

HOOFDSTUK VI.

DE HOUTVERKOLING OP JAVA EN MADOERA.

§ 1. *Geschiedkundig overzicht.*

Op Java en Madoera wordt de houtskool door de bevolking op veelal nog zeer primitieve wijze, in kuilen, gebrand.

De nadeelen aan deze verkolingsmethode verbonden zijn vele:

1. gaat veel hout verloren, door verbranding, het rendement is daardoor niet hoog;
2. de kwaliteit der kool is dikwijls minder goed, verscheidene stukken zijn niet door en door verkoold, niet gaar en niet gelijkmatig van samenstelling;
3. het gevaar van diefstal van houtskool is vrij groot, tenzij men zorgt voor extra bewaking, waardoor de houtskool weer duurder wordt;
4. de verkoling kan wegens gebrek aan water in den Oost-moesson en door de hevige stortbuien in den West-moesson niet het geheele jaar plaats vinden; het is echter juist voor de industrie van belang op geregelde levering, van niet te lang opgeschuurde houtskool te kunnen rekenen;
5. bijproducten kunnen niet gewonnen worden.

Het voordeel van deze verkoling is, dat geen uitgaven noodig zijn voor bouw en onderhoud van installaties.

Het nut van een betere verkolingswijze is door verschillende houtvesters ingezien en meermalen zijn proeven met andere verkolingsmethoden genomen. *H. J. Kerbert* beschreef in *Tectona* 1908—1909¹⁾ een Japansche wijze van houtskoolbranden op de Philippijnen. *G. L. te Wechel* nam omstreeks 1909 proeven met verkoling in meilers en verkoalde o.a. *djatidunningshout*.

In 1915 was er voor de carbidbereiding in de Hoofdwerkplaatsen der Staatsspoorwegen te Madioen (Java) houtskool noodig. De houtvester *H. Oosterling* nam proeven met meilerverkoling te Saradan

1) *H. J. Kerbert*. Eene Japansche methode van Houtskoolbranden op de Philippijnen. *Tectona* dl. I, 1908—1909, blz. 94 e.v.

(residentie Madioen, Java). Deze proeven, genomen met *djatihout* (*Tectona grandis* L.) en *kesambihout* (*Schleichera trijuga* Willd.) mislukten, ondanks de, door den ter zake kundigen houtvester zorgvuldig gekozen maatregelen en de goede bewaking. *Oosterling* noemt als oorzaken van de mislukking, het absoluut ongeschikte dekkingsmateriaal en het niet voldoen van het werkvolk aan minimum eischen van oplettendheid en verantwoordelijkheid, zooals die aan een kolenbrander gesteld moeten worden.

In de jaren 1922 en 1923 werden door den houtvester *M. A. F. Dijkmans* wederom proeven genomen met meilerverkoling in de omgeving van Tjepoe (residentie Rembang, Java). Ook hier was het resultaat niet zeer gunstig.

De ongunstige resultaten van de meilerverkoling zullen wel voor een deel te wijten zijn aan het feit, dat meestal *djatihout* verkoold werd, waarvan de houtskool voor huishoudelijk gebruik minder geschikt is, daar deze nogal vonkt tijdens het verbranden.

Voor de houtskoolbereiding noodig voor carbidfabrikatie, werd in 1916 te Saradan een steenen oven gebouwd.

De verkolingsruimte hiervan was 15 M.³, de bouwkosten bedroegen f 1000.— De vierkante oven werd in baksteen uitgevoerd, voorzien van aschgang, vuurhaard en rooster en van boven met plaatijzer afgedekt. De rookgassen werden door een boven den oven opgestelden ketel geleid, waarin de teer zich afzette. Men kreeg met dezen oven zeer gunstige rendementen, doch de afsluiting met plaatijzer bleek onpraktisch te zijn; door de groote hitte trokken de platen krom en lieten veel rookgassen ontsnappen en lucht toetreden. Dit werd zooveel mogelijk tegengegaan, door de platen met een laag zand te bedekken, maar deze laag zand moest bij elke vuling opnieuw aangebracht worden en eischte veel toezicht.

In 1922—1923 werden twee nieuwe ovens te Saradan gebouwd, van het bijenkorf-type (zie foto 1)¹⁾. De inwendige hoogte der ovens is 5 Meter, de inwendige diameter 2.50 Meter, zoodat de inhoud rond 18 M.³ bedraagt. De muurdikte bedraagt 50 c.M., de binnenste steenlaag is van vuurvaste steenen (halfsteens). Beneden en op 2.50 M. hoogte is een opening in het metselwerk uitgespaard, waardoor de ovens gevuld, resp. leeggehaald worden. Tusschen de ovens is op 2 Meter hoogte een plankier aangebracht. De vulgaten worden met ijzeren deuren afgesloten, die met klei dicht gesmeerd worden. De oorspronkelijk aangebrachte vuurhaard met rooster en aschgang werden later dichtgemaakt, omdat de trek te groot bleek en de ovens moeilijk te dooven waren. De rookgassen

1) *R. Wind Hzn.* De Houtskoolovens te Saradan. *Tectona*, Dl. XVI, afl. 6, Juni 1923, blz. 515 e.v. en Dl. XVII, afl. 6/7, Juni/Juli 1924, blz. 613 e.v.

worden door een 5 Meter boven den grond opgestellten ketel geleid, waarin de teer zich kan afzetten. Deze ketel is zoo geplaatst, dat vier ovens hierop kunnen worden aangesloten. Voor de bekleding met vuurvaste steenen zijn Benson-, Calco- en Nickisteenen gebruikt.

Ook is een gedeelte van den wand afgepleisterd met vuurvaste cement, bestaande uit Sidajoeaarde, rivierzand en fijngeklopte vuurvaste steen.

De bekleding met Nickisteen heeft goed voldaan, evenals die met de duurdere Benson- en Calcosteenen. Het pleisterwerk voldeed niet, het had te veel te lijden bij het vullen der ovens, waarbij de zware stukken *kesambibrandhout* dikwijls nogal hard tegen de bepleistering werden aangesmeten, zoodat deze afbrokkelde. De goedkoopere Nickisteen van inheemsch fabrikaat kan dus worden aanbevolen.

Met deze ovens werd van 23 Januari tot 20 Mei 1924 bij verkoling van *kesambihout* (*Schleichera trijuga* Willd.) een gewichtsrendement behaald van 28.7 %, hetgeen voor den regentijd bijzonder goed is. De productiekosten (de emballage inbegrepen) bedroegen f 0,50 per pikol (f 8,— per ton). De afschrijvingskosten bedragen f 0,15 per pikol (f 2,50 per ton) en de kosten van kap, vervoer, toezicht enz. f 0,50 per pikol (f 8,— per ton). De totaalkosten bedragen dus f 18,50 per ton houtskool.

Bij langzame verkoling, waarbij een zoo hoog mogelijk gewichtsrendement wordt bereikt, bedraagt de jaarlijksche productie per oven circa 1100 pikols (rond 70 ton van 1000 K.G.).

Toen in de eerste oorlogsjaren de prijzen van azijnzuur sterk stegen, is de firma *Helmig* te Soerabaja begonnen met de azijnzuurbereiding door droge destillatie van hout, in een ouden stoomketel. Waar het hout per spoor naar Soerabaja moest worden aangevoerd, was de grondstof voor de azijnzuurfabrikatie vrij duur en het is begrijpelijk, dat bij het dalen der marktprijzen deze bereiding niet meer rendabel is.

Dr. A. J. Ultée, toen directeur van het Besoekisch Proefstation nam eveneens proeven met azijnzuurbereiding. In een kleine retort voorzien van een pyrometer en een serpentijn, welke laatste in een oude drum werd afgekoeld, kon 50 katti (ruim 31 K.G.) hout verkoold worden. Voor stookhout in den oven was eveneens 50 katti noodig. Op de onderneming Kali Redjo, waar deze proeven genomen werden, kostte 1 pikol ¹⁾ hout 10 cent; de koeli belast met de bediening van het apparaat, moest tevens dit hout in stukjes hakken. De totale kosten bij tweemaal per dag verkolen zouden dan, inclusief werkloonen, ongeveer 1 gulden bedragen.

1) 1 pikol = 100 katti = rond 62 K.G.

Daarvoor kreeg men: 2 Liter azijnzuur (omgerekend op 100 %) 4 à 5 K.G. houtteer en 15 à 20 K.G. houtskool. Toen ter tijde kostte azijnzuur f 2,50 per Liter. Het apparaat kostte 400 gulden, welke kosten men er dus in enkele maanden uit kon halen. Op de onderneming Kendang Lemboe waar ook soortgelijke proeven genomen werden, gebruikte men de houtskool als stookmateriaal en leidde men de verkolingsgassen in den vuurhaard. Het was hierbij zelfs niet noodig alle houtskool te verstoken. In dit apparaat verkreeg men uit 12 pikols hout in 7 uren 300 Liter azijnzuur van 7 % en 30 Liter teer. Zonder afschrijving van het materiaal verkreeg men voor 15 cent 1 Liter azijnzuur van 100 %, $1\frac{1}{2}$ Liter teer en nog wat houtskool.

1 pikol hout kostte f 0,10, 2 maal 12 pikol dus f 2,40
 een werkmans per dag - 0,60

Samen ... f 3,—

Daarvoor kreeg men 300 Liter azijnzuur van 7 % d.i. ruim 20 Liter van 100 % en 30 Liter teer; dus voor f 0,15 kreeg men 1 Liter azijnzuur van 100 % en $1\frac{1}{2}$ Liter teer.

Azijnzuurbereiding was alleen rendabel bij fabricatie op de onderneming, daar anders emballage en transport te zwaar op het zuur van 7 % zouden drukken.

Toen de prijs van azijnzuur daalde, ging men niet door met de fabricatie. De resultaten van proefdestillaties van *Dr. Ullée* met verschillende houtsoorten zijn hieronder vermeld.

PRODUCTIE VAN AZIJNZUUR, TEER EN HOUTSKOOL VAN EENIGE HOUTSOORTEN.

Verkoolde hoeveelheid hout: 50 katti (31 K.G.).

Houtsoort	Azijnzuur	Teer	Houtskool
<i>Koffie-Coffea spec.</i> ..	13,4 L. van 8,5 % = 1,1 L. van 100 %	2 K.G.	10 K.G.
<i>Hevea Brasiliensis</i> ...	12,4 L. van 10,3 % = 1,25 L. van 100 %	2,2 „	7,5 „
<i>Bischofia javanica</i> ..	13,9 L. van 4,6 % = 0,6 L. (<i>Glintoengan</i>) van 100 %	1,2 „	10,3 „
<i>Aglaia eusideroxylon</i> ..	13,1 L. van 7,1 % = 0,9 L. (<i>Loetoeng</i>) van 100 %	1,3 „	10 „
<i>Leucena glauca</i> (<i>Lamtoro-</i> <i>Kemlandingan</i>)	13,4 L. van 7,3 % = 1,0 L. van 100 %	2,6 „	7,5 „
<i>Pterospermum</i> <i>Javanicum</i>	10,7 L. van 5,9 % = 0,6 L.		
(<i>Bajoer</i>) van 100 %		2 „	7 „

§ 2. De houtskoolproductie van Java en Madoera.

Houtskool kan aangemaakt worden:

- I. in 's Lands bosschen en wel
 - 1e. door het Boschwezen zelf (aankap in eigen beheer);
 - 2e. door de contractanten der particuliere houtaankapperceelen;
 - 3e. door de bevolking, met vergunning, krachtens art. 38 van Staatsblad 1913, no. 495.
- II. op de particuliere landerijen en erfpachtsgronden;
- III. op de bevolkingsgronden.

I.

Houtskoolaanmaak in 's Lands bosschen.

Deze kan plaats hebben in de djatibosschen (735.000 H.A.), in stand te houden wildhoutbosschen (1.500.000 H.A.) en niet in stand te houden wildhoutbosschen (ruim 700.000 H.A.)

De aanmaak door het Boschwezen zelf bedroeg in de jaren:

1914	circa	40.000	pikol ¹⁾
1915	„	25.000	„
1916	„	42.000	„
1917	„	26.000	„
1918	„	25.000	„
1919	„	23.000	„
1920	„	23.000	„
1921	„	30.000	„
1922	„	47.000	„
1923	„	71.520	„

80 à 90 %, dus het overgrootste deel, werd onderhands verkocht en de rest kwam op venduties met en zonder vendumeester. Een klein gedeelte werd meestal bestemd voor eigen gebruik door den dienst van het Boschwezen (smederijen).

De geldopbrengsten zijn in de jaarverslagen niet afzonderlijk vermeld. Wij schatten de opbrengst op gemiddeld 2 gulden per pikol.

Het jaar 1923 geeft een belangrijke stijging van de productie te zien. Naast de verhoogde vraag is dit misschien voor een gedeelte ook het gevolg van de proefverkolingen bij Tjepoe en Saradan, waardoor meer de aandacht op de houtskoolbereiding is gevallen.

Van de houtskoolopbrengsten der pachtschatperceelen (de retributieperceelen komen niet of bijna niet meer voor en kunnen buiten beschouwing blijven) weten we niets. De contractanten zijn niet

1) 1 pikol = rond 62 K.G.

verplicht hierover opgaven te verstrekken, hetgeen, vooral ook voor de statistiek, als een groote leemte in de bepalingen beschouwd moet worden.

Wat aanmaak van houtskool door de bevolking in 's Lands bosschen betreft, vinden we bepaald in artikel 38 van Staatsblad 1913 No. 495 (Boschreglement), alinea 2, dat vergunning tot het branden van houtskool, hetzij kosteloos, hetzij tegen betaling van retributie, verleend kan worden aan de Inlandsche bevolking der desa's tot welker gebied de bosschen behooren. .

Ook aan personen, niet tot de Inlandsche bevolking behorende en aan Inlanders uit desa's, binnen welker gebied geen bosschen zijn gelegen, kan in bijzondere gevallen vergunning verleend worden (alinea 3 van artikel 38, hooger genoemd).

Uit de Jaarverslagen van den Dienst van het Boschwezen in Nederlandsch Oost-Indië blijkt, dat van de mogelijkheid om houtskool in 's Lands bosschen te branden, zeer weinig gebruik wordt gemaakt. In sommige jaren bedraagt die productie slechts enkele duizenden pikols. Dit is misschien gedeeltelijk te verklaren uit het feit, dat de bevolking niet op de hoogte is van het bestaan der bepalingen en verder ook dikwijls zal opzien tegen de formaliteiten van het aanvragen van een vergunning. Gedurende mijn verblijf in de residentie Madioen in de jaren 1919—1924 heeft mij nooit een aanvraag voor een vergunning bereikt.

Overigens zal het ongetwijfeld meermalen voorkomen, dat de toestand van 's Lands bosschen (die der wildhoutbosschen op de bergen in Midden- en Oost-Java is vaak verre van fraai) een uitgebreiden aanmaak van houtskool niet gedooft. Verder zal in den Oost-moesson, wegens het brandgevaar, niet spoedig tot het verleenen van zulke vergunningen worden overgegaan. Ten slotte zijn vele boschcomplexen zoo moeilijk toegankelijk, dat zelfs de Inlandsche bevolking er niet aan zal denken daar houtskool te branden.

II

Houtskoolaanmaak op de particuliere landerijen en erfpachtsgronden.

Van de opbrengst weten we niets. Op de erfpachtsperceelen zal wel houtskool voor eigen gebruik en voor de bevolking worden aangemaakt. Meestal zal het transport van die perceelen naar de verbruikscentra te lang en te kostbaar zijn en zal alleen plaatselijk de aanmaak van belang zijn. Ook van de particuliere landerijen weten wij, nopens de houtskoolopbrengst, niets. Veiligheidshalve zullen wij bij onze volgende berekeningen aannemen dat deze landerijen voorzien in de behoefte aan houtskool van Batavia, een behoefte die ongetwijfeld niet gering is.

III

Houtskoolaanmaak op de bevolkingsgronden.

Hoewel we niet bij benadering kunnen schatten, hoe groot de productie is, zoo weten wij wel, dat deze, althans plaatselijk, aanzienlijk is.

Wanneer men op Java 's morgens zeer vroeg buiten de hoofden afdeelingshoofdplaatsen is, ontmoet men op de wegen, die naar die plaatsen leiden, tientallen houtskoolventers. In de grootere steden als Batavia, Soerabaia komen de houtskoolverkoopers niet langs de huizen verkoopen, doch doen zij hun waar aan de talrijke wa-roenghouders over, die de houtskool dan tot kleine pakjes (krantenpapier) verpakken en verkoopen. Deze tusschenhandel is in handen van Chineez en Inlanders, soms ook van Europeanen. Is dit alle dagen het geval, op marktdagen is het transport van houtskool naar den pasar nog veel drukker. En dit is begrijpelijk.

Houtskool wordt gebruikt in de keuken en voor het strijken, door de waschbazen en in de waroengs, door de kleinindustrie, als goud- en zilversmederij, in de smidsen en bij de batikkerij.

Het gebruik van houtskool in de Europeesche gezinnen buiten Batavia (zie boven) bedraagt bij matige schatting minstens 200.000 pikol (17.000 gezinnen met een verbruik van 1 pikol 's maands).

Boven zagen we, dat in het gunstigste geval, slechts een derde gedeelte van deze hoeveelheid door het Boschwezen wordt aangemaakt ¹⁾, terwijl nog buiten beschouwing bleven de Chineesche en Inlandsche huisgezinnen en de diverse industriën. Uit deze cijfers blijkt toch zeker dat de houtskoolaanmaak door de bevolking belangrijk moet zijn. Dit blijkt trouwens ook wel uit de omstandigheid, dat in Midden- en Oost-Java de houtskool, aangemaakt door het Boschwezen en de houtcontractanten, grootendeels naar de groote steden, vnl. Soerabaia en Solo wordt verzonden. Zoo was de gemeente Madioen b.v. voor de houtskoolvoorziening grootendeels aangewezen op de productie der Inlandsche bevolking.

Voor een deel is dit toe te juichen, aangezien in den houtskoolaanmaak een niet onbelangrijke bron van inkomsten is gelegen.

Evenwel zal de bevolking er, bij hoogen prijs van houtskool, licht toe komen bij gebrek aan andere houtsoorten, vruchtboomen om te kappen en te verkolen, aldus het directe gewin boven de komende baten stellende.

Dat dit zeer wel mogelijk is, bleek in de jaren 1920 en 1921, toen

1) De productie van de particuliere houtaankapperceelen is moeilijk te schatten. We kunnen slechts, op grond van hetgeen ons daaromtrent plaatselijk (Madioen) bekend is, het vermoeden uitspreken, dat deze productie hoogstens enkele tienduizenden pikols groot zal zijn.

allerwege vruchtboomen op de erven werden omgehakt, met het doel het hout als timmerhout te verkoopen.

Plaatselijk was vooral de aanmaak van kleine dwarsliggers en brandhout uit vruchtboomen, voor suikerfabrieken vrij belangrijk.

Maar ook zal de bevolking, bij gebrek aan boomen en heesters op eigen erven, er gemakkelijk toe over gaan, zich door diefstal in 's Lands bosschen van het benoodigde hout te voorzien.

Tot voor weinige jaren was het vervoer van houtskool en basten vrij, d.w.z. er was voor het vervoer daarvan, ook in en door de bosschen, geen pas noodig.

Op vele plaatsen werden 's Lands bosschen zwaar beschadigd door diefstal van houtskool en basten. De houtskoolbranderijen werden zeer handig aangelegd in ravijntjes, met wildhout begroeid, zoodat de opstijgende rook weinig zichtbaar was. Gedurende het verkolen werden de branderijen niet bewaakt, de kolenbranders kwamen eerst na afloop van de verkoling de houtskool weghalen. Het houtskoolbranden was bovendien in de droge maanden brandgevaarlijk.

Artikel 34 van Staatsblad 1913 No. 495 bepaalde in alinea 2 wel:

(2) De gewestelijke raden zijn bevoegd, om op het vervoer van houtskool en basten zoodanige gewestelijke voorschriften uit te vaardigen als in het belang van de boschbewaking noodzakelijk zijn, maar slechts in enkele residenties waren door de gewestelijke raden kringen aangewezen, waarbinnen voor het vervoer van houtskool en basten, soms met uitzondering van zeer geringe hoeveelheden, een pas noodig was. Nadat vooral in de jaren 1919 en 1920 de bosschen ook door houtdiefstallen zwaar geleden hadden, zijn de meeste gewestelijke raden er toe over gegaan, door middel van verordeningen (keuren) 's Lands bosschen beter te beschermen, terwijl in eenige residenties de reeds bestaande verordeningen niet onbelangrijk werden verscherpt.

Aangezien de spoorwegen geen boschproducten meer vervoeren wilden zonder pas en in verschillende residenties bepalingen werden gemaakt op het houden van opslagplaatsen voor houtskool en basten, waarin o.m. bepaald werd dat vergunning moest worden gevraagd, en aantekening van de beweging der producten gehouden, werd het opkopen en in bewaring hebben van houtskool en basten, afkomstig van diefstal en het verzenden daarvan, voor de Chineesche en soms Japansche opkoopters veel moeilijker dan voorheen. De houtskoolaanmaak door de bevolking moest dientengevolge wel afnemen waardoor een verhoogde vraag ontstond, die zeker invloed gehad zal hebben op de productie van het Boschwezen, welke in 1923 zoo belangrijk toegenomen is.

Wil men met succes de diefstallen van houtskool en basten in 's Lands bosschen bestrijden, dan dient er in de eerste plaats voor

gezorgd te worden, dat die boshproducten door het Boschwezen in voldoende hoeveelheden aangemaakt en ten verkoop worden aangeboden.

§ 3. *De mogelijke ontwikkeling van de houtverkoling op Java en Madoera.*

Zooals wij boven reeds deden uitkomen, mag als wenschelijk worden aangenomen dat door het Boschwezen de houtskoolaanmaak op Java bevorderd wordt.

Voor een bedrijf van niet te grooten omvang b.v. een onderneming, werkende met slechts één Aminoff-oven, zijn jaarlijks ongeveer 12.000 ton koolhout nodig. Indien zoo'n bedrijf met djatihout werkte, zouden er dus jaarlijks 12000 ton djatihout beschikbaar moeten zijn. Wordt alleen djatibrandhout 1e klasse hiervoor bestemd, omdat het brandhout 2e klasse zeer waarschijnlijk te duur zal zijn, om een verkolingsbedrijf rendabel te maken, dan zal voor een d.g. bedrijf een boschareaal van circa 20.000 H.A. gereserveerd dienen te worden.

Waar thans het streven voorzit de kapvlakten zoo klein mogelijk te maken, zal het transport per as van het koolhout afkomstig van vele kapvlakten (inclusief zuiveringen e.d.) in de meeste gevallen wel te duur uitkomen. Waar watertransport mogelijk is, kan dit anders zijn.

Wordt wildhout als koolhout gebruikt, dan kunnen de in stand te houden wildhoutbosschen voor de levering daarvan dadelijk uitgeschakeld worden. Deze bosschen zijn schermbosschen en dienen in de eerste plaats om hydrologische, orologische en klimatologische redenen in stand gehouden te worden. Groote leegkapvlakten zullen daarin vermoedelijk niet gelegd worden, wel zou plenteren en zuiveren mogelijk zijn, doch dan wordt de houtopbrengst per H.A. vrij gering en het transport van het hout veel te duur, aangezien vlotten zelden mogelijk zal zijn.

De niet in stand te houden wildhoutbosschen, waarvan o.m. in Oost-Java (Besoekei, Pasoeroean) groote uitgestrektheden voorkomen, zouden wel voor levering van koolhout in aanmerking kunnen komen. Het leegkappen van grootere uitgestrektheden van deze bosschen, die toch bestemd zijn langzamerhand te verdwijnen, behoeft onder bepaalde omstandigheden geen bezwaar te zijn.

Evenwel zal een laboratorium-onderzoek van de meest voorkomende houtsoorten eerst moeten uitmaken of die houtsoorten voldoende redementen opleveren.

Eerst daarna kan de mogelijkheid van een rendabel grootbedrijf nader bestudeerd worden.

In het algemeen is houtskoolaanmaak voordeliger, dan verkoop van het afvalhout als zoodanig. Op afvalhout wordt in het algemeen

per S. M. geen grooter netto-overschot behaald, dan f 1.—, terwijl houtskool dikwijls een netto-opbrengst van f 1.— per pikol en meer oplevert. Waar uit 1 S. M. brandhout zeker 2 pikols houtskool verkregen kunnen worden, schijnt verkolings dus aanzienlijk voordeliger te zijn. In het djatibosch zelf zal men zich moeten beperken tot houtskoolaanmaak in kuilen, melers of kleine verkolingsinstallaties, steenen ovens of retorten, waarbij houtskool en teer de hoofdproducten zijn. Winning van azijnzuur en methyllalkohol zal hier veelal niet rendabel zijn. Overweging verdient het gebruik van een goede vervoerbare verkolingsinrichting, omdat deze in de djatibossen, met een uitgebreid net van railbanen, gemakkelijk naar de verschillende leegkapvlakten vervoerd kan worden.

Zulke installaties zijn vooral in Frankrijk beproefd en zullen hieronder uitvoeriger beschreven worden.

Een houtverkolings-groot-bedrijf eischt naast technische kennis en ervaring ook handelskennis van den leider. In het algemeen zijn de met zoo'n bedrijf te behalen winsten niet zoo bijzonder groot en zooals in Europa bleek, sterk wisselend. Dit komt vnl. door de concurrentie van de Amerikaansche houtverkolingsindustrie, die voor de houtdestillatie van de meer waardevolle houtsortimenten gebruik kon maken, terwijl de Europeesche industrie zich over het algemeen met minderwaardige sortimenten en afvalhout tevreden moest stellen.

Daar men echter in Amerika inziet, dat in de eerste plaats een zuiniger gebruik van hout noodig is, om te voorkomen dat men binnen korten tijd grootendeels op invoer van hout zal zijn aangewezen, zal in de bijzonder gunstige positie waarin de Amerikaansche verkolingsindustrie verkeert, zeker binnen afzienbaren tijd verandering komen.

De invoer van producten der droge destillatie van hout in Java is niet onaanzienlijk.

In 1923 b.v. werden ingevoerd: 152.092 Liter houtteer, 285.130 K.G. azijnzuur, 28.546 Liter verdunde azijn en 188.225 Liter azijn-essence. De statistieken geven geen uitsluitsel over den invoer van methyllalkohol, het meest waardevolle product der houtverkoling.

De waarde der hoogergenoemde producten: houtteer, azijnzuur, verdunde azijn en azijn-essence, in 1923 ingevoerd, bedroeg totaal ruim f 400.000,—. Voor een houtverkolingsindustrie werkende met één Aminoff-oven, zou de afzet van de geheele productie op Java vrijwel verzekerd zijn; een uitzondering maakt de methyllalkohol, waarnaar waarschijnlijk geen voldoende vraag zou zijn. Dit waardevolle product kan evenwel een transport naar Europa of Oost-Azië wel verdragen.

Waar een belangrijk deel der producten van de houtverkoling in ondernemingen van het Gouvernement wordt verbruikt, b.v. voor een hoogovenbedrijf, zal het rationeel zijn, althans voorloopig, van een d.g. houtverkolingsbedrijf een staatsbedrijf te maken. Ook zou, indien geen particulier de risico van zoo'n bedrijf durft te aanvaarden, als proef een staatsbedrijf kunnen worden opgericht. Overigens bestaat er geen reden het stichten van een houtverkolings-industrie niet aan het particuliere initiatief over te laten, waarbij het Gouvernement echter de levering van de benoodigde houtmassa moet garandeeren. Hiertoe bestaat alle reden, aangezien het streven om de in Nederlandsch-Indië gevestigde industrieën onafhankelijk van het buitenland te maken, ook als een landsbelang beschouwd wordt.

Resumeerende komen wij tot de volgende conclusies:

a. De houtskoolbereiding op Java en Madoera dient door het Gouvernement, in casu den Dienst van het Boschwezen, zooveel mogelijk gesteund te worden.

b. In verband met de gesteldheid der bosschen en de heerschende opvatting om de grootte der kapvlakten in de djatibosschen zooveel mogelijk in te krimpen, zal in de meeste gevallen van een verkolingsgrootbedrijf nauwelijks sprake kunnen zijn.

c. Voor de niet in stand te houden wildhoutbosschen en voor enkele djatibosschen, waar transport te water mogelijk is, zou echter een grootbedrijf misschien rendabel kunnen zijn.

d. Overigens kunnen op Java slechts verkolingsinrichtingen met beperkte capaciteit, meilerverkoling en verkoling door de bevolking op primitieve wijze, rendabel zijn.

e. Allereerst dient echter door proefverkolingen in het laboratorium vastgesteld te worden, van welke veelvuldig voorkomende houtsoorten een goede houtskool en een behoorlijke opbrengst aan methylnalcohol, azijnzuur en houtteer te verwachten is.

HOOFDSTUK VII.

HOUTSKOOLBEREIDING IN DE BUITENGEWESTEN.

Plaatselijk wordt in de Buitengewesten houtskool op groote schaal aangemaakt, b.v. op Banka en Sumatra.

Ook in de nabijheid van de Europeesche samenleving zal overal in de Buitengewesten wel houtskool worden gebrand, doch hierbij gaat het dan slechts om kleine hoeveelheden, ter voorziening in de plaatselijke behoefte.

§ 1. *De houtskoolwinning op Banka.*

Voor de reductie van tin uit tinerts, (tinsteen, SnO_2) is een aanzienlijke hoeveelheid houtskool benodigd. Het verbruik bedroeg in de jaren 1920—1921 in de smeltcentrale te Soengeiliat ruim 110 % van het verkregen tingewicht. Bij een jaarlijksche productie van ruim 300.000 pikols tin, zijn dus noodig ruim 330.000 pikols houtskool d.i. ongeveer 20.000 ton.

Aangezien Banka zelf deze hoeveelheid houtskool slechts voor de helft kan opleveren, moet thans de andere helft verkregen worden door verkoling van *bako-bakohout* uit de mangrovebosschen van Sumatra's Oostkust.

Dit is met succes mogelijk gebleken. Het hout wordt op Banka verkoold in „*mijten*” zooals *Lindberg* ¹⁾ schrijft. Hiermede zijn echter meilers bedoeld, die wel zeer primitief moeten zijn, aangezien volgens *Lindberg* het rendement niet meer dan 11—12 % van het houtgewicht bedraagt. Bij zijn proefverkolingen in het laboratorium verkrijgt hij voor 14 van de 15 onderzochte houtsoorten rendementen van minstens 25 %, slechts in één geval n.l. bij *kajoe Ringgang* is het rendement iets minder n.l. 23 %. Bij deze proefverkolingen werd de temperatuur tot boven 360° C. opgevoerd.

Er blijkt dus nog wel iets te haperen aan de houtverkoling op Banka hetgeen dan ook geleid heeft tot de onderzoekingen van *Lindberg*.

1) *B. Lindberg*. Verslag over een onderzoek van eenige houtsoorten, die op Banka gebruikt worden voor houtskoolbereiding. De Mijnningenieur, 1921, 2e jaargang, blz. 7 e.v.

Een gering rendement beteekent een niet gering financieel nadeel. Immers moeten dan veel grootere hoeveelheden *bako-bakohout* van Oost-Sumatra worden betrokken, dan bij een betere verkoling noodig geweest zou zijn, terwijl bovendien het benodigde aantal kolenbranders veel grooter wordt.

Ir. Caron ¹⁾ neemt aan, dat bij electrische smelting van de tinsteen het houtskoolverbruik van 110 % van het tingewicht tot 15 % zou dalen en daarbij ruim 1000 kolenbranders overbodig zouden worden ²⁾. Hieruit is af te leiden, dat door stijging van het houtskoolrendement met slechts 1 %, dus b.v. van 12 % op 13 %, eenige tientallen kolenbranders uitgespaard kunnen worden.

In de zeer interessante gedachtewisseling, over de vraag wat voordeelijker is, smelten in schachtovens (z.g. Vlaanderenovens), of volgens het vlamovenprocedé, dan wel electrisch, tusschen *Ir. Caron*, *Ir. de Vriendt* ³⁾ en *Ir. Leger* ^{4 en 5)} komt laatstgenoemde, voorstander van het bestaande procedé, tot de conclusies, dat voordeelijker gewerkt kan worden:

- 1e door betere houtskoolbereiding,
- 2e door het benutten van houtskoolgruis,
- 3e door benutten der afgewerkte ovengassen tot voorverwarming der druklucht.

Ir. Leger meent, dat het bestaande schachtovenprocedé het beste is, mits er centraal gesmolten wordt, zorggedragen wordt voor een behoorlijke voorlichting door het Boschwezen en het „ladangen” (roofbouw) der inheemsche bevolking beperkt wordt, zoodat steeds op voldoende hout voor de houtskoolbereiding kan gerekend worden.

Luidens dagbladberichten (De Telegraaf, 23 December 1924, Ochtendblad; De Locomotief, Overzee-editie 27-29 December 1924) zijn plannen in overweging om te Tandjong Priok een groote moderne tinsmelterij te vestigen, voor tin uit Banka, Billiton en Malakka, waarbij ook de grootste tinsmelterij in de Straits van de Straits Trading Co., geïnteresseerd zou zijn. Komt deze tinsmelterij tot stand, dan zal de vraag rijzen, of de benodigde houtskool uit de bosschen van Java kan verkregen worden. Zelfs indien de nieuwe smelterij een electrische wordt, is de benodigde hoeveelheid houtskool groot. Reduceeren van tinerts met houtskool schijnt

1) *Ir. M. H. Caron*. Electrothermisch tinsmelten. De Mijningenieur, 1922, blz. 1 e.v., 18 e.v., 51 e.v..

2) De Mijningenieur, 1922, blz. 4 en 19.

3) *Ir. H. W. de Vriendt*. Electrothermisch tinsmelten, met Naschrift van *Ir. M. H. Caron*. De Mijningenieur, 1923, blz. 15 e.v.

4) *Ir. L. Leger*. Tinsmelten (op Banka). De Mijningenieur, 1922, blz. 15 e.v. en 51 e.v..

5) De Mijningenieur, 1922, blz. 17.

betere resultaten af te werpen, dan reduceeren met anthraciet. *Rueb* ¹⁾ meent dat deze betere resultaten wel het gevolg zouden kunnen zijn van het geringere zwavelgehalte der houtskolen vergeleken bij dat van anthraciet.

Bij aanwezigheid van zwavel, wordt in de ovens SnS gevormd, dat reeds bij 950°C . merkbaar vluchtig is, terwijl de temperatuur in de smeltovens veel hooger stijgt.

Voor al hierom is het van veel belang dat de houtskool een laag zwavelgehalte heeft.

De proeven door *Lindberg* ²⁾ met verkoling van een 15-tal houtsoorten genomen, geschieden in een kleine, ronde, koperen retort 8,5 c.M. hoog en met een diameter van 6,2 c.M. Verkoold werden stukjes hout ter grootte van ongeveer 1 tot 3 c.M.³. Twee series destillaties werden uitgevoerd, waarbij bij serie I de temperatuur niet boven 360°C . werd opgevoerd, terwijl bij serie II deze tot 700° à 800°C . werd opgevoerd.

In 3 à 4 uren was een verkoling afgelopen. De resultaten der proefverkolingen zijn in onderstaande tabellen samengevoegd.

OPBRENGSTVERHOUDING TUSSCHEN „AZIJNWATER” EN TEER
BIJ DE VERKOLINGSPROEVEN VAN LINDBERG,
(De Mijn ingenieur, 1921, Blz. 11).

Houtsoort	Serie I		Serie II	
	„azijnwater”	Teer	„azijnwater”	Teer
In gewichtsprocenten				
Kajoe Resak.	41,2	8,1	42,2	8,6
„ Poeak.	48,6	4,0	53,1	4,4
„ Mentras	40,9	6,2	45,3	6,0
„ Mentangor Kret.	45,8	7,5	45,2	8,7
„ Petaling.	40,5	6,0	45,7	6,4
„ Kolek.	39,1	9,2	45,7	7,6
„ Medang Pisang.	43,2	5,3	44,8	9,9
„ Seroek	41,5	9,0	42,5	12,0
„ Samak	45,7	5,1	48,6	5,1
„ Merapen.	40,5	4,9	49,9	5,5
„ Kadoengdoeng	39,6	5,4	48,4	7,0
„ Pelawan.	44,7	6,1	46,2	7,6
„ Mesoeloe	41,7	5,7	49,5	7,8
„ Mengkajouw Rimba	38,9	7,8	45,7	8,8
„ Ringgang.	45,7	6,4	49,0	8,1

1) *Jan Rueb*. Over het verwerken van tinertsen. Dissertatie, Delft 1913.

2) *L.c.*

Houtsoort	S.G. van den houtsoort naar Lindberg ¹⁾	Serie I		Serie II		Latijnsche naam der vermoedelijk identieke soorten of geslachten	Familie	Aanteekeningen
		Opbrengst aan houts- kool uit 1 M ³ hout in K.G.	S.G. v.d. houts- kool	Opbrengst aan houts- kool uit 1 M ³ hout in K.G.	S.G. v. houts- kool			
Kajoe Resak	0,90	275,40	0,57	248,40	0,61	{ Hopea spec. of Shorea spec.	Dipterocarpaceae	{ <i>v. E. en D.</i> , blz. 32, no. 103 ²⁾ . <i>De Clercq</i> , blz. 326, no. 3118 ³⁾ .
„ Poeak	0,90	281,70	0,42	218,70	0,56	Quercus spec.	Fagaceae	<i>v. E. en D.</i> , blz. 251, no. 788.
„ Mentras.	0,89	279,46	0,68	229,41	0,77	Eugenia spec.	Myrtaceae	<i>v. E. en D.</i> , blz. 137, no. 403.
„ Mentangor Kret	0,76	228,76	0,44	192,28	0,47	Calophyllum spec.	Guttiferae	{ <i>v. E. en D.</i> , blz. 19 en 20, no. 71. <i>De Clercq</i> , blz. 189 en 190, nos. 577 t.m. 586.
„ Petaling	0,91	277,55	0,56	222,95	0,59	Ochonostachys amentacea Mast.	Olacaceae	{ <i>v. E. en D.</i> , blz. 74 en 75, no. 231. <i>De Clercq</i> , blz. 291, no. 2468.
„ Kolek	0,45	135,90	0,30	114,30	0,26	?	?	—
„ Medang Pisang	0,65	206,70	0,45	169,65	0,45	Litsea spec.	Lauraceae	<i>v. E. en D.</i> , blz. 213, no. 641.
„ Seroek	0,76	243,20	0,50	198,36	0,55	Schima (Ternstroemia) bancana Miq.	Ternstroemiaceae	<i>v. E. en D.</i> , blz. 25, no. 85.
„ Samak	1,02	324,36	0,72	258,06	0,73	Eugenia spec.	Myrtaceae	{ <i>v. E. en D.</i> , bldz. 138, no. 407. <i>De Clercq</i> , blz. 231, no. 1314.
„ Merapen.	0,96	309,12	0,70	257,28	0,72	Rhodamnia triner- via Bl.	Myrtaceae	<i>v. E. en D.</i> , blz. 139, no. 413.
„ Kadoengdoeng	0,89	298,15	0,57	238,52	0,56	Spondias mangi- fera Willd.	Anacardiaceae	{ <i>De Clercq</i> , blz. 330, no. 3216. <i>v. E. en D.</i> , blz. 90, no. 281.
„ Pelawan	1,08	334,80	0,81	285,12	0,78	Tristania obovata R. Br.	Myrtaceae	{ <i>v. E. en D.</i> , blz. 140, no. 415. <i>De Clercq</i> , blz. 338, no. 3378.
„ Mesoeloe	0,71	212,29	0,54	166,14	0,54	?	?	—
„ Mengkajouw Rimba	0,88	265,76	0,59	219,12	0,59	?	?	—
„ Ringgang	0,81	237,33	0,56	189,54	0,62	Polyalthia spec.	Anonaceae	<i>v. E. en D.</i> , blz. 10, no. 35.

1) Vermoedelijk „lucht droog”, de watergehalten varieerden van 10—15%.

2) *v. E. en D.* = *F. W. van Eeden en J. J. Duyffjes*, Houtsoorten van Nederlandsch Oost-Indië.3) *De Clercq* = *F. S. A. de Clercq*, Nieuw plantkundig woordenboek voor Nederlandsch-Indië.

Lindberg vermeldt slechts de inheemsche namen der houtsoorten, hetgeen jammer is, aangezien deze dikwijls niet betrouwbaar zijn. Zoover mogelijk vulden wij deze tabel aan met de wetenschappelijke namen der houtsoorten, die vermoedelijk identiek zijn met de door Lindberg vermelde.

Lindberg liet het destillaat een week lang staan, daarna werd de boven drijvende lichtere vloeistof, het „*azijnwater*”, afgezogen, de rest is dan de teer, bedoeld in de tabel op blz. 89.

Hij bepaalde ook de aschgehalten der vijftien houtsoorten en analyseerde de asch van de daaruit verkregen houtskool.

De resultaten van deze onderzoeken werden in onderstaande tabel weergegeven. De cijfers nopens het aschgehalte van het hout zijn afkomstig van tabel 1 op bladzijde 8, die van de houtskool van tabel 6 op bladzijde 11 van „*De Mijn ingenieur*”, jaargang 1921.

ASCHGEHALTEN VOLGENS LINDBERG:

Houtsoort	Aschgehalten in % (gewichts-)		
	van het hout	van de houtskool	
		Serie I	Serie II
Kajoe Resak	1,40	4,56	5,07
„ Poeak	1,07	3,43	4,40
„ Mentras	0,89	2,83	3,31
„ Mentangor Kret	1,11	3,70	4,39
„ Petaling	0,40	1,30	1,63
„ Kolek	0,45	1,49	1,77
„ Medang Pisang	0,56	1,76	2,15
„ Seroek	1,00	3,13	3,83
„ Samak	0,25	0,80	0,99
„ Merapen	0,18	0,55	0,67
„ Kadoendoeng	0,98	2,93	3,66
„ Pelawan	0,42	1,34	1,59
„ Mesoeloe	0,71	2,38	3,08
„ Mengkajouw Rimba	0,97	3,20	3,90
„ Ringgang	0,94	3,20	4,01

Door de Bankatinwinning werden proeven genomen met verkoling in Europeesche meilers. Waar zulke proeven op Java mislukten (zie boven, Hoofdstuk VI, § 1) is het niet onbelangwekkend de resultaten van die proefverkolingen hier mede te deelen.

Het rapport van 30 Maart 1921 over de proefkolenbranderij op Banka, opgesteld door den Heer *G. Filet*, wordt daarom hieronder *ongewijzigd* opgenomen.

Proefkolenbranderij (op Banka).

„In bosch van ongeveer 20 jaren oud, aan de Aer-Kenanga werd

93 M.³ houtskool = 488 pikols of per pikol kostende f 2,71; dit is een groot bedrag, doch men moet niet vergeten, dat het een proefbranderij is en de loonen 3 × het gemiddelde bedragen.

Rekent men het gemiddelde kolenbrandersloon op nog geen 75 cent inclusief voeding, dan moet men f 2,71 door 3 deelen, hetgeen eene andere uitkomst geeft. In een grootbedrijf met geoefende werklieden, zal dit laatste cijfer nog voor verbetering vatbaar zijn. Bij deze proef werd slechts gelet op het *doel* d.i. het houtskool rendement te verbeteren, hetgeen vrij wel gelukt is. Het tegenwoordige Banka-rendement is 10 à 13 % en worden voor de benoodigde 12.000 ton houtskool circa 900 H.A. bosch jaarlijks omgekapt; wordt de Europ. manier van houtskool winnen op het eiland ingevoerd en flink doorgezet dan zal dat zeker een besparing aan hout geven, de bosschen op verademing komen en eenen hooger en ouderdom bereiken, hetgeen weer ten voordeele van de houtopbrengst zal komen.

Hieronder volgen eenige gegevens omtrent de Europ. liggende mijt (Zie fig. 1 en 2).

De Banka-mijt verschilt oogenschijnlijk niet veel van hare Europ. zuster, toch zijn er vele afwijkingen in den bouw en de behandeling.

De arbeid aan een houtmijt is te verdeelen a.v.:

1. de koolplaats-bouw;
2. de stapeling;
3. het dekken;
4. het aansteken en het winnen der houtskolen.

De koolplaats. De bodem waarop de mijt komt te staan, moet uit goede dichte aarde bestaan, vrij van allerlei wortels etc. een helling hebben van $\pm 5\%$. (De Banka-mijt wordt lukraak op eenige onderleggers opgestapeld en vertoont de bodem groote oneffenheden). Op een geschikte plaats in het bosch, liefst midden in de houtkapperij, wordt de grond goed schoon gemaakt, gezuiverd van wortels en stumps (heeft het terrein geen natuurlijke glooiing, dan moet dat middels opgooien van aarde kunstmatig gemaakt worden) gelijk gemaakt en goed aangestampt zoodat de bodem luchtdicht wordt; daarom heen wordt een sloot gegraven voor dreinerings en dus uitdrogen, de uitgegraven aarde kan dienst doen om den bodem der koolplaats te effenen.

Daarop volgt de:

Stapeling. De stapel is van verschillende grootte, gewoonlijk van 100 à 250 M.³, al naar gelang den aard van het hout. De verkoling van dikke boomstammen geschiedt langzamer dan van dun hout en met het oog op den langen duur van het proces, wordt van zwaar bosch grootere mijten gemaakt dan van jonger bosch. Het is niet raadzaam om de mijt grooter te maken dan 250 M.³ (vele mijten in het district Muntok zijn veel grooter). Het hout dat al

naar de grootte van de mijt in gelijke lengte van 4 à 6 Meter gekapt is, wordt als volgt opgestapeld: (Zie fig. 3 en 4).

Op den bodem der koolplaats legt men 3 à 4 overlangsche onderleggers ter dikte van 20 à 25 c.M. in $\emptyset$; is men bang voor eventueele verzakkingen, dan kan men in den bodem slapers stampen en daarop de onderleggers plaatsen. Aan den voorkant der mijt, ter voorkoming van afrollen der stammen, slaat men 3 à 4 palen in den grond onder een helling van $\pm 75^\circ$ en $\pm 1,25$ à $1,75$ meter boven den bodem uitstekende; daarna begint men met het inrollen der stammen, zoodanig, dat men eerst een laag legt van het dunnere hout, over de volle lengte van de mijt. In het voorste gedeelte en aan den bovenkant der mijt komt het dunnere hout en in het midden en achterdeel worden de dikke boomstammen gestapeld. Deze stapeling moet zeer nauwkeurig geschieden, alle tusschenruimten met kort rond hout ingevuld, hoe zorgvuldiger hoe beter, het extra werk aan de stapeling besteed, wordt beloond met een beteren uitslag. Alle meerdere lucht in de houtmijt werkt nadeelig voor de verkoling.

In het voorste gedeelte van de mijt wordt op ± 1 meter hoogte en ± 1 meter van den voorkant, een ruimte (welke later voor het aansteken benodigd wordt) van ± 40 c.M. in het vierkant over de volle breedte van de mijt, opengelaten (zie fig. 5). De voorkant van de mijt wordt $\pm 1,5$ M.; de achterkant afgerond en $\pm 2,75$ à 3 M. hoog. De Banka-mijt (zie fig. 2) is achter het hoogst en is daar het meeste hout; de nadeelen daarvan zijn, dat aan het einde van het verkolingsproces de hitte minder en minder wordt en middels meerdere toevoer van lucht aangewakkerd moet worden, is dus aan het achtereinde veel hout dan moet er zooveel te meer lucht worden toegevoerd, hetgeen ten koste geschied reeds gare kolen, welke door den grooteren luchtstroom gaan gloeien en tot asch verbranden.

Is de stapel klaar, dan gaat men over tot het:

Dekken. De mijt wordt toegedekt met een rookdak van bladeren, daarover gooit men een laag aarde ter dikte van ± 30 c.M. in het midden het hoogst, opdat het regenwater spoedig kan afvloeien.

Voor de dekaarde gebruikt men een zanderige klei (komt op Banka veel voor) daar die bij het droog worden niet scheurt; zand dekt ook goed, doch levert in de praktijk bezwaren op wegens het losse verband. De omwanding der mijt bestaat uit een laag aarde van ± 20 c.M. en dikte daarna omkist met planken of dolken en het geheel van palen en stutten voorzien. Het spreekt van zelf, dat de geheele aarden mantel (dekking) goed ingestampt, dus luchtdicht gemaakt moet worden; een bewerking die volle aandacht verdient, daar alle extra toevoer van lucht noodlottig werkt.

Daarna wordt overgegaan tot het:

Aansteken. Aan den voorkant der mijt aan den voet daarvan, maakt men 4 à 6 luchtgaten; in het dak op ± 1 Meter afstand van het aansteekkanaal (stookruimte) worden 1 à 2 rijen rookgaten gestoken, iedere rij uit 6 à 7 gaten bestaande. Het aansteekkanaal vult men met goed vlambaar hout en blijft dat zoolang toevoegen, totdat er geen gevaar meer is van uitgaan, daarna sluit men het aansteekkanaal goed af met aarde. De mijt is nu dan in brand gestoken; de ontwijkende rook die eerst wittig is, wordt langzamerhand grauw en daarna geelachtig en van een doordringend scherpe lucht, hetwelk een goed bewijs is, dat de verkoling is begonnen. Is het hout tot aan de eerste rij rookgaten verkoold, hetgeen merkbaar is aan het ingezakte dak, dan worden de luchtgaten, aan den voorkant gesloten, en men maakt aan de zijkanen 2 luchtgaten, die beide 30 c.M. van elkaar verwijderd zijn en waarvan het achterste gat op ± 40 c.M. afstand van de verkolingszone ligt, zooals op de schets is aangeduid (zie fig. 6).

De rook- en luchtgaten verplaatst men dagelijks, al naar gelang de verkoling, welke ± 15 à 25 c.M. dagelijks voortgaat. De geoefende kolenbrander merkt dat wel van zelf met een beetje praktijk. Het ingezonken dak wordt goed nagestampt en mogelijke scheuren dichtgestopt. Gaat de verkoling onregelmatig vooruit, dan heeft men dat in de hand door de luchtgaten te regelen. Zoo gaat dan het proces verder en verder tot op ongeveer de halve lengte van de mijt, waarna met het *winnen* der kolen begonnen wordt. Het uithalen der kolen is een arbeid met groote zorg, daar door het openen der mijt, veel lucht wordt toegevoerd en ook veel hitte wegstroomt; het is daarom aan te raden dit werk zoo vlug mogelijk te doen geschieden.

De voorkant wordt geopend, de kolen er uit gehaald en de mijt weer goed toegedekt. Bij het uithalen der gare kolen wordt het gebruik van water (hetgeen al te vaak gebeurt) voor het blusschen der warme kolen, die onder den invloed der buitenlucht gaan gloeien, niet toegestaan, aangezien de kool bij het koud worden, in kleine stukken uit elkaar springt en de kwaliteit daardoor dus vermindert. Het is beter den gloed te blusschen met fijne droge aarde."

§ 2. De houtskoolwinning op Sumatra.

Een belangrijke productie van houtskool heeft plaats in de gouvernementen Atjeh en onderhoorigheden en Oostkust van Sumatra en in de residentie Riouw en onderhoorigheden. Belangrijke uitvoerhavens van houtskool zijn: Pangkalan Brandan, Langsa(r), Belawan en Penoeba (zie tabel op blz. 105).

Zoo als uit de tabel van den uitvoer van houtskool blijkt, is

deze, zij het met groote schommelingen, toenemende. Houtskool wordt ingevoerd in de havens: Bagan Si Api-api (de groote visschershaven), Laboean Bilik, Rengat, Djambi, Poelau kidjang, Prigi Radja, Belawan, Koealoe, Palembang en Bengkalis, maar deze invoer is in verhouding tot den uitvoer van geringe beteekenis.

Het branden van houtskool wordt voornamelijk door Chineezen uitgeoefend. Men heeft op Sumatra's Oostkust het bekende panglongbedrijf. De eigenaars en geldschietters der bedrijven wonen bijna allen in Singapore. Het hout en de houtskool worden ook voor een groot gedeelte daarheen vervoerd.

Luidens mededeeling van den Directeur van Landbouw, Nijverheid en Handel in den Volksraad van 24 November 1923, kan de houtskoolproductie van de panglongs, langs de kust van Bengkalis en in de Riouwarchipel werkzaam, geschat worden op 400.000 pikols 's jaars.

*Japing*¹⁾ deelt, aangaande de houtskoolbereiding in Atjeh, mede, dat deze aldaar eveneens in handen is van Chineezen, terwijl de verkoling, als gevolg van de goede prijzen, in het klein eenige navolging vindt bij de Atjehers. In totaal zijn er 80 à 90 ovens, de jaarproductie zou circa 25.000 pikols (1500 ton) bedragen.

De meest voor houtverkoling gebruikte houtsoorten zijn volgens *Japing*: *Rhizophora*-soorten (*bako-bako*), *Ceriops Candolleana* Arn. (*tengar*), *Bruguiera gymnorrhiza* Lam. (*pertoet of bernoet*) en *Bruguiera parviflora* W. et A. (*lenggadé*).

De ovens der Chineezen in Atjeh zijn van klei, zooveel mogelijk in den voet van een heuvel uitgegraven en door een afdak tegen regen beschermd. Deur, vuurgang en schoorsteenen zijn gewoonlijk versterkt door metselsteenen, soms door natuursteen.

De rookgassen zijn gedwongen door het hout van boven naar beneden te circuleeren. De deur wordt later gesloten met baksteenen en klei. De levensduur van zulke ovens zou, bij geregeld onderhoud, 8 tot 10 jaar zijn. Het hout wordt rechtop in den oven gezet, heeft een diameter van 15 à 25 c.M. en vult den oven niet geheel tot boven toe. De ovens zijn ter grootte van 8 tot 35 S.M., die van gemiddelde grootte zijn het meest voordeelig. Het geheele verkolingsproces: vullen, verkolen en leeghalen, duurt 30 tot 50 dagen, al naar gelang van de grootte der ovens. De nettowinst zou bij een serie van 10 ovens, elk geschikt voor vulling met ongeveer 20 S.M., per jaar bedragen f 700,— op een kapitaal van f 4000,—, dat is dus 17½ %.

Japing deelt verder nog mede, dat de productie-cijfers niet overeenstemmen met de gegevens van de douane.

Verdere mededeelingen betreffende de houtverkoling op Sumatra

1) C. H. *Japing*. Het houtskoolbedrijf in Atjeh. Tectona, Dl. XVII, aflevering no. 3 (Maart 1924), blz. 247 e.v.

doet *van Heurn* ¹⁾. Zijn gegevens zijn van dien aard, dat zij op een vergissing moeten berusten en worden daarom hier niet weer-gegeven.

§ 3. De mogelijke ontwikkeling van de houtverkoling in de Buitengewesten.

Wanneer geschat wordt, dat de geheele houtproductie der Buitenbezittingen tot enkele millioenen M.³ per jaar zal kunnen worden uitgebreid, dan moet daarbij in de eerste plaats de aandacht geschonken worden aan het feit, dat circa 80 % van de houtsoorten zacht hout zal zijn. De 20 % harde houtsoorten zullen voor een deel wel gebruikt kunnen worden als bouwhout; echter is er over het algemeen meer vraag naar zachtere houtsoorten, dan naar harde. Harde houtsoorten kunnen slechts voor bepaalde doeleinden gebruikt worden, terwijl de tropische harde houtsoorten bovendien veelal extra hard en zeer zwaar zijn.

Voor de houtverkoling zijn echter in het algemeen de hardere houtsoorten te prefereeren, omdat deze betere rendementen geven. In de toekomst mag verwacht worden, dat de vraag naar hout van de Buitenbezittingen, in Indië grooter zal worden.

In de boomjaren bedroeg de invoer van hout uit de Buitengewesten naar Java 200.000 M.³ per jaar, thans bedraagt deze invoer nog geen 100.000 M.³. Bij spoedig herstel van den oeconomischen toestand, moet er op gerekend worden, dat die invoer weer belangrijk zal stijgen.

Tijdens de malaise zijn zoowel van particuliere als van Gouvernementszijde bouw van woningen en openbare gebouwen, aanleg en onderhoud van havenwerken, waterwerken en bruggen belangrijk ingekrompen of stopgezet. Dit kan echter niet zoo blijven. Ook zal er aan volkswoningbouw nog veel gedaan moeten worden en waar inderdaad de gemeenten zich steeds meer hiermede bezig houden, zal het gebruik van hout zeker toenemen. Ook bij de Inlandsche bevolking zelf, althans bij dat gedeelte, dat bij particuliere ondernemers of bij het Gouvernement een behoorlijke bezoldiging geniet en daardoor ook in staat wordt gesteld een gedeelte van het loon, voor iets anders, dan het noodzakelijk levensonderhoud te besteden, bemerkt men een streven naar betere woningen.

Evenwel zal slechts een gedeelte van het hout der Buitenbezittingen in Indië zelf geplaatst kunnen worden. Of er kans bestaat, dat een belangrijk kwantum hout uitgevoerd zal kunnen worden, is voorloopig niet te zeggen. Tot nu toe waren de groote

1) *F. C. van Heurn*. De gronden van het cultuurgebied van Sumatra's Oostkust en hunne vruchtbaarheid voor cultuurgewassen. Dissertatie, Delft 1922.

houtaankapmaatschappijen meestal niet bijster gelukkig. De ligging van Indië ten opzichte van de houtmarkt is niet zeer gunstig. Op het hout drukken hooge transportkosten, maar vooral zijn de productiekosten in Indië zelf vrij hoog, als gevolg van de geringe opbrengst per vlakte-eenheid en het gebrek aan werkvolk. Daarbij komt de omstandigheid, dat men genoodzaakt is, groote voorraden aan te houden.

Iets anders zou het zijn, indien men reeds in of nabij de bosschen aan het hout een vorm zou kunnen geven, waarbij het bij een gering volume een hooge waarde heeft.

Indien men van het hout ter plaatse, b.v. cellulose, houtslip, kunstvezel, azijnzuur, methylalkohol, houtskool, teer, houtolie, enz. gaat bereiden, verkrijgt men producten, die over het algemeen veel minder aan vervoer kosten en door hun waarde bovendien een duur transport wel kunnen verdragen.

*Pfeiffer*¹⁾ meent, dat zulke houtindustrieën dan alleen mogelijk zijn, wanneer in Indië chemische industrieën in het leven worden geroepen, die het mogelijk maken, verschillende dier producten rechtstreeks te benutten en andere te verwerken.

Zulke industrieën bestaan er thans reeds. Wij wijzen op de papierfabriek, verffabrieken, zeepfabriek, fabriek voor parfumerieën, terwijl ook de in- en uitvoerstaten er op wijzen, dat althans de invoer van producten der houtverkoling, terpentijn en hars, niet onaanzienlijk is.

De invoer van azijnzuur in Indië bedraagt de laatste jaren reeds meer dan de productie van twee dubbele Aminoffovens.

Het azijnzuur wordt voornamelijk uit de V. S. A. daar ingevoerd; dit land voert echter weer belangrijke hoeveelheden azijnzure kalk in uit Canada. Op het in Indië ingevoerde azijnzuur moeten dus zware transportkosten drukken. Of de V. S. A. in de toekomst nog wel zulke belangrijke hoeveelheden azijnzuur, hars, terpentijnolie e.d. zullen kunnen blijven leveren valt bovendien te betwijfelen.

Houtteer wordt ingevoerd uit Zweden, Nederland (doorvoer) en Duitschland. De prijs ervan is hoog. Dit heeft ten gevolge, dat koolteer wordt gebruikt, waar feitelijk houtteer beter was. Ook de koolteer wordt grootendeels ingevoerd en is duur (ongeveer $2\frac{1}{2}$ maal zoo duur als in Nederland), zoodat de Ombilinmijnen met de bereiding van koolteer begonnen zijn.

Het verbruik van houtskool is overal in Nederlandsch-Indië niet onbelangrijk. Ook de uitvoer van houtskool is in de laatste

1) De fabriekmatige bereiding van distillatie-producten uit hout in onzen Oost-Indischen Archipel heeft alleen dan kans van slagen, wanneer daar te lande chemische industrieën in 't leven worden geroepen, die het mogelijk maken, verschillende dier producten rechtstreeks te benutten en andere te verwerken. — Stelling XII, promotie Delft 1917.

jaren belangrijk gestegen. Een jaarlijksche productie door de panglongs van 400.000 pikol houtskool, d.i. rond 25.000.000 K.G., beteekent, dat daarvoor jaarlijks 100.000 ton hout verkoold zijn.

Voor de afzet van houtskool voor de industrie, is het van belang het verloop der prijzen van de ingevoerde cokes te weten, omdat hiernaar de prijzen van de houtskool zich regelen. Een tabel, betrekking hebbende op den invoer van cokes, is daarom hieraan toegevoegd.

Zooals reeds hooger werd gezegd, kan aan een houtverkolingsindustrie en dit is ook voor alle andere houtindustrieën het geval, niet gedacht worden, voor en aleer meerdere bekendheid is verkregen, omtrent de samenstelling van de bosschen en de technische eigenschappen der meest voorkomende houtsoorten.

Evenwel kan er ten opzichte van de houtverkoling op de Buitenbezittingen reeds direct nuttig werk verricht worden.

In de eerste plaats zou de houtverkoling op Banka voor verbetering vatbaar zijn. Bij deze houtverkoling in het groot, zou dan tevens de vraag, in hoeverre winning van de bijproducten der droge destillatie, als azijnzuur e.d., mogelijk en loonend kan zijn, onderzocht behooren te worden.

In de tweede plaats zou een nauwkeurig onderzoek gewenscht zijn, omtrent de mogelijkheid van een houtverkolingsbedrijf in streken waar exploitatie van ijzererts-velden in de toekomst te verwachten is.

In verband hiermee moge gewezen worden op een artikel van *Ter Braake*¹⁾ in „*De Mijn ingenieur*” van 1921 over het procédé *Prudhomme*. Dit systeem, toegepast in het ijzer- en staalwerk van de *Compagnie des Haut Fourneaux et Aciéries du Chili te Corral*, gebruikt in plaats van houtskool *onverkoold hout*.

In de hoogovenschaft wordt dus de verkoling uitgevoerd, terwijl het hout voorgedroogd wordt door de schoorsteengassen van den hoogoven. Als het hout in den oven gaat, bevat het nog slechts 10 tot 15 % water. Bij het zakken der charge verkoolt het langzamerhand. Een bezwaar is, dat het hout slechts geringe afmetingen kan hebben n.l. niet grooter dan 6 inch.

Het systeem *Prudhomme* zou een belangrijke besparing van houtskool en dus aan het hout geven. Verdere voordeelen ervan zouden zijn:

1. de warmte waarmee de houtskool anders uit de verkolingsovens komt, gaat hier niet verloren, maar komt den hoogoven ten goede;

1) *Ir. Alex L. ter Braake*. Niet verkoold Hout in den Hoogoven. *De Mijn ingenieur*, 1921, blz. 87 e.v.

2. het verlies aan houtskool is nihil;
3. het verkolen geschiedt zeer gelijkmatig, waardoor o.a. verhinderd wordt, dat stoom, welke uit het hout ontwijkt, in aanraking komt met gloeiende kool;
4. de exotherme reactie der houtverkoling komt den hoogoven ten goede;
5. aangezien de gemiddelde schachttemperatuur betrekkelijk laag is, wordt minder kool door koolzuur geoxydeerd;
6. het gas bevat waterstof, dat meewerkt aan de reductie;
7. daar de schachttemperatuur boven in den top niet hooger is, dan 75 tot 100°, gaat weinig warmte verloren;
8. dure verkolingsinrichtingen zijn overbodig;
9. op de lagen in het bovenste gedeelte van de schacht zet zich teer af, welke het grootste deel van het met de gasen meegevoerde stof tegenhoudt, zoodat de gasreinigingsinstallaties veel eenvoudiger kunnen zijn en de aanlegkosten daardoor belangrijk lager kunnen blijven. Het winnen van de bijproducten der droge destillatie blijft mogelijk en invoer van cokes is niet noodig.

Over het gebruik van houtskool door een eventueel te stichten staalindustrie op Midden-Celebes, deelt *Ir. J. Koomans*¹⁾ het volgende mede.

Na te hebben gewezen op het minder gunstige oordeel, over het gebruik van cokes in electrische ijzersmelterijen in Skandinavië, welk oordeel echter klaarblijkelijk niet gedeeld wordt in Amerika, waar men bij gebruik van cokes slechts een iets hooger stroomverbruik geconstateerd heeft, als gevolg van het hoogere aschgehalte en de daarvan afkomstige grootere massa slak, schrijft *Koomans* (wij citeeren woordelijk):

„Voor zoover op het oogenblik de gegevens strekken, zou de invoering van het Zweedsche oventype met zich brengen, dat zoo al niet uitsluitend, dan toch voor een vrij groot percentage, houtskolen als reductiemiddel zouden gebruikt moeten worden. Er zijn aanwijzingen, dat een der voornaamste bezwaren tegen de toepassing van kooks in schachtovens, namelijk het hangen blijven der charge, zal te ontgaan zijn door toevoeging van een zeker percentage houtskolen.

Een stelselmatige opname van de bosschen in de omgeving van het Towoetimeer en aan de kust van de golf van Boni, die door hun afstand tot het smeltwerk in aanmerking kunnen komen tot levering van houtskolen, is nog in gang. De houtvester van Zuid-Celebes houdt zich daarmede bezig. Tot deze deskundige een oordeel

1) Verslagen en mededeelingen betreffende Indische delfstoffen en hare toepassingen. No. 8; Beschouwingen over de stichting van een staalindustrie op Midden-Celebes, door den mijnningenieur *J. Koomans*, hoofdamtenaar ter beschikking van den Directeur van Gouvernementsbedrijven, 1919.

over dit onderwerp heeft uitgesproken, dient een afwachterende houding te worden aangenomen. Er kan voorloopig volstaan worden met de mededeeling, dat het hiervoor aangeduide gebied nagenoeg geheel bedekt is met een licht oerwoud. De lichte bebossing van de peridotiet-terreinen heeft geen hoop op spoedige herbebossing bij een eventueele houtskoolexploitatie. Het is echter vrij waarschijnlijk, dat genoeg hout voorhanden is om tegen redelijke prijzen in de eerste tientallen jaren voldoende houtskolen te leveren aan een ijzerindustrie, die niet meer dan 50.000 ton jaarlijks aflevert.

Hiervoor zijn ongeveer 20.000 ton houtskolen noodig.

Een hectaar oerwoud op Banka kan ongeveer 400 M.³ gestapeld hout leveren. De boombedekking is echter in dit gewest veel dichter en er komen meer groote stammen voor dan in de bedoelde streek van Midden-Celebes. De bosschen van Celebes zijn meer gelijk te stellen aan de 30—40 jaar oude bosschen van Banka.

Deze terreinen op Banka kunnen per hectare 250 à 300 M.³ gestapeld hout leveren, waaruit 20 à 24 ton houtskolen is te verkrijgen *bij een eenvoudig verkolingsproces in mijten* ¹⁾. Hierbij is in aanmerking te nemen, dat voor het tinsmelten al het gruis wordt afgezeefd, welke maatregel niet noodig is voor de electrische ijzerertsovens. Per jaar zouden voor de levering van 20.000 ton houtskolen 1000 H.A. bosch gekapt dienen te worden. De houtskoolexploitatie zal alleen loonend zijn, wanneer zij in de onmiddellijke omgeving van waterwegen kan worden gedreven.

Een landtransport over 3 K.M. tot aan het water als maximum nemende, moet jaarlijks circa 3,5 K.M. oeverstrook tot een diepte van 3 K.M. worden gekapt.

De kustlijn van het Towoetimeer bedraagt circa 120 K.M. Al levert ook niet de geheele kuststrook van dit meer ontginbaar bosch, dan mag men toch de gevolgtrekking maken, dat hier alleen reeds bij bovenvermelde productie gedurende tientallen jaren voldoende houtskolen gewonnen kan worden.

Behalve de bosschen om het Towoetimeer zullen ook de kuststreken van de golf van Boni dienstbaar gemaakt worden aan dit bedrijf, waarbij speciaal te letten zal zijn op de oeverstrooken van de bevaarbare rivieren.

Volgens de *Banka-ervaringen* ²⁾ kost een ton houtskolen aan kappen, schoonmaken van het terrein, opstapelen en afdekken van de mijt en het branden 16 dagtaken, dus, bij een dagloon van f 1,—, totaal f 16,—.

1) Cursiveering door ons. Met „mijten” zijn bedoeld „meilers”.

2) Cursiveering door ons. Het houtskoolrendement is, als gevolg van de betere werkwijze, in Zweden zooveel grooter dan op Banka en dit is naar onze meening de voornaamste oorzaak van het groote verschil in de kostprijzen.

Het vervoer per kruiwagen van deze hoeveelheid kost per K.M. juist een dagtaak, waarbij dan nog komt het watertransport en het landtransport tot de smelterij, dat natuurlijk mechanisch moet geschieden. Deze transporten ramende op ongeveer f 4,— zou dus een ton houtskolen op de smelterij op f 20,— komen te staan.

Deze houtskoolprijs is ongeveer het dubbele van het geen de Zweedsche en Noorsche „Hüttenwerke”, die in de onmiddellijke nabijheid der bosschen zijn gelegen, te betalen hebben. Trollhättan, dat buiten het boschgebied ligt, betaalt, zooals reeds werd medegedeeld, aanzienlijk meer. *De geringe kostprijs van de Scandinavische houtskolen is vermoedelijk alleen het gevolg van de winning van bijproducten* ¹⁾. De houtskoolnijverheid heeft aldaar een hooge trap van ontwikkeling bereikt. De toegepaste houtdestillatie in retorten, die in de eerste plaats al een beter houtskoolrendement oplevert, stelt in staat, tal van waardevolle producten te winnen. *Zeer zeker zal het aanbeveling verdienen hun verwerkingsmethode nader te bestudeeren in de praktijk* ²⁾. Het is echter twijfelachtig, of zij voor de Indische houtsoorten en verdere omstandigheden dergelijke gunstige resultaten zullen opleveren.

Pogingen in de Vereenigde Staten van N.-A. om het voorbeeld van Scandinavië te volgen hebben geen goeden uitslag gegeven. Men doet daarom verstandig bij de op te stellen berekeningen den prijs van houtskolen aan te nemen op f 20.— per ton.

Het is daarom vrij waarschijnlijk, dat toepassing van Indische kooks voordeeliger zal zijn. Neemt men in het algemeen den prijs voor het reductiemiddel, hetzij houtskolen, hetzij kooks, aan op denzelfden prijs, dan zijn teleurstellingen vermoedelijk uitgesloten.”

In de derde plaats zou het gewenscht zijn, spoedig te onderzoeken, in hoeverre uit de stobben van *Pinus Merkusii* in Atjeh, met voordeel houtteer, terpentijnolie en houtskool gestookt kan worden.

In Europa wordt houtteer gestookt uit de stobben van *Pinus silvestris* (Zweden, Finland, Polen, Rusland) in daarvoor speciaal gebouwde ovens, waarover nog nader. Men laat de stobben, na het vellen der boomen nog 10 tot 15 jaar in den grond zitten, omdat de opbrengst aan terpentijnolie grooter wordt, naarmate de stompden later gerooid worden.

Voor *Pinus Merkusii*, die op Sumatra voorkomt vanaf 2° zuiderbreedte tot aan den Goudberg in Atjeh, veelal verspreid, maar plaatselijk toch in vrij groote complexen, behoort deze zaak nader onderzocht te worden.

1) Zie noot 2 vorige bladzijde.

2) Cursiveering door ons.

Verder kan aan de houtskoolbranders ter Oostkust van Sumatra en in de Riouw- en Lingga-archipel voorlichting gegeven worden, zoodat eventueele verbeteringen in het bedrijf kunnen worden aangebracht.

Resumeerende komen wij tot de volgende conclusies:

a. In de Buitengewesten van Nederlandsch-Indië komen uitgestrekte, meestal veelsoortige, bosschen voor.

b. De mogelijkheid van een loonende timmerhoutexploitatie van groote complexen in die bosschen komt ons, althans voorloopig, niet groot voor; wel zullen kleine boschgedeelten moeten dienen voor plaatselijk houtverbruik, terwijl het evenmin uitgesloten is, dat van eenige houtsoorten, geschikt voor speciale doeleinden, de exploitatie wel loonend kan zijn.

c. De eenige mogelijkheid voor een loonende exploitatie, zal zijn het verwerken van het hout ter plaatse tot producten, die bij een klein volume en of een gering gewicht, een groote waarde bezitten.

d. In dit opzicht is er voor de moderne houtdestillatie in Nederlandsch-Indië niet onwaarschijnlijk een toekomst.

e. Boschexploratie en onderzoek naar de technische eigenschappen der meest voorkomende houtsoorten, zullen hieraan vooraf moeten gaan.

f. Op het gebied der houtverkoling is echter reeds dadelijk nuttig en belangrijk werk te verrichten.

HOOFDSTUK VIII.

STATISTIEK VAN DEN IN- EN UITVOER VAN VERKOLINGS- PRODUCTEN VAN NEDERLANDSCH-INDIË.

De hierachter volgende tabellen zijn samengesteld uit de gegevens van de „*Statistiek van den handel en de in- en uitvoerrechten in Nederlandsch-Indië*” van het Hoofdbureau der in- en uitvoerrechten en accijnzen.

Deze statistiek heeft enkele gebreken.

Zoo is o.a. het percentage van azijnzuur en van verdund azijnzuur niet vermeld. Verder is in de tabel, betrekking hebbende op den uitvoer van houtskool uit Nederlandsch-Indië vermeld, dat de waarde daarvan in de jaren 1913 tot en met 1919 tien cent per K.G. heeft bedragen. Het is echter niet goed denkbaar, dat de waarde van de houtskool niet aan schommelingen onderhevig geweest zou zijn.

Ook doet het vreemd aan, dat de prijs der uitgevoerde houtskool in 1922 plotseling sterk gedaald is, terwijl daarentegen die van de ingevoerde kool in dat jaar belangrijk gestegen is.

Wij kunnen daarom aan deze statistiek geen al te groote waarde hechten. Wel kunnen wij er uit zien, dat de invoer van verkolingsproducten niet onaanzienlijk is en de waarde daarvan gedurende de laatste jaren ongeveer één millioen gulden heeft bedragen.

Azijnzuur is daarbij het belangrijkste artikel.

Ook geven de tabellen ons een aanwijzing, in welke havens de in- en uitvoer van de producten der houtverkoling het belangrijkste is en kunnen daarom van nut zijn bij de keuze van de vestiging van een verkolingsindustrie.

Aan deze statistiek hebben wij een lijst toegevoegd met de namen van de in- en uitvoerhavens, waarbij tevens vermeld is de naam van het gewest waarin, en van het eiland waarop deze plaatsen gelegen zijn, hetgeen het opzoeken op de kaart kan vergemakkelijken.

INVOER IN NED. OOST-INDIË IN DE JAREN 1913—1923 (in guldens):

Jaren	Azijszuur	Azijs verdund	Azijs essence	Houtskool	Houtteer	Terpen- tijn	Totaal
1913	—	31.544	170.910	16.122	48.670	53.132	320.378
1914	—	25.330	133.299	57.564	62.729	40.243	319.165
1915	—	41.111	131.147	20.682	37.641	40.674	271.255
1916	—	55.694	156.222	24.002	56.194	42.876	334.988
1917	—	62.946	53.230	9.652	86.876	65.216	277.920
1918	—	125.368	103.047	10.094	299.580	69.616	607.705
1919	349.256	106.663	116.402	10.907	86.583	37.914	707.725
1920	1.293.200	86.997	239.414	41.761	110.175	24.074	1.795.621
1921	190.168	81.753	96.699	38.001	25.466	25.084	457.171
1922	707.157	91.243	200.248	77.834	31.284	26.667	1.134.433
1923	478.074	108.288	205.308	142.149	43.875	18.052	995.746

UITVOER VAN HOUTSKOOL UIT NEDERLANDSCH OOST INDIE:

In de jaren	Hoeveelheid in K.Gr.	Waarde per K.Gr.	Totaal waarde
1913	311.682	f 0,10	f 31.168
1914	822.726	- 0,10	- 82.273
1915	916.704	- 0,10	- 91.670
1916	1.034.860	- 0,10	- 103.486
1917	2.295.669	- 0,10	- 229.567
1918	988.200	- 0,10	- 98.820
1919	738.060	—	- 17.203
1920	3.886.217	—	- 121.324
1921	3.498.422	- 0,10	- 349.842
1922	9.276.866	- 0,03	- 278.306
1923	7.070.377	- 0.025	- 176.760

WAARVAN UIT DE HAVENS: (IN K.G.)

In de jaren	Pankalan- Brandan	Langsa(r)	Belawan	Oelëë- Lheuë	Penoeba	Beng- kalis	Prigi- Radja
1913	311.682	—	—	—	—	—	—
1914	816.526	6.200	—	—	—	—	—
1915	916.704	—	—	—	—	—	—
1916	970.480	64.380	—	—	—	—	—
1917	2.129.860	165.701	—	—	—	—	—
1918	847.200	—	141.000	—	—	—	—
1919	737.480	—	—	—	—	—	—
1920	1.790.080	417.280	191.000	4.590	1.482.488	—	—
1921	2.670.000	156.240	19.660	—	652.522	—	—
1922	2.229.140	330.000	11.320	—	6.616.966	89.400	—
1923	2.806.740	1.210.580	171.016	—	2.793.281	—	88.720

INVOER VAN HOUTSKOOL IN NEDERLANDSCH OOST-INDIË:

In de jaren	Hoeveelheid in K.Gr.	Waarde per K.Gr.	Totaal waarde
1913	806.089	f 0,02	f 16.122
1914	822.340	- 0,07	- 57.564
1915	637.268 *)	f 0,025 en f 0,50	- 20.682
1916	758.530 **)	f 0,025 en f 0,50	- 24.002
1917	386.038	f 0,025	- 9.652
1918	336.453	- 0,03	- 10.094
1919	363.573	- 0,03	- 10.907
1920	456.012 ***)	f 0,09 en f 0,15	- 41.761
1921	422.215	f 0,09	- 38.001
1922	598.715	- 0,13	- 77.834
1923	676.902	- 0,21	- 142.149

*) Waarvan 10.000 K.G., waarde f 5.000 uit Nederland ingevoerd.

**) Waarvan 10.605 " " - 5.302 uit Nederland ingevoerd.

***) Waarvan 12.000 " " - 1.800 uit Nederland ingevoerd.

WAARVAN IN DE HAVENS: (IN K.G.)

	1913	1914	1915	1916	1917	1918	1919	1920	1921	1922	1923
Bagan Si Api-api ...	226584	245079	220472	214198	185674	202320	205915	164877	238592	304479	192524
Pontianak	129817	250952	86388	94363	6450	16312	6963	—	52024	46240	—
Pamangkat	110428	65838	126295	54930	17224	12548	21234	98670	41304	106350	124043
Laboean Bilik	75817	14713	12111	84806	13840	—	8676	2922	5552	3124	—
Pabeau	68254	49505	21382	16890	11348	—	—	—	—	—	—
Samarinda	31100	26138	12684	26908	23182	20539	25165	22367	18041	8506	8272
Rengat	20932	18783	13697	11790	15674	15942	17245	16667	17476	24675	39884
Djambi	18309	9699	—	—	25903	11051	12796	33622	5255	14062	204825
Poelau Kidjang	14923	—	11400	11960	6727	6557	5797	—	—	—	—
Soengei Liat	14200	—	14790	14985	6310	—	—	—	—	—	—
Singkawang	—	13160	33248	—	—	—	—	—	—	13888	1300
Prigi Radja	—	9985	—	11197	12260	6136	13167	10044	2820	10350	41129
Poelau Moeda	—	—	—	129200	—	—	—	—	—	3500	2760
Belawan	—	—	—	—	5786	—	4234	5094	5490	—	2785
Tandjong Selloer	—	—	—	—	—	5060	—	—	5402	13758	4300
Koealoe	—	—	—	—	—	3910	—	4278	—	—	—
Muntok	—	—	—	—	—	—	5039	—	—	—	—
Tarempa	—	—	—	—	—	—	8492	—	—	—	—
Palembang	—	—	—	—	—	—	—	30518	—	—	—
Sambas	—	—	—	—	—	—	—	23320	—	—	11455
Poelau Toedjoe	—	—	—	—	—	—	—	11700	3960	5860	9560
Bengkalis	—	—	—	—	—	—	—	—	—	18000	—
Tandjong Redeb	—	—	—	—	—	—	—	—	3330	6920	3595
Makasser	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4379	—
Sigli	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	18000
Pakan Baroe	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3254
Siak Sri Indrapoera ..	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2010
Soengai Goentoeng ..	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1860
Moeara Sabag	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1630
Soerabala	—	31626	10390	10680	—	—	—	—	—	—	—
Tandjong Priok	—	—	—	1125	—	—	—	—	—	—	—

INVOER VAN AZIJNZUUR IN NEDERLANDSCH OOST-INDIË:

In de jaren	Hoeveelheid in K.Gr.	Waarde per K.Gr.	Totaal waarde
1919	223.776	—	f 349.256
1920	1.010.312	f 1,28	- 1.293.200
1921	196.050	- 0,97	- 190.168
1922	785.730	- 0,90	- 707.157
1923	597.593	- 0,80	- 478.074

Invoer vóór 1919 in de statistieken niet afzonderlijk vermeld.

WAARVAN IN DE HAVENS: (IN K.G.)

	1919	1920	1921	1922	1923
Tandjoeng Priok	13.385	270.103	38.736	158.057	126.492
Soerabaia.....	25.995	322.761	27.685	256.899	128.197
Semarang.....	5.462	6.051	2.048	11.308	12.222
Banjoewangi.	—	—	—	5.340	13.500
Cheribon	—	—	—	914	2.919
Paseroean	—	—	—	—	1.800
Belawan	172.891	365.935	106.783	317.510	260.025
Sibolga.	—	7.690	1.360	6.082	21.633
Laboean Bilik	—	7.311	3.360	—	—
Telok Betong	—	5.400	—	—	—
Rengat.	—	4.859	2.824	5.828	5.360
Pontianak	—	4.843	2.086	2.048	2.760
Langsa(r)	—	3.162	1.000	—	—
Singkawang.	1.740	1.560	—	2.490	7.500
Pakan Baroe	—	1.305	1.115	1.500	2.120
Tandj. Balei S.O.K. .	—	—	4.800	11.469	—
Sambas	—	—	1.221	1.737	3.365
Siak Sri Indrapoera .	—	—	—	530	1.800
Amoerang	—	—	—	450	—
Tandjong Bringin ..	—	—	—	—	1.850
Padang.....	—	—	—	—	1.640
Bagan (Si) Api-api ..	—	—	—	—	1.140
Bandjermasin	—	—	—	—	820

In de jaren	Hoeveelheid in liters	Waarde per liter	Totaal waarde
1913	126.171	f 0,25	f 31.544
1914	101.314	- 0,25	- 25.330
1915	164.441	- 0,25	- 41.111
1916	174.044	- 0,32	- 55.694
1917	185.138	- 0,34	- 62.946
1918	202.207	- 0,62	- 125.368
1919	229.379	- 0,465	- 106.663
1920	189.128	- 0,46	- 86.997
1921	190.123	- 0,43	- 81.753
1922	228.105	- 0,40	- 91.243
1923	240.636	- 0,45	- 108.288

WAARVAN IN DE HAVENS: (IN LITERS)

[illegible]

INVOER VAN AZIJN-ESSENCE IN NEDERLANDSCH OOST-INDIË:

In de jaren	Hoeveelheid in liters	Waarde per liter	Totaal waarde
1913	237.375	f 0,72	f 170.910
1914	180.134	- 0,74	- 133.299
1915	204.918	- 0,64	- 131.147
1916	244.098	- 0,64	- 156.222
1917	77.143	- 0,69	- 53.230
1918	139.252	- 0,74	- 103.047
1919	168.696	- 0,69	- 116.402
1920	368.327	- 0,65	- 239.414
1921	148.766	- 0,65	- 96.699
1922	308.072	- 0,65	- 200.248
1923	301.926	- 0,68	- 205.308

WAARVAN IN DE HAVENS: (IN LITERS)

[illegible]

WAARVAN IN DE HAVENS:

[illegible]

In de jaren	Hoeveelheid in liters	Waarde per liter	Totaal waarde
1913	106.264	f 0,50	f 53.132
1914	89.428	- 0,45	- 40.243
1915	101.685	- 0,40	- 40.674
1916	107.191	- 0,40	- 42.876
1917	114.413	- 0,57	- 65.216
1918	99.452	- 0,70	- 69.616
1919	56.165	- 0,675	- 37.914
1920	34.389	- 0,70	- 24.074
1921	35.833	- 0,70	- 25.084
1922	43.013	- 0,62	- 26.667
1923	29.115	- 0,62	- 18.052

WAARVAN IN DE HAVENS: (IN LITERS)[illegible]

INVOER VAN HARS (DENNEN-) IN NEDERL. OOST-INDIË:

In de jaren	Hoeveelheid in K.Gr.	Waarde per K.Gr.	Totaal waarde
1913	7.841.134	f 0,10	f 784.114
1914	7.006.956	- 0,12	- 840.835
1915	6.915.973	- 0,20	- 1.383.195
1916	6.253.813	- 0,20	- 1.250.763
1917	4.617.186	- 0,32	- 1.477.499
1918	5.871.251	- 0,45	- 2.642.063
1919	5.921.585	- 0,59	- 3.493.736
1920	10.097.845	- 0,46	- 4.645.008
1921	7.555.922	- 0,38	- 2.871.251
1922	7.413.823	- 0,22	- 1.631.040
1923	10.241.126	- 0,18	- 1.843.402

WAARVAN IN DE HAVENS: (IN K.G.)

[illegible]

INVOER VAN COKES IN NEDERLANDSCH-OOST-INDIË:

In de jaren	Hoeveelheid in tonnen (van 1000 K.Gr.)	Waarde per ton	Totaal waarde
1913	12.561	f 32,—	f 401.952
1914	9.548	- 32,—	- 305.536
1915	1.292	- 35,—	- 45.220
1916	10.299	- 35,—	- 360.465
1917	8.511	- 35,—	- 297.885
1918	10.478	- 60,—	- 628.680
1919	5.799	- 170,—	- 985.830
1920	10.790	- 157,—	- 1.694.030
1921	6.596	- 59,30	- 391.142
1922	13.810	- 45,56	- 629.184
1923	6.478	- 66,—	- 427.548

WAARVAN IN DE HAVENS:

	1913	1914	1915	1916	1917	1918	1919	1920	1921	1922	1923
Soerabaia	3822	3563	—	3916	2459	5705	2614	5358	2835	4596	2562
Tandjong Priok..	—	473	—	3567	—	2639	—	2333	—	4041	1767
Semarang	1075	1351	—	—	1085	—	—	800	1039	2457	728
Cheribon	1155	775	—	—	—	—	—	240	620	760	—
Pasoeroean	2100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Tjilatjap	—	—	—	—	—	—	—	—	—	500	—
Tegel	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	850
Balikpapan	—	648	388	656	440	699	1027	1235	1015	834	216
Belawan	511	328	534	842	907	—	626	431	—	123	86
Pangkalan Brand.	—	—	—	289	438	430	422	187	—	—	—
Palembang	1780	737	—	—	2280	—	—	—	—	—	—
Paleleh	1000	—	—	410	—	—	—	—	500	—	—
Samboe	—	—	—	—	—	210	—	—	—	—	—
Makasser	—	—	—	—	—	—	304	—	—	—	—
Tandjong Seilor .	—	—	—	—	—	—	—	—	106	—	—

In de jaren	Hoeveelheid in liters	Waarde per liter	Totaal waarde
1913	niet vermeld	niet vermeld	f 104.365
1914	niet vermeld	niet vermeld	- 119.247
1915	1.398.390	f 0,08	- 111.921
1916	1.648.874	- 0,08	- 131.896
1917	2.018.468	- 0,16	- 322.956
1918	709.659	- 0,16	- 113.545
1919	1.581.545	- 0,17	- 268.928
1920	2.725.424	- 0,20	- 545.084
1921	2.538.414	- 0,18	- 457.282
1922	1.874.424	- 0,17	- 318.651
1923	3.821.023	- 0,15	- 573.155

WAARVAN IN DE HAVENS:

[illegible]

ALPHABETISCHE LIJST

VAN DE IN DE STATEN, BETREKKING HEBBENDE OP DEN IN- EN
UITVOER VAN VERKOLINGSPRODUCTEN, VOORKOMENDE HAVENS,
WELKE TEVENS OP DE HIERBIJGEVOEGDE KAAFT VAN
NEDERLANDSCH-INDIË ZIJN AANGEGEVEN.

NAAM.	GEWEST.	EILAND.
Amboina of Ambon	Amboina of Ambon	Amboina of Ambon.
Amoerang	Menado	Celebes.
Aroebaai	Oostkust v. Sumatra	Sumatra.
Bagan (Si) Api-api	Oostkust v. Sumatra	Sumatra.
Balikpapan	Zd. en O. afd. v. Borneo	Borneo.
Bandjermasin	"	Borneo.
Banjoewangi	Besoeki	Java.
Belawan	Oostkust v. Sumatra	Sumatra.
Bengkalis	"	Sumatra.
Bengkoelen	Ben(g)koelen	Sumatra.
Benoa	Bali en Lombok	Bali.
Blinjoe of Belinjoe	Banka	Banka.
Boeton	Celebes e.o.	Boeton.
Cheribon of Tjeribon	Cheribon of Tjeribon	Java.
Djambi	Djambi	Sumatra.
Goenoeng Sitoli	Tapanoeli	Nias.
Gorontalo	Menado	Celebes.
Kangean	Madoera	Kangean-eilanden
Kinderzee	Banjoemas	Java.
Koealoe	Oostkust v. Sumatra	Sumatra.
Kolaka	Celebes e.o.	Celebes.
Kota Baroe	Zd. en O. afd. v. Borneo	P(oelau) Laoet.
Laboean Bilik	Oostkust v. Sumatra	Sumatra.
Langsa(r)	Atjeh e.o.	Sumatra.
Langsarbaai	"	Sumatra.
Makasser	Celebes e.o.	Celebes.
Malili	"	Celebes.
Menado	Menado	Celebes.
Moeara Sabaq	Djambi	Sumatra.
Moena	Celebes e.o.	Moena.
Muntok	Banka	Banka.
Neira	Ambon	Banda-eilanden.
Oeleë Lheuë	Atjeh e.o.	Sumatra.
Pabean (Boecleng)	Bali en Lombok	Bali.
Padang	Sumatra's Westkust	Sumatra.
Pakan Baroe	Oostkust v. Sumatra	Sumatra.
Paleleh	Menado	Celebes.

Palembang	Palembang	Sumatra.
Pamangkat	Westerafd. v. Borneo	Borneo.
Pampangbaai	Besoeki	Java.
Panaroekan	"	Java.
Pangkal Balam	Banka	Banka.
Pangkalan Brandan	Oostkust v. Sumatra	Sumatra.
Pasoeroean	Pasoeroean	Java.
Pekalongan	Pekalongan	Java.
Penoeba	Riouw e.o.	P. Selajar.
Poelau kidjang	"	Sumatra.
Poeloe Laoet	Zd. en O. afd. v. Borneo	P. Laoet.
Poelau Moeda	Oostkust v. Sumatra	Sumatra.
Poelau Seboekoe	Zd. en O. afd. v. Borneo	P. Seboekoe.
Poelau Toedjoe(h)	Riouw e.o.	P. Toedjoe(h)
Pontianak	Westerafd. v. Borneo	Borneo.
Prigi Radja	Riouw e.o.	Sumatra.
Rengat	"	Sumatra.
Samarinda	Zd. en O. afd. v. Borneo	Borneo.
Sambas	Westerafd. v. Borneo	Borneo.
Samboe	Riouw e.o.	Samboe.
Semarang	Semarang	Java.
Siak Sri Indrapoera	Oostkust v. Sumatra	Sumatra.
Sibolga	Tapanoeli	Sumatra.
Sigli	Atjeh e.o.	Sumatra.
Simaloer	"	Simaloer.
Singkawang	Westerafd. v. Borneo	Borneo.
Soengai Goentoeng	Billiton	Billiton.
Soengeiliat	Banka	Banka.
Soerabaia	Soerabaia	Java.
Tandjong Balai	Riouw e.o.	P. Karimoen
Tandjong Balei	Oostkust v. Sumatra	Sumatra. [Besar.
Tandjong Bringin	Palembang	Sumatra.
Tandjong Pandan	Billiton	Billiton.
Tandjong Poera	Oostkust v. Sumatra	Sumatra.
Tandjong Priok	Batavia	Java.
Tandjong Redeb	Zd. en O. afd. v. Borneo	Borneo.
Tandjong Seilor	Zd. en O. afd. v. Borneo	Borneo.
Tarempa of Terampah	Riouw e.o.	Siantan (Anambas eilanden).
Taroena	Menado	Sangi-eilanden.
Tapa Toeang	Atjeh e.o.	Sumatra.
Tegal	Pekalongan	Java.
Telok Betong	Lampongsche Districten	Sumatra.
Ternate	Ternate e.o.	Ternate.
Tjilatjap	Banjoemas	Java.

HOOFDSTUK IX.

TEGENWOORDIGE INZICHTEN OMTRENT DE DROGE DESTILLATIE VAN HOUT.

§ 1. *Samenstelling van het hout.*

Hout bestaat hoofdzakelijk uit celstof of cellulose, houtstof of lignine en water doch bevat verder: melksappen, harsen, wassen en gommen, kleurstoffen, looistoffen, minerale aschbestanddeelen, ätherische oliën, zetmeel, eiwitten, dextrinen, suiker enz. in sterk wisselende hoeveelheden, die echter ieder voor zich als alle tezamen ten opzichte van cellulose, lignine en water meestal slechts een ondergeschikte rol spelen. Uit onderzoekingen van *Prof. Ant. te Wechel*, die hout extraheerde met warme absolute alkohol, is gebleken, dat kleurstoffen soms in een belangrijk percentage van het houtgewicht aanwezig kunnen zijn. Voor de volgende houtsoorten bedroeg het gewicht van de opgeloste stoffen (in hoofdzaak kleurstoffen) in gewichtsprocenten van het geëxtraheerde hout:

Gluta Renghas L. 15,3 %, *Rhizophora conjugata* L. 8,1 %, *Bru-guiera gymnorhiza* Lam. 8,4 %, *Dalbergia latifolia* 11,3 %, *Dal-bergia Sissoo* 41,7 %, *Eperua Falcata* (Suriname) 39,1 %.

Cellulose. Aan zuivere cellulose, afkomstig van katoen (verband-watten) geeft men de formule $(C_6 H_{10} O_5)_n$.

Meerdere onderzoekers zijn van meening, dat de cellulose uit alle planten dezelfde is, zoodat dus voor alle cellulose de formule $(C_6 H_{10} O_5)_n$ zou gelden!¹⁾ Vroeger nam men meestal aan, dat n in deze formule groot zou zijn. In de laatste jaren zijn verschillende onderzoekers tot resultaten gekomen, die een niet zoo groot moleculair gewicht doen veronderstellen, doch hierover heerscht geen eenstemmig oordeel.

Zoo komt b.v. *Karrer*²⁾ tot de formule $(C_{12} H_{20} O_{10})_2$, waarbij n dus 4 zou zijn.

Het is nog niet gelukt cellulose geheel zuiver uit hout te ver-

1) *Emil Heuser*. Lehrbuch der Cellulosechemie. Berlin, 1921, Borntrager.

2) *P. Karrer*. Untersuchungen über polymere Kohlenhydrate. Z. f. a. Chemie, 1922, 35, blz. 85—90.

krijgen, Hoewel sommige onderzoekers aannemen, dat cellulose met lignine een soort van chemische verbinding heeft aangegaan, wijzen de onderzoekingen van de laatste jaren er wel op, dat de hypothese van *Heuser*, als zoude de cellulose van alle planten gelijk van samenstelling zijn en voldoen aan de formule $(C_6 H_{10} O_5)_n$, ook voor zuivere houtcellulose opgaat.

Zoo vonden *Wise en Russel* (*Cellulosechemie*, 3.96.1922) bij cellulose van katoen en „spruce” (*Picea spec.*) de zelfde opbrengsten aan cellobiose. *Hess*¹⁾ meent, dat cellulose uitsluitend is opgebouwd uit moleculen glycose en dat alle of bijna alle hydroxylgroepen van de glycosemoleculen in dien opbouw aandeel hebben. Door condensatiesystemen zou dan de samenvoeging van meerdere suikermoleculen tot cellulose mogelijk zijn. *Hess* steunt daarbij op de laatste onderzoekingen van *Emil Fischer*, die heeft aangetoond, dat de OH-groepen van het suikermolecuul dienst doen bij de condensatie tot looistoffen. *Hess* geeft dan, op grond daarvan, een tweetal formules voor een hypothetische stof, die hij celluxose noemt. Door cellulose te behandelen met acetylchloride verkreeg *Hess* een product (cellobioseanhydriet) dat veel op cellulose lijkt, echter een lager moleculair gewicht heeft.

Hij meent, dat hierin de grondstof voor den opbouw der cellulose moet worden gezien. Anderen als *Pringsheim* en *Karrer* nemen dit eveneens aan.

Cellulose is het hoofdbestanddeel van den celwand. In de natuur bevat zij zoogenaamde „incrusterende bestanddeelen”, stoffen, die nog onvoldoende onderzocht zijn. Een bestanddeel der ruwe celstof vormen de pentosanen, die bij hydrolyse pentosen opleveren. Deze pentosen ($C_5H_{10}O_5$) leveren door koken met HCl furfurol ($C_5H_4O_2$) op.

Lignine. Van de andere bouwstof van het hout, de lignine, is nog veel minder bekend. *Payen* ontdekte in 1838 dat de plant-aardige celmembranen uit skeletsubstanties en incrusten bestaan. Op voorstel van *Decandolles* werden de incrusten van hout „lignine” genoemd. Tot voor kort heeft men in de lignine veelal een enkelvoudige stof gezien. *Honig en Spitzer* zouden hebben aangetoond in 1917, dat lignine geen enkelvoudige stof kan zijn. Indien dit juist is, hebben uit den aard structuurformules, als b.v. door *Klason* opgesteld, geen zin. De, in de publicatie van *Klason* in 1920²⁾ vermelde onderzoekingen, zijn door anderen, o.a. door *Jonas*³⁾

1) *Prof. Dr. K. Hess*. Über den Aufbau der Cellulose. Z. f. a. Chemie, 1921, 34, blz. 49 e.v.

2) *P. Klason*. Über Lignin und Lignin-Reaktionen. Ber. d. dtsh. chem. Gesellschaft, 1920, (I) 706; (II) 1862.

3) *Dr. K. G. Jonas*. Zur Kenntnis der Lignin- und Huminsubstanzen. Zeitschrift f. angew. Chemie, 1921, 34, blz. 289 e.v.

bestreden, die er op wijst, dat *Klason* e.a. aannemen, dat lignine een aromatisch karakter heeft, hetgeen nog niet bewezen is. Terecht wijst *Jonas* er op, dat men bij de studie der lignine zeer gemakkelijk fouten kan begaan, omdat wat men aan lignine uit hout verkrijgt en onderzoekt, niet identiek behoeft te zijn met de incrusteerende bestanddeelen der celmembranen.

Hierop wijst ook *Schrauth*¹⁾. *Schmidt*²⁾ meent een methode te hebben gevonden, waarmee plantendeelen van de incrusteerende bestanddeelen kunnen worden bevrijd, b.v. hout van lignine, zoodat incrustenvrije koolhydraten als cellulose en hemi-cellulosen verkregen worden, zonder dat de polysacchariden worden aangetast. Hij behandelt daartoe de plantendeelen met een waterige oplossing van chloordioxyde. Bij deze methode maakt men skeletsubstanties, terwijl de incrusten worden aangetast door het ClO_2 .

Schmidt definieert de lignine als te zijn de door ClO_2 aantastbare bestanddeelen van het hout. Bij bepaling van het ligninegehalte van hout van *Pinus silvestris*, kreeg hij een veel hooger getal dan de methode *Willstätter* en *Zechmeister* opleverde.

Met deze methode meent *Schmidt* een beter inzicht in de samenstelling der lignine te krijgen. Zoo vond hij, dat aan den opbouw polysacchariden deelnemen, waarvan de hydrolyse eerst na aantasting der bestanddeelen, waarop ClO_2 inwerkt mogelijk werd. De z.g. incrusteerende bestanddeelen worden gescheiden in de in kokende alkohol onoplosbare, pentosanen bevattende polysacchariden, en een oplosbaar gedeelte, de door ClO_2 aantastbare incrusteerende bestanddeelen. Dit laatste deel zou dan de hydrolyse van het eerstgenoemde deel verhinderen.

Een overzicht van de onderzoekingen en publikaties, betrekking hebbende op lignine, vindt men in de verhandeling van *Dr. Rud. Riefenstahl*, „*Der gegenwärtige Stand der Ligninchemie*” *Z. f. a. Chemie*, 1924.

Hoe de juiste samenstelling van cellulose en lignine ook moge zijn, zeker is het, dat het hout, samengesteld uit die stoffen, water en een aantal andere stoffen, die voornamelijk ook uit de elementen C, H en O zijn opgebouwd, vrijwel uitsluitend bestaat uit C, H en O.

De elementaire samenstelling van hout.

De gemiddelde samenstelling voor absoluut droog hout is ongeveer:

1) *Dr. Walther Schrauth*. Über das Lignin. *Z. f. a. Chemie*, 1923, 36 blz. 149 e.v.

2) *Erich Schmidt* e.a. Zur Kenntnis pflanzlicher Inkrusten. *Ber. d. dtsh. chem. Ges.* 54, 1860—1873, 1921; 54, 3241—3244, 1921; 56, 23—31, 1923 en 56, 1438—1440, 1923.

C	=	50	%
H	=	6	„
O + N	=	42,7	„ (N alleen 0,6 %)
asch	=	1,3	„
samen		100	%

De samenstelling verschilt weinig voor de verschillende houtsoorten. Volgens *Mariller*¹⁾ zijn de meest uiteenlopende cijfers, verkregen door onderzoeken van *Chevandier*, *Bauer*, *Schoedler*, *Petersen* e.a.

voor C: acacia	—	48,67,	zilverden	—	50,83;
H: eik	—	6,06,	linde	—	6,86;
O + N: acacia	—	45,06,	zilverden	—	42,91.

Er zijn echter nog wel grootere afwijkingen.

Sommige onderzoekers geven afzonderlijke cijfers voor naaldhout en loofhout, het verschil is echter gering; naaldhout zou iets rijker aan C, daarentegen iets armer aan O zijn. Ook de tropische houtsoorten zullen wellicht voor een deel rijker aan C zijn, dan de houtsoorten dergematigde en koudere zonen (Zie o.a. *P. K. Heringa, Iets over de verbrandingswaarde van eenige Indische houtsoorten. Tectona* dl. IX (1916), blz. 375 e.v.).

Verhouding tusschen cellulose- en ligninegehalte van het hout.

Voor de houtverkoling is de onderlinge verhouding van belang, niet alleen omdat de lignine uitsluitend de methylalkohol oplevert, zooals *Klason*²⁾ gevonden heeft, maar ook omdat de lignine C rijker is, dan de cellulose en in de meeste gevallen een houtsoort met een relatief hoog ligninegehalte dus een beter houtskoolrendement zal opleveren.

Cijfers over cellulose- en ligninegehalten van hout mogen echter slechts met in achtnaam van de meest mogelijke reserve gebruikt worden. Vergelijkbaar zijn alleen die cijfers, afkomstig van houtmonsters die op geheel de zelfde wijze behandeld zijn.

Volgens *Frémy en Urbain*³⁾ is de samenstelling van de volgende houtsoorten aldus:

	Peppel	Eik	Buxus	Ebbenhout	Pockhout	IJzerhout
Houtstof	18	28	34	35	36	40 %
Celstof	64	53	28	20	21	27 %

1) *Ch. Mariller. La carbonisation des bois, lignites et tourbes*, blz. 5.

2) *Untersuchungen zur Holzverkohlung*, von *Peter Klason, Gustaf v. Heidenstam* und *Evert Norlin. Z. f. a. Chemie*, 1910, blz. 1252 e.v..

3) *A. Mathey. Traité d'exploitation commerciale des bois*, 1906, 1e deel, blz. 85.

Het schijnt, dat de zwaardere houtsoorten een relatief hooger ligninegehalte hebben, dan de lichtere, waardoor ze dus ook het rijkst aan C zouden zijn. Hiermee in overeenstemming is de meening van *Lindberg* ¹⁾, die bij verkolingsproeven met 15 houtsoorten van Banka tot de conclusie komt, dat men in het algemeen voor de beoordeeling van het hoogste houtskoolrendement, alleen het S. G. in het oog moet houden.

We geven hier een tweetal tabellen met cijfermateriaal, afkomstig van onderzoeken van *König* en *Becker* en van *Schwalbe* en *Becker* en een daaruit door ons samengestelde tabel, waarin is opgegeven het percentage dat de lignine bedraagt van de som van lignine en cellulose.

(Uit *Schwalbe* u. *Becker*, Die chemische Zusammensetzung einiger deutsche Holzarten. Z. f. a. Chemie, 1919, 32, I, blz. 230.)

Producten	Spar	Grove den	Beuk	Berk	Tril- populier
	in % van de watervrije massa				
Asch.	0,77	0,39	1,17	0,39	0,32
Hars, { a. uittrekken met äther ...	0,78	1,92	0,31	0,71	1,08
was { b. „ „ „ alkohol. .	1,52	1,53	1,47	1,09	2,08
en { c. som van a en b.	2,30	3,45	1,78	1,80	3,16
vet { d. uittrekken met alkohol- benzol	2,34	3,32	1,20	1,68	2,87
Methylgetal.	2,36	2,20	2,96	2,77	2,57
methode { methyl-alkohol	0,122	0,111	0,175	0,161	0,182
von <i>Fellenberg</i> { pektine daaruit.	1,22	1,11	1,75	1,61	1,82
Azijszuur (zure hydrolyse volgens <i>Schorger</i>)	1,44	1,40	2,34	4,65	4,17
N	0,11	0,13	0,17	0,12	0,10
Proteïne (N × 6,25)	0,69	0,80	1,05	0,74	0,63
Furfurol.	7,49	7,04	14,90	16,08	12,64
Pentosanen	11,30	11,02	24,86	27,07	23,75
Methylpentosanen	3,00	2,23	1,02	0,84	0,72
Totaal pentosanen	14,30	13,25	25,88	27,91	24,47
Cellulose (volgens <i>Cross</i>)	63,95	60,54	67,09	64,16	62,89
Cellulose vrij van pentosanen	57,84	54,25	53,46	45,30	47,11
Lignine	28,29	26,35	22,46	19,56	18,24

1) *B. Lindberg*. Verslag over een onderzoek van eenige houtsoorten die op Bankagebruikt worden voor houtskoolbereiding. De Mijnningenieur, 1921.

(Uit *König u. Becker*, Die Bestandteile des Holzes und ihre Wirtschaftliche Verwertung, Z. f. a. Chemie, 1919, 32, I, blz. 157.)

Houtsoort	Protaine = N × 6,25	Hars en was	Asch	Totaal pento- sanen	Hemi-cellulosen		Lignine	Cellulose	
					Hexo- sanen	Pento- sanen		Ruw)	Zuiver)
Zilver den	1,21	2,83	1,10	11,48	13,58	8,67	29,17	43,34	40,62
Idem	1,21	1,71	0,42	11,63	13,00	9,74	27,98	45,95	44,06
Grove den	1,27	3,17	0,53	10,80	12,78	8,70	29,52	44,01	41,93
Berk	1,29	2,47	0,68	25,86	4,61	23,20	28,27	44,53	41,85
Idem	2,29	1,88	0,46	24,01	5,00	21,48	26,38	42,50	39,97
Populier	1,39	2,66	0,84	22,71	2,60	15,36	22,45	54,71	47,36
Idem	1,14	2,32	1,21	21,88	3,43	15,10	20,75	56,06	49,27
Beuk	1,58	0,70	0,96	24,30	4,36	17,79	22,69	51,93	45,41
Esch	1,30	2,24	0,83	23,68	5,70	19,29	26,01	44,64	40,24
Wilg	1,17	2,04	0,83	23,31	5,05	16,75	24,70	49,46	42,91
Els	1,89	2,83	0,49	22,94	3,65	15,90	24,57	50,69	43,64

*) Cellulose + onoplosbare pentosanen. **) Cellulose, pentosanen-vrij.

VERGELIJKING TUSSCHEN HET SOORT. GEW. EN HET PERCENTAGE LIGNINE VAN DE SOM VAN CELLULOSE EN LIGNINE.

Houtsoort	S. G. abs. droog	Percentage lignine v.d. som v. cellu- lose en lignine	Volgens gegevens van	Opmerkingen
Zilverden	40,7	28,9	König-Becker	
"		30,7	" "	
Spar	41,2	30,7	Schwalbe-Becker	
Populier	42,5	21,5	Chevandier	
"		21,7	König-Becker	
"		22,5	Schwalbe-Becker	
"		23,6	König-Becker	
Grove den	49,4	30,3	Schwalbe-Becker	
" "		31,0	König-Becker	
Els	51,2	25,9	" "	
"		26,9	Schwalbe-Becker	14-jarige els, buitenste houtlagen.
"	67,9	28,9	" "	70-jarige els, spinthout.
"		29,0	" "	9-jarige els.
"		29,2	" "	14-jarige els, binnenste houtlagen.
"		30,6	" "	70-jarige els, kernhout.
Berk	69,4	23,4	" "	
"		27,7	König-Becker	
Esch	69,8	27,2	" "	
Eik	70,0	34,6	Chevandier	
Beuk		23,4	König-Becker	
"		25,1	Schwalbe-Becker	

De gevolgtrekking, dat het zwaardere hout rijker aan lignine zou zijn, vindt in deze tabellen geen bevestiging.

Waar de analytische bepalingen van de lignine nog zeer onzeker zijn, moet men met het maken van gevolgtrekkingen daaruit zeer voorzichtig zijn. De hooger gemaakte conclusie schijnt wel op te gaan bij vergelijking van de zeer zware en buitengewoon zware houtsoorten uit de tropen (voor zoover onderzocht) met de Europeesche. De veelal hoogere verbrandingswaarde van deze tropische houtsoorten, wijst ook in deze richting.

Aschgehalte van hout en samenstelling van de asch voor zoover betreft de nadeelige bestanddeelen: zwavel, fosfor en kiezelzuur.

Van beteekenis voor de houtskoolbereiding is het aschgehalte van het hout. Hout met een hoog aschgehalte geeft ook kool met een hoog aschgehalte en dit is vooral voor het hoogovenbedrijf zeer ongewenscht. Hooge gehalten aan fosfor zijn bijzonder schadelijk in het hoogovenbedrijf, terwijl kool met een hoog zwavelgehalte in de tinsmelterijen tot aanzienlijke verliezen aanleiding kan geven. Over het algemeen is het aschgehalte van hout niet zeer hoog, gemiddeld ruim 1 %. Evenwel komen belangrijke afwijkingen van het gemiddelde voor, waarschijnlijk als gevolg van de groeiplaats.

Kalkgronden zouden b.v. het aschgehalte van de daar groeiende boomen hooger doen zijn, dan van dezelfde soorten, die zich op kiezelzure gronden ontwikkelden.

We geven hierbij een overzicht van aschgehalten, gevonden bij de zelfde houtsoorten, doch afkomstig van zeer verschillende groeiplaatsen.

ASCHGEHALTEN VAN EENIGE EUROPEESCHE HOUTSOORTEN:

Onderzocht door:	Chevandier	Klason	König en Becker	Schwalbe en Becker
Afkomstig uit:	Vogezen	Zweden	Westfalen	Pruisen
<i>Houtsoort:</i>				
Wilg	2,00—3,67	—	0,83	—
Populier	1,73—1,86	—	0,84	0,32
Eik	1,65—2,05	—	—	—
Beuk	1,06—1,24	0,47	0,96	1,17
Grove den	1,04	0,23	0,53	0,39
Berk	0,85	0,42	0,68	0,39
Spar	—	0,24	—	0,77

Ter vergelijking geven we de resultaten van het onderzoek van *Schwalbe en Becker* ¹⁾ van 9-jarig, 14-jarig en 70-jarig *elzenhout*.

1) *Carl G. Schwalbe und Ernst Becker*. Die Chemische Zusammensetzung des Erlenholzes. Z. f. a. Chemie, 1919, I, 32, blz. 14 e.v., tabel op blz. 15.

Els (luchtdroog)	9-jarig	14-jarig		70-jarig	
		binnenste	buitenste	kernhout	spinhout
		lagen			
aschgehalte in %	0,50	0,48	0,51	0,64	0,53

De onderlinge afwijkingen zijn niet groot, veel kleiner dan die tusschen de aschgehalten van dezelfde boomsoorten afkomstig van verschillende groeiplaatsen, als in de tabel op blz. 123 gegeven.

Is er weinig verschil in het aschgehalte van kern- en spinthout, zooals ook uit onderstaande tabel van *Akerman* blijkt; wel is er een groot verschil tusschen aschgehalte van hout en bast. *Akerman* geeft op ¹⁾ voor hout van de *grove den* :

	Kernhout	Spinthout	Bast	
asch	0,18	0,18	2,22	procenten (gewichts) v. hout m. 20% water.

Violette ²⁾ vond bij *eikenhout* :

	Aschgehalte
jonge takken ontschorst..	0,4 %
schors van groene twijgen	6 %
stamhout	0,2 %
schors van de stam	6 %

Deze cijfers toonen aan dat het gewenscht is, het koolhout vooraf te schillen.

Het gehalte aan zwavel, kiezelzuur en fosfor van de houtskool is over het algemeen laag. Het zwavelgehalte van de houtskool bedraagt zelden meer dan 0,1 %, veelal is het belangrijk lager. Ook het gehalte aan kiezelzuur en aan fosfor is behoudens uitzonderingen meestal laag. Het djatihout echter, bevat over het algemeen nog al vrij veel fosfor, dat dikwijls in den vorm van kalkconcreties in het hout opgehoopt zit. Aan het landbouwscheikundig laboratorium der *Landbouwhoogeschool te Wageningen* toonde men aan, dat de kalk in die concreties vnl. voorkomt als bicalciumfosfaat ³⁾.

Het gehalte aan zwavel, fosfor en kiezelzuur in de asch van kern- en spinthout en van bast verschilt meestal niet zeer belangrijk.

Aangezien echter het aschgehalte van de bast over het algemeen

1) Tabel van *Akerman*, Handbok I Skogsteknologi, blz. 615.

2) *Violette*. Mémoires de l'Académie des Sciences, t. XXXVI, blz. 850 1853.

3) Het hout, door *Prof. Ant. te Wechel*, blz. 142.

zooveel grooter is, dan van het hout, is daardoor het gehalte aan hooger genoemde elementen wel grooter, soms zelfs zeer veel grooter in de basthoutschool. Het zalook hierom aanbeveling verdienen de bast vóór het verkolen te verwijderen.

Van enkele Europeesche houtsoorten laten we de samenstelling van de asch hier volgen, voor de tropische houtsoorten worden eenige cijfers daarover bij de bespreking van het onderzoek dier houtsoorten gegeven. Vele gepubliceerde samenstellingen van houtasch zijn van weinig waarde voor de beoordeeling van hout of houtschool, omdat daarbij het aschgehalte van hout of koolniet vermeld is, terwijl ook vaak verzuimd wordt mede te deelen of het onderzochte hout absoluut droog was, dan wel bij luchtdroog hout wordt vergeten het vochtgehalte op te geven.

Akerman ¹⁾ geeft de volgende cijfers van aschanalysen van hout van de *grove den* (*Pinus silvestris*) en de *berk* (*Betula alba*), zie onderstaande tabel:

SAMENSTELLING VAN DE ASCH UIT HOUT MET 20 % WATER.

	Grove den			Berk
	Kernhout	Spinthout	Bast	
Aschgehalte (gew. proc.)	0,18	0,18	2,22	0,22
Aschanalyse:				
K ₂ O—Na ₂ O	13,78	19,33	7,43	18,59
CaO.	39,76	35,26	48,75	30,75
MgO	9,34	6,73	5,06	10,33
MnO ₂	4,74	3,92	3,18	3,51
Fe ₂ O ₃	1,71	2,44	0,81	0,85
Al ₂ O ₃	2,00	1,92	6,97	3,40
SiO ₂	1,69	2,23	1,60	1,96
SO ₃	3,41	3,88	1,83	3,90
P ₂ O ₅	0,66	4,27	4,08	5,12
CO.	21,85	19,00	18,80	21,30
Samen . . .	98,94	98,99	98,51	99,71

Berthier (Dinglers Polytechn. Journal 22—150) ²⁾ geeft de volgende cijfers, zie de tabel op blz. 126:

1) Handbok I Skogs Teknologi, blz. 615.

2) *Bunbury*, cit. pag. 38. In dezen staat komen enkele fouten voor. De som van de oplosbare aschbestanddeelen van den zilverden is niet 25,14, doch 25,64 en van de onoplosbare aschbestanddeelen van den groven den niet 86,39, maar 86,33.

	Grove den	Zilverden	Linde	Berk
Oplosbare bestanddeelen:				
koolzuur.	2,80	7,76	2,96	2,72
zwavelzuur	1,67	0,80	0,81	0,37
zoutzuur.	0,92	0,08	0,19	0,03
kieselzuur	0,18	0,20	0,17	0,16
potasch.	4,41	} 16,80	} 6,55	} 12,72
soda.....	3,53			
Samen. ...	13,51	25,14	10,68	16,00
Onoplosbaar:				
koolzuur.	32,77	17,17	35,75	26,04
fosforzuur	0,91	3,14	2,51	3,61
kieselzuur	4,19	5,97	1,80	4,62
kalk.	38,51	29,72	46,53	43,85
magnesium.	9,50	3,28	1,97	2,52
ferrioxjde.....	0,09	10,53	0,09	0,42
mangaanoxyde .	0,36	4,48	0,54	2,94
Samen. ...	86,39	74,29	89,19	84,00

§ 2. *Verschijselen optredende bij de houtverkoling.*

Bij de verkoling verliest het hout eerst zijn water, waarbij zoolang de temperatuur weinig boven de 100° C. stijgt, geen verdere omzetting van het hout plaats heeft. Bij de *naaldhoutsoorten* destilleert bij deze temperatuur wel terpentijnolie over, bij de *loofhoutsoorten* echter weinig anders dan water. Bij stijging van de temperatuur wordt het hout eerst lichtbruin gekleurd, daarna gelijdelijk donkerder. In het zich nu vormende destillaat kan men al spoedig azijnzuur, methylalkohol e.d. aantoonen, terwijl er gasen beginnen te ontwijken, die voornamelijk uit CO en CO₂ bestaan. De ontleding van het hout is dus begonnen.

Bij 270° C. tot 300° C. wijzigt zich het proces. De reactie verloopt veel sneller, de vorming van CO en CO₂ vermindert, een sterke ontwikkeling van koolwaterstoffen (C_nH_m), waaronder methaan (CH₄) en van waterstof treedt op.

Een deel van de koolstof, die in het hout aanwezig was, verdwijnt dus in den vorm van C-houdende gasen.

De, bij lage temperatuur (250° C.) gevormde houtskool is nog arm aan C en te vergelijken met bruinkool. Bij stijging van tempera-

tuur neemt het C-gehalte van de houtskool steeds toe, bedraagt bij circa 400° C. ongeveer 80 % en bij 500° C. ongeveer 89 %.

De kool, bij 500° C. ontstaan, heeft de samenstelling van meiler-houtskool, die te vergelijken is met anthraciet; de kool bij een eindtemperatuur van 400° C. bereid, heeft de samenstelling van retortenkool en toont meer overeenkomst met steenkool.

De verschillende onderzoekers verdeelen meestal de verkoling tot 400° C. in drie perioden. De eerste periode gaat tot ongeveer 170°—200° C. In deze periode verliest het hout zijn water, terwijl er nog slechts geringe omzettingen plaats hebben. Het hout begint bruin te kleuren.

De tweede periode gaat tot 270°—300° C. Het hout wordt verder ontleed en sterker bruin gekleurd. Er ontwijken veel CO en CO₂ gassen, terwijl azijnzuur, mierenzuur en houtgeest overdestilleeren. Boven de 270°—300° C. begint de derde periode, waarin de reactie exothermisch wordt en voornamelijk waterstof en koolwaterstoffen ontwijken. Naast azijnzuur, mierenzuur en houtgeest destilleert ook lichte teer over.

Bij circa 400° C. is deze exothermische reactie geheel afgelopen, veelal reeds eerder. Men moet voor verdere reactie dan weer warmte toevoeren, maar aangezien bij de groote verkolingsinrichtingen de ijzeren onderdeelen bij hogere temperaturen veel te lijden hebben, beëindigt men daar de verkoling meestal bij circa 400° C. Bij deze temperatuur is trouwens de destillatie van azijnzuur, mierenzuur en houtgeest reeds afgelopen.

Aangezien echter, door de ontwijking van C_n H_m gassen bij hogere temperatuur het C-gehalte van de houtskool nog belangrijk stijgt, is de meilerkool, die bij een eindtemperatuur van circa 500° C. wordt bereid, voor de hoogovens beter geschikt, dan de retortenkool. Het spreekt van zelf, dat de, bij hogere temperatuur bereide houtskool een lager gehalte aan H en O moet hebben. (Zie grafiek I). Bij de verkoling tusschen 400° C. en 500° C. destilleert dik-vloeibare teer over, die o.a. parafine, benzol, carbolzuur en andere aromatische producten bevat. Verkolingen boven 500° C. komen in de praktijk niet voor.

Men kan in den regel aan de houtskool zelf zien, bij welke eindtemperatuur deze bereid is.

Zoo is houtskool, bereid bij een eindtemperatuur beneden 270° C., niet hard en brandt met rook en vlammen, als gevolg van de nog bestaande mogelijkheid tot gasontwikkeling. Is de eindtemperatuur 300° C. geweest, dan is de kool vrij hard, doch nog bruinachtig van kleur, klinkt nog niet helder en vergruist vrij gemakkelijk.

Reeds bij 350° C. verkrijgt men harde, zwarte kool, die helder klinkt, terwijl bij nog hogere temperatuur de kool nog vaster wordt en de kleur nog zwarter. Dergelijke goede houtskool mag niet afgeven.

De onderlinge verhouding van de voornaamste, bij de verkoling ontwijkende gasen, is ongeveer als volgt:

CO ₂	50	—	60 %	} in volumeprocenten van de totale hoeveelheid gas.
CO	28	—	33 %	
CH ₄	3	—	18 %	
C ₂ H ₄	2	—	3 %	
H	0,5	—	3 %	

Het grootste deel der gasen bestaat dus uit kooldioxyde en koolmonoxyde (samen ongeveer 80—90 % van de totale gasmassa). Het gewicht der gasen, die te zamen zwaarder zijn dan lucht, is in normale omstandigheden ongeveer 15—20 % van het houtgewicht. Volgens *Mariller*¹⁾ levert een ton hout ongeveer 130—140 M.³ gas op, met een gewicht van circa 200 K.G.

*Juon*²⁾ geeft een overzicht in staatvorm van hetgeen er in de verschillende periodes der verkoling van naaldhout geschiedt:

Perioden der verkoling	Begin der verkoling, afgifte v. H ₂ O	Eerste periode der gasontwikkeling, O-houdende gasen	Begin der ontwikkel. v. CnHm-gassen	CnHm-gassen	Dissociatie periode	H periode
Temperatuur in het toestel	150—200°C	200—280°C	280—380°C	380—500°C	500—700°C	700—900°C
C-gehalte van de houtskool.	60%	68%	78%	84%	89%	91%
Gehalte der niet-condenseerbare gasen i. volume procenten	CO ₂ 68 CO 30,5 H 0,0 CnHm 2	66,5 30 0,2 3,3	33,5 20,5 5,5 36,5	31,5 12,3 7,5 48,7	12,2 24,5 42,7 20,4	0,4 9,6 80,7 8,7
Verbrandingswaarde v. 1M ³ in calorïën	1100	1210	3920	4780	3630	3160
Condenseerbare bestanddeelen van de destill.-producten .	waterdamp	waterdamp en azijnzuur	azijnzuur houtgeest lichte teer	groote hoeveelheden dikke teer	groote hoeveelheden dikke teer m. parafine	weinig condensaat
Hoeveelheid gas . .	zeer klein	niet groot	belangrijk		weinig	zeer klein

*Adams en Hilton*³⁾ geven een overzicht van de samenstelling van het destillaat, gedurende de verschillende periodes der verkoling van hout van *Pinus ponderosa* (*Western yellow pine*):

1) *Ch. Mariller*. La carbonisation des bois, etc., blz. 57.

2) Tabel van *Eduard Juon* in „Stahl und Eisen”, 1907.

3) *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, Ch. 6, 378 (191), *Bunbury*, cit. blz. 82.

Perioden	Tempera- tuur ° C	Houtzuur in Liters	S.G. van het houtzuur	% houtgeest v.h. houtzuur	% azijnzuur v.h. houtzuur	Teer in Liters	S.G. van de teer	Verkoold hout	Opbrengst houtschool K.G.
1	160—200	1,275	1,002	0,49	0,64	0,835	0,885		
2	200—240	0,560	1,013	0,91	1,13	0,280	0,884		
3	240—270	0,885	1,041	1,43	4,01	0,590	0,930		
4	270—280	0,675	1,053	1,65	5,06	0,420	0,953		
5	280—290	1,045	1,061	2,15	5,48	0,925	0,993		
6	290—300	0,975	1,070	3,68	4,54	1,000	1,025		
7	300—360	0,920	1,073	2,67	2,65	0,960	1,032	22 Kilogram droog hout	
Totaal		6,335				5,010			7,8

Gedurende de verschillende periodes neemt het destillaat dus steeds toe, tot ongeveer een temperatuur van 290° C. bereikt is. Daarbij neemt ook het soortelijk gewicht van waterig destillaat en teer toe. Het percentage van de houtgeest in het destillaat neemt toe tot circa 300° C. en van het azijnzuur tot 290° C.

Bij 350° C. tot 380° C. zijn houtgeest en azijnzuur vrijwel volkomen overgedestilleerd. Bij hogere temperatuur komt er nog slechts weinig destillaat, wel wordt er nog veel dikke teer gevormd.

Bovenstaande tabellen, hoewel gemaakt naar resultaten bij verkoling van naaldhout bereikt, zijn wat de gang van het proces betreft, ook toepasselijk voor loofhout.

Het verschil tusschen de verkoling van naaldhout en loofhout is voornamelijk gelegen, in het overdestilleeren van terpentijnolie bij naaldhoutverkoling.

Bij verkoling van harsrijk naaldhout is het mogelijk, dat de hars als zoodanig wordt uitgesmolten. De hars mengt zich dan met de andere destillatieproducten, hetgeen echter alleen mogelijk is in verkolingsinrichtingen, waar de gassen beneden worden weggezogen. Is dit niet het geval, dan verloopt het verkolingsproces gewoon, d.w.z.:

1e. de reeds in het hout aanwezige terpentijnolie vervluchtigt en gaat met den waterdamp, die uit het hout overdestilleert mede;

2e. de cellulose en lignine worden ontleed en azijnzuur, houtgeest, teer en kool worden gevormd.

Worden groote hoeveelheden naaldhout, met een niet te gering gehalte aan terpentijnolie snel verkoold, dan is het mogelijk, dat de terpentijnolie wordt afgescheiden, zonder dat vermenging met de teer plaats heeft. Vallen echter de vervluchtiging der terpentijnolie en de harsomzetting samen, dan krijgt men dat:

3e. de destillatieproducten van de hars zich mengen met de producten sub 1 en 2 genoemd en de aldus gevormde naaldhoutteer onderscheidt zich van de loofhoutteer, door de bijmenging van destillatieproducten van hars en terpentijnolie.

Het meer of minder hooge gehalte aan terpenen, pinoline en harsolie wordt uitgedrukt door het soortelijk gewicht van de teer. Volgens *M. Klar* (*Technologie der Holzverkohlung*, blz. 60) bevat naaldhoutteer, die in de houtzuren zinkt, weinig van die producten en is het verwerken van die teer daarop, zelden loonend.

§ 3. *De verkolingstheorie van Klason, vergeleken met de resultaten van verkolingsproeven van andere onderzoekers.*

*Klason*¹⁾ is een der eersten geweest, die getracht hebben een theorie over de houtverkoling op te stellen.

In 1908—'09 had hij met *v. Heidenstam* en *Norlin* reeds proeven genomen over de verkoling van cellulose van zuivere katoen, van sulfietcellulose uit *Pinus silvestris* en *Picea excelsa*, van cellulose uit *Betula alba*, verkregen door berkenhout met een sulfietoplossing te koken en van cellulose uit *Fagus silvatica*, op dergelijke wijze bereid²⁾. Bij deze verkolingen werd de temperatuur in 4 à 5 uren opgevoerd tot 270° C. De buitentemperatuur werd daarna constant gehouden en de eigenlijke verkoling verliep dan in 1 à 2 uur, waarbij de binnentemperatuur circa 80° C. hooger opliep, dan de buitentemperatuur. Na afloop van de verkoling werd deze laatste opgevoerd tot 400° C. De binnentemperatuur volgde, doch bleef steeds circa 20° C. lager, dan de buitentemperatuur en bereikte een maximum van 380° C. De belangrijkste resultaten van deze proeven waren:

1e. bij droge destillatie van cellulose wordt geen methylalkohol gevormd;

2e. cellulose van berk en beuk geeft meer azijnzuur, dan cellulose van pijn, spar en katoen;

3e. vanaf 270° C. is de reactie exothermisch (de vrijkomende warmte werd berekend op 5 % van de verbrandingswarmte der cellulose);

4e. de gassen, gevormd bij de droge destillatie, bevatten geen H en geen aromatische C_nH_m gassen.

Een jaar later publiceerden de zelfde schrijvers de resultaten van hunne proefverkolingen met hout van *Pinus silvestris*, *Picea*

1) Versuch einer Theorie der Trockendestillation von Holz, von *Peter Klason*, Journal für prakt. Chemie, 90 (1914), blz. 413 e.v.

2) Untersuchungen zur Holzverkohlung, von *Peter Klason*, *Gust. v. Heidenstam* und *Evert Norlin*, Zeitschrift für angew. Chemie (1909), blz. 1205 e.v.

excelsa, *Betula alba* en *Fagus silvatica* ¹⁾. De verkoling had op gelijke wijze plaats als de celluloseverkoling. De belangrijkste conclusies uit deze proeven zijn:

1e. methylalkohol wordt slechts uit de methoxylgroepen van de lignine gevormd; *berk* en *beuk* geven daarvan 2 maal zooveel als *grove den* en *spar*;

2e. azijnzuur is zoowel afkomstig van de cellulose als van de lignine uit het hout; *berk* en *beuk* geven daarvan ongeveer 2 maal zooveel als *grove den* en *spar*;

3e. de droge destillatie van hout heeft bij temperaturen vanaf 270°—300° C. een exothermisch verloop. De reactiewarmte bedraagt circa 6% van de verbrandingswarmte van het hout;

4e. de droge destillatie van hout is een weinig meer exothermisch dan die van de cellulose. De vrijkomende warmte is in het eerste geval gemiddeld 10 % hooger;

5e. bij een maximum temperatuur van 400° C. worden geen H en aromatische C_nH_m gasen gevormd.

De verkregen resultaten zijn gedeeltelijk in onderstaande tabellen weergegeven. De resultaten der elementaire analyses van cellulose, hout en de verkolingsproducten zijn weggelaten.

Cellulose van		Katoen	Grove den	Spar	Berk	Beuk
Samenstelling van het verkolingsmateriaal	water ...	4,82 %	5,60 %	6,44 %	6,65 %	7,81 %
	asch.....	0,13 %	0,44 %	0,49 %	0,92 %	0,77 %
	organ. bestanddln.	95,05 %	93,96 %	93,07 %	92,43 %	91,42 %
Verkolingsproducten in gewichtsprocenten	Cellulose kool	38,82	36,93	34,86	33,39	32,91
	Gassen: CO ₂	10,35	12,83	11,94	11,14	11,96
	C ₂ H ₄	0,17	0,21	0,19	0,41	0,25
	CO	4,15	3,40	3,92	3,49	3,80
	CH ₄	0,27	0,27	0,22	0,47	0,39
	Methylalkohol	—	sporen	0,07	—	0,19
	Aceton	0,07	0,08	0,13	0,15	0,26
	Aziijnzuur	1,39	2,18	2,79	3,89	3,50
	Organ. bestanddeelen in NaOCOCH ₃	5,14	4,22	8,50	7,72	8,67
	Teer	4,18	4,85	6,28	9,58	5,23
	Water	34,52	34,17	29,99	29,35	31,88
	Verlies	0,94	0,86	1,11	0,40	0,93
Samen		100	100	100	100 (99,99)	100 (99,97)

1) Untersuchungen zur Holzverkohlung, von *Peter Klason*, *Gust. v. Heidenstam* und *Evert Norlin*. Zeitschrift f. angew. Chemie, 1910, blz. 1252 e.v.

Hout van		Grove den	Spar	Berk	Beuk
samenstelling van het verkolings- materiaal	water	7,52 %	9,27 %	8,79 %	7,11 %
	asch	0,21 %	0,22 %	0,38 %	0,43 %
	org. bestanddeelen	92,27 %	90,51 %	90,83 %	92,46 %
Verkolingsproducten in gewichts- procenten v. h. verkoold hout.	Houtskool	37,83	37,81	31,80	34,97
	Gassen: CO ₂	10,13	10,30	9,96	10,90
	C ₂ H ₄	0,23	0,20	0,19	0,20
	CO	3,74	3,76	3,32	4,22
	CH ₄	0,59	0,62	0,54	0,47
	Methylalkohol	0,88	0,96	1,60	2,07
	Aceton	0,18	0,20	0,19	0,20
	Methylacetaat	0,01	0,02	0,02	0,03
	Aziijnzuur	3,50	3,19	7,08	6,04
	Organ. betanddeelen in NaOCOCH ₃	8,03	7,75	8,15	5,89
	Teer	11,79	8,08	7,93	8,11
	Water	22,27	25,70	27,81	26,58
	Verlies	0,82	1,41	1,41	0,32
Samen		100	100	100	100

Heuser en *Skiöldebrand* hebben lignine verkoold ¹⁾. Zij extraheerden zaagsel van *Pinus silvestris* met äther, droogden en gingen hydrolyseeren met 42 % HCl in de koude, gedurende meerdere dagen. Alle cellulose zou dan ontleed zijn. De massa werd dan met water aangelengd en gefiltreerd. Het residu werd zoolang met water uitgewasschen, tot het water met Fehling's proefvocht geen reductie meer vertoonde. Zij verkregen 33,12 % lignine uit het hout. Deze bevatte luchtdroog 9,25 % water, terwijl het aschgehalte 0,485 % bedroeg. Met 12 % HCl destilleeren gaf geen furfurol, zoodat de lignine vrij van pentosanen was.

Verschillende destillaties met kleine hoeveelheden van deze lignine werden verricht met als eindtemperatuur 400° C.

Het waterig destillaat werd opnieuw gedestilleerd en in 3 fracties gescheiden.

Fractie I tot 70° C. bevatte: formaldehyde, methylalkohol en aceton.

Fractie II tot 90° C. bevatte: bovengenoemde verbindingen en mierenzuur.

Fractie III tot 100° C. bevatte: mierenzuur en aziijnzuur.

1) *Emil Heuser* und *Carl Skiöldebrand*. Untersuchungen über das Lignin des Holzes. I, Die trockene Destillation des Lignins. Zeitschrift f. angew. Chemie, 32, I, blz. 41 e.v. (1919).

De resultaten van 3 verkolingen worden hieronder gegeven:

No.	Lignine (grammen)		Houtskool		Totaal destillaat		Teer		Waterig destillaat		Duur der verkoling in minuten	Gassen c.c.
	lucht-droog	droog	grammen	%	grammen	%	grammen	%	grammen	%		
1	10,87	9,85	5,73	58,2	2,28	23,20	0,45	4,6	1,83	18,60	50	854
2	8,89	8,07	4,26	52,8	2,39	29,62	0,91	11,3	1,48	18,40	40	980
3	9,44	8,56	4,29	50,2	2,68	31,31	1,06	12,4	1,62	18,90	65	1140

De gasontwikkeling begon bij 128° C. en vanaf 150° C. destilleerde teer over. De gasontwikkeling nam dan af tot een temperatuur van 270° C. was bereikt, waarbij de verkoling een aanvang nam. Daarna culmineerde de gasontwikkeling bij circa 432° C., nam dan af, om bij 465° C. weer toe te nemen.

Hierbij was de eigenlijke verkoling ookeen exothermisch proces, dat begon bij 270° à 300° C. en eindigde bij 400° à 450° C.

Van de gassen was 9,6 % CO₂, 50,9 % CO en 37,5 % CH₄.

De opbrengst aan destillatieproducten omgerekend op droge, aschvrije lignine vindt men hieronder:

Lignine (grammen)			Kool		Totaal destillaat		Teer		Waterig destillaat		Totaal zuur als azijnzuur	Aceton	Methylalkohol	Azijnzuur	volume gassen in c.c. bij 0° en 760 m.m.
lucht-droog	droog	droog en aschvrij	Gr.	%	Gr.	%	Gr.	%	Gr.	%					
44,41	40,31	40,08	20,31	50,64	11,54	28,81	5,22	13,00	6,32	15,75	1,29	0,187	0,90	1,087	4354

Bergström (Papierfabrikant 11,759 (1913) ¹⁾ nam proeven met verkoling van de hemi-cellulosen. Deze werden gescheiden van de overige bestanddeelen van *berkenhoutzaagsel* door extraheeren gedurende 24 uur met 5 % NaOH, neerslaan met methylalkohol en zuur maken van het neerslag. Bij destillatie kreeg hij 37,2 % kool, 11,1 % teer en olie, 33,6 % waterig destillaat en 18,1 % gassen. In totaal verkreeg hij 0,29 % azijnzuur en 0,17 % mierenzuur.

Het *berkenhout* waarmee hij de proeven had genomen met verkoling van hemi-cellulosen, leverde zelf bij verkoling op: 33,0 % kool, 6,3 % teer en olie, 43 % waterig destillaat en 17,3 % gassen. De opbrengst aan totaal zuur was 6,9 %, terwijl de cellulose van *berkenhout* 4,2 % totaal zuur gaf.

Gaat men nu na, zooals b.v. *Bunbury* doet (zie *Bunbury, l.c.*,

1) *Bunbury l.c.*, blz. 121.

blz. 128) hoeveel de opbrengst is aan destillatieproducten uit hout, cellulose, lignine en hemi-cellulose van een bepaalde houtsoort, dan blijkt het, dat deze gegevens onderling dikwijls niet kloppen.

Verwondering wekt dit niet, wanneer men bedenkt, dat men bij de bereiding van lignine gebruik maakt van chemische middelen, waarvan men de uitwerking op de lignine nog niet volkomen heeft kunnen naspeuren.

De uitkomsten van de berekeningen der vrijkomende warmte bij het exothermisch proces, bevredigden *Klason* niet. Een vrijkomende warmte van bijna 6 % van de verbrandingswarmte van berkenhout, zou volgens hem beteekenen, dat de temperatuur 800° C. gestegen zou moeten zijn en dit werd niet geconstateerd.

Indien, volgens *Klason*, de warmte die bij het verkolen vrij kwam, grooter zou zijn dan de toegevoerde warmte, noodig om het hout op de verkolings temperatuur te brengen, dan zou in een oven, waarin een groote hoeveelheid hout door verwarming geheel uitgedroogd was, de bij het inzetten van het verkolingsproces ergens op een plaats vrijkomende warmte, beslist zich ophoopen, zoodat ten slotte een grooter of kleiner deel der houtmassa die hooge temperatuur zou aannemen en de reactie verder met een bijna explosie-achtig karakter zou verlopen. Dit is volgens *Klason* niet in overeenstemming met de ervaring.

Klason nam verder proeven ¹⁾ met gezond, rechtdradig berkenhout. Hij verkoolde dit in een kathodenlicht-vacuüm, in een 4—8 m.M. kwikdruk-vacuüm en bij gewone druk; de laatste verkolingen gedurende 3 uren (snel), 8 uren (gematigd snel), 16 uren (langzaam en 14 dagen (zeer langzaam). Daarbij wilde hij nagaan de invloed van de verkolingsnelheid op de resultaten der droge destillatie. Die verkolingsnelheid omschreef hij aldus:

„Onder verkolingsnelheid is te verstaan de tijd, noodig om zoo gelijkmatig mogelijk de temperatuur van een bepaalde hoeveelheid hout op te voeren van 250° C. tot 400° C.”.

Bij de destillatie van hout ontstaan primaire destillatie-producten, die bij de temperatuur, waarbij de verkoling plaats vindt, niet onveranderd vluchtig zijn. Deze producten zullen in verschillende mate worden omgezet, afhankelijk van de houtmassa, van den inhoud van het verkolingsapparaat, van den druk daarin, van de spanning der verschillende destillatieproducten en van de verkolingsnelheid.

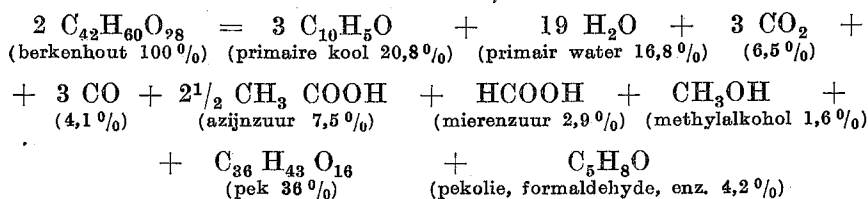
Om deze omzetting eenigszins in de hand te hebben, deed *Klason* ook verkolingsproeven in een vacuüm.

Naar aanleiding van de resultaten dezer proeven, luiden de

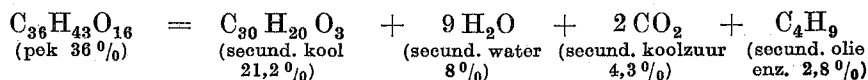
1) Versuch einer Theorie der Trockendestillation von Holz, von *Peter Klason*. Journal f. prakt. Chemie, band 90 (1914), blz. 413 e.v.

conclusies van *Klason* (strikt genomen alleen voor verkoling van berkenhout geldende) aldus:

1e. De droge destillatie van berkenhout heeft een *primaire* en een *secundaire* verloop. Het primaire verloop heeft het zuiverst plaats bij gebruik maken van een hoog (kathodenlicht) vacuum. De reactie heeft dan plaats volgens de vergelijking:



Het secundaire verloop geschiedt het meest volkomen bij hoogen druk of bij gewonen druk bij uiterst langzaam toenemen van de temperatuur, waarbij geen pek ontstaat en wel volgens de vergelijking:



Hoe langzamer de temperatuur stijgt, des te geringer wordt de opbrengst aan pek en des te hooger wordt de opbrengst aan kool, water, koolzuur en pekoliën.

2e. De opbrengst aan *azijnzuur* is bij de destillatie onder gewonen druk nagenoeg onafhankelijk van de verkolingsnelheid. Azijnzuur is bij temperaturen van 250° tot 400° C. bijna bestendig; slechts een of enkele procenten ervan gaan over in aceton. De opbrengst aan azijnzuur bedroeg voor water-, bast- en asch-vrij, gezond en rechtevradig berkenhout circa 6½ %.

3e. De opbrengst aan *mierenzuur* was het hoogst bij vacuumverkoling (2,3 %). Bij destillatie onder gewone druk neemt de opbrengst af met afnemende verkolingsnelheid en wel van 0,7 % bij verkoling in 3 uren tot 0,3 % bij verkoling in 14 dagen. Mierenzuur is dus bij de temperaturen der verkoling in de concentratie waarin het primair gevormd wordt, niet bestendig.

4e. De opbrengst aan *methylalkohol* is eveneens onafhankelijk van de verkolingsnelheid. Die opbrengst bedroeg circa 1½ % van het gewicht van het water- en asch-vrije hout. Methylalkohol is dus bestendig bij de temperaturen der verkoling, in de concentratie waarin het daarbij voorkomt.

5e. *Water en koolzuur* nemen bij afnemende verkolingsnelheid toe.

6e. Het *acetongehalte* was bij vacuumdestillatie nagenoeg nul. Bij destillatie onder gewonen druk steeg het van 0,15 % tot 0,3 % bij afnemende verkolingsnelheid.

Aceton is een secundair product van azijnzuur.

7e. Het destillaat (de houtzuren) bevat *formaldehyde* in een hoeveelheid van 1 % van het gewicht van het droge hout.

Eenige cijfers betrekking hebbende op de proeven van *Klason* worden hier gegeven.

Druk	Duur v. d. destillatie	Houtskool % *)	Teer % *)	Aziijnzuur % *)	Mierenzuur % *)	Houtgeest % *)	Methylalkohol % *)	Aceton % *)	Formaldehyde % *)
Kathodenlicht-vacuüm	—	19,38	43,66	7,05	2,40	—	—	—	1,27
5 m.M. kwik	—	19,54	37,18	7,05	2,30	1,23	1,20	0,03	1,20
Dampkringsdruk	3 uren	25,51	18,00	6,50	0,71	1,65	1,49	0,16	1,00
Dampkringsdruk	8 uren	30,85	16,94	6,77	0,61	1,67	1,47	0,20	0,90
Dampkringsdruk	16 uren	33,18	10,1	6,58	0,55	1,72	1,50	0,22	—
Dampkringsdruk	14 dagen	39,44	1,8	6,48	0,33	1,76	1,41	0,35	0,80

*) In procenten van het water- en aschvrije hout.

Na *Klason* zijn ook door anderen proeven genomen met verkolen bij hoogen of lagen druk.

Aimé Pictet (*Société chimique de France, Août, 1920*) ¹⁾ verkoolde katoencellulose en verkreeg daarvan bij 10 à 15 m.M. kwikdruk en 210° C. een opbrengst aan kool van 10 % van het cellulosegewicht. Deze lagere opbrengst aan kool bij verkoling bij lagen druk stemt wel overeen met de conclusie van *Klason* voor berkenhout, doch is hier die opbrengst aan kool al bijzonder gering vergeleken met de opbrengst die *Klason* bij gewonen druk verkreeg, t.w. 38,8 %.

Palmer (*Journ. Ind. Eng. Ch., 7, 663 (1915)*) verkoolde hout in een toestel, waarbij hij voor het overbrengen van de warmte een oliebad gebruikte. De temperatuur van oliebad en retort kon worden gecontroleerd. *Palmer* kon met dit apparaat een temperatuur van 500° C. bereiken. Door de temperatuur te regelen (vanaf 275° tot 300° C. werd de temperatuur van het oliebad constant gehouden) verkreeg hij betere opbrengsten aan methylalkohol en azijnzuur.

Voor *suikerahorn* (*Acer Saccharum*—*Maple*), *beuk* en *berk* waren de opbrengsten: (*Bunbury, l.c., blz. 84*)

Houtsoort	Opbrengst aan houtgeest *)		Opbrengst aan azijnzuur *)	
	Temperatuur niet geregeld	Temperatuur wel geregeld	Temperatuur niet geregeld	Temperatuur wel geregeld
Suikerahorn	1,59	2,31	5,65	5,76
Beuk	2,04	2,15	5,77	6,28
Berk	1,63	1,75	6,54	6,87

*) In procenten van het droge hout.

1) *Mariller, l.c., blz. 10/11.*

Deze resultaten van *Palmer* zijn schijnbaar in tegenspraak met de conclusies van *Klason*, dat de opbrengsten aan azijnzuur en methylalkohol onafhankelijk zijn van de verkolingsnelheid, immers treden groote verschillen op bij geregelde en niet geregelde temperaturen.

Klason deelt zelf ook mede, dat vele fabrikanten de meening zijn toegedaan, dat wel degelijk op de opbrengst aan azijnzuur en methylalkohol invloed kan worden uitgeoefend. *Klason* verkoolde in een klein apparaat, waarbij de verwarming aan alle zijden zeer gelijkmatig was. In groote toestellen is het echter niet buitengesloten, dat plaatselijk de temperatuur zoo hoog is, dat azijnzuur en methylalkohol aangetast worden, dit des te eerder bij snellere verkoling, die alleen te bereiken is door de temperatuur op te voeren.

Palmer (Journ. Ind. Eng. Ch., 6, 890 (1914) ¹⁾ heeft ook bij hoogen druk verkoold en verkreeg de volgende uitkomsten :

Verkoold hout	Druk in K.G. per cm. ²	Aziijnzuur %	Alkohol %	Kool %	Teer %	Gassen %
Zaagsel van Acer Saccharum suikerahorn	0	5,59	1,09	38,93	8,04	25,2
	4	4,81	1,18	41,49	3,23	30,30
	10	4,10	1,08	42,46	2,67	29,36
Zaagsel van berkenhout	0	6,76	1,15	37,2	11,98	19,72
	4	5,34	1,23	40,38	4,25	25,10
	8	5,20	1,25	42,07	3,86	25,55
Kleine stukken berkenhout	0	6,32	1,42	36,61	16,96	16,03
	4	5,61	1,50	39,50	11,70	20,13
	8	5,44	1,53	40,48	9,08	21,21

Deze proeven vormen als het ware een voortzetting van die van *Klason*. De eerste conclusie van *Klason* n.l. dat bij hoogen druk (of bij gewonen druk, onder uiterst langzaam toenemen van de temperatuur) de verkolingsreactie volgens het secundaire verloop plaats heeft en daarmee de houtskoolopbrengst stijgt, wordt met deze cijfers van *Palmer* bevestigd.

Methylalkohol is *nagenoeg* bestendig gebleven, de azijnzuuropbrengst neemt met stijgende druk af (er wordt aceton gevormd), terwijl de methylalkoholopbrengst iets stijgt, zooals ook de cijfers van *Klason* uitwijzen. Bij stijgenden druk vermindert onder toename van de houtskoolopbrengst de teerproductie. Aangezien ook hier overeenstemming is tusschen de cijfers van *Klason* en *Palmer*, mag men concluderen dat de resultaten van *Palmer's* onderzoek de theorie van *Klason* bevestigen.

1) *Bunbury*, l.c., blz. 90 en *Mariller* l.c., blz. 47/48.

Dat snelle verkoling slechtere resultaten geeft, dan langzame is overigens door het onderzoek van verschillende onderzoekers bevestigd. Wij geven hier nog de resultaten van het onderzoek van *Borghesani* (*Chem. Zeit.* 34—609 (1910) ¹⁾, met hout van *den tammen kastanje* (*Castanea vulgaris*). Hij bepaalde het gewicht van het destillaat verkregen in een eenheid van tijd, en vond bij de langzame destillatie 0,05 K.G., en bij de snellere 1 K.G. per uur. Deze laatste was dus 20 maal zoo snel als de eerste. Het stamhout bevatte 33,17 %, het takkenhout 17,37 % en de wortels 31,14 % vocht. Van het stamhout was 5,45 %, van het takkenhout 20 % en van de wortels 20,1 % bast. De temperatuur werd bij deze proefverkolingen langzaam tot op 500° C. gebracht.

De resultaten waren:

Hout van de	Destillatie-snelheid	Houtskool		Tot. destil-laas	Teer	Houtzuren		Azijn-zuur	Meth. Alko-hol	Ace-ton	Gas-sen
		In de retort %	In de lucht %			%	% Zuur als azijnz.				
stam	langzaam, 0,05 K.G. p. uur .	27,31	30,09	59,46	3,96	55,50	4,87	2,70	0,68	0,07	13,20
	snel, 1 K.G. p. uur ..	22,76	25,74	54,05	3,30	50,75	4,10	2,25	0,56	0,06	23,19
takken	langzaam (als boven)	21,00	22,84	60,00	4,32	55,68	8,38	4,65	1,16	0,12	19,00
	snel (als boven)	17,50	19,54	54,54	3,60	50,84	7,00	3,90	0,97	0,11	27,96
wortels	langzaam (als boven)	23,75	26,25	58,75	4,06	54,69	5,85	3,30	0,83	0,08	17,50
	snel (als boven)	20,00	22,74	53,41	3,38	50,03	4,90	2,75	0,69	0,07	26,59

De resultaten stemmen overeen met de proeven van *Klason*, voor zoover betreft de opbrengsten aan houtskool, teer, azijnzuur; echter wijken ze af voor methylalkohol en aceton, die bij de proeven van *Borghesani* bij snelle verkolingen geringere opbrengsten gaven, dan bij langzame verkoling.

Vermoedelijk is de snelle verkoling wel wat al te snel geweest en hebben er verliezen plaats gehad. De groote toename van gassen wijst hier trouwens op.

De invloed van den druk in het toestel tijdens de verkoling op de opbrengst aan terpentijn, hebben *Adams* en *Hilton* nagegaan (*Journ. Ind. Eng. Ch.*, 6, 378 (1915)).

Zij deden proeven met hout van *Pinus ponderosa* (*Western yellow pine*), met de volgende resultaten: (zie *Bunbury*, l.c., blz. 88).

1) *Bunbury*, l.c., blz. 85/86 en *Mariller* l.c., blz. 44 en 46.

Periode	Temperatuur		Dampingsdruk		Druk van 38 m.M. kwik	
	Oliebad °C	Binnen in de retort °C	Terpentijn volume in c.c.	Water volume in c.c.	Terpentijn volume in c.c.	Water volume in c.c.
1	100—150	40—94	0,0	0,0	7,2	3,1
2	150—190	94—120	5,3	4,2	2,8	2,2
3	190—200	120—140	4,3	3,2	2,5	1,9
4	200—220	140—160	1,4	0,6	1,1	1,5
5	220—270	160—180	1,8	1,6	2,1	3,0
6	270—300	180—200	2,3	4,0	4,6	3,2
7	300—330	200—220	3,1	6,1	6,4	4,1

Uit deze proeven zou dus blijken, dat bij verkoling in een vacuum een grootere opbrengst aan terpentijn wordt verkregen, terwijl deze ook reeds bij lagere temperatuur overdestilleert.

HOOFDSTUK X.

EISCHEN, WELKE AAN HET KOOLHOUT GESTELD MOETEN WORDEN.

In de eerste plaats kan met het oog op de verkoling, onderscheid gemaakt worden tusschen *loofhout* en *naaldhout*.

De naaldhoutsoorten geven meer harsen, dan de loofhoutsoorten, terwijl ze bovendien terpentijnolie opleveren. Mogelijk maken de zeer harsrijke tropische houtsoorten, behoorende o.a. tot de Diptercarpaceae en de Burseraceae hierop een uitzondering, maar voor zoover ons bekend, zijn deze houtsoorten hierop nog niet onderzocht.

De loofhoutsoorten leveren in het algemeen meer azijnzuur en methyllalkohol op, terwijl de opbrengst aan teer bij loofhout en naaldhout niet belangrijk uiteenloopt.

Eigenschappen en gebruik van loofhoutteer en naaldhoutteer verschillen belangrijk. Zoo wordt voor conserveeren van hout in hoofdzaak naaldhoutteer gebruikt. Deze is steeds een zeer belangrijk bijproduct der verkoling van naaldhout en in sommige landen (rondom de Oostzee) dikwijls het hoofdproduct.

Wordt houtskool gebrand, speciaal voor het hoogovenbedrijf, dan moeten er andere eischen aan het koolhout gesteld worden.

Ekman ¹⁾ wijst op het groote nadeel van een betrekkelijk hoog gehalte aan fosfor in het hout en dus ook in de kool, omdat juist de fosfor uit het ijzer verwijderd moet worden. Hij zegt o.m.:

Van de gewone (Europeesche) houtsoorten bevat *loofhout* 4 à 5 maal zooveel fosfor als *naaldhout*.

Het fosforgehalte is afhankelijk van de groeiplaats.

Hout van *sparren* (*Picea excelsa*) in den winter gekapt, bevat meer fosfor, dan hout van *sparren* in de lente of zomer geveld.

Bij *grove den* (*Pinus silvestris*) en *spar* bevat de schors 12 à 15 maal zooveel fosfor als het hout.

Het spinthout van *spar* en *grove den* bevat verscheidene malen meer fosfor, dan het kernhout.

Het fosforgehalte van het hout vermindert aanzienlijk door de uitloosing tijdens het vlotten.

1) *Wilhelm Ekman*. Skogsteknisk Handbok, blz. 222 en 223.

Hieronder geven wij een overzicht van de resultaten van een onderzoek van *Akerman*¹⁾ naar het fosforgehalte van stam- en takhout en bast van enkele loof- en naaldhoutsoorten.

Boomsort	Stamhout			Takhout			Bast		
	Asch in % van hout met 20 % vochtgeh.	Fosfor in de asch in %	Fosfor in de houtskool in %	Asch in % van hout met 20 % vochtgeh.	Fosfor in de asch in %	Fosfor in de houtskool in %	Asch in % van hout met 20 % vochtgeh.	Fosfor in de asch in %	Fosfor in de houtskool in %
Grove den.	0,19	1,039	0,010	0,50	1,813	0,045	1,38	1,833	0,118
Spar	0,26	0,667	0,009	1,22	0,758	0,046	3,41	0,831	0,139
Berk	0,28	2,608	0,038	1,26	2,019	0,127	1,94	1,412	0,123
Els	0,44	2,144	0,047	1,25	1,828	0,114	5,00	0,467	0,114
Populier ..	0,46	1,926	0,042	1,82	1,287	0,117	3,55	0,850	0,160

Voor de metaalindustrie is het verder van veel belang, dat de vastheid van de houtskool zoo groot mogelijk is, terwijl verder die houtskool de beste is, die bij het kleinste volume het grootste warmtegevend vermogen bezit, m.a.w. die, waarvan het S.G. het hoogst is, als men het aschgehalte buiten beschouwing laat.

*Lindberg*²⁾ vond bij zijn onderzoek van eenige wildhoutsoorten van Banka, dat de houtsoorten met het hoogste S.G. ook houtskool met het hoogste S.G. opleveren. Tevens vond hij, dat houtsoorten met een hoog S.G. bij verkoling de beste gewichtsrendementen geven (zie tabel op blz. 90). Deze proeven zijn echter laboratoriumproeven, genomen met slechts kleine hoeveelheden hout. Daarbij moet men steeds in het oog houden, dat het S.G. bij dezelfde houtsoort sterk kan varieeren. De verschillende onderdeelen van een boom, als stronk, stam en takken geven dikwijls hout met zeer uiteenlopende S.G., terwijl ook de standplaats en andere omstandigheden van grooten invloed daarop kunnen zijn.

Voor metallurgische doeleinden zijn ook de gehalten aan zwavel en kiezelzuur der houtskool van belang. Voor de tinovens is slechts houtskool met een laag zwavelgehalte bruikbaar, omdat er in die ovens bij aanwezigheid van zwavel SnS ontstaat, dat bij 950° C. reeds merkbaar vluchtig is. Waar één gewichtsdeel S zich met 4 gewichtsdeelen Sn tot SnS bindt, kan de aanwezigheid van zwavel in de houtskool, aanleiding geven tot belangrijke verliezen.

Echter is het zwavelgehalte van houtskool meestal belangrijk

1) Volgens *Akerman*. Handbok I Skogs-Teknologi, blz. 615.

2) *B. Lindberg*. Verslag over een onderzoek van eenige houtsoorten, die op Banka gebruikt worden voor houtskoolbereiding. De Mijningenieur, 1921, blz. 7 e.v.

geringer, dan dat van anthraciet of cokes en *Rueb*¹⁾ meent, dat hierdoor de betere resultaten verkregen met houtskool als reductiemiddel boven andere koolsoorten, verklaarbaar zouden kunnen zijn.

Voor de houtskoolbereiding is los gegroeid hout minder geschikt, dan dicht gegroeid hout, dat een vastere kool oplevert.

Harde, vaste houtsoorten geven over het algemeen de beste kool. Kool, die veel metaalverbindingen bevat is bros, waarvoor betere en dus duurdere verpakking noodig is, terwijl deze houtskool ook voor de hoogovens minder geschikt is, omdat ze te spoedig vergruist. Waar de bast in het algemeen meer mineralen bevat, dan het hout, is geschild hout dus beter geschikt voor houtskoolbereiding, dan ongeschild hout. Rot hout geeft een poederachtige slechte kool. Jong hout heeft relatief veel merg en geeft dus veel verlies aan volume en bovendien een zachtere kool.

Waar de houtskool gebruikt wordt voor metallurgische doeleinden, is dus vooraf sorteeren van het koolhout zeer gewenscht.

Ten slotte speelt ook het watergehalte van het hout een belangrijke rol. Het overtollige water, dat is het water dat in het hout aanwezig is, boven het gehalte aan water van luchtdroog hout, moet zoowel bij de verkoling, als bij de daarop volgende destillatie van de verkolingsproducten, verdampt worden, wat een grooter brandstofverbruik voor de installatie meebrengt.

*Ter Braake*²⁾ geeft met betrekking hierop de volgende cijfers:

Watergehalte van het		Droog stookhout in K.G. per 100 K.G. droog ver- kolingshout
Verkolingshout	Stookhout	
27.8	28.0	10.3
53.6	21.3	35.7
56.6	43.2	38.5
33.8	31.2	11.3

Hieruit blijkt, dat vooral een hoog watergehalte van het te verkolen hout het verbruik van stookhout aanzienlijk doet toenemen.

Het watergehalte van luchtdroog hout varieert van 10 tot 20 %, volgens *Bunbury* (blz. 34) is het in Amerika iets lager dan in Europa. Te Buitenzorg bevat luchtdroog hout volgens *Immink* 14—15 % vocht, welk percentage gedurende droge zoowel als natte moesson opvallend constant is³⁾.

1) *Jan Rueb*. Over het verwerken van tinertsen. Dissertatie, Delft 1913.

2) *Ir. Alex ter Braake*. Moderne Houtverkoling. De Mijnningenieur, 1923, blz. 12.

3) *D. H. Immink*. Waterverdeling in den verschen stam. Tectona, Deel XVI, blz. 505.

Te droog hout schijnt ook geen gunstige resultaten te geven bij verkoling; de destillatie verloopt te snel en men krijgt meer gassen.

De invloed van het watergehalte op de verkolingsrendementen is door meerdere onderzoekers nagegaan.

*Palmer en Cloukey*¹⁾ kregen de volgende uitkomsten:

Omschrijving van het koolhout	H ₂ O in gew. %	Rendementen in procenten van het droge hout — gewicht:			
		Kool	Teer	Zuren	Methyl- alkohol
1. Droog hout					
beuk a.	24,90	39,45	10,15	5,52	1,74
„ b.	22,25	42,00	9,82	5,04	1,78
berk a.	20,82	38,88	11,60	5,02	1,62
„ b.	21,10	42,30	9,66	5,42	1,73
ahorn a.	21,32	38,66	12,78	5,43	1,77
„ b.	22,80	42,35	10,13	5,49	1,91
2. Nat hout					
beuk a.	31,80	38,72	10,48	6,23	1,80
„ b.	32,27	39,85	10,65	6,25	1,91
berk a.	30,70	40,25	10,19	5,62	1,58
„ b.	26,78	42,30	10,80	5,52	1,41
ahorn a.	32,80	39,20	11,17	5,37	1,88
„ b.	27,03	38,92	9,78	5,59	1,83

Bij de verkolingen sub a is de temperatuur niet, bij die sub b wel geregeld.

*Mariller*²⁾ onderzocht 3 Argentijnsche houtsoorten.

De uitkomsten waren:

	Houtsoort 1		Houtsoort 2		Houtsoort 3	
Watergehalte %	40,34	11,73	33,5	11,2	28,1	10,66
Rendement in % van de droge houtmassa:						
Condenseerbare producten ..	37,49	36,29	38,2	34,39	36,5	34,9
Teer	6,40	7,80	6,7	8,18	4,2	7,2
Houtskool	30,40	33,20	31,2	36,56	33,9	38,4
Gassen en verliezen	25,71	22,80	23,9	20,87	25,4	19,5
Azijnzuur	4,54	3,23	4,77	4,83	2,8	3,52
Methylalkohol	1,36	1,98	1,51	1,97	1,23	1,72

1 = *Anchico blanco*, 2 = *Rabo de Macaco*, 3 = *Comboata*.

1) *Palmer and Cloukey*. Journ. Ind. Eng. ch. 10, 262, 1918 (*Bunbury* cit. blz. 92).

2) *Ch. Mariller*. La carbonisation des bois, lignites et tourbes, blz. 50.

De uitkomsten der proeven van *Palmer* en *Cloukey* zijn voor de verschillende boomsoorten nogal uiteenlopend, zoodat daaruit geen bepaalde gevolgtrekkingen te maken zijn; men zou kunnen zeggen, dat het watergehalte geen bijzonder grooten invloed heeft gehad op de rendementen. *Mariller* kreeg van het droge hout wel iets hogere opbrengsten aan teer, houtskool, azijnzuur en methylalkohol, dan van het vochtige hout. De verhoogde opbrengst aan methylalkohol is verreweg het belangrijkste, vervolgens die van de teer. Van de andere producten was de meer-opbrengst van minder beteekenis. De gasontwikkeling, was bij de proeven van *Mariller* bij het droge hout iets minder dan bij het vochtige hout.

Het watergehalte is in den levenden boom waarschijnlijk niet constant en in het begin van de rustperiode het geringst. Of dit evenwel door den geheelen boom het geval is, is niet zeker. *Coster*¹⁾ meent, dat het vochtgehalte van het *kernhout* van den levenden *djati* (*Tectona grandis* L.) in den loop van het jaar gelijk blijft, zoowel wat betreft het totale watergehalte, als wat betreft de verdeeling daarvan. Het *spinhout* van den levenden *djatistam* is volgens *Coster* gedurende den drogen moesson ongeveer 20 % (gewichtsprocenten van het absoluut droge hout) droger dan in den regentijd.

De kwestie van de waterverdeeling en het watergehalte in den verschen stam is nog onvoldoende onderzocht. Enkele onderzoekers als *Hartig*²⁾ en *Craib*³⁾ kwamen tot de conclusie, dat in den loop van den winter het vochtgehalte toeneemt. Wanneer dan ook aangeraden wordt het koolhout in den winter te vellen, omdat dan het vochtgehalte het kleinst is (zooals b.v. *Bunbury* doet, zie blz. 21 en 34 en eveneens *Dumesny* en *Noyer*, blz. 7), dan zal wel bedoeld zijn, het begin van den winter. Afgezien van de waterverdeeling in den stam, wijzen de grafieken van *Craib*, betreffende de waterverdeeling in den verschen stam van *Acer pseudoplatanus* er wel op, dat reeds in December toename van het vochtgehalte valt waar te nemen.

Bij de droge destillatie van hout in Europa en Amerika heeft men meestal slechts met een of enkele houtsoorten te maken. Daar de rustperiode hier voor de meeste boomsoorten ongeveer in dezelfde maanden valt, kan men bij de verkoling met deze rustperiode rekening houden.

In Indië is dit anders. Men heeft daar veelal met verscheidene

1) *Ch. Coster*. Het watergehalte en de waterverdeeling van den verschen *djatistam*. *Tectona* Dl. XVI, blz. 935 e.v. (961 en 962).

2) *R. Hartig*. Über die Vertheilung der organischen Substanz des Wassers und Luftraumes in den Bäumen, Berlin, 1882.

3) *W. G. Craib*. Regional spread of moisture in the wood of trees. *Notes Royal Bot. Garden, Edinburgh*, no. 51, 1918; no. 59, 1920; no. 58, 1923.

houtsoorten te werken, waarvan de rustperioden niet altijd samen-vallen. Aangezien de meeste tropische houtsoorten na velling niet lang in voorraad gehouden kunnen worden, zonder aanzienlijk in kwaliteit achteruit te gaan, zou alleen van vellen in de rustperiode sprake kunnen zijn, indien men over een vrij groot aantal houtsoorten zou kunnen beschikken, waarvan telkens de rustperioden samen vallen. Al is zulks in abstracto denkbaar, dan zou toch een d.g. exploitatie van de bosschen vermoedelijk te kostbaar worden, omdat de aankap veel te verspreid zou moeten geschieden.

De moeilijkheid zou ook op te lossen zijn door het natte hout te drogen en wel:

1e aan de lucht, of

2e kunstmatig, door toevoer van warmte.

Drogen aan de lucht gaat langzaam. Het hout zou opgestapeld moeten worden, waaraan vrij groote kosten verbonden zijn. Bovendien brengt deze werkwijze mede, dat men over groote houtvoorraden en uitgebreide stapelplaatsterreinen moet kunnen beschikken.

Althans in het westelijk gedeelte van den Indischen Archipel, waar het hout onder afdak moet drogen, zou men belangrijke bedragen in loodsden moeten vastleggen.

Op achteruitgang van kwaliteit, bij langdurig bewaren, wezen we zoeven reeds.

Drogen aan de lucht zal daarom wel niet aan te bevelen zijn.

Kunstmatig drogen brengt aanschaffing van dure drooginrichtingen mede, tenzij men moderne houtverkolingsovens heeft (b.v. de Aminoff- of Gröndalovens) waarbij het hout door de gassen van den vuurhaard of van het verkolende hout, voorgedroogd wordt.

De Indische bosschen, die in aanmerking komen voor het leveren van koolhout voor grootere verkolingsinrichtingen bevatten naast dit koolhout steeds een zekere hoeveelheid hout van geringere kwaliteit, dat geschikt is om gestookt te worden ter droging van het koolhout. Het gebruik van veel stookhout onder de retort zal daarom hoogst waarschijnlijk veel minder kosten met zich mede brengen, dan het oprichten van speciale drooginrichtingen of het aanhouden van een groote stock om het koolhout aan de lucht te kunnen doen drogen.

HOOFDSTUK XI.

VERKOLINGSINRICHTINGEN.

§ 1. *Indeeling in drie hoofdgroepen.*

We kunnen de verkolingsinrichtingen in drie hoofdgroepen verdeelen, namelijk:

- A. Voor periodiek bedrijf,
- B. voor semi-continu bedrijf en
- C. voor continu bedrijf.

A.

De verkolingsinrichtingen voor periodiek bedrijf kunnen nog weer onderverdeeld worden in ¹⁾:

I. Meilers	II. Verkolingsinrichtingen van metselwerk,	III. Verkolingsinrichtingen van ijzer,
te onderscheiden in:	waarbij de verhitting kan plaats hebben:	te onderscheiden in:
a. liggende meilers,	a. met toetreding van lucht bij het hout,	a. vaststaande,
b. staande meilers.	b. door directe inwerking van de gassen van den vuurhaard op het hout,	b. vervoerbare.
	c. met inwendig aangebrachte buizen, waardoor de gassen van den vuurhaard circuleeren,	
	d. door middel van een dubbele omwanding.	

B.

De verkolingsinrichtingen met semi-continu bedrijf, kunnen onderscheiden worden in:

1) Zie ook: *M. Klar. Technologie der Holzverkohlung*, blz. 112.

I. Liggende retorten,
nader te onderscheiden als volgt:

- a. vulling en leeghalen geschiedt automatisch,
- b. vulling en leeghalen geschiedt door handenarbeid,
- c. roteerende retorten.

II. Staande retorten,
volgens twee systemen:

- a. vaststaande retorten, welke beneden leeggehaald worden,
- b. verplaatsbare retorten.

C.

De verkolingsinrichtingen met continu bedrijf kunnen onderscheiden worden:

- I. Toetreding van lucht heeft niet plaats.
- II. Toetreding van lucht heeft wel plaats.

Deze indeeling kan nog verder gaan, maar de bovenstaande geeft een voldoende inzicht in de karakteristieke verschillen tusschen de meest voorkomende verkolingsinrichtingen.

Het zou ons te ver voeren, alle bestaande vormen van verkolingsinrichtingen te bespreken.

Wij zullen volstaan met slechts die verkolingswijzen te behandelen, die naar onze meening voor Indië het meest in aanmerking komen en wel in de eerste plaats:

§ 2. *Verkolingsinrichtingen voor periodiek bedrijf (A.).*

Deze inrichtingen dienen voornamelijk voor de bereiding van goede houtskool; het winnen van bijproducten is hoogstens bijzaak.

Tot deze groep behooren de meilers, de meeste verkolingsinrichtingen van metselwerk en ook ijzeren apparaten.

I. MEILERS.

De meilers, zoo bijzonder geschikt voor bereiding van kwaliteits-houtskool, waren de oudste verkolingsinrichtingen van Noord-Europa en vinden ook heden nog veelvuldige toepassing.

Zij geven een hooger C-gehalte, als gevolg van de hoogere temperaturen bij de verkoling, waardoor echter het rendement ten bate van de kwaliteit kleiner is.

In ovens en retorten zal men niet gaarne hoge temperaturen toepassen, omdat dit een sneller verslijten van die installaties tengevolge heeft. De meilerhoutskool heeft verder een lager O-gehalte, hetgeen van groote beteekenis is voor de verbrandingswaarde, terwijl eveneens het H-gehalte lager is.

Het behoeft dan ook geen verwondering te wekken, dat in Zweden, waar men voor de reductie van het ijzererts op houtskool is aangewezen, de meilers het meest geperfectioneerd zijn en de meilverkoling het best bestudeerd is.

Oorspronkelijk was daar de liggende meiler in gebruik, maar omstreeks 1500 werd uit Duitschland de staande meiler ingevoerd.

Deze staande meiler is ook in Nederland gebruikt en beschreven door *M. de Vries* in het *Tijdschrift van de Nederlandsche Heidemaatschappij* ¹⁾. Van de liggende, zoowel als de staande meilers komen enkele verschillende typen voor, o.a. beschreven door *Dijkmans* ²⁾.

Van deze typen bespreken wij hier slechts den Oesterby-meiler, een liggende meiler, die het eenvoudigste in behandeling is, hetgeen ons voor Nederlandsch-Indië zeer belangrijk schijnt.

a. DE OESTERBY-MEILER ³⁾.

1. Opbouw van den meiler.

De bodem moet bij dezen meiler hellen van 1 : 12 tot 1 : 8. In de richting van de helling worden 2 tot 4 grondbalken gelegd ⁴⁾, in fig. 7, gb.

Aan het benedeneinde van elken grondbalk wordt een paal van circa 1,50 M. in den grond geslagen, die geschoord wordt en iets moet overhellen naar de meiler toe.

Het koolhout wordt nu zoodanig opgestapeld, dat het aan de voorzijde 1 tot 1,50 M. en aan de achterzijde circa 3,50 M. hoog ligt. Het hoogste punt, 4 M. boven het grondvlak, ligt 2 M. van de achterzijde. Door bij het opstapelen top- en beneden-einden van het koolhout te laten afwisselen, bereikt men, dat de zijkanten van den meiler even hoog worden. Het dak moet vlak zijn en zooveel mogelijk hellen, zonder dat het hout wegrolt. De achterzijde wordt opgebouwd uit de dikste en rechtste stammen, de onderste sb. (zie fig. 7) wordt stevig bevestigd aan de grondbalken. Ongeveer 25 c.M. daarachter wordt de z.g. „styb”balk, waartegen de bedekking van den meiler rust, aangebracht, db. in de figuur. Door stokken (s) ter lengte van 1 meter, tusschen de dikke stammen van de achterzijde in de meiler te drijven, verkrijgt men een stevigen achterwand, die een zoodanige helling moet hebben, dat men met behulp van geschoorde steun-

1) *M. de Vries*. Het kolenbranden in de praktijk. Tijdschrift Ned. Heide Mij., jaargang 1909, blz. 111 e.v..

2) *M. A. F. Dijkmans* l.i. Het kolenbranden in Zweden. Cultura, 1919, blz. 115 e.v..

3) Zie ook: Handbok I Skogsteknologi, blz. 633 tot en met 698.

4) Waar van balken gesproken wordt, zijn hiermee geen vierkant beslagen houtwerken bedoeld, doch stammen.

planken (sp) de bedekking er nog tegen aan kan vleien. Hoe overigens de dikkere en dunneren stukken koolhout in den meiler verdeeld worden blijkt uit figuur 7. Het droogste hout komt aan de voorzijde te liggen.

De zijkanen maakt men op dezelfde wijze als den achterwand.

Nadat op den meiler een laag takken is aangebracht, brengt men daarop de bedekking, ter dikte van 10 tot 15 c.M..

Voor deze bedekking, die poreus moet zijn, kan men het best den met houtskoolgruis vermengden grond van een vorige verkoling gebruiken. Is zulk materiaal niet aanwezig, dan kan boschgrond, met wat leem vermengd, dienen. In plaats van takken kan eventueel *mos* (*sphagnum*) gebruikt worden.

De bedekking met takken of mos, die dient om te voorkomen, dat grond zich vermengt met de houtskool, deze dus verontreinigt en de luchtcirculatie belemmert, moet zoo dik zijn, dat men op de meiler loopende, niets voelt van het hout dat er onder ligt.

2. Aansteken van den meiler.

Men maakt onderscheid tusschen centrale ontsteking en het aansteken aan den buitenkant.

De centrale ontsteking heeft plaats in een dwars door den meiler loopende ontstekingsruimte, die met licht brandbaar materiaal opgevuld is (o.r. in fig. 7).

Nadat de vulmassa aan een zijde aangestoken is, laat men deze branden tot het vuur de andere zijde bereikt en sluit dan de ontstekingsruimte aan beide zijden af. Tijdens het aansteken, maakt men de bedekking in den omtrek van de ontstekingsruimte wat los. Soms ook steekt men aan beide zijden tegelijk aan. De noodige luchttoevoer heeft plaats door eenige openingen in den achterwand, die geleidelijk tot 2 of 3 verminderd worden, alnaarmate de meiler brandt.

Bij aansteken aan de buitenzijde ontbloomt men een gedeelte van de voorzijde (boven of beneden) en ontsteekt daar een vuur, dat men onderhoudt en naar de zijkanen leidt. Zijn deze bereikt, dan dekt men de open gemaakte plek weer toe met takken en aarde.

3. De verkoling.

Men onderscheidt:

- a. *horizontale verkoling*, meestal toegepast bij hooge en korte meilers,
- b. *vertikale verkoling*, meestal toegepast bij langere en lagere meilers.

a. *Horizontale verkoling.*

Zooals fig. 8 weergeeft wordt eerst de boven-voorzijde van den meiler verkoold, waarna men de verkolingszone horizontaal naar den bodem laat gaan.

Nadat het voorste gedeelte van den meiler aldus verkoold is, maakt men hier de trekaten dicht en slaat de bedekking goed aan. De eigenlijke horizontale verkoling begint nu met het los maken van de bedekking op de bovenzijde. De meiler begint dan te zweeten, soms gevolgd door het z.g. „*slaan*”, d.w.z. door een soort ontploffing, waarbij de bedekking wordt weggeslagen. Deze moet er dan terstond weer opgebracht en de trek verminderd worden, door de openingen aan den voet dicht te maken.

Het verkolen van de bovenste lagen wordt bevorderd door het maken van een greppel in de bedekking, 1 à 1½ meter voor de verkolingszone. Er dient voor gezorgd te worden, dat de verkoling over de geheele breedte met gelijke snelheid verloopt. Heeft ze den achterwand bereikt, dan leidt men ze naar beneden, door de reeds genoemde stokken weg te trekken, waardoor rookkanalen ontstaan. Tevens worden nu de trekaten gebruikt, hetgeen eerst onnoodig was, omdat achter- en zijwanden voldoende lucht doorlieten.

Met een proefijzer gaat men den gang van de verkoling na, terwijl men zorg draagt, dat voortdurend de bedekking goed wordt aangeslagen.

Zoodra de verkoling afgeloopen is, wordt de meiler goed afgesloten en zoo mogelijk de bedekking vochtig gemaakt, om in dien toestand de meiler 2 tot 3 etmalen te laten liggen.

Als bezwaren tegen horizontale verkoling worden naar voren gebracht:

1e de houtskool in het benedengedeelte van den meiler is slecht en bros, als gevolg van onregelmatige trek en

2e het komt nogal eens voor, dat er onvoldoende verkoolde gedeelten in den meiler zijn.

b. *Vertikale verkoling.*

Bij de vertikale verkoling (fig. 9 en 10)¹⁾ opent men dadelijk aan de achterzijde 2 of 3 trekaten, terwijl rookaten en greppels niet zooveel gebruikt worden. Gewoonlijk gaat het verkolingsproces wat langzamer, dan bij horizontale verkoling. Men controleert ook hier het verloop met een proefijzer en waar noodig wordt de bedekking wat los gemaakt, of brengt men eenige rookaten aan.

Overigens verloopt het proces als bij a. beschreven, maar de verzorging is wat gemakkelijker.

1) Handbok I Skogs-Technologi l.c., blz. 672.

Waar de Oesterby-meiler eenvoudig van bouw is en bij verticale verkoling de verzorging gemakkelijk (minder moeilijk) is, is dit type wel het meest aanbevelenswaardig. Bijzondere zorg moet evenwel besteed worden aan het goed aanslaan van de bedekking, opdat er geen open ruimten in de meiler ontstaan, waardoor de trek te groot zou worden en een gedeelte van de houtskool zou verbranden, en bovendien de arbeiders gevaar zouden lopen door de bedekking in de meiler te zakken en te verbranden.

Een liggende meiler als boven beschreven kan tot 70 à 80 meter lang zijn en dus circa 1000 stapelmeters hout bevatten.

b. DE TEERMEILER.

Een bijzondere soort meiler wordt in Zweden en Finland gebouwd voor de bereiding van teer uit stobben.

Weliswaar wordt teer ook bereid door droge destillatie van hout in ovens en retorten, doch worden in het Noorden van Zweden en Finland, speciaal daarvoor gebouwde meilers gebruikt, waarbij houtskool bijproduct is.

Voor het bouwen van een teermeiler wordt een hellend terrein uitgezocht. De trechtervormige meilerbodem helt naar het midden ongeveer 1 : 3. De eene helft van den trechter wordt gevormd door het terrein, dat daartoe wat uitgegraven dient te worden, de andere helft wordt op de helling gebouwd (zie fig. 11).

Deze uitgebouwde helft heeft een planken vloer met aarde en leem bedekt.

Hierop komt dennen- of berkenbast te liggen, waarover later de teer naar het centrum van den trechter vloeit, waar een soort schoen is gemetseld ter opneming van de teer, die dan door een goot naar het vat loopt.

De teer wordt gestookt uit *dennenstobben* (*Pinus silvestris*) die men na het vellen van de boomen nog eenige jaren in den grond liet zitten, teneinde het spinthout te laten vermolmen en het kernhout te doen uitdrogen, zoodat men de stobben daarna gemakkelijker kon rooien. De stobben worden, na gekloofd te zijn in stukken van 1 meter lengte, nog wat nagedroogd.

De meiler wordt tot een manshooge heuvel opgebouwd.

De beste stukken hout legt men in het midden, de slechtere komen aan den omtrek.

Bovenop den meiler en aan den buitenkant legt men afvalhout en dekt nu den meiler behalve aan den voet met plaggen of mos af.

Bij windstilte wordt dan de meiler aan den voet rondom tegelijk aangestoken. Het vuur moet nu zoo geleid worden, dat het den geheelen meiler omhult. Een dikke vuilwitte rook ontwijkt en ge-

woonlijk hoort men dan na eenigen tijd een zwak gerommel: de meiler „slaat”.

Wordt het vuur zoo groot, dat er gevaar bestaat, dat de teer gaat branden, dan maakt men met een stok gaten in den meiler en werpt daarin koude aarde.

Kort voor het einde van het verkolingsproces dekt men den meiler snel af met aarde, terwijl na eenigen tijd (een paar weken) de meiler geopend kan worden, om de houtskool voor zoover die niet verbrand is er uit te halen. De teermeilers maakt men meestal zoo groot, dat men bij een verkoling, 30 à 40 vaten teer (een vat teer à 125 liter) verkrijgt, hoewel er ook grootere meilers gemaakt worden, die 100 vaten en kleinere, die slechts enkele vaten teer opleveren.

Men laat de verkregen teer een tijdlang stil in de vaten staan, opdat het zwarte teerwater dat er boven op komt te staan, afgeschept kan worden.

De teer moet dan tusschen de vingers vet aanvoelen, zoo mogelijk lichtbruin van keur zijn en vrij zijn van (korrelige) harskristallen.

In Moravië, waar men de stobben over kruis klooft en in Galicië wordt ook teer in speciale meilers gestookt. In eerst genoemde landstreek bevat een teermeiler ongeveer 15 stapelmeter hout, van ongeveer 370 K.G.. Men verkrijgt daaruit: ongeveer 15 % (gewichts-) houtskool en circa 2 % teerwater.

In Galicië kreeg men uit meilers die 14 stapelmeter stobbenhout bevatten, 700 K.G. houtskool en 850 K.G. houtteer; uit meilers die 25 stapelmeter stobbenhout bevatten, 1200 K.G. houtskool en 1500 K.G. houtteer.

Droge destillatie van stobben van *Pinus ponderosa scopulorum* Engelm. (*American yellow pine*) levert per cord (= $\frac{25}{7}$ M.³) op ¹):

gezuiverde terpentijn	7 à 12 gallons,
olie en teerolie	 50 à 75 „
teer	 40 à 60 „
houtskool	 25 à 35 bushels ²).

Bij groote meilers verbrandt er meer teer en houtskool, dan bij kleine, weshalve kleine meilers beter zijn.

Teerbereiding op de boven omschreven wijze, ware in Indië te probeeren, in de eerste plaats met stobben van *Pinus Merkusii* Jungh. et de Vr., daar hieruit naaldhoutteer verkregen wordt, welke voor conserveering beter geschikt is, dan loofhoutteer. Evenwel zouden ook proeven met loofhout aan te bevelen zijn, daar voor

1) *Raphael Zon and William N. Sparhawk. Forest Resources of the World, (1923), blz. 982.*

2) 1 Amerikaansche gallon = 3,785 liter. 1 bushel houtskool = circa 25 lbs. = ongeveer 11,3 K.G.

loofhoutteer in Indië gemaakt, tegen lage prijzen wel een afzet-gebied te vinden zal zijn.

De uitgaven voor zulke proeven kunnen trouwens gering zijn en in de aankappen is meestal wel voldoende afvalhout daarvoor te vinden.

II. VERKOLINGSINRICHTINGEN VAN METSELWERK.

a. *Verhitting met toetreding van lucht bij het hout.*

Tot dit type behooren de z.g. *Amerikaansche „kilns”* of *bijen-korfovens* en de *houtschoolovens te Saradan* (Java), door ons beschreven in Tectona dl. XVI (1923), blz. 515 e.v. en dl. XVII (1924), blz. 613 e.v.. Zij berusten op het principe der staande meilers. Opvangen van teer en destillaten is meestal mogelijk. Boven de meilers hebben ze vooral het voordeel van een zeer gemakkelijke behandeling, terwijl de houtschool van zeer goede kwaliteit is. De verkoling verloopt meestal belangrijk sneller dan in meilers.

b. *Verhitting door directe inwerking van de gassen van den vuurhaard op het hout.*

Het verschil met de vorige groep van ovens is hierin gelegen, dat de warmte, noodig voor het verkolen, niet door het verkolen van het koolhout zelf, maar door het verbranden van afvalhout in een vuurhaard buiten den oven geleverd wordt. In Zweden bestaan veel van deze ovens, in talrijke typen. Het oorspronkelijke type is de reeds van 1820 dateerende oven van *Schwarz*¹⁾.

Verbeterde typen zijn de *Ottelinskaoven*²⁾ en de *Ljungbergoven*³⁾.

c. *Verhitting met inwendig aangebrachte buizen, waardoor heete gassen circuleeren.*

Het oorspronkelijke type is de *Reichenbachoven*, eveneens van 1819—1820⁴⁾, terwijl op hetzelfde principe de moderne buizenovens berusten. De rookgassen van den vuurhaard worden door buizen geleid, die de warmte aan het koolhout afgeven. Het voordeel van zulke ovens is gelegen in het onbegrensde verwarmingsoppervlak en de gemakkelijke verdeeling van de warmte door het hout. Hierdoor is het gloeiend worden van de wanden te voorkomen en is de slijtage geringer.

d. *Verhitting door middel van een dubbele omwandeling.*

Ovens tot dit systeem behoorende zijn in gebruik in Oostpruisen,

1) Zie: *Klar*, l.c., blz. 115, en *Bunbury*, l.c., blz. 135.

2) Zie: *Klar*, l.c., blz. 116/117, en *Bunbury*, l.c., blz. 135.

3) Zie: Handbok I Skogsteknologi, blz. 699 e.v.

4) *Klar*, l.c., blz. 6 en 118.

Silezië, Polen en Rusland. Ze worden speciaal gebruikt voor verkoling van dennenstronken, die rijk aan hars zijn.

Aangezien met een d.g. verkolingsinrichting wellicht ook stronken van *Pinus Merkusii* van Noord-Sumatra verkoold zouden kunnen worden, zal de inrichting hiervan uitvoeriger beschreven worden.

Dr. Ing. H. Harkort¹⁾ beschrijft 2 typen n.l. 1e de *Poolsche oven* en 2e de *Russische oven*. De Poolsche oven is meer geschikt voor houtskool- en teerbereiding, de Russische oven meer geschikt voor terpentijnbereiding. Men bouwt beide typen wel naast elkaar en gebruikt dan al naar gelang de teer-, dan wel de terpentijnprijzen beter zijn, de Poolsche of de Russische oven.

De Poolsche oven, fig. 12 en 13.

De oven heeft de bijenkorfvorm, is maximaal 4,20 M. hoog en heeft een maximum diameter van 4,20 M.. Het loodrechte onderstuk is circa 40 c.M., de koepel circa 15 c.M. dik. Aan beide zijden van de werkdeur D zijn de vuurhaarden V_1 en V_2 . De gassen van deze haarden gaan door horizontale kanalen tot aan de achterzijde van den oven, dan gaan de kanalen loodrecht omhoog en vervolgens weer horizontaal naar voren naar den schoorsteen, met 2 trekpaten, die zich ongeveer boven D bevindt.

De bodem van den oven helt naar het midden en maakt het wegvloeiën van de teer door een goot naar buiten mogelijk.

Na het vullen van den oven met stobben wordt er in de vuurhaarden hout verbrand.

Gedurende 3 à 4 dagen gaat dan met de waterdamp terpentijnolie over en wel door een buis B, aansluitende aan den helm H, die in den oven ingemetseld is, naar de koelinrichting en den ontvanger. Na 3 à 4 dagen begint de teer onder uit den oven te loopen. Dan wordt de buis B gesloten en men stookt nog door tot alle stobben verkoold zijn.

Gedurende de terpentijnwinning mag de temperatuur in den oven niet ver boven de 100° komen. Na 3 à 4 dagen is het stijgen van de temperatuur niet meer te vermijden, het destillaat wordt dan bruin gekleurd door de meekomende teerproducten en de terpentijnopname moet worden stop gezet.

Men heeft getracht deze inrichting te verbeteren zoowel met het oog op de kwaliteit als de kwantiteit van het product, door het scheppen van de mogelijkheid om de temperatuur lager te houden gedurende langeren tijd.

Het resultaat van deze verbeteringen was de

1) Dr. Ing. H. Harkort. Die Gewinnung von Terpentiniöl, Teer und Holzkohle in Polen. Z. f. a. Chemie, 1916, blz. 361 e.v..

Russische oven, fig. 14 en 15.

De eerste oven van dit type werd omstreeks 1896 in de omgeving van Bialowics gebouwd. Deze oven heeft slechts één vuurhaard, vanwaar de gassen naar links en naar rechts door horizontale kanalen naar de achterzijde van den oven gaan, hier loodrecht omhoog stijgen, daarna weer horizontaal naar voren geleid worden, vervolgens weer omhoog en naar achteren en ten slotte nog eens omhoog en naar voren. Om dit te bereiken zijn er 4 ringvormige kanalen in het onderste gedeelte van den oven ingebouwd.

Dit systeem heeft men later nog gewijzigd zoodat er slechts één horizontaal kanaal is, dat aan beide zijden 6 maal op en neer gaat en vervolgens naar den schoorsteen leidt, die terzijde van den vuurhaard staat.

De helm is van koper en heeft twee omgebogen kniestukken met een diameter van ongeveer 20 c.M.. Hieraan sluiten 4 meter lange pijpen aan (vroeger van koper, thans van hout) die naar de koelers leiden, waarin de dampen in spiraalbuizen condenseeren, waarna ten slotte het destillaat in de ontvangers komt. Hierin wordt de terpentijnolie, die boven drijft, afgeschept. In den ontvanger bezinkt wat teer, terwijl bovendien aan het einde der houten leiding nog een aftappen van de daarin gecondenseerde teer mogelijk is.

De verkoling van de stobben, waaraan de terpentijn onttrokken is, geschiedt daarna in afzonderlijke oventjes, eveneens van het bijenkorfmodel, ongeveer 2 meter hoog en met een middellijn van 2 meter.

Boven in deze oventjes is een opening van 1 meter middellijn uitgespaard, waardoor de stobben naar binnen geworpen worden, en dat met een stuk geperforeerd plaatijzer bedekt wordt, nadat de stobben zijn aangestoken. Na 20 uur wordt dit door een stuk plaatijzer, zonder gaatjes, vervangen, waarop een groote steen komt te liggen. De teer, die zich op den bodem verzamelt, wordt door een buis naar buiten afgevoerd.

Deze bereidingswijze van teer is vrij ruw, aangezien het vuur dikwijls terugslaat, zoodat er belangrijke verliezen aan houtskool en teer ontstaan. Daarom is de Poolsche oven beter voor houtskool- en teerfabrikatie.

Bij nieuwere ovens heeft men een koepel van ijzer. Het voordeel hiervan is, dat deze spoediger warm wordt en condensatie van terpentijn tegen den koepelwand, zooals bij steenen koepels het geval is, voorkomen wordt.

Volgens *Harkort* kan in een kleinen oven (4,20 M. hoog) met 4 ringvormige kanalen en met een berekenden inhoud van 39 M.³ en een capaciteit van 32 M.³ stobben, in 15 à 16 dagen 700 K.G. terpentijnolie worden gewonnen. In een grooten oven (5,60 M.

hoog) met een berekenden inhoud van 90 M.³ en een capaciteit van 72 M.³ stobben werd 1400 K.G. terpentijn gewonnen.

Heeft men slechts één afvoerbuis aan den helm, dan duurt het proces 20 dagen, met twee afvoerbuizen 16 dagen.

De vuurhaard is bij deze ovens 2 meter lang en 1 meter breed en hoog; een rooster is er niet.

De door teerproducten bruin gekleurde olie wordt helder als men ze stil laat staan. Na het dooven worden de trekgangen in den schoorsteen door schuiven gesloten, om den oven warm te houden, voor de volgende destillatie.

Het verbruik aan stookmateriaal is bij een grooten oven circa 40 M.³ brandhout. Nog 2 dagen na het dooven van het vuur in den haard destilleert olie over, daarna eerst steekt men stoppen in de afvoerbuizen van den helm.

De kleine Poolsche ovens voor de verkoling van de stobben zijn tot aan den onderkant van den koepel met aarde bedekt, om uitstraling van warmte tegen te gaan. De kleine houtskool- en teerovens bij den Russischen oven behoorende, zitten veelal geheel in den grond, alleen is er een toegang tot de werkopening van 1 meter middellijn opengehouden. Bij een grooten Russischen oven behoort een serie van 4 zulke kleine oventjes. Het is vaak mogelijk er met een wagen boven te rijden en zoo de stobben er in te brengen.

Bij groote ovens heeft men ook nog een vuldeur in den koepel.

III. VERKOLINGSINRICHTINGEN VAN IJZER.

a. VASTSTAANDE INSTALLATIES

Hiertoe behooren de meeste oude retorten-installaties. De eenvoudigste vorm is een liggende ijzeren cylinder, in een oven ingemetseld. De dampen gaan door een uitlaatbuis boven aan de retort naar een gesloten vat met water, waarin zich de teer afzet en vervolgens door een serpentijn, afgekoeld door stroomend water, om daar tot condensatie te komen. Een d.g. inrichting gebruikte *Dr. A. J. Utlée* voor zijn proeven over azijnzuur bereiding in Oost-Java (Besoeki).

Men moet er vooral bij deze installaties zorg voor dragen, dat de koelbuizen niet te nauw zijn.

Volgens ditzelfde systeem heeft men ook staande inrichtingen, die talrijke verschillen vertoonen, voornamelijk verband houdende met de producten, die men wil winnen.

Het nadeel van deze inrichtingen is de betrekkelijk geringe verwarmingsoppervlakte, waardoor hooge temperaturen noodig worden, waarvan een spoedig verslijten van de retortwanden het gevolg is. Hoe kleiner de diameter van de retort, des te geringer

wordt dit nadeel, terwijl men er steeds voor waken moet dat steekvlammen den retortwand niet bereiken.

De noodwendig op te wekken hooge temperaturen, omdat gelijkmatige verwarming van de geheele retort te bezwaarlijk is, geven ook aanleiding tot plaatselijke omzetting der destillatieproducten en dus tot verliezen.

Van een geheel ander type maar toch tot deze soort van installatie behorende, is de in Scandinavië gebruikte *Carbo-oven*. Het is feitelijk een gemoderniseerde Poolsche of Russische oven, met een zeer groote capaciteit t.w. 300—400 S.M..

De oven (zie fig. 16) bestaat uit een staande ijzeren cylinder. In den bodem eveneens van ijzer is in het midden een afvoerbuys voor de destillatieproducten aangebracht. Het ijzeren deksel heeft eenige vulopeningen, terwijl de houtskool aan de onderzijde uit den cylinder gehaald kan worden.

Om den cylinder loopen spiraalvormig buizen voor de verwarming middels gassen van een vuurhaard. Ten einde den verkolingscylinder te beschermen tegen steekvlammen en om te voorkomen, dat het onderste gedeelte daarvan te veel verhit zal worden, is het onderste gedeelte ($\frac{1}{3}$ van de hoogte) voor een vuurvast metselwerk bekleed.

Binnen in de retort is een verwarmingsbuis, die boven schoorsteen wordt en door een wand inwendig in 2 helften is verdeeld. Deze buis, van onderen gesloten, steunt door middel van twee holle steunsels op den bodem van den cylinder. Door deze steunsels worden de niet condenseerbare gassen en lucht geleid, die dan in de buis verbranden.

De gassen van den vuurhaard komen boven in deze centrale verwarmingsbuis, moeten naar beneden en verdwijnen samen met de verbrandingsgassen der niet condenseerbare destillatiedampen in den schoorsteen. Een Carbo-oven vordert hooge aanlegkosten.

b. VERVOERBARE (VERPLAATSBARE) INSTALLATIES.

Hiertoe behoort de *Dromart-oven*, die reeds van ouden datum is (1835). Het is een bijenkorfoven van plaatijzer, waarbij de verschillende stukken plaatijzer niet aaneengeklonken zijn doch door schroefbouten onderling verbonden worden. Zij wegen te samen 3500 K.G.; met buizen, vuurvaste steen enz. is het totaal gewicht circa 5000 K.G.

Bij een hoogte van 4,60 meter en een diameter van 5,20 meter, is de capaciteit circa 50 S.M. hout. De rookgassen van een vuurhaard worden naar het midden van den bodem geleid, verspreiden

1) *Dromart*. *Traité de la Carbonisation des Bois en Forêts*.

zich daar in een stervormig kanalsysteem, welke kanalen aan den omtrek loodrecht omhoog gaan tot op ongeveer $\frac{1}{3}$ van de ovenhoogte en dan de gassen in de buitenlucht laten ontsnappen. Een aardwal beschermde den oven tegen te groote uitstraling van warmte.

Hoewel de grondgedachte van dit systeem, het brengen van de verkolingsinrichting naar de plaats van houtaankap, ook voor Indië in vele gevallen de oplossing van het verkolingsvraagstuk zou brengen, kan de Dromartoven toch niet worden aanbevolen, omdat het niet mogelijk is, de ijzeren oven- en buisdeelen, die telkens uit elkaar gehaald en weer aan elkaar verbonden moeten worden, voldoende luchtdicht aaneen te schroeven, waardoor verliezen door verbranding en een herhaald stopzetten van het bedrijf voor reparatie, onvermijdelijk worden.

Een verplaatsbare retort van grooter capaciteit moet zoodanig geconstrueerd zijn, dat zij uit een aantal deelen bestaat, waarvan het monteeren gemakkelijk is, aangezien een retort uit één stuk te zwaar zou worden voor een gemakkelijk transport.

Het aantal deelen moet evenwel zoo klein mogelijk zijn, aangezien het steeds veel moeite baart de onderdeelen zoo aan elkaar te verbinden, dat geen lucht kan toetreden of gassen kunnen ontsnappen, aangezien hierdoor belangrijke verliezen zouden ontstaan.

Een d.g. retort waarvan een constructietekening gereproduceerd wordt (fig. 17) heeft *Thenius* ¹⁾ geconstrueerd.

De plaatijzeren cylinder bestaat uit 2 deelen, die ieder voorzien zijn van haken, om opgeheschen te kunnen worden. Het deksel en het kegelvormige onderstuk zijn eveneens afzonderlijke deelen.

Voor het luchtdicht maken der sluitingen kan b.v. teer gebruikt worden.

De schoorsteen, totaal 5 meter lang, bestaat uit minstens 2 stukken. De cylinder is beneden afgesloten door een ijzeren plaat, die geperforeerd is, ten einde de vloeibare en dampvormige destillatieproducten door te laten naar koeler en ontvanger.

Bij grootere retorten zal het praktischer zijn, in plaats van een geperforeerde plaat, een rooster aan te brengen. De retort wordt gedeeltelijk in den grond ingegraven.

Boven in het deksel zijn 2 openingen, waardoor de ontsteking plaats heeft en eventueele navulling mogelijk is.

In den schoorsteen moet een schuif worden aangebracht om de trek te kunnen regelen.

Met deze inrichting werkt men als volgt.

De kegel met het onderste deel van den cylinder en de onderste schoorsteenheft worden gemonteerd, ingegraven en met koolhout

1) *Dr. Georg Thenius*. Die Meiler- und Retortenverkohlung, blz. 107.

gevuld. Daarna wordt het bovenste deel van den cylinder aan-gebracht en gevuld, deksel en bovenste schoorsteenheft gemonteerd en ten slotte alle moeren stevig aangedraaid.

Door de openingen in het deksel wordt nu gloeiende houtskool in de retort gebracht en hiermede de ruimte onder het deksel zoo goed mogelijk aangevuld. Daarna worden de openingen gesloten en de schuif in den schoorsteen half open gezet. Alle gassen en dampen moeten nu omlaag gaan, zoodat het hout voorverwarmd wordt, en de condenseerbare producten door de openingen van plaat of rooster naar koeler en ontvanger gaan, terwijl de rookgassen door den schoorsteen verdwijnen.

Is de verkoling tot op de helft gevorderd, dan wordt de schoorsteen nog iets meer gesloten (tot op $\frac{1}{3}$) om te sterke trek te voorkomen. Nadat de verkoling geheel afgelopen is, kan door de openingen in het deksel eventueel nogmaals hout ter verkoling ingebracht worden.

In 1 à $1\frac{1}{2}$ etmaal is een verkoling afgelopen.

Voor het verkolen is het gewenscht alle ijzeren onderdeelen, die met de houtzuren in aanraking komen, in te smeren met asfalt, lak of iets dergelijks. Langzamerhand zet zich op die onderdeelen voldoende teer af, om ze te beschermen tegen inwerking van die zuren.

Volgens *Thenius* zou men met deze verkolingsinrichting vrij gunstige resultaten verkrijgen, ook wat betreft de opbrengst aan azijnzuur.

Hieronder rekenden wij eenige gegevens voor dergelijke retorten uit:

Inwendige diameter van de retort	Hoogte van het cilindrisch gedeelte van de retort	Dikte van den plaatijzeren wand	Gewicht van het zwaarste onderdeel v. de retort	Benodigd aantal S.M. koolhout voor één vulling	Aantal verkolingen p. maand	Benodigd koolhout per maand	Houtskoolproductie per maand met één retort. (Aangenomen is dat een S.M. koolfi. 500 K.G. weegt)
3 M.	3 M.	15 m.M.	2150 K.G.	20 S.M.	10	200 S.M.	25000 K.G.
		10 "	1600 "				
2,5 "	2,5 "	15 "	1650 "	11,5 "	10	120 "	15000 "
		10 "	1250 "				
2 "	2,5 "	12 "	1000 "	7 "	12	90 "	11000 "
		10 "	875 "				
2 "	2 "	10 "	750 "	5,5 "	12	70 "	8500 "
		7 "	600 "				

Het gewicht van de geheele installatie is ongeveer 4 maal zoo groot, als het gewicht van het zwaarste onderdeel.

Grootere retorten hebbende de volgende bezwaren:

1e. de ijzeren wanden moeten dan veel dikker en van verstijvingen voorzien zijn, waardoor de onderdeelen te zwaar worden voor een gemakkelijk transport,

2e. de behandeling van groote retorten moet door geschoolde arbeiders geschieden, omdat die behandeling vrij moeilijk is.

*Collins*¹⁾ heeft een op wielen gemonteerde retort geconstrueerd, ruim 15 meter lang en met een inwendigen diameter van 1 meter. Deze heeft een dubbele omwanding, in de ruimte tusschen beide wanden, die in verbinding staat met den vuurhaard, circuleeren de gassen, die het koolhout moeten verwarmen. Verder zijn er bij deze installatie een kleine ontvanger voor de teer (een soort teer-afscheider) en twee tonnen (drums), elk van ruim 200 liter inhoud, waarin de houtzuren worden opgevangen. Beide tonnen zijn voorzien van aftapkranen, op halve hoogte voor het aftappen van de houtzuren, en bij den bodem voor het laten wegvloeien van teer. De niet-condenseerbare gassen worden in den vuurhaard geleid en verbrand.

Bovendien zijn er nog twee tanks, los van het boven beschreven apparaat, welke dienen om het azijnzuur in azijnzure kalk om te zetten.

Per jaar kunnen, bij 40 werkweken, 120 ton hout verkoold worden, terwijl voor stookhout nog 30 ton noodig is. Het houtskoolrendement bedraagt 25 %.

De capaciteit van deze installatie is dus gering.

De kosten van aanschaffing bedragen ongeveer f 3000,—.

§ 3. Verkolingsinrichtingen met semi-continubedrijf (B.).

I. LIGGENDE RETORTEN.

Deze inrichtingen zijn feitelijk ontstaan uit de verkolingsinrichtingen met liggende retort, boven besproken onder A III a.

Zij zijn volgens twee verschillende systemen ingericht n.l.:

1e. de retort met den verkoolden inhoud wordt na afloop van het proces weggenomen en een andere, met hout gevuld, er voor in de plaats gebracht; of

2e. de houtskool wordt na afloop van het proces zoo snel mogelijk uit de retort gehaald en in een afkoelinrichting gebracht, waar geen toetreding van lucht mogelijk is.

Deze twee systemen zijn ook voor staande retorten toegepast.

De retortenverkoling is wel het meest gebruikte systeem voor

1) *S. H. Collins, M. S. C., F. I. C., A portable Plant for the Distillation of Wood. Journ. Soc. Chem. Ind. XXXVI (1917), blz. 68 e.v..*

houtverkoling. Men vindt ze in Frankrijk, België, Duitschland, Oostenrijk, de Vereenigde Staten en Zweden. Van de installaties, waarbij na afloop der verkoling de geheele retort wordt weggenomen zullen we een type bespreken bij de staande retorten.

Van de installaties, waarbij de inhoud van de retort na afloop der verkoling ten spoedigste wordt verwijderd, is de *Amerikaansche wagenoven*, o.a. gebruikt in Amerika, Zweden en Duitschland een goed en modern type. Dit type is voor 20 jaar het eerst in Zweden in gebruik genomen. Gedurende den oorlog was een dergelijke installatie in werking in Maarn (Utrecht).

Het koolhout wordt in ijzeren wagentjes in een lange meest rechthoekige retort van plaatijzer gereden.

De retort wordt uitwendig verhit middels een buizensysteem waardoor de gassen van den vuurhaard naar den schoorsteen geleid worden. Zoodra het hout verkoold is, worden de wagens in een koelinrichting geschoven, die tegenover de retort gelegen is en wordt een serie wagens met hout weer de retort binnen gereden. Dit systeem heeft langzamerhand vele verbeteringen ondergaan. In de eerste plaats wordt het niet-condenseerbare gas der destillatie in den vuurhaard geleid en daar verbrand. Verder heeft men de verwarmingsbuizen binnen in de retort gebracht, waardoor aan brandstof veel bespaard kon worden.

De retort is meestal 15 M. lang en biedt ruimte voor vier wagentjes tegelijk, die elk 7 à 10 S.M. koolhout kunnen bevatten. Het benodigde aantal arbeiders is gering, 4 geoefende werklieden zijn voldoende voor een inrichting met een capaciteit van 100 S.M.. Het komt er slechts op aan, dat met het vullen en leeghalen van retort en koelinrichting en sluiten der deuren zoo weinig mogelijk tijd verloren gaat. In de inrichting van *F. H. Meyer te Hannover-Hainholz* heeft men per 24 uur 30 minuten verlies wegens vullen enz. en is het bedrijf dus bijna continu. Elke verkoling duurt 24 uur. Men heeft wagenovens die per jaar ruim 7000 ton houtskool kunnen produceeren, maar zooals van zelf spreekt zijn de aanlegkosten van d.g. ovens zeer hoog. *Ir. ter Braake*¹⁾ deelt mee, dat de kosten van een d.g. installatie in 1921 (dus in den duren tijd) f 800.000 hebben bedragen. Dit bedrag komt ons zeer hoog voor. Deze ovens geven zeer goede rendementen aan bijproducten, als gevolg van het werken met niet zeer hoge temperaturen, die men moet vermijden om spoedig doorbranden van buizen en retortwand en dus dure herstellingen, te voorkomen.

De Amerikaansche wagenoven bestaat meestal uit twee, naast elkaar gelegen, retorten, ieder met een (soms enkele) vuurhaard(en).

1) L.c., De Mijnningenieur, 1923, blz. 15.

II. STAANDE RETORTEN.

Een staande retort die in haar geheel wordt weggenomen na afloop van de verkoling, om vervangen te worden door een andere, die van te voren met koolhout gevuld is, is in Frankrijk in gebruik. Gaat de verwisseling snel, zoodat men voldoende profiteert van de warmte van het metselwerk, dan maakt deze inrichting ook een eenigszins continu bedrijf mogelijk. Aan het deksel van de retort is een uitlaatpijp voor de destillatiedampen, die telkens met de condenseerinrichting verbonden moet worden. Is de retort niet al te groot, hetgeen overigens ook voor het transport van belang is, dan kan men het koolhout te voren samen binden tot een bundel, die juist in de retort past. Beschikt men voor het heffen en verplaatsen der retorten over een stoomkraan, dan kan uit den aard de retortinhoud grooter zijn, b.v. tot 5 S.M.. Het vervoer van de retorten naar de afkoel- en vulplaats geschiedt meestal met lowry's.

Daar metselwerk bij deze verwisseling veel te lijden heeft, zijn o.a. in Amerika inrichtingen gemaakt, waarbij de retort blijft staan, doch het koolhout in een ijzeren kooi is gestapeld, die juist in de retort past. Is de verkoling afgelopen, dan wordt de kooi met houtskool in een juist daarom sluitende ijzeren cylinder gebracht en zoo naar de afkoelplaats vervoerd, waar dus het afkoelen zonder luchttoevoer kan geschieden.

Staande, verplaatsbare retorten worden gebruikt in Frankrijk, België en Italië, waar ze het eerst in gebruik zijn genomen, maar ook in Duitschland en Amerika. In Indië zouden ze wellicht aanbeveling verdienen, indien men de retorten niet te groot maakt (b.v. met een inhoud van 2 à 3 S.M.), omdat dan de geheele installatie, met uitzondering van den oven, gemakkelijk verplaatst kan worden.

Op een iets ander systeem berusten de staande retorten, waarbij de inhoud zoo snel mogelijk gelost wordt, de z.g. *Schachtovens*. Ze kunnen 30—60 S.M. hout bevatten. Het koolhout wordt op een transportband aangevoerd en boven in de retort geworpen. Na afloop der verkoling valt de houtskool onder uit de retort in een koeler en wordt na afkoeling door middel van een transportband naar de opslagplaats vervoerd.

Om tegemoet te komen aan het groote nadeel bij retortverkoling, de ongelijkmatige verwarming, heeft men getracht al het koolhout op zijn beurt op de warmste plaatsen van de retort te brengen.

Hiertoe heeft men verschillende systemen bedacht, die in hoofdzaak daarop neerkomen, dat men in de retort een spil met schroefvlak laat draaien, waardoor het koolhout wordt voortbewogen. Het spreekt van zelf, dat dit koolhout dan geen groote afmetingen mag hebben.

Zulke inrichtingen zijn geschikt voor verkoling van afval en zaagsel. Ook heeft men installaties, waar een ketting zonder einde, over tandraderen binnen in de retort eenige malen heen en terug loopt. Aan die ketting zijn schoepen bevestigd, die de houtafval of het zaagsel in beweging brengen.

Het verkolen van zaagsel is echter zeer zelden loonend en men kan het, vooral ook in Indië, beter als stookmateriaal in de vuurhaarden gebruiken.

§ 4. *Verkolingsinrichtingen met continu bedrijf (C.).*

Deze inrichtingen zijn te verdeelen in twee groepen, n.l. verkoling met of zonder luchttoevoer.

I. INRICHTINGEN ZONDER TOEVOER VAN LUCHT.

De hiertoe behorende verkolingsinstallaties zijn geperfectioneerde wagenovens. Bekend is vooral de *Gröndaloven* te Ala in Zweden.

Het koolhout wordt hierbij op ijzeren hangwagentjes in een 100 meter langen gemetselden oven gereden, die door valdeuren in 5 afdeelingen verdeeld is. Van de wagens, ongeveer $3\frac{1}{2}$ meter lang, $1\frac{1}{2}$ meter breed en 2 meter hoog, worden er om te beginnen 2 of 3 in kamer A geschoven, waarna de buitendeur dicht gaat. Na eenigen tijd rijden ze door naar kamer B, waarin de voorverwarming plaats heeft, dan naar kamer C waarin de verkoling geschiedt en van daaruit naar kamer D, waar ze afkoelen. Uit E worden ze dan ten slotte naar buiten gereden. Boven kamer C bevindt zich een koeler. De daarin niet gecondenseerde destillatiegassen, worden naar D geleid, waar ze langs de afkoelende houtskool strijken en gaan vervolgens naar de stookplaats, waar ze verbrand worden.

De heete gassen van de calorifère gaan door buizen, die in kamer C gelegd zijn en vandaar, na het hout te hebben doen verkolen, naar B om het daar wachtende hout voor te verwarmen. Daarna verdwijnen ze in den schoorsteen.

De houtskool in kamer D staat warmte af aan de niet gecondenseerde destillatiegassen, die daardoor dus verwarmd worden, terwijl de kool afkoelt. Soms ontbreekt aan den *Gröndaloven* de voorverwarmings- en droogkamer B, zoodat de wagentjes vanuit de inlaatkamer A dadelijk in de verkolingskamer C komen. *Bunbury* beschrijft een d.g. oven, waarbij de inlaatkamer één wagentje, de verkolingskamer zestien wagentjes, de koelkamer zeven wagentjes en de uitlaatkamer één wagentje kan bevatten (zie *Bunbury*, blz. 164).

Een soortgelijke inrichting is de *Aminoffoven*. Deze verschilt in hoofdzaak van den *Gröndaloven*:

1e. doordat in den *Gröndal-oven* verbrandingsgassen van de calorifère het hout doen verkolen, terwijl bij den *Aminoff-oven* het de destillatiegassen zelf zijn, die dit proces bewerkstelligen;

2e. doordat in den *Gröndaloven* de verwarmende gassen door buizen geleid worden, terwijl ze in den *Aminoffoven* in directe aanraking met het te verkolen hout komen.

Ook bij den *Aminoffoven* heeft men een langen gemetselden oven, door valdeuren in een aantal kamers (3) verdeeld. De oven is hellend gebouwd. Aan het benedeneinde is de inlaatkamer. Hier wordt telkens een wagentje ingelaten. Daarachter volgt de zeer lange verkolingskamer, waarin vele wagentjes plaats vinden. De destillatiegassen worden aan het laagstgelegen einde van deze kamer afgezogen, ze strijken dus langs het koolhout. Na deze kamer verlaten te hebben, passeeren de gassen een condenseerinrichting en gaan vandaar naar een regeneratorkamer, waar de niet gecondenseerde gassen op circa 450° C. verhit worden, waarna ze den oven opnieuw binnentreden. De verwarmende gassen, die het hout doen verkolen, bestaan niet uit de totale hoeveelheid niet-condenseerbare gassen, een deel dier gassen wordt gebruikt als brandstof voor de verhitting der regeneratorkamers. De verwarmende gassen zijn ook geen verbrandingsgassen, zooals bij den *Gröndaloven*, doch gassen afkomstig van de verkoling zelf. Het volume der circuleerende gassen is bij den *Aminoffoven* veel grooter, dan bij den *Gröndaloven*. Uit de verkolingskamer komen de wagentjes met hout één voor één in de uitlaatkamer en van hier in de daarachter gebouwde, doch afzonderlijk staande koelkamer.

Er zijn bij dezen oven dus in totaal slechts vier kamers.

In- en uitlaatkamer dienen om luchttoetreding tot de verkolingskamer te vermijden.

De nieuwste typen van „circulatie”ovens, zooals deze ovens ook wel genoemd worden, zijn de „blaasoven” van *Magnuson*, gebouwd in 1916 en de verbeterde blaasoven van *Bergström* van 1918.

In den blaasoven van *Magnuson* wordt de gascirculatie bevorderd door een blaasinrichting die de gassen uit de verkolingskamer zuigt en door een kanaal naar den generator leidt ter verhitting, om ze dan opnieuw door een ander kanaal in de verkolingskamer te blazen.

Het te veel aan gassen, gaat naar den condensator.

Bergström wijzigde dit systeem eenigszins, door de gassen den tegenovergestelden weg te doen volgen. De blazer of zuiger trekt de gassen weg aan het einde van den oven, waar de wagentjes met versch hout binnengelaten worden en waar de temperatuur der gassen ongeveer 100° C. is. Het hout, dat telkens, één wagentje

tegelijk, wordt binnen gelaten, wordt hier dus eerst gedroogd en verder opschuivende begint de verkoling. De gassen, die in den blazer komen, gaan van hier naar den teerafscheider. Het teveel aan gassen wordt hierna naar de condenseerinrichting gezogen, terwijl het dan nog resteerende gas den regenerator passeert en daarin op 400°C . verhit wordt, om dan weer de verkolingskamer binnen te treden aan het einde, waar de verkoling het verst gevorderd is.

De boven beschreven circulatieovens geven een aanzienlijke besparing aan brandstof en aan bedieningspersoneel. Het bedrijf is continu, maar is nogal gecompliceerd en eischt technisch ontwikkeld personeel, waardoor, vooral in Indië, de uitgaven voor bediening nogal groot zouden worden.

II. INRICHTINGEN MET LUCHTTOETREDING.

Dit zijn geen fabrieken voor winning van houtskool en andere producten der droge destillatie, doch zulke waarbij het hoofddoel is het bereiden van gas.

De winning van gas gaat ten koste van den aanmaak van houtskool. De ovens zijn meestal eenvoudige gemetselde *schachtovens*, waar boven in van tijd tot tijd hout geworpen wordt in den vorm van afvalhout en zaagsel.

Beneden bevindt zich een rooster, waarop ter ontsteking houtskool wordt gelegd. De gloeiende kool vormt bij beperkte luchttoevoer oorspronkelijk CO (koolmonoxyde). Dit heete gas doet de houtafval, die op de houtskool ligt, verkolen; de zich daarbij ontwikkelende gassen strijken langs het nog onverkoolde hout en ontwijken boven uit den oven. De moeilijkheid is bij deze ovens in het regelen van lucht- en houtaanvoer gelegen. De gassen laten in de koelinrichting azijnzuur en teer achter, voor zoover deze niet reeds door de hooge temperatuur in den oven ontleed waren.

§ 5. *Overzicht van de voor- en nadeelen van enkele typen van verkolingsinrichtingen.*

Het ondervolgende overzicht moge ten slotte nog eens dienen om de voor- en nadeelen der verschillende verkolingsinrichtingen wat overzichtelijker samen te brengen ten aanzien van:

	a. BEDIENING	b. KOSTEN VAN AANLEG EN ONDERHOUD	c. BRANDSTOF-VERBRUIK	d. RENDEMENT	e. CONTINUÏTEIT VAN HET BEDRIJF EN CAPACITEIT VAN ENKELE INSTALLATIES
1. Meilerverkoling.	Vrij veel werkvolk, waaraan hooge eischen, t.o.v. opletendheid, verantwoordelijkheidsgevoel en vakkennis gesteld worden. Bediening niet zonder gevaar.	Gering.	Bijna nihil, alleen een kleinigheid nodig voor het aansteken.	Levert alleen houtskool van zeer goede kwaliteit of bij teermeilers alleen teer. De houtskool heeft een hooger C-gehalte dan retorten-kool, doch de opbrengst is iets geringer, door de hogere temperatuur.	Geen continuïteit. Een middelgrote Zweedsche meiler levert circa 1 à 1½ ton houtskool per 24 uur. Een zeer groote meiler van 1000 S.M. levert 4 à 5 ton houtskool per 24 uur. Atjehsche ovens (serie van 10 ovens) kosten totaal f 2000, productie circa ½ ton per 24 uur. Een enkele oven, kost f 200 en levert circa 1/20 ton per 24 uur.
2. Bijenkorf-ovens.	Relatief weinig werkvolk. Gemakkelijker in behandeling dan meilers.	Geen bijzonder hooge uitgaven. Het metselwerk scheurt echter gemakkelijk en eischt veel onderhoud.	Zeer verschillend, kan bijna nihil zijn evenals bij de meiler (b.v. oven Saradan), maar is bij de Amerikaanse Kiln aanzienlijk.	Levert zeer goede houtskool en teer. De opbrengsten aan andere producten zijn geringer als gevolg van scheuren in het metselwerk. Speciale ovens voor terpen-tijnolie-bereiding.	Geen continuïteit. Het wachten tot de oven afgekoeld is, het leeghalen en het weer vullen, geeft een belangrijk tijdverlies. Een enkele oven, van middelmatige grootte levert 1/4 ton per 24 uur. 4 ovens 1 ton, aanlegkosten f 5000.
3. Kleine vaststaande retorten.	Weinig personeel. Gemakkelijke bediening.	Geen hooge aanschaffingskosten. Bij hooge temperaturen is de retortwand spoedig doorgebrand.	Aanzienlijk, tenzij de niet condenseerbare gassen ook verbrand worden.	Tengevolge van de hooge temperaturen kunnen er belangrijke verliezen geleden worden.	Geen continuïteit. Het afkoelen, leeghalen en vullen geeft veel tijdverlies. Kleine retort van Dr. Ullée, kosten f 400, leverde 15 à 20 K.G. kool per dag (12 uur), d.i. circa 1/25 ton per 24 uur. Een groote liggende retort, inhoud 30 S.M. levert ongeveer 4 ton kool per 24 uur.
4. Carbo-oven.	Weinig personeel. Gemakkelijke bediening.	Hooge aanlegkosten. Onderhoud relatief goedkoop.	Matig, aangezien de niet condenseerbare gassen ook verbrand worden.	Zeer goede rendementen.	Geen continuïteit. Het afkoelen, leeghalen en vullen geeft veel tijdverlies.
5. Dromart-oven.	Relatief weinig personeel. Gemakkelijke bediening.	Hooge uitgaven voor aanleg en onderhoud. Geheele installatie verplaatsbaar.	Aanzienlijk.	Door het niet hermetisch sluiten gaat er veel van de bijproducten verloren.	Geen continuïteit. Het afkoelen, leeghalen en vullen geeft veel tijdverlies.
6. Liggende vaststaande retorten, speciaal de z.g. wagen-ovens.	Weinig personeel. Gemakkelijke bediening.	Hooge uitgaven voor aanleg. Onderhoud matig duur. Reparaties aan de buizen.	Matig, aangezien de niet condenseerbare gassen ook verbrand worden.	Zeer goede rendementen bij wagen-ovens, met verwarming door buizen. Heeft men geen buizen-verwarming dan minder goede rendementen (hooge temperatuur).	Semi-continu bedrijf. Amerikaanse wagen-oven, ± 20 ton houtskool per uur. Aanlegkosten in 1921, volgens Ter Braake, (De Mijningenieur, 1923, blz. 15) f 800.000.
7. Staande, verplaatsbare retorten.	Iets meer personeel. Gemakkelijke bediening.	Vrij hooge uitgaven voor aanleg en onderhoud.	Aanzienlijk.	Vrij goede rendementen. Door de ongelijkmatige, plaatselijk zeer hooge temperatuur is verlies aan producten mogelijk.	Semi-continu bedrijf. Een kleine verplaatsbare retort van 2 S.M. inhoud levert circa ½ ton per 24 uur, werkt men alleen over dag dan 1/4 ton per 24 uur.
8. Moderne ovens met continu bedrijf.					
1. Gröndal-oven.	Weinig, maar deskundig en duur personeel. Vrij gemakkelijke bediening.	Zeer hooge kosten voor aanleg. Betrekkelijk lage uitgaven voor onderhoud. Duur krachtverbruik.	Gering.	Zeer goede rendementen.	Continu bedrijf.
2. Aminoff-oven.	Als boven.	Als boven, doch het onderhoud iets goedkoper, omdat er minder reparaties aan buizen nodig zijn.	Gering.	Zeer goede rendementen.	Continu bedrijf. Capaciteit dubbele Aminoff-oven ± 9 ton houtskool per 24 uur. (Aanlegkosten dubbele oven in 1921 f 350.000, volgens Ter Braake, zie boven).

HOOFDSTUK XII.

VERKOLINGSPROEVEN MET ENKELE HOUTSOORTEN UIT NEDERLANDSCH-INDIË.

§ 1. *Keuze en korte beschrijving van de houtsoorten.*

Zooals reeds hooger vermeld werd komen er in Nederlandsch-Indië ongeveer 3.000 boomsoorten voor.

Het doen van een keuze hieruit is oogenschijnlijk niet gemakkelijk. Door ons bij het kiezen te binden aan eenige voorwaarden, waaraan de houtsoorten moeten voldoen, wordt het aantal soorten waaruit gekozen moet worden, zeer veel kleiner.

Deze voorwaarden zijn:

1e. De houtsoorten moeten reeds gebruikt worden voor de bereiding van houtskool.

2e. De houtsoorten moeten zooveel mogelijk afkomstig zijn van boomsoorten, die zuivere opstanden vormen; dan wel van boomen, die voor een belangrijk percentage deel uitmaken van weinigsoortige bosschen.

3e. De bosschen waarin de gekozen boomsoorten voorkomen, moeten gunstig gelegen zijn, voor het transport van hout en destillatieproducten, in een streek, waar voldoende werkvolk aanwezig of te brengen is.

Waar transport- en werkvolkmoelijkheden reeds meermalen oorzaak waren van het falen van houtaankapondernemingen, kunnen de voorwaarden sub 3 nauwelijks zwaar genoeg wegen, zij het dan ook, dat de waardevollere destillatieproducten beter een duur transport kunnen verdragen dan het hout zelf.

De eerste voorwaarde spreekt voor zich zelf. Gedurende vele honderden jaren heeft de inheemsche bevolking houtskool gestookt en de thans door haar daarvoor gebruikte houtsoorten, zullen niet onwaarschijnlijk de beste houtskool-producenten zijn.

De volgende houtsoorten werden gekozen:

- 1e. *Djati-hout, Tectona grandis L.*,
- 2e. *Kësambi-hout, Schleichera trijuga Willd.*,
- 3e. *Hout van Rhizophora conjugata L.*,
- 4e. *Hout van Bruguiera gymnorhiza Lam.*,

5e. *Hout van Gluta Renghas L.*,

6e. *Hout van Pinus Merkusii Jungh. et de Vr.*

Van de eerste vijf houtsoorten was hout, waarvan de herkomst bekend was, aanwezig in de verzameling van houtsoorten van de afdeeling *Boschexploitatie der Landbouwhoogeschool*; hout van *Pinus Merkusii Jungh. et de Vr.* werd welwillend afgestaan door het *Koloniaal Instituut*.

Tectona grandis L.,

Van deze bekende houtsoort komen op Java rond 735.000 H.A. voor in zuivere of bijna zuivere opstanden. De waarde van het hout als bouwhout is bekend. De jaarlijksche productie aan brandhout is aanzienlijk en kan bij normale kap meer dan 500.000 ton (à 1.000 K.G.) bedragen. Waar het brandhoutverbruik der spoorwegen vermindert, als gevolg van electrificatie en stoken met olie, terwijl het verbruik van brandhout door de suikerfabrieken afneemt door het stoken van ampas, bestaat de mogelijkheid, dat op den duur niet al het oogstbare brandhout meer afzetbaar zal zijn. Bovendien blijft er thans nog veel afvalhout in het bosch achter, dat de kosten van inzamelen en vervoer naar de verkooppplaats niet opbrengt.

Djatihoutskool wordt veel gebruikt, al geeft men ook voor sommige doeleinden aan enkele andere soorten de voorkeur, zooals b.v. aan *kėsambihoutskool* (*Schleichera trijuga Willd.*) voor huishoudelijk gebruik. *Djatihoutskool* is hiervoor minder gewenscht om de hinderlijke eigenschap veel te vonken en te spatten.

Voor de verbrandingswarmte van *djatihout* vonden:

<i>Prof. Hoogewerff</i> ¹⁾	5106 cal.	(berekend op watervrije stof).
<i>Koning en Bienfart</i> ¹⁾	4975 „	(idem ² , oud <i>djatihout</i>).
	4680 „	(idem ² , jong <i>djatihout</i>).
<i>Heringa</i> ²⁾	5170 „	(idem ² , oud <i>djati-kernhout</i>).
<i>Boschproefstation in</i>		
<i>Britsch Indie</i> ³⁾	4760 „	(idem ² <i>djatihout</i> uit cultuurbosschen).
	4753 „	(idem ² , <i>djatihout</i> uit oorspronkelijke bosschen).

De verbrandingswaarde van *djati houtskool* ³⁾ bedraagt:

1) *Heringa*, cit. blz. 376.

2) *P. K. Heringa*. Iets over de verbrandingswaarde van eenige Indische houtsoorten. *Tectona*, dl. IX (1916), blz. 375 e.v.

3) Verbrandingswaarde van houtsoorten. Referaat. *Tectona*, dl. IX (1916), blz. 599 en 600. (Uit: *Puran Singh*. Note on calorimetric tests of some indian woods. Calcutta, 1911.)

	Houtskool luchtdroog		Aantal calorieën (voor absoluut droge kool)
	Vochtgehalte	Aschgehalte	
Houtskool v. <i>Tectona grandis</i> L.	5,84 %	2,60 %	6661

Buiten Java en Madoera komt de *djati* nog op enkele kleinere eilanden voor (Moena, Kangeaneilanden).

Schleichera trijuga Willd..

De *kėsambi* komt overal in den Indischen Archipel en verder in Zuid-Azië en op Ceylon voor. In Nederlandsch-Indië komt deze houtsoort op Java voor in de laagste zone en vooral in vrijwel alle djatibosschen, wellicht het meest in de residenties Madioen en Kediri, waar plaatselijk een belangrijk percentage van het aantal boomen per H.A. *kėsambibooimen* zijn. Het hout is zeer dicht, vast en hard en wordt daarom bij voorkeur gebruikt voor de walsen in Inlandsche suikermolens. Het kernhout is bruinrood, de kern vaak donkerbruin, het spinhout wat lichter gekleurd. Het is zeer goed brandhout en brengt per ton ongeveer evenveel op als *djatibrandhout*; de verbrandingswarmte ervan is ongeveer gelijk aan die van djatihout. *Heringa* ¹⁾ vond voor oud *djati-kernhout* eene verbrandingswaarde van 5170 calorieën en voor vrij jong *kėsambikernhout* (afkomstig van een stam van circa 20 c.M.Ø) 4640 calorieën.

De *kėsambihoutskool* is van zeer goede kwaliteit.

De bast bevat looistof, echter weinig (6 à 8 % van de watervrije stof). Er is wel eens vraag naar geweest, misschien voor vervalsching van betere basten.

Uit de *kėsambivruchten* wordt de *Makasser-olie* verkregen.

De *kėsambi* werd door het Boschwezen nog al eens aangeplant als menghout in de *djaticulturen*; in den laatsten tijd is men hier echter wat van teruggekomen.

Rhizophora conjugata L..

Deze boomsoort komt vrijwel overal in de vloedbosschen van den Indischen Archipel voor, voornamelijk op de laagste terreinen, waar hij aan de landzijde der vloedbosschen dikwijls de hoofd-houtsoort van den opstand vormt. Het kernhout is roodbruin, de kern vaak donkerder, het spint lichtbruin gekleurd. Het hout is zeer zwaar en hard. Als bouwhout is het geschikt voor huizenbouw, mits onder dak en voor heipalen onder de grondwaterlijn. *Rhizophora conjugata* L. levert zeer goed brandhout en zeer goede houtskool. Deze laatste wordt onder meer aangemaakt op de Oostkust van Sumatra en in Atjeh en voor de Bankatinwinning. De bast

1) *Heringa*, l.c.

heeft een zeer hoog looistofgehalte (gemiddeld 22,6 %) en wordt gewonnen voor de inheemsche looierijen en voor export (*cutch*). Dit verhandelbaar zijn van de bast is van veel beteekenis, omdat het gewenscht is het koolhout vooraf te schillen. De bast alleen kan reeds belangrijke winsten opbrengen. Het verwijderen van de bast beteekent dus geen extra onkosten voor het verkolingsbedrijf, integendeel: het mes snijdt hier van twee kanten.

Rhizophora conjugata kan belangrijke afmetingen aannemen. In de Palembangse vloedbosschen vond men boomen van 30 meter en meer hoogte, bij een takvrij stamgedeelte van 10—12 meter ¹⁾.

Bruguiera gymnorhiza Lam..

Ook deze boom komt veelvuldig in de vloedbosschen voor. Men vindt hem eveneens op de landwaarts gelegen gedeelten der vloedbosschen, waar hij dikwijls het hoofdbestanddeel dezer bosschen vormt. Hij is wat minder slank, dan *Rhizophora conjugata* L., doch kan op goede standplaatsen eveneens een hoogte van 30 Meter bereiken, bij een middellijn van 65 c.M.. Het hout is zeer hard en zwaar, echter naar het schijnt iets minder duurzaam dan van *Rhizophora conjugata* L.. Het kernhout is roodbruin, het spinthout wat lichter. Het gebruik van het hout als bouwhout is hetzelfde als dat van *Rhizophora conjugata* L.. Ook deze boomsoort levert zeer goed brandhout en zeer goede houtskool. De bast heeft een nog hooger looistofgehalte, dan de boven besproken *Rhizophora*soort. Zij bedroeg voor bast, afkomstig van de *Kinderzee*, 27 % van de luchtdroge stof¹⁾. Ook hier kan dus ontschorsing voordeel opleveren.

Gluta Renghas L.

Deze boom komt overal verspreid in den Indischen Archipel voor. In West en Midden-Java treft men hem aan in de laagste zone (0—300 M. boven zee).

Gluta Renghas L. wordt een hooge boom, veelal hoog vertakt. Het kernhout is oranjebruin tot roodbruin gekleurd, het spint-hout vuilwit. Het hout is matig zwaar tot matig licht. Het spint-hout is zeer weinig duurzaam, het kernhout is duurzamer en is door de fraaie kleur geschikt voor meubelhout.

De boom komt veelal gezellig groeiend voor, langs beken en rivieren en bij voorkeur aan riviermonden, waar het water niet brak is. Op Sumatra wordt van deze houtsoort houtskool gebrand.

Door *Koorders* werden bijna homogene wouden van *Gluta Renghas* L. langs de Kamparrivier in Sumatra waargenomen.

Pinus Merkussi Jungh. et de Vr..

Deze boom is eerst sedert kort voor de industrie ontdekt. Op

1) *R. Wind*. Het looistofvraagstuk in Nederlandsch-Indië, blz. 60 en 61.

Sumatra komt deze alleen-vertegenwoordiger van het geslacht *Pinus* in Nederlandsch-Indië voornamelijk in Atjeh voor en verder verspreid in de Bataklanden.

Het meest zuidelijk komt *Pinus Merkusii* voor in de gebergten ten westen van Korintji (2° Zd. breedte), het meest noordelijk op den Goudberg.

Hoe noordelijker, des te lager is de benedengrens van zijn voorkomen, in de Bataklanden ligt deze grens op circa 1200 meter, aan de middenloop van de Atjehrivier op circa 250 meter.

Pinus Merkusii vormt zuivere opstanden, die soms zeer ijl, soms veel dichter zijn en 800 M.³ per H.A. kunnen bevatten. (Plaatselijk heeft men zelfs 1000 M.³ per H.A. gemeten). De verspreiding van den *Pinus Merkusii* is naar het voorbeeld van *Luytjes*¹⁾, op de bij deze verhandeling gevoegde kaart ingeschetst.

Het hout van dezen den is voor bouwhout in de tropen, blootgesteld aan weer en wind, wellicht minder geschikt, voor binnenwerk is het echter uitstekend te gebruiken. *Luytjes* schrijft dat de binnenbetimmeringen in deze houtsoort in de officierswoningen te Blang Kedjèren, aan het interieur een warm en gezellig voorkomen geven.

Het hout van *Pinus Merkusii* Jungh. et Vr. is zeer harsrijk.

Brandts Buys vestigde met succes de aandacht op de terpentijn- en harswinning uit dezen den²⁾. Thans is een proefexploitatie door het Gouvernement begonnen.

§ 2. *Herkomst van het hout waarmede de proeven genomen werden.*

1. *Tectona grandis* L..

Het hout was afkomstig van een boom op mergelgronden in het boschdistrict Zuid-Soerabaja (residentie Soerabaja, Java), ongeveer 100 Meter boven zee.

Het hout was vanaf Februari 1920 in de verzameling van hout-

1) *A. Luytjes*. Een en ander over den begroeiingstoestand van Noord-Sumatra en over het voorkomen van *Pinus Merkusii* in dit gebied. *Tectona*, dl. XVII (1924), blz. 323 e.v.

2) *C. Brandts Buys*. Mededeeling over *Pinus Merkusii*, in verband met de mogelijkheid van het vestigen van een terpentijn- en harsindustrie in Ned.-Indië. *Tectona*, Dl. XVII (1924), bldz. 357 e.v..

Zie verder ook:

W. C. R. Schnepper. *Pinus Merkusii* Jungh. et de Vr.. *Tectona*, Dl. XVII (1924), bldz. 352 e.v..

B. T. Palm en *S. C. J. Jochems*. Sumatraansche dennenbosschen. (*Pinus Merkusii* Jungh. et de Vr.) *De Tropische Natuur*, jaargang XIII (1924), bldz. 75 e.v..

J. W. Gonggrijp. Over de winning van hars en terpentijn uit pijnboomen en Resultaten van een plaatselijk onderzoek in de *Pinus Merkusii* bosschen der Gajoe-landen. Mededeeling No. 10 van het Proefstation voor het Boschwezen.

soorten der afdeeling Boschexploitatie van de Landbouwhoogeschool aanwezig en kon dus geacht worden volkomen luchtdroog te zijn in Mei 1925.

2. *Schleichera trijuga Willd.*

Het hout was afkomstig van een boom uit de djaticultuur Tjajaban, op mergelgrond in het boschdistrict Pekalongan-Kendal (districten Bodja en Kaliwoengoe, afdeeling Kendal, residentie Semarang, Java). Het hout was vanaf October 1913 te Wageningen aanwezig en kon dus geacht worden volkomen luchtdroog te zijn in Mei 1925.

3. *Rhizophora conjugata L.*

Het hout was afkomstig uit de vloedbosschen aan de Kinderzee (Segara anakan, afdeeling Tjilatjap, residentie Banjoemas, Java) en vanaf Februari 1922 te Wageningen aanwezig. Het kon dus geacht worden volkomen luchtdroog te zijn in Mei 1925.

4. *Bruguiera gymnorhiza Lam.*

Het hout was eveneens afkomstig uit de vloedbosschen aan de Kinderzee en ook sedert Februari 1922 te Wageningen aanwezig. Bij het onderzoek was het dus eveneens volkomen luchtdroog.

5. *Gluta Renghas L.*

Het hout was afkomstig van een boom op 100 M. zeehoogte in de houtvesterij Margasari (residentie Pekalongan, Java).

Het hout was vanaf Februari 1922 in de verzameling der afdeeling Boschexploitatie van de Landbouwhoogeschool aanwezig en kon dus geacht worden luchtdroog te zijn.

6. *Pinus Merkusii Jungh. et de Vr.*

Door het Koloniaal Instituut werd ons een stamschijf gezonden, afkomstig van een boom, in Februari 1923 in de omgeving van het Laoet Tawar nabij Takengon in de Gajoelanden (Gouw, Atjeh e.o.) geveld.

Het hout kon dus geacht worden in Mei 1925 nagenoeg luchtdroog te zijn.

§ 3. *Bepaling van het soortelijk gewicht en vochtgehalte der houtsoorten.*

Voor het beoordeelen van de resultaten van houtverkolingen is het van belang het soortelijk gewicht en het vochtgehalte van het hout te kennen.

Vergelijken we de resultaten van de bepaling van het soortelijk gewicht van *djatihout* (*Tectona grandis L.*), b.v. door verschillende

onderzoekers, dan blijkt ons, dat de uitkomsten belangrijke verschillen kunnen vertoonen.

Voor djatihout afkomstig van Java vond:

	S. G. van het luchtdroge hout	Vochtgehalte in %, van het luchtdroge hout
<i>Heringa</i> ¹⁾	0,724	8,1
<i>Pfeiffer</i> ²⁾	0,664	10,26
en vonden wij	0,596 1	—
(voor monsters genomen uit de hartplank, vanaf het hart tot aan de bast,	0,631 2	10,6
in nevenstaande volgorde: van 1 tot	0,657 3	—
en met 5, 5 en 6 zijn vrijwel indentiek,	0,682 4	9,0
daar 6 uit de zelfde hartplank onder	0,624 5	—
5 is gehaald)	0,632 6	12,2

Voor *kēsambihout* (*Schleichera trijuga Willd.*) afkomstig van Java vond:

<i>Heringa</i> ¹⁾	0,837 a)	12,8
<i>Laboratorium der afdeling Nijverheid van het Departement van Landbouw, Nijverheid en Handel</i> ³⁾	1,114 b)	15,0
vonden wij:		
kernhout	1,037 c)	15,7
”	1,026 d)	15,1
spinhout	1,002 e)	14,5

a. vrij jonge *kēsambiboom* $\varnothing < 30$ c.M.

b. oud *kēsambihout*.

c. vrij jonge *kēsambiboom* $\varnothing 20$ c.M., kernhout dicht bij het hart.

d. Idem ²⁾, kernhout verder van het hart gelegen.

e. Idem ²⁾.

De verschillen, en dit zijn nog niet de grootste uit de ons bekende literatuur, kunnen veroorzaakt zijn door toevallige eigenschappen van de gebruikte monsters, doch kunnen ook gedeeltelijk ontstaan zijn als gevolg van de gekozen methode van bepaling.

1) P. K. *Heringa*. Iets over de verbrandingswaarde van eenige Indische houtsoorten. Tectona, dl. IX (1916), blz. 381.

2) J. Ph. *Pfeiffer*. De waarde van wetenschappelijk onderzoek voor de vaststelling van technische eigenschappen van hout. Proefschrift 1917, blz. 161.

3) Zie: Tectona, dl. XVI (1923), blz. 530. Uit: R. Wind Hzn. De Houtskoolovens te Saradan, blz. 515 t/m. 532.

De bepaling van het S.G. schijnt zeer eenvoudig, is dat echter niet wanneer we het soortgelijk gewicht en het vochtgehalte met groote nauwkeurigheid moeten leeren kennen.

Nu is het soortelijk gewicht van de houtvormde stof zelve vrij constant (ongeveer 1,560), maar in de celholten en in de intercellulaire ruimten is water en lucht aanwezig, die maken, dat voor vele houtsoorten het soortelijk gewicht veel lager, veelal minder dan 1 wordt en dus het hout in water drijft. Op het soortelijk gewicht zijn verder van invloed de in de vaten en holten afgezette stoffen als kleurstoffen, zetmeel, eiwitten, gommen e.d., hooger reeds genoemd.

Wordt de lucht in de celholten en intercellulaire ruimten gedeeltelijk door water verdreven, hetgeen bij voorbeeld plaats kan hebben bij vlotten en uitloogen van het hout, dan wordt dit zwaarder.

Het watergehalte is daarom van grooten invloed op het soortelijk gewicht en we behooren dus onderscheid te maken tusschen het soortelijk gewicht van pas geveld, boschdroog, luchtdroog (belegen) en absoluut droog hout ¹⁾.

De totale inhoud der met lucht en water gevulde celholten en intercellulaire ruimten, alsmede de hoeveelheid kleurstoffen, zetmeel, eiwitten, gommen en dergelijke, die, zooals we zagen ook op het soortelijk gewicht van invloed zijn, veranderen min of meer met de plaats in den boom, waaruit men het te onderzoeken houtmonster neemt en met de standplaats van den boom.

Men kan dus moeilijk het soortelijk gewicht van een houtsoort door één getal uitdrukken en men heeft daarom een classificatie gemaakt (*Janka*), waarin de houtsoorten volgens de soortelijke zwaarte in groepen (zes of zeven) worden ingedeeld. Aan deze groepen kan men dan de benamingen: zeer licht, licht, matig zwaar, zwaar, zeer zwaar en buitengewoon zwaar geven.

Wetenschappelijk het meest juist is de bepaling van de soortelijke gewichten van absoluut droog hout, ofschoon voor direct praktisch gebruik die getallen minder bruikbaar zijn. Voor absoluut droog hout werden de soortelijke gewichten o.a. door *Heringa*, *Pfeiffer* en door ons voor djatihout bepaald:

<i>Heringa</i>	0,700 ²⁾	} monsternummers. } Zie vorige blz.
<i>Pfeiffer</i>	0,637	
door ons	0,567 2	
	0,625 4	
	0,560 6	

Van luchtdroog hout wordt het soortelijk gewicht voldoende

1) Voor de wijze waarop wij hout „absoluut droog” maakten, zie men blz. 176.

2) Berekend uit een S. G. van luchtdroog hout van 0,724, bij 8,1 % vocht en een volume-vermindering van 5 %.

zuiver bepaald, door zeer zorgvuldig kuben of blokjes te doen vervaardigen, waarvan men na meting met een schuifmaat van hoogte, lengte en breedte in tiende deelen van een millimeter den inhoud kan berekenen. Na weging kan men dan het soortelijk gewicht direct berekenen. Volgens deze eenvoudige methode werden de bepalingen door *Heringa* en *Pfeiffer* en ook door ons gedaan.

Bij het bepalen van het absoluut droge gewicht, doet zich de moeilijkheid voor, dat bij het drogen in de droogstoof, bij circa 110° C., het houtvolume zich wijzigt. Bovendien treden er in het hout scheurtjes op.

Pfeiffer volgde de methode voorgeschreven in de berichten van de vereeniging „*Internationaler Verband für die Material-prüfungen der Technik*” (*Aufstellung einheitlicher Methoden für die Prüfung von Holz, Brüsseler Kongress, 1906*).

Daarbij bepaalt men zeer zorgvuldig aan dunne schijfjes en staafjes van kops hout, buiten het hart gelegen, de wijzigingen in de radiale afmeting en de tangentielle afmeting van het hout, bij verandering van het vochtgehalte. In de lengterichting van den stam is de verandering van weinig beteekenis.

Met behulp van deze gegevens, welke *Pfeiffer* grafisch weergaf corrigeerde hij het volume van de kubus van het luchtdroge hout. Hij vond aldus het soortelijk gewicht zeer nauwkeurig, alleen de fouten veroorzaakt door de inwendige scheurtjes in het hout, ontstaan bij het drogen, kon hij niet elimineeren.

Door ons werd het hout, nadat geen gewichtsvermindering meer geconstateerd werd, grooter dan 10 mgr. (na 6 uren in de droogstoof), met een dun laagje parafine bestreken en daarna door hydrostatische weging, nadat vooraf het gewicht van het absoluut droge hout, inclusief het parafinelaagje, was bepaald, het volume uitgerekend. Eerst was getracht de houtblokjes met een collodiumhuidje waterdicht te maken, dit gelukte ons echter niet, daar het huidje boven de scheurtjes in de houtblokjes telkens barstte. Waar het parafinelaagje zeer dun was, kunnen de fouten ontstaan door het verschil in gewicht van parafine en water (het soortelijk gewicht der parafine was 0.9) verwaarloosd worden. Een korte beschrijving der gevolgde werkwijze moge thans volgen.

Voor de bepaling van het soortelijk gewicht en het vochtgehalte werden van alle houtsoorten zooveel mogelijk monsterblokjes uit de hartplank gezaagd.

Beschrijving der monsters.

1. *Rhizophora conjugata* L..

Vanaf het hart achtereenvolgens zijn de blokjes 3, 4, 5 en 6 uit de hartplank genomen; van de blokjes 2 en 1 is echter het blokje 1 het meest aan den omtrek gelegen.

2 en 3 zijn dus symmetrisch gelegen, zoo ook 1 en 4.

2 en 3 zijn genomen van het bruine kernhout, liggende onmiddellijk om het hart, 1 en 4 van het daarom gelegen donker roodbruine kernhout en 5 en 6 zijn uit het spinthout genomen.

De inhoud der blokjes 1, 2, 3 en 4 was ongeveer 83 tot 88 c.M.³, der blokjes 5 en 6: 54 c.M.³.

II. *Bruguiera gymnorrhiza* Lam..

Vanaf het hart zijn achtereenvolgens de blokjes 1, 2, 3, 4, 5 en 6 uit de hartplank genomen. De blokjes 1 en 2 zijn uit het donkerbruine kernhout genomen, dat onmiddellijk om het hart is gelegen, de blokjes 3 en 4 uit het wat lichter gekleurde kernhout daaromheen. Blokje 3 bevatte ook nog wat donkerbruin kernhout, ongeveer de helft. De blokjes 5 en 6 zijn uit het lichtbruine spinthout genomen. De inhoud der blokjes, 1 t.m. 4 was 95—111 c.M.³, der blokjes 5 en 6 ongeveer 60 c.M.³.

III. *Gluta Renghas* L..

Vanaf het hart zijn de blokjes 1, 2, 3, 4, 5 en 6 achtereenvolgens uit de hartplank genomen. 1 en 2 zijn genomen uit het oranje-bruine kernhout, onmiddellijk om het hart liggende, de overige blokjes uit het spinthout. Echter zijn 3 en 4 genomen uit het spinthout, liggende om het kernhout, welk spinthout, lichtbruin van kleur, iets vaster was, dan het buitenste vuilwitte spinthout, waaruit de blokjes 5 en 6 zijn genomen. De inhoud der blokjes 1 t.m. 6 was 103—120 c.M.³.

IV. *Tectona grandis* L..

Vanaf het hart zijn de blokjes 1 t.m. 5 achtereenvolgens uit de hartplank genomen. Blokje 6 is genomen onder 5 uit het verlengde daarvan. 5 en 6 zijn dus vrijwel identiek. 1 en 2 zijn afkomstig van het donker egaal grijsbruin gekleurde kernhout, liggende onmiddellijk om het hart. Dit kernhout was iets meer poreus, dan het lichter en helderder gekleurde kernhout, daaromheen liggende en waaruit de monsters 3 en 4 zijn genomen. 5 en 6 zijn uit het geelwitte spinthout genomen.

De inhoud der blokjes 1 t.m. 4 was ongeveer 111 c.M.³, der blokjes 5 en 6 ongeveer 63 c.M.³.

V. *Schleichera trijuga* Willd..

De blokjes 1, 2 en 3 zijn vanaf het hart, achtereenvolgens uit de hartplank genomen, de blokjes 4, 5 en 6 eveneens, doch uit de laag daaronder. 1 en 4, 2 en 5 en 3 en 6 zijn dus telkens vrijwel identiek.

Het kernhout werd bij deze kesambiplank, vanaf het hart naar den omtrek steeds lichter, 1 en 4 bevatten het donkerbruine kern-

hout. 2 en 5 het lichtergekleurde, echter waren deze kleuren niet scherp gescheiden en loopen dus ook in de monsters geleidelijk in elkaar over. De blokjes 3 en 6 zijn uit het geel tot lichtbruin gekleurde spinthout genomen.

De inhoud der blokjes varieerde van 60 tot 65 c.M.³.

VI. *Pinus Merkusii* Jungh. et de Vr..

Bij de stamschijf waarover wij de beschikking hadden, was geen onderscheid tusschen kern- en spinthout waar te nemen.

Voor het bepalen van het S.G. en het vochtigheidsgehalte werden twee sectoren uit een stamschijf gezaagd, waarvan de gemeenschappelijke top in het hart lag. Dit hart lag zeer excentrisch. De inhoud der twee stukken hout was ongeveer 181 en 345 c.M.³.

Alle houtmonsters werden eerst zoo zuiver mogelijk gemeten en daarna de inhoud er van uitgerekend. De helft der monsters werd nu verascht (zie tabel blz. 180) en de andere helft in een droogstoof, bij een gemiddelde temperatuur van 105° C. en een maximum temperatuur van 120° C., zoolang gedroogd, tot er geen vermindering van gewicht meer te constateeren viel. Daarna werden deze monsters met een dun laagje parafine bedekt en werd met de hydrostatische balans de inhoud bepaald, nadat de blokjes nog eens gemeten waren. De zooeven genoemde tabel vermeldt de resultaten.

Uit de verkregen cijfers valt onmiddellijk af te leiden, dat er geen groote verschillen bestaan tusschen de soortelijke gewichten, bepaald door meting van den inhoud en die waarbij de inhoud door hydrostatische weging is vastgesteld. In elk geval zijn de verschillen geringer, dan die tusschen twee monsters hout, naast elkaar uit de zelfde hartplank genomen. Er blijkt tevens wel uit, dat het bepalen van het soortelijk gewicht aan kleine houtmonsters slechts beperkte waarde heeft, tenzij men aan die zelfde houtmonsters de verdere bepalingen verricht. In het algemeen zal het wenschelijk zijn het S.G. te bepalen van stamschijven, genomen op verschillende hoogte uit den boom. Verder zal men zich natuurlijk niet tot één boom mogen bepalen, maar meerdere boomen, van verschillende standplaatsen afkomstig, moeten onderzoeken.

In het algemeen kan men zeggen, dat het S.G. afneemt vanaf het hart naar den omtrek. Echter moet dadelijk een uitzondering gemaakt worden voor het kernhout, gelegen onmiddellijk om het hart, dat bij eenige der onderzochte houtsoorten (*Rhizophora conjugata* L. en *Tectona grandis* L.) minder zwaar was, dan het daaromheenliggende kernhout. De oorzaak hiervan is misschien te zoeken in een snellen groei in de jeugd, waardoor dit hout meer poreus is. Merg kwam bij geen der monsters voor en kon dus niet van invloed zijn op het S.G..

Het vochtgehalte van dit luchtdroge hout, dat al meerdere jaren in het bezit der afdeeling Boschexploitatie van de Landbouwhoogeschool was, bedroeg ongeveer 15—20 % van het gewicht van het absoluut droge hout. Naar binnen was het vochtgehalte steeds iets hooger, met uitzondering van het *djatihout*, waarbij juist het spint-hout het meeste vocht bevatte. Het vochtgehalte van het *djatihout* was ook geringer, dan van de overige onderzochte houtsoorten. Waar de djatiboom geringd werden op stam uitdroogde, hetgeen niet het geval is met de andere houtsoorten, is deze afwijking wel te verklaren.

Van het hout van *Pinus Merkusii* was het vochtgehalte wat hooger. Dit is vermoedelijk nog niet geheel luchtdroog geweest. De bepaling van het S.G. der monsters 3 en 4 was minder nauwkeurig als gevolg van het in sterkere mate scheuren van deze monsters.

Behalve in gewichtsprocenten van het absoluut droge hout, kan men nog op een andere wijze het vochtgehalte van hout berekenen, n.l. door uit te rekenen welk gedeelte van de celholten en intercellulaire ruimten door water is opgevuld.

Voor ons verder onderzoek waren zulke gegevens niet bruikbaar, evenmin als ze dat voor de praktijk zijn, zoodat de bepaling daarvan, die bovendien niet geheel nauwkeurig kan zijn, achterwege is gelaten.

Voor het koolhout werd gaaf en gezond hout gekozen, uit de zelfde hartplank, onmiddellijk onder de plaats waar de monsters voor de bepaling van soortelijk gewicht en vochtgehalte waren genomen.

Beter ware het de verkolingsproeven te doen met de blokjes hout, waarvan men ook het soortelijk gewicht en het vochtgehalte heeft bepaald. In ons geval zouden we dan echter te geringe hoeveelheden koolhout gekregen hebben, met als gevolg de noodzakelijkheid van het verwerken van zeer kleine hoeveelheden asch en daardoor de mogelijkheid van fouten in de aschanalyse.

Wel ware het mogelijk geweest aan vele blokjes hout het soortelijk gewicht en het vochtgehalte te bepalen en deze gezamenlijk te verkolen. De daarmede (waarschijnlijk) bereikbare grootere nauwkeurigheid weegt hoogstwaarschijnlijk, mede in verband met de te stellen nauwkeurigheidseischen aan de bepaling van de opbrengstcijfers van de verkolingsproducten, niet op tegen de zooveel omvangrijkere arbeid daaraan verbonden.

**SOORTELIJK GEWICHT EN VOCHTGEHALTE DER VERKOOLDE
HOUTSOORTEN**

Houtsoort	Nummer van het houtmonster	Omschrijving van het houtmonster	S.G. v. h. luchtdroge hout, Inhoud van het monsterblokje door meeting bepaald	S.G. v. h. absol. droge hout. Inhoud van het monsterblokje door meting bepaald	S.G. v. h. absol. droge hout. Inh. v. h. monsterblokje d. hydrostatische weging bepaald	Vochtgehalte d. luchtdroge blokjes in % van het gewicht van het absoluut droge hout	Gemiddeld vochtgehalte van kern- en spinthout
<i>Rhizophora conjugata</i> L.	1	kern- hout	1,166	verascht	1,018	17,8	—
	2		1,083	1,035	—	16,5	
	3		1,100	verascht	1,070	17,2	
	4		1,150	1,059	—	—	
	5		0,984	verascht	0,875	16,0	
	6		0,933	0,860	—	—	
<i>Bruguiera gymnorhiza</i> Lam...	1	kern- hout	0,933	verascht	—	18,3	—
	2		1,001	0,915	—	16,9	
	3		1,013	verascht	0,927	—	
	4		0,948	0,859	0,873	17,5	
	5		0,964	verascht	—	—	
	6		0,961	0,856	0,856	16,0	
<i>Gluta Renghas</i> L.	1	kern- hout	0,657	verascht	0,561	15,6	—
	2		0,629	0,554	—	15,6	
<i>Tectona grandis</i> L.	3	lichtbr. splinth. vulwit splinth.	0,528	verascht	—	—	—
	4		0,515	0,462	0,455	16,4	
	5		0,425	verascht	—	—	
	6		0,406	0,363	0,363	14,0	
	1		0,596	verascht	—	11,8	
	2		0,631	0,568	0,567	—	
<i>Schleichera trijuga</i> Willd.	3	kern- hout	0,657	verascht	0,625	9,9	10,3
	4		0,682	—	—	—	
	5		0,624	verascht	0,560	13,9	
	6		0,632	0,562	—	—	
	1		1,058	verascht	—	—	
	2		1,033	"	—	—	
<i>Pinus Merkusii</i> Jungh. et de Vr.	3	splinth.	0,983	verascht	—	—	—
	4		1,037	0,954	0,979	18,6	
	5		1,026	0,940	0,957	17,9	
	6		1,002	0,906	0,916	16,9	
	1		zle be- schryv.	0,654	0,516	19,8	
	2		der mon- sters	0,762	0,579	19,8	
	3				0,645	22,5	21,5
	4				0,715	22,2	

Ter vergelyking:

Houtsoorten uit Britsch-Indië:	S. G. van het luchtdroge hout:	
<i>Tectona grandis</i> L.	circa 0,720	<i>J. S. Gamble. A Manual of</i>
<i>Schleichera trijuga</i> Willd.	" 1,050—1,100	<i>Indian timbers, blz. 531.</i>
<i>Pinus Merkusii</i> Jungh. et de Vr.	" 0,860	<i>Gamble, blz. 710.</i>

§ 4. *Bepaling van het aschgehalte en van de gehalten aan zwavel, fosforzuur en kiezelzuur.*

METHODE VAN ONDERZOEK.

Voor het verasschen werden enkele der in de vorige paragraaf beschreven houtmonsters genomen, en wel voor:

<i>Tectona grandis</i> L.	de monsters: 1, 3 en 5.
<i>Schleichera trijuga</i> Willd.	de monsters: 1, 2 en 3.
<i>Rhizophora conjugata</i> L.	de monsters: 1, 3 en 5.
<i>Bruguiera gymnorhiza</i> Lam. ...	de monsters: 1, 3 en 5.
<i>Gluta Renghas</i> L.	de monsters: 1, 3 en 5.
<i>Pinus Merkusii</i> Jungh. et de Vr.	de monsters: 1 en 2.

Deze monsters, die dus uit luchtdroog hout bestonden, waarvan het soortelijk gewicht bekend was, werden in een moffeloven verascht. De asch, die niet steeds volkomen zuiver was, doch nog enkele kleine deeltjes onverbrande kool bevatte, werd onmiddellijk in weegfleschjes gedaan en na afkoelen gewogen.

De asch werd dan behandeld met broomwater, om de mogelijk ontstane sulfiden tot sulfaten te oxydeeren, verder met sterk zoutzuur en sterk salpeterzuur en op een waterbad zachtjes ingedampt. In de droogstoof werd dan nog tot 110° à 120° C. verhit, tot geen witte zuurdampen meer ontweken. Deze behandeling geschiedde om het kiezelzuur onoplosbaar te maken.

Dit werd vier malen herhaald en daarna werd de ingedroogde massa met gedestilleerd water op een filter gebracht.

Het filtraat diende voor de bepaling van het gehalte aan zwavel en fosfor. Het neerslag werd gedroogd en gewogen en daarna gegloeid. Het gewichtsverlies gaf dan aan met hoeveel het eerder gevonden aschgewicht nog verminderd moest worden, wegens de oorspronkelijk aanwezige, doch thans verbrande kooldeeltjes.

Deze asch werd nogmaals uitgetrokken met sterk zoutzuur en salpeterzuur, de ingedroogde massa met gedestilleerd water op een filter gebracht en het filtraat bij het eerste gevoegd. Was het gewichtsverlies, tengevolge van de verbranding der nog niet tot asch geworden kooldeeltjes zeer gering, was dus de eerste verbranding vrijwel volkomen geweest, dan werd deze tweede behandeling met zuren nagelaten.

In het verbrandingskroesje bleef dan het kiezelzuur, met zeer geringe hoeveelheden ijzer achter.

In het filtraat werd de zwavel bepaald volgens de methode beschreven door Dr. F. P. Treadwell, *Kurzes Lehrbuch der Analytischen Chemie, Band II. Quantitative Analyse, blz. 322 e.v.* De fosfor werd bepaald volgens de molybdeenmethode, voorgeschreven in de

„Methoden van onderzoek aan het Rijkslandbouwproefstation te Maastricht.”

RESULTATEN.

De resultaten van deze bepalingen vindt men in de tabel op blz. 186. Daaruit blijkt, dat het aschgehalte van het meer in het centrum gelegen kernhout bij de meeste der onderzochte houtsoorten grooter is, dan van het verder van het hart verwijderde kernhout, dat het zelfs hooger kan zijn, dan het aschgehalte van het spinthout. Overigens laten zich hieruit weinig conclusies trekken. Het aschgehalte, dat wij voor *djatihout* vonden, komt wel overeen met hetgeen *Pfeiffer* vond.

Aschgehalte van *djatihout*, in gewichtsprocenten van het *absoluut droge* hout:

	kernhout	spinhout
<i>Volgens Pfeiffer</i> ¹⁾	1,26 en 1,34, gemiddeld 1,3	—
<i>Door ons gevonden</i>	1,49 en 1,18, gemiddeld 1,3	1,27
<i>Door Prof. Hoogewerff</i> ²⁾	1,13	
<i>Door Koning en Bienfait</i> ²⁾	1,17 voor oud <i>djatihout</i> .	
	1,77 voor jong <i>djatihout</i> .	

Voor *djatihout* uit Britsch-Indië ³⁾ wordt soms een veel lager aschgehalte vermeld, n.l. 0,80—0,66, voor hout met respectievelijk 10,1 en 9,3 % vocht; voor absoluut droog hout omgerekend is dat 0,9 % voor *djatihout* uit cultuurbosschen en 0,73 % voor hout uit oorspronkelijke *djatibosschen*.

Sudborough vond daarentegen (*Journ. Ind. Inst. Sci. Vol. III, 281*) voor *djatihout* in Britsch-Indië een aschgehalte van 8,6 % van de droge houtskool; dat is veel meer dan voor de *djati* uit Nederlandsch-Indië gevonden werd (n.l. $3\frac{1}{4}$ %).

Voor *kēsambihout* (*Schleichera trijuga Willd.*) vond men in het laboratorium van de afdeeling Nijverheid van het Departement van Landbouw, Nijverheid en Handel te Buitenzorg een aschgehalte van 1,35 % van het watervrije hout ⁴⁾. Wij vonden voor het kernhout, in de nabijheid van het hart gelegen, een veel hooger aschgehalte, n.l. 2,48 %, voor de aschgehalten van het verder van het hart verwijderde kernhout en het spinthout kregen wij ook lagere

1) *Pfeiffer*, l.c., blz. 127.

2) *Heringa*, l.c., blz. 376.

3) Verbrandingswaarde van houtsoorten. Referaat. *Tectona*, dl. IX (1916), blz. 599 en 600.

4) *R. Wind Hzn.*, l.c. blz. 530.

getallen. *Gamble*, l.c., blz. 195, vermeldt een aschgehalte van 1,46 % van het absoluut droge (*kèsambi*) hout.

Het gehalte aan asch was het laagst bij *Pinus Merkusii Jungh. et de Vr.*; het is ook laag ten opzichte van het aschgehalte van *Pinus silvestris*, waarvoor de volgende cijfers worden gegeven door:

<i>Åkerman</i> (Zweden)	0,23 %	van het watervrije hout.
<i>Klason</i> (Zweden)	0,23 %	„
<i>Schwalbe en Becker</i> (Pruisen)	0,39 %	„
<i>König en Becker</i> (Westfalen)	0,53 %	„
<i>Chevandier</i> (Vozezen)	1,04 %	?

Het gehalte aan zwavel werd zeer laag bevonden bij *Rhizophora conjugata L.*, *Pinus Merkusii Jungh. et de Vr.* en *Tectona grandis L.*, iets hooger bij *Gluta Renghas L.* en *Schleichera trijuga Willd.* en het hoogst bij *Bruguiera gymnorhiza Lam.* Of het hooge gehalte aan zwavel bij deze laatste houtsoort normaal, dan wel een toevalligheid was, als gevolg van een hoog eiwitgehalte, kon niet worden uitgemaakt.

Neemt men aan, dat bij verkoling het houtskoolrendement ruim 30 % bedraagt, wat bij *Bruguiera* zeer wel mogelijk is, dan is het zwavelgehalte in de houtskool ongeveer 0,2 à 0,3 %. Dit is nog altijd belangrijk lager, dan in cokes en anthraciet. De vraag deed zich voor of tijdens het verbranden van de houtskool zwavel in aanzienlijke hoeveelheden vervluchtigde, zoodat deze niet in de asch werd teruggevonden.

Daartoe werd de houtskool tot fijn poeder vermalen en van twee gelijke helften, de eene met overmaat van kalk gemengd (poederkalk CaO , 10 gram op 50 à 70 gram houtskoolpoeder) zoodat alle mogelijk ontwijkende zwavel zich met de kalk zou verbinden. Daarna werd voor beide helften na verasschen het zwavelgehalte weer bepaald. Dit onderzoek geschiedde met houtskool van *Rhizophora kernhout*, *Bruguiera-spinthout* en *Pinus Merkusii-hout*.

Belangrijke afwijkingen werden niet gevonden.

Thoms (volgens *M. Büsgen, Die Eigenschaften und die Produktion des Java-Teak oder Djati, Der Tropenpflanzer, XI, Beiheft No. 12 1907, blz. 361*) vond in de asch van *Tectona grandis L.* 2,22 % zwavelzuur. Volgens de door ons gedane bepalingen zou dit bedragen 3 %. Met uitzondering van *Schleichera trijuga Willd.*, was het zwavelgehalte in de asch van het spinthout hooger dan in de asch van het kernhout. Het gehalte aan fosforzuur was hoog bij *Tectona grandis L.*, zooals te verwachten was en ook bij *Gluta Renghas L.*

Met uitzondering van den *djati*, was het gehalte aan fosforzuur van het spinthout meer of minder belangrijk hooger, dan van het kernhout.

Thoms (naar *Büsgen*, zie boven) en *R. Romanis* (volgens *J. S. Gamble, A Manual of Indian Timbers*, blz. 532) vonden:

Djatihout	Samenstelling van de asch in %		
	<i>Thoms</i>	<i>R. Romanis</i>	
		Kernhout	Spinthout
fosforzuur	29,61	27,42	31,97
kieselzuur	24,98	32,69	23,36
asch in % van het houtgewicht (vocht?).		1,00	0,74

Door ons werd in de asch van kernhout 36,5 % en 34 % en van spinthout 30 % P_2O_5 gevonden.

De gehalten aan kieselzuur waren zeer hoog bij *Gluta Renghas L.* en vrij hoog bij *Tectona grandis L.*, *Bruguiera gymnorhiza Lam.* en *Pinus Merkusii Jungh et de Vr.*

Voor de verschillende monsters wijken enkele gehalten sterk af, waarvoor het voorloopig niet mogelijk is, een plausibele verklaring te geven. Voor *djatihout* waren ze niet hooger, dan de gehalten door *Thoms* en *Romanis* gevonden. Ze bedroegen voor kernhout 6 % en 35 % van de asch en voor spinthout 14 % van de asch aan SiO_2 .

Ter vergelijking geven wij hier een overzicht van de eischen te stellen aan hoogovencokes en gieterijcokes, zooals *Koppers* (*Voor- dracht, 6 September 1922, Verein Deutscher Eisengieszereien, Poly- technisch Weekblad, 1922, blz. 944*) ze aangeeft.

I. Hoogovencokes.

De cokes moet makkelijk brandbaar zijn, opdat het opstijgende CO_2 snel gereduceerd wordt tot CO .

Te weinig brandbare cokes geeft de volgende nadeelen:

- Vermindering van de hoeveelheid gesmolten materiaal bij eenzelfde brandstofverbruik;
- Minder kwaliteit ijzer;
- Meer kracht- en gasverbruik.

Eischen te stellen aan hoogovencokes (volgens *Koppers*):

- | | |
|---|----------------------|
| 1. Aschgehalte hoogstens 9 %. | } Bestaande eischen. |
| 2. Watergehalte hoogstens 5 %. | |
| 3. Zwavelgehalte hoogstens 1—1,25 %. | |
| 4. Verontreiniging bij ontvangst hoogstens 6 %. | |
| 5. Volume der poriën 50 %. | |
| 6. Geringste drukvastheid 100 K.G./c.M. | |

Aanvullende bepalingen:

- De stukgrootte moet zoodanig zijn, dat geen afmeting 120 m.M. overschrijdt;

- b. De fabricatie moet geschied zijn door destillatie tot op hoogstens 800 °C. Bij deze temperatuur moeten uit een monster de nog aanwezige vluchtige bestanddeelen dus beginnen te ontwijken. Hoogstens 3 % vluchtige stof mag aanwezig zijn.
- c. Van cokesstukken van 50 tot 120 m.M. mag bij vier maal vallen op een harde vloer (50 K.G. van 1,85 M. hoogte) slechts 25 % tot stukken kleiner dan 50 m.M. uiteenvallen.
- d. Van 50 K.G. cokes van 50 tot 120 m.M. stukgrootte mag in een ronddraaiende trommel (diameter 1 M.; breedte 0,5 M.; 25 omw./min.) in vier minuten slechts 20 % aan stukken kleiner dan 40 m.M. ontstaan zijn.
- e. Het watergehalte mag niet meer dan 3 % bedragen.

II. Gieterijcokes.

Hierbij moet de cokes juist minder goed brandbaar zijn.

Te brandbare cokes geeft de volgende bezwaren:

- a. Te hoog brandstofverbruik;
- b. Gesmolten ijzer, dat te mat — onvoldoende heet — is;
- c. Hooger zwavelgehalte van het ijzer;
- d. Slecht gietwerk.

In den koopeloven moet plaatselijk een zoo groot mogelijke warmte verkregen worden, de cokes moet er dus direct tot CO₂ verbranden.

Eischen te stellen aan gieterijcokes:

1. Aschgehalte voor kwal. I	hoogstens 8 %	kwal. II	9 %	} Bestaande eischen.
2. Watergehalte „ „ I	5 %	„ II	5 %	
3. Zwavelgehalte „ „ I	1 %	„ II	1,25 %	
4. Verontreiniging bij ontvangst „ „ I	6 %	„ II	6 %	
5. Volumen der poriën	40 %	„	49 %	
6. Geringste drukvastheid	100 K.G./c.M.	„	100 K.G./c.M.	

Aanvullende bepalingen:

- a. Stukgrootte zoodanig, dat de maximum afmeting niet meer dan 80—120 m.M. bedraagt.
- b. De fabricatie moet bij meer dan 1000° C. geschied zijn. Bij langzame verhitting moeten eerst bij deze temperatuur de vluchtige bestanddeelen uit een monster beginnen te ontwijken.
- c. Als onder c. voor hoogovencokes omschreven.
- d. Watergehalte niet meer dan 3 %.

ASCHGEHALTE EN GEHALTEN AAN ZWAVEL, FOSFOR EN
KIEZELZUUR VAN HOUTSKOOL.

Houtsoort	No. van het hout- monster	Kern- of spinhout	Asch	S.	P ₂ O ₅	SiO ₂
			in gewichtsprocenten van het absoluut droge hout			
Rhizophora conju- gata L.	1	kernhout	1,64	0,011	sporen	0,033
	3	"	1,44	0,019	"	0,033
	5	spinhout	2,20	0,024	"	verloren
Bruguiera gymno- rhiza Lam.	1	kernhout	2,00	0,096	0,010	0,410
	3	"	1,82	0,060	0,024	0,054
	5	spinhout	2,48*)	0,102	0,030	0,102
Gluta Renghas L.	1	kernhout	2,56	0,015	0,041	2,230
	3	spinhout	2,88	0,020	0,294	2,314
	5	"	2,38	0,033	0,257	1,652
Tectona grandis L.	1	kernhout	1,49	0,016	0,544	0,094
	3	"	1,18	0,014	0,420	0,415
	5	spinhout	1,27	0,034	0,364	0,177
Schleichera trijuga Willd.	1	kernhout	2,48	0,032	0,010	0,048
	2	"	1,60	0,021	0,018	0,043
	3	spinhout	1,19	0,015	0,060	0,119
Pinus Merkusii Jungh. et de Vr.	1 en 2	—	0,33	0,02	sporen	0,132

*) Een ander houtmonster gaf een aschgehalte van 1,90%.

Aschgehalte en gehalte aan zwavel zijn, zooals blijkt, bij houtskool aanzienlijk lager dan bij cokes.

§ 5. *Het verkolingsapparaat* (Zie fig. 18 en foto II).

Het door mij voor mijn onderzoek gebezigde apparaat werd vervaardigd in het laboratorium van de afdeeling *Technologie* der Landbouwhoogeschool en bestaat in hoofdzaak uit:

- A. een koperen retort,
- B. een verwarmingsbad.

A.

De retort werd gevormd door een rood koperen buis van 50 c.M. lengte, met een inwendigen diameter van 57 en een wanddikte van 3 millimeter. Het eene einde was conischsamengeperst (zie figuur 18). Boven dit conisch gedeelte was op de buis een schroefdraad gesneden, waarop een koperen flesch geschroefd kon worden, waarin de teer moest worden opgevangen. Aan de flesch was een afvoerpijpje voor de gassen, de opening daarvan lag tusschen het conische wandgedeelte van de retort en de fleschwand, zoodat er geen teer in de afvoerpijp voor de gassen kon loopen en deze dus niet verstopt kon geraken. Aan de bovenzijde was de retort gesloten door een

koperen schroefdeksel, waarin een opening voor de thermometer was. Door het aandraaien van een koperen moer met asbestpakking, waardoor de thermometer werd gestoken, werd deze opening hermetisch gesloten.

B.

Het verwarmingsbad was gemaakt van een ijzeren buis, met een inwendigen diameter van circa 130 millimeter als buitenwand en een rood koperen buis, met een inwendigen diameter van 65 millimeter en 3 millimeter wanddikte, als binnenwand. De bodem werd gevormd door een gietijzeren flens, waarin de koperen buis juist paste. De naden werden autogeen gelascht. De koperen retort paste dus juist in de koperen buis, die de binnenwand van het verwarmingsbad vormde en bleef met het deksel daarop hangen. Door haar gewicht sloot de retort hierdoor gelijktijdig het deksel van het verwarmingsbad. In dit deksel was een opening voor een thermometer, die met een asbestprop daarin bleef hangen, terwijl er bovendien openingen waren door een roerinrichting, die echter, zooals later bleek, gemist kon worden.

Aan den buitenwand van het verwarmingsbad waren drie nokken geklonken, waarmee het bad en daarmee ook de retort in den ring van een driepoot konden worden opgehangen.

Het bad werd verwarmd met gewone gasbranders. Om uitstraling zooveel mogelijk tegen te gaan, was er om het bad nog een plaatijzeren mantel aangebracht, opgehangen aan de pooten van den driepoot.

Tegen het uitlaatpijpje voor de gassen aan de koperen flesch, werd door middel van een wartel een koperen buis geschroefd, welke buis door een koeler werd geleid, zoodat daarin de condenseerbare dampen vloeibaar werden en in een glazen kolf vloeiden. De niet gecondenseerde gassen stegen door een wijde opening van een koperen T-stuk, aangebracht tusschen ontvangkolf en koelbuis, omhoog en ontweken daarna door een nauwe koperen buis, met allonge, boven een bekerglas met water. Zoodra de koperen buis, waardoor de niet gecondenseerde gassen omhoog stegen, warm werd, werd deze afgekoeld, om zooveel mogelijk de gassen daarin nog tot condensatie te brengen. Dit bleek echter bijna nooit noodig te zijn. Werkte de koeler flink, dan bleef ook de afvoerbuis koel.

De koperen flesch, waarin de teer werd opgevangen, werd eveneens door stroomend water afgekoeld.

Als verwarmingsbad werd aanvankelijk een legering van tin en lood gebruikt, ongeveer in de verhouding: 12 tin op 8 lood. Dit mengsel had een smeltpunt van bijna 190° C..

Na eenigen tijd was de koperen binnenwand van het bad op-

gelost en werd verder met een naadlooze ijzeren buis, die het tot het laatste toe uithield, als binnenwand van het verwarmingsbad gewerkt.

Intusschen was nog beproefd zwavel als bad te gebruiken, die bij circa 110°C . smelt en bij circa 444°C . kookt (bij 760 m.M. druk). Van het sublimeeren van de zwavel werd eenige hinder ondervonden en daarom werd verder weer gebruik gemaakt van de legering van tin en lood.

Het koolhout werd, na weging, om een koperen staaf gebonden, waaraan onderaan een geperforeerd koperen schijfje was bevestigd, dat juist in de retort paste, zoodat houtskoolgruis niet in de teer kon vallen. Staaf met bundel was bevestigd aan een koperen schijfje, waarin een opening voor een thermometer. Het geheel kon nu in de retort worden opgehangen, doordat de schijf op den rand rustte.

Na de verkoling, kon de houtskool dan gemakkelijk uit de retort getrokken worden.

Na afloop van de verkoling moest, indien dien zelfden dag niet meer verkoold werd, het lood en tin uitgegoten worden. Geschiedde dit niet, dan zette bij hernieuwde verwarming het mengsel van tin en lood onder in het bad zich dusdanig uit, terwijl de bovenste lagen dan nog niet gesmolten waren, dat er veel kans bestond, dat de wand van het bad zou scheuren.

Het lood- en tin-mengsel werd daarom telkens na afloop van iedere verkoling op een stuk gegolfd dakijzer uitgegoten en de aldus gevormde stangen konden later gemakkelijk weer in het bad gesmolten worden.

Ook de zwavel werd telkens in een pan uitgegoten en dan na stolling in kleine stukjes geklopt.

Voor thermometers werden gewone stikstofthermometers tot 550°C . gebruikt. De bereikte temperaturen bleven ver beneden 550° .

§ 6. *Het exothermisch verloop van de verkoling.*

Bij de verschillende verkolingsproeven, die met het beschreven toestel genomen werden, werd de temperatuur van het verwarmingsbad en de temperatuur in de retort geregeld waargenomen.

Deze temperatuurecijfers werden grafisch weergegeven, waarbij op de ordinaat de temperatuur in graden C. en op de abscis de tijd in minuten werd afgezet.

Het resultaat was niet overal gelijk. Bij sommige verkolingen passeerde na verloop van eenigen tijd de curve der temperatuur in het inwendige van de retort (de binnentemperatuur) de curve der temperatuur van het bad (de buitentemperatuur); bij andere verkolingen sneed de curve der binnentemperatuur die der buitentemperatuur niet.

Wel werd in laatstbedoelde gevallen gedurende eenigen tijd het verschil tusschen binnen- en buitentemperatuur kleiner.

Na eenigen tijd werd dan de curve der binnentemperatuur weer door die der buitentemperatuur gesneden of werd, indien de binnentemperatuur niet boven de buitentemperatuur was gekomen, het verschil weer grooter.

Enkele der meest typeerende grafieken worden hier weergegeven (grafieken II t.m. VII), terwijl hieronder de bijbehorende temperatuurlijsten zijn opgenomen.

TEMPERATUURLIJST MET AANTEKENINGEN VAN ENKELE
VERKOLINGSPROEVEN.

Tijd	Tempera- tuur in de retort °C	Temperat. van het bad °C	Buitem- per. hooger dan binnen- temper. °C	Aanteekeningen
1. Verkoling van kernhout van <i>Bruguiera gymnorhiza</i> Lam.. Houtgewicht (luchtdroog) 297 gram (abs. droog 245,1 gram).				
2 u. 15	ca. 20	300	+280	Begin der verkoling, 3 branders aan.
25	217	301	+ 84	Waterdamp enz. distilleert over.
30	244	311	+ 67	
35	252	319	+ 67	
40	281	327	+ 46	
45	300	328	+ 28	2 branders aan, 1 brander uit, en sterke gasontwikkeling, begin der exotherme reactie.
50	318	333	+ 25	3 branders aan.
55	340	343	+ 3	
3 u. 360	345	—	15	Einde der sterke gasontwikkeling en einde der exotherme reactie. 2 branders aan, luit.
5	350	346	— 4	3 branders aan.
10	350	364	+ 14	
15	352	370	+ 18	3 uur: lichte teer destilleert over, waterkoeler van de teerflesch aangezet.
20	356	377	+ 21	Einde, alle branders uit.
25	360	381	+ 21	
35	350	375	+ 20	
2. Verkoling van kernhout van <i>Schleichera trijuga</i> Willd.. Houtgewicht (luchtdroog) 344,1 gram (abs. droog 291,1 gram).				
10 u. 5	ca. 20	320	+300	Begin der verkoling, 2 branders aan.
10	—	—	—	} Waterdamp destilleert over.
15	165	317	+152	
20	—	—	—	
25	195	320	+125	
30	—	—	—	
35	237	320	+ 83	
40	—	—	—	
45	251	324	+ 73	
50	—	—	—	
55	265	332	+ 67	
11 u. 275	340	+ 65		Begin heftige gasontwikkeling en exotherme reactie.
5	—	—	—	Zeer heftige gasontwikkeling. Zware witte dampen.

Tijd	Tempera- tuur in de retort °C	Temperat. van het bad °C	Buitem- per. hoger dan binnen- temper. °C	Aanteekeningen
10	—	—	—	Gasontwikkeling minder heftig. Gasontwikkeling houdt op, einde der exo- therme reactie. 11 u. 25: 3 branders aan.
15	305	345	+ 40	
20	365	350	— 15	
25	338	349	+ 11	
30	335	360	+ 25	
35	320	375	+ 55	
40	—	—	—	
45	330	385	+ 55	
50	335	390	+ 55	Einde, alle branders uit.
55	340	398	+ 58	
12 u.	350	407	+ 57	
10	365	417	+ 52	
25	390	430	+ 40	
30	385	428	+ 43	

3. Verkooling van spinthout van *Tectona grandis* L.. Houtgewicht (luchtdroog) 225 gram (absoluut droog 197,5 gram).

2 u. 30	ca. 20	350	+ 330	Begin der verkooling, 3 branders aan.
45	170	352	+ 182	2 u. 40: Waterdamp destilleert over.
50	—	—	—	Begin der gasontwikkeling.
55	240	370	+ 130	
3 u.	—	—	—	
5	357	385	+ 28	Zeer sterke gasontwikkeling, exothermisch proces aangevangen.
10	385	394	+ 9	
12	398	396	— 2	
13	400	398	— 2	
14	405	400	— 5	Sterke gasontwikkeling houdt op, einde van het exothermisch proces.
15	403	400	— 3	
20	403	405	+ 2	
25	390	406	+ 16	
30	383	405	+ 22	Einde, alle branders uit.
35	378	403	+ 25	

4. Verkooling van spinthout van *Schleichera trijuga* Willd.. Houtgewicht (luchtdroog) 186,7 gram (absoluut droog 159,6 gram).

9 u. 50	ca. 20	90	+ 70	Begin der verkooling, 3 branders aan.
10 u.	70	80	+ 10	
5	95	—	—	
10	123	212	+ 89	Waterdamp destilleert over.
20	150*)	275	+ 125	*) Waarneming niet nauwkeurig.
30	200	312	+ 112	
40	250	341	+ 91	
50	260	362	+ 102	Begin der gasontwikkeling.
11 u.	261	390	+ 129	Sterke gasontwikkeling, zware witte dampen.
				Begin der exotherme reactie.
5	322	388	+ 66	Gasontwikkeling minder sterk, einde der exotherme reactie.
15	314	395	+ 81	
20	312	395	+ 83	
25	313	400	+ 87	4 branders aan.
30	317	410	+ 97	
35	325	414	+ 89	

Tijd	Temperatuur in de retort °C	Temperat. van het bad °C	Buitem- per, hoger dan binnen- temper. °C	Aanteekeningen
40	330	418	+ 88	
45	333	418	+ 85	
50	340	418	+ 78	
55	347	418	+ 71	
12 u.	350	418	+ 68	Einde, alle branders uit.
5	345	415	+ 70	

5. Verkoling van spinthout van *Bruguiera gymnorhiza* Lam.. Houtgewicht (luchtdroog) 306,1 gram (absoluut droog 263,9 gram).

10 u.	10	ca. 20	180	+ 160	Begin der verkolingsproef, 3 branders aan.
	20	75	180	+ 105	
	30	133	241	+ 108	10 u. 25: waterdamp gaat over.
	40	170	275	+ 105	
	50	186	287	+ 101	
11 u.		206	303	+ 97	
	10	233	315	+ 82	Begin der gasontwikkeling.
	20	270	328	+ 58	Sterkere gasontwikkeling, typische knoflook- lucht. Begin der exotherme reactie.
	30	301	338	+ 37	
	40	312	339	+ 27	Einde der sterke gasontwikkeling en der exotherme reactie.
	50	305	342	+ 37	11 u. 45: 4 branders aan.
12 u.		307	365	+ 58	
	5	—	—	—	12 u. 2: 5 branders aan.
	10	317	384	+ 67	
	15	332	400	+ 68	
	20	340	418	+ 78	
	25	351	431	+ 80	Einde, alle branders uit.
	30	345	427	+ 82	

6. Verkoling van spinthout van *Gluta Renghas* L.. Houtgewicht (luchtdroog) 134,5 gram (absoluut droog 115,5 gram).

2 u.	30	ca. 20	220	+ 200	Begin der verkolingsproef, 3 branders aan.
	35	—	—	—	Waterdamp gaat over.
	40	147	293	+ 146	
	45	170	310	+ 140	
	50	215	336	+ 121	
	55	250	350	+ 100	
3 u.		272	358	+ 86	Begin der gasontwikkeling (witte dampen).
	5	294	368	+ 74	
	10	301	373	+ 72	
	15	331	380	+ 49	Zeer heftige gasontwikkeling, exothermisch proces begonnen.
	20	343	386	+ 43	
	25	343	390	+ 47	Einde der heftige gasontwikkeling en van het exothermisch proces. 4 branders aan.
	30	338	395	+ 57	
	35	—	—	—	
	40	340	413	+ 73	
	45	355	422	+ 67	
	50	—	—	—	
	55	380	432	+ 52	Einde, alle branders uit.
4 u.		375	429	+ 54	

Bij het vergelijken van de grafieken moet wel aandacht geschonken worden aan het feit, dat de verwarmingswijze niet steeds volkomen gelijk was.

Eerst werd verkoold met een toestel, waarvan de binnenwand van het bad van koper was, terwijl de retort eveneens uit een koperen buis bestond. Als bad werd daarbij een tin- en loodlegeering gebruikt. Op deze wijze is onder meer het kernhout van *Bruguiera gymnorrhiza* Lam. verkoold, hetgeen in grafiek II is weergegeven. Nadat de binnenwand van het bad doorgesmolten was, werd daarvoor een naadlooze ijzeren buis gebezigd en werd voor het bad zwavel gebruikt. Op deze wijze werden onder meer spinthout van *Schleichera trijuga* Willd., spinthout van *Bruguiera gymnorrhiza* Lam. en spint-hout van *Gluta Renghas* L. verkoold. Hierop hebben grafieken V, VI en VII betrekking.

Tenslotte werd weer de tin- en loodlegeering gebruikt, waarmee o.a. kernhout van *Schleichera trijuga* Willd. en spinthout van *Tectona grandis* L. verkoold werden. Hiervoor zie men grafieken III en IV. Zoolang nog de binnenwand van het bad een koperen buis was en de warmtegeleiding van koper op koper uitstekend, bedroeg het verschil tusschen de buiten- en binnentemperatuur, aan het einde der verkoling ongeveer 25° C. Nadat de ijzeren binnenwand gebruikt werd en de warmtegeleiding dus minder goed was, bleef aan het einde der verkoling de binnentemperatuur meer dan 50° C. onder de buitentemperatuur. Bij een eindtemperatuur van 375° C.—380° C. van de houtskool in de retort, moest de buitentemperatuur dus tot boven 425° C. opgevoerd worden, waarbij echter de sublimatie van de zwavel zeer hinderlijk werd. Daarom werd later weer tin en lood gebruikt, waarbij het hoog opvoeren van de temperatuur geen bezwaar was.

Ware bij de verkolingen, waarop de grafieken IV, V en VI betrekking hebben, de binnenwand van het bad ook van koper en daardoor het verschil tusschen binnen- en buitentemperatuur niet veel meer dan 25° C. geweest, dan zou in die gevallen ook de binnentemperatuur boven de buitentemperatuur gestegen zijn, hetgeen daaruit gemakkelijk af te leiden is.

Het verschil van 75° à 100° C. kon thans niet door de binnentemperatuur opgeheven worden. In de gevallen waarop de grafieken II en III betrekking hebben, zou de binnentemperatuur nog hooger boven de buitentemperatuur zijn gestegen en daar ook langer boven gebleven zijn.

Een andere factor van belang is het uiteenlopende gewicht van het te verkolen hout geweest, waardoor de vrijgemaakte warmte ook zeer verschillend geweest moet zijn.

Toch toonen zoowel de grafieken, waarin de binnentemperatuur de buitentemperatuur passeert, als die, waarbij de binnentempera-

tuur de buitentemperatuur nadert, de exotherme reactie wel aan. In de meeste gevallen ving deze aan bij 260° à 300° C. en was bij 350° à 370° C. afgelopen. Alleen bij den *djati* (*Tectona grandis* L.) begon dit proces, gepaard gaande met een zeer sterke gasontwikkeling wat later, zoowel bij de verkoling van kernhout als van spint-hout.

Het exothermisch proces verliep bij deze snelle verkolingen binnen korten tijd, de periode van heftige gasontwikkeling duurde zelden langer dan 10 à 15 minuten.

§ 7. De producten der droge destillatie.

In de tabel op blz. 194 zijn de resultaten der verkolingen met de zes Indische houtsoorten vermeld. Daarbij zijn alle gegevens uitgedrukt in gewichtsprocenten van absoluut droog hout.

In de praktijk komt absoluut droog hout niet voor en zijn zulke cijfers zonder omrekening niet te gebruiken. Daarom hebben we in de tabel op blz. 194 dezelfde resultaten vermeld, maar uitgedrukt in procenten van luchtdroog hout. Een afzonderlijke bespreking van de producten en van de methode van het bepalen van de hoeveelheid en samenstelling daarvan moge thans volgen.

I. Houtskool.

Bepaling van het houtskoolgewicht.

Zoo spoedig dit mogelijk was, wordt de houtskool uit de nog warme retort getrokken, in filtreerpapier gewikkeld en gewogen.

Dit geschiedde binnen 5 minuten. Aangenomen kan dus worden, dat de houtskool nog niet in belangrijke mate vocht heeft opgenomen.

*Mariller*¹⁾ geeft de volgende cijfers voor de wateropname door berkenhoutskool (naar Woolich):

na	6	dagen	blootgesteld	te	zijn	aan	de	lucht	4,3	%	water
„	13	„	„	„	„	„	„	„	5,6	%	„
„	22	„	„	„	„	„	„	„	6,6	%	„
„	35	„	„	„	„	„	„	„	7,6	%	„
„	56	„	„	„	„	„	„	„	8,16	%	„
„	85	„	„	„	„	„	„	„	8,44	%	„

1) *Mariller*, l.c. blz. 26.

RENDEMENTEN VAN DE VERKOLING VAN DE ZES INDISCHE
HOUDSOORTEN (BEREKEND VOOR **ABSOLUUT** DROOG HOUT).

Houtsoort		Rhizophora conjugata L.		Brugiera gymnorhiza Lam.		Gluta Renghas L.		Tectona grandis L.		Schleichera trijuga Willd.		Pinus Merkusi Jnhg. et de Vr.
		Kernhout	Spinthout	Kernhout	Spinthout	Kernhout	Spinthout	Kernhout	Spinthout	Kernhout	Spinthout	
Vochtgehalte in % van het abs. droge hout		17,2	16,0	17,5	16,0	15,6	15,1	10,3	13,9	17,9	16,9	21,5
Aschgehalte in % van het abs. droge hout		1,54	2,20	1,90	2,48	2,56	2,61	1,33	1,27	2,00	1,19	0,33
Rendement van de verkoling in ge- wichtsproc. van absoluut droog hout.	Houtskool	46,0	47,1	44,2	51,5	53,7	43,8	39,3	39,2	44,9	40,3	38,9
	Totaal destillaat	31,9	26,0	33,2	28,2	23,4	36,4	53,5	40,3	34,4	39,0	45,4
	Niet condenseerbare gas- sen (= rest)	22,1	26,9	22,6	20,3	22,9	19,8	7,2	20,5	20,7	20,7	15,7
		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	Totaal zuur, direct geti- treerd, als azijnzuur be- rekend	4,6	4,3	3,7	3,5	3,4	5,1	6,4	4,0	4,0	4,9	4,9
	Totaal zuur, volgens me- thode Klason bepaald ..	4,4	4,1	3,5	3,3	3,0	5,0	6,1	3,8	3,8	4,5	4,7
	Totaal houtgeest	1,5	1,3	1,2	1,6	1,8	1,4	1,4	1,2	1,3	1,8	0,9
	Teer, pek en zware oliën ..	5	5	7	7	5	10	10	10	10	12	15
	Eindtemperatuur ° C.	470	350	360	350	320	380	370	380	325	350	355

RENDEMENT DER PROEFVERKOLINGEN
IN GEWICHTSPROCENTEN VAN HET **LUCHTDROGE** HOUT.

Vochtgehalte in % van het lucht- droge hout		14,6	13,8	14,9	13,8	13,5	14,1	9,3	12,2	15,2	14,5	17,6
Aschgehalte in % van het lucht- droge hout		1,3	1,9	1,6	2,1	2,2	2,3	1,2	1,1	1,7	1,0	0,27
In gewichtsprocenten van het luchtdroge hout.	Houtskool	39,2	40,6	38,0	44,4	46,5	37,6	35,5	34,5	38,0	34,5	32,1
	Totaal destillaat	41,8	36,1	43,0	38,1	33,7	45,4	57,9	47,6	44,4	47,8	55,0
	Niet condenseerbare gas- sen (= rest)	19,0	23,3	19,0	17,5	19,8	17,0	6,6	17,9	17,6	17,7	12,9
		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	Totaal zuur, als azijnzuur berekend, direct geti- treerd	3,8	3,6	3,1	3,0	2,9	4,4	5,8	3,5	3,3	4,1	3,8
	Totaal zuur, als azijnzuur berekend, volgens de methode Klason	3,6	3,4	2,9	2,8	2,5	4,2	5,5	3,2	3,2	3,8	3,6
	Totaal houtgeest	1,3	1,1	1,0	1,4	1,6	1,2	1,3	1,05	1,1	1,5	0,74
	Teer, pek en zware oliën ..	4	4	6	6	4	9	9	9	8	10	12
	Eindtemperatuur ° C.	470	350	360	350	320	380	370	380	325	350	355

Klason (Journ.f.prakt. Chemie-band 90 (1914), blz. 420) vermeldt, dat op grond van wegingen van houtskool in het luchtledige, waarbij de kool bij 150° C. gedroogd wordt, een correctie van 2—3 % moet worden aangebracht op het gewicht der aan de lucht gewogen houtskool. Verder is het waarschijnlijk, dat tengevolge van het afkoelen van de kool in de gesloten retort, deze nog een deel der daarin mede aanwezige gassen geabsorbeerd heeft en dientengevolge zwaarder is geworden.

Het *houtskoolrendement* van de Indische houtsoorten is hoog. Dit is het gevolg van het feit, dat uitsluitend matig zware, zware en zeer zware houtsoorten verkoold werden. Voor tropische houtsoorten is het rendement voor laboratoriumverkolingen echter niet buitengewoon hoog.

*Bunbury*¹⁾ vermeldt de resultaten van proefverkolingen van *Sudborough* en zijn medewerkers van ruim 40 houtsoorten uit Britsch-Indië (Mysore); waaronder ook verscheidene zware houtsoorten voorkwamen, die verkolingsrendementen van 45 à 50 % opleverden.

De resultaten der proefverkolingen met de 6 houtsoorten uit Nederlandsch-Indië geven wel den indruk, dat de zeer zware houtsoorten betere houtskoolopbrengsten geven, dan de minder zware.

Alleen *Gluta Renghas L.*, die een matig zwaar hout levert, geeft opvallend hoge houtskoolopbrengsten.

Een overzicht van enkele *eigenschappen der zes houtskoolsoorten*, van belang voor de beoordeling van de bruikbaarheid, vindt men in de tabel op de volgende bladzijde.

In de praktijk worden aan goede houtskool de volgende eischen gesteld:

- 1e goede houtskool mag er niet dof uitzien,
- 2e goede houtskool heeft een metaalklank,
- 3e goede houtskool mag niet (zwart) afgeven,
- 4e van goede houtskool moeten kleine stukjes aan de tong blijven kleven.

Het is zeer goed mogelijk dat in het praktische bedrijf deze eigenschappen anders zijn. De *kēsambi-houtskool (Schleichera trijuga Willd.)* zag er bij deze proefverkolingen niet zoo mooi uit, als wij dat in de praktijk gewend waren.

Het is bekend, dat de *djatihoutskool* veel vonkt en daarom voor huishoudelijk gebruik en vooral voor waschbazen en kleermakers niet goed bruikbaar is. De houtskool van *Gluta Renghas L.* deed dit,

1) *Bunbury*, l.c. blz. 62 en 63.

ENKELE EIGENSCHAPPEN DER ZES HOUTSKOOLSOORTEN.

Omschrijving der eigenschappen	<i>Rhizophora conjugata</i> L.	<i>Bruguiera gymnorhiza</i> Lam.	<i>Gluta Renghas</i> L.	<i>Tectona grandis</i> L.	<i>Schleichera trijuga</i> Willd.	<i>Pinus Merkusi</i> Jungh et de Vr.
1. Glans:						
a. uiterlijk	mat glanzend	mat glanzend	glanzend	glanzend	glanzend	sterk glanzend
b. op de breuk ..	glanzend	glanzend	idem	idem	idem	glanzend
2. Metaalklank al dan niet aanwezig	zwak	zwak	zwak	goede klank	goede klank	goede klank
3. Afgeven	neen	neen	neen	neen	neen	neen
4. Aankleven van kleine deeltjes aan de tong	ja (weinig)	ja (weinig)	ja (vrij veel)	ja (vrij veel)	ja (weinig)	ja (vrij veel)
5. Vastheid en dicht- heid	vast en dicht	vast en dicht	vast en dicht	vast, vrij dicht (kl. scheurtjes)	vast, veel kl. scheurtjes	vast en vrij dicht
6. Vonken b. h. aan- wakkeren	weinig of niet	weinig of niet	vonkt zeer sterk	vonkt sterk	vonkt weinig	weinig of niet
7. Rookten en stinken	niet	niet	niet	weinig	vrij veel	niet
8. Doorgloeien zon- der aanwakkeren.	zeer goed	zeer goed	goed	slecht	zeer goed	goed
9. Kleur van de asch	geel-wit	geel-wit	grauw	grijs en wit	zuiver wit	geel-wit
10. Voelt de asch zan- derig aan	neen	neen	een weinig	neen	zeer weinig	neen

voor zoover aan de door ons gebrande kool beoordeeld kan worden, in nog veel sterker mate. Deze houtskool is dus voor zulke doeleinden waarschijnlijk ook niet aan te bevelen.

Daarentegen is de *djatihoutskool* voor smederijen uitstekend geschikt, beter dan de *kēsambihoutskool* b.v., die aan het ijzer blijft kleven. Het slecht doorgloeien van de *djatihoutskool* zou daarbij ook een voordeel kunnen zijn, omdat zoolang het vuur niet wordt aangewakkerd, er van de *djatihoutskool* veel minder verbrandt, dan van de overige door ons onderzochte houtskoolsoorten. Voor huishoudelijk gebruik zijn deze, vooral de kool van de beide houtsoorten uit de vloedbosschen en de *kēsambikool* juist bijzonder geschikt.

Het is niet uitgesloten, dat minder goed gebrande kool van *Bruguiera gymnorhiza* Lam. de onaangename knoflooklucht verspreidt, die er bij het verbranden en ook bij het verkolen van deze houtsoort ontstaat. Zulke houtskool is dan voor huishoudelijk gebruik ongeschikt. Het hout van *Rhizophora conjugata* L. verspreidde bij de verkoling deze lucht in het geheel niet.

Het aschgehalte en de gehalten aan zwavel, fosfor en kiezelzuur van de houtskool bedroeg in gewichtsprocenten daarvan:

Houtsoorten		In gewichtsprocenten van de houtskool:			
		Asch	S.	P ₂ O ₅	SiO ₂
<i>Rhizophora conjugata</i> L.	kernhout	3,3	0,03	sporen	0,07
	spinhout	4,6	0,05	sporen	verloren
<i>Bruguiera gymnorrhiza</i> L.	kernhout	4,0	0,16	0,04	0,47
	spinhout	4,7	0,19	0,05	0,19
<i>Gluta Renghas</i> L.	kernhout	5,6	0,03	0,09	5,00
	spinhout	6,0	0,06	0,62	4,60
<i>Tectona grandis</i> L.	kernhout	3,4	0,04	1,20	0,63
	spinhout	3,2	0,08	0,91	0,44
<i>Schleichera trijuga</i> Willd.	kernhout	4,4	0,06	0,03	0,10
	spinhout	2,9	0,04	0,14	0,29
<i>Pinus Merkusii</i> Jungh. et de Vr.	—	0,8	0,05	sporen	0,32

Volgens deze gegevens zou dus voor reductie van tinerts, de houtskool van *Bruguiera gymnorrhiza* Lam. veel minder geschikt zijn, dan die van *Rhizophora conjugata* L., daar eerstgenoemde houtskool een veel hoger zwavelgehalte heeft.

Bij de tinreductie toch is een hoog zwavelgehalte zeer nadeelig, aangezien dit de vorming van tinsulfide mogelijk maakt en daar dit bij de in de tinovens heerschende temperatuur zeer vluchtig is, dus verliezen veroorzaakt.

Ook van de andere houtskoolsoorten is het zwavelgehalte laag. Het is natuurlijk mogelijk, dat het hoge zwavelgehalte, dat wij voor *Bruguiera gymnorrhiza* Lam. vonden, abnormaal is.

Nader onderzoek aan hout, afkomstig van verschillende boomen is zeer gewenscht.

Waar een hoog gehalte aan fosfor en kiezelzuur ongewenscht is, is houtskool van *Gluta Renghas* L. en van *Tectona grandis* L. minder geschikt. De overige koolsoorten zijn goed, waarbij dan nog vermeld kan worden, dat het aschgehalte van *kēsambikernhout* (*Schleichera trijuga* Willd.) als gemiddelde te hoog is, als gevolg van het zeer hoge aschgehalte van het donkerbruine kernhout om het hart. In den boom maakt dit maar een klein gedeelte van het totale kernhout uit. Van de kool uit het meer lichtbruin gekleurde kernhout was het aschgehalte slechts 3,5 %.

II. Teer.

Bepaling. Het is zeer moeilijk van de kleine hoeveelheden

teer, die de proefverkolingen opleveren, door scheiding van pek en zware oliën, betrouwbare cijfers te verkrijgen. Daarom werd deze scheiding achterwege gelaten en werd door decanteeren de totale hoeveelheid teer, pek en zware oliën bepaald. De verkregen cijfers werden op geheele procenten afgerond. Watervrij kon de teer niet gemaakt worden. De cijfers (zie tabellen blz. 193 en 194) gaven geen aanleiding tot opmerkingen; ze zijn niet bijzonder hoog en stemmen wat betreft *djati* en *kėsambi* wel overeen met de resultaten van *Sudborough* en zijn medewerkers bij verkolingen van Britsch-Indisch *djati*- en *kėsambi*-hout.

Eischen aan de teer te stellen. Aan Zweedsche of Moscovische naaldhoutteer worden de volgende eischen gesteld:

1. de teer moet zuiver zijn,
2. de teer moet goed vloeibaar zijn,
3. bij het verwerken moet de kleur helder, roodachtig bruin zijn,
4. de teer moet zonder gal of waterkorrel (harskristallen) zijn,
5. de teer moet zonder bijzondere gele strepen zijn,
6. de teer moet goed dekken en zich gemakkelijk laten uitstrijken,
7. de teer moet vettig aanvoelen tusschen de vingers.

Daar de door ons verkregen teer niet zuiver was, kon niet worden nagegaan in hoeverre de van de verschillende houtsoorten afkomstige teer, aan deze eischen voldeed.

Van alle teersoorten werd een monster op een plankje grenenhout uitgestreken.

Met uitzondering van die, afkomstig van *Gluta Renghas L.*, dekte de teer der onderzochte houtsoorten goed en liet zich ook gemakkelijk uitstrijken.

De kleur van de teer der loofhoutsoorten was over het algemeen niet zeer donker. Alleen die van *djatihout* afkomstig was dit wel, bij zwart af. Deze teer dekte echter zeer goed, was gemakkelijk uit te strijken en droogde spoedig. Waar een lichte kleur niet geëischt wordt, is deze houtteer zeer goed te gebruiken, b.v. voor het teeren van gebouwen en schuttingen.

Voor zoover aan de monsters beoordeeling mogelijk was, drong de teer vrij goed in het hout door.

De teer van *Pinus Merkusii Jungh. et de Vr.* is, voor zoover beoordeeld kan worden, even goed als de Europeesche naaldhoutteer. De teer dekt goed, laat zich gemakkelijk uitstrijken en heeft een fraaie roodbruine kleur. Daar de teer uit onze monsters niet geheel harsvrij was te maken, droogde deze niet steeds zoo snel, als gewenscht is. De teer voelde vettig aan tusschen de vingers.

Teer van *Pinus Merkusii Jungh. et de Vr.* in het laboratorium gestookt, zinkt in de houtzuren, en schijnt dus weinig terpentijnolie en lichte harsoliën te bevatten ¹⁾.

De door ons in het destillaat der verkoling van hout van *Pinus Merkusii* aangetroffen hoeveelheid terpentijnolie was te gering om deze hier ook maar ten naaste bij nauwkeurig te bepalen.

III. Azijnzuur.

Aan z.g. houtzuren treffen we in het destillaat onder meer aan: azijnzuur, mierenzuur en propionzuur vermengd met aldehyden en phenolen.

Deze phenolen en aldehyden bemoeilijken het titreeren. Nadat door ons de zuren in het destillaat direct getitreerd waren, werd voor het nauwkeuriger bepalen van het totaal gehalte aan zuren, de door *Klason (Journal f. prakt. Chemie, band 90 (1914), blz. 415 e.v.)* aangegeven methode gevolgd.

20 ccm. der waterige oplossing van de houtzuren worden daartoe in een scheitrechter met 5 ccm. chloroform uitgeschud, vervolgens met 2 ccm. en ten slotte nog eens weer met 2 ccm.. Het niet in de chloroform opgeloste gedeelte wordt gefiltreerd. De chloroform, weer in de scheitrechter gebracht, wordt met 5 ccm., daarna met 3 ccm. en vervolgens nog eens met 3 ccm. water geschud, waardoor de door de chloroform opgenomen zuren weer uitgetrokken worden. Dit waschwater laat men ook door het hoger genoemd filter loopen.

In het filtraat kan men dan de zuren zeer goed, met phenolphthaleïne als indicator, titreeren. Voor bepaling van het gehalte aan phenolen, laat men de chloroform verdampen. Het residu is dan bij benadering de hoeveelheid phenolen.

De aldus bepaalde zuren, omvatten dus azijnzuur, mierenzuur, propionzuur en nog enkele vetzuren ²⁾.

Deze zuren werden door ons niet nader gescheiden, omdat de verkregen cijfers wel een voldoende indruk geven van het mogelijke rendement aan azijnzuur bij destillatie in het groot.

De door ons gevonden cijfers vergeleken met die van andere onderzoekers, geven aanleiding tot de volgende opmerkingen.

1. Voor *Rhizophora spec.* vond *Wells (Philippine J. Sci. 1917, A blz. 111)* een opbrengst aan totaal zuur van 5,16 %; dat is dus meer, dan door ons voor *Rhizophora conjugata L.* werd gevonden.

1) Zie: *Klar l.c.*, blz. 60. Een naaldhout-teer, die in de houtzuren zinkt, bevat weinig harsolie, d.i. een mengsel van terpentijnolie en lichte harsolie en de verwerking van die teer op deze producten zal zelden loonend zijn.

2) *Klar, l. c.*, blz. 51, vermeldt onder meer nog: boterzuur, valerianzuur, capronzuur, crotonzuur, angelicazuur.

2. Voor *Bruguiera parviflora*, die ook in de vloedbosschen van Nederlandsch-Indië voorkomt, veelal in kleine zuivere bestanden aan de landzijde, vond Wells een totaal zuuropbrengst van 4,95 % dus ook meer, dan wij bij *Bruguiera gymnorhiza* Lam. vonden.

3. Voor *Tectona grandis* L. vonden Sudborough en zijn medewerkers (*Jour. Ind. Inst. Sci.*, Vol. II, 107; Vol. III, 281) een opbrengst aan azijnzuur van 2,99 %, voor hout met 15 % water.

Door ons werd voor *djatikernhout*, met 9,3 % water, gevonden 5,5 % totaal zuur en voor *djatispinthout*, met 12,2 % water 3,2 % totaal zuur. Rekening houdende met de aanwezigheid van mierenzuur, een weinig propionzuur e.d., stemt het cijfer voor *djatispinthout* overeen met het cijfer van *Sudborough*; het door ons gevonden rendement voor *djatikernhout* is echter veel hoger.

4. Voor *Schleichera trijuga* Willd. vonden Sudborough c.s. een rendement van 2,56 % voor hout met 15 % water.

Door ons werd gevonden 3,2 % totaal zuur in hout met ongeveer 15 % water. Rekening houdende met het aandeel van mierenzuur etc. in het totaal-zuur rendement, komen wij dus tot een iets hoger gehalte.

Van de overige houtsoorten zijn ons geen onderzoeken ter vergelijking bekend. Voor hout van *Pinus silvestris* vond Klason een azijnzuur-rendement van bijna 3,8 % van het absoluut droge hout. Het rendement van *Pinus Merkusii* Jungh. et de Vr. is dus, rekening houdende met mierenzuur etc., een weinig hoger.

IV. Houtgeest.

Methode van bepaling. Het methylalkoholgehalte werd bepaald met de colorimetrische methode van Denigès, gewijzigd door Von Fellenberg ¹⁾.

Daartoe werden 5 ccm. van het destillaat aangelengd met 100 ccm. water en hiervan 20 ccm. met natronloog in een kolfje gebracht, waarna gedestilleerd werd tot minstens 60 % der vloeistof was overgegaan. Men mag aannemen dat dan ook alle methylalkohol overgedestilleerd is (zie tabel van Klar ²⁾).

Door het koken met natronloog wordt echter ook de formaldehyde tot methylalkohol omgezet, zoodat in het opgevangen destillaat meer methylalkohol aanwezig is, dan in het waterige destillaat, dat oorspronkelijk uit het verkolingsapparaat kwam.

Het opgevangen destillaat werd nogmaals in een kolfje, met een

1) Th. von Fellenberg. Über den Nachweis und die Bestimmung des Methylalkohols, sein Vorkommen in den verschiedenen Nahrungsmitteln und das Verhalten der methylalkoholhaltigen Nahrungsmittel im Organismus. Biochemische Zeitschrift, 85 (1918), blz. 45 t/m. 117.

0.5/100
Desqualis
194

langen staanden koeler gebracht en na toevoëging van 5 druppels 10 % zilvernitraatoplossing, gedurende 5 minuten gekookt.

Daarna opnieuw in een kolfje gebracht werd wederom ongeveer 60 % overgedestilleerd. Met dit laatste destillaat werd dan de eigenlijke reactie uitgevoerd.

De hiervoor benodigde reagentia waren:

1e. Alcohol-zwavelzuur, (20 ccm. zuivere absolute alcohol, daarbij 40 ccm. geconcentreerd zwavelzuur en dit met water aangevuld tot 200 ccm.);

2e. Kaliumpermanganaatoplossing (5 gram KMnO_4 in 100 ccm.);

3e. Oxaalzuuroplossing (8 gram in 100 ccm.);

4e. Zuiver, geconcentreerd, zwavelzuur;

5e. Fuchsine-zwaveligzuur, (5 ³) gram fuchsine, 12 gram natrium-sulfiet en 100 ccm. n. zwavelzuur en aangevuld tot 1 liter water) in het donker te bewaren;

6e. Methylalkoholoplossing (1 gram in 100 ccm., 0,1 gram in 100 ccm.).

Van het destillaat waarvan we het methylalkohol gehalte willen bepalen en dat reeds met loog en zilvernitraat gekookt is, nemen we nu 3 ccm. en voegen daar 1 ccm. alcohol-zwavelzuur en 1 ccm. permanganaatoplossing bij. Daarna wordt eenmaal omgeschud en blijft het mengsel 2 minuten staan.

Op de zelfde wijze maakt men een serie typen van methylalkohol van bekende sterkte, te beginnen met 5 mgr. methylalkohol in 3 ccm. water en zoo verder in steeds geringere concentratie.

Von Fellenberg nam daarbij oplossingen van 1 mgr. en van 0,3 mgr. in 3 ccm., voor ons doel waren oplossingen van 4, 3, 2 en 1 mgr. doelmatiger, omdat de concentratie van de methylalkohol in de te onderzoeken monsters, daarmee het best overeen kwam.

Na 2. minuten voegt men aan de hooger beschreven monsters 1 ccm. oxaalzuuroplossing toe, daarna 1 ccm. sterk zwavelzuur en dadelijk daarop 5 ccm. fuchsine-zwaveligzuur. Na 1 uur vergelijkt

2) Volgens Klar, bldz. 198:

Percentage v.d. te destilleeren vloeistof dat overgegaan is.	Methylalkohol in het overgedestilleerde in % van de totale hoeveelheid aanwezig.	
	Bij eene 10% oplossing van $\text{CH}_3 \text{ OH}$	Bij eene 2% oplossing van $\text{CH}_3 \text{ OH}$
10	40,0	55,0
20	65,0	82,0
34	87,0	93,0
40	95,0	95,0
50	98,6	99,4
60	99,6	99,9

3) Vermoedelijk 0,5 gram?

men dan de te onderzoeken oplossing in een colorimeter met de oplossingen van een bekend gehalte aan methylalkohol.

Het is noodig het gehalte der monsters zo lang te wijzigen, tot de kleur van de te onderzoeken oplossing zo veel mogelijk overeenkomt met die van het type, daar men anders te onnauwkeurig werkt. Aangezien men aldus het gehalte in 1 ccm. van het destillaat der verkoling bepaalt, wordt door omrekening van de methylalkohol op het geheele destillaat, een fout belangrijk vergroot.

Von Fellenberg maakte tabellen waaruit men met de gevonden kleursterkte het aantal mgr. methylalkohol kan opzoeken.

De berekening van de methylalkohol heeft plaats met de formule:

$$x = \frac{g \times D}{10 \times d \times G} = \% \text{ van de gebruikte substantie,}$$

waarin

G = het gewicht in grammen van de gebruikte substantie, in ons geval dus van het verkoolde hout;

D = het gewicht van het destillaat in grammen;

d = de hoeveelheid destillaat in ccm. gebruikt voor de reactie;

g = de gevonden methylalkohol in mgr..

De oplossing van fuchsine-zwaveligzuur werd door ons in afwijking met het voorschrift van *Von Fellenberg* aldus gemaakt: 0,5 gram fuchsine werd opgelost in 400 ccm. water en daarbij werd 100 ccm. n-zwavelzuur gevoegd: 15,6 gram Na_2SO_3 7 aq. (= 3,9 gram SO_2) werden opgelost in 500 ccm. water en daarna beide oplossingen bij elkaar gebracht.

De aldus gevonden rendementen aan methylalkohol kunnen vergeleken worden, met de resultaten van de proeven van *Sudborough c.s.* en *Wells*.

1e. *Rhizophora spec.* *Wells* vond daarvoor een opbrengst aan methylalkohol van 2,12 %. Er wordt niet bij vermeld het vochtgehalte van het koolhout.

2e. *Bruguiera parviflora.* *Wells* vond hiervoor een opbrengst aan methylalkohol van 1,84 %.

3e. *Tectona grandis L.* *Sudborough* vond hiervoor een rendement van 1,9 % en van 1,0 %, door ons omgerekend voor absoluut droog hout. De door ons gevonden opbrengsten van 1,4 % en 1,2 % houden dus het midden daartusschen.

4e. *Schleichera trijuga Willd.* *Sudborough c.s.* vonden 1,9 %, door ons omgerekend op absoluut droog hout; wij vonden 1,8 % en 1,3 %, dus wat minder.

De door ons gevonden rendementen zijn dus niet aan de hoogte kant.

Met behulp van de ons bekende soortelijke gewichten, kunnen we

nu uitrekenen welke opbrengsten aan verkolingsproducten zijn te verwachten bij droge destillatie van 1 M.³ hout en daarnaast stellen de opbrengsten van Europeesche houtsoorten, ook berekend uit de resultaten van laboratoriumproeven.

De onderstaande tabel geeft de door ons berekende opbrengstcijfers.

OPBRENGSTEN IN K.G.R. PER M.³ ABSOLUUT DROOG KOOLHOUT,
BEREKEND UIT CIJFERMATERIAAL AFKOMSTIG VAN
VERKOLINGEN IN HET LABORATORIUM

Producten der verkoling	Houtsoort, onderzoeker en herkomst van het hout.														
	<i>Picea excelsa</i> Klason Zweden	<i>Pinus silvestris</i> Klason Zweden	<i>Betula alba</i> Klason Zweden	<i>Fagus sylvatica</i> Klason Zweden	<i>Rhizophora conju- gata</i> L. Wind Ned. ¹⁾ Indië	<i>Rhizophora spec.</i> Wells. Philippijnen	<i>Bruguiera gymno- rhiza</i> Lam. Wind Ned. Indië	<i>Bruguiera parvi- flora</i> Wells Philippijnen	<i>Tectona grandis</i> L. Wind Ned. Indië	<i>Tectona grandis</i> L. Sudborough Baroda Br. Indië	<i>Tectona grandis</i> L. Sudborough Mysore Br. Indië	<i>Schleichera trijuga</i> Willd. Wind Ned. Indië	<i>Schleichera trijuga</i> Willd. Sudborough Mysore Br. Indië	<i>Gluta Renghas</i> L. Wind Ned. Indië	<i>Pinus Merkusii</i> Jungh et de Vr. Wind Ned. Indië
Houtskool ..	140	173	197	226	488	430 (366)	441	339 (289)	218	200	233	440	387	227	264
Teer	30	54	49	53	52 ¹⁾	50 (43)	63 ¹⁾	45 (38)	60 ¹⁾	50	67	95 ¹⁾	92	35 ¹⁾	96 ¹⁾
Azijlzuur...	12	16	44	39	39	53 (45)	27	44 (38)	31	15	21	31	29	19	30
Houtgeest ..	3,6	4,0	9,9	13,3	15,6	26 (22)	9,2	16,6 (14)	8,4	6	11	12,4	18	9	5,8

¹⁾ Teer, pek en zware oliën. Van de verkolingen van *Wells* was mij het vochtgehalte van het hout niet bekend. De bovenste getallen zijn berekend met aanname, dat de cijfers van *Wells* betrekking hebben op hout met circa 15 % vocht, welke aanname het meest voor de hand ligt; de tusschen haakjegeplaatste cijfers hebben betrekking op het geval, dat de productiecijfers van *Wells* voor absoluut droog hout gelden. — Om opbrengstcijfers voor luchtdroog hout te verkrijgen, moeten de getallen in dezen staat met 0,85 vermenigvuldigd worden.

Uit voorgaande tabel blijkt dus:

1e. dat *Rhizophora conjugata* L., *Bruguiera gymnorhiza* Lam. en *Schleichera trijuga* Willd. betere resultaten opleveren, dan de beste Europeesche houtsoorten, t.w. *berk* en *beuk*;

2e. dat *Tectona grandis* L. ongeveer gelijkwaardig is aan de beste Europeesche houtsoorten;

3e. dat *Gluta Renghas* L. en *Pinus Merkusii* Jungh. et de Vr. minder goede opbrengsten geven, dan *berk* en *beuk*, echter betere opbrengsten, dan *spar* en *grove den*.

Is het in de eerste plaats te doen om houtskool en teer, dan is alleen *Gluta Renghas* L. minder geschikt, dan de beste Europeesche houtsoorten; de overige onderzochte houtsoorten zijn gelijkwaardig of beter.

EENIGE VERGELIJKENDE PROEFVERKOLINGEN.

1. *Schleichera trijuga* Willd..

Nagegaan werd het verschil in opbrengst aan houtskool en azijnzuur, bij verschillende eindtemperatuur.

Kernhout van *Schleichera trijuga Willd.* Eindtemperatuur
325° C. 375° C.

Opbrengst aan:

Houtskool.	38 %	35,3 %	} In gewichts- procenten v.h. luchtdroge hout
Totaal destillaat.	44,4 %	44,7 %	
Niet condenseerbare gassen ..	17,6 %	20,- %	
Totaal zuur, direct getitreerd	3,6 %	3,4 %	

Bij hoogere eindtemperatuur waren de opbrengsten aan houtskool en totaal zuur dus iets lager, de hoeveelheid niet condenseerbare gassen was iets hoger.

De verkolingssnelheid was bij de verkoling met 325° C. eindtemperatuur iets grooter, dan bij de verkoling met 375° C. als eindtemperatuur.

2. *Gluta Renghas L.*

Nagegaan werd de opbrengst aan kool, totaal destillaat en niet condenseerbare gassen bij zeer hard kernhout, vol noesten en met zeer warrige draad.

De resultaten waren: (in gewichtsprocenten v.h. luchtdroge hout)

Opbrengsten aan:	Kernhout van <i>Gluta Renghas L.</i>		
	I	II	III
Houtskool	46,5	46,3	47,6
Totaal destillaat	33,7	38,8	38,7
Niet condenseerbare gassen	19,8	14,9	13,7
Totaal zuur, direct getitreerd	2,9	3,4	3,0
Eindtemperatuur	320° C.	375° C.	380° C.

I. was normaal rechtdradig hout,

II. was hout, warrig van draad,

III. was hout, vol noesten.

De opbrengst aan kool was dus bij het hout vol noesten iets hoger, dan bij het warrige hout. Neemt men in aanmerking, dat bij het normale hout de eindtemperatuur slechts 320° C. was en bij een eindtemperatuur van 375° C. de houtskoolopbrengst waarschijnlijk 2 à 3 % lager geweest zou zijn, dan zou dus zoowel het hout met warrige draad, als dat vol noesten een hoger houtskoolrendement hebben opgeleverd.

Het kiezen van gezond, gaaf en rechtdradig hout is blijkbaar voor verkolingsproeven een eerste vereischte.

HOOFDSTUK XIII.

SLOTBESCHOUWINGEN.

De productie van acetaten en houtgeest bedroeg voor den oorlog in de vier, voor deze productie meest belangrijke, landen:

	Acetaten in Houtgeest in		Verbruikt
	1000 K.G.	1000 L.	hout in 1.000.000 M ³ .
Vereenigde Staten v. N.-Amerika . . .	80.000	34.900	3,6
Duitschland en Oostenrijk-Hongarije	25.000	10.900	1,1
Canada	8.500	3.700	0,4

Het verbruik van azijnzure kalk in Europa en Noord-Amerika bedraagt ongeveer 0,2 K.G. per hoofd der bevolking. Aannemende dat deze bevolking ongeveer 500 miljoen zielen telt, is het verbruik dan 100.000 ton. Uit deze cijfers zien we dus dat bovengenoemde landen een zeer aanzienlijk aandeel hebben in de wereldproductie van azijnzure kalk.

Hetzelfde kan gezegd worden van de productie van houtgeest. Sedert 1914 is de productie van Canada niet onbelangrijk gestegen; de producten der droge destillatie worden vandaar voor een zeer aanzienlijk deel echter naar Engeland en koloniën uitgevoerd. Oostenrijk-Hongarije (thans Czecho-Slowakije en Joego-Slavië) exporteerde voornamelijk naar Duitschland, dat voor den oorlog vrij groote hoeveelheden acetaten en houtgeest invoerde en deze grondstoffen op aceton en formaldehyde verwerkte, die als zoodanig weer uitgevoerd werden.

De overige landen van Europa voerden eveneens belangrijke hoeveelheden azijnzure kalk en houtgeest in, doch exporteerden (voor zoover er houtverkolingsindustrieën bestonden) weinig van die producten.

Voor de wereldproductie nog van weinig belang zijn de verkolingsindustrieën in Argentinië, Afrika (Uganda), Ceylon, Britsch-Indië en Japan. De niet-produceerende staten waren en zijn thans nog voor den invoer van acetaten en houtgeest vrijwel uitsluitend aangewezen op den export van de Vereenigde Staten.

In 1914 waren productie en uitvoer der Vereenigde Staten van:

Acetaten				Houtgeest (gezuiverd)			
Productie in 1.000.000 K.G.	Waarde in 1.000.000 Glds.	Uitvoer in 1.000.000 K.G.	Waarde in 1.000.000 Glds.	Productie in 1.000.000 K.G.	Waarde in 1.000.000 Glds.	Uitvoer in 1.000.000 K.G.	Waarde in 1.000.000 Glds.
75 à 80	5,5	31	4	29	7	7,25	1,6

In 1922 was de productie van houtgeest reeds een weinig grooter en in 1923 met $\frac{1}{3}$ toegenomen; de productie van acetaten was achteruit gegaan, maar in 1923 weer ongeveer gelijk aan die van 1914.

In de eigenlijke oorlogsjaren was de productie van acetaten belangrijk grooter, de uitvoer ervan geringer; de productie van houtgeest nam slechts weinig toe, de uitvoer daarvan was zeer belangrijk gestegen.

De waarde van de geproduceerde houtskool, oliën e.d., van loofhoutverkoling afkomstig, was in 1914 ongeveer f 2.500.000.

Uit deze cijfers blijkt, dat in Amerika de houtgeest het belangrijkste product der droge destillatie is.

Indien nu, zooals verluidt, de Badische Anilin- und Soda-Fabriken synthetisch methylalkohol kunnen bereiden, tegen prijzen welke 25 % lager zijn, dan de thans geldende, dan is te verwachten, dat de Amerikaansche houtverkolingsindustrie hiervan veel meer de dupe zal worden, dan de Europeesche, waarbij meestal de methylalkohol niet het belangrijkste product is (we denken hier b.v. aan de Skandinavische landen en aan Frankrijk).

Volgens een bericht in het weekblad *Chemie en Industrie*, 3e jaargang 1925, No. 16, blz. 125—126, zouden Amerikaansche verbruikers langdurige contracten hebben afgesloten met Duitse producenten (bedoeld is de „Badische”) voor levering van synthetische methylalkohol, waarbij in sommige gevallen de prijs reeds voor 3 jaar werd vastgesteld. Kooper en verkooper zijn daarbij tevens beschermd tegen toekomstige veranderingen van het invoerrecht. De productie van de „Badische” wordt thans reeds op 5000 ton per jaar geschat.

Behalve de concurrentie van de synthetische methylalkohol, zal vermoedelijk ook het streven naar zuiniger houtverbruik in de Vereenigde Staten een minder gunstigen invloed uitoefenen op de positie van de houtverkolingsindustrie aldaar. Meer dan thans, zal deze industrie zich in de toekomst moeten toeleggen op verkoling van afvalhout, waardoor waarschijnlijk de productiekosten zullen stijgen. In verband hiermede bespraken wij in het Iste hoofdstuk het vraagstuk van het toekomstige houtgebrek in de Vereenigde Staten.

Het is om de bovengenoemde redenen niet onmogelijk, dat de

Amerikaansche verkolingsindustrie zich niet op het tegenwoordige peil zal kunnen handhaven en met vermindering van de methyl-alkohol-productie, ook vermindering van de productie van acetaten en andere verkolingsproducten zal samen gaan.

Hiermee zou dan voor de industrieën in die landen, waar methyl-alkohol geen hoofdproduct is, de kans op verbeterde afzetmogelijkheid van haar producten grooter worden.

Waar in Nederlandsch-Indië de afzet van azijnzuur, houtteer en houtskool voor enkele verkolingsinrichtingen verzekerd schijnt, zooals wij reeds eerder aantoonde (zie blz. 85, 98 en 99), mag bovendien de mogelijkheid van export in de toekomst niet uit het oog verloren worden.

Het vestigen van verkolingsindustrieën schijnt alleszins aanbeveling te verdienen, waarbij bedacht moet worden, dat niet getalmd mag worden, aangezien in de naastbij gelegen landen (Britsch-Indië en Japan) reeds een verkolingsindustrie in opkomst is.

De kans van slagen is het grootst, wanneer de afzet van de houtskool geheel verzekerd is, zooals dat b.v. het geval zou zijn, indien een verkolingsindustrie zekerheid kreeg van de levering van houtskool voor de tinovens of voor een hoogovenbedrijf.

In verband met de kwestie van de afzetmogelijkheid der producten moet hier nog vermeld worden, dat thans een zeer belangrijk deel van het ingevoerde azijnzuur, gebruikt wordt voor het coaguleeren van latex.

De hier volgende tabel wijst dit wel uit.

INVOER VAN AZIJNZUUR IN NEDERLANDSCH-INDIË:

In de jaren:	Totale invoer in Nederlandsch-Indië in K.G.	Invoer in de havens van Sumatra's Oostkust in K.G.	Percentage van den invoer van azijnzuur in S.O.K. v/d totalen invoer
1919	223.776	172.891	77
1920	1.010.312	382.513	37
1921	196.050	123.727	63
1922	785.730	319.540	40
1923	597.593	265.085	44
Totaal in die jaren:	2.813.461	1.263.756	gemiddeld 44 %.

Bij de keuze van de plaats van vestiging zal hiermede rekening gehouden moeten worden.

In verschillende werken op het gebied van de houtverkoling

lezen we, dat de rendementen bij droge destillatie van tropische houtsoorten niet bijzonder gunstig zouden zijn.

Wellicht houdt deze mededeeling verband met het feit, dat door de verschillende onderzoekers deze rendementen worden opgegeven in procenten van het gewicht van het luchtdroge hout. Daar de verkoolde tropische houtsoorten veelal zwaar tot buitengewoon zwaar zijn, krijgen we op deze wijze van de mogelijke opbrengsten geen juiste voorstelling.

Beter is het de rendementen op te geven per inhoudsmaat (1 M.³ luchtdroog of absoluut droog hout). Doet men dit, dan blijkt, dat de meeste tropische houtsoorten, in vergelijking met de beste Europeesche, goede of betere resultaten opleveren.

Uit de resultaten der door ons onderzochte houtsoorten, zoomede als uit de reeds vermelde verkolingsproeven van *Sudborough* en *Wells*, komt dit duidelijk naar voren.

We kunnen dan ook grootendeels instemmen met de meening van *Raphael Zon* en *William N. Sparhawk* in hun werk „*Forest Resources of the World*” (volume II (1923), blz. 982), luidende als volgt:

„The wood distillation industry had not yet secured a foothold in the tropics, although perhaps its best chance for future development is there.

Tests made on a number of Brazilian woods, for instance, indicate that they can produce at least as much methylalcohol and acetate per unit volume as the woods now used, while their charcoal residue weighs much more- in some cases twice as much as that of maple and beech.

Moreover, many of them will yield various resins and other products which may have considerable industrial value. The establishment of distillation plants in connection with lumbering operations may make possible the commercial exploitation of tropical forests which cannot be developed profitably otherwise, since it will then be possible to utilize the large volume of defective and inferior material which cannot be cut into lumber.”

LITERATUUR ¹⁾.

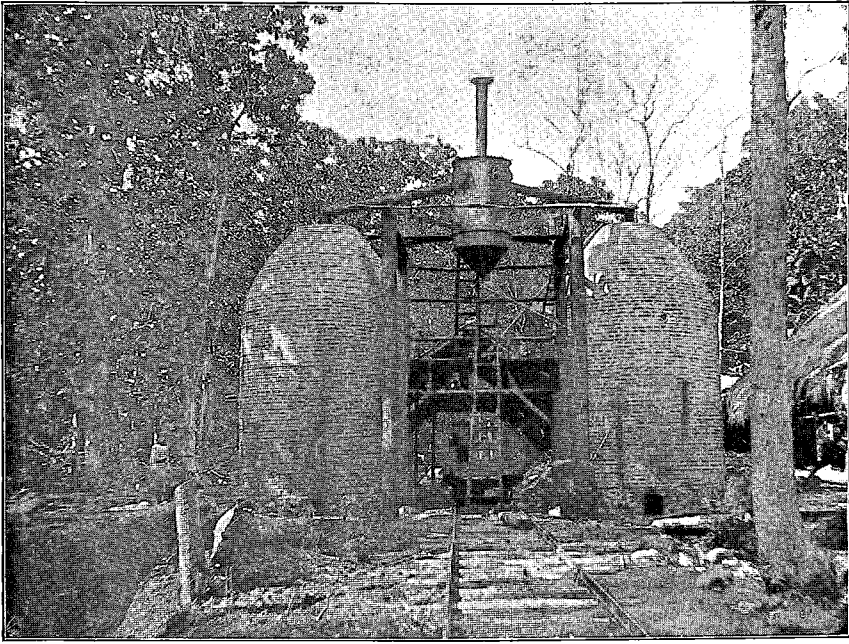
- August Seidensticker.* Waldgeschichte des Alterthums. Verlag der Königlichen Hofbuchdruckerei Trowitzsch & Sohn, 1886.
- Dr. S. H. Koorders en Dr. Th. Valetton.* Bijdragen tot de kennis der boomsoorten van Java. 13 Bijdragen. 1894—1914. G. Kolff & Co., Batavia.
- F. W. van Eeden en J. J. Duyffjes.* Houtsoorten van Nederlandsch Oost-Indië. Haarlem, De Erven Loosjes, 1905.
- Dr. J. W. Moll en H. H. Jansonius.* Mikrographie des Holzes der auf Java vorkommenden Baumarten. E. J. Brill, Leiden. Vanaf 1906 tot 1925 verschenen 7 afleveringen.
- Wilhelm Ekman.* Skogsteknisk Handbok. C. E. Fritzes Bokförlags Aktiebolag, Stockholm, 1908.
- H. J. Kerbert.* Eene Japansche methode van houtskoolbranden op de Philippijnen. Tectona, dl. I, 1908/'09, blz. 94 e.v..
- Walter B. Harper und Ing. R. Linde.* Die Destillation industrieller und forstwirtschaftlicher Holzabfälle. Verlag von Julius Springer, Berlin, 1909.
- F. S. A. de Clercq.* Nieuw plantkundig woordenboek voor Nederlandsch-Indië. J. H. de Bussy, Amsterdam, 1909.
- M. de Vries.* Het kolenbranden in de praktijk. Tijdschrift Ned. Heide-Maatschappij, 21e jaargang, 1909, blz. 111 e.v..
- Peter Klason, Gust. v. Heidenstam und Evert Norlin.* Untersuchungen zur Holzverkohlung. Zeitschrift für angewandte Chemie, 1909, 22 Jahrgang, I, blz. 1205 e.v. en 1910, 23 Jahrgang, II, blz. 1252 e.v..
- M. Klar.* Technologie der Holzverkohlung. Verlag von J. Springer, Berlin, 1910.
- S. P. Ham.* Over damarwinning op Obi. Tectona, dl. IV, 1911, blz. 205—238 en 301—339.
- Dr. Georg Thenius.* Die Meiler- und Retortenverkohlung. A. Hartleben's Verlag, Wien und Leipzig, 1912.
- Dr. K. W. van Gorkom.* Oost-Indische Cultures. J. H. de Bussy, Amsterdam, 1913.
- Dr. Ir. Jan Rueb.* Over het verwerken van tinertsen. Proefschrift. Drukkerij Mouton en Co., Den Haag, 1913.
- Dr. Julius von Wiesner.* Die Rohstoffe des Pflanzenreiches. Verlag von Wilhelm Engelmann, Leipzig und Berlin, 1914.
- Peter Klason.* Versuch einer Theorie der Trockendestillation von Holz. Journal für praktische Chemie, Band 90, 1914, blz. 413 e.v..
- F. W. Foxworthy, Ph. D.,* Government of British North Borneo, Department of Forestry, Bulletin no. 1. I, Timbers of British North Borneo. II, Minor Forest Products Jungle Produce. Sandakan. Printed at the Government Printing Office. 1916.
- Dr. Ing. H. Harkort.* Die Gewinnung von Terpentinöl, Teer und Holzkohle in Polen. Zeitschrift für angewandte Chemie, 1916, 29 Jahrgang, I, blz. 361 e.v..

¹⁾ Men raadplege ook de voetnoten en verdere literatuuropgaven in den tekst.

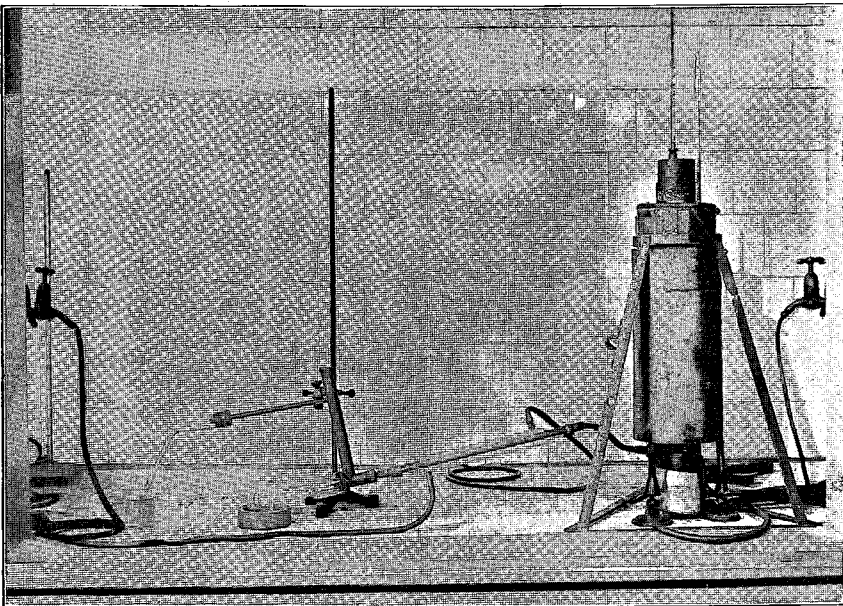
- P. K. Heringa.* Iets over de verbrandingswaarde van eenige Indische houtsoorten. Tectona, dl. IX, 1916, blz. 375 e.v..
- Dr. Ir. J. Ph. Pfeiffer.* De waarde van wetenschappelijk onderzoek voor de vaststelling van technische eigenschappen van hout. Proefschrift. J. H. de Bussy, Amsterdam, 1917.
- S. H. Collins, M. S. C., F. I. C.,* A portable plant for the distillation of wood. Journ. Soc. Chem. Ind., XXXVI, 1917, blz. 68 e.v..
- J. S. van Braam.* De bosschen van de Buitenbezittingen. De Indische Mercur, 1918, blz. 853 e.v..
- Th. von Fellenberg.* Über den Nachweis und die Bestimmung des Methylalkohols, sein Vorkommen in den verschiedenen Nahrungsmitteln und das Verhalten der methylalkoholhaltigen Nahrungsmittel im Organismus. Biochemisch Zeitschrift, 85, 1918, blz. 45 e.v..
- M. A. F. Dijkmans, i.i.* Het kolenbranden in Zweden. Cultura, 1919, blz. 115 e.v..
- Ir. J. Koomans.* Beschouwingen over de stichting van een staalindustrie op Midden-Celebes. G. Kolff & Co., Batavia, 1919.
- Dr. J. König und Dr. E. Becker.* Die Bestandteile des Holzes und ihre wirtschaftliche Verwertung. Zeitschrift für angewandte Chemie, 1919, I, blz. 155 e.v..
- Carl G. Schwalbe und Ernst Becker.* Die chemische Zusammensetzung einiger deutscher Holzarten. Zeitschrift für angewandte Chemie, 1919, I, blz. 229 e.v..
- Carl G. Schwalbe und Ernst Becker.* Die chemische Zusammensetzung des Erlenholzes. Zeitschrift für angewandte Chemie, 1920, 33 Jahrgang, I, blz. 14 e.v..
- H. Beekman.* 78 Preanger-houtsoorten. Beschrijving, afbeelding en determinatie-tabel. (Mededeeling no 5 van het Proefstation voor het Boschwezen), 1920.
- P. Dumesny und J. Noyer.* Wood products, distillates and extracts. London, Scott, Greenwood and Son, 1921.
- B. Lindberg.* Verslag over een onderzoek van eenige houtsoorten, die op Banka gebruikt worden voor houtskoolbereiding. De Mijnningenieur, 2e jaargang, 1921, blz. 7 e.v..
- Ir. Alex L. ter Braake.* Niet verkoold hout in den hoogoven. De Mijnningenieur, 2e jaargang, 1921, blz. 87 e.v..
- Walter Fuchs.* Über Lignin und den Sulfit-Kochprozesz. Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft, 54, 1921, 484—490.
- Prof. Dr. K. Hess.* Über den Aufbau der Cellulose. Zeitschrift für angewandte Chemie, 1921, 34 Jahrgang, Aufsatzteil, blz. 49 e.v..
- Dr. K. G. Jonas.* Zur Kenntnis der Lignin- und Huminsubstanzen. Zeitschrift für angewandte Chemie, 1921, 34e Jahrgang, Aufsatzteil, blz. 289 e.v..
- Emil Heuser und E. Boedeker.* Beiträge zur Kenntnis der Holzcellulose. Zeitschrift für angewandte Chemie, 1921, 34 Jahrgang, Aufsatzteil, blz. 461 e.v..
- Dr. Ing. B. Waeser.* Die Entgasung von Torf und Holz. Zeitschrift für angewandte Chemie, 1921, 34 Jahrgang, Aufsatzteil, blz. 51 e.v..
- Erich Schmidt und Erich Graumann.* Zur Kenntnis pflanzlicher Inkrusten. Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft, 54, 1921, 1860—1873; 54, 1921, 3241—3244 en 56, 1923, 23—31.
- Dr. L. G. den Berger en Prof. Dr. H. Beekman.* Inleiding tot de herkenning van het hout in de praktijk (Mededeeling no. 7 van het Proefstation voor het Boschwezen), 1922.
- Dr. J. P. Wibaut.* Vergassen en ontgassen van brandstoffen in verband met

- het gebruik der brandstoffen als krachtbron. Polytechnisch Weekblad, 1922, blz. 105 e.v., 129 e.v. en 151 e.v..
- J. S. Gamble.* A Manual of Indian Timbers. London. Sampson Low, Marston & Company Limited, 1922.
- W. B. Greeley, Earle H. Clapp, Herbert A. Smith, Raphael Zon, W. N. Sparhawk, Ward Shepard and J. Kittredge Jr.* Timber, Mine or Crop? U. S. Dept. of Agriculture Yearbook, 1922.
- Wilh. Ekman, O. Eneroth, H. Hanngren, O. Hellström, G. Kinnman, P. Klason, Axel Löf, G. Magnuson, M. Nordquist, G. Sundblad, G. Wesslén.* Handbok I Skogs-Teknologi, Stockholm, C. E. Fritzes Bokförlags Aktiebolag, 1922.
- H. W. Meindersma.* Eenige bijzonderheden over mangrovebosschen. De Tropische Natuur, 1923, blz. 25 e.v., 39 e.v. en 70 e.v..
- V. E. Grottisch.* Turpentine and rosin. Distribution of the World's production, trade and consumption. U. S. Dept. of Agriculture. Dept. Circular, no. 258, 1923.
- L. F. Hawley.* Wood distillation. Book department The Chemical Catalog Company, Inc., New York, U. S. A., 1923.
- H. M. Bunbury.* The destructive distillation of wood. London, Benn Brothers Limited, 1923.
- A. Luytjes.* De vloedbosschen in Atjeh. Tectona, dl. XVI, 1923, blz. 575 e.v..
- Walter Schrauth.* Über das Lignin. Zeitschrift für angewandte Chemie, 1923, 36 Jahrgang, blz. 149 e.v..
- Raphael Zon and William N. Sparhawk.* Forest Resources of the World. Volume II. McGraw, Hill Book Company, Inc., New York—London, 1923.
- R. Wind Hzn.* De houtskoolovens te Saradan. Tectona, dl. XVI, 1923, blz. 515 e.v. en dl. XVII, 1924, blz. 613 e.v..
- Charles Mariller.* La carbonisation des bois, lignites et tourbes. Dunod, Paris, 1924.
- Dipl. Ing. Reisner.* Aus der Geschichte der Holzdestillation. Zeitschrift für angewandte Chemie, 1924, 37 Jahrgang, blz. 233.
- Dr. R. Wind.* Het looistofvraagstuk in Nederlandsch-Indië. Proefschrift Wageningen, 1924. Metzger und Wittig, Leipzig.
- A. Luytjes.* Een en ander over den begroeiingstoestand van Noord-Sumatra en over het voorkomen van Pinus Merkusii in dit gebied. Tectona, dl. XVII, 1924, blz. 323 e.v..
- C. Brandts Buys.* Mededeelingen over Pinus Merkusii in verband met de mogelijkheid van het vestigen van een terpentijn- en hars-industrie in Nederlandsch-Indië. Tectona, dl. XVII, 1924, blz. 357..
- C. H. Japing.* Het houtskoolbedrijf in Atjeh. Tectona, dl. XVII, 1924, blz. 247 e.v..
- Ir. Alex L. ter Braake.* Moderne houtverkoling. De Mijningenieur, 4e jaargang, 1924, blz. 505 e.v..
- J. W. Gonggrijp.* Over de winning van hars en terpentijn uit pijnboomen en Resultaten van een plaatselijk onderzoek in de Pinus Merkusii bosschen der Gajoe-landen (Mededeeling No. 10 van het Proefstation voor het Boschwezen), 1924.
- Jaarverslagen van den Dienst van het Boschwezen in Nederlandsch-Oost-Indië, 1913 t/m. 1922.
- Statistiek van den handel en de in- en uitvoerrechten in Nederlandsch-Indië. Samengesteld bij het Hoofdbureau der in- en uitvoerrechten en accijnzen, 1913 t/m. 1923.

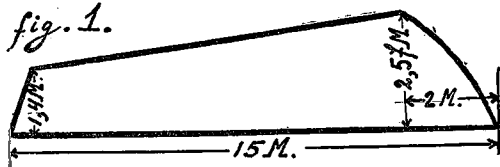
I



II



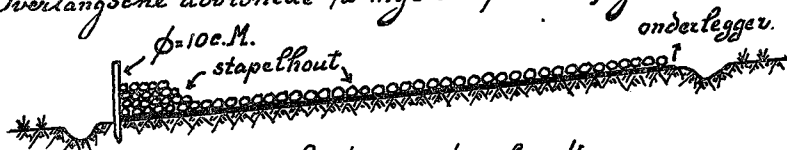
Europ. mijt. fig. 1.



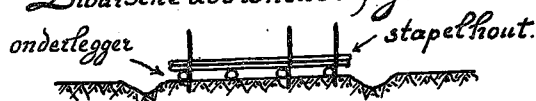
Banka mijt. fig. 2.



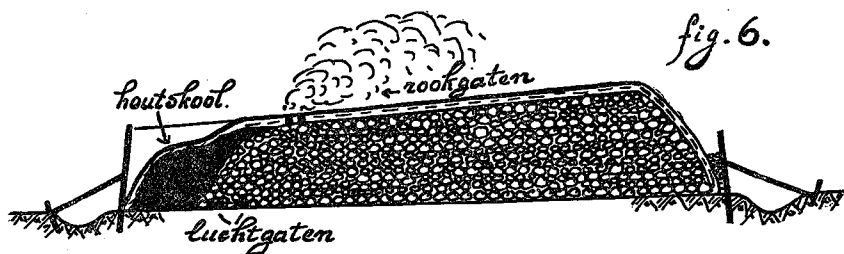
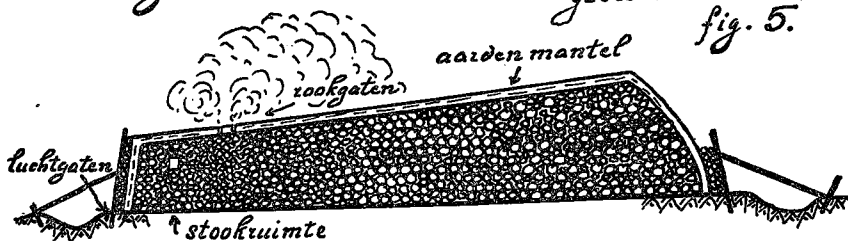
Overlangsche doorsnede $\frac{1}{4}$ mijt in opbouw. fig. 3.



Dwarsche doorsnede. fig. 4.



Overlangsche doorsnede van een houtmijt, klaar om aangestoken te worden. fig. 5.



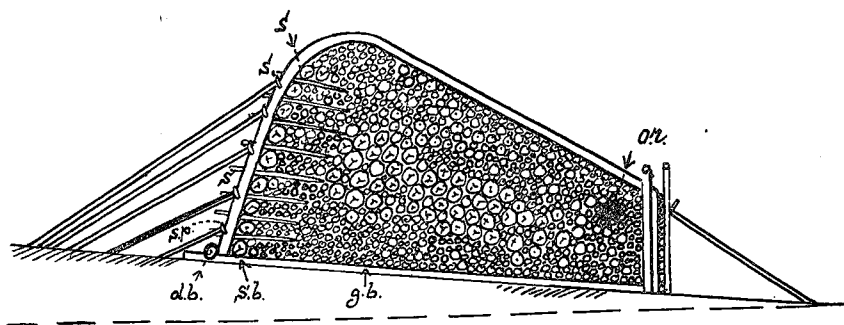


Fig. 7.

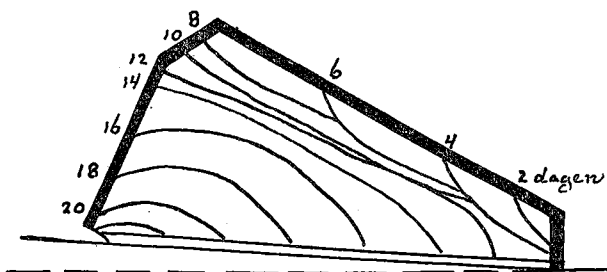


Fig. 8.



Fig. 9.

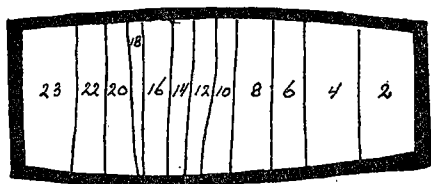


Fig. 10.

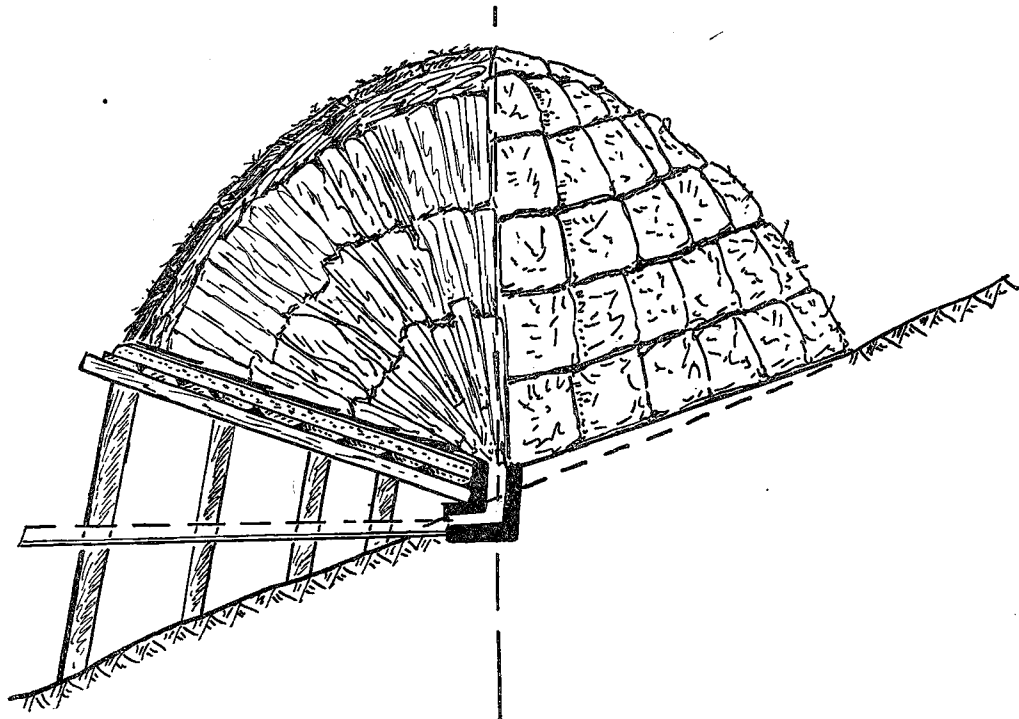


Fig. 11.

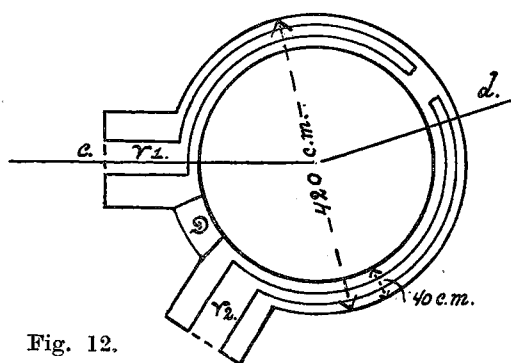


Fig. 12.

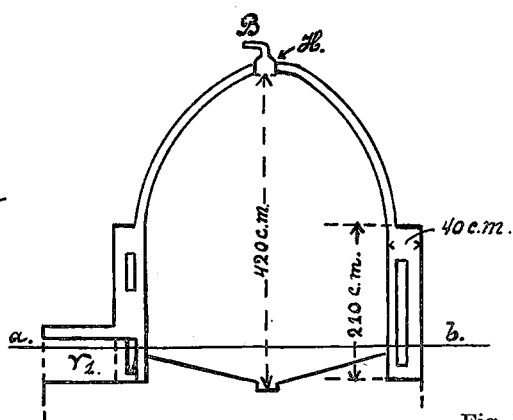


Fig. 13.

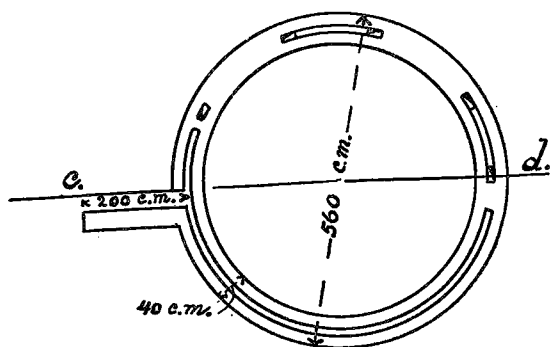


Fig. 14.

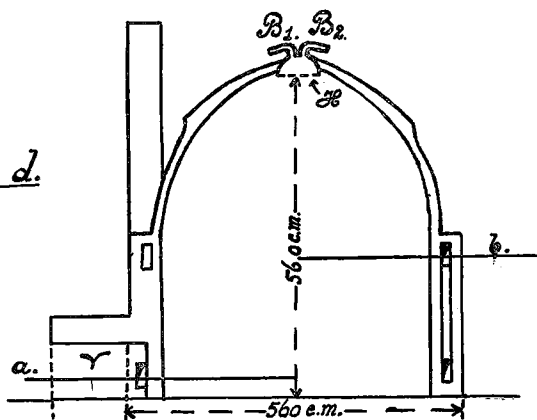
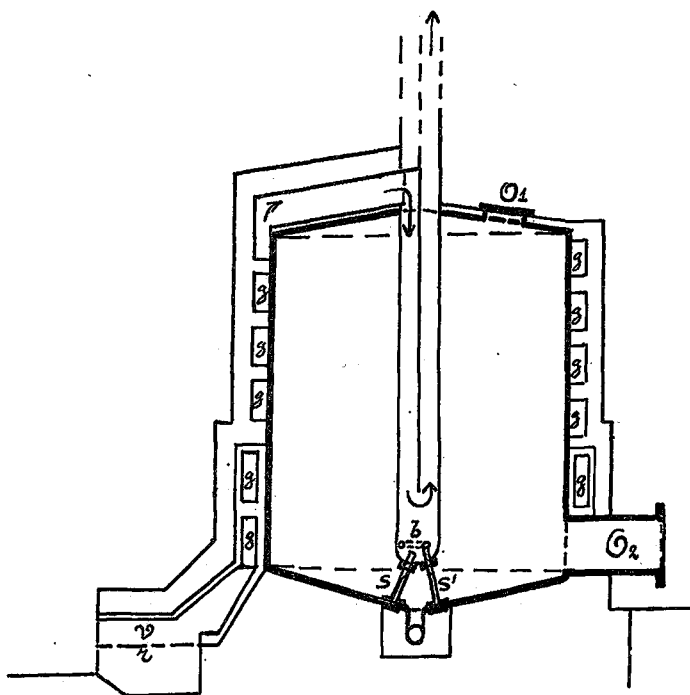


Fig. 15.



Schaal: circa 1 : 200.

Fig. 16.

- v = vuurhaard.
- r = rooster.
- g = spiraalvormig. gewonden rookgang.
- s = toevoer van lucht.
- s' = toevoer van niet condenseerbare dampen.
- b = brander.
- o_1 = vulopening.
- o_2 = opening voor het uithalen van de houtskool.

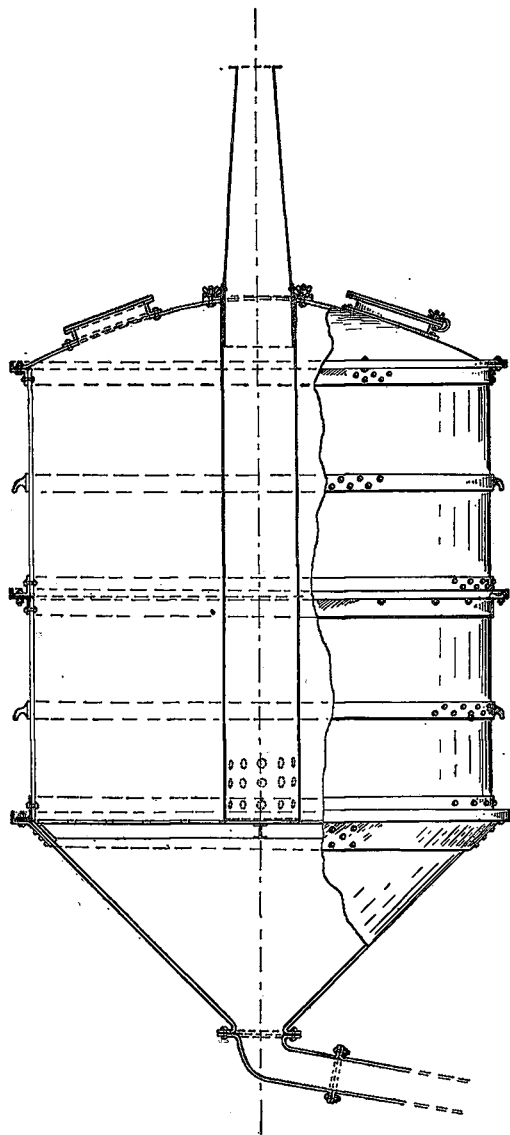


Fig 17.

Schaal 1 : 50.

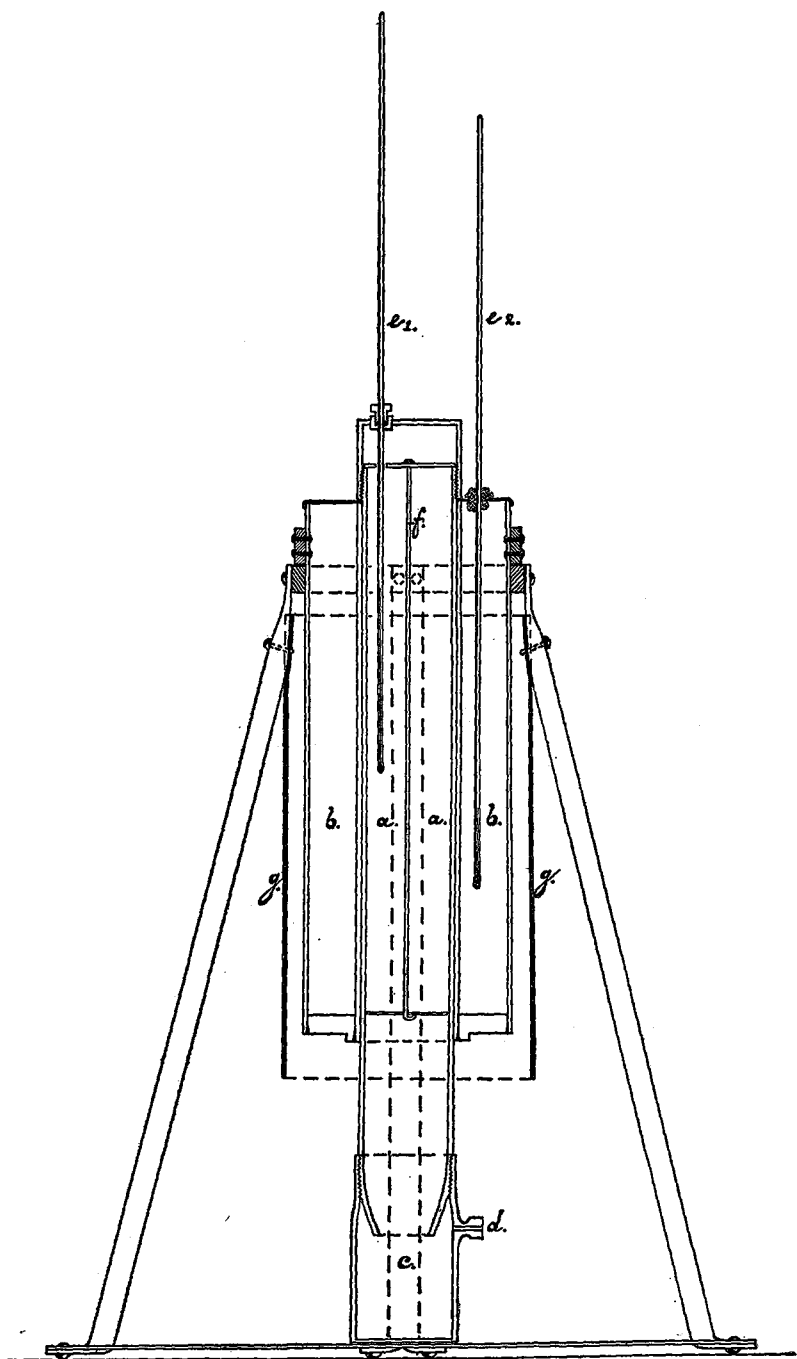
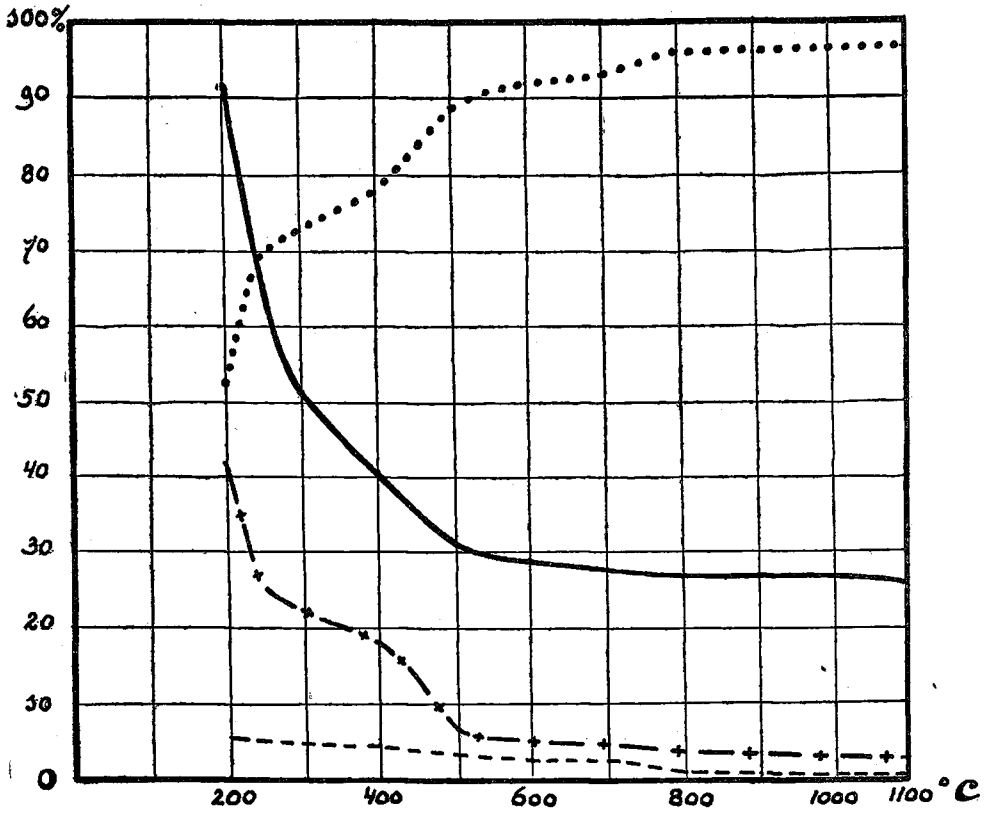


Fig. 18.

Schaal 1 : 5.

- a = retort waarin het koolhout,
 b = verwarmingsbad,
 c = teerontvanger,
 d = afvoer naar den koeler,
 e_1 en e_2 = stikstofthermometers,
 f = koperen staaf, waarvan het koolhout vastgebonden wordt,
 g = buitenste (plaatijzeren) mantel.

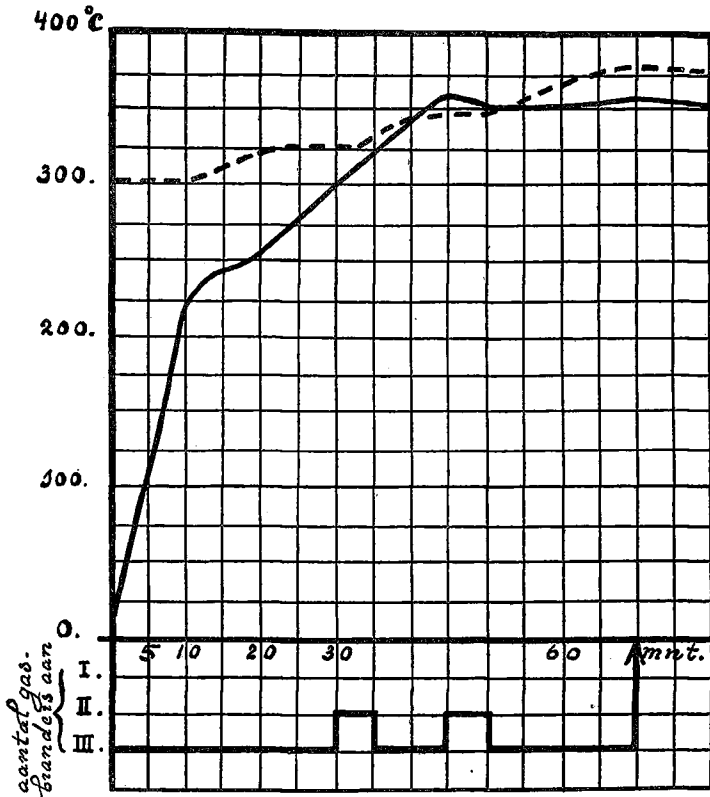


Toelichting:

- = houtskoolgewicht in procenten van dat van het droge koolhout,
- = C-gehalte van de houtskool,
- = H-gehalte van de houtskool,
- + - + - = gehalte aan O enz. van de houtskool.

1) Volgens *Bergström en Wesslén, Om Trakolning.*

BRUGUIERA GYMNORHIZA LAM.
VERKOLING VAN KERNHOUT.

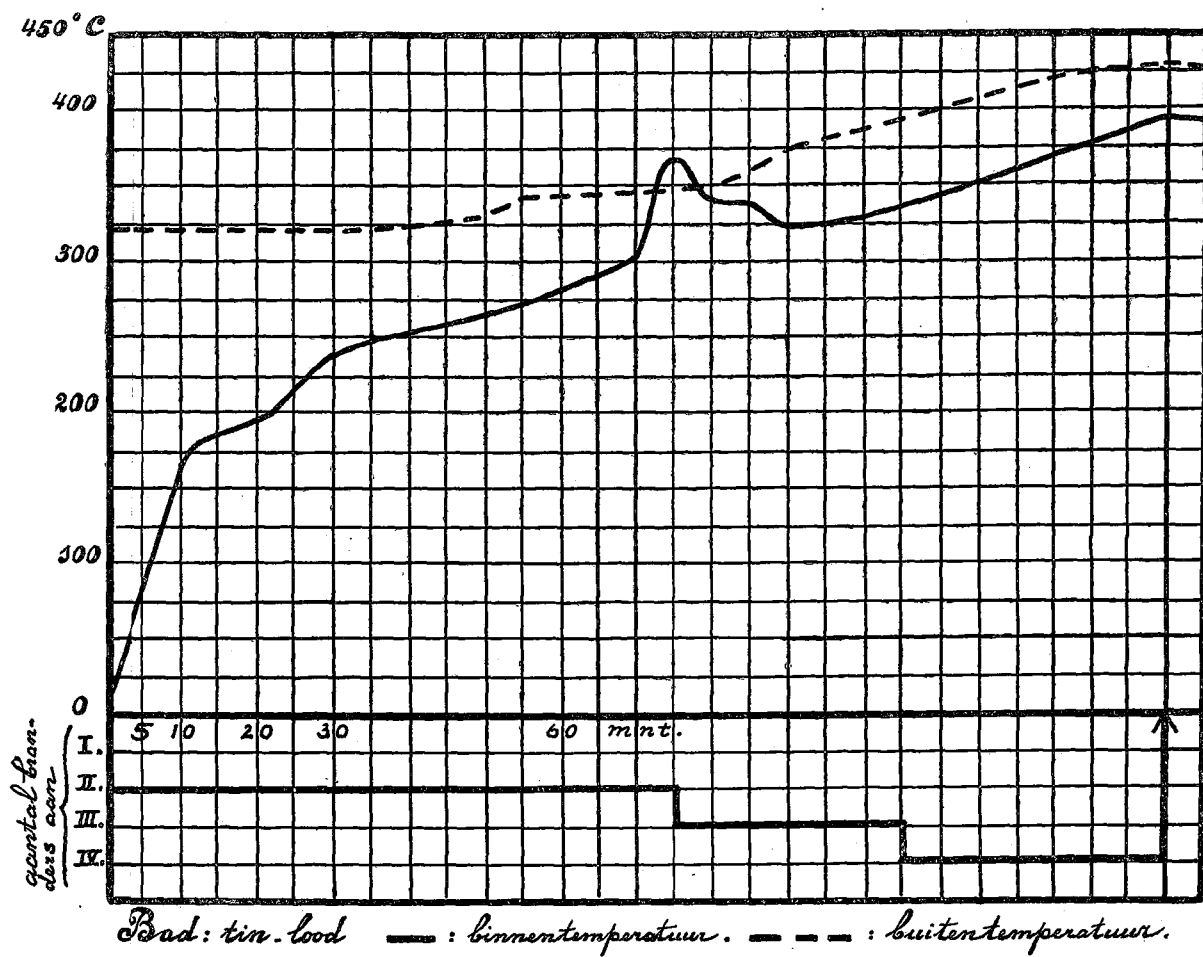


Bad: tin-lood.

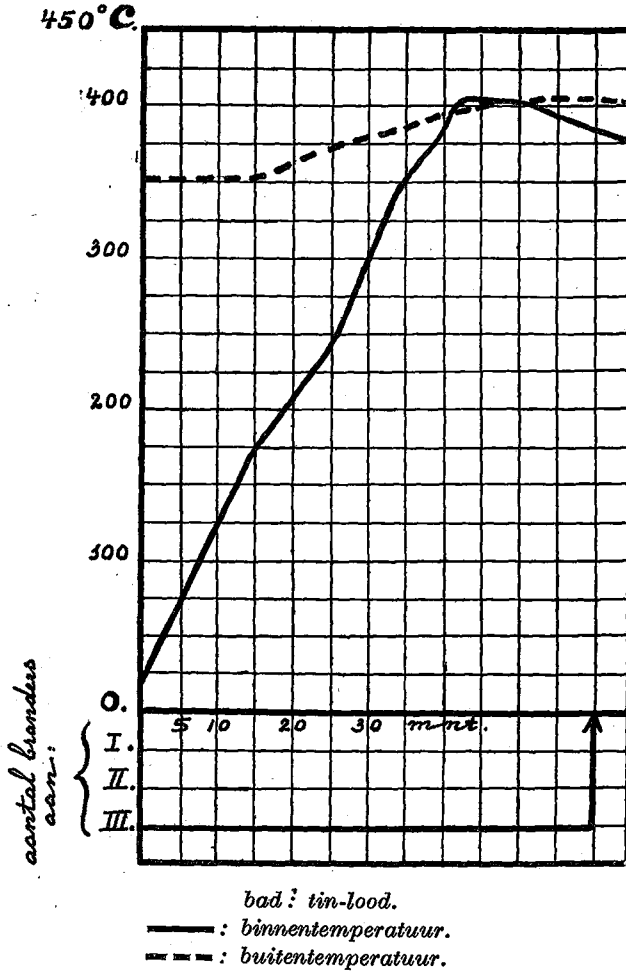
— : binnentemperatuur.

- - - : buitentemperatuur.

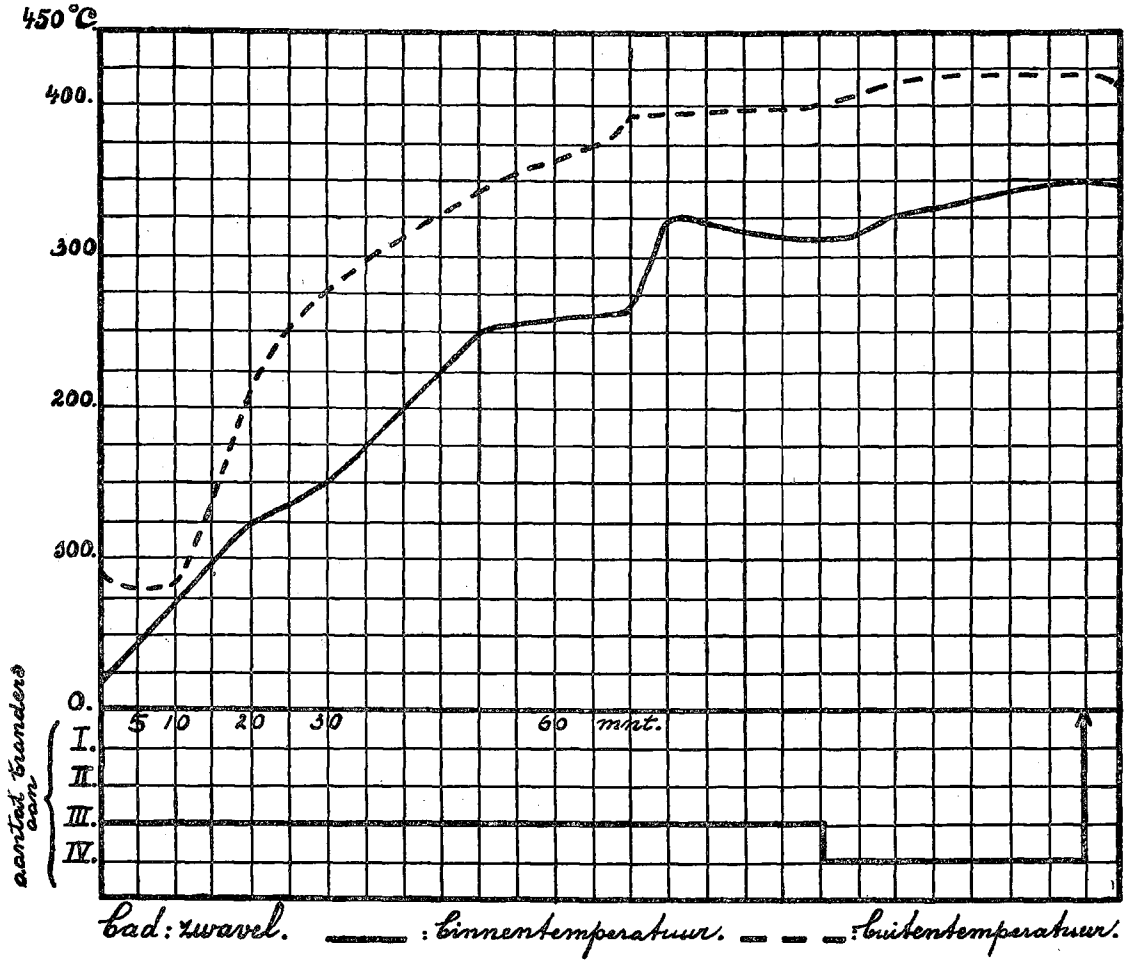
SCHLEICHERA TRIJUGA WILLD.. KERNHOUT-VERKOLING.



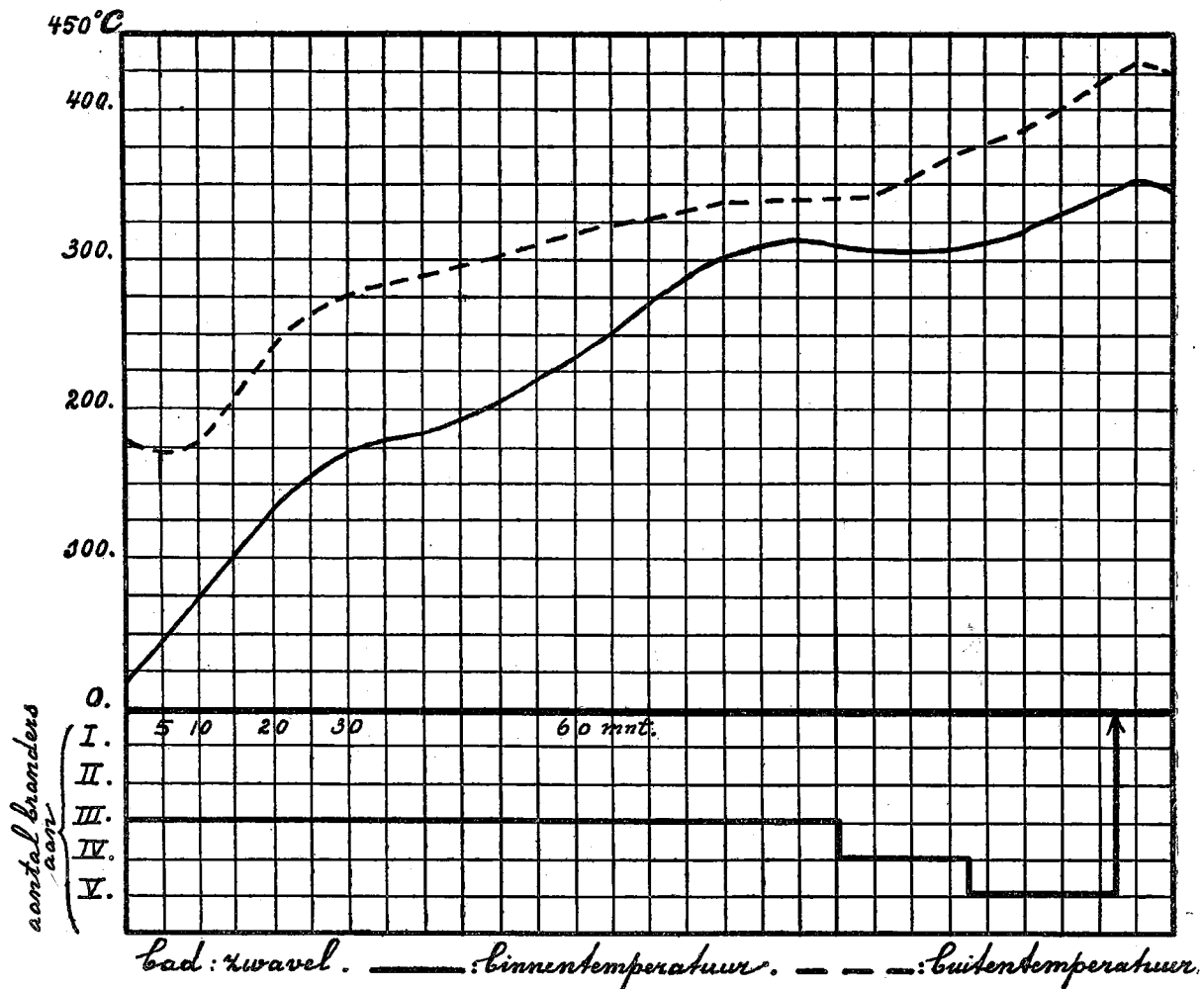
TECTONA GRANDIS L.
VERKOLING VAN SPINTHOUT.



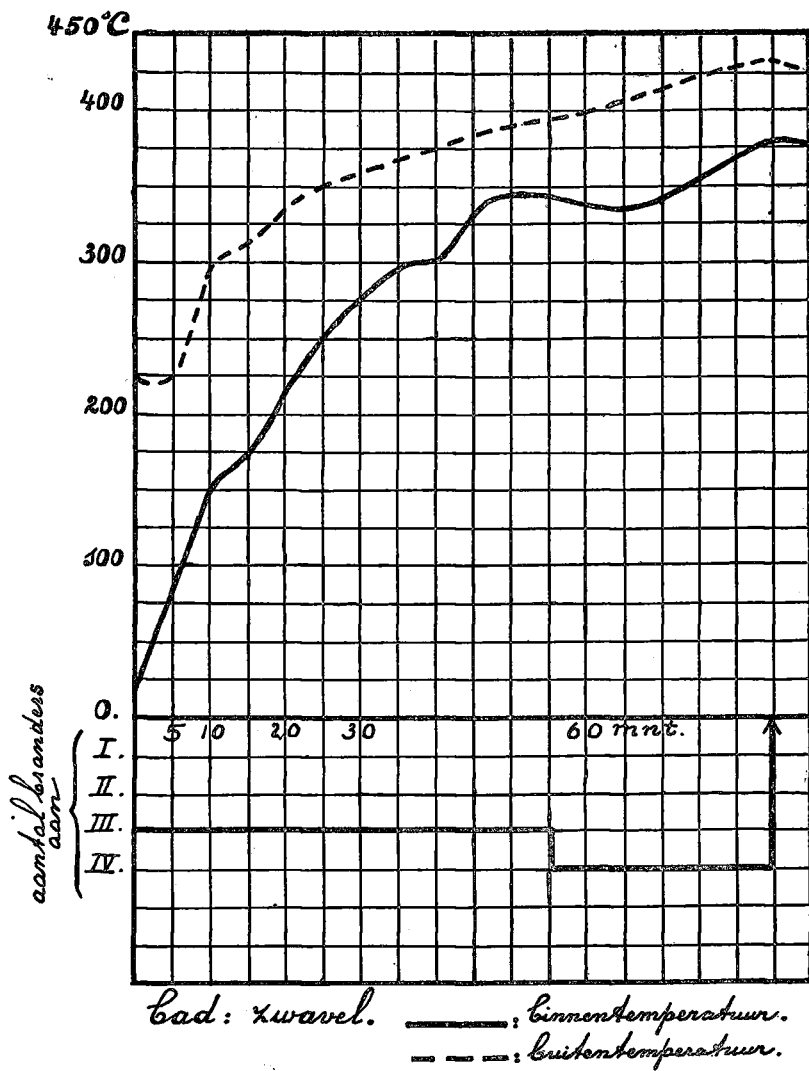
SCHLEICHERA TRIJUGA WILLD.. VERKOLING VAN SPINTHOUT.

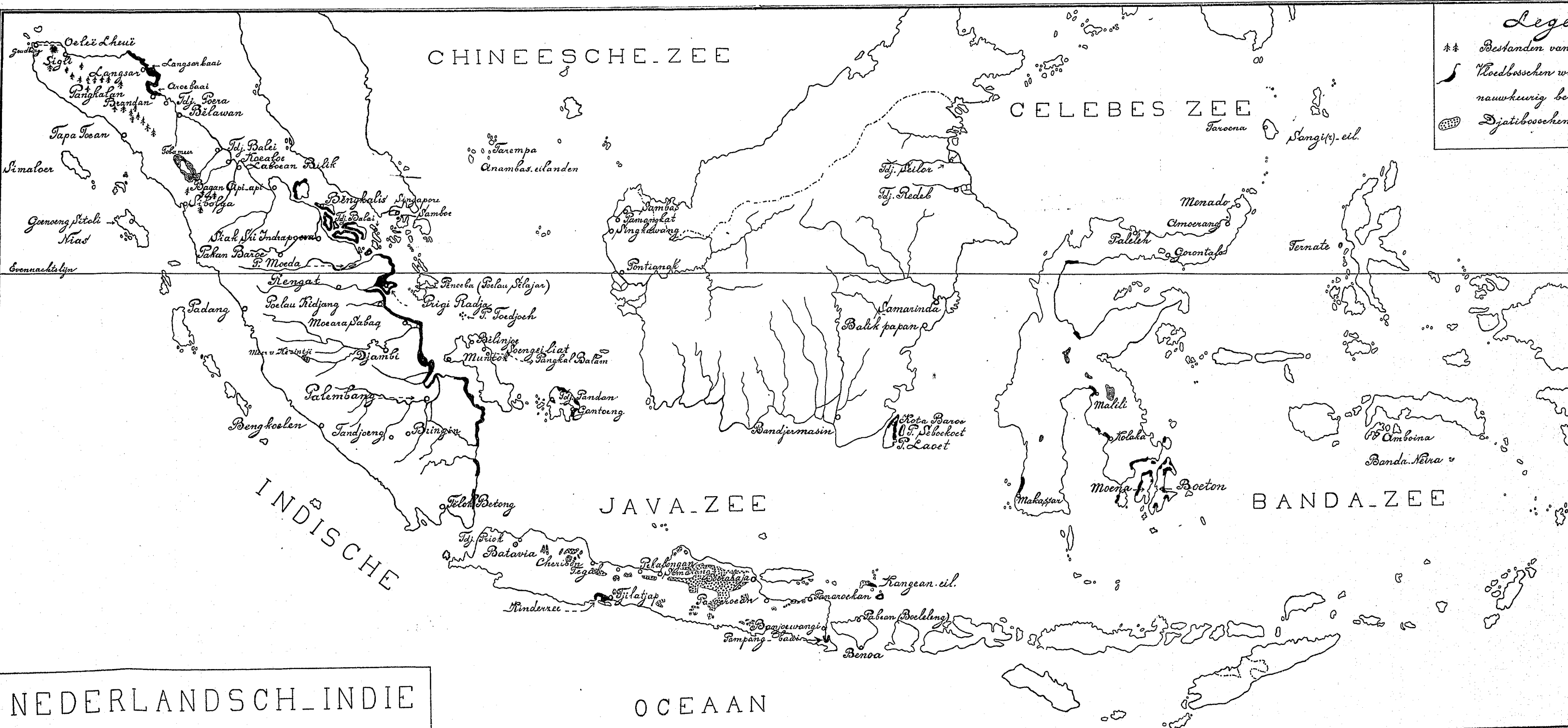


BRUGUIERA GYMNORHIZA LAM. VERKOLING VAN SPINTHOUT.



GLUTA RENGHAS L.
VERKOLING VAN SPINTHOUT.





NEDERLANDSCH-INDIË

Legende

⌘ Bestanden van

⌘ Hoedbosschen waar nauwkeurig bekend

⌘ Djatibosschen